

## Application Note

## AFE81xx の高速起動



Kiran P, Dineej

## 概要

このドキュメントでは、AFE81xx ファミリー デバイスの高速起動機能について説明します。通常、8T8R 構成では、すべての電源投入較正で AFE の起動に 4 秒かかります。事前計算されたキャリブレーションの結果を AFE のオンチップ不揮発性メモリに保存すると、立ち上げ時間を 400ms 未満に短縮できます。この機能は、最終システムで高速なブートアップ時間が必要とされる軍需品アプリケーションのさまざまなシナリオに適用できます。

## 目次

1 はじめに.....	1
2 AFE81xx の高速起動.....	2
3 高速起動シーケンス.....	2
4 入力パラメータの制約.....	2
5 キャリブレーション メモリ.....	2
6 ヒューズ ブローの要件.....	3
7 ドリフトとエイジング.....	3
8 デバイスの起動時間.....	4
9 まとめ.....	5
10 参考資料.....	5

## 商標

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

## 1 はじめに

RF トランシーバは、ワイヤレス通信媒体を通じて電磁波としてデータ、音声、ビデオの情報を通信するために使用されます。これらのトランシーバは、通信 (基地局)、レーダー、航空宇宙研究、弾薬などのシステムに広く採用されています。次世代のワイヤレス通信は、電力の制約がより厳格なワイヤレス トランシーバに対して高性能な基準を設定することになり、レシーバの複雑さも増大します。

また、複雑さの増大に伴い、多数のブロックを適切にプログラミングして期待どおりに機能させる必要があるため、これらのデバイスの構成/起動時間も長くなります。トランシーバの起動時間は、特に弾薬関連の展開で非常に重要です。その理由は、トランシーバが作動する必要があり、発射から数ミリ秒のうちにデータを送受信して軌道のリアルタイム処理を行う必要があるからです。これは非常に重要です。

## 2 AFE81xx の高速起動

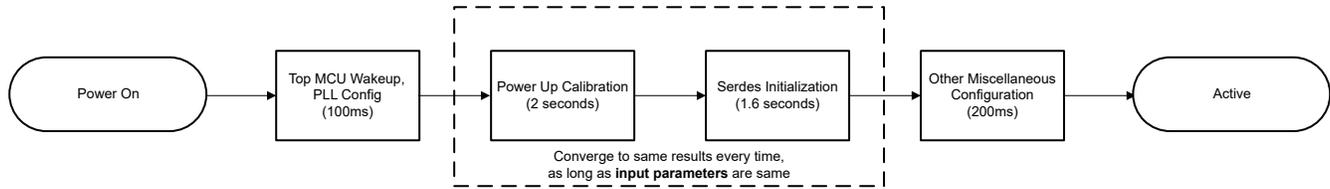


図 2-1. 通常の起動フロー

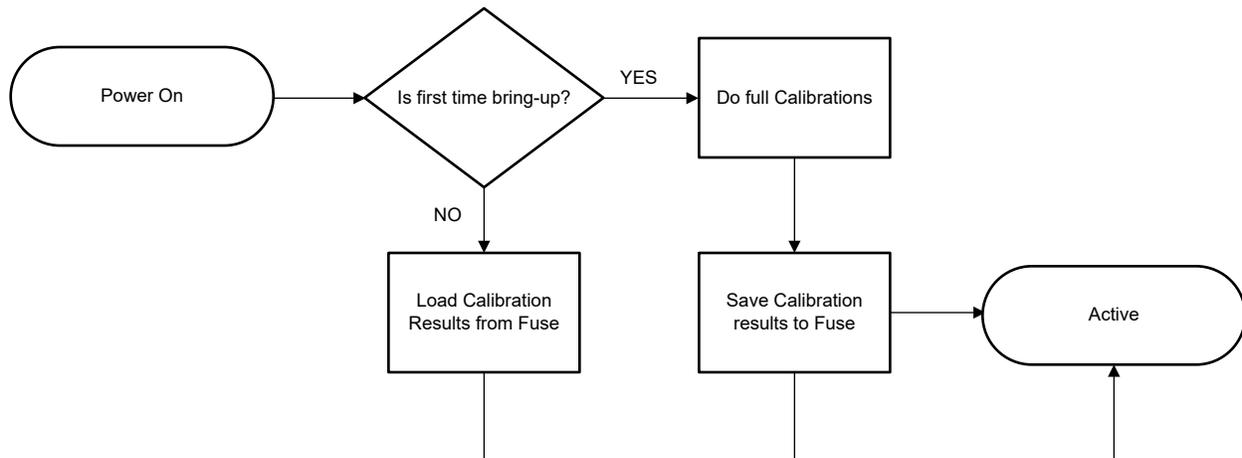


図 2-2. 高速起動フロー

## 3 高速起動シーケンス

初回の起動時に、キャリブレーションの結果がオンチップの不揮発性 (ヒューズ) メモリに保存されます。その後、キャリブレーション結果はヒューズメモリからロードされ、以後の起動に使用できます。ヒューズ ブローはワンタイム プロセスで、すべてのシステムパラメータが確定したとき、お客様の工場でのキャリブレーション時に行われます。入力パラメータを柔軟に設定できると同時に、起動時間を短縮 (368ms) します。

## 4 入力パラメータの制約

入力クロック周波数、ADC レート、DAC レート、NCO 周波数、SERDES レーンレート、インターフェイス レートを含む入力パラメータは、ヒューズ ブローを行う前に固定する必要があります。入力クロック周波数が増えると、PLL キャリブレーション値が変化します。SERDES キャリブレーションは、レーンレートとリンク構成によって変更されます。SERDES はタイミング マージンに合わせて設計されたタイミングを自動的に調整するため、これは小さな変動 (制限内) に適応します。ただし、モジュラーシステムの場合、AFE と FPGA を別のボード上に配置することも可能です。リンク イコライゼーションが異なるときにバックエンド ボードを (キャリブレーション済みボードから) 変更した場合には、JESD リンクの再イコライゼーションが必要になる場合があります。

## 5 キャリブレーション メモリ

メモリタイプは e-Fuse です。e-Fuse は、電子的にプログラマブルなヒューズのアレイです。データはヒューズを物理的に吹き飛ばすことで保存されるため、データ保持期間に制限はありません。これは 1 回限りのブロー ヒューズであるため、標準オプションとして再キャリブレーションはできません。

## 6 ヒューズブローの要件

1 回限りのヒューズ溶断では、Vpp 電源 (デバイスピン V17) を 1.8V にする必要があります。デフォルトでは、この値は 0V にする必要があります。この電圧を制御するには、図 6-1 に示すようにスイッチ回路が必要です。1.8V をイネーブルにする必要がある場合、セレクト (SEL) 信号は GPIO ピン上の AFE81xx によって生成されます。これ以外に、ヒューズブローを実行するための追加のシーケンスは必要ありません。デバイス ライブラリも同様に処理します。

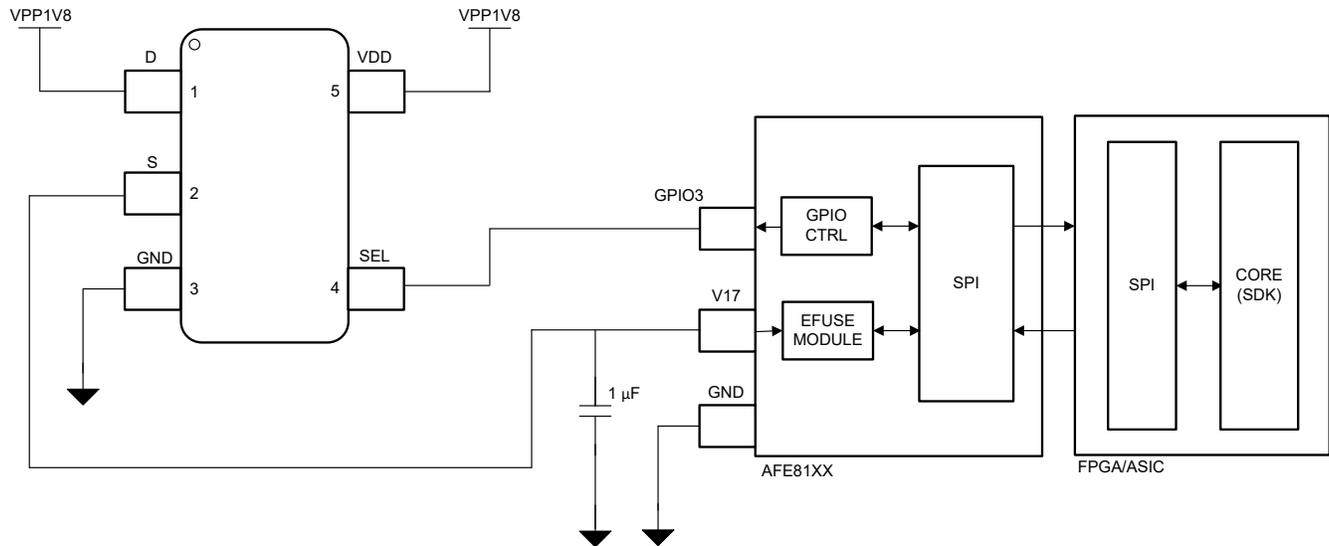


図 6-1. ヒューズブロー回路

## 7 ドリフトとエイジング

与えられたシステム設定 (入力クロック、SERDES 構成、レーン レートなど) について、較正值は時間または温度の間も有効なままである必要があります。電源オン較正が必要なブロックの高速起動強制的な初期動作点。たとえば、通常のパワーアップ較正中に、入力クロック周波数に従って PLL 設定用に設計されたものに収束します。高速起動の場合、本デバイスは保存された値を使用して、入力クロックに PLL をロックします。明らかに、これは、時間や温度の変動に対して入力クロックをロックまたはトラッキングする PLL の機能には影響しません。また、デバイスの内部リアルタイム キャリブレーションが制限されるものではありません。

## 8 デバイスの起動時間



図 8-1. スコープで測定された起動時間

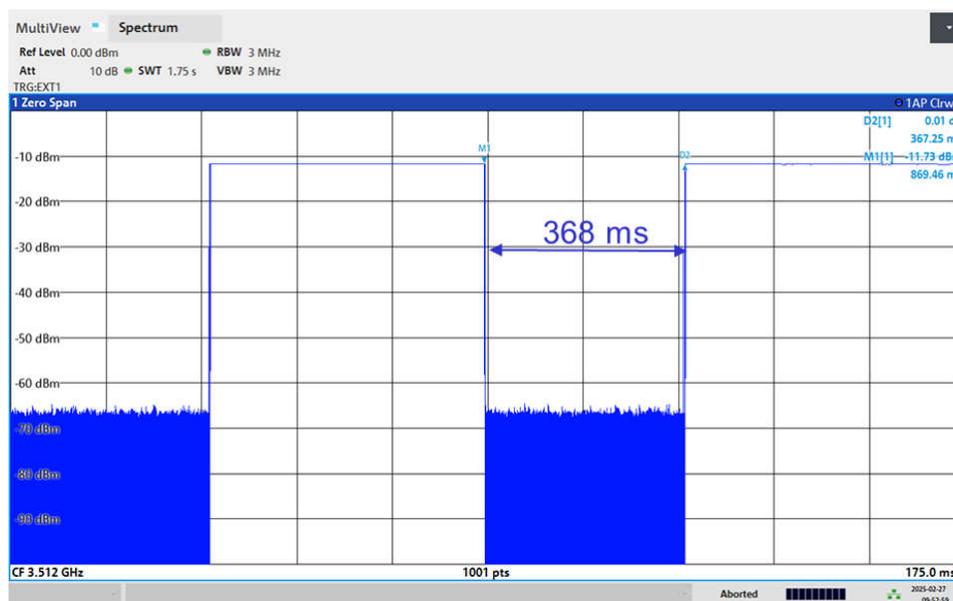


図 8-2. デバイス リセットおよび高速起動後の TX トーン出力電力

## 9 まとめ

高速起動モード機能は現在、AFE81xx デバイスライブラリでサポートされています。この機能を有効にすることで、初期キャリブレーション後の入力パラメータを柔軟に変更する費用として、この AFE の起動時間を 10 倍短縮できます。この組み合わせを通じて実現した 500ms 以下のウェークアップ時間を達成しているため、性能を犠牲にすることなく、超高速ブート時間要件があるシステムにこの AFE を導入できます。

## 10 参考資料

- テキサス・インスツルメンツ、『[AFE8190、16 チャンネル RF トランシーバ \(フィードバック付き\)](#)』データシート。

## 重要なお知らせと免責事項

テキサス・インスツルメンツは、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、テキサス・インスツルメンツ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テキサス・インスツルメンツ製品の選定、(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テキサス・インスツルメンツ製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、テキサス・インスツルメンツ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。テキサス・インスツルメンツ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、テキサス・インスツルメンツおよびその代理人を完全に補償するものとし、テキサス・インスツルメンツは一切の責任を拒否します。

テキサス・インスツルメンツの製品は、[テキサス・インスツルメンツの販売条件](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかるテキサス・インスツルメンツ製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用されるテキサス・インスツルメンツ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。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、テキサス・インスツルメンツはそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265  
Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated

## 重要なお知らせと免責事項

テキサス・インスツルメンツは、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、テキサス・インスツルメンツ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テキサス・インスツルメンツ製品の選定、(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、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テキサス・インスツルメンツ製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、テキサス・インスツルメンツ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。テキサス・インスツルメンツ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、テキサス・インスツルメンツおよびその代理人を完全に補償するものとし、テキサス・インスツルメンツは一切の責任を拒否します。

テキサス・インスツルメンツの製品は、[テキサス・インスツルメンツの販売条件](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかるテキサス・インスツルメンツ製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用されるテキサス・インスツルメンツ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。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、テキサス・インスツルメンツはそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265  
Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated