

## Design Guide: TIDA-010259

## カスケード接続のクロック分配リファレンス デザイン、16 の高周波数出力をサポート



## 概要

大規模なフェーズド アレイレーダーおよび通信システムには、多数のトランシーバチャンネルが必要です。各チャンネルは、アナログ シグナル チェーンの中核として高速データコンバータを搭載しています。統合型の RF サンプリング データコンバータは、必要なチャンネル数を増やすのに最適なデバイスです。これらの各デバイスは、優れた位相ノイズ性能の高速サンプリング クロックを必要とします。サンプリング クロックの周波数はすべてのデバイスで同じなので、1 つの高性能クロック信号をすべてのデータコンバータ デバイスに分配できます。このリファレンス デザインでは、カスケード接続された LMX1204 クロック分配チップを使用して、1 つのクロックソース入力を 16 の差動クロック出力に分配します。このデザインは 12GHz を上回る周波数をサポートしており、分配による位相ノイズ性能の低下は無視できる程度です。すべてのクロック信号は同期され、確定的なレイテンシを維持し、位相整合した出力を保証します。

## 参照情報

<a href="#">TIDA-010259</a>	デザインフォルダ
<a href="#">LMX1204</a>	プロダクトフォルダ
<a href="#">LMX1204EVM</a>	評価基板フォルダ
<a href="#">TPS62913</a>	プロダクトフォルダ
<a href="#">TPS7A4700</a>	プロダクトフォルダ

## 特長

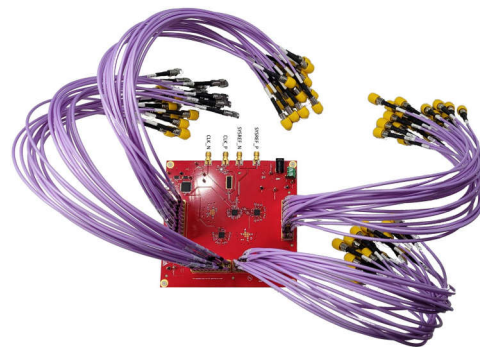
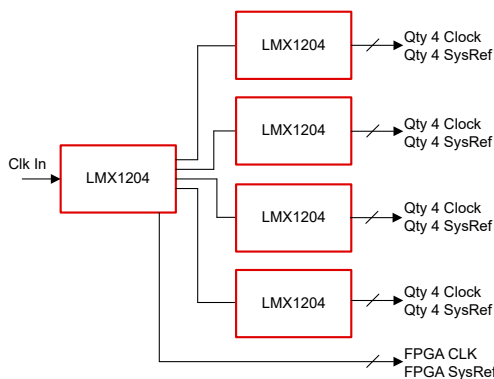
- 1 入力 16 出力のクロック分配設計
- 最高 12.8GHz での動作
- 非常に低い位相ノイズ
- JESD204B データコンバータ用の 16 の SysRef 出力
- 同期された出力により確定的なレイテンシを維持
- クロック 分周またはクロック通倍を選択可能

## アプリケーション

- フェーズド アレイレーダー
- 電子兵器
- 通信ペイロード
- レーダー ペイロード
- ソフトウェア無線
- アクティブ アンテナ システム



テキサス・インスツルメンツの™ E2E サポート エキスパートにお問い合わせください。



## 1 システムの説明

カスケード接続されたクロック分配のリファレンスデザインでは、複数の LMX1204 デバイスを使用して、単一のクロック入力を 16 個のクロック出力に分配します。このデバイスは最高 12.8GHz で動作し、高速データコンバータアプリケーション用の高周波数クロック分配をサポートします。また、このデザインは、JESD204B デジタル インターフェイス プロトコルを使用して、16 個の SysRef 信号をデータコンバータに供給します。この他に、FPGA のクロック供給に適した 4 つの低速クロック出力があります。このデザインには、入力クロック信号の分周または通倍を行うオプションも備えています。すべての出力は同期されており、一連のデータコンバータ デバイス相互間で確定的なレイテンシを維持します。

## 2 システム概要

### 2.1 ブロック図

図 2-1 に、このリファレンス デザインのブロック図を示します。

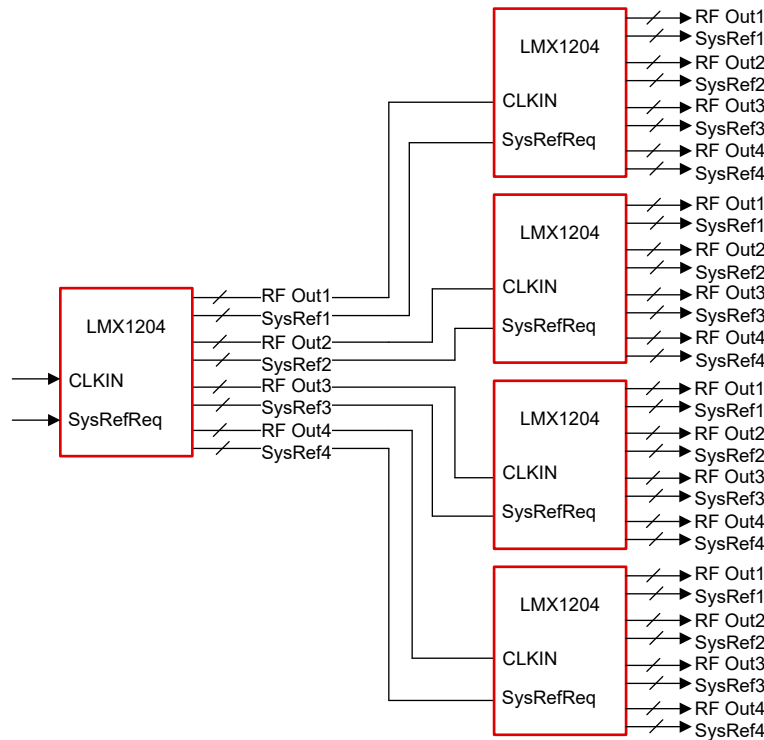


図 2-1. リファレンス デザインのブロック図

### 2.2 設計の考慮事項

RF サンプリング データコンバータは、低位相ノイズで高周波数のクロック信号を必要とします。多数のチャネルを使用するフェーズド アレイ システムにおいて、各データコンバータ デバイスでクロック周波数が同じであるため、単一のクロック周波数を分配する必要があります。システムが正常に動作するには、すべてのクロック出力を位相整合する必要があります。位相ノイズ性能が重要なので、分配回路は、元の入力信号と比較して位相ノイズ性能を低下させないようにする必要があります。

このリファレンス デザインでは、第 1 レベルで 1:4 の分配を行うカスケード接続 LMX1204 デバイストポロジを紹介합니다。第 2 レベルはこれらの各出力を受け取って、さらに 1:4 の分配を行い、合計 16 の出力を供給します。分配回路内で位相ノイズ性能が低下することはありません。各出力は独立してバッファされているので、すべての出力は高い信号レベルを維持し、ネットワーク内での分配損失がありません。

## 2.3 主な使用製品

### 2.3.1 LMX1204

LMX1204 は、1:4 のクロック分配チップです。LMX1204 は最大 12.8GHz のクロック周波数をサポートし、追加ジッタが非常に小さくなっています。すべてのクロック出力は同期しています。4 つの高周波数出力に加えて、FPGA のクロック供給に適した低周波数 LOGICLK が追加されています。各出力には、JESD204B デジタル インターフェイスを使用するデータコンバータとともに動作するための、低周波数 SysRef 出力が付属しています。SysRef 信号は、内部で生成するか、または、入力として受け取ったものを出力へ再クロックすることもできます。クロック入力を入力分周または逡倍を行うオプションもあります。

### 2.3.2 TPS62913

TPS62913 デバイスは、高効率、低ノイズ、低リップルの電流モード同期整流降圧コンバータです。TPS62913 は、ノイズに敏感なデータコンバータおよびクロックデバイスへの電源供給用に設計されています。このデバイスは、最大 3A の負荷をサポートします。

### 2.3.3 TPS7A4700

TPS7A4700 は、超低ノイズ (4 $\mu$ VRMS)、低ドロップアウトリニアレギュレータです。TPS7A4700 は、1A の負荷に電力を供給できます。このデバイスは、非常に敏感なクロックおよびデータコンバータ電源アプリケーション用に設計されています。

### 3 ハードウェア、ソフトウェア、テスト要件、テスト結果

#### 3.1 ハードウェア要件

このリファレンス デザインを評価するには、以下の試験装置が必要です。

- 12V 電源
- R&S SMA100B 信号ジェネレータ(または同等品)
- スペクトル アナライザまたは位相ノイズ アナライザ

#### 3.2 テスト構成

図 3-1 にテスト構成のブロック図を示します。図 3-2 に、16 個の差動クロック出力と 16 個の差動 SysRef 信号すべてに対応する RF コネクタ ケーブルを接続した基板の画像を示します。

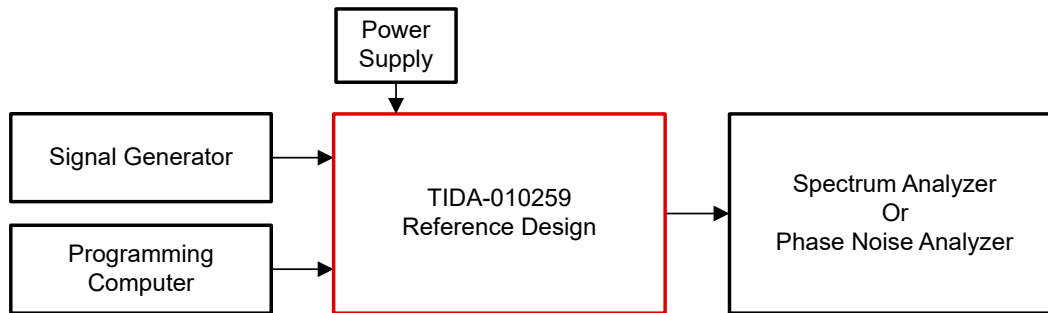


図 3-1. リファレンス デザインのテスト構成

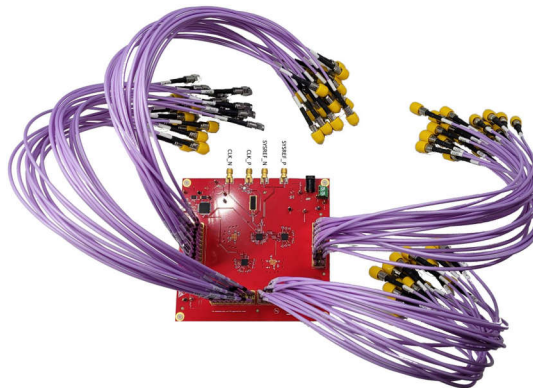


図 3-2. カスケード接続クロック分配ボード、RF ケーブル付き

### 3.3 テスト結果

図 3-3 に、12.8GHz における 1 つの出力でのクロック性能と、標準的な SMA100B 信号ジェネレータとの比較を示します。1MHz オフセットまでは、カスケード接続した LMX1204 について、位相ノイズ性能の顕著な劣化はありません。その後、高い周波数オフセットでの劣化は、カスケード接続デバイスの熱ノイズフロアが大きくなることに起因します。

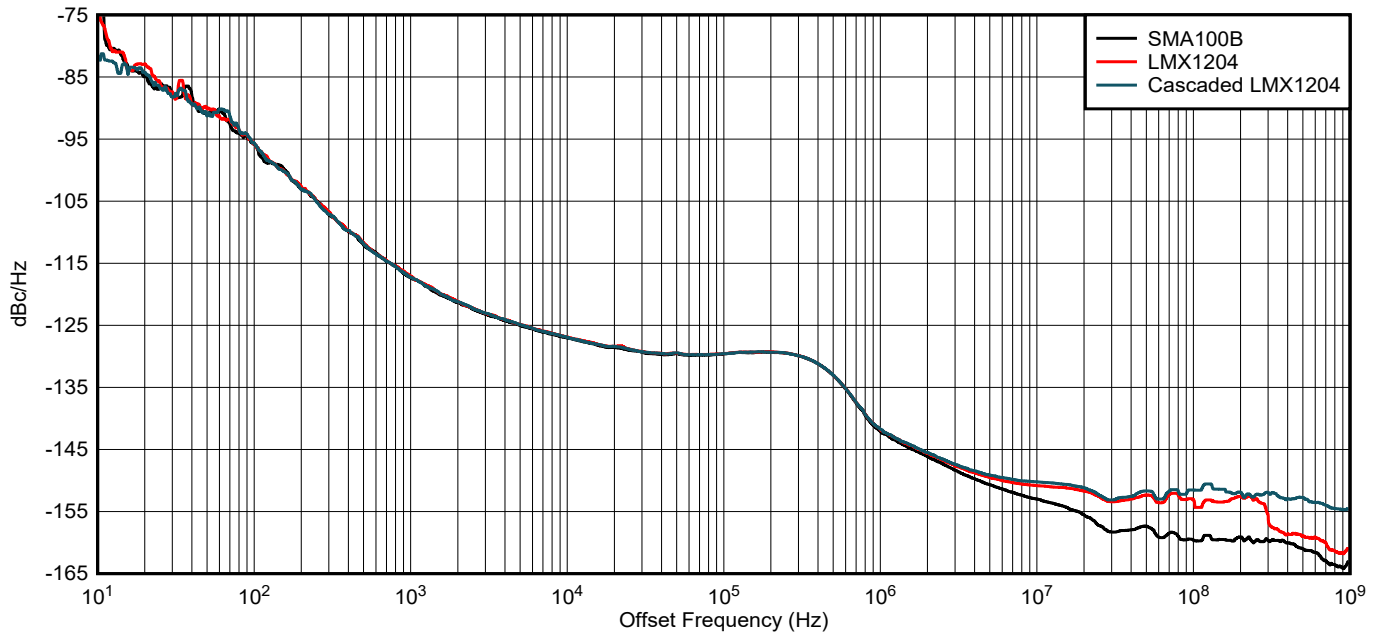


図 3-3. カスケード接続された LMX1204 と R&S SMA100B の位相ノイズ応答

## 4 設計とドキュメントのサポート

### 4.1 デザイン ファイル

#### 4.1.1 回路図

回路図をダウンロードするには、[TIDA-010259](#) のデザイン ファイルを参照してください。

#### 4.1.2 BOM (部品表)

部品表 (BOM) をダウンロードするには、[TIDA-010259](#) のデザイン ファイルを参照してください。

### 4.2 ツールとソフトウェア

- [TICSPRO-SW](#)、LMX1204 プログラミングソフトウェア

### 4.3 ドキュメントのサポート

1. テキサス・インスツルメンツ、[『カスケード構成の LMX1204 を使用したデータ コンバータ クロック システムを最大限に活用』アプリケーション ノート](#)
2. テキサス・インスツルメンツ、[『カスケード接続 LMX1204 位相誤差解析』アプリケーションノート](#)
3. テキサス・インスツルメンツ、[『LMX1204 の逡倍クロック分配による大規模フェーズド アレイ システムの駆動』アプリケーション・ノート](#)

### 4.4 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。

### 4.5 商標

テキサス・インスツルメンツの™ and テキサス・インスツルメンツ E2E™ are trademarks of Texas Instruments.

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

## 5 著者について

ラッセル・ホッペンシュタインは、航空宇宙および防衛セクターを支援するシステム エンジニアリング マーケティング (SEM) グループのシステム エンジニアです。通信および防衛市場向けの高性能 RF デバイスや RF サンプリング データ コンバータを担当して、半導体分野で 20 年以上の経験を有しています。以前は、ワイヤレス インフラ市場向けに RF トランシーバ、アクティブ アンテナ システム、線形化パワー アンプを設計していました。テキサス大学オースティン校で BSEE を取得し、テキサス大学アーリントン校で MSEE を取得しています。

## 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 © 2024, Texas Instruments Incorporated

## 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](#)、または [ti.com](#) やかかる TI 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。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。

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、TI 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 © 2024, Texas Instruments Incorporated