

Application Note

『FPD-Link III および FPD-Link IV SerDes 用クロック選択ガイド』



Connor Lewis

概要

この文書は、FPD-Link SerDes デバイスの REFCLK 要件と、クロック信号の AC パラメータを測定するテスト手法を要約しています。また、周波数ドメインと時間ドメインの両方のジッタ測定の設定についても説明しています。最後に、外部 REFCLK を必要とする FPD-Link III および FPD-Link IV 製品ファミリの各 FPD-Link デバイスに対応する TI クロック供給デバイスに関する選択ガイドを示します。

目次

1 はじめに.....	2
2 FPD-Link REFCLK の要件とジッタの定義.....	2
2.1 FPD-Link III REFCLK 要件.....	3
2.2 FPD-Link IV REFCLK の要件.....	5
3 FPD-Link クロッキング選択ガイド.....	6
4 EMI に関する考慮事項.....	8
5 まとめ.....	9
6 参考資料.....	10

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

FPD-Link デバイスは、特定の構成およびシステム アプリケーション向けに外部クロック信号を必要とします。基準クロックのジッタ性能は、この特性はシリアライザの PLL 入力のノイズに寄与し、データリンクの水平アイ マージンに影響を及ぼす可能性があるため、通常厳しくなります。リンク品質を最適化するには、システムのニーズに応じたジッタ要件を満たす基準クロックを確認します。この文書では、外部クロック リファレンスを必要とするすべての FPD-Link デバイスの時間ドメインと周波数ドメインのジッタ要件を要約し、テキサス インストルメンツの車載グレード クロック設計のセレクション ガイドも提供しています。CDC6C-Q1 低消費電力 LVCMOS 発振器と、LMK3H0102-Q1、LMK1C0105-Q1 クロックジェネレータでは TI の BAW テクノロジーを採用しています。

このドキュメント全体を通して、REFCLK を外部発振器の用語として使用できることにご注意ください。これらの用語は、さまざまな FPD-Link デバイスのデータシート間で、相互に異なる意味で使用されることがあります。

2 FPD-Link REFCLK の要件とジッタの定義

FPD-Link REFCLK のジッタ要件は通常、時間ドメインと周波数ドメインのどちらでも規定されます。周波数ドメインジッタの測定は、Keysight E5052 などの位相ノイズアナライザ (PNA) を使用して行います。RMS 位相ジッタを計算するために、測定された位相ノイズ曲線を定義済みの周波数帯域 (通常は 20MHz) にわたって積分し、キャリア周波数に基づいて正規化します。

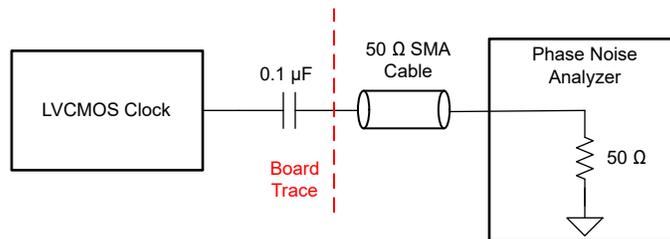


図 2-1. PNA を使用する周波数ドメイン ジッタ測定のセットアップ

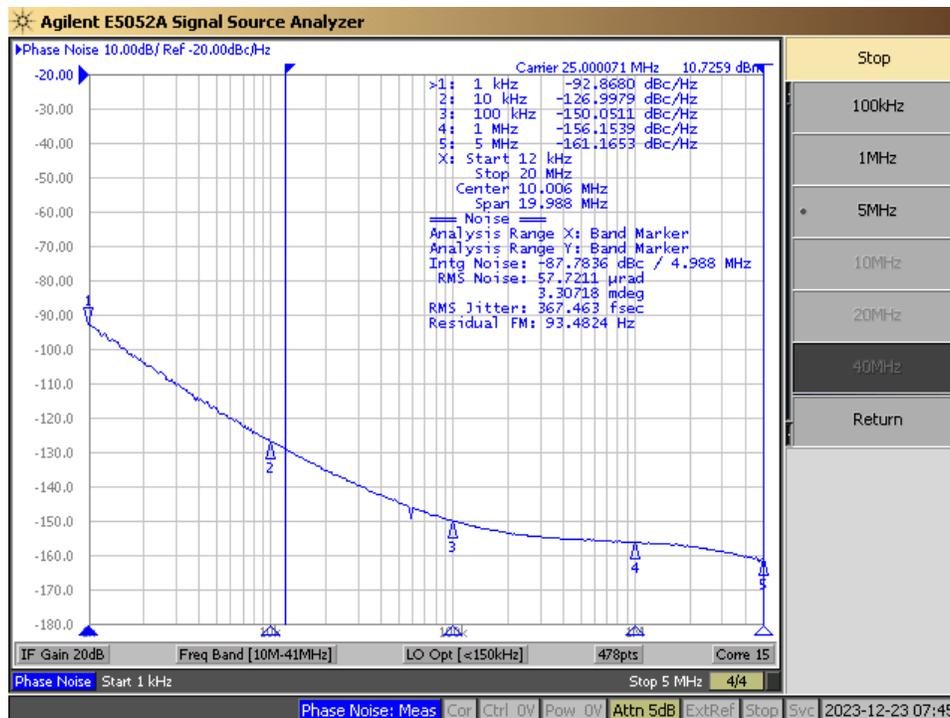


図 2-2. 位相ノイズの測定結果

時間ドメインのジッタ測定は、ジッタ分析ソフトウェア スイートを使用して、高速オシロスコープで実施します。TI は通常、このような測定を目的として Tektronix オシロスコープが搭載している DPOJET ジッタおよびアイ分析ツールを使用しています。この場合、シリアルライザ デバイスの入力 PLL 特性と一致するように設計されたクロックリカバリ設定を使用して、特定のビット エラー レート (BER) の合計ジッタ (TJ) を測定することを推奨します。以下のセクションでは、ジッタ解析ツールの構成方法について詳しく説明します。

DPOJET を開くには、ユーティリティメニューからワンタッチ ジッタまたはシリアル データ/ジッタ ウィザードを起動します。このツールを起動すると、アクティブな入力信号に基づいて、収集設定と垂直/水平スケールを自動的に設定できます。新しいウィンドウが開き、さまざまな構成オプションと測定結果が表示されます。FPD-Link REFCLK の時間ドメイン ジッタ測定を構成するには、「選択」タブを入力し、BER 設定を 10^{-10} にして $TJ@BER$ の測定値を追加します。クロックリカバリフィルタは **Configure** タブで設定できますが、**セクション 2.1** で説明しているとおり、FPD-Link デバイスに基づいて設定する必要があります。

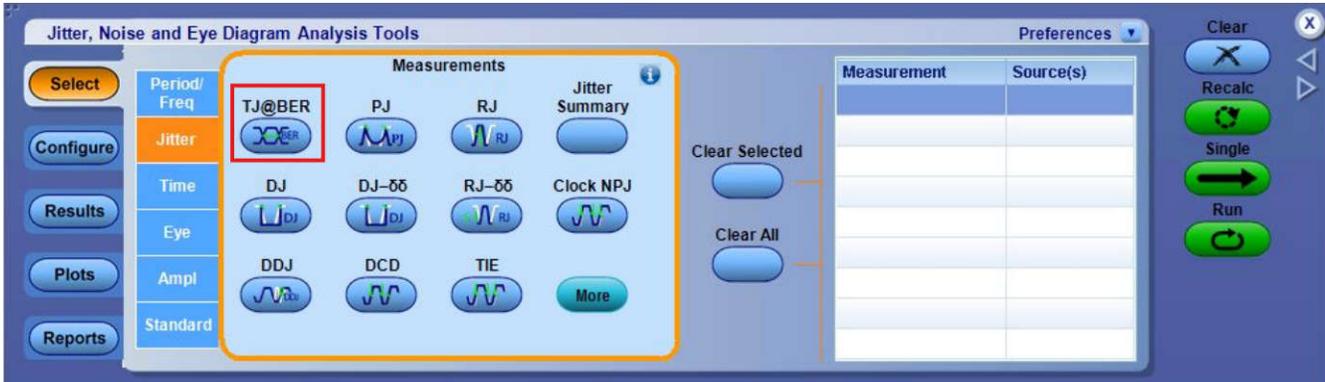


図 2-3. DPOJET ジッタ測定構成

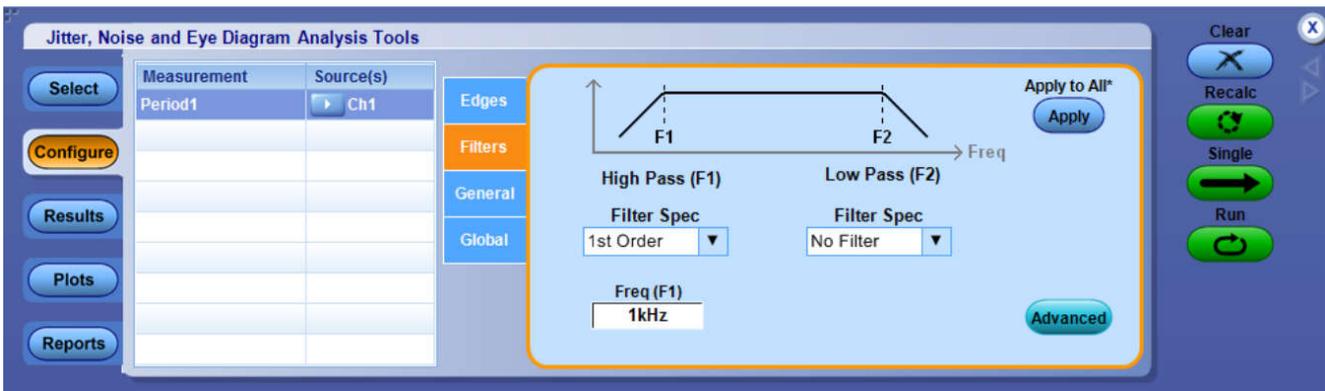


図 2-4. DPOJET クロック回復フィルタ構成

2.1 FPD-Link III REFCLK 要件

FPD-Link III デバイスは、システムで使用されるイメージャまたはカメラ ピクセル クロック (PCLK) 周波数に応じて、異なる REFCLK 周波数を必要とします。同様に、時間ドメインのジッタ仕様は、PCLK 周波数、UI、さまざまなリンク構成設定に依存します。以下に、外部 REFCLK を必要とするすべての FPD-Link III デバイスの時間ドメインおよび周波数ドメインのジッタ制限と UI 定義を示します。すべてのデバイスが、周波数精度 $\pm 50\text{ppm}$ で標準的な 1.8V LVCMOS クロック入力をサポートできます。時間領域ジッタ測定を行うには、ジッタ解析ソフトウェアツールでカスタムの二つの次 PLL モデルを構成する必要があります。すべての FPD-Link III デバイスの時間ドメイン ジッタ分析に、以下のループ帯域幅、ローパスフィルタ、BER 設定を使用します。

$$LPF = \frac{f_{OSC}}{20} \quad (1)$$

$$\text{CDR PLL LBW} = \frac{f_{\text{OSC}}}{15} \quad (2)$$

$$\text{BER} = 10^{-10} \quad (3)$$

DS90UB933-Q1 および DS90UB633A-Q1 の UI 定義および時間領域のジッタ制限値

$$10\text{-bit Mode: UI} = \frac{1}{\frac{f_{\text{PCLK}}}{2} \times 28} \quad (4)$$

$$12\text{-bit Mode: UI} = \frac{1}{f_{\text{PCLK}} \times \frac{2}{3} \times 28} \quad (5)$$

$$\text{Jitter limit} = 0.45 \times \text{UI} \quad (6)$$

DS90UB913A-Q1 および DS90UB913Q-Q1 の UI 定義および時間領域のジッタ制限値

$$10\text{-bit Mode: UI} = \frac{1}{\frac{f_{\text{PCLK}}}{2} \times 28} \quad (7)$$

$$12\text{-bit HF Mode: UI} = \frac{1}{f_{\text{PCLK}} \times \frac{2}{3} \times 28} \quad (8)$$

$$12\text{-bit LF Mode: UI} = \frac{1}{f_{\text{PCLK}} \times 28} \quad (9)$$

$$\text{Jitter limit} = 0.1 \times \text{UI} \quad (10)$$

DS90UB935-Q1 DS90UB953-Q1、DS90UB953A-Q1、DS90UB635-Q1 UI 定義および時間領域ジッタ制限機能

$$\text{UI} = \frac{1}{f_{\text{OSC}}} \quad (11)$$

$$\text{Jitter limit} = 0.05 \times \text{UI} \quad (12)$$

DS90UB954-Q1、DS90UB936-Q1、DS90UB958-Q1、DS90UB638-Q1 の周波数ドメイン ジッタ制限値

位相ノイズ積分範囲: 200kHz~10MHz

ジッタ制限 = 50ps ピークツーピーク

DS90UB960-Q1、DS90UB962-Q1、周波数ドメイン ジッタ制限

位相ノイズ積分範囲: 200kHz~10MHz

ジッタ制限 = 50ps ピークツーピーク

DS90Ux941AS-Q1 の 義 UI 定義およびと時間ドメインのジッタ制限機能

$$\text{Single-link Mode: UI} = \frac{1}{f_{\text{PCLK}} \times 35} \quad (13)$$

$$\text{Dual-link Mode: UI} = \frac{1}{\frac{f_{\text{PCLK}}}{2} \times 35} \quad (14)$$

$$\text{Jitter limit} = 0.028 \times \text{UI} \quad (15)$$

2.2 FPD-Link IV REFCLK の要件

すべての FPD-Link IV デバイスは、同じ 1.5ps RMS (12kHz~20MHz の積分範囲) の最大周波数ドメイン ジッタ制限値を共有します。REFCLK 入力は通常、カメラ (ADAS) SerDes では 25MHz、ディスプレイ (IVI) SerDes では 27MHz です。

3 FPD-Link クロッキング選択ガイド

表 3-1 および表 3-2 に、外部発振器を必要とするすべての FPD-Link III および FPD-Link IV デバイスの代表的な構成と REFCLK ジッタ要件を示します。CDC6C-Q1、LMK3H0102-Q1、LMK3C0105-Q1 の標準的な REFCLK 周波数およびジッタ テスト条件に対して、ジッタ測定値を示します。LMK3H0102-Q1 と LMK3C0105-Q1 の測定値には、一般的な周波数の組み合わせを持つワーストケースのクロストークが含まれており (例: 25MHz、27MHz、100MHz)、より現実的なシステム使用事例を表現できるようにします。時間ドメインの測定には標準値のみが含まれています。表 3-2 の RMS 位相ジッタの測定には、デバイス特性に基づく PVT 全体の最大仕様も含まれています。

出力周波数が一つだけ必要な場合は、CDC6C-Q1 発振器が最もシンプルなシステム設計となることがよくあります。このデバイスは、業界最小のパッケージサイズで提供され、消費電力は最小限です。複数の出力周波数が必要な場合は、多くの場合、LMK3H0102-Q1 や LMK3C0105-Q1 のようなクロック ジェネレータが最も簡単なシステム設計になります。

表 3-1. FPD-Link III 標準的な REFCLK 構成と TI クロッキング デバイスを用いたジッタ測定

FPD-Link デバイス	TI のクロック デザイン	代表的な構成	REFCLK の標準ジッタ要件	LMK3H0102/ LMK3C0105 のジッタ測定	CDC6C のジッタ測定
DS90UB933-Q1 DS90UB633A-Q1	CDC6CE025000XXX XX-Q1 LMK3H0102-Q1 LMK3C-Q1	REFCLK = 25MHz、 PCLK = 50MHz、12 ビットモード	643ps	8.4ps	8.5ps
DS90UB913A-Q1 DS90UB913Q-Q1	CDC6CE048000XXX XX-Q1 LMK3H0102-Q1 LMK3C-Q1	REFCLK = 48MHz、 PCLK = 72MHz、12 ビット LF モード	50ps	5.51ps	6.7ps
DS90UB935-Q1 DS90UB953-Q1 DS90UB953A-Q1 DS90UB635-Q1	CDC6CE050000XXX XX-Q1 LMK3H0102-Q1 LMK3C-Q1	REFCLK = 50MHz、 PCLK = 50MHz	1000ps	4.20ps	6.8ps
DS90UB954-Q1 DS90UB936-Q1 DS90UB958-Q1 DS90UB638-Q1	CDC6CE025000XXX XX-Q1 LMK3H0102-Q1 LMK3C-Q1	REFCLK = 25MHz、 PCLK = 25MHz	50ps p-p (200kHz -10MHz 積分バンド)	4.498ps p-p	3.3ps p-p
DS90UB960-Q1 DS90UB962-Q1 DS90UB662-Q1	CDC6CE025000XXX XX-Q1 LMK3H0102-Q1 LMK3C-Q1	REFCLK = 25MHz、 PCLK = 25MHz	50ps ピーク-ピーク (200kHz -10MHz 積分 バンド)	4.498ps p-p	3.3ps p-p
DS90Ux941AS-Q1	CDC6CE025000XXX XX-Q1 LMK3H0102-Q1 LMK3C-Q1	REFCLK = 25MHz、 25MHz、デュアルリンク モード	32ps	8.4ps	8.5ps

表 3-2. FPD-Link IV 標準的な REFCLK 構成と TI クロッキング デバイスによるジッタ測定

FPD-Link デバイスを	TI のクロック デザイン	REFCLK 周波数	REFCLK 位相ジッタの要件 (12kHz - 20MHz)	LMK3H0102/ LMK3C0105 のジッタ測定	CDC6C ジッタ測定
DS90UB964-Q1	CDC6CE025000XXX XX-Q1 LMK3H0102-Q1 LMK3C-Q1	25MHz	1.5ps RMS	310fs RMS (標準値)	750fs RMS (標準値) 1ps RMS (最大値)
DS90UB971-Q1	CDC6CE025000XXX XX-Q1 LMK3H0102-Q1 LMK3C-Q1	25MHz	1.5ps RMS	310fs RMS (標準値)	750fs RMS (標準値) 1ps RMS (最大値 max)
DS90UB9702-Q1 DS90UB9722-Q1 DS90UB9724-Q1	CDC6CE025000XXX XX-Q1 LMK3H0102-Q1 LMK3C-Q1	25MHz	1.5ps RMS	310fs RMS (標準値)	750fs RMS (標準値) 1ps RMS (最大値)
DS90Ux981-Q1	CDC6CE027000XXX XX-Q1 LMK3H0102-Q1 LMK3C-Q1	27MHz	1.5ps RMS	340fs RMS (標準値)	550 fs RMS (標準値)
DS90Ux983-Q1 DS90Ux943A-Q1	CDC6CE027000XXX XX-Q1 LMK3H0102-Q1 LMK3C-Q1	27MHz	1.5ps RMS	340fs RMS (標準値)	550 fs RMS (標準値)
DS90Ux984-Q1 DS90Ux944A-Q1	CDC6CE027000XXX XX-Q1 LMK3H0102-Q1 LMK3C-Q1	27MHz	1.5ps RMS	340fs RMS (標準値)	550 fs RMS (標準値)
DS90Ux988-Q1 DS90Ux688-Q1	CDC6CE027000XXX XX-Q1 LMK3H0102-Q1 LMK3C-Q1	27MHz	1.5ps RMS	340fs RMS (標準値)	550 fs RMS (標準値)

4 EMI に関する考慮事項

車載認定のため、FPD-Link デバイスを使用する多くのシステムは CISPR-25 放射エミッション仕様に準拠する必要があります。一般的に、FPD-Link SerDes リンクが全体的な放射エミッションを支配しますが、REFCLK 信号もシステムの EMI 性能に影響を及ぼす可能性があります。CDC6C-Q1 発振器は、立ち上がり/立ち下がり時間を低速にして、放射スペクトルの高次高調波の影響を低減するため、さまざまなスルー レート オプションを備えています。同様に、LMK3H0102-Q1 と LMK3C0105-Q1 クロック ジェネレータは、スペクトラム拡散クロック (SSC) をイネーブルにして動作させ、REFCLK 周波数と高調波の放射電力放射を低減できます。

TI のクロック処理デバイスは、CISPR-25 Class 5 の放射型 EMI 電磁波性能に合格できます。このテストは、最大 1GHz で動作するアンテナを搭載した CISPR-25 に準拠した TI の EMI チャンバー セットアップで完了しました。****

SNA438 はまだ公開されていません。未公開の 文書はまだ存在していません*** **CDC6C-Q1** および **LMK3C0105 CISPR-25 EMI レポート** のデバイス ファミリーであり、EMI 性能とテスト設定の詳細について説明しています。

			CISPR-25 Radiation Limits (ALSE method) [dBμV/m]							1.8V							
			Class 5			Class 4				Class for CISPR-25				Significant Spurs [dBμV/m]			
Service/Band	Frequency (MHz)	Antenna	Peak	Quasi-Peak	Average	Peak	Quasi-Peak	Average	LMK3C0105 Variant 1	LMK3C0105 Variant 2	LMK3C0105 Variant 3	Competitor XO Variant 4	LMK3C0105 Variant 1	LMK3C0105 Variant 2	LMK3C0105 Variant 3	Competitor XO Variant 4	
																	LMK3C0105 Variant 1
Analogue broadcast services																	
LW	0.15 to 0.3	Monopole	46	33	26	56	43	36	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5					
MW	0.53 to 1.8	Monopole	40	27	20	48	35	28	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5					
SW	5.9 to 6.2	Monopole	40	27	20	46	33	26	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5					
FM	76 to 108	Bi-conical	38	25	18	44	31	24	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5					
TV Band I	41 to 88	Bi-conical	28	-	18	34	-	24	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5					
TV Band III	174 to 230	Bi-con/LPA	20	-	10	26	-	16	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5					
TV Band IV	470 to 944	Log-Periodic	41	-	31	47	-	37	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5					
Digital broadcast services																	
DAB III	171 to 245	Bi-con/LPA	30	-	20	36	-	26	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5					
TV Band III	174 to 230	Bi-con/LPA	30	-	20	36	-	26	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5					
DTTV	470 to 770	Log-Periodic	46	-	36	52	-	42	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5					
DAB L Band	447 to 1,494	LPA/Horn	54	-	44	60	-	50	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5					
SDARS	320 to 2,345	LPA/Horn	58	-	48	64	-	54	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5					
Mobile services																	
CB	26 to 28	Monopole	40	27	20	46	33	26	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5					
VHF	30 to 54	Bi-conical	40	27	20	46	33	26	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5					
VHF	68 to 87	Bi-conical	35	22	15	41	28	21	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5					
VHF	142 to 175	Bi-conical	35	22	15	41	28	21	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5					
Analogue UHF	380 to 512	Log-Periodic	38	25	18	44	31	24	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5					
RKE & TPMS 1	300 to 330	Log-Periodic	32	-	18	38	-	24	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5					
RKE & TPMS 2	420 to 450	Log-Periodic	32	-	18	38	-	24	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5					
Analogue UHF	820 to 960	Log-Periodic	44	31	24	50	37	30	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5					
GPS L5	1,156.45 to 1,196.45	Horn	-	-	20	-	-	26	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5		1075 MHz: AVG = 12			
BDS, B1I	1,553.098 to 1,569.098	Horn	-	-	5.5	-	-	11.5	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5					
GPS L1	1,567.42 to 1,583.42	Horn	-	-	10	-	-	16	Class 5	Class 5	Class 5	Class 4-5				1575 MHz: AVG = 10	
GLONASS L1	1,590.781 to 1,616.594	Horn	-	-	10	-	-	16	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5					
Wi-Fi / Bluetooth	2,402 to 2,494	Horn	52	-	32	58	-	38	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5		2470 MHz: AVG = 22.5			
Wi-Fi	5,150 to 5,350	Horn	59	-	39	65	-	45	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5					
Wi-Fi	5,470 to 5,725	Horn	59	-	39	65	-	45	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5					
V2X (Wi-Fi)	5,850 to 5,925	Horn	84	-	64	90	-	70	Class 5	Class 5	Class 5	Class 5					

図 4-1. TI のクロック供給デバイスを使用する CISPR-25 の性能概要

5 まとめ

このアプリケーションノートに記載されている情報に基づき、これにより任意のデバイス構成の FPD-Link REFCLK ジッタ要件を決定できます。CDC6C-Q1、LMK3H0102-Q1、LMK3C0105-Q1 は、FPD-Link III および FPD-Link IV の REFCLK ジッタ要件を、すべての標準的な使用事例の健全なマージンで満たすことができます。

6 参考資料

- Texas Instruments, [LMK3C0105 CISPR-25 EMI Report](#), application note.
- Texas Instruments, [CDC6Cx-Q1 Low Power LVCMOS Output BAW Oscillator](#), data sheet
- Texas Instruments, [LMK3H0102-Q1 Reference-Less 2-Differential or 5-Single-Ended Output PCIe Gen 1-6 Compliant Programmable BAW Clock Generator](#), data sheet
- Texas Instruments, [LMK3C0105 Reference-less 5-LVCMOS-Output Programmable BAW Clock Generator](#), data sheet
- Tektronix, [DPOJET Jitter, Noise and Eye Diagram Analysis Solution Printable Application Help](#)

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