

# ADS1285 地震計アプリケーション向け、32 ビット、デルタ-シグマ ADC

## 1 特長

- 分解能と電力モードを選択可能:
  - ダイナミックレンジ: 134dB (2ms、11.5mW)
  - ダイナミックレンジ: 129dB (2ms、4.8mW)
- フレキシブルなデジタル フィルタ:
  - Sinc + FIR + IIR (選択可能)
  - 線形または最小位相
  - ハイパス フィルタ
- THD: < -120dB
- CMRR: 125dB
- データレート: 125SPS~4000SPS
- プログラマブル ゲイン: 1~64
- PGA バイパス オプション
- SYNC 入力
- クロック誤差補償
- 2 チャネル マルチプレクサ
- オフセットおよびゲインの較正
- 汎用デジタル I/O
- アナログ電源の動作: 5V、3.3V または  $\pm 2.5V$
- 基準電圧の選択: 5V、4.096V、または 2.5V

## 2 アプリケーション

- エネルギー探査
- 受動的地震波観測
- 地球科学および地質学
- 高精度計測機器

## 3 説明

ADS1285 は、プログラマブル ゲイン アンプ (PGA) と有限インパルス応答 (FIR) フィルタを備えた 32 ビット、低消費電力の A/D コンバータ (ADC) です。この ADC は、低ノイズで高精度のデジタル化と長いバッテリー動作時間が求められる地震関連機器の厳しい要件に合わせて設計されています。

低ノイズ PGA により、外付けアンプを使用せずに、ジオフォンのトランス結合のハイドロフォンを直接接続できます。

この ADC は、高分解能のデルタ-シグマ ( $\Delta\Sigma$ ) 変調器と、位相応答を設定できる FIR フィルタを内蔵しています。ハイパス フィルタは、DC および低周波数成分を信号から除去します。クロック周波数の誤差は、サンプルレートコンバータによって 7ppb の分解能で補償されます。

電力モードの選択により、消費電力とダイナミックレンジを最適化できます。PGA バイパス動作により、消費電力をさらに低減できます。

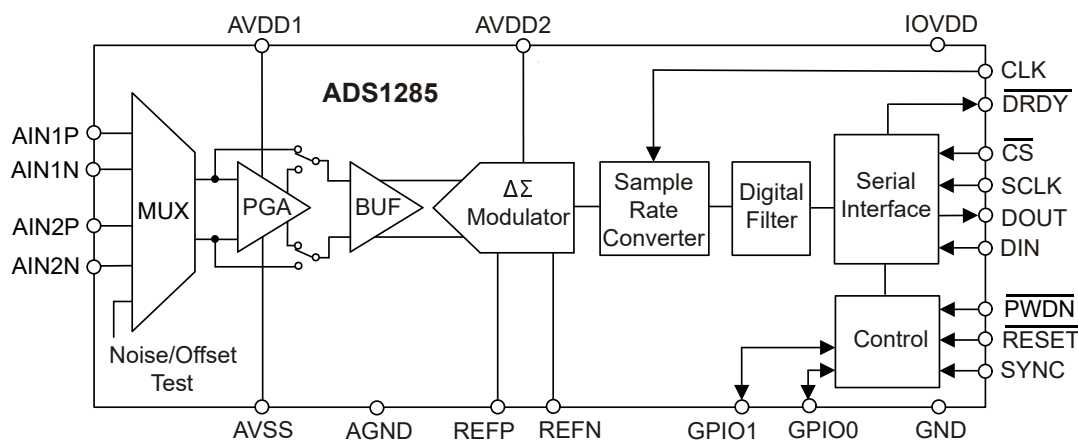
この ADC は小型の 5mm × 5mm VQFN パッケージで供給され、 $-40^{\circ}\text{C}$  ~  $+85^{\circ}\text{C}$  の周囲温度範囲で仕様が規定されています。

### パッケージ情報

| 部品番号    | パッケージ (1)      | パッケージ サイズ (2)   |
|---------|----------------|-----------------|
| ADS1285 | RHB (VQFN, 32) | 5.00mm × 5.00mm |

(1) 詳細については、[セクション 11](#) を参照してください。

(2) パッケージ サイズ (長さ × 幅) は公称値であり、該当する場合はピンも含まれます。



機能ブロック図



## 目次

|  |           |                                     |           |
|--|-----------|-------------------------------------|-----------|
| <b>1 特長</b> .....  | <b>1</b>  | <b>7.1 概要</b> .....                 | <b>33</b> |
| <b>2 アプリケーション</b> .....  | <b>1</b>  | <b>7.2 機能ブロック図</b> .....            | <b>34</b> |
| <b>3 説明</b> .....  | <b>1</b>  | <b>7.3 機能説明</b> .....               | <b>35</b> |
| <b>4 ピン構成および機能</b> .....   | <b>3</b>  | <b>7.4 デバイスの機能モード</b> .....         | <b>48</b> |
| <b>5 仕様</b> .....  | <b>5</b>  | <b>7.5 プログラミング</b> .....            | <b>52</b> |
| 5.1 絶対最大定格.....  | 5         | <b>7.6 レジスタ マップ</b> .....           | <b>59</b> |
| 5.2 ESD 定格.....  | 5         | <b>8 アプリケーションと実装</b> .....          | <b>65</b> |
| 5.3 推奨動作条件.....  | 5         | 8.1 アプリケーション情報.....                 | 65        |
| 5.4 熱に関する情報.....   | 6         | 8.2 代表的なアプリケーション.....               | 65        |
| 5.5 電気的特性.....   | 7         | 8.3 電源に関する推奨事項.....                 | 67        |
| 5.6 タイミング要件: $1.65V \leq IOVDD \leq 1.95V$ および<br>$2.7V \leq IOVDD \leq 3.6V$ .....  | 13        | 8.4 レイアウト.....                      | 68        |
| 5.7 スイッチング特性: $1.65V \leq IOVDD \leq 1.95V$ および<br>$2.7V \leq IOVDD \leq 3.6V$ ..... | 13        | <b>9 デバイスおよびドキュメントのサポート</b> .....   | <b>69</b> |
| 5.8 タイミング図.....  | 14        | 9.1 ドキュメントの更新通知を受け取る方法.....         | 69        |
| 5.9 代表的特性.....   | 17        | 9.2 サポート・リソース.....                  | 69        |
| <b>6 パラメータ測定情報</b> .....   | <b>31</b> | 9.3 商標.....                         | 69        |
| 6.1 ノイズ性能.....   | 31        | 9.4 静電気放電に関する注意事項.....              | 69        |
| <b>7 詳細説明</b> .....  | <b>33</b> | 9.5 用語集.....                        | 70        |
|  |           | <b>10 改訂履歴</b> .....                | <b>70</b> |
|  |           | <b>11 メカニカル、パッケージ、および注文情報</b> ..... | <b>70</b> |

## 4 ピン構成および機能

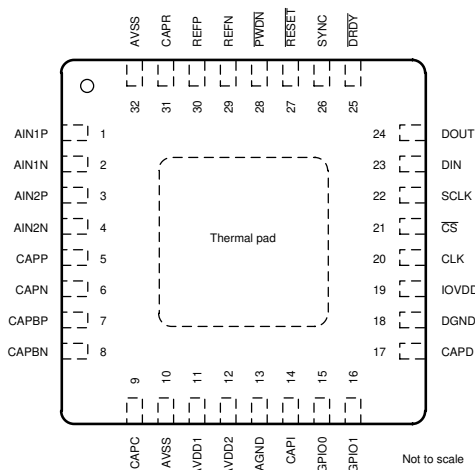


図 4-1. RHB パッケージ、32 ピン、5mm x 5mm VQFN (上面図)

表 4-1. ピンの機能

| ピン |       | 機能        | 説明   |
|----|-------|-----------|--|
| 番号 | 名称    |           |  |
| 1  | AIN1P | アナログ入力    | チャンネル 1 の正入力   |
| 2  | AIN1N | アナログ入力    | チャンネル 1 の負入力   |
| 3  | AIN2P | アナログ入力    | チャンネル 2 の正入力   |
| 4  | AIN2N | アナログ入力    | チャンネル 2 の負入力   |
| 5  | CAPP  | アナログ内部    | PGA の正コンデンサ。CAPP と CAPN の間に、10nF の C0G コンデンサを接続します。            |
| 6  | CAPN  | アナログ内部    | PGA 負電圧コンデンサ。CAPP と CAPN の間に、10nF の C0G コンデンサを接続します。           |
| 7  | CAPBP | アナログ内部    | バッファの正のコンデンサ。47nF の C0G コンデンサを AVSS に接続します。                    |
| 8  | CAPBN | アナログ内部    | バッファの負のコンデンサ。47nF の C0G コンデンサを AVSS に接続します。                    |
| 9  | CAPC  | アナログ内部    | チャージポンプコンデンサ。4.7nF、最低 10V 定格のコンデンサを AGND に接続します。               |
| 10 | AVSS  | アナログ電源    | PGA 負のアナログ電源。詳細については、 <a href="#">アナログ電源</a> セクションを参照してください。   |
| 11 | AVDD1 | アナログ電源    | PGA の正アナログ電源。詳細については、 <a href="#">アナログ電源</a> セクションを参照してください。   |
| 12 | AVDD2 | アナログ電源    | 変調器のアナログ電源。詳細については、 <a href="#">アナログ電源</a> セクションを参照してください。     |
| 13 | AGND  | アナロググラウンド | アナロググラウンド  |
| 14 | CAPI  | アナログ内部    | 入力バイアスコンデンサ。100nF のセラミックコンデンサを AGND に接続します。                    |
| 15 | GPIO0 | デジタル I/O  | 汎用 I/O   |
| 16 | GPIO1 | デジタル I/O  | 汎用 I/O   |
| 17 | CAPD  | アナログ出力    | デジタル低ドロップアウトレギュレータ (LDO) 出力。220nF のセラミックコンデンサを DGND に接続します。    |
| 18 | DGND  | グラウンド     | デジタルグラウンド  |
| 19 | IOVDD | デジタル電源    | デジタル I/O 電。詳細については、 <a href="#">IOVDD の電源</a> セクションを参照してください。  |
| 20 | CLK   | デジタル入力    | ADC クロック入力。  |
| 21 | CS    | デジタル入力    | シリアルインタフェイス選択、アクティブ Low  |
| 22 | SCLK  | デジタル入力    | シリアルインタフェイスクロック  |
| 23 | DIN   | デジタル入力    | シリアルインタフェイスのデータ入力  |
| 24 | DOUT  | デジタル出力    | シリアルインタフェイスのデータ出力  |
| 25 | DRDY  | デジタル出力    | データ準備完了、アクティブ Low  |
| 26 | SYNC  | デジタル入力    | ADC 同期、アクティブ High  |
| 27 | RESET | デジタル入力    | ADC リセット、アクティブ Low   |
| 28 | PWDN  | デジタル入力    | ADC パワーダウ、アクティブ Low  |
| 29 | REFN  | アナログ入力    | 負のリファレンス入力。詳細については、 <a href="#">電圧リファレンス入力</a> セクションを参照してください。 |
| 30 | REFP  | アナログ入力    | 正のリファレンス入力。詳細については、 <a href="#">電圧リファレンス入力</a> セクションを参照してください。 |
| 31 | CAPR  | アナログ内部    | リファレンスバイアスコンデンサ。100nF のセラミックコンデンサを AVSS に接続します。                |

表 4-1. ピンの機能 (続き)

| ピン       |      | 機能     | 説明  |
|----------|------|--------|---|
| 番号       | 名称   |        |   |
| 32       | AVSS | アナログ電源 | PGA 負電源   |
| サーマル パッド |      |        | サーマル パッドを AVSS に接続します。底面側の部品を実装する場合、プリント基板 (PCB) ランドに配置するサーマルビアは任意です。 |

## 5 仕様

### 5.1 絶対最大定格

動作周囲温度範囲内 (特に記述のない限り)<sup>(1)</sup>

|          |   | 最小値        | 最大値         | 単位 |
|----------|---|------------|-------------|----|
| 電源電圧     | AVDD1 から AVSS へ   | -0.3       | 5.5         | V  |
|          | AVSS から AGND へ  | -2.8       | 0.3         |    |
|          | AVDD2 から AGND へ   | -0.3       | 5.5         |    |
|          | AVDD2 から AVSS へ   | -0.3       | 5.5         |    |
|          | IOVDD から DGND へ   | -0.3       | 3.9         |    |
|          | IOVDD から DGND へ (IOVDD は CAPD に接続)  | -0.3       | 2.2         |    |
| グラウンド    | AGND から DGND へ  | -0.3       | 0.3         | V  |
| アナログ入力電圧 | AIN1P, AIN1N, AIN2P, AIN2N, REFP, REFN  | AVSS - 0.3 | AVDD1 + 0.3 | V  |
| デジタル入力電圧 | CLK, DIN, SCLK, $\overline{\text{CS}}$ , GPIO0, GPIO1, SYNC, $\overline{\text{RESET}}$ , $\overline{\text{PWDN}}$ | DGND - 0.3 | IOVDD + 0.3 | V  |
| 入力電流     | 連続的、任意のデジタルまたはアナログ ピン <sup>(2)</sup>  | -10        | 10          | mA |
| 温度       | 接合部、T <sub>J</sub>  |            | 150         | °C |
|          | 保存、T <sub>stg</sub>   | -60        | 150         | °C |

- (1) 「絶対最大定格」の範囲外の動作は、デバイスの永続的な損傷の原因となる可能性があります。「絶対最大定格」は、これらの条件や、推奨動作条件を超えたその他の条件でデバイスが動作することを保証するものではありません。推奨動作条件を一時的に外れていても、絶対最大定格の範囲内であればデバイスが損傷しない場合がありますが、完全には動作しない可能性があります。これは、デバイスの信頼性、機能、性能に影響し、デバイスの寿命を短くすることにつながります。
- (2) アナログ入力ピン AIN1P, AIN1N, AIN2P, AIN2N, REFP, REFN は、AVDD1 と AVSS にダイオードでクランプされています。アナログ入力電圧が AVDD1 + 0.3V または AVSS - 0.3V を超えた場合、入力電流を 10mA に制限します。デジタル入力ピンは、IOVDD と DGND にクランプされます。デジタル入力電圧が IOVDD + 0.3V または DGND - 0.3V を超える場合、入力電流を制限します。

### 5.2 ESD 定格

|                    |      |  | 値    | 単位 |
|--------------------|------|--|------|----|
| V <sub>(ESD)</sub> | 静電放電 | 人体モデル (HBM)、ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 準拠 <sup>(1)</sup> | 2000 | V  |
|                    |      | デバイス帯電モデル (CDM)、JEDEC JESD22C101 準拠 <sup>(2)</sup>   | 1000 |    |

- (1) JEDEC のドキュメント JEP155 に、500V HBM では標準の ESD 管理プロセスで安全な製造が可能であると規定されています。
- (2) JEDEC のドキュメント JEP157 に、250V CDM では標準の ESD 管理プロセスで安全な製造が可能であると規定されています。

### 5.3 推奨動作条件

動作時周囲温度範囲内 (特に記述のない限り)

|                 |   |                   | 最小値                                | 公称値 | 最大値  | 単位 |
|-----------------|---|-------------------|------------------------------------|-----|------|----|
| 電源              |   |                   |                                    |     |      |    |
|                 | アナログ電源  | AVDD1 から AVSS へ   | 3                                  |     | 5.25 | V  |
|                 |   | AVDD1 から AGND へ   | 2.375                              |     |      | V  |
|                 |   | AVSS から AGND へ    | -2.625                             |     | 0    |    |
|                 |   | AVDD2 から AGND へ   | 2.375                              |     | 5.25 |    |
|                 |   | AVDD2 から AVSS へ   |                                    |     | 5.25 |    |
|                 | デジタル電源  | IOVDD から DGND へ   | 2.7                                |     | 3.6  | V  |
|                 |   | CAPD に接続された IOVDD | 1.65                               |     | 1.95 |    |
| アナログ入力          |   |                   |                                    |     |      |    |
| V <sub>IN</sub> | 差動入力電圧<br>V <sub>IN</sub> = V <sub>AINP</sub> - V <sub>AINN</sub> | リファレンス電圧 = 5V     | ±V <sub>REF</sub> / (2 × ゲイン)      |     |      | V  |
|                 |   | リファレンス電圧 = 4.096V | ±V <sub>REF</sub> / (1.6384 × ゲイン) |     |      |    |
|                 |   | リファレンス電圧 = 2.5V   | ±V <sub>REF</sub> / ゲイン            |     |      |    |

### 5.3 推奨動作条件 (続き)

動作時周囲温度範囲内 (特に記述のない限り)

|                   |  |                   | 最小値         | 公称値   | 最大値                | 単位  |
|-------------------|--|-------------------|-------------|-------|--------------------|-----|
|                   | 絶対入力電圧   | バッファ動作            | AVSS + 0.1  |       | AVDD1 - 0.1        | V   |
|                   |  | PGA 動作            | AVSS + 1.1  |       | AVDD1 - 0.85       |     |
|                   | 絶対出力電圧   | バッファ動作            | AVSS + 0.1  |       | AVDD1 - 0.1        | V   |
|                   |  | PGA 動作            | AVSS + 0.15 |       | AVDD1 - 0.15       |     |
|                   | 較正範囲 <sup>(1)</sup>                                      |                   |             |       | 6%                 | FSR |
| 電圧リファレンス入力        |  |                   |             |       |                    |     |
| V <sub>REFN</sub> | 負のリファレンス入力   |                   | AVSS - 0.05 |       |                    | V   |
| V <sub>REFP</sub> | 正のリファレンス入力   |                   |             |       | AVDD1 + 0.1        | V   |
| V <sub>REF</sub>  | V <sub>REF</sub> = V <sub>REFP</sub> - V <sub>REFN</sub> | リファレンス電圧 = 5V     | 4.9         | 5     | AVDD1 - AVSS + 0.1 | V   |
|                   |  | リファレンス電圧 = 4.096V | 4.0         | 4.096 | 4.2                | V   |
|                   |  | リファレンス電圧 = 2.5V   | 2.4         | 2.5   | 2.6                | V   |
| デジタル入力            |  |                   |             |       |                    |     |
| V <sub>INL</sub>  | Low レベル入力電圧  |                   |             |       | 0.2 × IOVDD        | V   |
| V <sub>INH</sub>  | High レベル入力電圧   |                   |             |       | 0.8 × IOVDD        | V   |
| f <sub>CLK</sub>  | クロック入力周波数  | ハイパワー モード         | 6           | 8.192 | 8.3                | MHz |
|                   |  | ミッドパワー モード        | 6           | 8.192 | 8.3                |     |
|                   |  | 低消費電力モード          | 3           | 4.096 | 4.15               |     |
| 温度                |  |                   |             |       |                    |     |
| T <sub>A</sub>    | 周囲温度   | 動作中               | -50         |       | 85                 | °C  |
|                   |  | 仕様                | -40         |       | 85                 |     |

(1) 較正範囲は、オフセット補正とゲイン誤差補正の合計です。

### 5.4 熱に関する情報

| 熱評価基準 <sup>(1)</sup>  |                     | ADS1285    | 単位   |
|-----------------------|---------------------|------------|------|
|                       |                     | RHB (VQFN) |      |
|                       |                     | 32 ピン      |      |
| R <sub>θJA</sub>      | 接合部から周囲への熱抵抗        | 30         | °C/W |
| R <sub>θJC(top)</sub> | 接合部からケース (上面) への熱抵抗 | 19.4       | °C/W |
| R <sub>θJB</sub>      | 接合部から基板への熱抵抗        | 10.9       | °C/W |
| Ψ <sub>JT</sub>       | 接合部から上面への特性パラメータ    | 0.2        | °C/W |
| Ψ <sub>JB</sub>       | 接合部から基板への特性パラメータ    | 10.8       | °C/W |
| R <sub>θJC(bot)</sub> | 接合部からケース (底面) への熱抵抗 | 1.8        | °C/W |

(1) 従来および最新の熱評価基準の詳細については、『[半導体および IC パッケージの熱評価基準](#)』アプリケーション ノートを参照してください。

## 5.5 電気的特性

−40°C〜+85°C における最小値および最大値の仕様は、AVDD1 = 5V、AVDD2 = 2.5V〜5V、AVSS = 0V、IOVDD = 1.8V、V<sub>REFP</sub> = 4.096V、V<sub>REFN</sub> = 0V、V<sub>CM</sub> = 2.5V、PGA ゲイン = 1、f<sub>CLK</sub> = 8.192MHz (低消費電力モードでは 4.096MHz)、f<sub>DATA</sub> = 500SPS の条件下で、代表値は 25°C で規定 (特に記述のない限り)

| パラメータ               |                  | テスト条件            |                        | 最小値   | 標準値    | 最大値    | 単位     |
|---------------------|------------------|------------------|------------------------|---|--------|--------|--------|
| アナログ入力              |                  |                  |                        |   |        |        |        |
|                     | 入力マルチプレクサのオン抵抗   | 入力 1 と入力 2 の交差接続 |                        | 60  |        | Ω      |        |
| PGA 動作              |                  |                  |                        |   |        |        |        |
| I <sub>B</sub>      | PGA 入力バイアス電流     | ハイパワー モード        |                        | 45  |        | nA     |        |
| I <sub>OS</sub>     | PGA 入力オフセット電流    | ハイパワー モード        |                        | ±3  |        | nA     |        |
|                     | PGA ゲイン          |                  |                        | 1、2、4、8、16、32、64                                |        | V/V    |        |
| e <sub>n</sub> -PGA | PGA 入力電圧ノイズ密度    | ハイパワー モード        | PGA ゲイン = 16           | 5.5   |        |        | nV/√Hz |
|                     |                  | ミッドパワー モード       |                        | 7   |        |        |        |
|                     |                  | 低消費電力モード         |                        | 7   |        |        |        |
| i <sub>n</sub> -PGA | PGA 入力電流ノイズ密度    | 差動               |                        | 2.5   |        | pA/√Hz |        |
|                     | アンチエイリアス フィルタ周波数 |                  |                        | 30  |        | kHz    |        |
| バッファ動作              |                  |                  |                        |   |        |        |        |
| I <sub>B</sub>      | 入力電流             | ハイパワー モード        | V <sub>IN</sub> = 2.5V | ±1.2  |        |        | μA     |
|                     |                  | ミッドパワー モード       |                        | ±1.2  |        |        |        |
|                     |                  | 低消費電力モード         |                        | ±0.3  |        |        |        |
| DC 特性               |                  |                  |                        |   |        |        |        |
| e <sub>n</sub>      | ノイズ              |                  |                        | 詳細については、 <a href="#">ノイズ性能</a> セクションを参照してください   |        |        |        |
| V <sub>OS</sub>     | オフセット誤差          | PGA 動作           |                        | −350/ ゲイン - 10    ±30/ ゲイン + 5    350/ ゲイン + 10 |        |        | μV     |
|                     |                  | バッファ動作           |                        | -600    ±50    600                              |        |        |        |
|                     |                  | キャリブレーション後       |                        | ±1  |        |        |        |
|                     | オフセット誤差のドリフト     | PGA 動作           |                        | 0.5/ ゲイン  |        |        | μV/°C  |
|                     |                  | バッファ動作           |                        | 1   |        |        |        |
|                     | ゲイン誤差            | PGA 動作、ゲイン = 1   |                        | -0.05%  | ±0.02% | 0.05%  | ppm    |
|                     |                  | キャリブレーション後       |                        | 2   |        |        |        |
|                     |                  | バッファ動作           |                        | -0.07%  | ±0.05% | 0.07%  |        |
|                     | ゲイン マッチング        | PGA ゲイン = 1 を基準  |                        | -0.2%   | ±0.06% | 0.2%   |        |
|                     | ゲインドリフト          | すべての PGA ゲイン     |                        | 2   |        | ppm/°C |        |
| CMRR                | 同相除去比            | f = 60Hz         |                        | 104   | 120    | dB     |        |
| PSRR                | 電源除去比            | AVDD2            | DC 時                   | 80  | 95     | dB     |        |
|                     |                  | AVSS、AVDD1       |                        | 85  | 110    | dB     |        |
|                     |                  | IOVDD            |                        | 100   | 120    | dB     |        |

## 5.5 電気的特性 (続き)

–40°C～+85°Cにおける最小値および最大値の仕様は、AVDD1 = 5V、AVDD2 = 2.5V～5V、AVSS = 0V、IOVDD = 1.8V、 $V_{REFP}$  = 4.096V、 $V_{REFN}$  = 0V、 $V_{CM}$  = 2.5V、PGA ゲイン = 1、 $f_{CLK}$  = 8.192MHz (低消費電力モードでは 4.096MHz)、 $f_{DATA}$  = 500SPS の条件下で、代表値は 25°C で規定 (特に記述のない限り)

| パラメータ       |            | テスト条件                      | 最小値 | 標準値 | 最大値 | 単位                     |
|-------------|------------|----------------------------|-----|-----|-----|------------------------|
| AC 特性       |            |                            |     |     |     |                        |
| $e_{n-MOD}$ | 変調器電圧ノイズ密度 | $V_{REF} = 4.096\text{ V}$ |     | 25  |     | nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ |



## 5.5 電気的特性 (続き)

−40°C〜+85°C における最小値および最大値の仕様は、AVDD1 = 5V、AVDD2 = 2.5V〜5V、AVSS = 0V、IOVDD = 1.8V、V<sub>REFP</sub> = 4.096V、V<sub>REFN</sub> = 0V、V<sub>CM</sub> = 2.5V、PGA ゲイン = 1、f<sub>CLK</sub> = 8.192MHz (低消費電力モードでは 4.096MHz)、f<sub>DATA</sub> = 500SPS の条件下で、代表値は 25°C で規定 (特に記述のない限り)

| パラメータ |                    | テスト条件  |                     | 最小値 | 標準値  | 最大値  | 単位 |
|-------|--------------------|--|---------------------|-----|------|------|----|
| THD   | 全高調波歪              | 高電力モード、<br>V <sub>REF</sub> = 2.5V、<br>AVDD1 = 3.3V、<br>AVSS = 0V、<br>f <sub>IN</sub> = 31.25Hz、<br>V <sub>IN</sub> = −0.5dBFS   | バッファ動作              |     | -123 | -114 | dB |
|       |                    |  | PGA ゲイン = 2         |     | -119 |      |    |
|       |                    |  | PGA ゲイン = 4         |     | -125 | -116 |    |
|       |                    |  | PGA ゲイン = 8         |     | -124 |      |    |
|       |                    |  | PGA ゲイン = 16        |     | -123 | -116 |    |
|       |                    |  | PGA ゲイン = 32 および 64 |     | -125 |      |    |
|       |                    | 中電力モード、<br>V <sub>REF</sub> = 2.5V、<br>AVDD1 = 3.3V、<br>AVSS = 0V、<br>f <sub>IN</sub> = 31.25Hz、<br>V <sub>IN</sub> = −0.5dBFS   | バッファ動作              |     | -122 | -113 | dB |
|       |                    |  | PGA ゲイン = 2         |     | -120 |      |    |
|       |                    |  | PGA ゲイン = 4         |     | -125 | -118 |    |
|       |                    |  | PGA ゲイン = 8         |     | -124 |      |    |
|       |                    |  | PGA ゲイン = 16        |     | -123 | -115 |    |
|       |                    |  | PGA ゲイン = 32 および 64 |     | -125 |      |    |
|       |                    | 低消費電力モード、<br>V <sub>REF</sub> = 2.5V、<br>AVDD1 = 3.3V、<br>AVSS = 0V、<br>f <sub>IN</sub> = 31.25Hz、<br>V <sub>IN</sub> = −0.5dBFS | バッファ動作              |     | -124 | -117 | dB |
|       |                    |  | PGA ゲイン = 2         |     | -122 |      |    |
|       |                    |  | PGA ゲイン = 4         |     | -124 | -116 |    |
|       |                    |  | PGA ゲイン = 8         |     | -125 |      |    |
|       |                    |  | PGA ゲイン = 16        |     | -123 | -115 |    |
|       |                    |  | PGA ゲイン = 32 および 64 |     | -124 |      |    |
|       |                    | 高電力モード、<br>V <sub>REF</sub> = 4.096V、<br>AVDD1 = 5V、<br>AVSS = 0V、<br>f <sub>IN</sub> = 31.25Hz、<br>V <sub>IN</sub> = −0.5dBFS   | バッファ動作              |     | -119 | -114 | dB |
|       |                    |  | PGA ゲイン = 1         |     | -119 | -111 |    |
|       |                    |  | PGA ゲイン = 2         |     | -125 |      |    |
|       |                    |  | PGA ゲイン = 4         |     | -122 | -114 |    |
|       |                    |  | PGA ゲイン = 8         |     | -118 |      |    |
|       |                    |  | PGA ゲイン = 16        |     | -117 | -111 |    |
|       |                    | 中電力モード、<br>V <sub>REF</sub> = 4.096V、<br>AVDD1 = 5V、<br>AVSS = 0V、<br>f <sub>IN</sub> = 31.25Hz、<br>V <sub>IN</sub> = −0.5dBFS   | バッファ動作              |     | -119 | -112 | dB |
|       |                    |  | PGA ゲイン = 1         |     | -119 | -111 |    |
|       |                    |  | PGA ゲイン = 2         |     | -125 |      |    |
|       |                    |  | PGA ゲイン = 4         |     | -124 | -115 |    |
|       |                    |  | PGA ゲイン = 8         |     | -119 |      |    |
|       |                    |  | PGA ゲイン = 16        |     | -117 | -111 |    |
|       |                    | 低消費電力モード、<br>V <sub>REF</sub> = 4.096V、<br>AVDD1 = 5V、<br>AVSS = 0V、<br>f <sub>IN</sub> = 31.25Hz、<br>V <sub>IN</sub> = −0.5dBFS | バッファ動作              |     | -123 | -117 | dB |
|       |                    |  | PGA ゲイン = 1         |     | -121 | -115 |    |
|       |                    |  | PGA ゲイン = 2         |     | -124 |      |    |
|       |                    |  | PGA ゲイン = 4         |     | -125 | -115 |    |
|       |                    |  | PGA ゲイン = 8         |     | -122 |      |    |
|       |                    |  | PGA ゲイン = 16        |     | -121 | -113 |    |
|       |                    |  | PGA ゲイン = 32 および 64 |     | -123 |      |    |
| SFDR  | スプリアスフリー ダイナミックレンジ | f <sub>IN</sub> = 31.25Hz、V <sub>IN</sub> = −0.5dBFS   |                     |     | 115  |      | dB |

## 5.5 電気的特性 (続き)

–40°C～+85°C における最小値および最大値の仕様は、AVDD1 = 5V、AVDD2 = 2.5V～5V、AVSS = 0V、IOVDD = 1.8V、V<sub>REFP</sub> = 4.096V、V<sub>REFN</sub> = 0V、V<sub>CM</sub> = 2.5V、PGA ゲイン = 1、f<sub>CLK</sub> = 8.192MHz (低消費電力モードでは 4.096MHz)、f<sub>DATA</sub> = 500SPS の条件下で、代表値は 25°C で規定 (特に記述のない限り)

| パラメータ |        | テスト条件  | 最小値 | 標準値  | 最大値 | 単位 |
|-------|--------|--|-----|------|-----|----|
|       | クロストーク | f <sub>IN</sub> = 31.25Hz、V <sub>IN</sub> = –0.5dBFS |     | –140 |     | dB |

## 5.5 電気的特性 (続き)

−40°C〜+85°C における最小値および最大値の仕様は、AVDD1 = 5V、AVDD2 = 2.5V〜5V、AVSS = 0V、IOVDD = 1.8V、V<sub>REFP</sub> = 4.096V、V<sub>REFN</sub> = 0V、V<sub>CM</sub> = 2.5V、PGA ゲイン = 1、f<sub>CLK</sub> = 8.192MHz (低消費電力モードでは 4.096MHz)、f<sub>DATA</sub> = 500SPS の条件下で、代表値は 25°C で規定 (特に記述のない限り)

| パラメータ                                     |                           | テスト条件                  |               | 最小値                       | 標準値  | 最大値         | 単位                     |
|---|---------------------------|------------------------|---------------|---------------------------|------|-------------|------------------------|
| 電圧リファレンス入力                                |                           |                        |               |                           |      |             |                        |
|   | 基準入力電流                    | ハイパワー モード              |               | 110                       |      | μA/V        |                        |
|   |                           | ミッドパワー モード             |               | 110                       |      |             |                        |
|   |                           | 低電力モード                 |               | 80                        |      |             |                        |
| FIR デジタル フィルタ                             |                           |                        |               |                           |      |             |                        |
| f <sub>DATA</sub>                         | データ レート                   | ハイパワー モード              |               | 250                       |      | 4000        | SPS                    |
|   |                           | ミッドパワー モード             |               | 250                       |      | 4000        |                        |
|   |                           | 低消費電力モード               |               | 125                       |      | 2000        |                        |
|   | パス バンド リップル               |                        |               | -0.003                    |      | 0.003       | dB                     |
|   | パスバンド (−0.01 dB)          |                        |               | 0.375 × f <sub>DATA</sub> |      |             | Hz                     |
|   | 帯域幅 (−3dB)                |                        |               | 0.413 × f <sub>DATA</sub> |      |             | Hz                     |
|   | ストップ バンド                  |                        |               | 0.5 × f <sub>DATA</sub>   |      |             | Hz                     |
|   | ストップ バンド減衰 <sup>(1)</sup> |                        |               | 135                       |      |             | dB                     |
|   | 群遅延                       | dc での最小位相フィルタ          |               | 5 / f <sub>DATA</sub>     |      |             | s                      |
|   |                           | 線形位相フィルタ               |               | 31/ f <sub>DATA</sub>     |      |             |                        |
|   | セトリング タイム (レイテンシ)         | 最小位相フィルタ               |               | 62 / f <sub>DATA</sub>    |      |             | s                      |
|   |                           | 線形位相フィルタ               |               | 62 / f <sub>DATA</sub>    |      |             |                        |
| IIR デジタル フィルタ                             |                           |                        |               |                           |      |             |                        |
|   | ハイパス コーナー周波数              |                        |               | 0.1                       |      | 10          | Hz                     |
| サンプル レート コンバータ                            |                           |                        |               |                           |      |             |                        |
|   | クロック補償範囲                  |                        |               | -244                      |      | 244         | f <sub>CLK</sub> の ppm |
|   | 分解能                       |                        |               |                           | 7.45 |             | f <sub>CLK</sub> の ppb |
| デジタル入出力                                   |                           |                        |               |                           |      |             |                        |
| V <sub>OH</sub>                           | High レベル出力電圧              | I <sub>OH</sub> = 1mA  |               | 0.8 × IOVDD               |      |             | V                      |
| V <sub>OL</sub>                           | Low レベル出力電圧               | I <sub>OL</sub> = -1mA |               |                           |      | 0.2 × IOVDD | V                      |
| I <sub>Ikg</sub>                          | 入力リーケージ                   |                        |               | -1                        |      | 1           | μA                     |
| 電源  |                           |                        |               |                           |      |             |                        |
| I <sub>AVDD1</sub> 、<br>I <sub>AVSS</sub> | AVDD1、AVSS 電流             | 高電力モード<br>AVDD1 = 3.3V | PGA 動作        | 1.4                       |      |             | mA                     |
|   |                           |                        | バッファ動作        | 0.25                      |      |             |                        |
|   |                           | 中電力モード<br>AVDD1 = 3.3V | PGA 動作        | 0.85                      |      |             | mA                     |
|   |                           |                        | バッファ動作        | 0.25                      |      |             |                        |
|   |                           | 低電力モード<br>AVDD1 = 3.3V | PGA 動作        | 0.8                       |      |             | mA                     |
|   |                           |                        | バッファ動作        | 0.2                       |      |             |                        |
|   |                           | 高電力モード<br>AVDD1 = 5V   | PGA 動作        | 1.5                       | 1.85 | mA          |                        |
|   |                           |                        | バッファ動作        | 0.35                      | 0.45 |             |                        |
|   |                           | 中電力モード<br>AVDD1 = 5V   | PGA 動作        | 0.9                       | 1.2  | mA          |                        |
|   |                           |                        | バッファ動作        | 0.35                      | 0.45 |             |                        |
|   |                           | 低電力モード<br>AVDD1 = 5V   | PGA 動作        | 0.85                      | 1.1  | mA          |                        |
|   |                           |                        | バッファ動作        | 0.25                      | 0.45 |             |                        |
|   | パワーダウン モード                |                        |               | 1                         | 5    | μA          |                        |
| I <sub>AVDD2</sub>                        | AVDD2 電流                  | ハイパワー モード              | AVDD2 = 2.5 V | 1.2                       | 1.5  | mA          |                        |
|   |                           | ミッドパワー モード             |               | 1.2                       | 1.5  |             |                        |
|   |                           | 低消費電力モード               |               | 0.7                       | 0.85 |             |                        |
|   |                           | パワーダウン モード             |               | 1                         | 5    | μA          |                        |

## 5.5 電気的特性 (続き)

−40°C〜+85°C における最小値および最大値の仕様は、AVDD1 = 5V、AVDD2 = 2.5V〜5V、AVSS = 0V、IOVDD = 1.8V、V<sub>REFP</sub> = 4.096V、V<sub>REFN</sub> = 0V、V<sub>CM</sub> = 2.5V、PGA ゲイン = 1、f<sub>CLK</sub> = 8.192MHz (低消費電力モードでは 4.096MHz)、f<sub>DATA</sub> = 500SPS の条件下で、代表値は 25°C で規定 (特に記述のない限り)

| パラメータ              |            | テスト条件                                  |                   | 最小値 | 標準値  | 最大値  | 単位 |
|--------------------|------------|--|-------------------|-----|------|------|----|
| I <sub>IOVDD</sub> | IOVDD 電流   | ハイパワー モード                              |                   |     | 0.43 | 0.6  | mA |
|                    |            | ミッドパワー モード                             |                   |     | 0.43 | 0.6  |    |
|                    |            | 低消費電力モード                               |                   |     | 0.24 | 0.4  | μA |
|                    |            | パワーダウン モード                             |                   |     | 1    | 10   |    |
|                    | IOVDD 追加電流 | スタンバイ モード                              |                   |     | 200  |      | mA |
|                    |            | ハイパワー モード                              | サンプル レート コンバータの動作 |     | 1.2  |      |    |
|                    |            | ミッドパワー モード                             |                   |     | 1.2  |      |    |
|                    |            | 低消費電力モード                               |                   |     | 0.6  |      |    |
| P <sub>d</sub>     | 消費電力 (2)   | 高電力モード<br>AVDD1 = 3.3V<br>AVDD2 = 2.5V | PGA 動作            |     | 8.3  |      | mW |
|                    |            |  | バッファ動作            |     | 4.5  |      |    |
|                    |            | 中電力モード<br>AVDD1 = 3.3V<br>AVDD2 = 2.5V | PGA 動作            |     | 6.5  |      | mW |
|                    |            |  | バッファ動作            |     | 4.5  |      |    |
|                    |            | 低電力モード<br>AVDD1 = 3.3V<br>AVDD2 = 2.5V | PGA 動作            |     | 4.8  |      | mW |
|                    |            |  | バッファ動作            |     | 2.8  |      |    |
|                    |            | 高電力モード<br>AVDD1 = 5V<br>AVDD2 = 2.5V   | PGA 動作            |     | 11.5 | 14.1 | mW |
|                    |            |  | バッファ動作            |     | 5.3  | 6.7  |    |
|                    |            | 中電力モード<br>AVDD1 = 5V<br>AVDD2 = 2.5V   | PGA 動作            |     | 8.3  | 10.8 | mW |
|                    |            |  | バッファ動作            |     | 5.3  | 6.7  |    |
|                    |            | 低電力モード<br>AVDD1 = 5V<br>AVDD2 = 2.5V   | PGA 動作            |     | 6.4  | 8.4  | mW |
|                    |            |  | バッファ動作            |     | 3.4  | 5.1  |    |

- (1) N×32kHz (16kHz 低電力モード) ±f<sub>DATA</sub>/2 (N = 1, 2, 3...) の入力周波数はチョップクロックと相互変調します。これらの周波数では、ストップバンド減衰 = −90dBFS (標準値) です。
- (2) 電圧リファレンス入力やサンプル レート コンバータの動作で消費される電流は除きます。電圧リファレンス入力電流およびサンプル レート コンバータ動作時の IOVDD 電流を参照してください。

## 5.6 タイミング要件 : $1.65V \leq IOVDD \leq 1.95V$ および $2.7V \leq IOVDD \leq 3.6V$

動作時周囲温度範囲内 (特に記述のない限り)

|                          |  |            | 最小値   | 公称値    | 最大値 | 単位                     |
|--------------------------|--|------------|-------|--------|-----|------------------------|
| クロック                     |  |            |       |        |     |                        |
| t <sub>c</sub> (CLK)     | CLK 周期   | ハイパワー モード  | 120.5 | 122.07 | 166 | ns                     |
|                          |  | ミッドパワー モード | 120.5 | 122.07 | 166 |                        |
|                          |  | 低消費電力モード   | 241   | 244.14 | 332 |                        |
| t <sub>w</sub> (CLKH)    | パルス幅、CLK high  | ハイパワー モード  | 55    |        |     | ns                     |
|                          |  | ミッドパワー モード | 55    |        |     |                        |
|                          |  | 低消費電力モード   | 110   |        |     |                        |
| t <sub>w</sub> (CLKL)    | パルス幅、CLK low   | ハイパワー モード  | 55    |        |     | ns                     |
|                          |  | ミッドパワー モード | 55    |        |     |                        |
|                          |  | 低消費電力モード   | 110   |        |     |                        |
| シリアル インターフェイス            |  |            |       |        |     |                        |
| t <sub>w</sub> (CSH)     | パルス幅、 $\overline{CS}$ High   |            | 20    |        |     | ns                     |
| t <sub>d</sub> (CSSC)    | 遅延時間、 $\overline{CS}$ 立ち下がりエッジから最初の SCLK 立ち上がりエッジまで                |            | 20    |        |     | ns                     |
| t <sub>c</sub> (SCLK)    | SCLK 周期  |            | 120   |        |     | ns                     |
| t <sub>w</sub> (SCH)     | パルス幅、SCLK high   |            | 50    |        |     | ns                     |
| t <sub>w</sub> (SCL)     | パルス幅、SCLK low  |            | 50    |        |     | ns                     |
| t <sub>su</sub> (DI)     | セットアップ時間、DIN 有効から SCLK 立ち下がりエッジまでの時間                               |            | 10    |        |     | ns                     |
| t <sub>h</sub> (DI)      | ホールド時間、SCLK の立ち上がりエッジの後も、DIN が有効であり続ける必要がある時間                      |            | 10    |        |     | ns                     |
| t <sub>su</sub> (SRC-W)  | セットアップ時間、 $\overline{DRDY}$ の立ち下がりエッジの前に、SRC[1:0] レジスタの書き込みが完了する時間 |            | 256   |        |     | 1 / f <sub>(CLK)</sub> |
| SYNC                     |  |            |       |        |     |                        |
| t <sub>w</sub> (SYNL)    | パルス幅、SYNC low  |            | 2     |        |     | 1 / f <sub>(CLK)</sub> |
| t <sub>w</sub> (SYNH)    | パルス幅、SYNC high   |            | 2     |        |     | 1 / f <sub>(CLK)</sub> |
| t <sub>su</sub> (SYNCLK) | セットアップ時間、CLK の立ち上がりエッジの前に SYNC が High になっている時間                     |            | 10    |        |     | ns                     |
| t <sub>h</sub> (SYNCLK)  | ホールド時間、CLK の立ち上がりエッジの後 SYNC が High のまま保持されている時間                    |            | 10    |        |     | ns                     |
| RESET                    |  |            |       |        |     |                        |
| t <sub>w</sub> (RSTL)    | パルス幅、 $\overline{RESET}$ Low                                       |            | 2     |        |     | 1 / f <sub>(CLK)</sub> |
| t <sub>su</sub> (RSTCLK) | セットアップ時間、CLK の立ち上がりエッジの前に、 $\overline{RESET}$ が High になっている時間      |            | 10    |        |     | ns                     |
| t <sub>h</sub> (RSTCLK)  | ホールド時間、CLK の立ち上がりエッジの後 $\overline{RESET}$ が High のまま保持されている時間      |            | 10    |        |     | ns                     |

## 5.7 スイッチング特性: $1.65V \leq IOVDD \leq 1.95V$ および $2.7V \leq IOVDD \leq 3.6V$

動作時周囲温度範囲全体、 $C_{LOAD} = 20pF$  (特に記述のない限り)

| パラメータ                  |  | 最小値   | 標準値 | 最大値 | 単位                     |
|------------------------|--|---|-----|-----|------------------------|
| シリアル インターフェイス          |  |   |     |     |                        |
| t <sub>w</sub> (DRH)   | パルス幅、 $\overline{\text{DRDY}}$ High  |   |     | 8   | 1 / f <sub>(CLK)</sub> |
| t <sub>p</sub> (CSDO)  | 伝搬遅延時間、 $\overline{\text{CS}}$ 立ち下がりエッジから DOUT 駆動状態まで                            |   |     | 50  | ns                     |
| t <sub>p</sub> (SCDO)  | 伝搬遅延時間、SCLK の立ち下がりエッジから新しい DOUT が有効になるまでの時間                                      |   |     | 50  | ns                     |
| t <sub>h</sub> (SCDO)  | 伝搬遅延時間、SCLK 立ち下がりエッジから DOUT 無効まで   | 5   |     |     | ns                     |
| SYNC                   |  |   |     |     |                        |
| t <sub>p</sub> (SYNDR) | 伝搬遅延時間、SYNC 立ち上がりエッジから、有効なデータを示す $\overline{\text{DRDY}}$ 立ち下がりエッジまで             | 62.98145 / f <sub>DATA</sub> + 930 / f <sub>CLK</sub>   |     |     | s                      |
| RESET                  |  |   |     |     |                        |
| t <sub>p</sub> (RSTDR) | 伝搬遅延時間、 $\overline{\text{RESET}}$ 立ち下がりエッジから $\overline{\text{DRDY}}$ 立ち上がりエッジまで | 516,874   |     |     | 1/ f <sub>CLK</sub>    |
| PWDN                   |  |   |     |     |                        |
| t <sub>p</sub> (PDDR)  | 伝搬遅延時間、 $\overline{\text{PWDN}}$ 立ち下がりエッジから $\overline{\text{DRDY}}$ 立ち上がりエッジまで  | 62.98145 / f <sub>DATA</sub> + 946 / f <sub>(CLK)</sub> |     |     | s                      |

## 5.7 スイッチング特性: $1.65V \leq IOVDD \leq 1.95V$ および $2.7V \leq IOVDD \leq 3.6V$ (続き)

動作時周囲温度範囲全体、 $C_{LOAD} = 20pF$  (特に記述のない限り)

| パラメータ        |  | 最小値 | 標準値     | 最大値 | 単位            |
|--------------|--|-----|---------|-----|---------------|
| <b>電源オン</b>  |  |     |         |     |               |
| $t_p(SUPDR)$ | 伝搬遅延時間、電源と CLK が最初の $\overline{DRDY}$ パルスに印加されます |     | 650,000 |     | $1 / f_{CLK}$ |

## 5.8 タイミング図

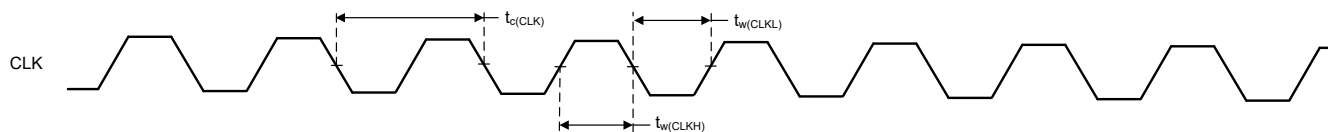


図 5-1. クロックのタイミング要件

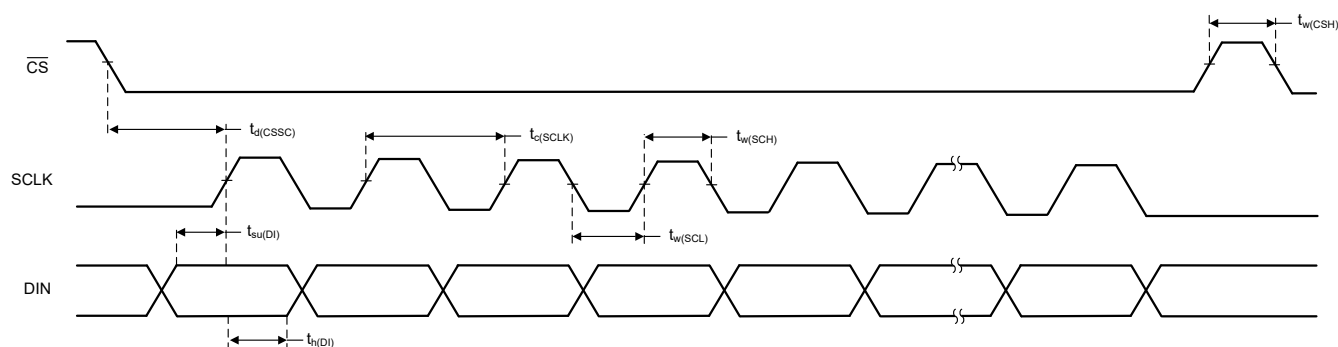


図 5-2. シリアル インターフェ이스のタイミング要件

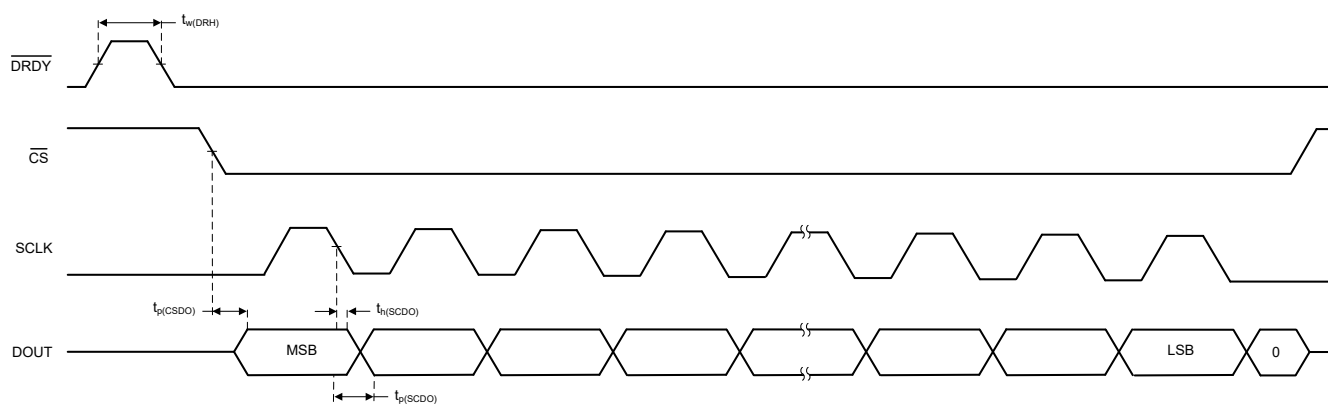


図 5-3. シリアル インターフェ이스のスイッチング特性

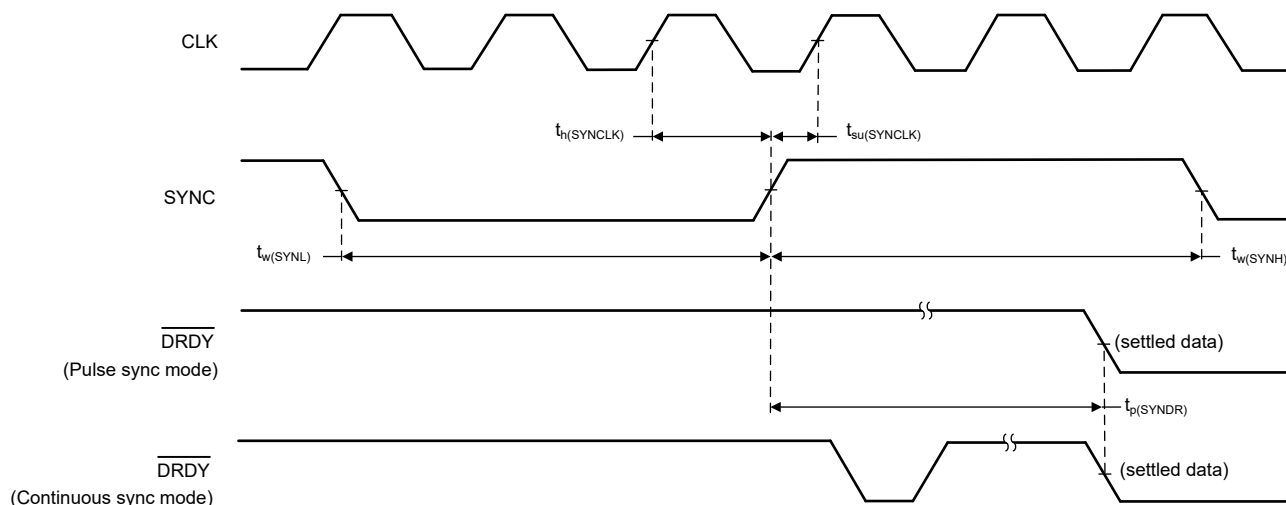


図 5-4. SYNC のタイミング要件およびスイッチング特性

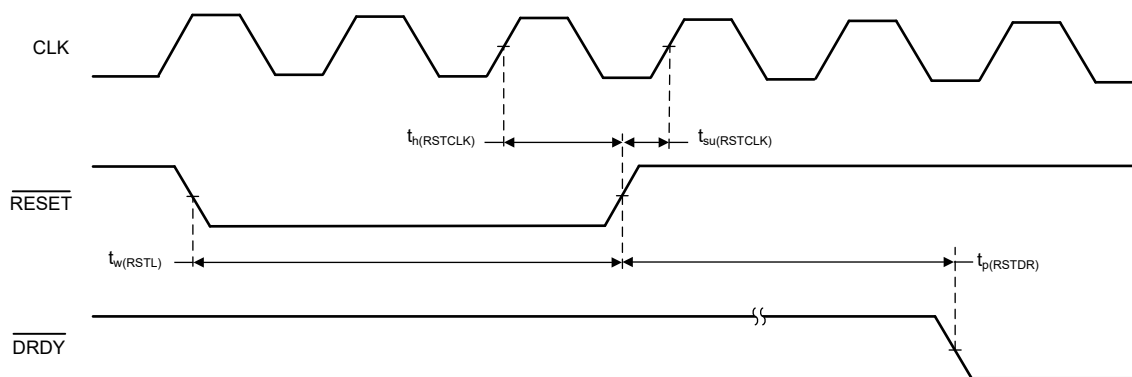


図 5-5. RESET のタイミング要件およびスイッチング特性

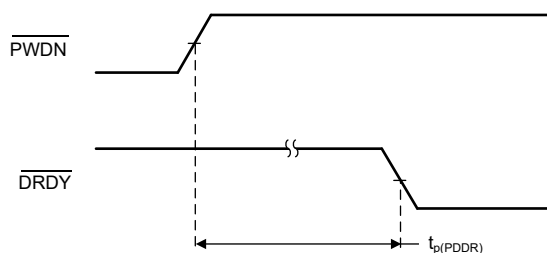


図 5-6. PWDN のスイッチング特性

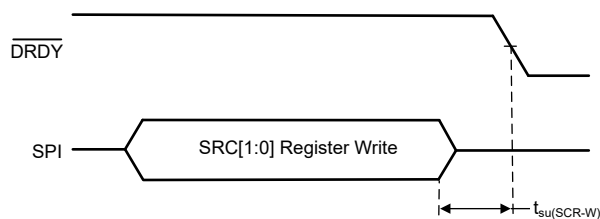


図 5-7. サンプル レートコンバータ レジスタ - 書き込みのタイミング要件

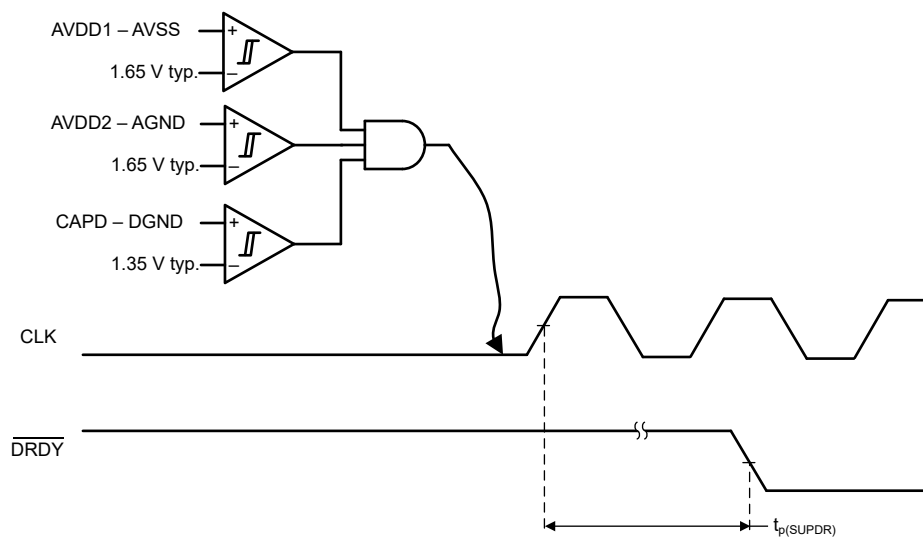
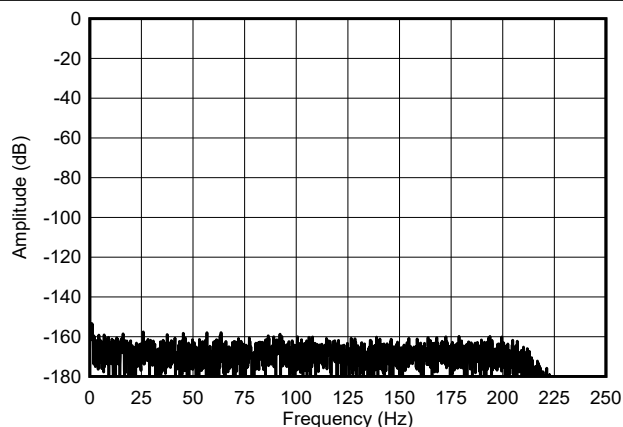


図 5-8. パワーアップ時のスイッチング特性



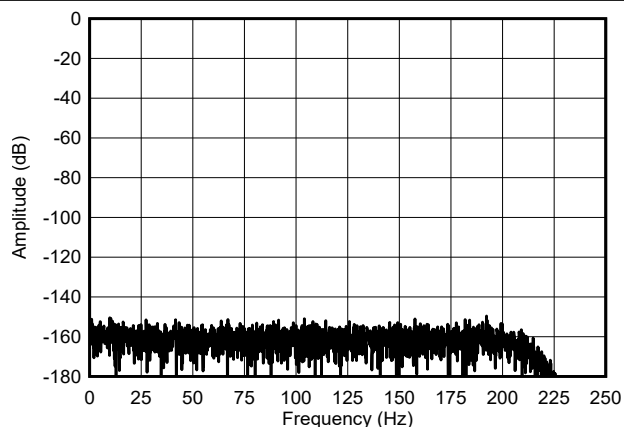
## 5.9 代表的特性

$T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $AVDD1 = 5\text{V}$ 、 $AVSS = 0\text{V}$ 、 $AVDD2 = 2.5\text{V}$ 、 $IOVDD = 1.8\text{V}$ 、 $f_{\text{CLK}} = 8.192\text{MHz}$  (低電力モード時は  $4.096\text{MHz}$ )、 $V_{\text{REFP}} = 4.096\text{V}$ 、 $V_{\text{REFN}} = 0\text{V}$ 、PGA ゲイン = 1、 $V_{\text{CM}} = 2.5\text{V}$ 、 $f_{\text{DATA}} = 500\text{SPS}$  (特に記載がない限り)



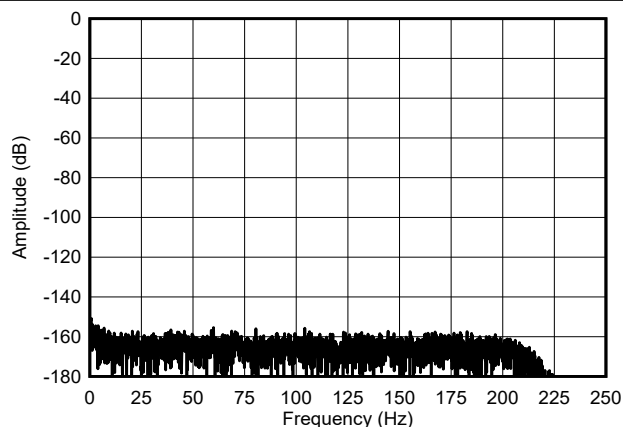
短絡入力、PGA ゲイン = 1

図 5-9. 高電力モードの FFT スペクトル



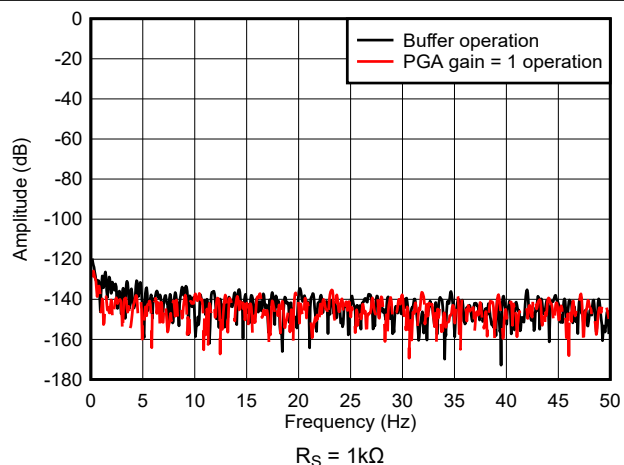
短絡入力、PGA ゲイン = 8

図 5-10. 高電力モードの FFT スペクトル



短絡入力、PGA ゲイン = 1、 $V_{\text{REF}} = 2.5\text{V}$ 、 $AVDD1 = 3.3\text{V}$

図 5-11. 高電力モードの FFT スペクトル



$R_S = 1\text{k}\Omega$

図 5-12. 高電力モードの FFT スペクトル

## 5.9 代表的特性 (続き)

$T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $AVDD1 = 5\text{V}$ ,  $AVSS = 0\text{V}$ ,  $AVDD2 = 2.5\text{V}$ ,  $IOVDD = 1.8\text{V}$ ,  $f_{\text{CLK}} = 8.192\text{MHz}$  (低電力モード時は  $4.096\text{MHz}$ ),  $V_{\text{REFP}} = 4.096\text{V}$ ,  $V_{\text{REFN}} = 0\text{V}$ , PGA ゲイン = 1,  $V_{\text{CM}} = 2.5\text{V}$ ,  $f_{\text{DATA}} = 500\text{SPS}$  (特に記載がない限り)

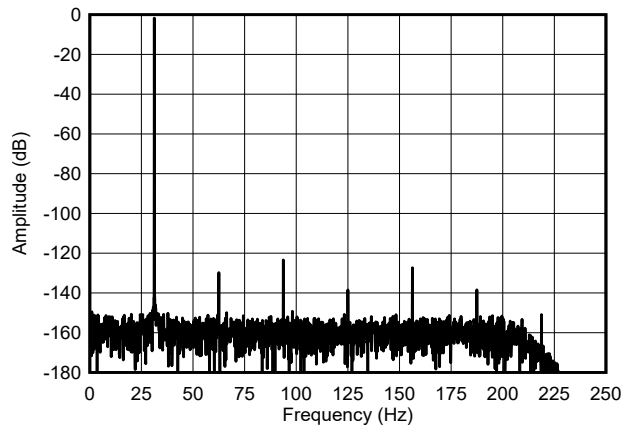


図 5-13. 高電力モードの FFT スペクトル

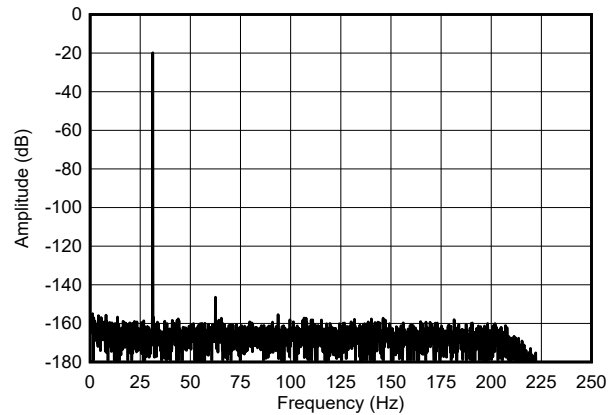


図 5-14. 高電力モードの FFT スペクトル

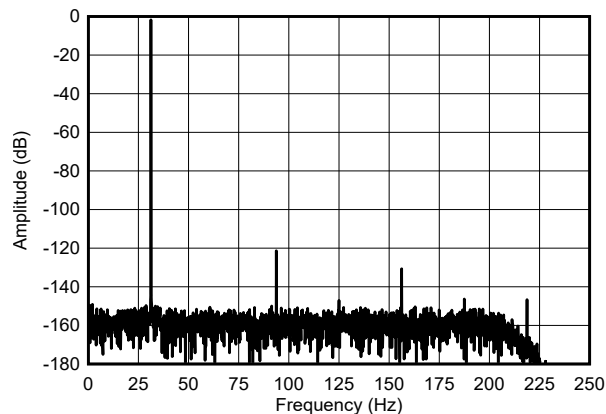


図 5-15. 高電力モードの FFT スペクトル

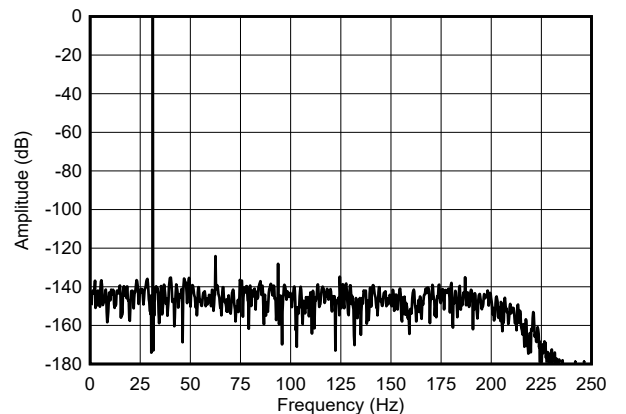


図 5-16. 高電力モードの FFT スペクトル

## 5.9 代表的特性 (続き)

$T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $AVDD1 = 5\text{V}$ 、 $AVSS = 0\text{V}$ 、 $AVDD2 = 2.5\text{V}$ 、 $IOVDD = 1.8\text{V}$ 、 $f_{\text{CLK}} = 8.192\text{MHz}$  (低電力モード時は  $4.096\text{MHz}$ )、 $V_{\text{REFP}} = 4.096\text{V}$ 、 $V_{\text{REFN}} = 0\text{V}$ 、PGA ゲイン = 1、 $V_{\text{CM}} = 2.5\text{V}$ 、 $f_{\text{DATA}} = 500\text{SPS}$  (特に記載がない限り)

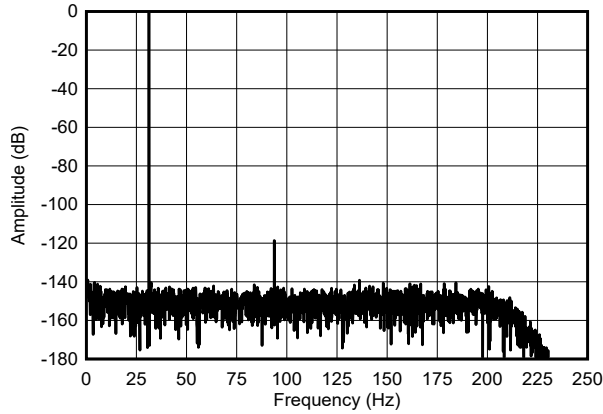


図 5-17. 高電力モードの FFT スペクトル

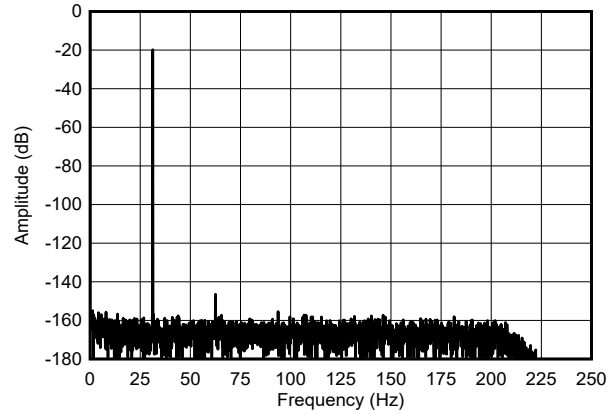


図 5-18. 高電力モードの FFT スペクトル

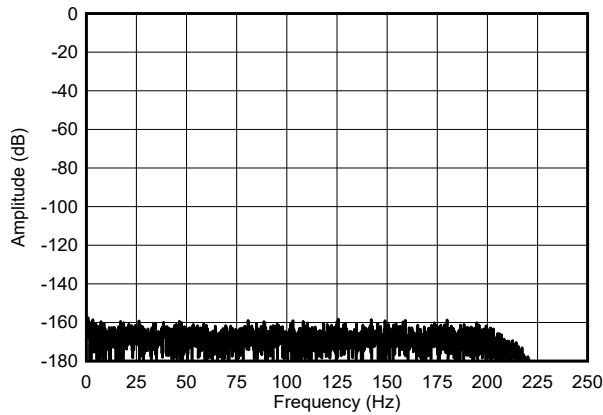


図 5-19. 中電力モードの FFT スペクトル

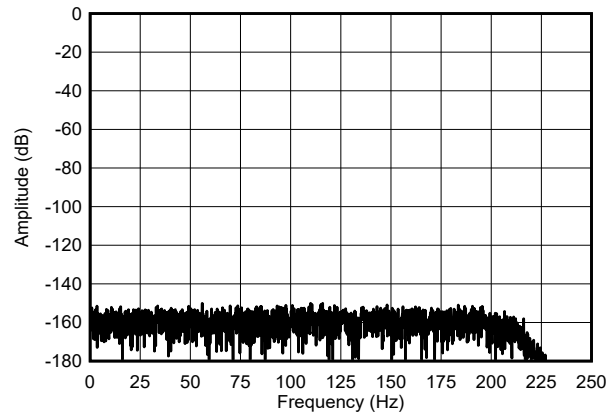


図 5-20. 中電力モードの FFT スペクトル

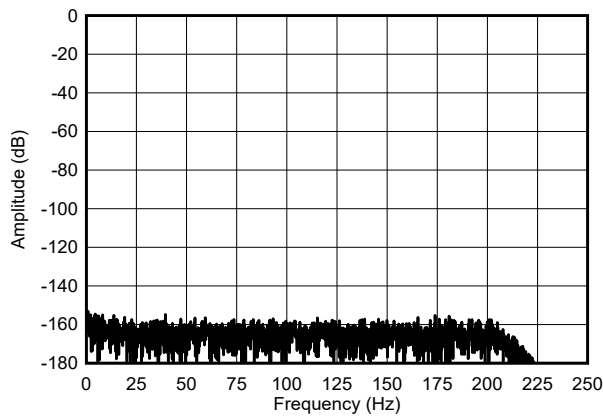


図 5-21. 中電力モードの FFT スペクトル

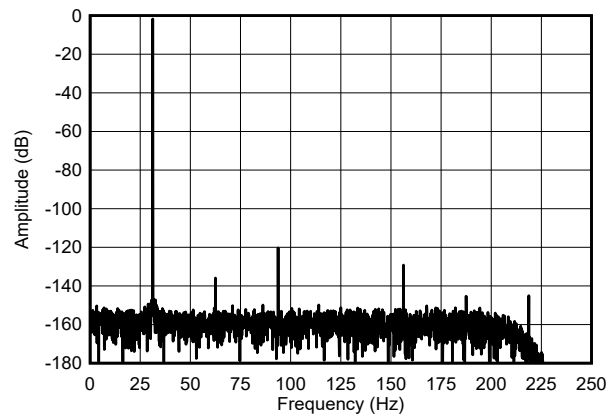
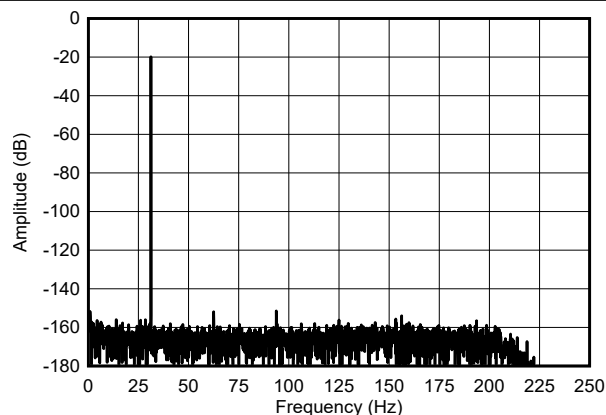


図 5-22. 中電力モードの FFT スペクトル

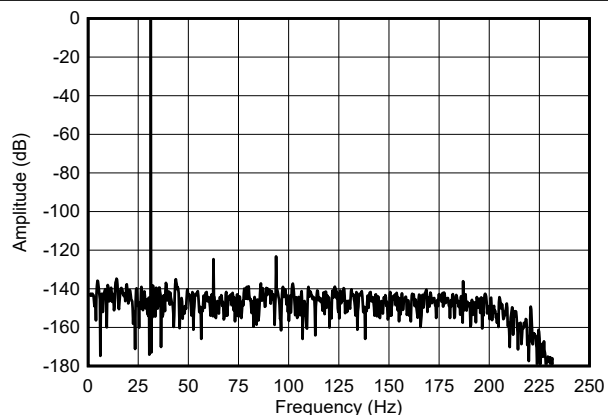
## 5.9 代表的特性 (続き)

$T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $AVDD1 = 5\text{V}$ ,  $AVSS = 0\text{V}$ ,  $AVDD2 = 2.5\text{V}$ ,  $IOVDD = 1.8\text{V}$ ,  $f_{\text{CLK}} = 8.192\text{MHz}$  (低電力モード時は  $4.096\text{MHz}$ ),  $V_{\text{REFP}} = 4.096\text{V}$ ,  $V_{\text{REFN}} = 0\text{V}$ , PGA ゲイン = 1,  $V_{\text{CM}} = 2.5\text{V}$ ,  $f_{\text{DATA}} = 500\text{SPS}$  (特に記載がない限り)



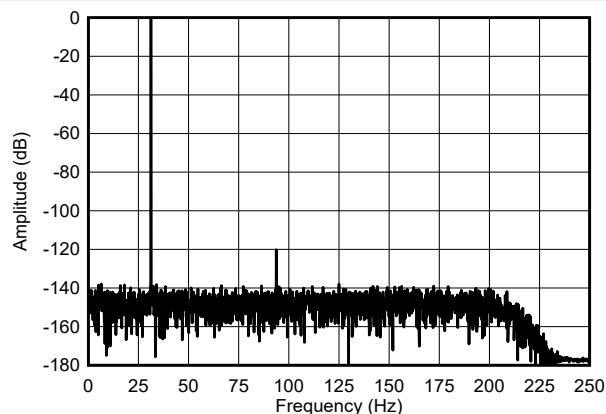
$f_{\text{IN}} = 31.25\text{Hz}$ ,  $V_{\text{IN}} = -20\text{dBFS}$ , PGA ゲイン = 1

図 5-23. 中電力モードの FFT スペクトル



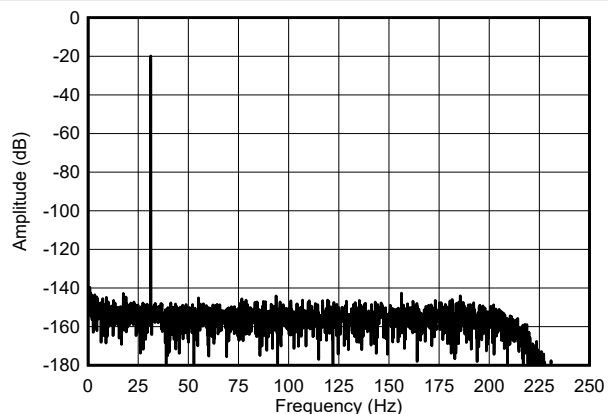
$f_{\text{IN}} = 31.25\text{Hz}$ ,  $V_{\text{IN}} = -0.5\text{dBFS}$ , PGA ゲイン = 2,  $V_{\text{REF}} = 2.5\text{V}$ ,  
 $AVDD1 = 3.3\text{V}$ , 2048 データ ポイント

図 5-24. 中電力モードの FFT スペクトル



$f_{\text{IN}} = 31.25\text{Hz}$ ,  $V_{\text{IN}} = -0.5\text{dBFS}$ , PGA ゲイン = 8

図 5-25. 中電力モードの FFT スペクトル

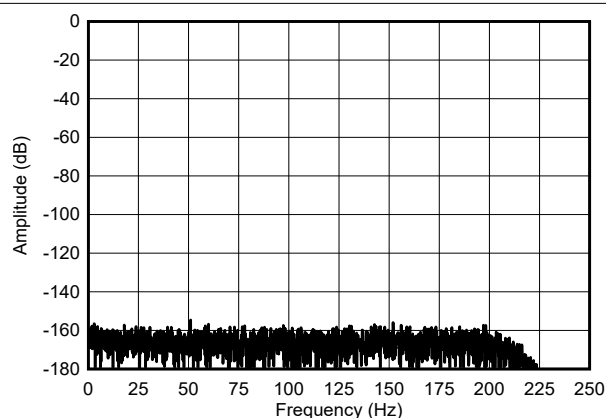


$f_{\text{IN}} = 31.25\text{Hz}$ ,  $V_{\text{IN}} = -20\text{dBFS}$ , PGA ゲイン = 8

図 5-26. 中電力モードの FFT スペクトル

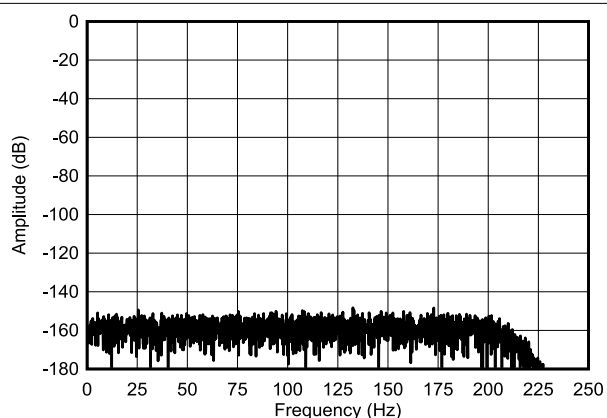
## 5.9 代表的特性 (続き)

$T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $AVDD1 = 5\text{V}$ 、 $AVSS = 0\text{V}$ 、 $AVDD2 = 2.5\text{V}$ 、 $IOVDD = 1.8\text{V}$ 、 $f_{\text{CLK}} = 8.192\text{MHz}$  (低電力モード時は  $4.096\text{MHz}$ )、 $V_{\text{REFP}} = 4.096\text{V}$ 、 $V_{\text{REFN}} = 0\text{V}$ 、PGA ゲイン = 1、 $V_{\text{CM}} = 2.5\text{V}$ 、 $f_{\text{DATA}} = 500\text{SPS}$  (特に記載がない限り)



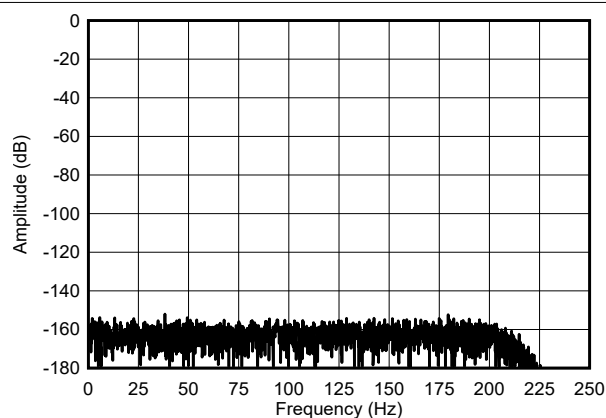
短絡入力、PGA ゲイン = 1

図 5-27. 低電力モードの FFT スペクトル



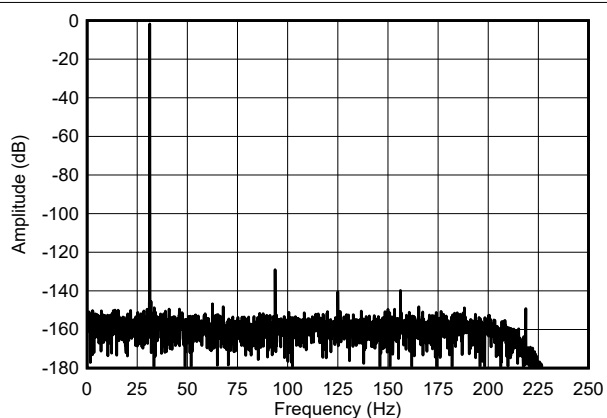
短絡入力、PGA ゲイン = 8

図 5-28. 低電力モードの FFT スペクトル



短絡入力、PGA ゲイン = 1、 $V_{\text{REF}} = 2.5\text{V}$ 、 $AVDD1 = 3.3\text{V}$

図 5-29. 低電力モードの FFT スペクトル



$f_{\text{IN}} = 31.25\text{Hz}$ 、 $V_{\text{IN}} = -0.5\text{dBFS}$ 、PGA ゲイン = 1

図 5-30. 低電力モードの FFT スペクトル

## 5.9 代表的特性 (続き)

$T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $AVDD1 = 5\text{V}$ ,  $AVSS = 0\text{V}$ ,  $AVDD2 = 2.5\text{V}$ ,  $IOVDD = 1.8\text{V}$ ,  $f_{\text{CLK}} = 8.192\text{MHz}$  (低電力モード時は  $4.096\text{MHz}$ ),  $V_{\text{REFP}} = 4.096\text{V}$ ,  $V_{\text{REFN}} = 0\text{V}$ , PGA ゲイン = 1,  $V_{\text{CM}} = 2.5\text{V}$ ,  $f_{\text{DATA}} = 500\text{SPS}$  (特に記載がない限り)

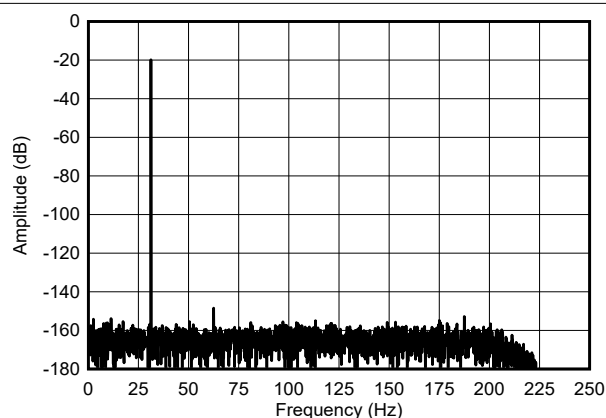


図 5-31. 低電力モードの FFT スペクトル

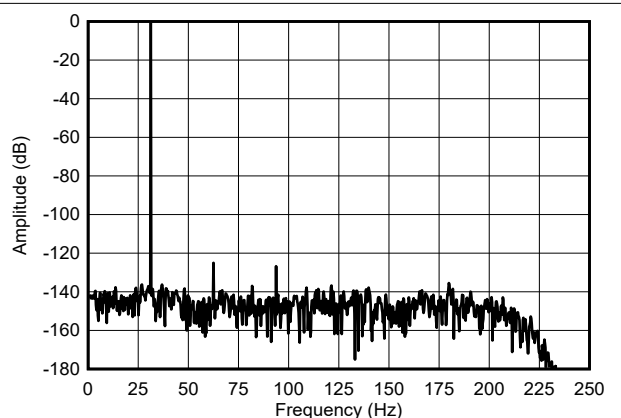


図 5-32. 低電力モードの FFT スペクトル

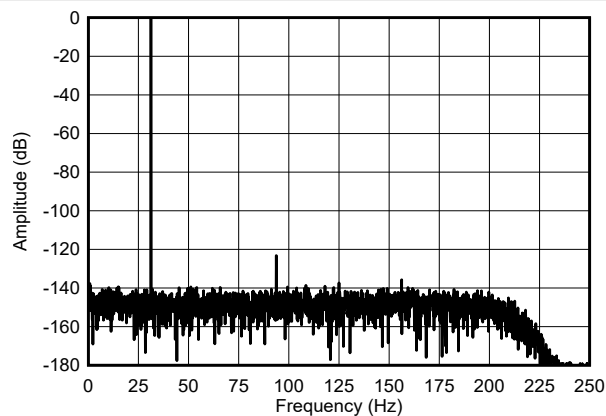


図 5-33. 低電力モードの FFT スペクトル

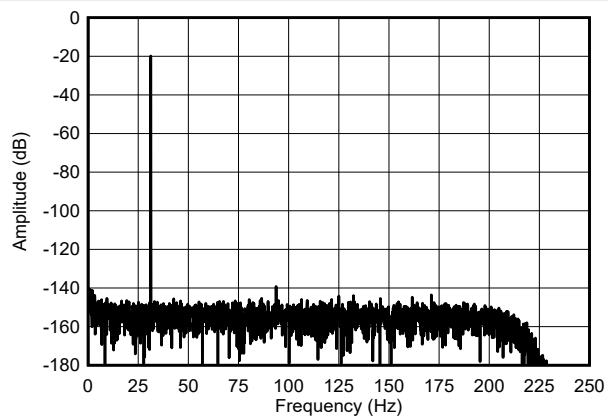


図 5-34. 低電力モードの FFT スペクトル

## 5.9 代表的特性 (続き)

$T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $AVDD1 = 5\text{V}$ 、 $AVSS = 0\text{V}$ 、 $AVDD2 = 2.5\text{V}$ 、 $IOVDD = 1.8\text{V}$ 、 $f_{\text{CLK}} = 8.192\text{MHz}$  (低電力モード時は  $4.096\text{MHz}$ )、 $V_{\text{REFP}} = 4.096\text{V}$ 、 $V_{\text{REFN}} = 0\text{V}$ 、PGA ゲイン = 1、 $V_{\text{CM}} = 2.5\text{V}$ 、 $f_{\text{DATA}} = 500\text{SPS}$  (特に記載がない限り)

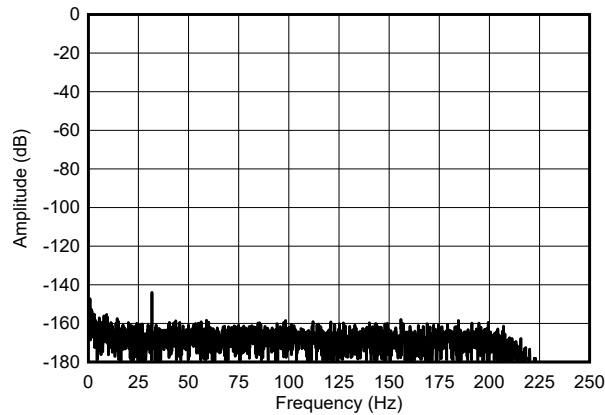


図 5-35. チャネル間クロストーク

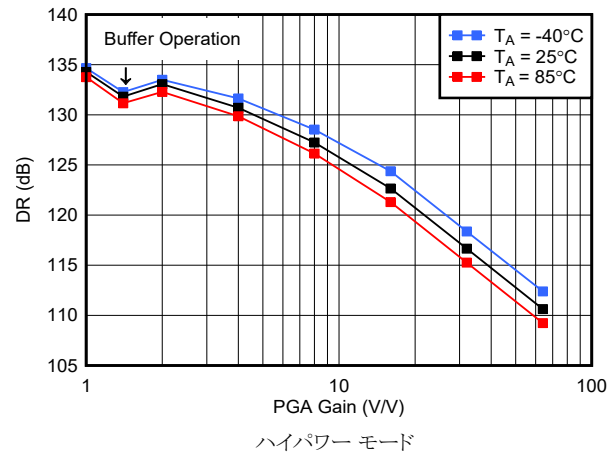


図 5-36. ダイナミックレンジと PGA ゲインとの関係

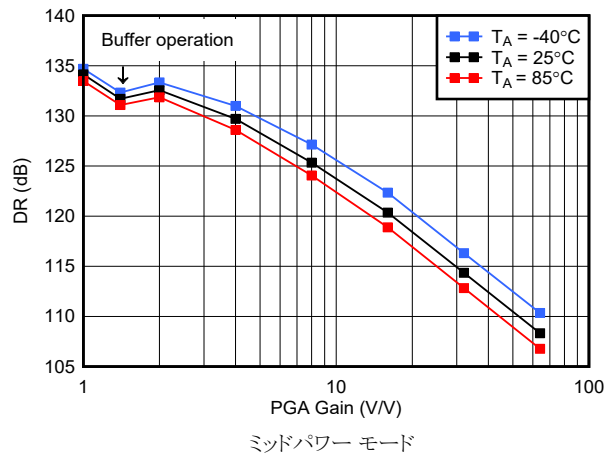


図 5-37. ダイナミックレンジと PGA ゲインとの関係

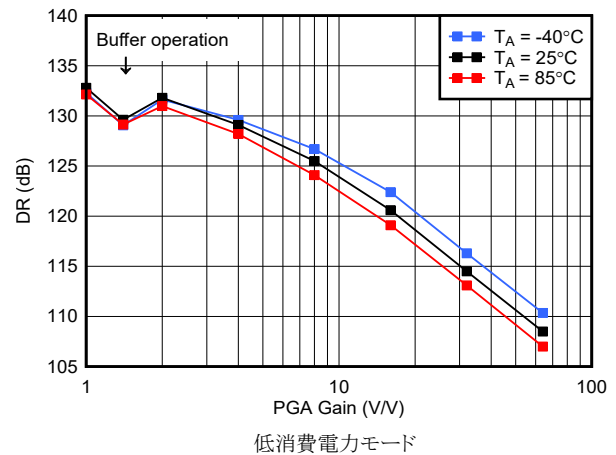


図 5-38. ダイナミックレンジと PGA ゲインとの関係

## 5.9 代表的特性 (続き)

$T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $AVDD1 = 5\text{V}$ ,  $AVSS = 0\text{V}$ ,  $AVDD2 = 2.5\text{V}$ ,  $IOVDD = 1.8\text{V}$ ,  $f_{\text{CLK}} = 8.192\text{MHz}$  (低電力モード時は  $4.096\text{MHz}$ ),  $V_{\text{REFP}} = 4.096\text{V}$ ,  $V_{\text{REFN}} = 0\text{V}$ , PGA ゲイン = 1,  $V_{\text{CM}} = 2.5\text{V}$ ,  $f_{\text{DATA}} = 500\text{SPS}$  (特に記載がない限り)

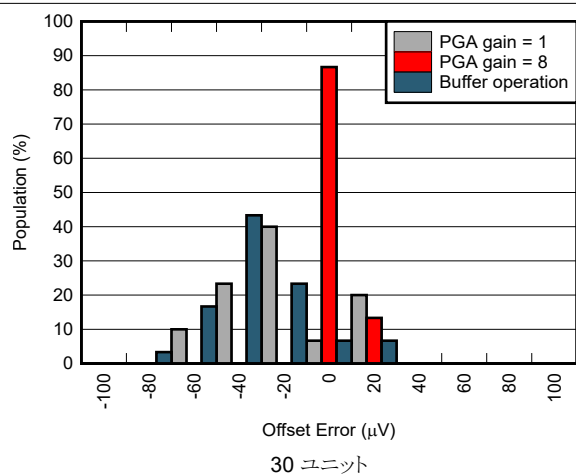


図 5-39. オフセット誤差の分布

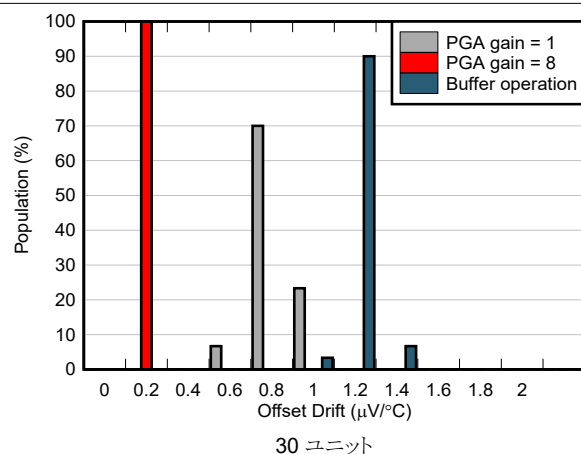


図 5-40. オフセット ドリフトの分布

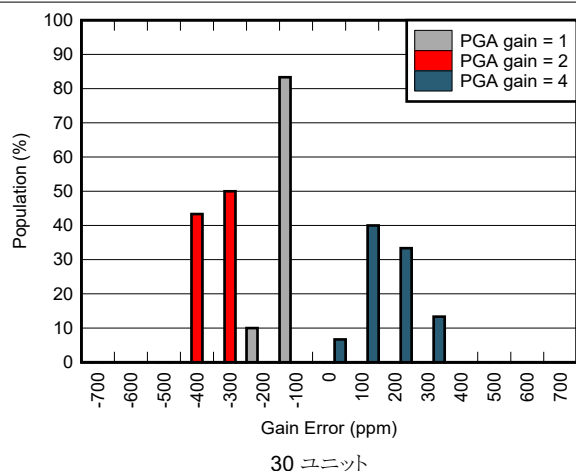


図 5-41. ゲイン誤差の分布

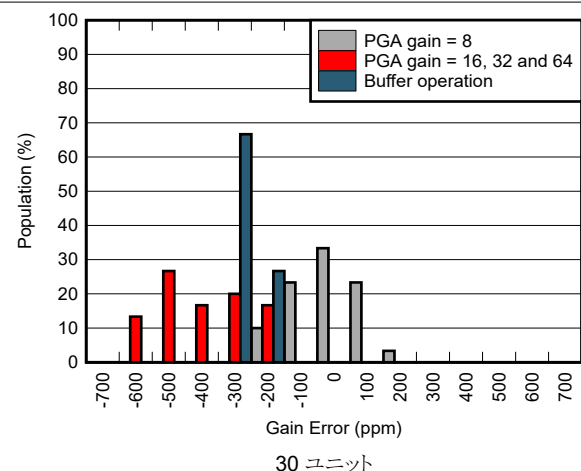


図 5-42. ゲイン誤差の分布



## 5.9 代表的特性 (続き)

$T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $AVDD1 = 5\text{V}$ 、 $AVSS = 0\text{V}$ 、 $AVDD2 = 2.5\text{V}$ 、 $IOVDD = 1.8\text{V}$ 、 $f_{\text{CLK}} = 8.192\text{MHz}$  (低電力モード時は  $4.096\text{MHz}$ )、 $V_{\text{REFP}} = 4.096\text{V}$ 、 $V_{\text{REFN}} = 0\text{V}$ 、PGA ゲイン = 1、 $V_{\text{CM}} = 2.5\text{V}$ 、 $f_{\text{DATA}} = 500\text{SPS}$  (特に記載がない限り)

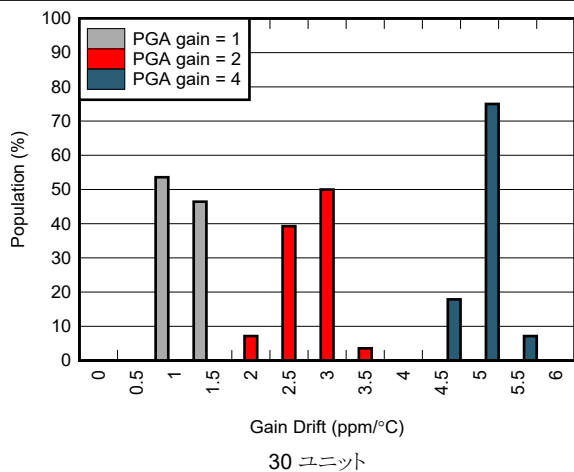


図 5-43. ゲイン ドリフトの分布

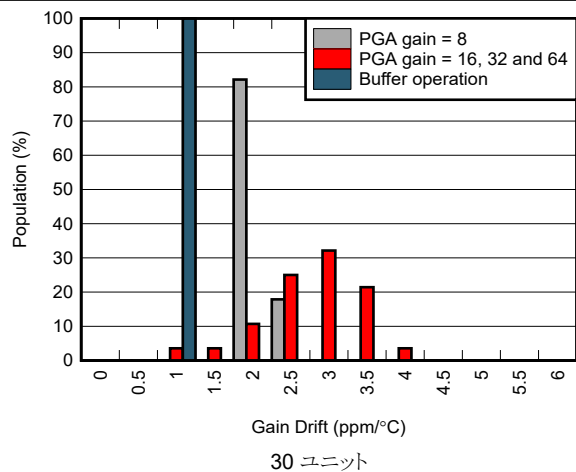


図 5-44. ゲイン ドリフトの分布

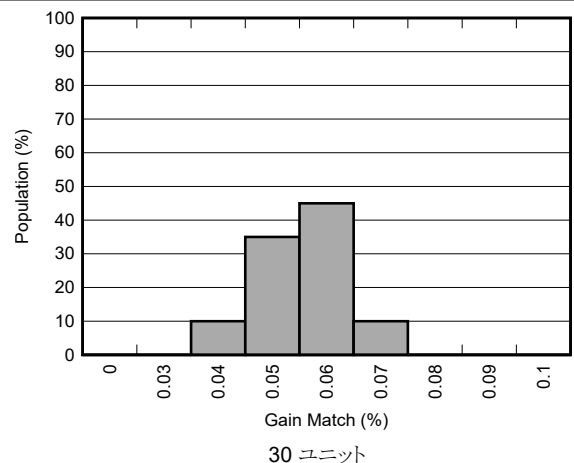


図 5-45. ゲイン マッチングの分布

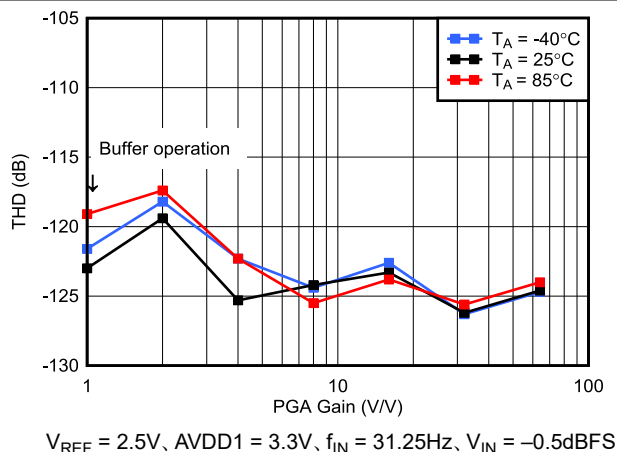


図 5-46. ハイパワー モード THD と PGA ゲインとの関係

## 5.9 代表的特性 (続き)

$T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $AVDD1 = 5\text{V}$ ,  $AVSS = 0\text{V}$ ,  $AVDD2 = 2.5\text{V}$ ,  $IOVDD = 1.8\text{V}$ ,  $f_{\text{CLK}} = 8.192\text{MHz}$  (低電力モード時は  $4.096\text{MHz}$ ),  $V_{\text{REFP}} = 4.096\text{V}$ ,  $V_{\text{REFN}} = 0\text{V}$ , PGA ゲイン = 1,  $V_{\text{CM}} = 2.5\text{V}$ ,  $f_{\text{DATA}} = 500\text{SPS}$  (特に記載がない限り)

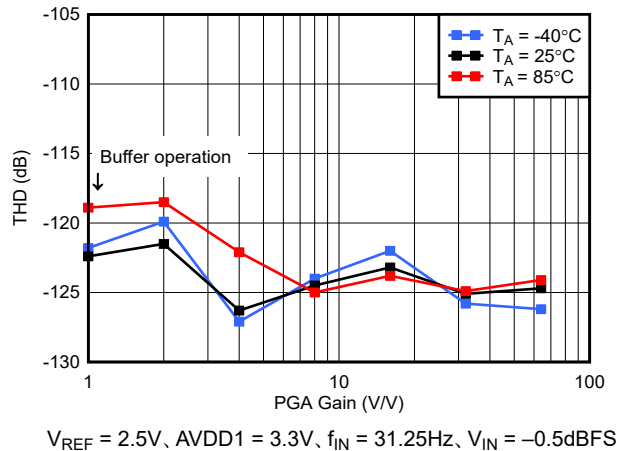


図 5-47. 中電力モード THD と PGA ゲインとの関係

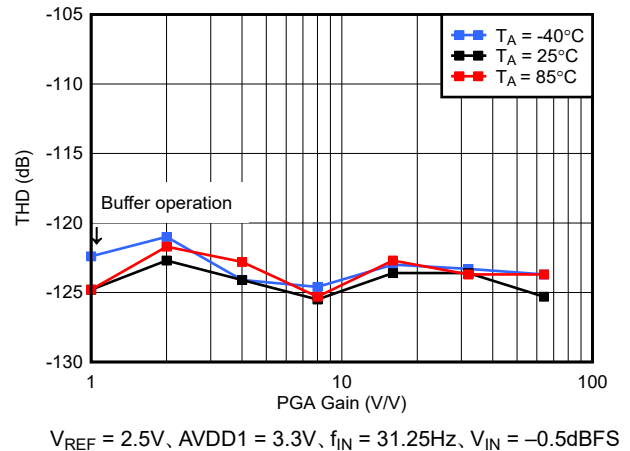


図 5-48. 低電力モード THD と PGA ゲインとの関係

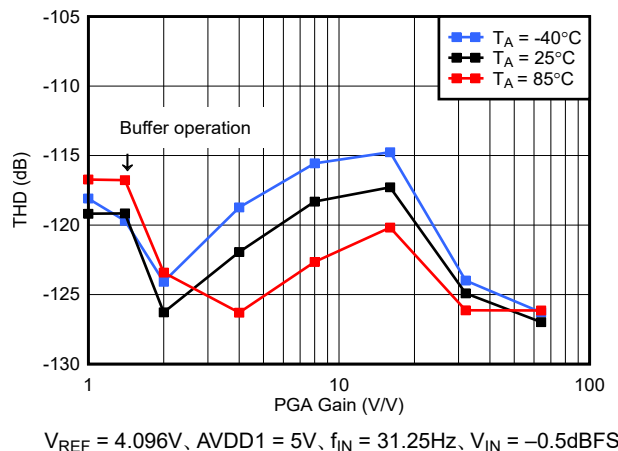


図 5-49. ハイパワー モード THD と PGA ゲインとの関係

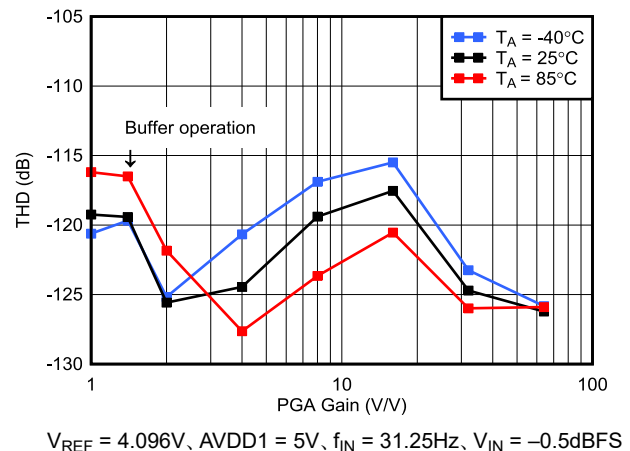


図 5-50. 中電力モード THD と PGA ゲインとの関係

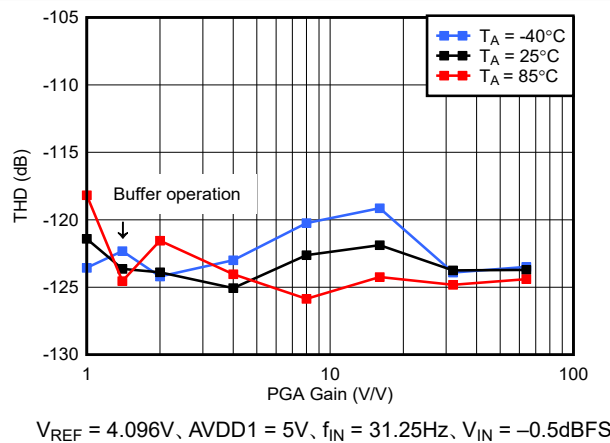


図 5-51. 低電力モード THD と PGA ゲインとの関係

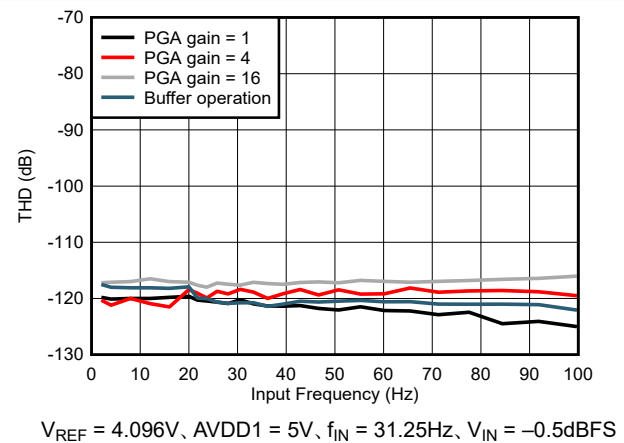


図 5-52. 高電力および中電力モード THD と入力周波数との関係

## 5.9 代表的特性 (続き)

$T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $AVDD1 = 5\text{V}$ ,  $AVSS = 0\text{V}$ ,  $AVDD2 = 2.5\text{V}$ ,  $IOVDD = 1.8\text{V}$ ,  $f_{\text{CLK}} = 8.192\text{MHz}$  (低電力モード時は  $4.096\text{MHz}$ )、 $V_{\text{REFP}} = 4.096\text{V}$ ,  $V_{\text{REFN}} = 0\text{V}$ , PGA ゲイン = 1,  $V_{\text{CM}} = 2.5\text{V}$ ,  $f_{\text{DATA}} = 500\text{SPS}$  (特に記載がない限り)

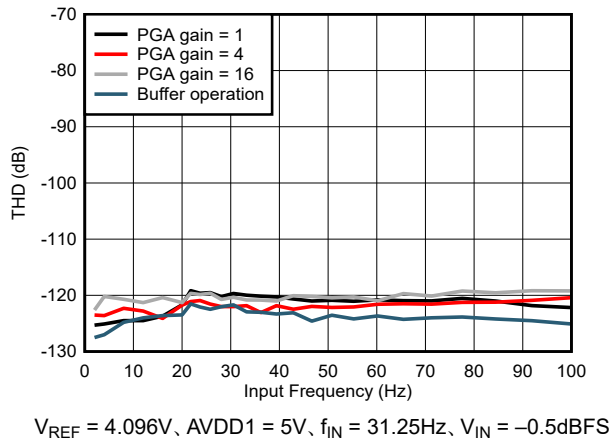


図 5-53. 低電力モード THD と入力周波数との関係

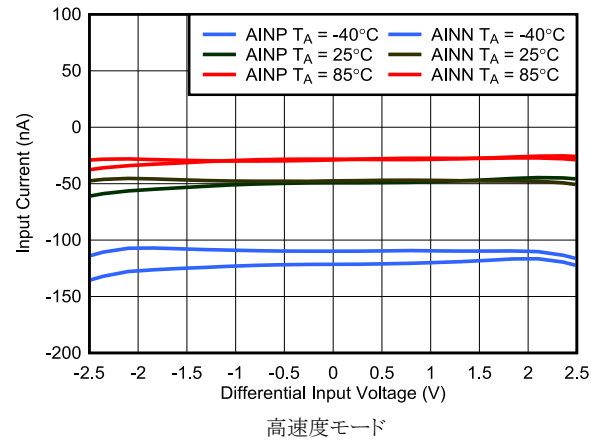


図 5-54. PGA 入力電流と入力電圧との関係

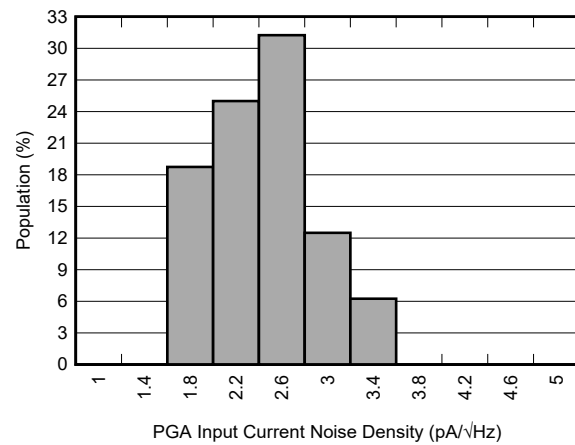


図 5-55. PGA 入力電流ノイズの分布

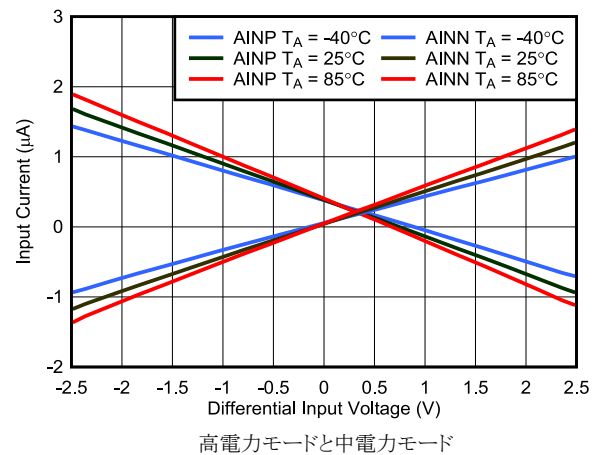


図 5-56. バッファ入力電流と入力電圧との関係

## 5.9 代表的特性 (続き)

$T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $AVDD1 = 5\text{V}$ ,  $AVSS = 0\text{V}$ ,  $AVDD2 = 2.5\text{V}$ ,  $IOVDD = 1.8\text{V}$ ,  $f_{\text{CLK}} = 8.192\text{MHz}$  (低電力モード時は  $4.096\text{MHz}$ ),  $V_{\text{REFP}} = 4.096\text{V}$ ,  $V_{\text{REFN}} = 0\text{V}$ , PGA ゲイン = 1,  $V_{\text{CM}} = 2.5\text{V}$ ,  $f_{\text{DATA}} = 500\text{SPS}$  (特に記載がない限り)

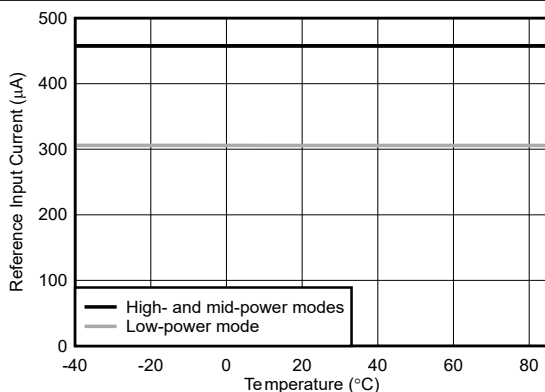


図 5-57. リファレンス入力電流と温度との関係

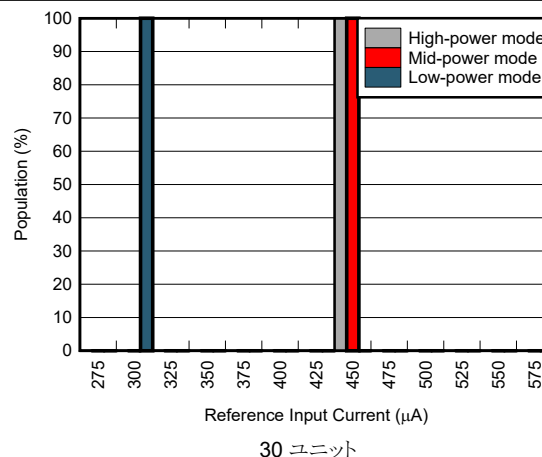


図 5-58. リファレンス入力電流の分布

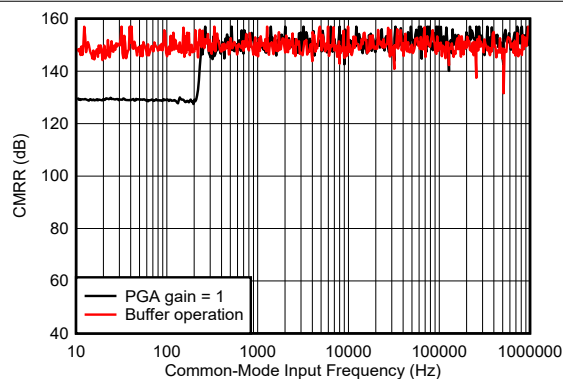


図 5-59. CMRR と同相モード入力周波数との関係

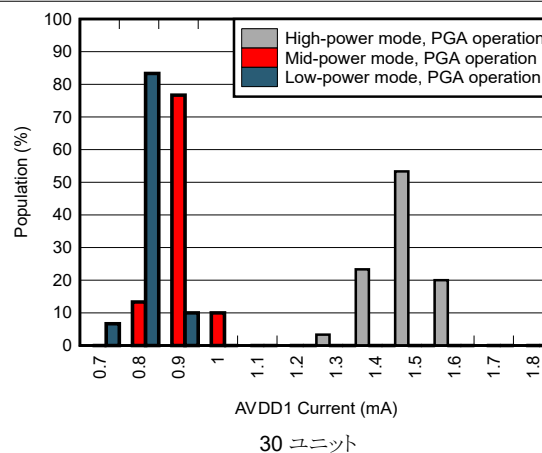


図 5-60. AVDD1 電流の分布

## 5.9 代表的特性 (続き)

$T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $\text{AVDD1} = 5\text{V}$ ,  $\text{AVSS} = 0\text{V}$ ,  $\text{AVDD2} = 2.5\text{V}$ ,  $\text{IOVDD} = 1.8\text{V}$ ,  $f_{\text{CLK}} = 8.192\text{MHz}$  (低電力モード時は  $4.096\text{MHz}$ )、 $V_{\text{REFP}} = 4.096\text{V}$ ,  $V_{\text{REFN}} = 0\text{V}$ , PGA ゲイン = 1,  $V_{\text{CM}} = 2.5\text{V}$ ,  $f_{\text{DATA}} = 500\text{SPS}$  (特に記載がない限り)

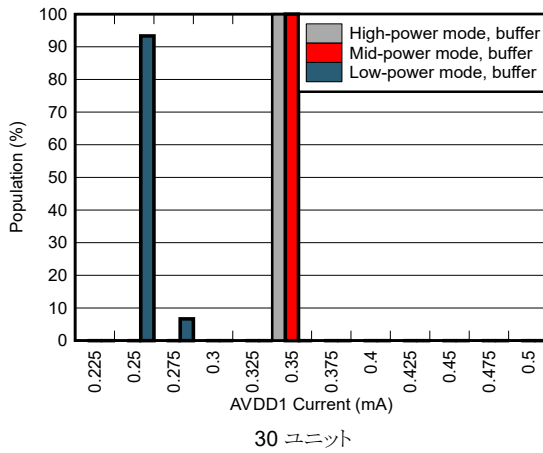


図 5-61. AVDD1 電流の分布

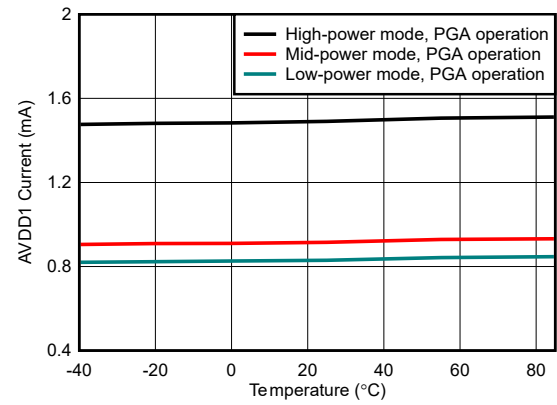


図 5-62. AVDD1 電流と温度との関係

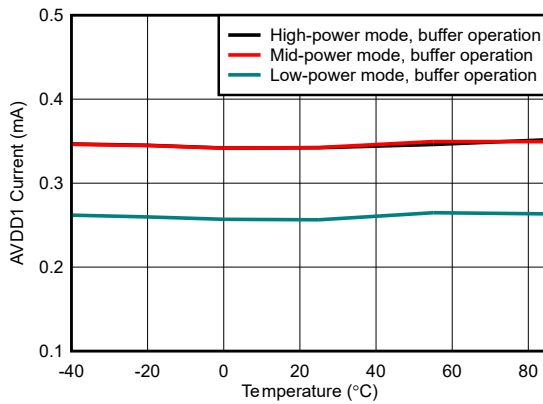


図 5-63. AVDD1 電流と温度との関係

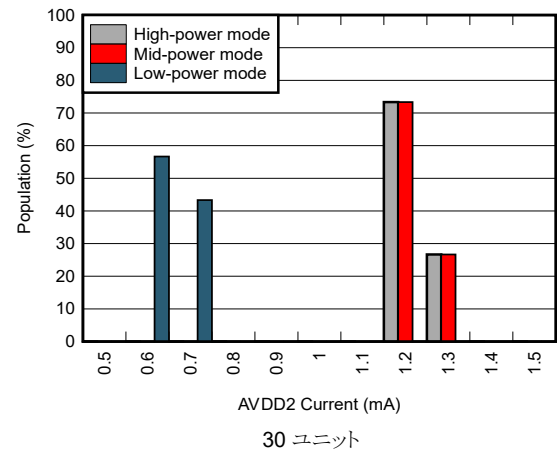


図 5-64. AVDD2 電流の分布

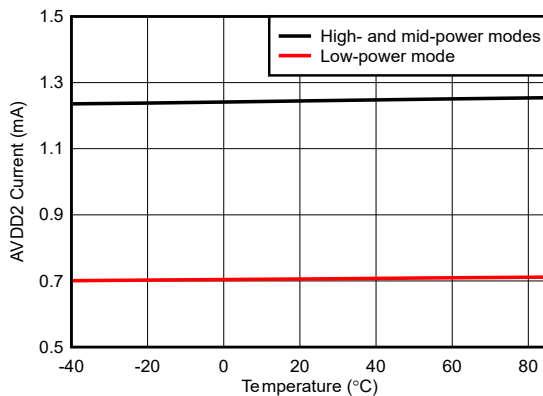


図 5-65. AVDD2 電流と温度との関係

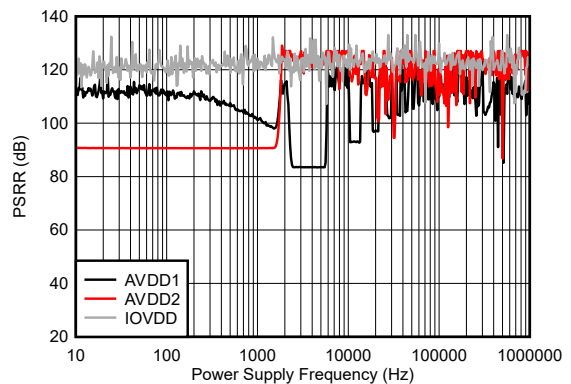


図 5-66. PSRR と電源周波数との関係

## 5.9 代表的特性 (続き)

$T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $AVDD1 = 5\text{V}$ 、 $AVSS = 0\text{V}$ 、 $AVDD2 = 2.5\text{V}$ 、 $IOVDD = 1.8\text{V}$ 、 $f_{\text{CLK}} = 8.192\text{MHz}$  (低電力モード時は  $4.096\text{MHz}$ )、 $V_{\text{REFP}} = 4.096\text{V}$ 、 $V_{\text{REFN}} = 0\text{V}$ 、PGA ゲイン = 1、 $V_{\text{CM}} = 2.5\text{V}$ 、 $f_{\text{DATA}} = 500\text{SPS}$  (特に記載がない限り)

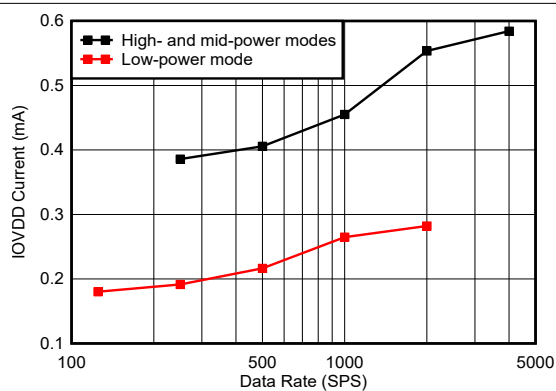


図 5-67. IOVDD 電流とデータ レートとの関係

## 6 パラメータ測定情報

### 6.1 ノイズ性能

ADS1285 は 3 つの電力分解能モードを備えた 32 ビット ADC で、デバイスの消費電力よりもノイズ性能を最適化できます。ノイズ性能を決定する 4 つの要素は、電力モード、出力データレート、PGA ゲイン設定、リファレンス電圧の選択です。大電力モードでは、PGA とモジュレータのサンプルレートが最大の能力で動作し、全体として最良のノイズ性能を実現します。中電力モードでは、PGA の静止電流を縮小して消費電力を削減しますが、PGA ノイズが増加します。低消費電力モードでは、変調器のサンプルレートと PGA の静止電流の両方が低減されます。その結果、低消費電力モードでは消費電力が最も低くなりますが、全体的なノイズは最もレベルが高くなります。

すべての電力モードにおいて、出力データレートを下げると信号帯域幅が狭くなり、その結果として合計ノイズも減少します。PGA のゲインを大きくすると、ノイズが入力を基準とする場合のノイズが減少します。PGA ゲインが大きくなると、入力換算ノイズに対する入力電圧範囲の比率も小さくなるため、ダイナミックレンジ性能は低下します。

ノイズ性能は、リファレンス電圧にも依存します。 $V_{REF} = 4.096V$  または  $5V$  で動作することで、最高のノイズ性能が得られます。 $V_{REF} = 2.5V$  で動作する ( $AVDD1 = 3.3V$  の動作時に必要) と、ノイズ性能が低減されます。

ダイナミックレンジと入力ノイズは、ADC で利用可能な分解能を表す等価パラメータです。式 1 は入力換算ノイズ データからダイナミックレンジを導出します：

$$\text{Dynamic Range (dB)} = 20 \times \log \left[ \frac{1.768 V}{\text{Gain} \times e_n} \right] \quad (1)$$

ここで

- $e_n$  = 入力換算電圧ノイズ (RMS)

図 6-1 および図 6-2 に、 $V_{REF} = 4.096V$  および  $V_{REF} = 2.5V$  での動作時の  $f_{DATA} = 500SPS$  でのダイナミックレンジ性能を示します。

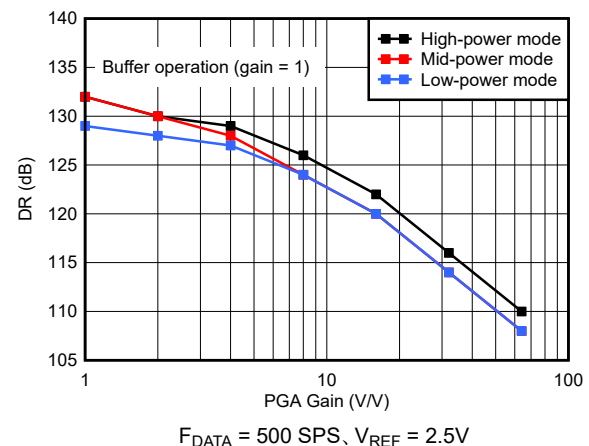
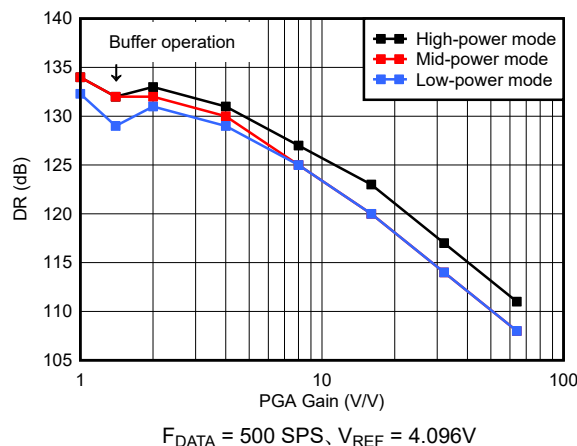


図 6-1. ダイナミックレンジと PGA ゲインとの関係

図 6-2. ダイナミックレンジと PGA ゲインとの関係

表 6-1～表 6-3 に、 $V_{REF} = 4.096V$  および  $AVDD1 = 5V$  のときのダイナミックレンジおよび入力換算ノイズ性能を示し、入力ソース抵抗 ( $R_S$ ) =  $0\Omega$  でテストしています。表 6-4～表 6-6 に、 $V_{REF} = 2.5V$  および  $AVDD1 = 3.3V$  で、 $R_S = 0\Omega$  でテスト済みのダイナミックレンジおよび入力ノイズ性能を示します。ノイズ データは  $T_A = 25^\circ C$  であり、代表的な ADC の性能を表しています。このデータは、ADC の入力をショートした状態で連続する 4096 回の ADC 変換結果の標準偏差を示したもので、 $0.413 \times f_{DATA}$  の帯域幅で測定されています。ノイズは統計的な性質を持つため、繰り返し測定するとノイズ性能の結果が変動することがあります。

表 6-1. 高電力モードのノイズ性能 ( $V_{REF} = 4.096V$ 、 $AVDD1 = 5V$ 、 $R_S = 0\Omega$ )

| ゲイン | モード  | ダイナミックレンジ (dB) |     |      |      |      | $e_n$ 、入力換算ノイズ ( $\mu V_{RMS}$ ) |      |      |      |      |
|-----|------|----------------|-----|------|------|------|----------------------------------|------|------|------|------|
|     |      | $f_{DATA}$     |     |      |      |      | $f_{DATA}$                       |      |      |      |      |
|     |      | 250            | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 250                              | 500  | 1000 | 2000 | 4000 |
| 1   | バッファ | 135            | 132 | 129  | 126  | 123  | 0.31                             | 0.44 | 0.63 | 0.89 | 1.25 |
| 1   | PGA  | 137            | 134 | 131  | 128  | 125  | 0.25                             | 0.35 | 0.50 | 0.70 | 0.99 |
| 2   | PGA  | 136            | 133 | 130  | 127  | 124  | 0.14                             | 0.20 | 0.28 | 0.39 | 0.56 |
| 4   | PGA  | 134            | 131 | 128  | 125  | 122  | 0.09                             | 0.12 | 0.18 | 0.25 | 0.35 |
| 8   | PGA  | 130            | 127 | 124  | 121  | 118  | 0.07                             | 0.10 | 0.14 | 0.20 | 0.28 |
| 16  | PGA  | 126            | 123 | 120  | 117  | 114  | 0.06                             | 0.08 | 0.11 | 0.16 | 0.22 |
| 32  | PGA  | 120            | 117 | 114  | 111  | 108  | 0.06                             | 0.08 | 0.11 | 0.16 | 0.22 |
| 64  | PGA  | 114            | 111 | 108  | 105  | 102  | 0.06                             | 0.08 | 0.11 | 0.16 | 0.22 |

表 6-2. 中電力モードのノイズ性能 ( $V_{REF} = 4.096V$ 、 $AVDD1 = 5V$ 、 $R_S = 0\Omega$ )

| ゲイン | モード  | ダイナミックレンジ (dB) |     |      |      |      | $e_n$ 、入力換算ノイズ ( $\mu V_{RMS}$ ) |      |      |      |      |
|-----|------|----------------|-----|------|------|------|----------------------------------|------|------|------|------|
|     |      | $f_{DATA}$     |     |      |      |      | $f_{DATA}$                       |      |      |      |      |
|     |      | 250            | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 250                              | 500  | 1000 | 2000 | 4000 |
| 1   | バッファ | 135            | 132 | 129  | 126  | 123  | 0.31                             | 0.44 | 0.63 | 0.89 | 1.25 |
| 1   | PGA  | 137            | 134 | 131  | 128  | 125  | 0.25                             | 0.35 | 0.50 | 0.70 | 0.99 |
| 2   | PGA  | 135            | 132 | 129  | 126  | 123  | 0.16                             | 0.22 | 0.31 | 0.44 | 0.63 |
| 4   | PGA  | 133            | 130 | 127  | 124  | 121  | 0.10                             | 0.14 | 0.20 | 0.28 | 0.39 |
| 8   | PGA  | 128            | 125 | 122  | 119  | 116  | 0.09                             | 0.12 | 0.18 | 0.25 | 0.35 |
| 16  | PGA  | 123            | 120 | 117  | 114  | 111  | 0.08                             | 0.11 | 0.16 | 0.22 | 0.31 |
| 32  | PGA  | 117            | 114 | 111  | 108  | 105  | 0.08                             | 0.11 | 0.16 | 0.22 | 0.31 |
| 64  | PGA  | 111            | 108 | 105  | 102  | 99   | 0.08                             | 0.11 | 0.16 | 0.22 | 0.31 |

表 6-3. 低消費電力モードのノイズ性能 ( $V_{REF} = 4.096V$ 、 $AVDD1 = 5V$ 、 $R_S = 0\Omega$ )

| ゲイン | モード  | ダイナミックレンジ (dB) |     |     |      |      | $e_n$ 、入力換算ノイズ ( $\mu V_{RMS}$ ) |      |      |      |      |
|-----|------|----------------|-----|-----|------|------|----------------------------------|------|------|------|------|
|     |      | $f_{DATA}$     |     |     |      |      | $f_{DATA}$                       |      |      |      |      |
|     |      | 125            | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 125                              | 250  | 500  | 1000 | 2000 |
| 1   | バッファ | 135            | 132 | 129 | 126  | 123  | 0.31                             | 0.44 | 0.63 | 0.89 | 1.25 |
| 1   | PGA  | 138            | 135 | 132 | 129  | 126  | 0.22                             | 0.31 | 0.44 | 0.63 | 0.89 |
| 2   | PGA  | 137            | 134 | 131 | 128  | 125  | 0.12                             | 0.18 | 0.25 | 0.35 | 0.50 |
| 4   | PGA  | 135            | 132 | 129 | 126  | 123  | 0.08                             | 0.11 | 0.16 | 0.22 | 0.31 |
| 8   | PGA  | 131            | 128 | 125 | 122  | 119  | 0.06                             | 0.09 | 0.12 | 0.18 | 0.25 |
| 16  | PGA  | 126            | 123 | 120 | 117  | 114  | 0.06                             | 0.08 | 0.11 | 0.16 | 0.22 |
| 32  | PGA  | 120            | 117 | 114 | 111  | 108  | 0.06                             | 0.08 | 0.11 | 0.16 | 0.22 |
| 64  | PGA  | 114            | 111 | 108 | 105  | 102  | 0.06                             | 0.08 | 0.11 | 0.16 | 0.22 |

表 6-4. 大電力モードのノイズ性能 ( $V_{REF} = 2.5V$ 、 $AVDD1 = 3.3V$ 、 $R_S = 0\Omega$ )

| ゲイン              | モード  | ダイナミックレンジ (dB) |     |      |      |      | $e_n$ 、入力換算ノイズ ( $\mu V_{RMS}$ ) |      |      |      |      |
|------------------|------|----------------|-----|------|------|------|----------------------------------|------|------|------|------|
|                  |      | $f_{DATA}$     |     |      |      |      | $f_{DATA}$                       |      |      |      |      |
|                  |      | 250            | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 250                              | 500  | 1000 | 2000 | 4000 |
| 1                | バッファ | 135            | 132 | 129  | 126  | 123  | 0.31                             | 0.44 | 0.63 | 0.89 | 1.25 |
| 1 <sup>(1)</sup> | PGA  | 128            | 125 | 122  | 119  | 116  | 0.35                             | 0.50 | 0.70 | 0.99 | 1.40 |
| 2                | PGA  | 133            | 130 | 127  | 124  | 121  | 0.20                             | 0.28 | 0.39 | 0.56 | 0.79 |
| 4                | PGA  | 132            | 129 | 126  | 123  | 120  | 0.11                             | 0.16 | 0.22 | 0.31 | 0.44 |
| 8                | PGA  | 129            | 126 | 123  | 120  | 117  | 0.08                             | 0.11 | 0.16 | 0.22 | 0.31 |
| 16               | PGA  | 125            | 122 | 119  | 116  | 113  | 0.06                             | 0.09 | 0.12 | 0.18 | 0.25 |
| 32               | PGA  | 119            | 116 | 113  | 110  | 107  | 0.06                             | 0.09 | 0.12 | 0.17 | 0.25 |
| 64               | PGA  | 113            | 110 | 107  | 104  | 101  | 0.06                             | 0.09 | 0.12 | 0.17 | 0.25 |



**表 6-5. 中電力モードのノイズ性能 ( $V_{REF} = 2.5V$ 、 $AVDD1 = 3.3V$ 、 $R_S = 0\Omega$ )**

| ゲイン              | モード  | ダイナミックレンジ (dB) |     |      |      |      | $e_n$ , 入力換算ノイズ ( $\mu V_{RMS}$ ) |      |      |      |      |
|------------------|------|----------------|-----|------|------|------|-----------------------------------|------|------|------|------|
|                  |      | $f_{DATA}$     |     |      |      |      | $f_{DATA}$                        |      |      |      |      |
|                  |      | 250            | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 250                               | 500  | 1000 | 2000 | 4000 |
| 1                | バッファ | 135            | 132 | 129  | 126  | 123  | 0.31                              | 0.44 | 0.63 | 0.89 | 1.25 |
| 1 <sup>(1)</sup> | PGA  | 128            | 125 | 122  | 119  | 116  | 0.35                              | 0.50 | 0.70 | 0.99 | 1.40 |
| 2                | PGA  | 133            | 130 | 127  | 124  | 121  | 0.20                              | 0.28 | 0.39 | 0.56 | 0.79 |
| 4                | PGA  | 131            | 128 | 125  | 122  | 119  | 0.12                              | 0.18 | 0.25 | 0.35 | 0.50 |
| 8                | PGA  | 127            | 124 | 121  | 118  | 115  | 0.10                              | 0.14 | 0.20 | 0.28 | 0.39 |
| 16               | PGA  | 123            | 120 | 117  | 114  | 111  | 0.08                              | 0.11 | 0.16 | 0.22 | 0.31 |
| 32               | PGA  | 117            | 114 | 111  | 108  | 105  | 0.08                              | 0.11 | 0.16 | 0.22 | 0.31 |
| 64               | PGA  | 111            | 108 | 105  | 102  | 99   | 0.08                              | 0.11 | 0.16 | 0.22 | 0.31 |

**表 6-6. 低消費電力モードのノイズ性能 ( $V_{REF} = 2.5V$ 、 $AVDD1 = 3.3V$ 、 $R_S = 0\Omega$ )**

| ゲイン              | モード  | ダイナミックレンジ (dB) |     |     |      |      | $e_n$ , 入力換算ノイズ ( $\mu V_{RMS}$ ) |      |      |      |      |
|------------------|------|----------------|-----|-----|------|------|-----------------------------------|------|------|------|------|
|                  |      | $f_{DATA}$     |     |     |      |      | $f_{DATA}$                        |      |      |      |      |
|                  |      | 125            | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 125                               | 250  | 500  | 1000 | 2000 |
| 1                | バッファ | 135            | 132 | 129 | 126  | 123  | 0.31                              | 0.44 | 0.63 | 0.89 | 1.25 |
| 1 <sup>(1)</sup> | PGA  | 129            | 126 | 123 | 120  | 117  | 0.31                              | 0.44 | 0.83 | 0.89 | 1.25 |
| 2                | PGA  | 134            | 131 | 128 | 125  | 122  | 0.18                              | 0.25 | 0.35 | 0.50 | 0.70 |
| 4                | PGA  | 133            | 130 | 127 | 124  | 121  | 0.10                              | 0.14 | 0.20 | 0.28 | 0.39 |
| 8                | PGA  | 130            | 127 | 124 | 121  | 118  | 0.07                              | 0.10 | 0.14 | 0.20 | 0.28 |
| 16               | PGA  | 125            | 122 | 119 | 116  | 113  | 0.06                              | 0.09 | 0.12 | 0.17 | 0.25 |
| 32               | PGA  | 119            | 116 | 113 | 110  | 107  | 0.06                              | 0.09 | 0.12 | 0.17 | 0.25 |
| 64               | PGA  | 113            | 110 | 107 | 104  | 101  | 0.06                              | 0.09 | 0.12 | 0.17 | 0.25 |

(1)  $AVDD1 = 3.3V$  で動作するとき、入力ヘッドルームが制限されているため、PGA ゲイン動作 =1 で利用可能な入力範囲は  $\pm 1.35V_{PP}$  です。PGA ゲイン = 1 および  $AVDD1 = 3.3V$  のダイナミックレンジ データは、狭い入力範囲を反映しています。

## 7 詳細説明

### 7.1 概要

ADS1285 は、低消費電力と高い分解能が要求されるエネルギー探査、地質学、地震監視のアプリケーション向けに設計された高分解能、低消費電力の A/D コンバータ (ADC) です。このコンバータは、125SPS ~ 4000SPS のデータレートにまたがる 32 ビットの分解能を実現します。プログラマブル ゲイン アンプ (PGA) は、 $\pm 2.5V_{PP}$  ~  $\pm 0.039V_{PP}$  の範囲の信号を受け入れ、システムのダイナミックレンジを拡張します。

[機能ブロック図](#)に示すように、ADC は以下のセクションで構成されています。入力マルチプレクサ (MUX)、プログラマブル ゲイン アンプ (PGA)、ユニティ ゲイン バッファ、デルタシグマ ( $\Delta\Sigma$ ) モジュレータ、サンプルレートコンバータ、無限インパルス応答 (IIR) ハイパスフィルタ (HPF)、有限インパルス応答 (FIR) ローパスフィルタ (LPF)、そしてデバイス設定と変換データの読み出しの両方に使用される SPI 互換のシリアルインターフェイスです。

入力マルチプレクサは、入力 1 と入力 2 の切り替えに加え、自己診断用に設計された内部オプションを選択します。これには、オフセットやノイズをテストするために使用される入力短絡のオプションも含まれます。

入力マルチプレクサの後に低ノイズ PGA が接続されています。PGA のゲイン範囲は 1 ~ 16 で、ゲイン 32 および 64 をデジタル ゲインとして提供します。PGA は、 $1/f$  ノイズと入力オフセット電圧を低減するために、チョップ安定化方式が採用されています。PGA の出力は、モジュレータを駆動するバッファに接続されています。PGA 出力ピン CAPP および CAPN に接続された外部 10nF コンデンサは、入力信号用のアンチエイリアスフィルタになります。

ユニティ ゲイン バッファで ADC を動作させることで、PGA を無効化して、デバイスの消費電力を低減できます。各バッファ出力に接続された外部の 47nF コンデンサは、変調器のサンプリングパルスをフィルタ処理します。

$\Delta\Sigma$  変調器は、差動基準電圧 ( $V_{REF}$ ) に対する差動入力信号 ( $V_{IN}$ ) を測定します。この変調器は、3 つのリファレンス電圧オプション (2.5V、4.096V、5V) を提供します。リファレンス電圧はユーザーがプログラムします。

変調器のデータはデジタル フィルタによって処理され、最終的な変換結果が生成されます。デジタル フィルタは、同期フィルタに続いて、プログラム可能な位相の FIR ローパス フィルタと IIR ハイパス フィルタで構成されています。ハイパス フィルタは、データから dc 成分や低周波成分を除去します。

サンプル レート コンバータ (SRC) は、出力データを再サンプリングしてクロック周波数誤差を補償します。クロック周波数補償範囲は、分解能 7ppb で  $\pm 244\text{ppm}$  です。

ユーザが設定できるゲインおよびオフセットのキャリブレーションレジスタによって、オフセット誤差とゲイン誤差を補正します。

SYNC ピンは ADC を同期します。同期には、パルス同期と連続同期という 2 つの動作モードがあります。RESET ピンは、ユーザ構成設定を含む ADC をリセットします。これらの端子はノイズに強いシュミットトリガ入力となっており、ノイズの多い環境でも信頼性が高まります。

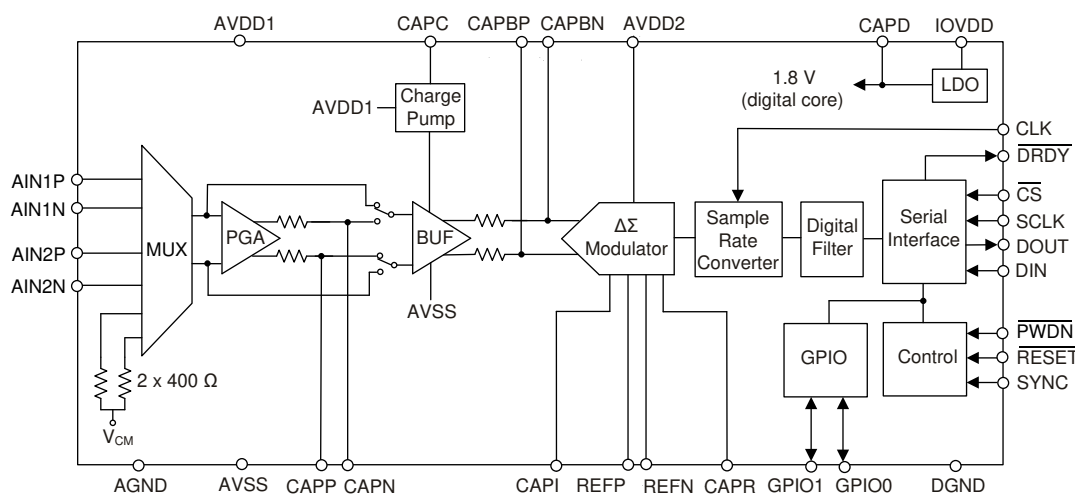
PWDN ピンを使用しないときは、ADC の電源がオフになります。ソフトウェアのパワーダウン モード (スタンバイ) は、シリアル インターフェイス経由で利用できます

4 線式の SPI 互換シリアル インターフェイスは、変換データの読み取りや、デバイスレジスタ データの読み書きを行います。

システムレベルの制御用に、2 つの汎用デジタル I/O を利用できます。

PGA とバッファの電源は、AVDD1 と AVSS から供給されます。PGA の後段にあるバッファの入力電圧範囲は、チャージポンプ式電圧レギュレータによって拡大されます。変調器には、AVDD2 から電力が供給されます。IOVDD は、1.8V の低ドロップアウトレギュレータ (LDO) を経由して、デジタル ロジック コアに電力を供給します。IOVDD はデジタル I/O 電源です。

## 7.2 機能ブロック図



## 7.3 機能説明

### 7.3.1 アナログ入力

図 7-1 に、アナログ入力回路と入力マルチプレクサを示します。

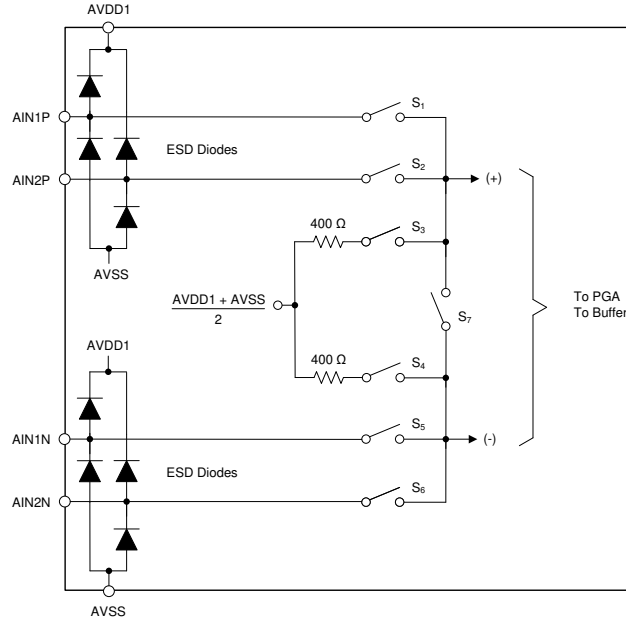


図 7-1. アナログ入力およびマルチプレクサ

静電放電 (ESD) ダイオードは、デバイスの製造工程や、ESD 管理された環境でプリント基板 (PCB) を組み立てる際に発生する ESD 事象から ADC 入力を保護するために組み込まれています。システム レベルで保護するためには、ESD にさらされる入力を保護できる外付けの ESD 保護デバイスを使用することを検討してください。

入力が  $AVSS - 0.3V$  より下か、 $AVDD1 + 0.3V$  より上に駆動されると、保護ダイオードが導通することがあります。このような条件が起きる可能性がある場合は、外付けのクランプ ダイオード、直列抵抗、または両方を使用して、入力電流を指定の最大値に制限します。未使用の入力チャンネルに過大入力を加えると、使用中の入力チャンネルの変換結果に影響を及ぼすことがあります。チャンネル間のクロストークを防ぐために、ショットキー ダイオードを使用して過大入力電圧をクランプします。

ADC は 2 つの差動入力チャンネルを備えており、マルチプレクサが測定のためにこれら 2 つの差動入力のどちらかを選択します。ノイズとオフセットを測定するためのテスト モードも、マルチプレクサによって提供されます。短絡入力のテスト構成は、800Ω のジオフォンで発生する熱雑音を模擬するために、400Ω の抵抗を使用する場合と使用しない場合のどちらも利用できます。表 7-1 に、マルチプレクサの構成を示します。

表 7-1. 入力マルチプレクサ モード

| MUX[2:0] のビット | スイッチ  | 説明   |
|---------------|---|--|
| 000           | S <sub>1</sub> , S <sub>5</sub>                                   | 入力 AIN1P、AIN1N 接続                              |
| 001           | S <sub>2</sub> , S <sub>6</sub>                                   | 入力 AIN2P、AIN2N 接続                              |
| 010           | S <sub>3</sub> , S <sub>4</sub>                                   | オフセットおよびノイズ テスト用 400Ω 入力短絡テスト モード。             |
| 011           | S <sub>1</sub> , S <sub>5</sub> , S <sub>2</sub> , S <sub>6</sub> | 相互接続テスト モード。入力 AIN1P、AIN2P および AIN2N、AIN2N が接続 |
| 100           | —   | 予約済み   |
| 101           | S <sub>3</sub> , S <sub>4</sub> , S <sub>7</sub>                  | オフセットおよびノイズ テスト用、0Ω 入力短絡テスト モード。               |

ジオフォンの THD 性能をテストするには、直列抵抗を介してテスト チャンネルにテスト信号を印加します。直列抵抗は、通常ジオフォンのインピーダンス値の半分が使用されます。相互接続テスト モードのマルチプレクサを選択します (MUX[2:0] = 011b)。相互接続モードでは、テスト信号がジオホン入力にクロスフィードされます。

ジオホン THD テスト性能は、マルチプレクサの非線形オン抵抗 ( $R_{SW}$ ) の影響を受ける可能性があります。図 7-2 に、ジオホン THD テストの入力マルチプレクサ抵抗のモデルを示します。図 7-3 に、THD ジョフォン抵抗をシミュレートするために使用されるテスト抵抗 ( $R_{LOAD}$ ) との関係を示します。小振幅のテスト信号 ( $V_{IN} = 0.221V$  など) では、ジオホン抵抗が  $500\Omega$  未満の場合、THD 性能の劣化が少なくなります。

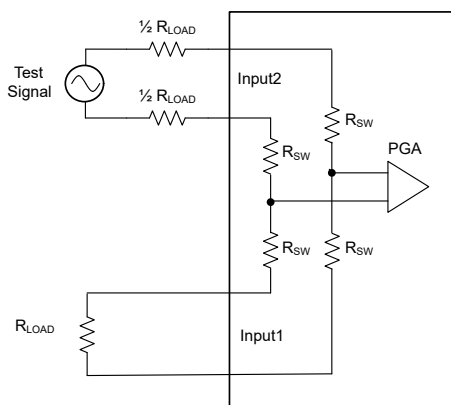


図 7-2. THD と  $R_{LOAD}$  との関係のテスト回路

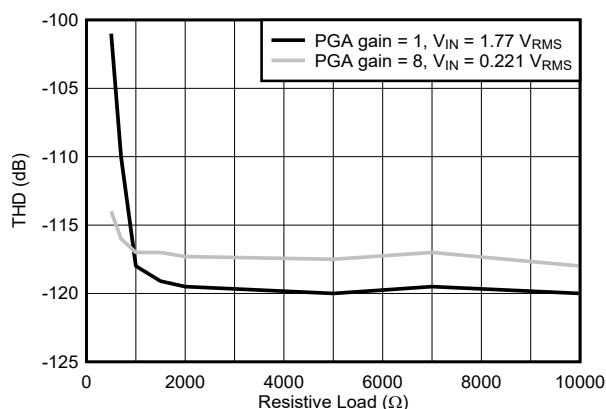


図 7-3. THD 性能と  $R_{LOAD}$  との関係

### 7.3.2 PGA およびバッファ

図 7-4 に、PGA とバッファの簡略化したブロック図を示します。

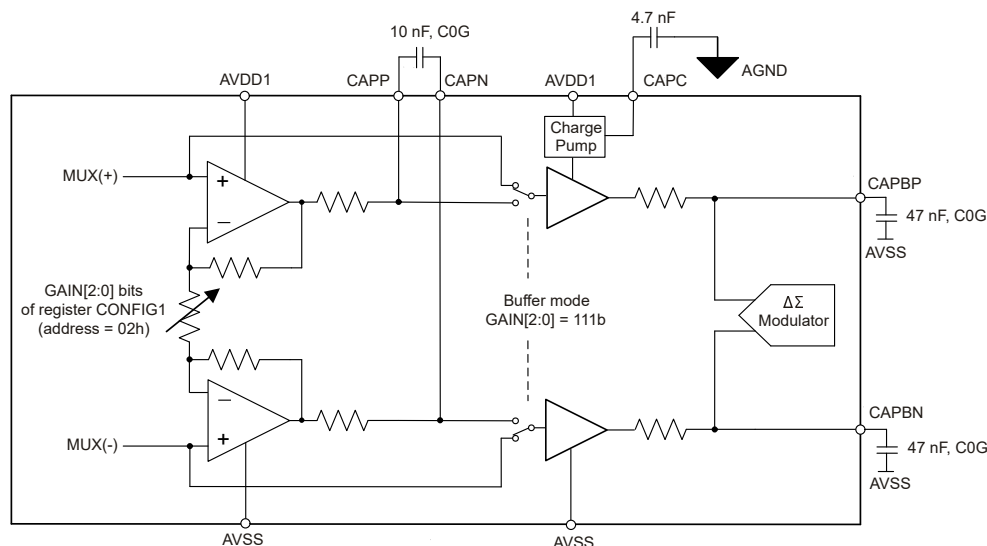


図 7-4. PGA とバッファのブロック図

このデバイスは、PGA またはユニティゲイン バッファで動作できます。バッファ動作では PGA のバイアスが無効になり、デバイスの消費電力が低減します。AVDD1 = 3.3V で動作している場合、PGA ゲイン = 1 の入力ヘッドルームが制限されているため、この条件でバッファを使用する必要があります。

### 7.3.2.1 プログラマブル ゲイン アンプ (PGA)

PGA は低ノイズのチョッパ安定化差動アンプで、ADC のダイナミックレンジ性能を拡張します。PGA は 1 ~ 16 のアナログ ゲインを備えており、32 および 64 のゲインはデジタル スケーリングによって得られます。PGA 出力信号は、270Ω の抵抗を経由して CAPP および CAPN ピンに配線されます。10nF の外付け C0G 誘電体コンデンサを、これらのピンの間に接続します。これらの部品によってアンチエイリアス フィルタが形成され、変調器のエイリアシング周波数 ( $f_{MOD}$ ) での信号レベルを減衰させます。

図 7-4 に示すように、PGA と変調器の間でバッファを使用します。各バッファ出力から 2 つの 47nF C0G 誘電体コンデンサを AVSS (CAPBP および CAPBN) に接続します。電圧チャージ ポンプは、バッファの入力電圧のヘッドルームを増加させます。チャージ ポンプ動作のために、CAPC と AGND との間に外付けの 4.7nF コンデンサを接続します。

PGA のゲインは、CONFIG1 レジスタ の GAIN[2:0] ビットによって設定されます。表 7-2 に、PGA のゲイン設定とバッファ選択を示します。PGA ゲインと入力信号の範囲は、電圧リファレンスに関係なく入力されます。

表 7-2. PGA ゲイン

| GAIN[2:0] レジスタ ビット | PGA ゲイン          | 入力信号範囲 ( $V_{PP}$ ) |
|--------------------|------------------|---------------------|
| 000                | 1                | $\pm 2.5$           |
| 001                | 2                | $\pm 1.25$          |
| 010                | 4                | $\pm 0.625$         |
| 011                | 8                | $\pm 0.3125$        |
| 100                | 16               | $\pm 0.15625$       |
| 101                | 32               | $\pm 0.078125$      |
| 110                | 64               | $\pm 0.0390625$     |
| 111                | バッファ モード、ゲイン = 1 | $\pm 2.5$           |

PGA の入力および出力電圧のヘッドルームの仕様を確認します。図 7-5 に、AVDD1 = 5V、入力同相電圧 ( $V_{CM}$ ) = 2.5V、差動入力電圧 =  $\pm 2.5V_{PP}$ 、ゲイン = 1 で動作しているときの、入力および出力電圧のヘッドルームを示します。PGA 入力の絶対最小および最大入力電圧 (1.25V と 3.75V) は、差動信号電圧の  $\pm 1/2$  に同相電圧を加えた値です。PGA は、負のピークで 0.15V の入力電圧マージン、正のピークで 0.4V の入力電圧マージンを提供します。図に示すように、ADC を 4.096V または 5V の基準電圧で動作させると、PGA のゲインは 1.5 倍に増加します。PGA は、正と負のピークで 0.475V の出力電圧マージンを提供します。

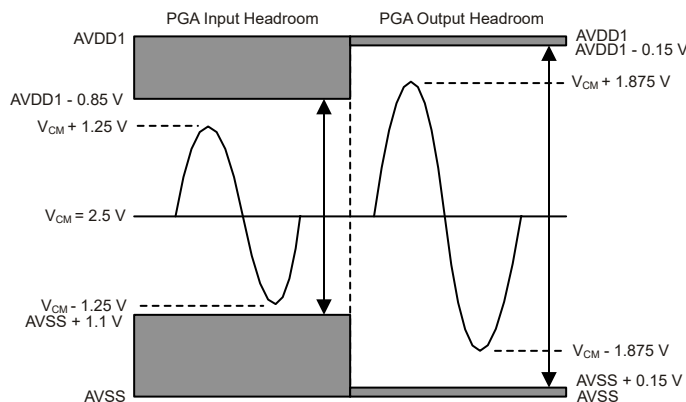


図 7-5. PGA ヘッドルーム (AVDD1 = 5V、PGA ゲイン = 1)

AVDD1 = 3.3V で動作している場合、PGA は  $\pm 2.5V_{PP}$  の入力信号をサポートできません。  $\pm 2.5V_{PP}$  の入力信号には、バッファを使用します。  $\pm 1.25V_{PP}$  の入力信号 (PGA ゲイン = 2) の場合、同相電圧を 0.1V から AVSS + 1.75V まで上げることで、入力ヘッドルームが増加します。図 7-6 に、AVDD1 = 3.3V、 $V_{CM}$  = 1.75V、入力信号 =  $\pm 1.25V_{PP}$ 、ゲイン = 2 の入力および出力動作ヘッドルームを示します。  $V_{REF}$  = 2.5V のとき、PGA は通常のゲイン スケーリングを使用します。

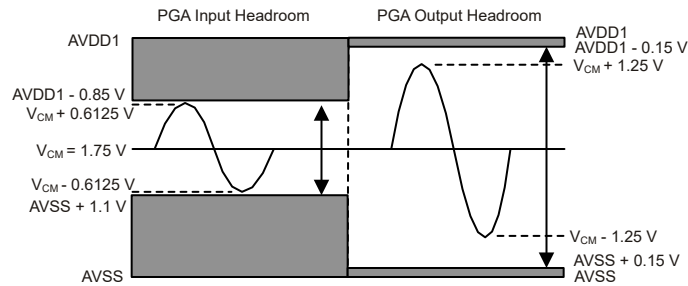


図 7-6. PGA ヘッドルーム (AVDD1 = 3.3V、ゲイン = 2)

### 7.3.2.2 バッファ動作 (PGA バイパス)

ADC には、PGA をバイパスするバッファ オプションがあります。PGA をバイパスすると、デバイスの消費電力が減少します。AVDD1 を 3.3V で動作させる場合、 $\pm 2.5V_{PP}$  の入力信号には、バッファを使用します。バッファ動作は、セクション 7.6.1.3 の GAIN[2:0] ビットを 111b に設定することで有効になります。

図 7-7 は、AVDD1 = 3.3V、 $V_{CM} = 1.65V$ 、入力信号 =  $\pm 2.5V_{PP}$  のときのバッファ電圧のヘッドルームを示します。AVDD1 = 3.3V で動作させている場合、このバッファには  $\pm 2.5V_{PP}$  の入力信号に対して十分な電圧ヘッドルームがあります。

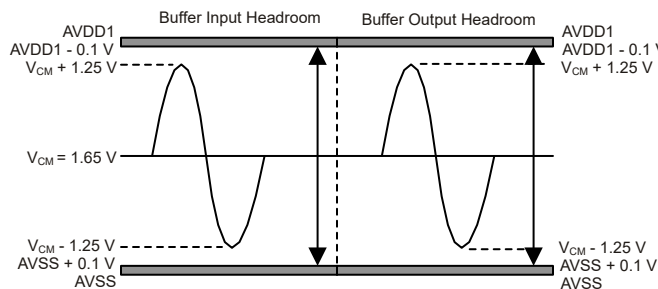


図 7-7. バッファ ヘッドルーム (3.3V の動作を图示)

PGA 動作でもバッファ動作でも、各バッファ出力(CAPBP と CAPBN) から AVSS に、C0G 誘電体の 47nF コンデンサを 2 個接続します。電圧チャージポンプは、バッファ入力の動作ヘッドルームを増加させます。チャージポンプ動作のために、CAPC と AGND との間に外付けの 4.7nF コンデンサを接続します。

### 7.3.3 電圧リファレンス入力

ADC は、動作にリファレンス電圧を必要とします。リファレンス電圧入力は差動で、REFP ピンと REFN ピンの間の電圧として定義されます： $V_{REF} = V_{REFP} - V_{REFN}$ 。差動入力のため、VREFN の配線は電圧リファレンスのグランド端子へと引くことで、グランドノイズの影響を避けることができます。

このデバイスは、次の 3 つのリファレンス電圧から選択できます：5V、4.096V、または 2.5V。最大ダイナミックレンジ性能は、 $V_{REF} = 5V$  または 4.096V を使用して実現されます。これには、動作に AVDD1 = 5V が必要です。AVDD1 = 3.3V の場合、リファレンス電圧は 2.5V に制限されます。CONFIG1 レジスタの REF[1:0] ビットで、物理電圧と一致するようにリファレンス電圧をプログラムします。測定帯域幅内でノイズが  $0.5\mu V_{RMS}$  未満の、低ノイズな高精度電圧リファレンスを使用します。

図 7-8 に、簡略化されたリファレンス入力回路を示します。アナログ入力と同様に、リファレンス入力は ESD ダイオードによって保護されます。リファレンス入力が AVSS - 0.3V より下か、AVDD1 + 0.3V より上に駆動されると、保護ダイオードが導通することがあります。このような条件が起きる可能性がある場合は、外付けのクランプダイオード、直列抵抗、または両方を使用して、リファレンス入力電流を指定の値に制限します。



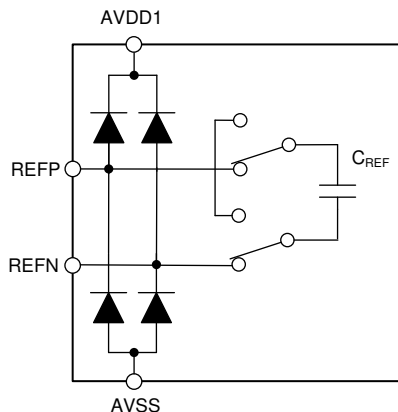


図 7-8. 簡略化された電圧リファレンス入力回路

ADC は内部コンデンサ ( $C_{REF}$ ) によってリファレンス電圧をサンプリングし、変調器のサンプリング周波数 ( $f_{MOD}$ ) でコンデンサを放電します。サンプリング動作では、過渡電流がリファレンス入力に流れます。リファレンスピンのすぐ近くに配置した  $0.1\mu F$  のセラミックコンデンサで過渡電流をフィルタし、さらに基準電圧の出力側には  $10\mu F \sim 47\mu F$  の大きめのコンデンサを追加して安定させます。電圧リファレンスが複数の ADC を駆動するアプリケーションでは、各 ADC で  $0.1\mu F$  コンデンサを使用します。

外付けコンデンサは電流過渡をフィルタ処理し、平均リファレンス電流を発生させます。基準電流の平均値は、高電力および中電力動作モードでは  $110\mu A/V$ 、低電力動作モードでは  $80\mu A/V$  です。たとえば、 $V_{REF} = 4.096V$  の場合、リファレンス入力電流は  $110\mu A / V \times 4.096V = 451\mu A$  です。

### 7.3.4 IOVDD の電源

IOVDD デジタル電源は、次の 2 つの電圧範囲で動作します:  $1.65V \sim 1.95V$  と  $2.7V \sim 3.6V$ 。  $1.65V \sim 1.95V$  の範囲で IOVDD を動作させる場合は、IOVDD を CAPD ピンに直接接続します。IOVDD が  $1.65V \sim 1.95V$  の範囲で動作している場合に必要な接続を、図 7-9 に示します。それ以外の場合、 $2.7V \sim 3.6V$  の範囲で IOVDD を動作させる場合、これらのピンを互いに接続しないください。

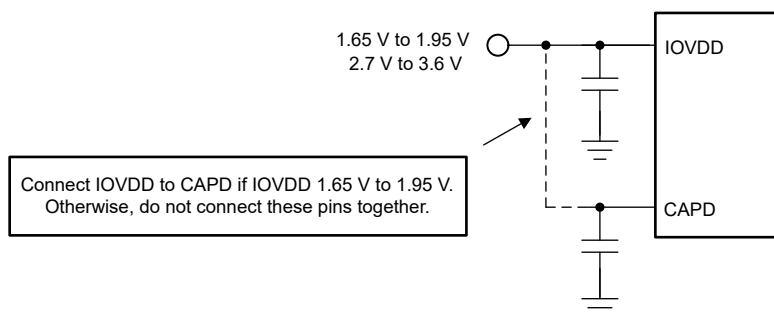


図 7-9. IOVDD 電源の接続

### 7.3.5 変調器

変調器はマルチビットのデルタ シグマ アーキテクチャで、低消費電力で非常に優れたダイナミックレンジ性能を備えており、周波数スペクトル中のスプリアス成分もきわめて低く抑えられています。変調器は内部量子化器の量子化ノイズを帯域外の周波数成分へとシェイピングし、ノイズはデジタル フィルタによって除去されます。パスバンド領域に残るノイズは、密度が一定の熱雑音(ホワイト ノイズ) です。パス バンド内の積分ノイズは、デジタル フィルタの OSR によって決定されます。

### 7.3.5.1 変調器のオーバードライブ

変調器は本質的に安定した設計であるため、入力オーバードライブから予測可能な回復を示します。入力信号のピークで変調器がオーバードライブされると、デジタル フィルタのデータ平均化によって、信号のオーバードライブが続いた時間に応じて、フィルタの出力データがクリップすることがあります。変調器のオーバードライブが大幅に行われると、変換データがクリッピングされる可能性が高くなります。デジタル フィルタのグループ遅延は、入力オーバードライブ イベントの発生が出力データに出現しないように注意してください。

### 7.3.6 デジタル フィルタ

デジタル フィルタは変調器のデータに対して間引きとフィルタ処理を行い、高分解能のデータを出力します。OSR を使ってフィルタリングの量を調整することで、合計ノイズと帯域幅との間でトレードオフを考慮できます。OSR を大きくすると、合計ノイズが減少し、信号帯域幅が狭くなります。

図 7-10 に示すように、サンプル レート コンバータ (SRC) は、デジタル フィルタ ブロックに入力する前に、変調器からデータを受信します。詳細については、[サンプル レート コンバータ](#) セクションを参照してください。

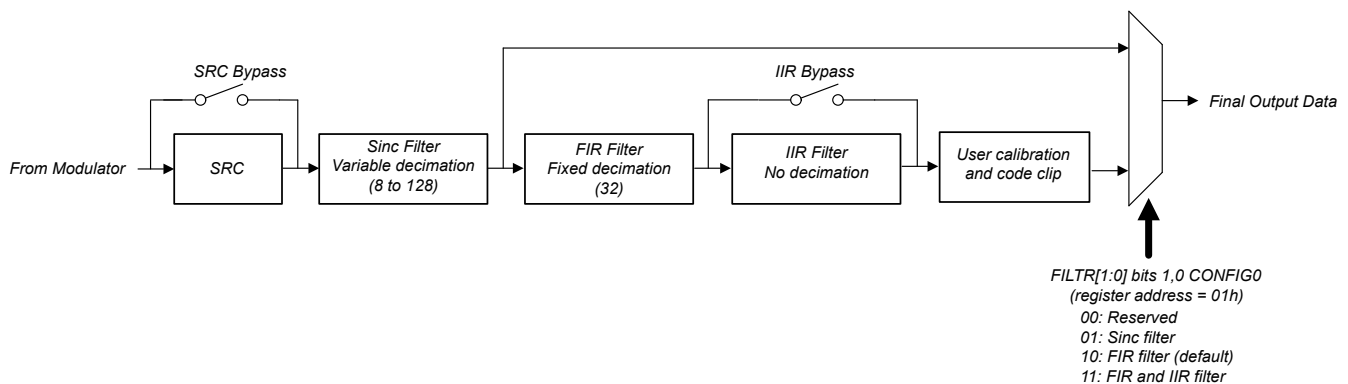


図 7-10. デジタルフィルタのブロック図

デジタルフィルタは、次の三つのセクションで構成されています。可変デシメーションの sinc フィルタ、可変係数で固定デシメーションの FIR フィルタ、そしてプログラム可能なハイパス フィルタ(IIR) です。希望するフィルタ経路は、[CONFIG0 レジスタ](#)の FILTER[1:0] ビットで選択します。sinc フィルタは、FIR および HPF フィルタとユーザ較正をバイパスして、部分的にフィルタ処理されたデータを提供します。完全にフィルタ処理されたデータの場合は、FIR フィルタ オプションを選択します。IIR フィルタ段は、直流成分と低周波データを除去します。FIR フィルタおよび FIR + IIR の組み合わせフィルタは、ユーザ較正ブロックと出力コード クリッピング ブロックへルーティングされます。ユーザ較正の詳細については、[オフセットおよびゲインの較正](#) セクションを参照してください。

#### 7.3.6.1 Sinc フィルタ セクション

デジタル フィルタの最初のセクションは、可変デシメーションの 5 次シンク フィルタ ( $\sin x/x$ ) です。変調器のデータは、サンプル レート コンバータから sinc フィルタに渡されます。ここで、 $f_{\text{MOD}} = f_{\text{CLK}} / 4 = 2.048\text{MHz}$  (1.024MHz 低消費電力モード) の公称レートです。sinc フィルタは、FIR フィルタのデータの一部フィルタリングを行い、最終的な周波数応答を生成します。sinc フィルタのデータは、最終的な周波数応答を形成するために後処理フィルタとともに使用することを意図しています。

sinc フィルタのデシメーション比と結果として生じる出力データレートを [表 7-3](#) に示します。sinc フィルタのデータ レートは、[CONFIG0 レジスタ](#)の DR[2:0] ビットによって設定されます。



**表 7-3. Sinc フィルタのデータ レート**

| DR[2:0] ビット | SINC デシメーション比 (N) | データレート (SPS)  |        |
|-------------|-------------------|---------------|--------|
|             |                   | 高電力モードと中電力モード | 低電力モード |
| 000         | 256               | 8,000         | 4,000  |
| 001         | 128               | 16,000        | 8,000  |
| 010         | 64                | 32,000        | 16,000 |
| 011         | 32                | 64,000        | 32,000 |
| 100         | 16                | 128,000       | 64,000 |

sinc フィルタの Z 領域伝達関数を、式 2 に示します。

$$H(Z) = \left[ \frac{1 - Z^{-N}}{N(1 - Z^{-1})} \right]^5 \quad (2)$$

ここで

- N = 表 7-3 のデシメーション比

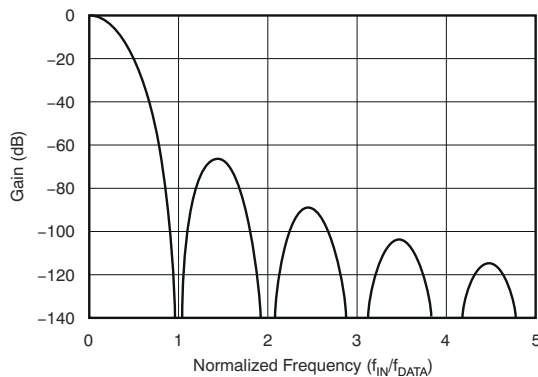
sinc フィルタの周波数ドメイン伝達関数を、式 3 に示します。

$$|H(f)| = \left| \frac{\sin \left[ \frac{\pi N \times f}{f_{\text{MOD}}} \right]}{N \sin \left[ \frac{\pi \times f}{f_{\text{MOD}}} \right]} \right|^5 \quad (3)$$

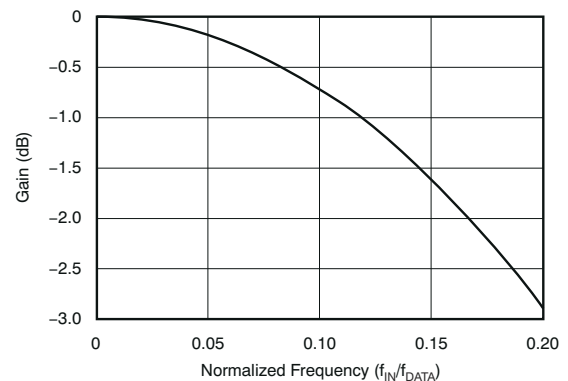
ここで

- 表 7-3 に、N = デシメーション比を示します
- f = 入力信号の周波数
- f<sub>MOD</sub> = 変調器のサンプリング周波数 = f<sub>CLK</sub>/4 (サンプル レート コンバータはディスエーブル)

sinc フィルタの周波数応答には、出力データ レートとその倍数でノッチ (またはゼロ) が発生します。これらの周波数では、フィルタのゲインはゼロになります。sinc フィルタの広帯域周波数応答を 図 7-11 に示し、図 7-12 に -3dB 応答の詳細を示します。



**図 7-11. Sinc フィルタの周波数応答**



**図 7-12. Sinc フィルタの -3dB 応答**

$f_{\text{DATA}} = 32\text{kSPS}$  での sinc フィルタの周波数応答を図 7-13 に示します。1kHz および高調波のトーンは、アイドルトーンを抑制するために変調器入力にディザリングを追加した結果です。ディザリング信号の周波数は、 $f_{\text{MOD}}$  を、表 7-4 に示す合成間引き比で除算したものです。2kHz でのノイズフロアの上昇は、変調器のノイズ成形によるものです。sinc フィルタのデシメーション  $N = 64$  (データ レート = 32kSPS) の場合、外付けの後段フィルタを使用したときの有効帯域幅は 500Hz になります。

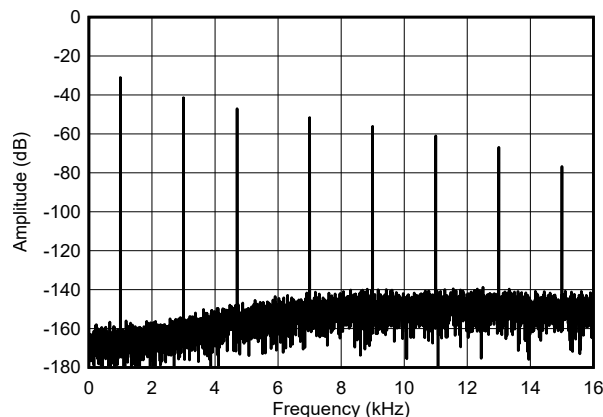


図 7-13. Sinc フィルタの FFT 出力 ( $f_{\text{DATA}} = 32\text{kSPS}$ )

sinc フィルタのデータは、データ スケーリング、クリップ処理、ユーザ キャリブレーションを通過しないため、FIR フィルタの場合とは異なるスケーリングになります。sinc フィルタのデータ スケーリングの詳細については、[変換データの形式](#) セクションを参照してください。

#### 7.3.6.2 FIR フィルタ セクション

デジタル フィルタの 2 番目のセクションは、多段 FIR ローパスフィルタです。シンクフィルタで部分的にフィルタ処理されたデータが、FIR フィルタに入力されます。FIR フィルタは、最終的なデータの周波数応答と位相応答を決定します。図 7-14 は、FIR フィルタが 4 つの段で構成されることを示しています。

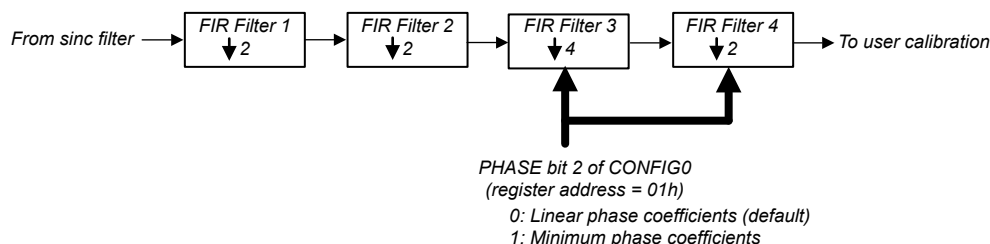


図 7-14. FIR フィルタ

最初の 2 つの FIR 段はハーフバンドフィルタで、各段のデシメーション率は 2 です。3 番目と 4 番目の FIR 段では、最終的な周波数応答と位相応答が決まります。FIR の第 3 段と第 4 段では、デシメーション率はそれぞれ 4 と 2 です。FIR フィルタの全体的なデシメーション比は 32 です。第 3 段と第 4 段で用いられる固有の係数セットにより、リニア位相フィルタ応答と最小位相フィルタ応答が決まります。位相応答は、[CONFIG0 レジスタ](#)の位相ビットによって選択されます。sinc および FIR フィルタ段の合成デシメーション比、および対応する FIR フィルタ データ レートを、表 7-4 に示します。

表 7-4. FIR フィルタのデータ レート

| DR[2:0] ビット | 合成デシメーション比 | データ レート (SPS) |        |
|-------------|------------|---------------|--------|
|             |            | 高電力モードと中電力モード | 低電力モード |
| 000         | 8192       | 250           | 125    |
| 001         | 4096       | 500           | 250    |
| 010         | 2048       | 1000          | 500    |

**表 7-4. FIR フィルタのデータ レート (続き)**

| DR[2:0] ビット | 合成デシメーション比 | データ レート (SPS) |        |
|-------------|------------|---------------|--------|
|             |            | 高電力モードと中電力モード | 低電力モード |
| 011         | 1024       | 2000          | 1000   |
| 100         | 512        | 4000          | 2000   |

表 7-5 に、FIR フィルタ係数と、線形および最小位相係数のデータ スケーリングを示します。

**表 7-5. FIR フィルタ係数**

| 係数              | STAGE 1       | STAGE 2           | STAGE 3             |           | STAGE 4             |           |
|-----------------|---------------|-------------------|---------------------|-----------|---------------------|-----------|
|                 | SCALE = 1/512 | SCALE = 1/8388608 | SCALE = 1/134217728 |           | SCALE = 1/134217728 |           |
|                 | 線形位相          | 線形位相              | 線形位相                | 最小位相      | 線形位相                | 最小位相      |
| b <sub>0</sub>  | 3             | -10944            | 0                   | 819       | -132                | 11767     |
| b <sub>1</sub>  | 0             | 0                 | 0                   | 8211      | -432                | 133882    |
| b <sub>2</sub>  | -25           | 103807            | -73                 | 44880     | -75                 | 769961    |
| b <sub>3</sub>  | 0             | 0                 | -874                | 174712    | 2481                | 2940447   |
| b <sub>4</sub>  | 150           | -507903           | -4648               | 536821    | 6692                | 8262605   |
| b <sub>5</sub>  | 256           | 0                 | -16147              | 1372637   | 7419                | 17902757  |
| b <sub>6</sub>  | 150           | 2512192           | -41280              | 3012996   | -266                | 30428735  |
| b <sub>7</sub>  | 0             | 4194304           | -80934              | 5788605   | -10663              | 40215494  |
| b <sub>8</sub>  | -25           | 2512192           | -120064             | 9852286   | -8280               | 39260213  |
| b <sub>9</sub>  | 0             | 0                 | -118690             | 14957445  | 10620               | 23325925  |
| b <sub>10</sub> | 3             | -507903           | -18203              | 20301435  | 22008               | -1757787  |
| b <sub>11</sub> |               | 0                 | 224751              | 24569234  | 348                 | -21028126 |
| b <sub>12</sub> |               | 103807            | 580196              | 26260385  | -34123              | -21293602 |
| b <sub>13</sub> |               | 0                 | 893263              | 24247577  | -25549              | -3886901  |
| b <sub>14</sub> |               | -10944            | 891396              | 18356231  | 33460               | 14396783  |
| b <sub>15</sub> |               |                   | 293598              | 9668991   | 61387               | 16314388  |
| b <sub>16</sub> |               |                   | -987253             | 327749    | -7546               | 1518875   |
| b <sub>17</sub> |               |                   | -2635779            | -7171917  | -94192              | -12979500 |
| b <sub>18</sub> |               |                   | -3860322            | -10926627 | -50629              | -11506007 |
| b <sub>19</sub> |               |                   | -3572512            | -10379094 | 101135              | 2769794   |
| b <sub>20</sub> |               |                   | -822573             | -6505618  | 134826              | 12195551  |
| b <sub>21</sub> |               |                   | 4669054             | -1333678  | -56626              | 6103823   |
| b <sub>22</sub> |               |                   | 12153698            | 2972773   | -220104             | -6709466  |
| b <sub>23</sub> |               |                   | 19911100            | 5006366   | -56082              | -9882714  |
| b <sub>24</sub> |               |                   | 25779390            | 4566808   | 263758              | -353347   |
| b <sub>25</sub> |               |                   | 27966862            | 2505652   | 231231              | 8629331   |
| b <sub>26</sub> |               |                   | 25779390            | 126331    | -215231             | 5597927   |
| b <sub>27</sub> |               |                   | 19911100            | -1496514  | -430178             | -4389168  |
| b <sub>28</sub> |               |                   | 12153698            | -1933830  | 34715               | -7594158  |
| b <sub>29</sub> |               |                   | 4669054             | -1410695  | 580424              | -428064   |
| b <sub>30</sub> |               |                   | -822573             | -502731   | 283878              | 6566217   |
| b <sub>31</sub> |               |                   | -3572512            | 245330    | -588382             | 4024593   |
| b <sub>32</sub> |               |                   | -3860322            | 565174    | -693209             | -3679749  |
| b <sub>33</sub> |               |                   | -2635779            | 492084    | 366118              | -5572954  |
| b <sub>34</sub> |               |                   | -987253             | 231656    | 1084786             | 332589    |
| b <sub>35</sub> |               |                   | 293598              | -9196     | 132893              | 5136333   |
| b <sub>36</sub> |               |                   | 891396              | -125456   | -1300087            | 2351253   |
| b <sub>37</sub> |               |                   | 893263              | -122207   | -878642             | -3357202  |
| b <sub>38</sub> |               |                   | 580196              | -61813    | 1162189             | -3767666  |
| b <sub>39</sub> |               |                   | 224751              | -4445     | 1741565             | 1087392   |
| b <sub>40</sub> |               |                   | -18203              | 22484     | -522533             | 3847821   |
| b <sub>41</sub> |               |                   | -118690             | 22245     | -2490395            | 919792    |
| b <sub>42</sub> |               |                   | -120064             | 10775     | -688945             | -2918303  |

表 7-5. FIR フィルタ係数 (続き)

| 係数              | STAGE 1       | STAGE 2           | STAGE 3             |       | STAGE 4             |          |
|-----------------|---------------|-------------------|---------------------|-------|---------------------|----------|
|                 | SCALE = 1/512 | SCALE = 1/8388608 | SCALE = 1/134217728 |       | SCALE = 1/134217728 |          |
|                 | 線形位相          | 線形位相              | 線形位相                | 最小位相  | 線形位相                | 最小位相     |
| b <sub>43</sub> |               |                   | -80934              | 940   | 2811738             | -2193542 |
| b <sub>44</sub> |               |                   | -41280              | -2953 | 2425494             | 1493873  |
| b <sub>45</sub> |               |                   | -16147              | -2599 | -2338095            | 2595051  |
| b <sub>46</sub> |               |                   | -4648               | -1052 | -4511116            | -79991   |
| b <sub>47</sub> |               |                   | -874                | -43   | 641555              | -2260106 |
| b <sub>48</sub> |               |                   | -73                 | 214   | 6661730             | -963855  |
| b <sub>49</sub> |               |                   | 0                   | 132   | 2950811             | 1482337  |
| b <sub>50</sub> |               |                   | 0                   | 33    | -8538057            | 1480417  |
| b <sub>51</sub> |               |                   | 0                   | 0     | -10537298           | -586408  |
| b <sub>52</sub> |               |                   |                     |       | 9818477             | -1497356 |
| b <sub>53</sub> |               |                   |                     |       | 41426374            | -168417  |
| b <sub>54</sub> |               |                   |                     |       | 56835776            | 1166800  |
| b <sub>55</sub> |               |                   |                     |       | 41426374            | 644405   |
| b <sub>56</sub> |               |                   |                     |       | 9818477             | -675082  |
| b <sub>57</sub> |               |                   |                     |       | -10537298           | -806095  |
| b <sub>58</sub> |               |                   |                     |       | -8538057            | 211391   |
| b <sub>59</sub> |               |                   |                     |       | 2950811             | 740896   |
| b <sub>60</sub> |               |                   |                     |       | 6661730             | 141976   |
| b <sub>61</sub> |               |                   |                     |       | 641555              | -527673  |
| b <sub>62</sub> |               |                   |                     |       | -4511116            | -327618  |
| b <sub>63</sub> |               |                   |                     |       | -2338095            | 278227   |
| b <sub>64</sub> |               |                   |                     |       | 2425494             | 363809   |
| b <sub>65</sub> |               |                   |                     |       | 2811738             | -70646   |
| b <sub>66</sub> |               |                   |                     |       | -688945             | -304819  |
| b <sub>67</sub> |               |                   |                     |       | -2490395            | -63159   |
| b <sub>68</sub> |               |                   |                     |       | -522533             | 205798   |
| b <sub>69</sub> |               |                   |                     |       | 1741565             | 124363   |
| b <sub>70</sub> |               |                   |                     |       | 1162189             | -107173  |
| b <sub>71</sub> |               |                   |                     |       | -878642             | -131357  |
| b <sub>72</sub> |               |                   |                     |       | -1300087            | 31104    |
| b <sub>73</sub> |               |                   |                     |       | 132893              | 107182   |
| b <sub>74</sub> |               |                   |                     |       | 1084786             | 15644    |
| b <sub>75</sub> |               |                   |                     |       | 366118              | -71728   |
| b <sub>76</sub> |               |                   |                     |       | -693209             | -36319   |
| b <sub>77</sub> |               |                   |                     |       | -588382             | 38331    |
| b <sub>78</sub> |               |                   |                     |       | 283878              | 38783    |
| b <sub>79</sub> |               |                   |                     |       | 580424              | -13557   |
| b <sub>80</sub> |               |                   |                     |       | 34715               | -31453   |
| b <sub>81</sub> |               |                   |                     |       | -430178             | -1230    |
| b <sub>82</sub> |               |                   |                     |       | -215231             | 20983    |
| b <sub>83</sub> |               |                   |                     |       | 231231              | 7729     |
| b <sub>84</sub> |               |                   |                     |       | 263758              | -11463   |
| b <sub>85</sub> |               |                   |                     |       | -56082              | -8791    |
| b <sub>86</sub> |               |                   |                     |       | -220104             | 4659     |
| b <sub>87</sub> |               |                   |                     |       | -56626              | 7126     |
| b <sub>88</sub> |               |                   |                     |       | 134826              | -732     |
| b <sub>89</sub> |               |                   |                     |       | 101135              | -4687    |
| b <sub>90</sub> |               |                   |                     |       | -50629              | -976     |
| b <sub>91</sub> |               |                   |                     |       | -94192              | 2551     |
| b <sub>92</sub> |               |                   |                     |       | -7546               | 1339     |
| b <sub>93</sub> |               |                   |                     |       | 61387               | -1103    |
| b <sub>94</sub> |               |                   |                     |       | 33460               | -1085    |

表 7-5. FIR フィルタ係数 (続き)

| 係数               | STAGE 1       | STAGE 2           | STAGE 3             |      | STAGE 4             |      |
|------------------|---------------|-------------------|---------------------|------|---------------------|------|
|                  | SCALE = 1/512 | SCALE = 1/8388608 | SCALE = 1/134217728 |      | SCALE = 1/134217728 |      |
|                  | 線形位相          | 線形位相              | 線形位相                | 最小位相 | 線形位相                | 最小位相 |
| b <sub>95</sub>  |               |                   |                     |      | -25549              | 314  |
| b <sub>96</sub>  |               |                   |                     |      | -34123              | 681  |
| b <sub>97</sub>  |               |                   |                     |      | 348                 | 16   |
| b <sub>98</sub>  |               |                   |                     |      | 22008               | -349 |
| b <sub>99</sub>  |               |                   |                     |      | 10620               | -96  |
| b <sub>100</sub> |               |                   |                     |      | -8280               | 144  |
| b <sub>101</sub> |               |                   |                     |      | -10663              | 78   |
| b <sub>102</sub> |               |                   |                     |      | -266                | -46  |
| b <sub>103</sub> |               |                   |                     |      | 7419                | -42  |
| b <sub>104</sub> |               |                   |                     |      | 6692                | 9    |
| b <sub>105</sub> |               |                   |                     |      | 2481                | 16   |
| b <sub>106</sub> |               |                   |                     |      | -75                 | 0    |
| b <sub>107</sub> |               |                   |                     |      | -432                | -4   |
| b <sub>108</sub> |               |                   |                     |      | -132                | 0    |
| b <sub>109</sub> |               |                   |                     |      | 0                   | 0    |

図 7-15 は、 $0.375 \times f_{\text{DATA}}$  までの FIR パスバンド周波数応答を、 $\pm 0.003\text{dB}$  のパスバンドリップルで示しています。図 7-16 は、 $0\text{Hz}$  から  $f_{\text{DATA}}$  までの、パスバンド、遷移バンド、ストップバンドの性能を示します。このフィルタは、ナイキスト周波数において  $-135\text{ dB}$  のストップバンド減衰となるように設計されています。

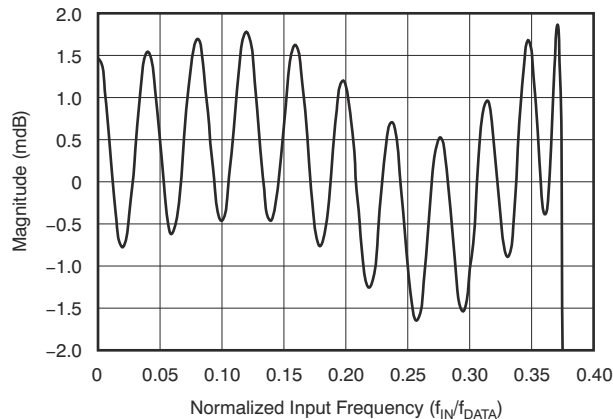


図 7-15. FIR フィルタのパスバンド応答

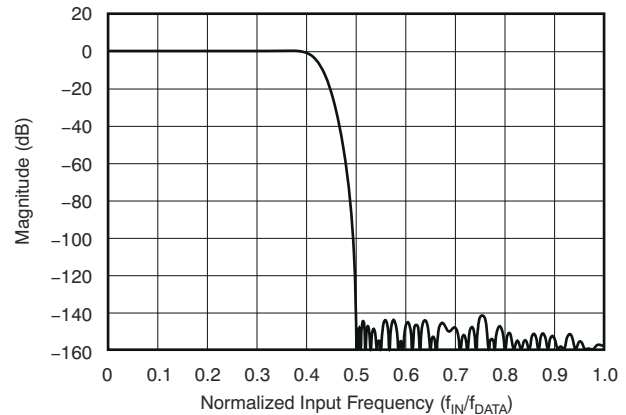


図 7-16. FIR フィルタの遷移帯域応答

多くのサンプリングシステムと同様に、このフィルタ応答は変調器のサンプルレート ( $f_{\text{MOD}}$ ) の整数倍の周波数で繰り返されます。フィルタ応答は、周波数  $N \times f_{\text{MOD}} \pm f_0$  で、ここで  $N = 1, 2, \dots$ 、 $f_0$  はフィルタのパスバンド周波数において繰り返されます。これらの周波数がフィルタリングされていない場合や信号に存在する場合は、パスバンドにフォールドバック (またはエイリアス) してエラーを引き起こします。ローパス入力フィルタにより、エイリアシング誤差を低減できます。多くのジオホンに一般的な帯域制限された信号では、PGA 出力の 1 極フィルタでエイリアシング周波数を抑制できます。

### 7.3.6.3 グループ遅延とステップ応答

FIR フィルタは、線形フィルタと最小位相フィルタのオプションを提供します。リニアおよび最小位相フィルタのパスバンド、遷移バンド、ストップバンドの応答は同じですが、位相応答とステップ応答の動作が異なります。

#### 7.3.6.3.1 線形位相応答

線形位相フィルタは、入力から出力までの遅延がすべての入力周波数にわたって一定である (すなわち、一定の群遅延) 独自の特性を持っています。一定遅延特性は入力信号の性質 (インパルスまたはスイープトーン) に依存しないため、位

相は周波数全体で線形であるため、マルチトーン信号を解析する際に重要なことがあります。ただし、[図 7-17](#) に示すように、線形位相フィルタでは、最小位相よりもグループ遅延は長くなります。線形フィルタと最小フィルタのどちらの場合でも、ステップ入力の変化が発生してから 62 回の変換後に、完全に安定したデータが得られます。

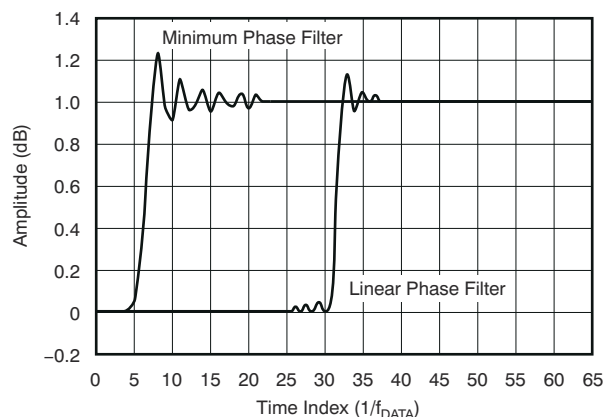


図 7-17. FIR ステップ応答

#### 7.3.6.3.2 最小位相応答

最小位相フィルタにより、フィルタ入力からフィルタ出力までのデータの短いグループ遅延が得られます。最小および線形位相フィルタのグループ遅延を、[図 7-18](#) に示します。最小位相フィルタのグループ遅延は、信号周波数の関数です。[CONFIG0 レジスタ](#)の PHASE ビットは、フィルタの位相を設定します。

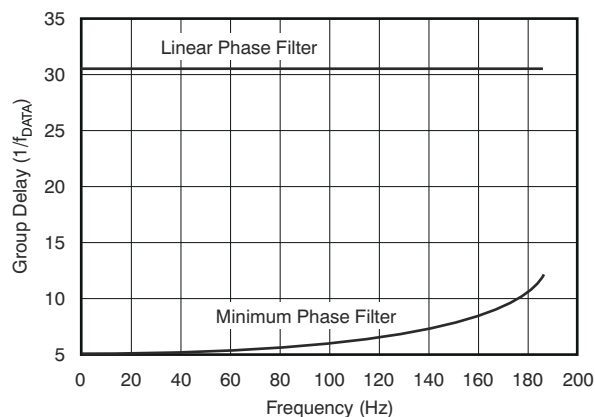


図 7-18. FIR グループ遅延 ( $f_{DATA} = 500SPS$ )

#### 7.3.6.4 HPF ステージ

デジタルフィルタの最後の段はハイパスフィルタ (HPF) です。ハイパスフィルタは、1 次の IIR フィルタとして実装されています。ハイパスフィルタは、データから dc 成分や低周波を除去します。HPF は、[CONFIG0 レジスタ](#)の FILTR[1:0] ビットを 11b に設定することで有効になります。

式 4 には、このフィルタの  $z$  領域での伝達関数が示されています：

$$H(z) = \frac{2-a}{2} \frac{1-z^{-1}}{1-(1-a)z^{-1}} \quad (4)$$

ここで

$$a = \frac{2\sin(\omega_N)}{\cos(\omega_N) + \sin(\omega_N)}$$

- $\omega_N = \pi \times f_C / f_{DATA}$  (正規化されたコーナー周波数、ラジアン)
- $f_C$  = コーナー周波数 (Hz)
- $f_{DATA}$  = 出力データレート (Hz)

コーナー周波数プログラミングは  $f_{DATA}$  の関数であることに注意してください。式 5 に示すように、HPF1、HPF0 レジスタに書き込まれる値は  $a$  で、式  $4 \times 2^{16}$  で計算されます。

$$HPF[15:0] = a \times 2^{16} \quad (5)$$

表 7-6 に、ハイパス フィルタのプログラミング例を示します。

表 7-6. ハイパス フィルタの値の例

| HPF[15:0] | $f_C$ (Hz) | $f_{DATA}$ (SPS) |
|-----------|------------|------------------|
| 0332h     | 0.5        | 250              |
| 0332h     | 1.0        | 500              |
| 019Ah     | 1.0        | 1000             |

HPF は、ハイパス機能を実行するためにデータを蓄積します。入力に dc ステップ変化が加わった後のアナログ HPF の動作と同様に、このフィルタも信号から dc 成分を除去するためにデータを蓄積する時間が必要になります。コーナー周波数が低いほど、フィルタの安定性は長くなります。

HPF セトリング時間を短縮するために、オフセット レジスタは HPF アキュムレータのシート値として使用されます。アキュムレータには、HPF 状態がディスエーブルからイネーブルに変更されるたびに、オフセットレジスタがロードされます。オフセットレジスタには、推定値をあらかじめ設定することも、dc レベルが分かっている場合は較正済みの値を設定することもできます。精度を向上させるためには、オフセット値を  $GAIN[3:0] / 400000h$  の逆数でスケールリングします。HPF が有効化されている場合、通常のオフセット動作は無効化されます。

HPF アキュムレータを OFFSET[2:0] レジスタで初期化する場合：

1. HPF をディスエーブルにします。
2. 希望する値を OFFSET[2:0] レジスタに書き込みます。
3. HPF をイネーブルにします。OFFSET[2:0] は HPF のデータ アキュムレータにロードされます。
4. HPF は、信号からの残りの dc 値を追跡します。

その後に OFFSET[2:0] レジスタへ書き込みを行っても無視されます。OFFSET[2:0] レジスタの内容を HPF に再ロードするには、HPF を無効化し、再度有効化します。

### 7.3.7 クロック入力

動作にはクロック信号が必要です。クロック信号は、高電力モードおよび中電力モードでは  $f_{CLK} = 8.192MHz$ 、低電力モードでは  $4.096MHz$  の CLK ピンに印加されます。多くの高精度データ コンバータと同様、本デバイスでもデータシートどおりの性能を得るには低ジッタのクロックが必要です。R-C クロック発振器は使用しないでください。水晶振動子ベースのクロック ソースを推奨します。クロック信号のリンギングを防ぐため、クロック用の PCB 配線に直列抵抗を入れてソース終端します。クロック信号は、他のクロック信号、入力ピン、アナログ部品から遠ざけて配線してください。

### 7.3.8 GPIO

ADC には 2 本の汎用 I/O (GPIO) ピンがあり、デジタル入出力として使用できます。GPIO の電圧レベルは、IOVDD および DGND です。図 7-19 に GPIO のブロック図を示します。

GPIO は、GPIO レジスタによってプログラムされます。GPIO は、GPIOx\_DIR ビットによって、入力または出力としてプログラムされます。GPIO の状態は、GPIOx\_DAT ビットで読み書きされます。出力としてプログラムされている場合、



GPIOx\_DAT ビットを読み出すと、以前に書き込まれたレジスタビット値が返されます。GPIO を使用しない場合は、ピンがフローティングにならないように、プルダウン抵抗で GPIO を終端します。

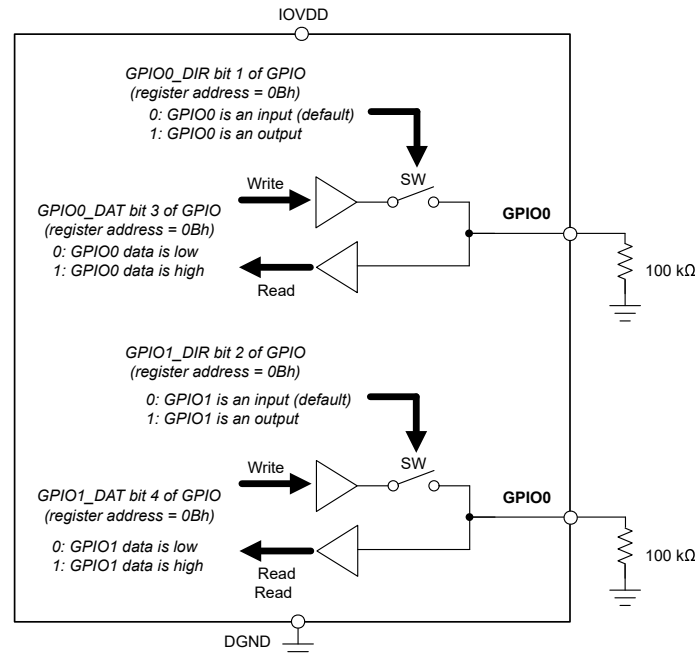


図 7-19. GPIO 動作

## 7.4 デバイスの機能モード

### 7.4.1 電力モード

電力消費とダイナミックレンジの間でトレードオフを取るため、三つの電力と分解能モードがあります。モードは、高電力、中電力、低電力です。ノイズ性能の詳細については、[ノイズ性能](#) セクションを参照してください。[CONFIG0 レジスタ](#)の MODE [1:0] ビットにより、電力モードが選択されます。低電力モードでのクロック周波数は 4.096MHz (ハーフスピードクロック) であるため、出力データレートも同様に半分にスケールされます。

### 7.4.2 パワーダウンモード

パワーダウンは、 $\overline{\text{PWDN}}$  ピンを low にするか、またはソフトウェア制御によって、スタンバイ コマンドを送信することで開始されます。パワーダウンを終了するには、 $\overline{\text{PWDN}}$  を high にするか、ウェークアップ コマンドを送信して、ソフトウェアのパワーダウンを終了します (クロックは動作中)。パワーダウンではアナログ回路がディスエーブルになりますが、デジタル LDO (CAPD ピン) はバイアスされたままで、IOVDD から小さなバイアス電流が流れます。これに対し、ソフトウェアのパワーダウンでは IOVDD バイアス電流が大きくなります。どちらのパワーダウンモードでも、デジタル出力の ac 信号は停止しますが、high または low に駆動されたままになります。デジタル入力をフローティングにすることはできません。フローティングにしないと、IOVDD 電源からリーク電流が流れる可能性があります。パワーダウン時にクロックが中断された場合は、ADC をリセットします。パワーダウン時に同期が失われるため、ADC を再同期します。

### 7.4.3 リセット

ADC は、パワーオンリセット (POR)、 $\overline{\text{RESET}}$  ピン、RESET コマンドの 3 つの方法でリセットされます。パワーオンリセットは、電源の電圧が対応するスレッシュホルドを超えると発生します。詳しくは、[パワーアップ時のスイッチング特性](#) を参照してください。ピンで ADC をリセットするには、2 つ以上の  $f_{\text{CLK}}$  サイクルにわたって  $\overline{\text{RESET}}$  を low に駆動し、リセットのために high に戻ります。コマンドにより、リセットは、リセット コマンドの SCLK の 8 番目の立ち上がりエッジの後の、次の  $f_{\text{CLK}}$  の立ち上がりエッジで有効になります。リセット時に、フィルタが再起動され、ユーザレジスタはデフォルトにリセットされます。リセットのタイミングを、[図 5-5](#) に示します。



#### 7.4.4 同期

ADC は SYNC ピンまたは SYNC コマンドによって同期され、デジタル フィルタのサイクルが再スタートします。ピンによる同期は、SYNC が CLK の立ち上がりエッジで High にされた後、次の CLK の立ち上がりエッジで発生します。同期コマンドによる同期は、コマンドの 8 番目のビットの後の CLK の立ち上がりエッジで発生します。

次の結果、同期が失われます：

- 電源投入サイクル時、ADC リセット時、またはハードウェア / ソフトウェアのパワーダウン モードに入ったとき
- 次のモードが変更されます：
  - DR[2:0] (データレート)
  - PHASE (フィルタ位相)
  - MODE[1:0] (電力モード)
  - SYNC (同期モード)
  - SRC[1:0] (サンプル レート コンバータの有効 / 無効)

同期制御モードには、パルス同期と連続同期の 2 つがあります。同期モードは、ID/SYNC レジスタの同期ビットによってプログラムされます。

##### 7.4.4.1 パルス同期モード

パルス同期モードは、同期の立ち上がりエッジで ADC を無条件に同期します。同期が行われると、内部フィルタ メモリがリセットされ、 $\overline{\text{DRDY}}$  が high になり、フィルタ サイクルが再開されます。デジタル フィルタをセトリングするため、以下の 63  $\overline{\text{DRDY}}$  期間はディスエーブルされます。変換データの準備が完了すると、 $\overline{\text{DRDY}}$  は low になります。同期のタイミングの詳細については、図 5-4 を参照してください。

##### 7.4.4.2 連続同期モード

連続同期モードでは、SYNC ピンに連続クロック信号を受け取ることができます。ADC は、同期クロック信号の周期を  $\overline{\text{DRDY}}$  信号の  $N$  周期と比較し、再同期を認定します。最初に、最初の同期の正のエッジが ADC を同期します。再同期は、SYNC の立ち上がりエッジ間の時間が、 $N$  個分の  $\overline{\text{DRDY}}$  期間に対して、少なくとも  $\pm 1$  サイクル分の  $f_{\text{CLK}}$  のずれが生じた場合にのみ発生します。ここで、 $N = 1, 2, 3$  です。それ以外の場合、同期クロック周期は既存の  $\overline{\text{DRDY}}$  パルスと同期しているため、再同期は行われません。サンプル レート コンバータがイネーブルの場合、連続同期モードは使用できないことに注意してください。

同期後、 $\overline{\text{DRDY}}$  はパルスを継続しますが、デジタル フィルタを安定させるために、データは 63 のデータ期間にわたって Low に保持されます。 $\overline{\text{DRDY}}$  の動作については、図 5-4 を参照してください。デジタル フィルタの初期遅延のため、同期入力信号と  $\overline{\text{DRDY}}$  パルスはオフセット時間を示します。オフセット時間は、データレートの関数で表されます。

#### 7.4.5 サンプル レート コンバータ

サンプル レート コンバータ (SRC) は、SRC レジスタに書き込まれた補正係数で設定される新しいレートで変調器データを再サンプリングし、クロック周波数の誤差を補正します。周波数補償範囲は、分解能 7.45ppb ( $1/2^{27}$ ) で  $\pm 244\text{ppm}$  です。

クロック周波数誤差は、SCR0 および SRC1 レジスタに値を書き込むことで補償されます。レジスタ値は、正と負の周波数誤差補償のための 2 の補数形式です。レジスタの値が正の場合、データ レート周波数は低下します (周期は長くなります)。新しいデータレートの周波数は、 $\overline{\text{DRDY}}$  信号の周波数によって観測されます。

周波数補償の値の例を、表 7-7 に示します。8000h はサンプル レート コンバータを無効化します。0000h は補償なしでデータを通過させますが、SYNC 入力の遅延時間から  $\overline{\text{DRDY}}$  パルスへの  $8/f_{\text{CLK}}$  遅延を追加します。

**表 7-7. SRC の値の例**

| SRC[15:0] 値 | 補償係数   |
|-------------|--|
| 7FFFh       | $(1 - 32,767 / 2^{27}) \times f_{\text{DATA}}$ |
| 0001h       | $(1 - 1 / 2^{27}) \times f_{\text{DATA}}$      |
| 0000h       | $1 \times f_{\text{DATA}}$                     |

表 7-7. SRC の値の例 (続き)

| SRC[15:0] 値 | 補償係数   |
|-------------|--|
| FFFFh       | $(1 + 1 / 2^{27}) \times f_{\text{DATA}}$      |
| 8001h       | $(1 + 32,767 / 2^{27}) \times f_{\text{DATA}}$ |
| 8000h       | $1 \times f_{\text{DATA}}$ (SRC 無効)            |

サンプル レート コンバータを有効または無効にした後、ADC を再同期します。SRC はデジタル機能なので、動作はエラーなしで確定的です。SRC のトリム値は、一度にまとめて書き込むことも、周波数の段階的な変化を最小限に抑えるために目標値まで少しずつ書き込むこともできます。マルチバイト コマンド動作を使用して SRC レジスタに書き込み、DRDY 立ち下がりエッジの前に 256 CLK サイクルの書き込み動作を完了します。この手順では、バイトが内部処理される前に、上位バイトと下位バイトを同時にロードします。詳しくは、[図 5-7](#) を参照してください。

#### 7.4.6 オフセットおよびゲインの較正

ADC には、オフセット誤差とゲイン誤差を補正するための較正レジスタが組み込まれています。[式 6](#) および [図 7-20](#) に示されているように、24 ビットのオフセット値 (OFFSET[23:0]) は、24 ビットのゲイン値 (GAIN[23:0]) で乗算され (400000h で割られる) 前に、フィルタ データから減算されます。最終的な出力を得るため、データは 32 ビットにクリッピングされます。ハイパス フィルタが有効化されると、オフセット動作はバイパスされます。

$$\text{Output} = (\text{Input} - \text{OFFSET}[23:0]) \cdot \frac{\text{GAIN}[23:0]}{400000\text{h}} \quad (6)$$

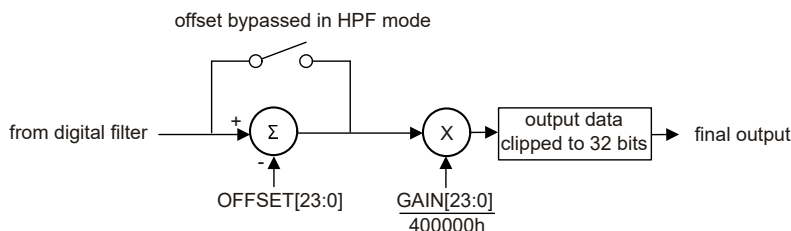


図 7-20. 較正のブロック図

##### 7.4.6.1 OFFSET レジスタ

オフセット補正は 24 ビット ワードで、3 つの 8 ビット レジスタ (上位アドレスは MSB) で構成されます。オフセット値は左揃えされ、32 ビットのデータに合わせて調整されます。オフセット値は 2 の補数形式で符号化されており、最大の正値は 7FFFFFFh、最大の負値は 800000h です。オフセットは変換データから減算されます。[表 7-8](#) を参照してください。オフセット誤差は、入力短絡のマルチプレクサ オプションを用いたオフセット校正コマンドで補正するか、ショート入力 of ADC データを収集してその値をレジスタに書き込むことで補正します。

オフセット補正の範囲は - FS から FS ですが、オフセット補正とゲイン補正の合計は較正されていない範囲の 106% を超えないようにする必要があります。

ハイパス フィルタを有効化すると、オフセット補正が無効化されます。ハイパス フィルタのセトリング時間を短縮するための開始値として、代わりにオフセット値を使用しています。オフセット値を HPF にリロードするには、ハイパス フィルタディスエーブルしてから再度イネーブルします。詳細については、「[HPF ステージ](#)」セクションを参照してください。

表 7-8. オフセット較正值

| OFFSET[31:0] | 較正済み出力コード <sup>(1)</sup> |
|--------------|--------------------------|
| 00007Fh      | FFFF8100h                |
| 000000h      | 00000000h                |
| FFFF7Fh      | 00008100h                |

(1) オフセット誤差がない理想的なコード値。

#### 7.4.6.2 GAIN レジスタ

ゲイン補正は 24 ビットワードによって行われ、3 つの 8 ビットレジスタ (上位アドレス = MSB) で構成されます。ゲイン値は 24 ビットで、ストレート バイナリで符号化されており、GAIN[23:0] が 400000h のときに 1.0 へ正規化されます。較正信号が適用された場合、ゲイン較正コマンド、または ADC データを収集して計算された値をゲインレジスタに書き込むことで、ゲイン誤差が較正されます。表 7-9 には、GAIN[23:0] レジスタ値の例が示されています。ゲイン値の範囲は 1 より大きくても小さくても構いませんが、オフセット補正とゲイン補正の合計は、未校正レンジの 106% を超えてはなりません。

**表 7-9. ゲイン較正值**

| GAIN[31:0] | ゲイン補正係数 |
|------------|---------|
| 433333h    | 1.05    |
| 400000h    | 1.00    |
| 3CCCCCh    | 0.95    |

#### 7.4.6.3 較正手順

ADC 較正は、ADC 較正コマンドを使用して、または手動較正を実行して実行できます。較正手順は以下のとおりです：

- 較正のために、PGA もしくはバッファ動作、入力チャネル、そして PGA のゲイン条件を選択します。
- オフセットレジスタ = 000000h、GAIN レジスタ = 400000h をプリセットします。
- オフセット較正のため、ハイパスフィルタを無効化します。システムへの入力を短絡するか、入力マルチプレクサを使用して入力短絡を行えるようにします。システムレベルの入力短絡が発生すると、より正確な較正が可能です。入力が安定したら、OFSCAL コマンドを送信するか、手動較正を実行します。
  - OFSCAL コマンド。コマンドが送信された後、 $\overline{\text{DRDY}}$  は 81 変換時間後に Low に駆動され、較正が完了したことを示します。オフセットレジスタは、新しい較正值に更新されます。図 7-21 に示すように、最初のデータ出力では新しいオフセット値が使用されます。
  - 手動較正。デジタルフィルタが安定するまで、少なくとも 64 回の変換を待ち、その後、複数のデータポイントを平均化して較正精度を向上させます。24 ビット オフセットレジスタに値を書き込みます。
- ゲイン較正電圧を印加します。入力が安定したら、GANCAL コマンドを送信するか、手動較正を実行します。
  - GANCAL コマンド。正の dc フルスケール較正電圧を印加します。コマンドが送信された後、 $\overline{\text{DRDY}}$  は 81 変換時間後に Low に駆動され、較正が完了したことを示します。ADC は、印加された較正信号とフルスケールコードが等しくなるようにゲインを計算します。図 7-21 に示すように、最初のデータ出力は新しいゲイン値を使用します。
  - 手動較正。サンプルレートと同期した交流信号、またはフルスケールよりわずかに低い直流較正信号 (たとえばゲイン = 1 の場合は 2.4V) を印加します。較正信号をフルスケールレンジ未満に使用すると、較正が不正確になるような出力コードのクリッピングを防ぐことができます。デジタルフィルタが安定するまで 64 回の変換を待ち、その後、複数のデータポイントを平均して較正精度を向上させます。ac 信号の較正では、いくつかのコヒーレント信号周期を使用して RMS 値を計算します。

式 7 は手動較正のゲイン値を計算します。

$$\text{GAIN}[23:0] = 400000h \cdot \frac{\text{Expected Output Code}}{\text{Actual Output Code}} \quad (7)$$

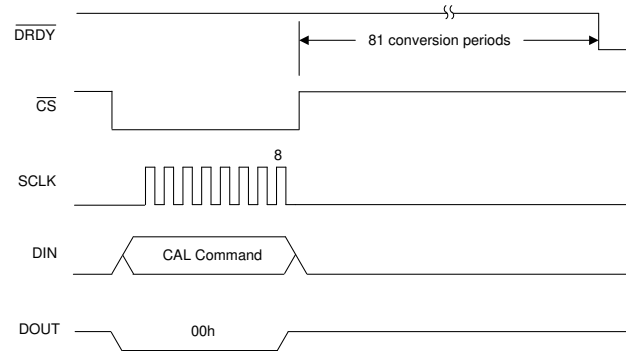


図 7-21. 校正コマンド

## 7.5 プログラミング

### 7.5.1 シリアル インターフェイス

変換データは、SPI 互換のシリアル インターフェイスを介して読み取られ、ADC 構成が行われます。インターフェイスは次の 4 つの信号で構成されています： $\overline{CS}$ 、SCLK、DIN、DOUT。 $\overline{DRDY}$  は、変換データの準備が完了すると Low になります。シリアル インターフェイスはパッシブ (ペリフェラル モード) で、シリアル クロック (SCLK) が入力です。この ADC は SPI モード 0 (CPOL = 0, CPHA = 0) で動作します。モード 0 では、SCLK はアイドル時に Low で、データは SCLK の立ち下がりエッジで更新され、SCLK の立ち上がりエッジで読み取られます。

#### 7.5.1.1 チップ セレクト ( $\overline{CS}$ )

$\overline{CS}$  はアクティブ Low 入力で、シリアル インターフェイスの通信をイネーブルします。通信フレームは  $\overline{CS}$  を low にすると開始され、 $\overline{CS}$  を high にすると終了します。フレームごとに 1 つのコマンドしか許可されないため、コマンド間で  $\overline{CS}$  を切り替えます。コマンドが完了する前に  $\overline{CS}$  を high にすると、動作がリセットされ、それ以上の SCLK 入力はブロックされます。 $\overline{CS}$  high は、DOUT を高インピーダンス状態に強制します。 $\overline{DRDY}$  は、 $\overline{CS}$  の状態にかかわらずアクティブ出力です。

#### 7.5.1.2 シリアル クロック (SCLK)

SCLK は、ADC からデータを出し入れするためのシリアル クロック入力です。ADC は、SCLK の立ち上がりエッジで DIN データをラッチします。DOUT のデータは、SCLK の立ち下がりエッジでシフトアウトされます。アクティブでないときは、SCLK を Low に保ちます。SCLK ピンはシュミットトリガ入力で、SCLK ノイズへの感度を低下させます。ただし、データが誤ってシフトされるのを防ぐため、SCLK 信号はできるだけノイズのない状態に保ちます。

#### 7.5.1.3 データ入力 (DIN)

DIN は、ADC にデータを入力するために使用されます。DIN のデータは、SCLK の立ち上がりエッジでラッチされます。

#### 7.5.1.4 データ出力 (DOUT)

DOUT はデータ出力ピンです。データは SCLK の立ち下がりエッジでシフトアウトされ、立ち上がりエッジでホスト側にラッチされます。 $\overline{CS}$  が low ( $\overline{DRDY}$  low) に駆動されたとき、変換データの MSB は DOUT であるため、データの MSB は SCLK の最初の立ち上がりエッジで読み取られます。ピンの負荷容量を減らすため、パターン長を最短にします。PCB パターンのインピーダンスを終端するため、ピンの近くに直列終端抵抗を配置します。 $\overline{CS}$  を high にすると、DOUT は強制的に高インピーダンス状態になります。

#### 7.5.1.5 データ準備完了 ( $\overline{DRDY}$ )

$\overline{DRDY}$  は、変換データの準備が完了したことを示すアクティブ Low 出力です。 $\overline{DRDY}$  は、 $\overline{CS}$  の状態にかかわらずアクティブです。 $\overline{DRDY}$  は、データの読み取り中かコマンドが入力されているかにかかわらず、SCLK の最初の立ち下がりエッジで high に駆動されます。図 7-22 に示すように、データが取得されない場合、 $\overline{DRDY}$  パルスは  $8 f_{CLK}$  周期にわたって high になります。

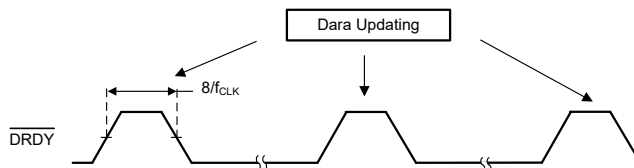


図 7-22. データ取得なしの  $\overline{\text{DRDY}}$

## 7.5.2 変換データの形式

表 7-10 に示すように、変換データは 32 ビットの 2 の補数形式でコード化され、正と負の値を表します。必要なら、 $\overline{\text{CS}}$  を high にすることで、データ読み取り動作を 24 ビットに短縮できます。Sinc フィルタによるデータのスケールリングは、 $V_{\text{REF}}$  の値と、PGA 動作かバッファ動作かによって決まります。

表 7-10. 出力データ フォーマット

| $V_{\text{IN}}$ (V)  | 変換コード <sup>(1)</sup>                            |                                 |                                   |                               |
|--|---|---------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
|  | FIR フィルタ  | SINC フィルタ <sup>(2)</sup>        |                                   |                               |
|  | $V_{\text{REF}} = 2.5\text{V}$ , 4.096V, または 5V | $V_{\text{REF}} = 2.5\text{ V}$ | $V_{\text{REF}} = 4.096\text{ V}$ | $V_{\text{REF}} = 5\text{ V}$ |
| $\geq 2.5\text{V} \times (2^{31} - 1) / 2^{31} / \text{ゲイン}$ | 7FFFFFFFh                                       | 3FFFFFFFh                       | 3A980000h                         | 30000000h                     |
| $2.5\text{V} / (\text{ゲイン} \times (2^{31} - 1))$             | 00000001h                                       | <00000001h                      | <00000001h                        | <00000001h                    |
| 0  | 00000000h                                       | 00000000h                       | 00000000h                         | 00000000h                     |
| $-2.5\text{V} / (\text{ゲイン} \times 2^{31})$                  | FFFFFFFh  | >FFFFFFFh                       | >FFFFFFFh                         | >FFFFFFFh                     |
| $\leq -2.5\text{ V} / \text{ゲイン}$                            | 80000000h                                       | C0000000h                       | C5680000h                         | D0000000h                     |

(1) 基準電圧誤差、ノイズ、直線性、オフセット、ゲイン誤差の影響は除きます。

(2) バッファ動作時には、 $V_{\text{REF}} = 4.096\text{V}$  または  $5\text{V}$  のとき、sinc フィルタからのデータは PGA モードと比較して 66.6% スケールリングされます。OSR の値は比較的小さいため、sinc フィルタ動作では 32 ビットの完全な分解能は利用できません。過入力になると、sinc フィルタは、変調器が飽和する時点まで、定格の  $\pm$ フルスケールを超えたコード値を出力し続けます。

## 7.5.3 コマンド

表 7-11 に、ADC のコマンドを示します。ほとんどのコマンドは 1 バイトの長さです。ただし、レジスタの読み取りおよび書き込みコマンドのバイト数は、コマンドで指定されているレジスタ データの量によって異なります。

表 7-11. コマンドの説明

| ニーモニック  | タイプ | 説明   | BYTE 1 <sup>(1)</sup>                                | BYTE 2   |
|---------|-----|--|--|--|
| ウェークアップ | 制御  | スタンバイ モードまたは NOP からのウェークアップ                    | 0000 000x (00h または 01h)                              | —  |
| STANDBY | 制御  | スタンバイの開始 (ソフトウェア パワーダウン モード)                   | 0000 001x (02h または 03h)                              | —  |
| SYNC    | 制御  | 同期   | 0000 010x (04h または 5h)                               | —  |
| リセット    | 制御  | リセット   | 0000 011x (06h または 07h)                              | —  |
| RDATA   | データ | 変換データの読み取り                                     | 0001 0010 (12h)                                      | —  |
| RREG    | 登録  | アドレス <i>rrrr</i> から始まる <i>nnnn</i> レジスタを読み取ります | 0010 <i>rrrr</i> (20h + <i>rrrr</i> ) <sup>(2)</sup> | 0000 <i>nnnn</i> (00h + <i>nnnn</i> ) <sup>(3)</sup> |
| WREG    | 登録  | アドレス <i>rrrr</i> から始まる <i>nnnn</i> レジスタを書き込みます | 0100 <i>rrrr</i> (40h + <i>rrrr</i> ) <sup>(2)</sup> | 0000 <i>nnnn</i> (00h + <i>nnnn</i> ) <sup>(3)</sup> |
| OFSCAL  | 較正  | オフセット キャリブレーション                                | 0110 0000 (60h)                                      | —  |
| GANCAL  | 較正  | ゲイン較正  | 0110 0001 (61h)                                      | —  |

(1) x = 未使用。

(2) *rrrr* = レジスタ読み取りおよび書き込みコマンドの開始アドレス。

(3) *nnnn* = 読み書きするレジスタの数 - 1。たとえば、3 つのレジスタを読み出しまたは書き込みする場合は、*nnnn* = 2 です。

### 7.5.3.1 シングル バイトのコマンド

図 7-23 は、シングル バイト コマンドの一般的なフォーマットを示します (RDATA コマンドの応答バイトについては、RDATARDATA: 変換データ読み取りコマンド コマンドを参照)。



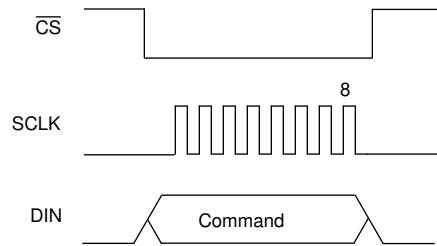


図 7-23. シングル バイトのコマンド形式

#### 7.5.3.2 ウェークアップ : ウェーク コマンド

ウェークアップ コマンドは、スタンバイ モードを終了して、通常動作を再開します。ADC にすでに電源が供給されている場合、このコマンドは動作しません (NOP)。スタンバイ モードを終了するとき、ADC を再同期する必要があります。パワーダウン モードの詳細については、[パワーダウン モード](#) セクションを参照してください。

#### 7.5.3.3 STANDBY : ソフトウェア パワーダウン コマンド

STANDBY コマンドは、ソフトウェアのパワーダウン モードに移行します。ADC は、ウェークアップ コマンドによってソフトウェア パワーダウン モードを終了します。パワーダウン モードの詳細については、[パワーダウン モード](#) セクションを参照してください。

#### 7.5.3.4 SYNC : 同期コマンド

SYNC コマンドは ADC を同期します。同期は、SYNC コマンド バイトの 8 ビット目で発生します。同期されると、現在の変換は停止され、再開されます。ソフトウェア コマンドで複数の ADC を同期するには、すべてのデバイスに同時にコマンドを送信します。コマンドを使用するときは、SYNC ピンを high にする必要があります。同期の詳細については、[同期](#) セクションを参照してください。

#### 7.5.3.5 RESET : リセット コマンド

RESET コマンドは ADC をリセットします。リセット動作の詳細については、「[リセット](#)」セクションを参照してください。

#### 7.5.3.6 データの直接読み取り

変換データを読み取るには、データの直接読み取りと、コマンドによるデータの読み取りの 2 つの方法があります。

データの直接読み取りにはコマンドは必要ありません。代わりに、 $\overline{\text{DRDY}}$  が Low に低下した後、単純に SCLK を適用してデータを読み取ります。データの直接読み取り動作を、[図 7-24](#) に示します。 $\overline{\text{DRDY}}$  が Low に低下したとき、 $\overline{\text{CS}}$  を Low にして読み取り動作を開始します。 $\overline{\text{CS}}$  が Low になると、DOUT はトリステートモードからデータ MSB の出力に遷移します。データは SCLK の立ち上がりエッジで読み取られ、SCLK の立ち下がりエッジで更新されます。 $\overline{\text{DRDY}}$  は、SCLK の最初の立ち下がりエッジで high に戻ります。32 データ ビットが読み出された後 DOUT は Low になります。新しいデータが使用可能になる前に同じデータを再度読み取るには、RDATA コマンドを使用します。

変換データを読み取るときは、DIN を low に保ちます。RDATA (読み取り変換データ) または RREG (レジスタ データの読み取り) コマンドが送信された場合、このコマンドに応答して出力データが中断されます。読み取り動作中に  $\overline{\text{DRDY}}$  が low に低下した場合、少なくとも 3 バイトの古いデータが読み取られるまで、新しいデータは失われます。

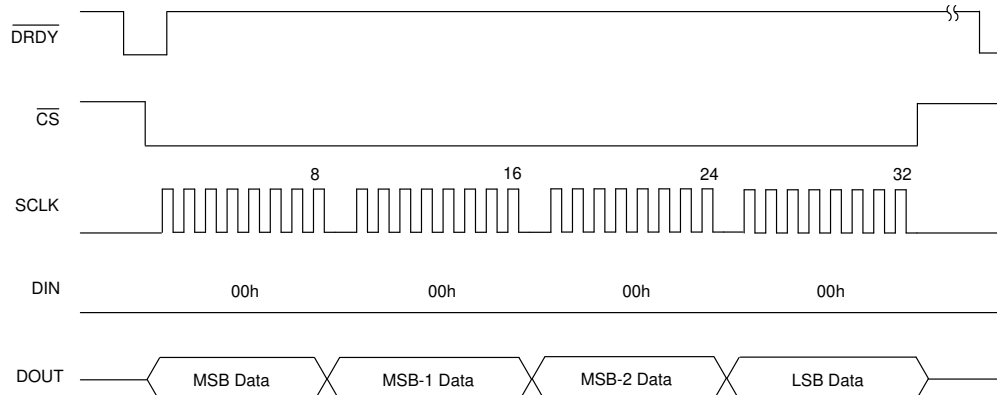


図 7-24. データの直接読み取り

#### 7.5.3.7 RDATA : 変換データ読み取りコマンド

RDATA コマンド (図 7-25) は、同じ変換期間内にデータを再読み取りする場合、またはレジスタ読み取りコマンドによって割り込みされたデータを読み取る場合に役立ちます。どちらの場合も、前の動作の最初の SCLK で  $\overline{\text{DRDY}}$  は high に駆動されるため、 $\overline{\text{DRDY}}$  は high です。 $\overline{\text{DRDY}}$  が high の場合、最初の出力バイトは 0 になり、その後にデータが続きます。Low の場合、最初の出力バイトは変換データのバイト 1 で、出力バイト 2 に対して再起動されます。

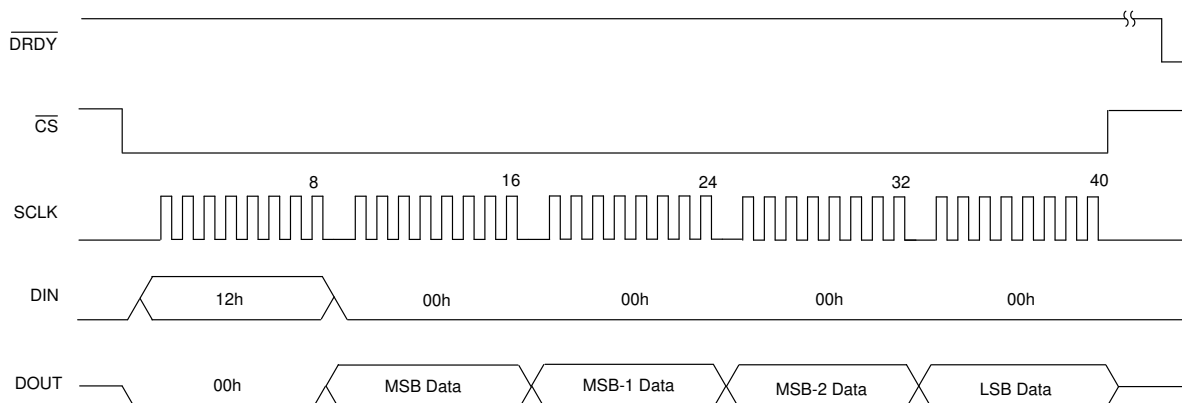


図 7-25. コマンドにより変換データを読み取り

#### 7.5.3.8 RREG : レジスタ読み取りコマンド

RREG コマンドはレジスタ データを読み取ります。このコマンドは 2 バイトで構成され、その後に指定されたレジスタ バイト数が出力されます。ADC は、コマンドのバイト 2 で指定されたレジスタ数まで、アドレスを自動的にインクリメントします。インクリメントされているアドレスはラップされません。コマンドの最初のバイトは、オペコードに読み取り開始アドレスを加えたもので、2 バイト目は読み取るレジスタ数から 1 を引いた値になります。

- 最初のコマンド バイト: 0010 rrrr。ここで rrrr は開始レジスタ アドレスです
- 2 番目のコマンド バイト: 0000 nnnn。ここで、nnnn は読み出すレジスタ数から 1 を引いた値です

レジスタ アドレス 01h から始まる 3 レジスタ読み取り動作の例を、図 7-26 に示します。最初のレジスタのデータは、SCLK の 16 番目の立ち下がりエッジで DOUT に現れます。データは SCLK の立ち上がりエッジでラッチされます。



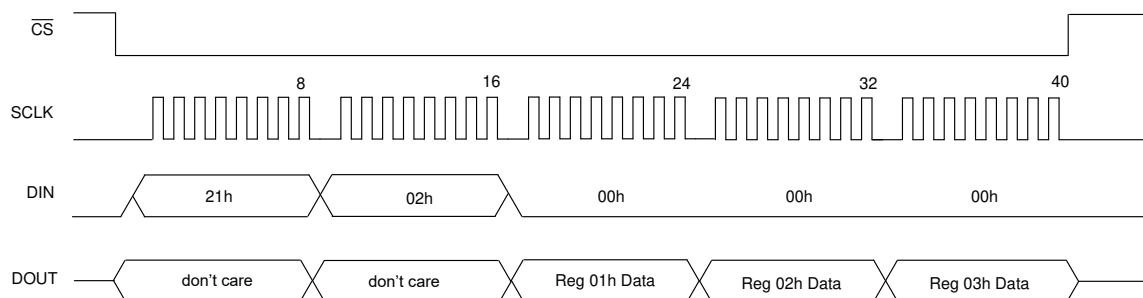


図 7-26. レジスタ データの読み取り

#### 7.5.3.9 WREG : レジスタ書き込みコマンド

WREG コマンドは、レジスタ データを書き込むために使用されます。このコマンドの後に 2 バイトのコマンドが続き、指定された数の書き込みレジスタ バイトが続きます。ADC は、コマンドで指定されたレジスタ数まで、アドレスを自動的にインクリメントします。インクリメントされているアドレスはラップされません。コマンドの最初のバイトは、オペコードに読み取り開始アドレスを加えたもので、2 バイト目は書き込むレジスタ数から 1 を引いた値になります。

最初のコマンド バイト: 0100 rrrr。ここで、rrrr は最初のレジスタの開始アドレスです。

2 番目のコマンド バイト: 0000 nnnnn。ここで、nnnn は書き込むレジスタ数から 1 を引いた値です。

データ バイト: 指定されたレジスタの数に応じて、数が異なります。

レジスタ アドレス 01h から始まる 3 レジスタ書き込み動作の例を、[図 7-27](#) に示します。

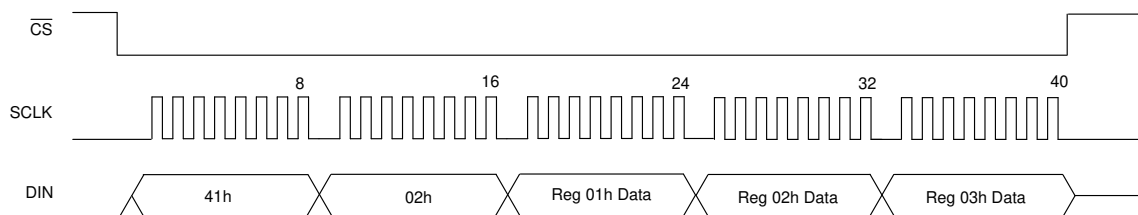


図 7-27. レジスタ データの書き込み

#### 7.5.3.10 OFSCAL : オフセット校正コマンド

OFSCAL コマンドはオフセット校正を実行します。動作の詳細については、「[校正手順](#)」セクションを参照してください。

#### 7.5.3.11 GANCAL : ゲイン校正コマンド

GANCAL コマンドはゲイン校正を実行します。動作の詳細については、「[校正手順](#)」セクションを参照してください。

## 7.6 レジスタ マップ

レジスタには、デバイスを構成するために必要な情報 (データ レート、フィルタ モード、特定のリファレンス電圧など) がすべて含まれています。このレジスタには、読み取りおよび書き込みコマンド (RREG と WREG) によってアクセスします。レジスタには個別にアクセスすることも、コマンド フィールドで指定されたレジスタの数で与えられる倍数でアクセスすることもできます。

特定のレジスタ ビットに変更を加えると、フィルタがリセットされるため、ADC を再同期する必要があります。詳細については、[同期](#) セクションを参照してください。

**表 7-12. レジスタ マップ**

| アドレス | REG LINK                | リセット      | ビット 7         | ビット 6 | ビット 5   | ビット 4     | ビット 3      | ビット 2     | ビット 1      | ビット 0 |
|------|-------------------------|-----------|---------------|-------|---------|-----------|------------|-----------|------------|-------|
| 00h  | <a href="#">ID/SYNC</a> | xxxx0000b | REVID[3:0]    |       |         |           | DEVID[2:0] |           |            | SYNC  |
| 01h  | <a href="#">CONFIG0</a> | 00010010b | MODE[1:0]     |       | DR[2:0] |           |            | PHASE     | FILTR[1:0] |       |
| 02h  | <a href="#">CONFIG1</a> | 00000000b | MUX[2:0]      |       |         | REF[1:0]  |            | GAIN[2:0] |            |       |
| 03h  | <a href="#">HPF0</a>    | 00110010h | HPF[7:0]      |       |         |           |            |           |            |       |
| 04h  | <a href="#">HPF1</a>    | 00000011b | HPF[15:8]     |       |         |           |            |           |            |       |
| 05h  | <a href="#">OFFSET0</a> | 00000000b | OFFSET[7:0]   |       |         |           |            |           |            |       |
| 06h  | <a href="#">OFFSET1</a> | 00000000b | OFFSET[15:8]  |       |         |           |            |           |            |       |
| 07h  | <a href="#">OFFSET2</a> | 00000000b | OFFSET[23:16] |       |         |           |            |           |            |       |
| 08h  | <a href="#">GAIN0</a>   | 00000000b | GAIN[7:0]     |       |         |           |            |           |            |       |
| 09h  | <a href="#">GAIN1</a>   | 00000000b | GAIN[15:8]    |       |         |           |            |           |            |       |
| 0Ah  | <a href="#">GAIN2</a>   | 01000000b | GAIN[23:16]   |       |         |           |            |           |            |       |
| 0Bh  | <a href="#">GPIO</a>    | 000xx000b | 予約済み          |       |         | GPIO1_DAT | GPIO0_DAT  | GPIO1_DIR | GPIO0_DIR  | 予約済み  |
| 0Ch  | <a href="#">SRC0</a>    | 00000000b | SRC[7:0]      |       |         |           |            |           |            |       |
| 0Dh  | <a href="#">SRC1</a>    | 10000000b | SRC[15:8]     |       |         |           |            |           |            |       |

### 7.6.1 レジスタの説明

[表 7-13](#) に、ADS1285 レジスタのレジスタアクセス コードを一覧します。

**表 7-13. ADS1285 のアクセス コード**

| アクセス タイプ | コード | 説明               |
|----------|-----|------------------|
| R        | R   | 読み出し             |
| R/W      | R/W | 読み出しまたは書き込み      |
| W        | W   | 書き込み             |
| -n       |     | リセット後の値またはデフォルト値 |

## 7.6.1.1 ID/SYNC : デバイス ID、同期レジスタ (アドレス = 00h) [リセット = xxxx0000b]

図 7-28. ID/SYNC レジスタ

| 7          | 6 | 5 | 4 | 3          | 2 | 1 | 0      |
|------------|---|---|---|------------|---|---|--------|
| REVID[3:0] |   |   |   | DEVID[2:0] |   |   | SYNC   |
| R-xxxxb    |   |   |   | R-000b     |   |   | R/W-0b |

表 7-14. ID/SYNC レジスタのフィールドの説明

| ビット | フィールド      | タイプ | リセット  | 説明  |
|-----|------------|-----|-------|---|
| 7:4 | REVID[3:0] | R   | xxxxb | 出荷時にプログラムされるダイリビジョン。<br>これらのビットは、ダイのリビジョンを示します。ダイのリビジョンは、通知なく変更される可能性があります。               |
| 3:1 | DEVID[2:0] | R   | 000b  | 出荷時にプログラムされたデバイス識別。<br>これらのビットは、ADC を識別します。<br>000b = ADS1285                             |
| 0   | SYNC       | R/W | 0b    | 同期モードの選択。<br>詳細については、 <a href="#">同期</a> セクションを参照してください。<br>0b = パルス同期モード<br>1b = 連続同期モード |

## 7.6.1.2 CONFIG0 : 構成レジスタ 0 (アドレス = 01h) [リセット = 12h]

図 7-29. CONFIG0 レジスタ

| 7         | 6 | 5        | 4 | 3 | 2      | 1          | 0 |
|-----------|---|----------|---|---|--------|------------|---|
| MODE[1:0] |   | DR[2:0]  |   |   | PHASE  | FILTR[1:0] |   |
| R/W-00b   |   | R/W-010b |   |   | R/W-0b | R/W-10b    |   |

表 7-15. CONFIG0 レジスタのフィールドの説明

| ビット | フィールド      | タイプ | リセット | 説明  |
|-----|------------|-----|------|---|
| 7:6 | MODE[1:0]  | R/W | 00b  | パワー モードの選択。<br>詳細については、 <a href="#">電源モジュール</a> セクションを参照してください。<br>00b = High<br>01b = Mid<br>10b = Low<br>11b = 予約済み   |
| 5:3 | DR[2:0]    | R/W | 010b | データ レートの選択。<br>詳細については、 <a href="#">デジタル フィルタ</a> セクションを参照してください。<br>000b = 250SPS (低消費電力モードで 125SPS)<br>001b = 500SPS (低消費電力モードで 250SPS)<br>010b = 1000SPS (低電力モードで 500SPS)<br>011b = 2000SPS (低電力モードで 1000SPS)<br>100b = 4000SPS (低電力モードで 2000SPS)<br>101b–111 b = 予約済み |
| 2   | PHASE      | R/W | 0b   | FIR フィルタの位相選択。<br>詳細については、 <a href="#">デジタル フィルタ</a> セクションを参照してください。<br>0b = 直線性位相<br>1b = 最小位相   |
| 1:0 | FILTR[1:0] | R/W | 10b  | デジタル フィルタの構成。<br>詳細については、 <a href="#">デジタル フィルタ</a> セクションを参照してください。<br>00b = 予約済み<br>01b = Sinc フィルタ出力<br>10b = FIR フィルタ出力<br>11b = FIR + IIR フィルタ出力  |

### 7.6.1.3 CONFIG1 : 構成レジスタ 1 (アドレス = 02h) [リセット = 00h]

図 7-30. CONFIG1 レジスタ

| 7        | 6 | 5 | 4        | 3 | 2         | 1 | 0 |
|----------|---|---|----------|---|-----------|---|---|
| MUX[2:0] |   |   | REF[1:0] |   | GAIN[2:0] |   |   |
| R/W-000b |   |   | R/W-00b  |   | R/W-000b  |   |   |

表 7-16. CONFIG1 レジスタのフィールドの説明

| ビット | フィールド     | タイプ | リセット | 説明   |
|-----|-----------|-----|------|--|
| 7:5 | MUX[2:0]  | R/W | 000b | 入力 MUX の選択。<br>詳細については、 <a href="#">アナログ入力</a> セクションを参照してください。<br>000b = 入力 1<br>001b = 入力 2<br>010b = 400Ω 抵抗による内部短絡<br>011b = 入力 1 および入力 2<br>100b = 予約済み<br>101b = 0Ω 抵抗による内部短絡<br>110b、111b = 予約済み |
| 4:3 | REF[1:0]  | R/W | 00b  | リファレンス電圧の動作を選択します。<br>詳細については、 <a href="#">電圧リファレンス入力</a> セクションを参照してください。<br>00b = 5V<br>01b = 4.096V<br>10b = 2.5V<br>11b = 予約済み  |
| 2:0 | GAIN[2:0] | R/W | 000b | PGA のゲイン選択。<br>詳細については、 <a href="#">PGA およびバッファ</a> セクションを参照してください。<br>000b = 1<br>001b = 2<br>010b = 4<br>011b = 8<br>100b = 16<br>101b = 32<br>110b = 64<br>111b = バッファ動作                            |

### 7.6.1.4 HPF0、HPF1 : ハイパス フィルタ レジスタ (アドレス = 03h、04h) [リセット = 32h、03h]

図 7-31. HPF0 レジスタ

| 7        | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|----------|---|---|---|---|---|---|---|
| HPF[7:0] |   |   |   |   |   |   |   |
| R/W-32h  |   |   |   |   |   |   |   |

図 7-32. HPF1 レジスタ

| 7         | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|-----------|---|---|---|---|---|---|---|
| HPF[15:8] |   |   |   |   |   |   |   |
| R/W-03h   |   |   |   |   |   |   |   |

表 7-17. HPF0、HPF1 レジスタのフィールドの説明

| ビット  | フィールド     | タイプ | リセット  | 説明   |
|------|-----------|-----|-------|--|
| 15:0 | HPF[15:0] | R/W | 0332h | ハイパス フィルタのプログラミング。<br>これらのレジスタは、ハイパス フィルタのコーナー周波数をプログラムします。詳細については、 <a href="#">HPF ステージ</a> セクションを参照してください。 |

### 7.6.1.5 OFFSET0、OFFSET1、OFFSET2 : オフセット校正レジスタ (アドレス = 05h、06h、07h) [リセット = 00h、00h、00h]

図 7-33. OFFSET0 レジスタ

|             |   |   |   |   |   |   |   |
|-------------|---|---|---|---|---|---|---|
| 7           | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| OFFSET[7:0] |   |   |   |   |   |   |   |
| R/W-00h     |   |   |   |   |   |   |   |

図 7-34. OFFSET1 レジスタ

|              |   |   |   |   |   |   |   |
|--------------|---|---|---|---|---|---|---|
| 7            | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| OFFSET[15:8] |   |   |   |   |   |   |   |
| R/W-00h      |   |   |   |   |   |   |   |

図 7-35. OFFSET2 レジスタ

|               |   |   |   |   |   |   |   |
|---------------|---|---|---|---|---|---|---|
| 7             | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| OFFSET[23:16] |   |   |   |   |   |   |   |
| R/W-00h       |   |   |   |   |   |   |   |

表 7-18. OFFSET0、OFFSET1、OFFSET2 レジスタのフィールドの説明

| ビット  | フィールド        | タイプ | リセット    | 説明  |
|------|--------------|-----|---------|---|
| 23:0 | OFFSET[23:0] | R/W | 000000h | オフセット校正。<br>これらのビットは、24 ビットのオフセット校正ワードです。形式は 2 の補数コーディングです。ADC はゲイン校正動作の前に、変換結果からオフセット値を減算します。詳細については、 <a href="#">オフセットおよびゲインの校正</a> セクションを参照してください。 |

### 7.6.1.6 GAIN0、GAIN1、GAIN2 : ゲイン校正レジスタ (アドレス = 08h、09h、0Ah) [リセット = 00h、00h、40h]

図 7-36. GAIN0 レジスタ

|           |   |   |   |   |   |   |   |
|-----------|---|---|---|---|---|---|---|
| 7         | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| GAIN[7:0] |   |   |   |   |   |   |   |
| R/W-00h   |   |   |   |   |   |   |   |

図 7-37. GAIN1 レジスタ

|            |   |   |   |   |   |   |   |
|------------|---|---|---|---|---|---|---|
| 7          | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| GAIN[15:8] |   |   |   |   |   |   |   |
| R/W-00h    |   |   |   |   |   |   |   |

図 7-38. GAIN2 レジスタ

|             |   |   |   |   |   |   |   |
|-------------|---|---|---|---|---|---|---|
| 7           | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| GAIN[23:16] |   |   |   |   |   |   |   |
| R/W-40h     |   |   |   |   |   |   |   |

表 7-19. GAIN0、GAIN1、GAIN2 レジスタのフィールドの説明

| ビット  | フィールド      | タイプ | リセット    | 説明   |
|------|------------|-----|---------|--|
| 23:0 | GAIN[23:0] | R/W | 400000h | ゲイン較正。<br>これらのビットは、24 ビットのゲイン較正ワードを形成します。ゲイン較正はストリートバイナリ形式で符号化されます。レジスタ値を 400000h ( $2^{22}$ ) で除算し、変換データを乗算します。ゲイン演算は、オフセット演算の後に発生します。詳細については、 <a href="#">オフセットおよびゲインの較正</a> セクションを参照してください。 |

#### 7.6.1.7 GPIO : デジタル入力 / 出力バレジスタ (アドレス = 0Bh) [リセット = 000xx000b]

図 7-39. GPIO レジスタ

| 7        | 6 | 5 | 4         | 3         | 2         | 1         | 0      |
|----------|---|---|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|
| 予約済み     |   |   | GPIO1_DAT | GPIO0_DAT | GPIO1_DIR | GPIO0_DIR | 予約済み   |
| R/W-000b |   |   | R/W-xb    | R/W-xb    | R/W-0b    | R/W-0b    | R/W-0b |

表 7-20. GPIO レジスタ フィールドの説明

| ビット | フィールド     | タイプ | リセット | 説明   |
|-----|-----------|-----|------|--|
| 7:5 | 予約済み      | R/W | 000b | 常に 000b を書き込みます。   |
| 4   | GPIO1_DAT | R/W | xb   | GPIO1 データ。<br>詳細については、「 <a href="#">GPIO</a> 」セクションを参照してください。<br>0b = GPIO1 は low<br>1b = GPIO1 は high |
| 3   | GPIO0_DAT | R/W | xb   | GPIO0 データ。<br>0b = GPIO0 は low<br>1b = GPIO0 は high  |
| 2   | GPIO1_DIR | R/W | 0b   | GPIO1 の方向。<br>0b = GPIO1 は入力<br>1b = GPIO1 は出力   |
| 1   | GPIO0_DIR | R/W | 0b   | GPIO0 の方向。<br>0b = GPIO0 は入力<br>1b = GPIO0 は出力   |
| 0   | 予約済み      | R/W | 0b   | 常に 0b を書き込みます。   |

#### 7.6.1.8 SRC0、SRC1 : サンプル レート コンバータ レジスタ (アドレス = 0Ch、0Dh) [リセット = 00h、80h]

図 7-40. SRC0 レジスタ

| 7        | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|----------|---|---|---|---|---|---|---|
| SRC[7:0] |   |   |   |   |   |   |   |
| R/W-00h  |   |   |   |   |   |   |   |

図 7-41. SRC1 レジスタ

| 7         | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|-----------|---|---|---|---|---|---|---|
| SRC[15:8] |   |   |   |   |   |   |   |
| R/W-80h   |   |   |   |   |   |   |   |

表 7-21. SRC0、SRC1 レジスタのフィールドの説明

| ビット  | フィールド     | タイプ | リセット  | 説明  |
|------|-----------|-----|-------|---|
| 15:0 | SRC[15:0] | R/W | 8000h | サンプル レート コンバータ。<br>これらのレジスタは、サンプル レート コンバータをプログラムします。<br>動作の詳細については、「 <a href="#">サンプル レート コンバータ</a> 」セクションを参照してください。<br>8000h = SRC 機能は無効です。 |



## 8 アプリケーションと実装

### 注

以下のアプリケーション情報は、TI の製品仕様に含まれるものではなく、TI ではその正確性または完全性を保証いたしません。個々の目的に対する製品の適合性については、お客様の責任で判断していただくことになります。お客様は自身の設計実装を検証しテストすることで、システムの機能を確認する必要があります。

### 8.1 アプリケーション情報

ADS1285 は、低消費電力の地震探査用データ取得装置向けに設計された高分解能 ADC です。性能を最適化するには、サポート回路とプリント基板 (PCB) レイアウトに特に注意する必要があります。可能な限り、マイコン、オシレータ、スイッチングレギュレータなどのノイズ源となる回路部品は、ADC の入力回路部品、基準電圧、および ADC のクロック信号から離れた場所に配置します。

### 8.2 代表的なアプリケーション

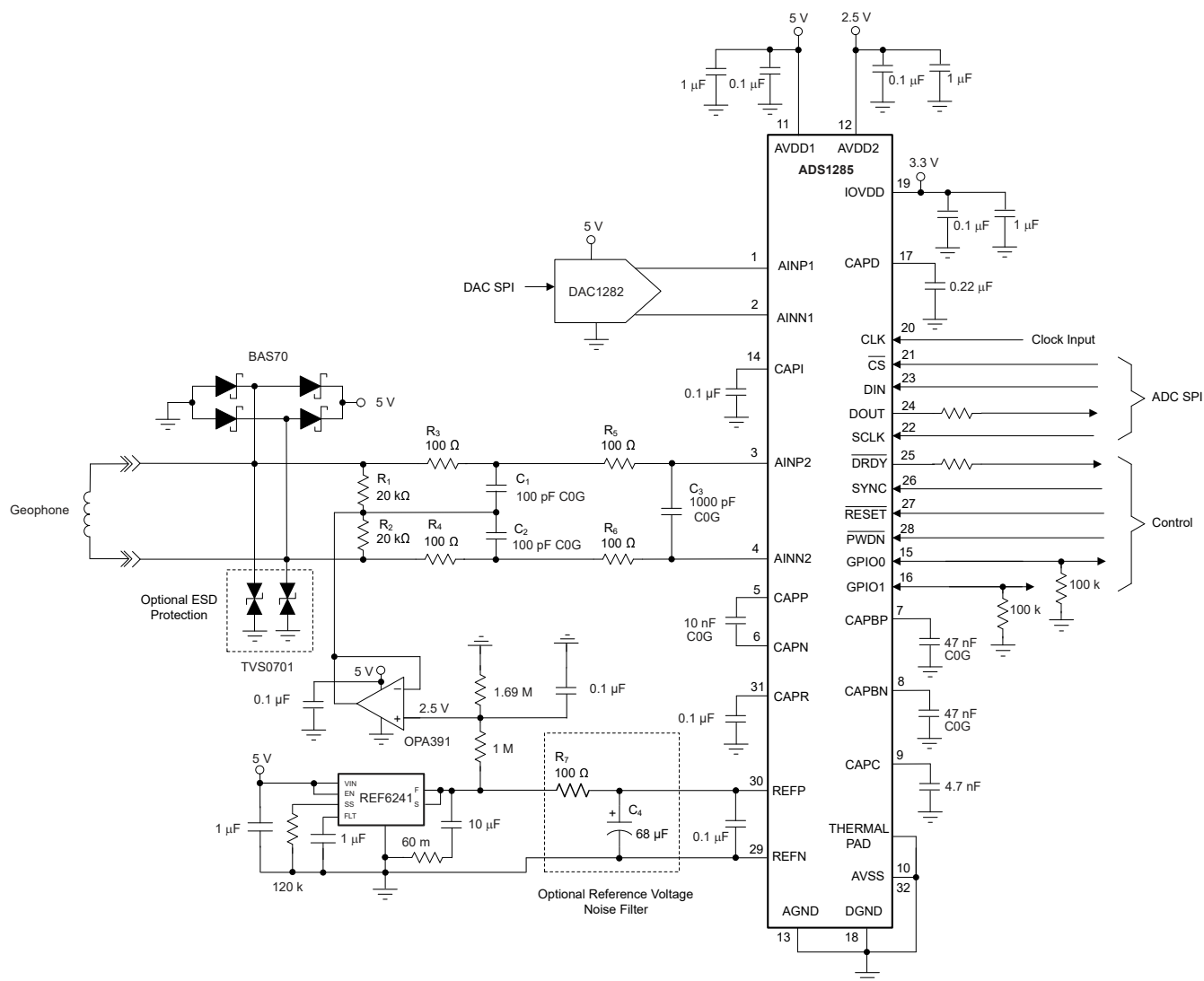


図 8-1. ジオホン入力アプリケーションの例

### 8.2.1 設計要件

図 8-1 に、ジオフォン入力回路の一般的な用途を示します。このアプリケーションでは、5V 電源と、ADC 入力に 2.5V のレベルシフト電圧が印加される ADC を示します。この評価の目的は、ソース抵抗に起因するノイズの影響を分析することです。ソース抵抗は、直列入力抵抗とジオフォン出力抵抗の合計です。

### 8.2.2 詳細な設計手順

図 8-1 に示すように、ショットキー ダイオード (BAS70 または同等品) は、電圧過負荷から ADC 入力を保護します。ADC 入力は、オプションの ESD 保護ダイオード (TVS0701) によって ESD イベントから保護されています。ジオホン信号は、入力終端抵抗 ( $R_1$  および  $R_2$ ) の共通ポイントを 2.5V に駆動することで、中電圧にレベルシフトされます。レベルシフト電圧はリファレンス電圧から生成され、OPA391 オペアンプによってバッファされます。入力終端抵抗は、ADC 入力に対する入力バイアス電流の帰路としても機能します。

入力信号は、帯域外ノイズを低減するためにフィルタ処理されます。このフィルタは、同相モードおよび差動セクションで構成されています。同相セクションでは、 $R_3$ 、 $R_4$ 、 $C_1$ 、 $C_2$  で構成される両方の入力に関連するノイズをフィルタ処理します。差動セクションは、 $R_3 \sim R_6$  と  $C_3$  で構成される差動ノイズをフィルタ処理します。これらの抵抗値は小さく保つことで、熱ノイズを低減しています。

REF6241 4.096V 電圧リファレンスを使用します。ADC は、リファレンス電圧の値と一致するようにプログラムする必要があります。 $R_7$  と  $C_3$  で構成されるオプションのノイズ フィルタは、リファレンス ノイズを低減します。抵抗  $R_7$  は、基準電圧入力のインピーダンスに起因するゲイン誤差を増大させます。

AVDD1 の電源電圧は 5V で、AVSS は AGND に接続されています。AVDD2 電圧は 2.5V で、消費電力を最小限に抑えます。IOVDD = 1.8V の場合、CAPD ピンを IOVDD に接続します。

電源ピン以外にも、特定のピンに追加のコンデンサを配置します。CAPP–CAPN、REFP–REFN の間、そして CAPBP、CAPBN、CAPI、CAPR、CAPC、CAPD の各ピンには、図 8-1 に示されている容量値のコンデンサが必要です。CAPP–CAPN、CAPBP、および CAPBN コンデンサは C0G のタイプです。

DAC1282 は、THD の性能を検証するための低歪み信号を供給し、さらに DAC1282 の dc テスト モードを使用することで、ジオフォンのインパルス応答をテストできます。ADS1285 の THD テスト性能を最適化するため、DAC1282 コンデンサ CAPP と CAPN の値を 10nF に増やします。回路の付加的な詳細については、DAC1282 データシートをご覧ください。

### 8.2.3 アプリケーション曲線

表 8-1 に、ソース抵抗 ( $R_S$ ) とデバイスの入力電流ノイズがダイナミックレンジ性能に及ぼす影響を示します。図 8-2 の入力電流ノイズ分布 ( $1.5\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$  と  $3\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$ ) から得られた、 $R_S$  と入力電流ノイズの選択値を評価します。ソース抵抗の熱雑音電圧、入力電流ノイズとソース抵抗の積、そして ADC の入力換算ノイズ電圧を、それぞれ RMS 値として加算し、総ノイズを算出します。ダイナミックレンジは、合計ノイズの結果から計算されます。

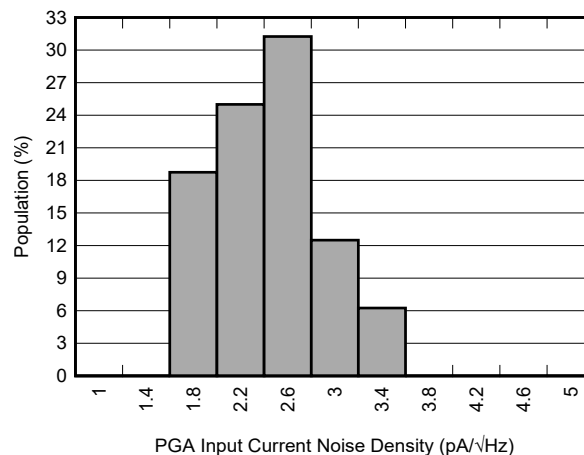


図 8-2. PGA 入力電流ノイズの分布

**表 8-1. ソース抵抗ノイズ**

| $R_S$ ( $\Omega$ ) | ゲイン | $i_n$ ノイズ ( $\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$ ) | $R_S$ ノイズ ( $\mu\text{V}$ ) | $i_n \times R_S$ ノイズ ( $\mu\text{V}$ ) | ADC セルフノイズ ( $\mu\text{V}$ ) | 合計ノイズ ( $\mu\text{V}$ ) | DR (dB) |
|--------------------|-----|--|-----------------------------|--|------------------------------|-------------------------|---------|
| 0                  | 1   | 1.5  | 0                           | 0                                      | 0.44                         | 0.44                    | 132.1   |
|                    |     | 3  |                             | 0                                      |                              | 0.44                    | 132.1   |
|                    | 16  | 1.5  |                             | 0                                      | 0.11                         | 0.11                    | 120.1   |
|                    |     | 3  |                             | 0                                      |                              | 0.11                    | 120.1   |
| 1000               | 1   | 1.5  | 0.06                        | 0.024                                  | 0.44                         | 0.445                   | 132.0   |
|                    |     | 3  |                             | 0.048                                  |                              | 0.446                   | 132.0   |
|                    | 16  | 1.5  |                             | 0.024                                  | 0.11                         | 0.127                   | 118.8   |
|                    |     | 3  |                             | 0.048                                  |                              | 0.134                   | 118.4   |
| 5000               | 1   | 1.5  | 0.13                        | 0.11                                   | 0.44                         | 0.472                   | 131.5   |
|                    |     | 3  |                             | 0.22                                   |                              | 0.508                   | 130.8   |
|                    | 16  | 1.5  |                             | 0.11                                   | 0.11                         | 0.202                   | 114.8   |
|                    |     | 3  |                             | 0.21                                   |                              | 0.277                   | 112.0   |

この分析に用いたデータは、206Hz のノイズ帯域幅 ( $f_{\text{DATA}} = 500\text{SPS}$ ) での低消費電力モード動作について示されています。PGA ゲイン = 1 の場合、5000 $\Omega$  のソース抵抗はダイナミックレンジ性能にわずかな影響を及ぼします。ただし、PGA ゲイン = 16 では、デバイスの入力電流ノイズのレベルに応じて、ダイナミックレンジ性能が  $-5\text{dB}$  から  $-8\text{dB}$  まで低下する可能性があります。1000 $\Omega$  のソース抵抗は、入力電流ノイズ密度 =  $3\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$  の場合、ゲイン = 16 で 1.6dB の低下を示します。

### 8.3 電源に関する推奨事項

ADC には、4 つの電源があります: AVDD1、AVDD2、AVSS および IOVDD。電源オプションの中では、AVDD1、AVDD2、IOVDD を単一の 3.3V 電源にまとめ、AVSS をグランドに接続することで、電源を 1 系統に減らすことができます。3.3V 動作では、リファレンス電圧が 2.5V に制限され、ゲイン = 1 の場合はバッファを使用する必要があるので注意してください。

電源はどの順序で投入してもかまいません。電源が立ち上がりパワーオン電圧スレッシュホールドを超え、クロック信号が印加されるまで、ADC はリセット状態に保持されます (電圧スレッシュホールドの詳細については、[図 5-8](#) を参照してください)。

#### 8.3.1 アナログ電源

ADC には AVDD1、AVDD2、AVSS の 3 つのアナログ電源があり、いずれも良好に安定化され、スイッチング電源ノイズ (電圧リップル < 1mV) がない状態である必要があります。AVDD1 電源電圧は AVSS を基準としており、PGA とバッファに電力を供給します。AVSS は負電源です。ADC は、AVSS をグランドに接続し、AVDD1 = 5V または 3.3V に設定することで、シングル電源動作に構成できます。AVDD1 と AGND の最小電圧差が 2.375V であるため、AVDD1 – AVSS =  $\pm 2.5\text{V}$  の場合にのみデュアル電源動作が可能です。単一電源動作には、入力終端抵抗を介したジオホン入力でのレベルシフト電圧が必要です。レベルシフト電圧は通常、AVDD1/2 と等しくなります。AVDD1 と AVSS の間に、1 $\mu\text{F}$  と 0.1 $\mu\text{F}$  のコンデンサを並列に接続してバイパスします。

AVDD2 電源は、変調器に電力を供給します。システムの電源管理を簡素化するために、AVDD1 と AVSS がシングル電源でもデュアル電源でも、AVDD2 は AVDD1 に接続できます (AVDD2 の電圧範囲は AGND に対して 2.375V ~ 5.25V)。AVDD2 と AGND の間に、1 $\mu\text{F}$  と 0.1 $\mu\text{F}$  のコンデンサを並列に接続してバイパスします。

#### 8.3.2 デジタル電源

IOVDD はデジタル電源です。IOVDD はデジタル ピンの入出力電圧であり、1.8V の低ドロップアウト レギュレータ (LDO) によってデジタル コアにも電力を供給します。LDO の出力は CAPD ピンであり、0.22 $\mu\text{F}$  のコンデンサを DGND に接続してバイパスします。CAPD 電圧出力を外部的に負荷に接続しないでください。IOVDD ピンを 1 $\mu\text{F}$  および 0.1 $\mu\text{F}$  の並列コンデンサを使用して DGND にバイパスします。

IOVDD が 1.65V ~ 1.95V の範囲内の場合は、IOVDD ピンと CAPD ピンを互いに接続します。この接続により、内部 LDO が強制的にオフになるため、IOVDD 電圧がデジタル コアに直接電力を供給するようになります。デバイスの損傷を避けるため、CAPD ピンを駆動する IOVDD の絶対最大電圧定格に注意してください。

### 8.3.3 グランド

ADC には、AGND と DGND の 2 本のグランド ピンがあります。短い直接接続を使用して、AGND ピンと DGND ピンを共に ADC で 1 つのグランド プレーンに接続します。

### 8.3.4 サーマル パッド

サーマル パッドにはデバイスの電流は流れませんが、半田付けして、最も負の電源電圧 (AVSS) に接続する必要があります。消費電力が低いため、PCB サーマル ビアを省略して、デバイスの下層にある部品のためのスペースを確保できます。

## 8.4 レイアウト

### 8.4.1 レイアウトのガイドライン

図 8-3 に、図 8-1 のジオホン入力アプリケーション例のレイアウトを示します。ほとんどの場合、アナログ部とデジタル部のグランドをつなぐ、途切れのない単一のグランド プレーンが推奨されます。4 層 PCB を使用し、内部層をグラウンド層と電源層に割り当てます。THD 性能を維持するには、抵抗の小さい電源プレーンが必要です。

グランド ノイズ結合を防止するため、ADC の REFN ピンを電圧リファレンスのグランド端子に直接接続します。同様に、まず抵抗を互いに接続してからグランドに接続することで、終端抵抗  $R_1$  と  $R_2$  の接続点の間のグランド ノイズを回避します (デュアル電源動作)。

並列で使う電源バイパス用コンデンサのうち、小さい方をデバイスの電源ピンに最も近い位置に配置します。パッケージのサーマル パッドは、負の最も近い電源電圧 (AVSS) に接続されます。図 8-3 に、単一電源動作を示します。AVSS を AGND に接続します。この場合、サーマル パッドは AGND に接続されます。デュアル電源動作の場合は、サーマル パッドを AVSS に接続します。

## 8.4.2 レイアウト例

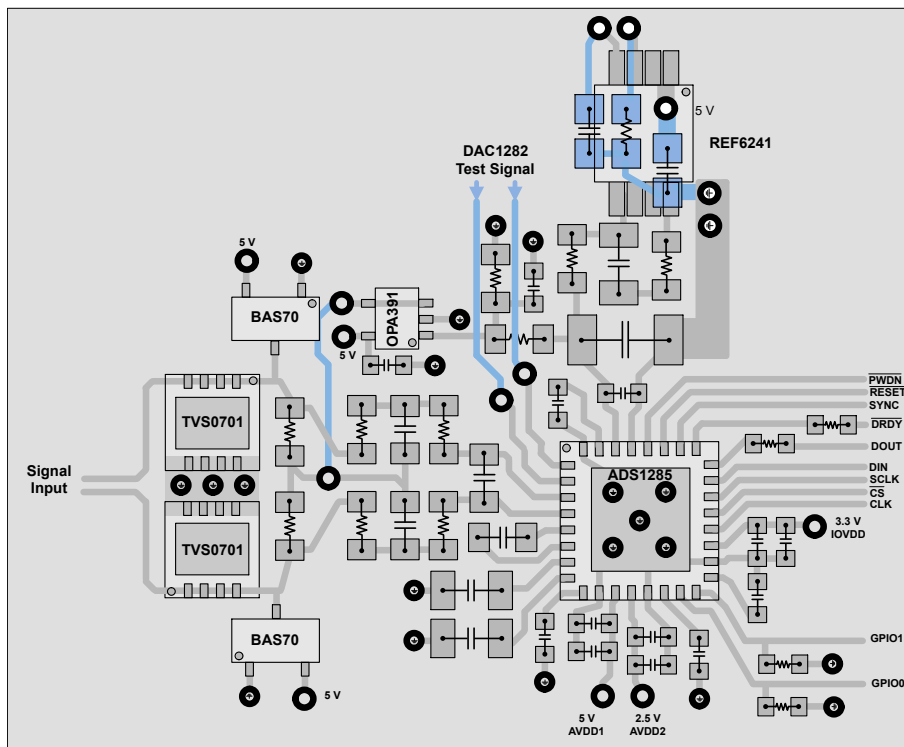


図 8-3. レイアウト例

## 9 デバイスおよびドキュメントのサポート

### 9.1 ドキュメントの更新通知を受け取る方法

ドキュメントの更新についての通知を受け取るには、[www.tij.co.jp](http://www.tij.co.jp) のデバイス製品フォルダを開いてください。[通知] をクリックして登録すると、変更されたすべての製品情報に関するダイジェストを毎週受け取ることができます。変更の詳細については、改訂されたドキュメントに含まれている改訂履歴をご覧ください。

### 9.2 サポート・リソース

テキサス・インスツルメンツ E2E™ サポート・フォーラムは、エンジニアが検証済みの回答と設計に関するヒントをエキスパートから迅速かつ直接得ることができる場所です。既存の回答を検索したり、独自の質問をしたりすることで、設計に必要な支援を迅速に得ることができます。

リンクされているコンテンツは、各寄稿者により「現状のまま」提供されるものです。これらはテキサス・インスツルメンツの仕様を構成するものではなく、必ずしもテキサス・インスツルメンツの見解を反映したものではありません。テキサス・インスツルメンツの[使用条件](#)を参照してください。

### 9.3 商標

テキサス・インスツルメンツ E2E™ is a trademark of Texas Instruments.  
すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

### 9.4 静電気放電に関する注意事項



この IC は、ESD によって破損する可能性があります。テキサス・インスツルメンツは、IC を取り扱う際には常に適切な注意を払うことを推奨します。正しい取り扱いおよび設置手順に従わない場合、デバイスを破損するおそれがあります。

ESD による破損は、わずかな性能低下からデバイスの完全な故障まで多岐にわたります。精密な IC の場合、パラメータがわずかに変化するだけで公表されている仕様から外れる可能性があるため、破損が発生しやすくなっています。

## 9.5 用語集

[テキサス・インスツルメンツ用語集](#) この用語集には、用語や略語の一覧および定義が記載されています。

## 10 改訂履歴

資料番号末尾の英字は改訂を表しています。その改訂履歴は英語版に準じています。

| Changes from Revision A (December 2022) to Revision B (October 2025) | Page               |
|--|--------------------|
| • 代表的特性セクションの <b>AVDD1</b> 電流と温度との関係プロットの凡例を変更.....                  | <a href="#">17</a> |
| • サンプル レート コンバータセクションにある <b>SRC</b> 値の例表の 4 行目を変更.....               | <a href="#">49</a> |

| Changes from Revision * (May 2022) to Revision A (December 2022) | Page              |
|--|-------------------|
| • 初の一般公開、ドキュメントのステータスを「事前情報」から「量産データ」に変更 .....                   | <a href="#">1</a> |

## 11 メカニカル、パッケージ、および注文情報

以降のページには、メカニカル、パッケージ、および注文に関する情報が記載されています。この情報は、指定のデバイスに使用できる最新のデータです。このデータは、予告なく、このドキュメントを改訂せずに変更される場合があります。本データシートのブラウザ版を使用されている場合は、画面左側の説明をご覧ください。

## PACKAGING INFORMATION

| Orderable part number        | Status<br>(1) | Material type<br>(2) | Package   Pins  | Package qty   Carrier | RoHS<br>(3) | Lead finish/<br>Ball material<br>(4) | MSL rating/<br>Peak reflow<br>(5) | Op temp (°C) | Part marking<br>(6) |
|------------------------------|---------------|----------------------|-----------------|-----------------------|-------------|--------------------------------------|-----------------------------------|--------------|---------------------|
| <a href="#">ADS1285IRHBR</a> | Active        | Production           | VQFN (RHB)   32 | 3000   LARGE T&R      | Yes         | SN                                   | Level-2-260C-1 YEAR               | -40 to 85    | ADS<br>1285         |
| ADS1285IRHBR.A               | Active        | Production           | VQFN (RHB)   32 | 3000   LARGE T&R      | Yes         | SN                                   | Level-2-260C-1 YEAR               | -40 to 85    | ADS<br>1285         |
| <a href="#">ADS1285IRHBT</a> | Active        | Production           | VQFN (RHB)   32 | 250   SMALL T&R       | Yes         | SN                                   | Level-2-260C-1 YEAR               | -40 to 85    | ADS<br>1285         |
| ADS1285IRHBT.A               | Active        | Production           | VQFN (RHB)   32 | 250   SMALL T&R       | Yes         | SN                                   | Level-2-260C-1 YEAR               | -40 to 85    | ADS<br>1285         |

<sup>(1)</sup> **Status:** For more details on status, see our [product life cycle](#).

<sup>(2)</sup> **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without limitation quality assurance, reliability performance testing, and/or process qualification, may not yet be complete, and this item is subject to further changes or possible discontinuation. If available for ordering, purchases will be subject to an additional waiver at checkout, and are intended for early internal evaluation purposes only. These items are sold without warranties of any kind.

<sup>(3)</sup> **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the [TI RoHS Statement](#) for additional information and value definition.

<sup>(4)</sup> **Lead finish/Ball material:** Parts may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.

<sup>(5)</sup> **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will be used to mount the part to the printed circuit board.

<sup>(6)</sup> **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

**Important Information and Disclaimer:** The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.





## TAPE AND REEL INFORMATION



\*All dimensions are nominal

| Device       | Package Type | Package Drawing | Pins | SPQ  | Reel Diameter (mm) | Reel Width W1 (mm) | A0 (mm) | B0 (mm) | K0 (mm) | P1 (mm) | W (mm) | Pin1 Quadrant |
|--------------|--------------|-----------------|------|------|--------------------|--------------------|---------|---------|---------|---------|--------|---------------|
| ADS1285IRHBR | VQFN         | RHB             | 32   | 3000 | 330.0              | 12.4               | 5.3     | 5.3     | 1.1     | 8.0     | 12.0   | Q2            |
| ADS1285IRHBT | VQFN         | RHB             | 32   | 250  | 180.0              | 12.4               | 5.3     | 5.3     | 1.1     | 8.0     | 12.0   | Q2            |

## TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



\*All dimensions are nominal

| Device       | Package Type | Package Drawing | Pins | SPQ  | Length (mm) | Width (mm) | Height (mm) |
|--------------|--------------|-----------------|------|------|-------------|------------|-------------|
| ADS1285IRHBR | VQFN         | RHB             | 32   | 3000 | 367.0       | 367.0      | 35.0        |
| ADS1285IRHBT | VQFN         | RHB             | 32   | 250  | 210.0       | 185.0      | 35.0        |

## GENERIC PACKAGE VIEW

**RHB 32**

**VQFN - 1 mm max height**

5 x 5, 0.5 mm pitch

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



Images above are just a representation of the package family, actual package may vary.  
Refer to the product data sheet for package details.

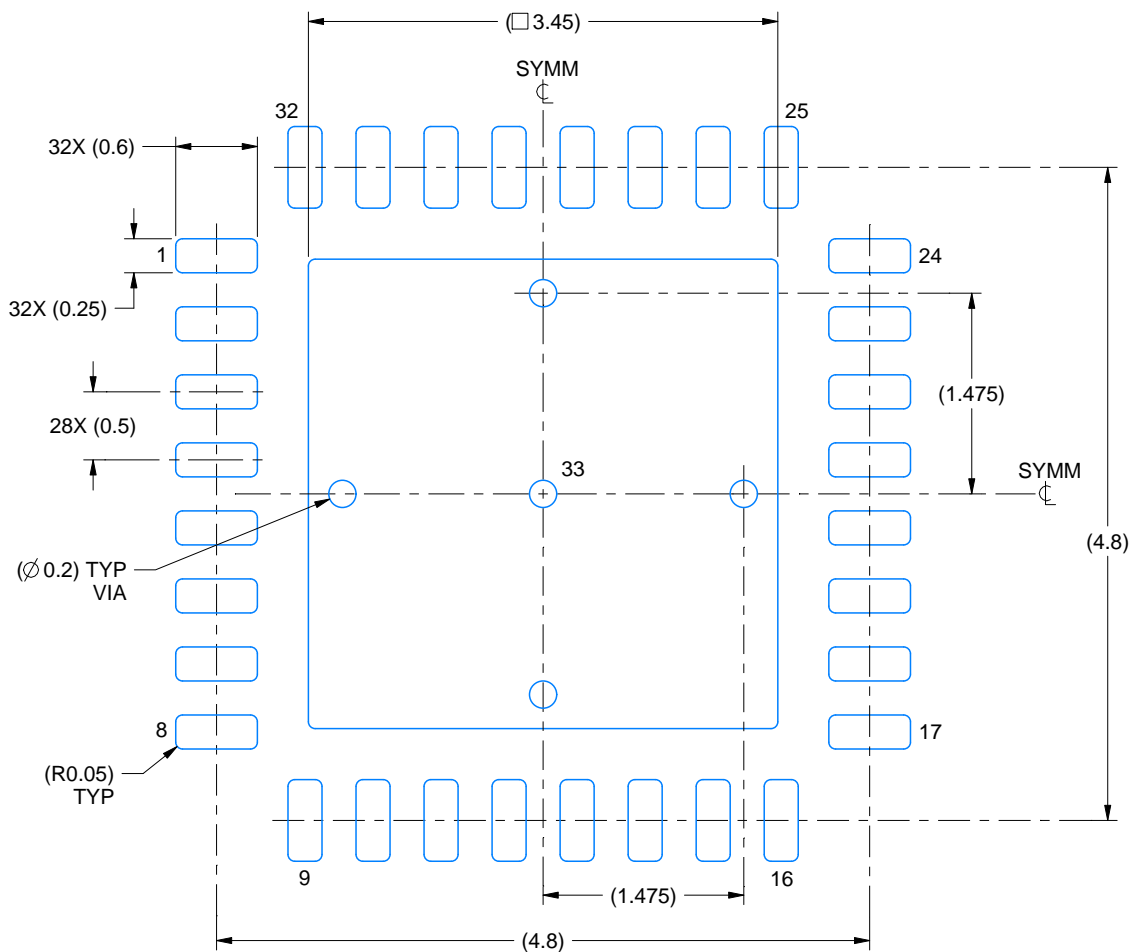
4224745/A

1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. The package thermal pad must be soldered to the printed circuit board for thermal and mechanical performance.

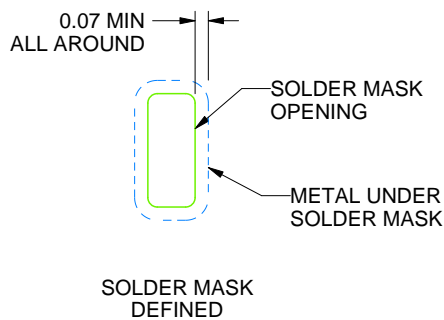
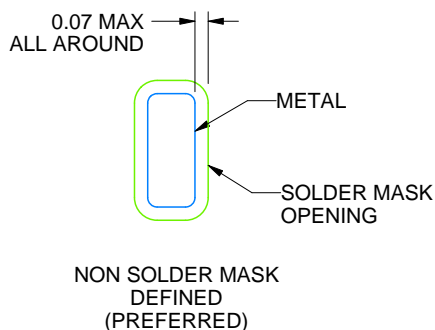
**RHB0032E**

### VQFN - 1 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



LAND PATTERN EXAMPLE  
SCALE:18X



## SOLDER MASK DETAILS

4223442/B 08/2019

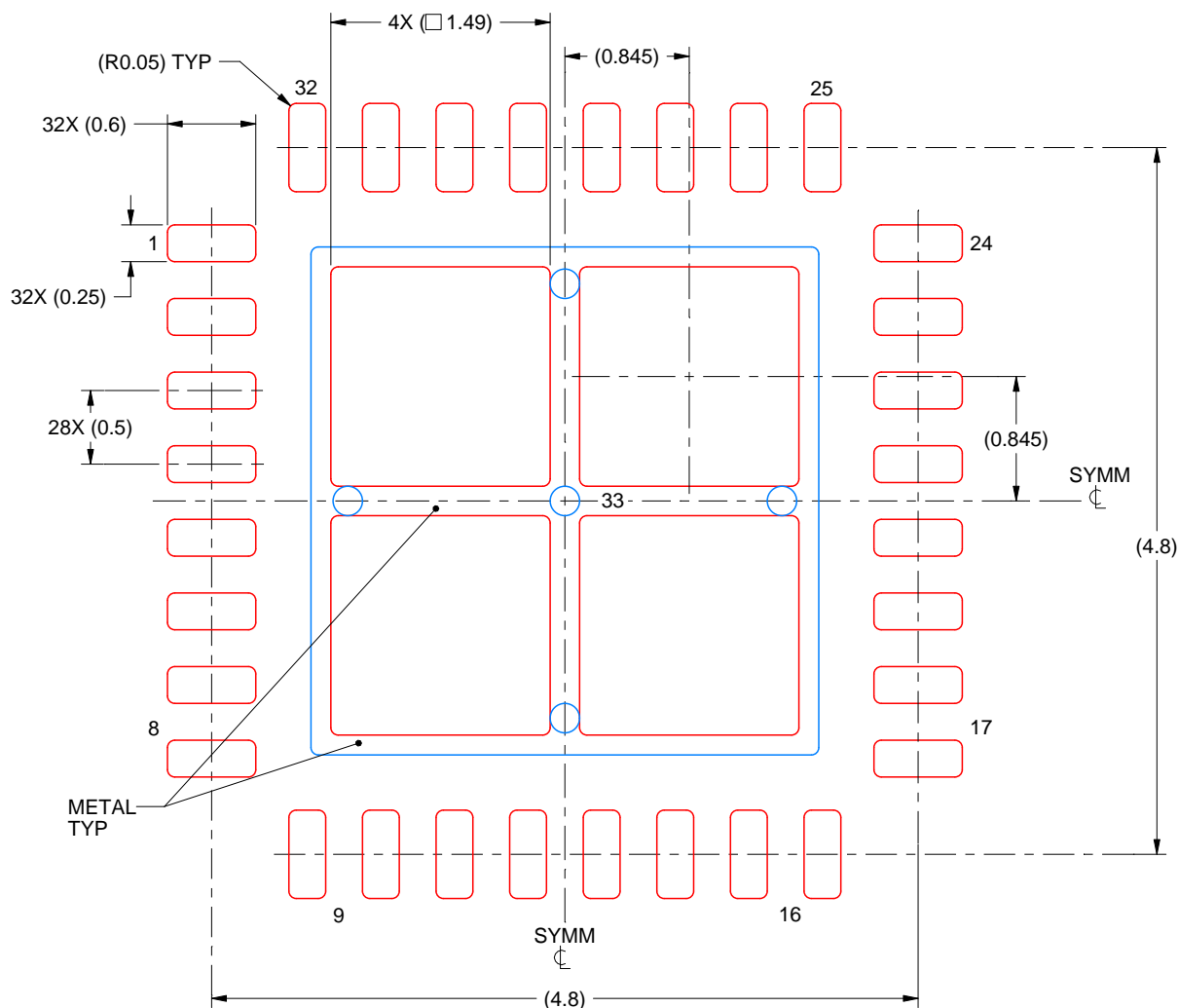
NOTES: (continued)

4. This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 ([www.ti.com/lit/sluea271](http://www.ti.com/lit/sluea271)).
5. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. If any vias are implemented, refer to their locations shown on this view. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.

**RHB0032E**

### VQFN - 1 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



## SOLDER PASTE EXAMPLE BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL

EXPOSED PAD 33:  
75% PRINTED SOLDER COVERAGE BY AREA UNDER PACKAGE  
SCALE:20X

4223442/B 08/2019

NOTES: (continued)

6. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.

## 重要なお知らせと免責事項

TI は、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとし、TI は一切の責任を拒否します。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI はその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。TI や第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、[TI の販売条件](#)、[TI の総合的な品質ガイドライン](#)、[ti.com](#) または TI 製品などに関連して提供される他の適用条件に従い提供されます。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI の保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。TI がカスタム、またはカスタマー仕様として明示的に指定していない限り、TI の製品は標準的なカタログに掲載される汎用機器です。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案する場合も、TI はそれらに異議を唱え、拒否します。

Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月