

## Application Brief

# LMKDB11xx-FS フェイルセーフ出力デバイスを使用して、システムレベルの Flex I/O リスクを低減する



## 概要

フレキシブル入出力 (Flex I/O) 信号またはインターフェイスにより、ユーザーはインターフェイスピンを、PCIe 差動クロック入力、サイド バンド信号、または将来的に進化する高速管理インターフェイスのニーズなど、さまざまな種類のインターフェイスに柔軟に使用できます。Flex I/O インターフェイスピンを使用する場合、Flex I/O インターフェイスエンゲージメントは、コントロールをネゴシエートするために必要な一連の手順を実行します。コントロール ネゴシエーション中、プラットフォームに接続された Flex I/O 信号はトライステートまたはハイインピーダンスであり、リーケージは非常に低くなります。ただし、クロック バッファ デバイスを経由して Flex I/O ピンを PCIe 差動クロックピンとして使用する場合、パワーダウン モードでクロック バッファ デバイスの低い、低要件ため、このバイアスなしまたはハイインピーダンス要件が完全に満たされることはできません。これは、ユーザーが互換性のないプラットフォームカードを接続した場合のエンゲージメントフェーズ中のリーケージパスを提示し、信頼性の問題を示しています。LMKDB11xx-FS デバイスは、デバイスへの電力供給がないときに出力が 3.3V にプルアップされる際に、10µA 未満の非常に小さいリーケージでフェイルセーフ出力を供給することにより、この信頼性問題を解決します。

## フレキシブル入出力 (Flex I/O) インターフェイス

フレキシブル入出力 (Flex I/O) により、『PCIe Express 基本仕様』で定義されているインターフェイス エンゲージメント要件を満たすと、ユーザーはインターフェイスピンの機能を柔軟に再利用できます。Flex I/O インターフェイスは、ハードウェアインターフェイスの使用率の向上、次世代の高速管理インターフェイスに対するニーズの進化、異なるプラットフォーム間での帯域外機能の付加価値を実現するための柔軟性をシステム設計者に提供します。<sup>1</sup>も参照してください。

Flex I/O インターフェイスには、『PCIe Express 基本仕様』に記載されているように、エンゲージメントに関して次のガイドラインが必要です。

- デフォルト状態
- 検出
- 互換性チェック
- コントロール ネゴシエーション

エンゲージメントフェーズ中の各ガイドラインの詳細については、『PCIe Express 基本仕様』のセクション 12.3.2.1 を参照してください。このアプリケーションノートは、『PCIe Express 基本仕様』で定義されている許可されたデフォルト状態に関するものです。

- **未使用:**未接続(電気オープン)、または特定のフォーム ファクタまたはコネクタ、ケーブルの仕様で規定される特定の終端を使用します。
- **事前配線、不活性:**ここでは、ピンまたはインターフェイスはあらかじめ決められた回線と接続で配線されていますが、ネゴシエーションが完了するまで意図した機能は実行されません。ネゴシエーション前の電圧バイアスが許容されます。例としては、フォーム ファクタ固有の必須 Flex I/O 信号がプラットフォームロジックに接続され、プラットフォーム側の +3.3V 補助電源レールへのプラットフォーム側プルアップ抵抗によってデフォルトでトライステートまたはハイインピーダンスになる場合が挙げられます。その後、ネゴシエーションが完了すると、信号は意図された目的のために使用されます。フォーム ファクタの仕様では、許容されるすべてのデフォルトイ回路条件が電気的に安全であり、論理ドメイン制約を課さないことを保証する必要があります。例としては、クロス パワードメインの電気的ストレスまたはリーケージ状態が挙げられます。
- **切り替え可能な機能:**これは、ピンやインターフェイスはデフォルトで事前定義された機能(多くの場合、レガシー機能)になりますが、それ以降は、代替機能に電気的または論理的に切り替え可能です。例としては、デフォルトで JTAG 機能を使用するフォーム ファクタインターフェイスが挙げられ、デフォルトの終端や接続性など、関連するすべての要件が含まれます。次に、

<sup>1</sup> 参考資料

肯定的な検出と互換性チェック(以下に定義)を実行すると、コントロールはデフォルトの機能を解除してから、目的の代替機能を有効にします。

## モジュール型 - 拡張可能 IO (M-XIO) 基本仕様

Open Compute Project (OCP)『モジュール型 - 拡張可能 IO (M-XIO)』は、DC-MHS モジュール型拡張可能 I/O コネクタおよび製品の技術仕様を定義しています。この仕様では、M-XIO ソースコネクタの次の要素について説明します。

- ・ 要件
- ・ 信号リスト
- ・ コネクタモデルを選択するための特定のピン割り当てを追加します。

『モジュール型 - 拡張可能 IO (M-XIO)』のセクション 6.7 で、コネクタの Flex I/O ピンのデフォルト初期化は、『PCIe Express 基本仕様』ガイドラインに従って定義されています。<sup>2</sup>も参照してください。以下の表 1 は、各 FLEXIO ピンのデフォルトの初期化状態を示しています。

表 1. M-XIO フレキシブル I/O の選択

信号名	デフォルトの初期化	備考
FLEXIO_0	機能なし、バイアスなし	M-XIO ピン配置の観点から最適化されたシングルエンド
FLEXIO_1	SB_FLEX_1	M-XIO ピン配置の観点から FLEXIO_2 に差動結合済み
FLEXIO_2	SB_FLEX_2	M-XIO ピン配置の観点から FLEXIO_1 に差動結合済み
FLEXIO_3	機能なし、バイアスなし	M-XIO ピン配置の観点から FLEXIO_4 に差動結合済み
FLEXIO_4	機能なし、バイアスなし	M-XIO ピン配置の観点から FLEXIO_3 に差動結合済み
FLEXIO_5	機能なし、バイアスなし	M-XIO ピン配置の観点から FLEXIO_6 に差動結合済み
FLEXIO_6	機能なし、バイアスなし	M-XIO ピン配置の観点から FLEXIO_5 に差動結合済み

## クロック デバイスを使用した高速信号 (クロック入力) との Flex I/O インターフェイス ピン

すでに説明したように、Flex I/O インターフェイスピンは、さまざまな使用事例に目的を変更できます。これらの使用事例の一つは、追加のクロックが必要な場合に、PCIe 差動クロック信号を分配することです。クロック信号配線に Flex I/O ピンを使用する場合、クロック分配デバイスの仕様と Flex I/O ピンのデフォルト状態に問題が発生します。セクション 2 に示したように、デフォルト状態では『モジュール型 - 拡張可能 IO (M-XIO)』の仕様に基づいてバイアスなしか機能なしであることが要求されますが、クロックバッファデバイスの出力は、DB2000QL 仕様に従って "Low" に設定されており、パワーダウン時に "Low" に設定されます。これは、パワーダウン状態でプルアップにより出力が "High" にプルアップされる場合のリーケージパスを示しています。リーケージ値は、クロックバッファのベンダのアキテクチャによって異なります。さまざまなアキテクチャで、ダイオード クランプまたはグラウンドへの抵抗を使用できます。

したがって、Flex I/O ピンが高速クロック ピンとして使用される場合は常に、クロック信号以外で定義されたサイド バンド信号を持つ互換性のないカードを挿入します。これ

は、インターフェイスのエンゲージメントによってカードに互換性がないと判断されるまで、リーケージのリスクまたはデバイスの信頼性の問題を引き起こします。

## LMKDB11xx-FS Flex I/O のフェイルセーフ クロック バッファ使用事例

LMKDB11xx-FS ファミリーのクロック バッファは、差動クロックに Flex I/O ピンを使用するときに、リーケージと信頼性のリスクを最小限に抑えるように設計されています。

LMKDB11xx-FS は、出力ドライバ側に向かってパワーダウンした際に発生するあらゆるリーケージから出力を保護するためのトランジスタスイッチを搭載しています。

DB2000QL の出力 "Low" および低要件に準拠するため、パッド上でグラウンドに対するハイインピーダンス値の抵抗を使用します。セクション 4 に示すように、トランジスタスイッチを追加し、パッドにハイインピーダンスを形成することで、LMKDB11xx-FS デバイスのリーケージは  $10\mu A$  未満のワースト ケースに制限されます。LMKDB11xx-FS は、プラットフォーム上で互換性のないアダプタやカードを検出したり、長期間暴露したりする際に、リーケージや信頼性の問題のリスクを最小限に抑えることができます。そのため、システム設計者はさまざまな使用事例で Flex I/O

<sup>2</sup> 参考資料

2 LMKDB11xx-FS フェイルセーフ出力デバイスを使用して、システム レベルの Flex I/O リスクを低減する

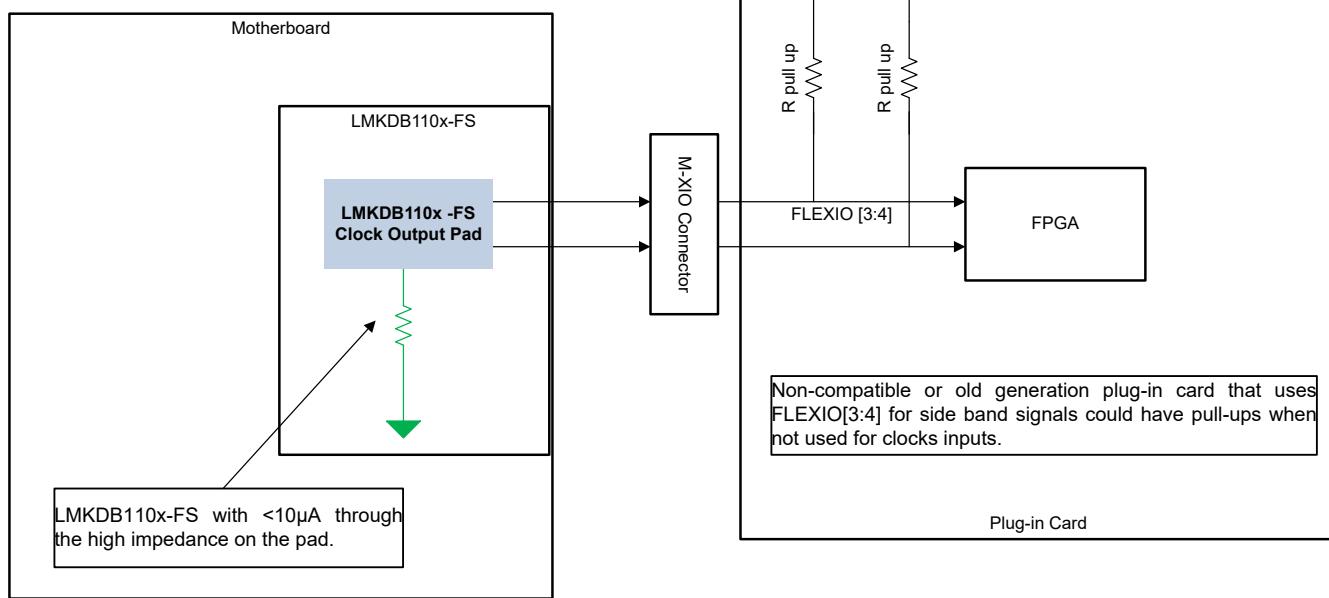
JAJAA31 – SEPTEMBER 2025  
資料に関するフィードバック(ご意見やお問い合わせ)を送信

インターフェイスを使用できる柔軟性を得ることができます。

さらに、[LMKDB11xx-FS](#) デバイスのすべてのクロック入力およびデジタル入力はフェイルセーフであり、これは、本デバイスの電源がオフになってしまっても、任意のクロック入力またはデジタル入力を、データシートに定義されている電源電圧または絶対最大値よりも高く保持できることを意味します。これにより、システムで柔軟な電源シーケンスの設計も可能になります。

**図 1** に図示したように、[LMKDB11xx-FS](#) デバイスの動作に関する重要なポイントを以下に示します。

- $VDD = 3.3V$  または  $1.8V$  OE# (出力イネーブル) / PWRGD/PWRDN# を使用して出力を非アクティブにします。出力は、インピーダンスが  $50\Omega/42.5\Omega$  のプッシュパブルドライバ出力段でプルダウンされます。



**図 1. Flex I/O のデフォルト状態要件に関する LMKDB11xx-FS デバイスの使用事例**

## まとめ

LMKDB11xx-FS クロック バッファ デバイスは、Flex I/O インターフェイスの使用事例向けに、PCIe クロック バッファ 上の既存ファミリに対して、ピン互換性およびソフトウェア互換性の設計を提供します。このデバイスを使用することで、システム設計者は、リーケージや互換性の問題を心配することなく、Flex I/O ピンで差動クロック信号を配線できます。ユーザーが検出期間中または長期間にわたってサイドバンド信号を使用して互換性のないカードを接続した場合。[LMKDB11xx-FS](#) デバイスには、逆電流や信頼性の問題はありません。さらに、入力と出力の両方の [LMKDB11xx-FS](#) フェイルセーフ機能により、システム設計者は電源シーケンスの設計も柔軟に行うことができます。

- $VDD = 0V$  の場合、緑色で示すように、"Low" 状態のためのグラウンドへの弱いプルダウン抵抗があり、 $10\mu A$  のリーケージを下回ったり、ほぼバイアスなしの状態を保ちます。トランジスタスイッチは、出力パッドを出力ドライバから切り離し、出力の保護もします。
- LMKDB110x-FS の動作は、 $VDD=0V$  のときはハイインピーダンスとして動作し、DB2000QL 仕様に準拠するため弱いプルダウンも備えています。これにより、互換性のないカードがマザーボードに接続されている場合に、低リーケージパスが可能になります。
- LMKDB110x-FS を使用すると、デフォルト状態の要件に関する問題が発生することなく、Flex I/O ピンをクロック入力として使用することができます。

## 参考資料

- [PCI Express 仕様](#)
- [モジュール型 - 拡張可能 IO \(M-XIO\) 基本仕様](#)
- [LMKDB11xx](#)

## 商標

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

## 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默示保証、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、明示的または默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](#) 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

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默示保証、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、明示的または默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、(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](#)、[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