

# EVM User's Guide: LMKDB1112EVM

## LMKDB1112 評価基板



### 説明

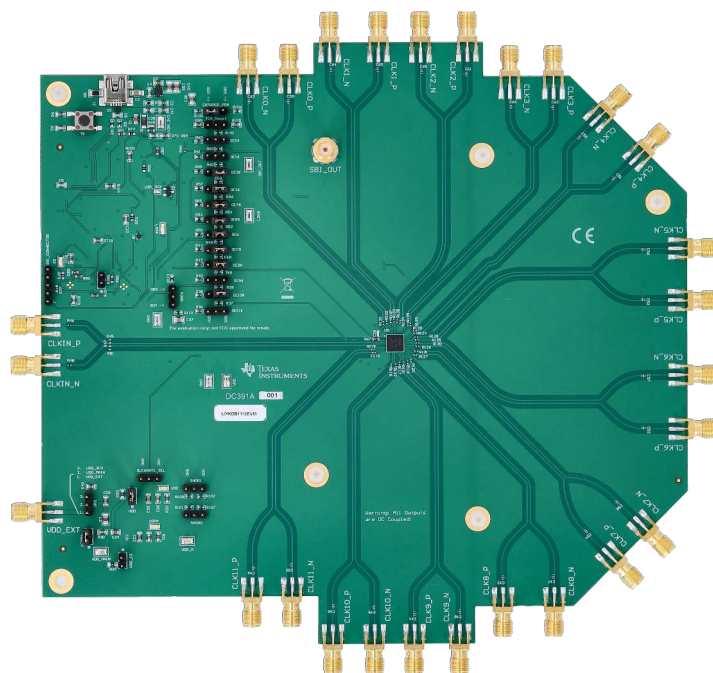
LMKDB1112 評価基板 (EVM) は、PCIe Gen 1 ~ Gen 7 をサポートし DB2000QL に準拠したバッファである LMKDB1112 LP-HCSL を評価するセットアップの迅速化に役立つ設計を採用しています。プリント基板 (PCB) は複数のジャンパと 1 個の USB 接続端子を搭載しており、LMKDB1112 を希望のユーザー プログラミング (設定) とセットアップで使用することができます。この評価基板を採用すると、LMKDB1112 デバイスの準拠試験、システムのプロトタイプ製作、性能評価を実施できるフレキシビリティを確保できます。

### 特長

- PCIe Gen 1 ~ Gen 7 と DB2000QL に準拠のバッファ
- 外部電源と USB 電源の各オプション
- [TICS Pro 2 ソフトウェア GUI](#) グラフィカル ユーザー インターフェイス (GUI) によるプログラミングが可能
- ピン制御による出力のイネーブル/ディスエーブルが可能なオンボード入出力エクステンダ

### アプリケーション

- 高性能コンピューティング
- [サーバー マザー ボード](#)
- [NIC/SmartNIC](#)
- [ハードウェア アクセラレータ](#)



LMKDB1112 評価基板のデフォルト設定

## 1 評価基板の概要

### 1.1 概要

この評価基板は、TI の **TICS Pro ソフトウェア GUI** を搭載した PC を使用して、オンボード **USB マイコン (MCU)** インターフェース経由で設定できます。また、TICS Pro はレジスタ データのインポートとエクスポートに使用でき、デバイスをフレキシブルにプログラミングすることもできます。LMKDB1112 の入出力を外部システムに接続し、同軸ケーブル経由で互換性と性能を評価することができます。オンボード LDO は、必要な試験装置の数を最小化するために電源として **USB** を使用するオプションも提供します。サイド バンド インターフェイス (SBI) ヘッダー ピンを使用して、LMKDB1112 の出力をデジチェーン接続または制御し、高速なスイッチングを実現できます。

### 1.2 キットの内容

LMKDB1120EVM ボックスの内容:

- LMKDB1112EVM ボード (DC391A) × 1。
- 3 フィートの Mini-USB ケーブル (MPN 3021003-03)。

### 1.3 仕様

LMKDB1112 デバイスおよび評価基板の主な仕様の一部は表 1-1 に記載されています。

表 1-1. LMKDB1112 の主要パラメータ

パラメータ	値
周囲温度	-40°C ~ 105°C
電源	1.8V ± 10%、3.3V ± 10%
動作周波数	1MHz ~ 400MHz。(自動出力ディスエーブル (AOD) 無効)
	25MHz ~ 400MHz。(自動出力ディスエーブル (AOD) 有効)
出力フォーマット	LP-HCSL

### 1.4 製品情報

LMKDB1112 は、PCIe Gen 1 ~ Gen 7 をサポートし、DB2000QL に準拠した高性能 LP-HCSL バッファです。LMKDB1112 は、非常に小さい追加ジッタ、フェイルセーフ入力、柔軟なパワーアップ シーケンス、個別の出力イネーブルピン (OE#)、入力信号喪失検出 (LOS)、3 線式または 4 線式 SBI および SMBus インターフェイスを備えています。この評価基板は、3.3V の動作電源電圧での優れた電源ノイズ抑制を実現するために、LDO を内蔵しています。

## 2 評価基板クイック スタート

表 2-1 に、USB 電源オプションを備えたオンボードの 3.3V LDO からデバイスに電力を供給するための評価基板のデフォルトのジャンパ構成を示します。表 2-1 に示すように、初期起動用に評価基板を構成します。また、表 2-1 に示すようにジャンパ JP17 の位置を変更して、この評価基板を外部電源に構成することもできます。

**表 2-1. デフォルトのジャンパ構成**

カテゴリ	参照記号	デフォルトの位置	説明
電源	VDD_A を必要とします	1-2	USB または外部電源をデバイスの VDDA に接続します。
	VDD	1-2	USB または外部電源を、チップの出力バンクおよびデジタル電源 (VDD) に接続します。
	VDD_IO	1-2	USB または外部電源を基板上の IO ピン (VDD_IO) に接続します。
	JP3	1-2	USB 電源と外部を選択できます。電流構成は外部電源用です。USB 電源に変更するには、ジャンパの位置を 2-3 に変更します。
出力イネーブルの制御ピン	OE0#、OE#1、OE#2、 OE#3、OE#4、OE#5、 OE#6、OE#7、OE#8、 OE#9、OE#10、OE11#	2-3	GND にプルダウンすると、ピン制御オプションで出力をイネーブル (OE#0 ~ 11) にします。
SMBus アドレス制御ピン	SADR0、SADR1	-	表 3-6 または「SMBus アドレスの選択」を参照してください。
デジタル ピン	TCA_Reset、 CKPWRGD_PD#	1-2	TCA リセットと CLKPWRGD_PD# が High にプルされます。
	SBEN	2-3	3 ピン ヘッド。SBI をイネーブルにするには、ジャンパ位置を 1-2 に変更します (VDD に接続)。
	SBEN	-	SN74LVC125 バッファ イネーブル制御ピン (2 ピン ヘッド)。GND を接続先とするデフォルトのプルダウン。



## 2.2 ソフトウェアの設定

### 2.2.1 TICS Pro GUI の設定

1. TICS Pro ソフトウェアがまだインストールされていない場合、TI の Web サイト [TICS Pro 2 ソフトウェア GUI](#) からインストールします。
2. TICS Pro ソフトウェアを起動します。
3. この手順を実行する前に、[セクション 2.1](#) の手順が完了していることを確認してください。Select Device (デバイスを選択) → Clock Buffer (クロック バッファ) → LMKDB1112 の順にアクセスして、LMKDB1112 プロファイルを選択します。
4. 基板との通信を以下のように確認します。
  - a. 接続モードが USB2ANY で、背景が緑色であることを確認します (TICS Pro 2 ソフトウェアの下部)。
  - b. TICS Pro 2 ソフトウェアの左上隅にある Scan SMBus (SMBus をスキャン) をクリックします。デバイスは、指定されたアドレスで見つかる必要があります。
  - c. Communication Setup (通信設定) ポップアップ ウィンドウの以下のフィールドを確認します。
    - i. インターフェイスとして USB2ANY が選択されていることを確認してください。
    - ii. 複数の USB2ANY がある場合は、目的のインターフェイスを選択します。USB2ANY が現在別の TICS Pro で使用されている場合は、インターフェイス設定を Demo Mode (デモ モード) に変更して、そのインターフェイスを解放する必要があります。

### 2.2.2 パワーアップ シーケンス

デフォルトでは、LMKDB1112 と GUI はデフォルト構成で開始されます。オンボード USB 電源オプションを使用する場合、以下の手順に従うことで、USB ケーブルを評価基板に接続するときに誤ったパワーアップ シーケンスの問題を回避できます。

1. 上記のすべての手順の後、電源リセットのために USB 3V3 Supply (USB 3V3 電源) ピンを Low → High に切り替えます。
2. Communication Setup (通信設定) ウィンドウの Scan Bus (バスをスキャン) をクリックして、デバイスアドレスを検索して更新します。
3. Read All Regs (すべてのレジスタを読み取る) をクリックして、デバイスからのレジスタの読み戻しを更新します。

## 2.3 EVM 測定

オシロスコープまたは位相ノイズ アナライザを使用して、クロック出力で測定を行うことができるようになりました。

### 3 ハードウェア

#### 3.1 デバイスの動作モード

LMKDB1112 は、パワーオン/リセット (POR) 中に 2 つのモードのいずれかで起動するように構成できます。SBEN イネーブルピンによって、電源ランプアップ時の動作モードが決定されます。デバイスの両方のモードを以下に示します。

1. **SMBus モードのみ** (評価基板のデフォルト): 電源投入時に SBEN ピンが Low に設定されていると、SBI インターフェイスはディスエーブルになり、出力イネーブル (OE) 制御は SMBus および OE 制御ピンからのみアクセスできます。
2. **SBI モードおよび SMBus モード**: 電源投入時に SBEN ピンが High に設定されていると、SBI インターフェイスがイネーブルになり、出力は SBI インターフェイス、および SMBus および OE 制御ピンで制御できます。これらのピンは SBI 通信に使用されるため、ピン J4、A10、K10 では OE ピンを制御できません。

#### 3.2 EVM の構成

LMKDB1112EVM は、オンボード マイコンを使用して複数のモードに構成することができ、USB または外部電源経由で電力を供給することもできます。以下のセクションでは、評価基板の電源、ロジック、クロック入力、出力インターフェイスと、それに応じて評価基板を構成する方法について説明します。

表 3-1 には、主要な部品と参照識指定子の一部が記載されています。

表 3-1. 主要部品参照指定子と説明

項目番号	リファレンス デザイン	説明
1	U1A	LMKDB1112
2A	VDD_EXT	SMA ポートを使用する外部 VDD オプション。
2B	JP3	外部またはオンボードの 3.3V USB 電源オプションを選択するためのジャンパ。
3	CLKIN_P、CLKIN_N	クロック入力用 SMA ポート
4	CLK0_、CLK0_N、...、CLKx_P、CLKx_N、...、CLK11_P、CLK11_N	クロック出力用 SMA ポート (CLKXX_P、CLKXX_N)。
5	SADR0、SADR1	SADR0_tri と SADR1_tri ジャンパ ヘッダー オプションを使用して表 3-6 に定義されている異なるアドレスを選択します。
6	SBEN	電源投入時に SBI インターフェイスをイネーブルまたはディスエーブルにする 3 ピン SBEN ピン ヘッダー ジャンパ。
7	TCA_Reset	入出力 (IO) エクスパンダ用 TCA_RESET ピン ヘッダー ジャンパ。適切な動作のためには、TCA_RESET ピン ヘッダー ジャンパをプルアップに接続する必要があります。デフォルト構成は、プルアップに設定されています。
8	CKPWRGD_PD#	LMKDB1120 をイネーブルまたはディスエーブルにする CKPWRGD_PD# ピン ヘッダー ジャンパ。
11A	SBI_CONNECTOR	デジチェーン オプション用 SBI コネクタ ヘッダー ジャンパ。
11B	SBEN	2 ピン SBI_PRIMARY ヘッダー ジャンパ オプションを使用して、評価基板の U3A、U3B、U3C、U3D バッファ パーツを無効にすることができます。
12	U9	USB 電源オプション LDO。
13	U8A、U8B、U8C、U8D	SBI ラインで、デジチェーン構成のために使用されるハイインピーダンス バッファ部品。
14	U6	OE#5、OE#6、OE#10 ピンでマイコンと IO エクスパンダ オプションのいずれかを選択するマルチプレクサ部品。
15	U7	すべての OE# ピン制御に使用される IO エクスパンダ。
16	U4	MSP430F5529IPN マイコン。

### 3.2.1 電源

LMKDB1112 には  $1.8V \pm 10\%$  および  $3.3V \pm 10\%$  で動作する VDDA および VDD 電源ピンがあります。評価基板には、表 3-2 に記載されている 2 つの異なる方法でデバイスに電力を供給できます。

3.3V 電源オプションの場合、評価基板にはオンボード LDO が搭載されており、デフォルトで選択されているため、外部電源の必要性が減り、PC と USB ケーブルを使用して評価基板を操作できます。

評価基板で  $1.8V \pm 10\%$  電源を使用するには、J4 を使用して外部電源電圧を強制的に供給することができます。

表 3-2. 評価基板の電力モード

評価基板の電力モード	記号	位置	電源電圧	説明
外部	VDD_EXT	外部電源	$1.8V \pm 10\%$ 、 $3.3V \pm 10\%$	外部電源オプションが選択されています。
	JP3	1-2		
USB (デフォルト)	VDD_EXT	接続なし	$3.3V \pm 10\%$	USB 3.3V 電源オプションが選択されています。
	JP3	2-3		

### 3.2.2 ロジック入力および出力

LMKDB1112 のロジック入力および出力ピンには、デバイスの機能モード、出力のイネーブル / ディスエーブルの制御、信号喪失 (LOS) 検出、各種のデバイス アドレス選択を選ぶためのさまざまなオプションがあります。以下のセクションでは、さまざまな入力および出力ロジックピンの機能について説明します。入力ピンの電圧レベルは、TICSPRO GUI または表 3-1 で指定されているオンボード ジャンパを使用して設定できます。

表 3-3. デバイスの起動モード

SBEN_EN 入力レベル	スタートアップ モード
Low (デフォルト)	SBI 非アクティブ
High	SBI がアクティブ

表 3-4. 出力イネーブルピンの制御

OE0# から OE11# の入力レベル	出力状態
Low (デフォルト)	アクティブ
High	非アクティブ

表 3-5. 信号喪失検出 (LOS)

LOSb 出力レベル (ステータスピン)	LOS ステータス
Low	検出されました
High	検出されません

表 3-6. SMBus アドレス デコード

アドレス選択		バイナリ値								16 進数の値	
SADR1_t ri	SADR0_t ri	7	6	5	4	3	2	1	読取 / 書 込み	読取 / 書 込みなし	読取 / 書 込みあり
0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	6C	D8
	M	1	1	0	1	1	0	1	0	6D	DA
	1	1	1	0	1	1	1	1	0	6F	DE
M	0	1	1	0	0	0	0	1	0	61	C2
	M	1	1	0	0	0	1	0	0	62	C4
	1	1	1	0	0	0	1	1	0	63	C6
1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	65	CA
	M	1	1	0	0	1	1	0	0	66	CC
	1	1	1	0	0	1	1	1	0	67	CE

---

**注**

デバイスの SMBus アドレスは Bits[7:1] です。多くの場合、ベンダーに応じて 16 進値に読取 / 書込みビットが含まれます。読取 / 書込みありの列には、読取 / 書込み値が 0 と見なされる場合の 16 進値が表示され、読取 / 書込みなしの列には SMBus アドレスが表示されています。

---

### 3.2.3 クロック入力

LMKDB1112 は、入力スイングと同相電圧に応じてさまざまな入力インターフェイスをサポートできます。図 3-1 に示すように、外付け部品および内部終端方式を使用して LMKDB1112 で構成できる入力インターフェイス タイプは 4 つあります。信号ジェネレータを使用する場合は、100Ω の抵抗を R47 に実装するか、内部または外部の 50Ω 終端をグラウンドに使用します。

1. DC 結合の HCSSL/LP HCSSL 入力。
2. DC 結合の LVDS 入力。
3. 外部 AC 結合入力。
4. グラウンドへの内部 50Ω 終端。

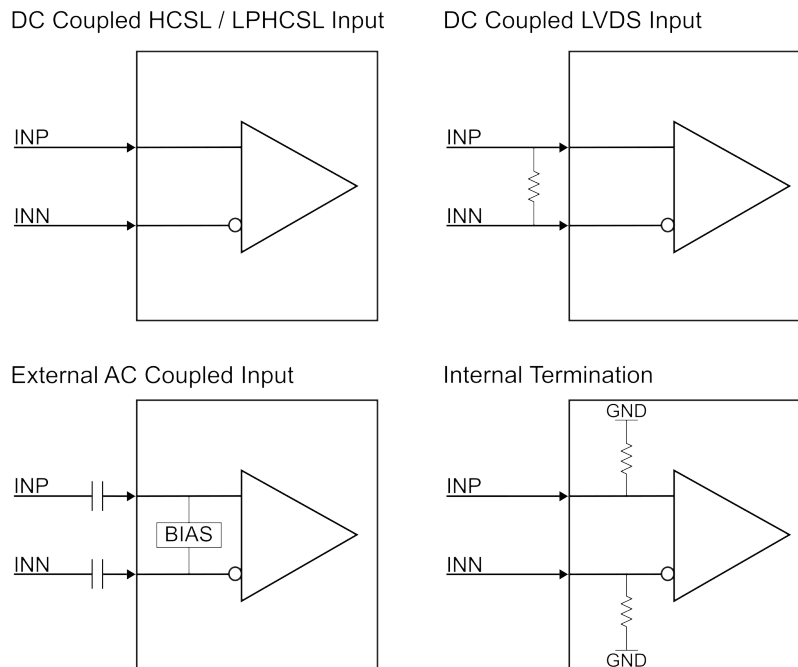


図 3-1. 入力インターフェイス

LMKDB1112 でサポートされているさまざまなインターフェイスを設定する方法については、表 3-7 に概説されています。

表 3-7. 入力インターフェイス

入力インターフェイス	構成
DC 結合 HCSSL/LP-HCSL	これは、デフォルトの評価基板 / デバイス構成です。R46 と R48 の値は 0Ω で、入力ページの入力インターフェイスのタイプは DC 結合に設定されています。
DC 結合 LVDS 入力	R47 に 100Ω の抵抗を接続し、入力ページの入力インターフェイスのタイプを DC 結合に設定します。
外部 AC 結合入力	R46 と R48 を 0.1μF のコンデンサと交換し、入力ページの入力インターフェイスのタイプを AC 結合に設定します。
内部終端	内部の 50Ω 対グラウンド終端を有効にするには、入力ページの入力終端をイネーブルに設定します。

### 3.2.4 クロック出力

LMKDB1112 には 12 の差動クロック出力 (CLK[11:0]\_P/N) があります。

すべての出力は、2pF の容量性負荷と DC 結合されており、すべての出力は SMA ポートを基板に半田付けしています。

#### 警告

DC 結合クロックは、スペクトルアナライザや位相ノイズアナライザなど、0V を超える DC 電圧を受け付けられない RF 機器に直接接続しないでください。

### 3.2.5 ステータス出力、LED、テストポイント

LMKDB1112EVM は、LMKDB1112、LED、テストポイントからのステータス出力信号を搭載しており、基板上の信号電圧と電源電圧を監視できます。表 3-8 に、基板上のすべてのステータス信号とテストポイントが掲載されています。

表 3-8. ステータス出力、LED、テストポイント

機能またはテスト信号	ステータスピン / LED 指定子	説明
LOSb	LOS#	LOSb ステータスを監視するためのテストポイント。
	LOS#	LOSb 検出のための LED ステータスライト。
SBI OUT	SBI_OUT	SBI OUT ピン用 SMA ポート。
	SBI_OUT	SBI OUT ピン用追加テストポイント。
	SBI_CONNECTOR	SBI OUT、SBI_IN、SBI_DATA、および SHFT_LD# ピン用ジャンパヘッダーを使用して、デジチェーンに必要なすべての信号を 1 か所に接続します。
VDDA	VDD_A を必要とします	VDDA 電源ピンの LED ステータスライト。
	VDD_A を必要とします	VDDA 電源ピンのテストポイント。
VDD	VDD	VDD 電源ピンの LED ステータスライト。
	VDD	VDD 電源ピンのテストポイント。
VDD_MAIN	VDD_MAIN	USB オプションまたは JP3 経由で外部オプションから選択した VDD 電源を測定するためのテストポイント。
GND	GND、GND	基板上の GND リファレンス用テストポイント。
USB LED	D2	基板との USB2ANY 通信を検証するための USB LED ステータスライト。
U2A_3V3	U2A_3V3	USB2ANY LDO 電源ステータス LED。
	U2A_3V3	USB2ANY LDO 電源ピンのテストポイント。

## 4 ソフトウェア

### 4.1 TICS Pro 2 LMKDB1112 ソフトウェア

LMKDB1112 TICS Pro 2GUI は、SMBus、SBI、OE ピン オプションを使用してデバイスと双方向通信を行うための完全な機能を備えています。TI では、LMKDB1112EVM を評価する際に、評価基板のすべての機能を最大限に活用するために GUI インターフェイスを使用することを推奨しています。GUI インターフェイスは、ユーザー コントロールと未処理レジスタページで構成されており、各レジスタのビットまたはフィールド値に直接書き込むことができます。GUI インターフェイスには、入力、デバイス情報、および出力ページもあり、このページを使用して、デバイスで利用可能な機能を評価できます。以下のセクションでは、各ページの詳細について説明します。

#### 4.1.1 入力

入力ページでは、さまざまな入力モードを構成したり、[図 4-1](#) に示すように信号喪失 (LOSb) のライブ ステータスを読み取ったりすることができます。

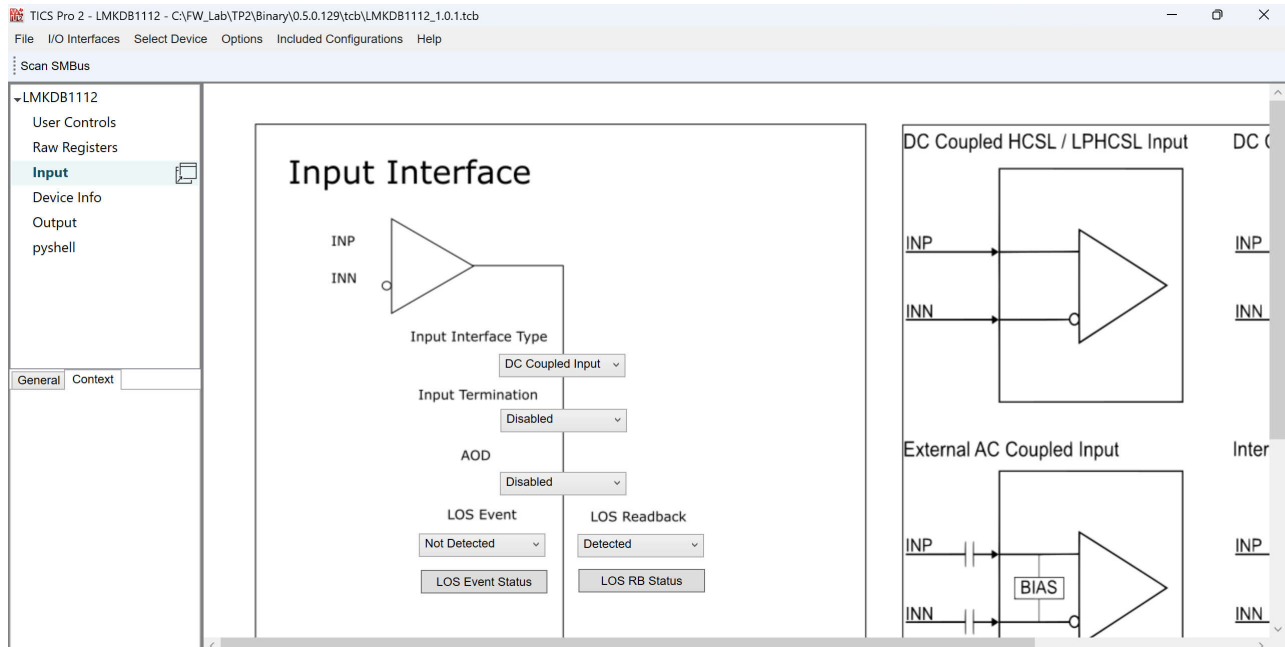


図 4-1. 入力インターフェイス

##### 4.1.1.1 入力インターフェイスのタイプ

入力インターフェイスのタイプは、AC 結合または DC 結合として構成できます。AC 結合オプションは、接続されたクロック入力に内部バイアスを提供します。

##### 4.1.1.2 入力の終端

グラウンドへの内部 50Ω 終端は、Input Termination (入力終端) ドロップダウン メニューを使用してイネーブルまたはディスエーブルにできます。

##### 4.1.1.3 自動出力ディスエーブル (AOD)

自動出力ディスエーブル (AOD) は、この制御を使ってイネーブルまたはディスエーブルにできます。LMKDB1112 では、AOD はデフォルトでイネーブルになっています。AOD は、入力で信号喪失 (LOS) が検出されると Low になると、出力をディスエーブルにします。AOD がディスエーブルのとき、出力は DC 状態の入力クロックに従います。

##### 4.1.1.4 LOS イベント

LOS イベント ステータスは、信号喪失 (LOS) イベントが発生したときの情報を提供します。必ず 1 を書き込むか、LOS Event (LOS イベント) ドロップダウン メニューから Detected (検出されました) を選択して、LOS イベントをクリアしてください。

#### 4.1.1.5 LOS 読み戻し

LOS 読み戻しは、信号喪失検出のライブ ステータスを提供します。

#### 4.1.2 デバイス情報と評価基板の設定

デバイス情報ページには、3 つの異なるセクションと LMKDB1112EVM の情報が記載されています。

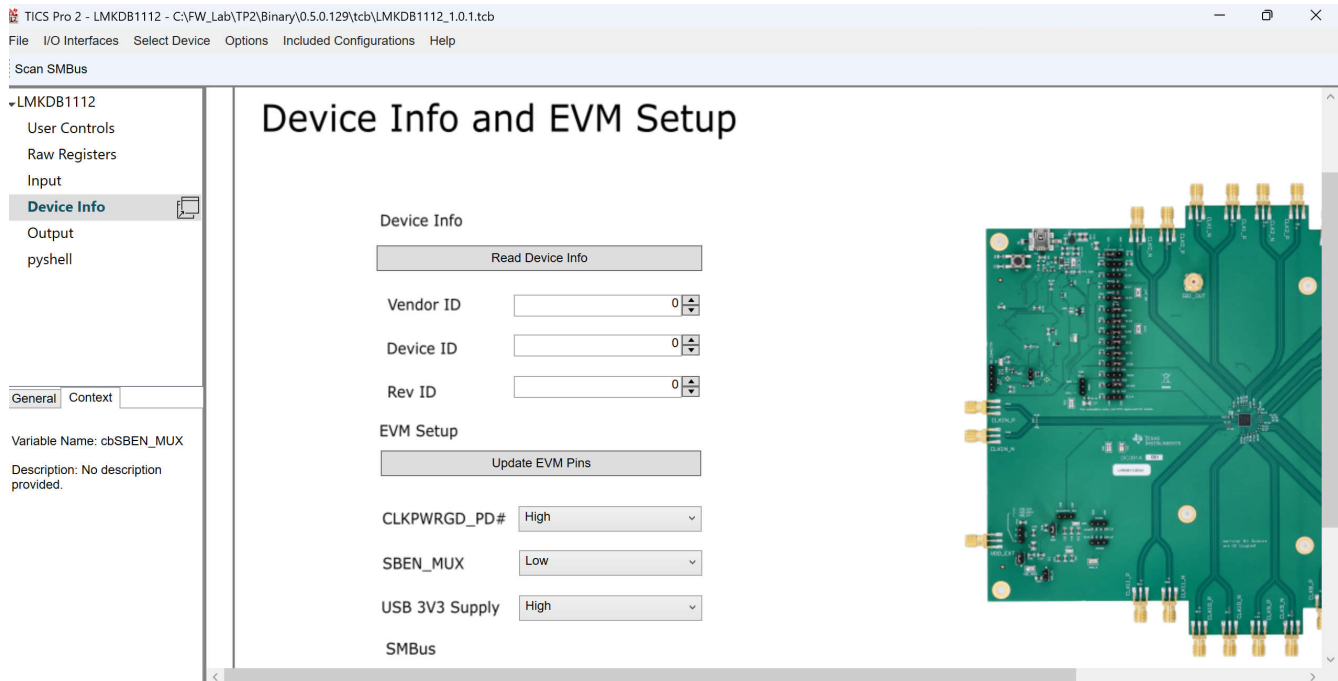


図 4-2. デバイス情報

##### 4.1.2.1 デバイス情報

このセクションには、Read Device Info (デバイス情報の読み取り) ボタンを使って読み戻すことができる、デバイスに関する以下の情報が記載されています。

1. ベンダ ID
2. デバイス ID
3. リビジョン ID

#### 4.1.2.2 評価基板設定

評価基板設定には、デバイスを構成するための重要なピンがあります。表 4-1 および表 4-2 に各ピン オプションの使用 方法の概要を示します。

表 4-1. CLKPWRGD\_PD#

ピンレベル	機能
Low	LMKDB1112 パワーダウン モード。
High	LMKDB1112 通常動作モード (デフォルト)。
ハイ インピーダンス	ハイ インピーダンスを選択すると、オンボードのヘッダー ジャンパ CKPWRGD_PD# を使用して、ピンに外部電圧を強制的に印加できま す。

表 4-2. SBEN\_MUX

ピンレベル	機能
Low	SBEN MUX (U6) は、IO エクスパンダを介してピン OE4#、OE7#、および OE10# の OE オプションに構成されます (デフォルト)。
High	SBEN MUX (U6) は、SBI_IN、SBI_DATA、SHFT_LD# の USB2ANY マイコンに切り替わります。SBI は、デバイスのこの設定で電源リセット後に使用可能になります。出力ページには、すべての設定を自動的に構成するための Enable SBI Control (SBI 制御を有効化) ボタンがあります。
ハイ インピーダンス	ハイ インピーダンスを選択すると、オンボードのヘッダー ジャンパを使用して、ピンに外部電圧を強制的に印加できます。

#### 4.1.2.3 SMBus

バイト カウンタ値は、ブロック読み出し動作中のレジスタの読み戻し数を決定します。

#### 4.1.3 出力

TICS Pro 2 の出力ページには、SMBus、OE ピン、SBI を介したクロック出力のコントロールがあります。

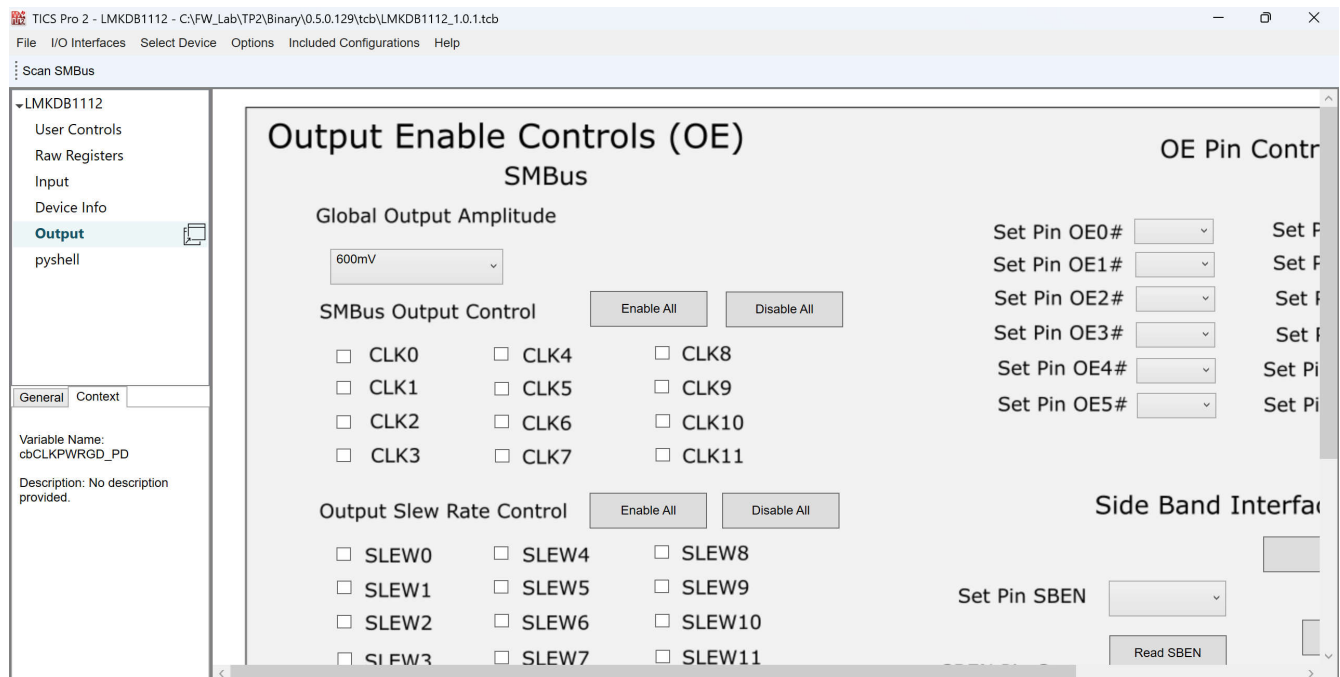


図 4-3. 出力

#### 4.1.3.1 SMBus

SMBus を使用して、出力の以下のパラメータを制御できます。

1. グローバル出力振幅: 出力 VOD (シングルエンド スイング) を 600mV ~ 975mV まで 25mV のステップ サイズでプログラムします。
2. SMBus 出力制御: レジスタ ビットを使用して CLK0 から CLK11 への切り替えをイネーブルまたはディスエーブルにします。
3. 出力スルーレート制御: 特定の出力のスルーレート値をプログラムします。
4. SBI マスクレジスタ: SBI マスク ビットをイネーブルまたはディスエーブルにします。マスク ビットがイネーブルの場合、出力は SMBus を介して制御され、SBI 制御は出力に影響を与えません。これは、重要な出力をオンに維持する必要がある場合に使用されます。
5. OE# ピンの読み戻し: OE# ピンのステータスを読み取ります。

##### 4.1.3.1.1 プログラマブルな出力スルーレート制御機能

LMKDB1112 には、出力に割り当て可能な 16 種類のスルーレート オプションがあります。0x0 は最も速いスルーレート設定で、0xF は最も遅いスルーレート設定です。各出力のスルーレートを設定するには、次の手順に従います:

1. 4 種類のレジスタ SLEWRATE\_OPT# があり、それぞれ最大 4 種類のスルーレートを保存できます。各 SLEWRATE\_OPT# レジスタに、0x0 (最速) から 0xF (最遅) までの値を割り当てて、希望するスルーレートを選択します。各 SLEWRATE\_OPT# レジスタに設定されたデフォルト値については、表 4-3 を参照してください。
  - a. 例えば、最速、2 番目に速い、そして最も遅いスルーレートを希望する場合は、レジスタ SLEWRATE\_OPT# に 0x0、0x1、0xF を割り当てます。SLEWRATE\_OPT1 = 0x0 (最速)、SLEWRATE\_OPT2 = 0x1 (2 番目に速い)、SLEWRATE\_OPT3 = 0xF (最遅) です。SLEWRATE\_OPT4 は必ずしも割り当てる必要はありませんが、複数のレジスタに同じスルーレートを設定したい場合は、SLEWRATE\_OPT4 を前述の 3 つのいずれかの設定に割り当てることができます。この例では、図 4-4 に示すように、SLEWRATE\_OPT4 = 0 x F (最低速) となります。

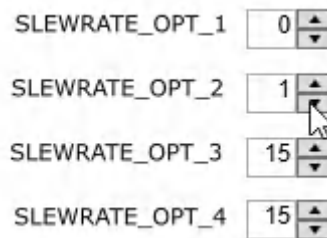


図 4-4. TICS Pro 2 の SLEWRATE\_OPT# の割り当て例

表 4-3. デフォルトの SLEWRATE\_OPT\_# 値

レジスタ フィールド名	デフォルト値	デフォルトのスルーレート
SLEWRATE_OPT_1	0x0	最高速
SLEWRATE_OPT_2	0x6	ファースト
SLEWRATE_OPT_3	0xA	低速
SLEWRATE_OPT_4	0xF	最低速

2. 出力スルーレート制御セクションのドロップダウン メニューを使用して、各出力のスルーレートを設定します。すべての出力に対するデフォルトの SLEWRATE\_OPT# レジスタ割り当ては SLEWRATE\_OPT2 であり、デフォルトのスルーレートは 0x6 です。
  - a. 手順 1a の例に従って、CLK0、CLK1、CLK2、CLK3 のスルーレートを最も速くし、CLK4 と CLK7 のスルーレートを最も遅くし、CLK 5 と CLK6 のスルーレートを 2 番目に速くする場合は、図 4-5 に示すように、CLK0、CLK1、CLK2、CLK3 のドロップダウン メニューを OPT\_1 に、CLK4 と CLK7 を OPT\_3 または OPT\_4 に、CLK5 と CLK6 を OPT\_2 に設定します。他の 12 出力のスルーレートを設定するには、この手順を繰り返します。

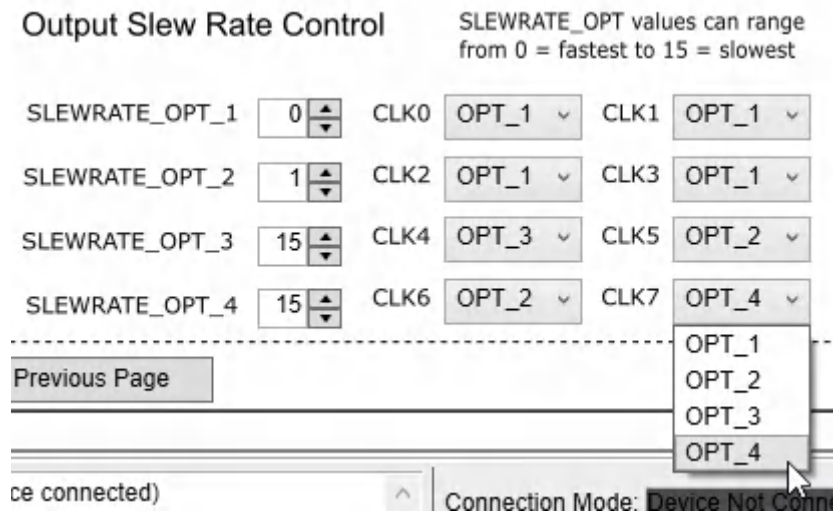


図 4-5. TICS Pro 2 の出力スルーレートの設定例

#### 4.1.3.2 OE ピン制御

LMKDB1112EVM は、OE# ピンの出力イネーブル/ディスエーブル制御を行うのに役立つオンボードの IO エクспанダを搭載しています。オンボード ヘッダーなしで、GUI を使用してすべてのピンで低電圧レベルと高電圧レベルを設定できます。オンボード ヘッダーを使用する場合は、出力ページの「OE Pin Control」(OE ピン制御) にある All Hi-Z (すべてのハイインピーダンス) ボタンを使用して、すべての OE# ピンをハイインピーダンスに設定します。

#### 4.1.3.3 サイドバンド インターフェイス (SBI)

サイドバンド インターフェイスは、出力ページにあるコントロールを使用して評価できます。LMKDB1112 で SBI をイネーブルにするには、2 つの方法があります。

1. 自動: 評価基板でオンボード USB 電源オプションを使用する場合、Enable SBI Control (SBI 制御を有効化) ボタンを 1 回クリックすると、LMKDB1112 が SBI モードに構成されます。
2. 手動: この方法では、Set Pin SBEN (ピン SBEN を設定) を High に設定し、基板上で電源を再投入する必要があります。これは、外部供給オプションを使用する場合や、Enable SBI Control (SBI 制御を有効化) ボタンを使用しない場合に必要です。LMKDB1112 では、再起動後 SBI がイネーブルになります。

上記のいずれかの方法を使用した後、Read SBEN (SBEN の読み取り) を押して、デバイスの SBI モードのステータスを確認します。CLK0 から CLK11 のチェックボックスを使用して、目的の出力をイネーブル (オン) またはディスエーブル (オフ) にします。選択したら、SBI Latch Enable (SBI ラッチ イネーブル) をクリックして、データをシフトレジスタにロードします。

## 5 実装結果

### 5.1 代表的な位相ノイズ特性

SMA100B を使用した 156.25MHz 基準クロック入力 of 標準的な位相ノイズ性能を [図 5-1](#) に示します。

LMKDB1112EVM は、これらの測定値を得るためにカスケード モードに構成しました。

1. SMA100B → LMKDB1112EVM 入力。その後、LMKDB1112EVM を 2 次側 LMKDB1112 評価基板に接続します。これは、入力で優れたスルーレートを実現するためです。クリッピング回路などの他の方法を使用して、SMA100B から目的のスルーレートと方形波を取得することもできます。
2. 出力位相ノイズはバランを介して測定され、LMKDB1112 からの差動波形が位相ノイズ アナライザ用のシングルエンド波形に変換されます。

以下の [図 5-1](#) に示すように、リファレンス入力ジッタは 36.7fs です。LMKDB1112 の出力で測定されたジッタは 43.7fs であり、[図 5-2](#) に示されています。計算された代表的な追加ジッタは、LMKDB1112 の場合、約 24fs です。

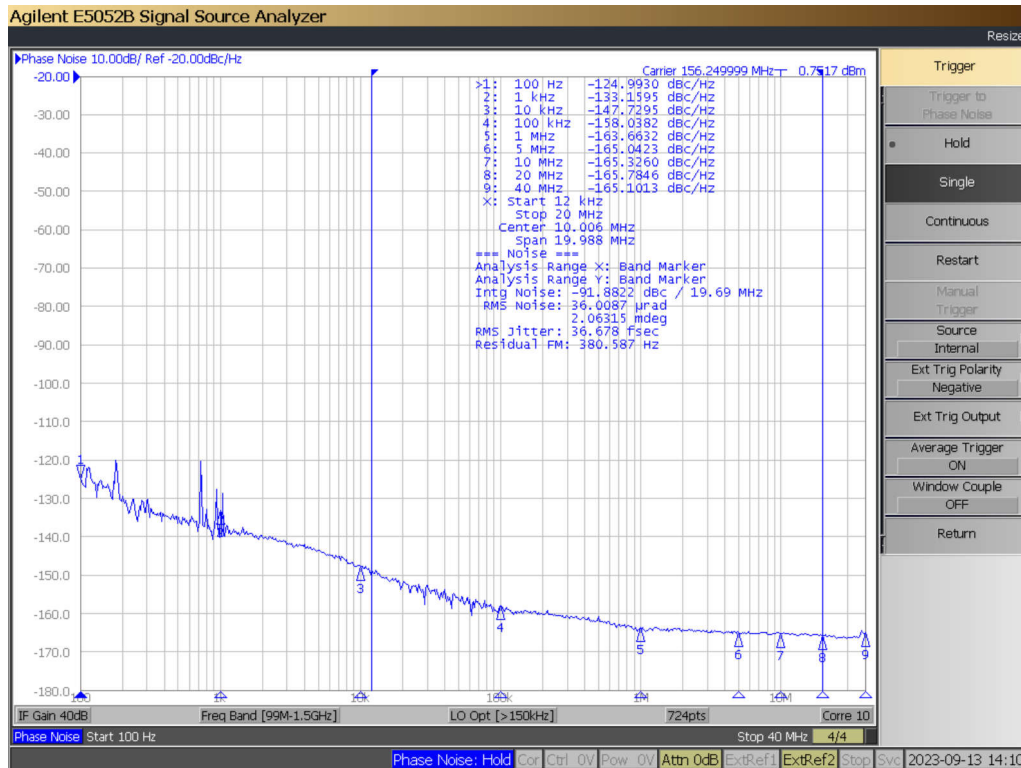


図 5-1. 基準クロック入力位相ノイズ

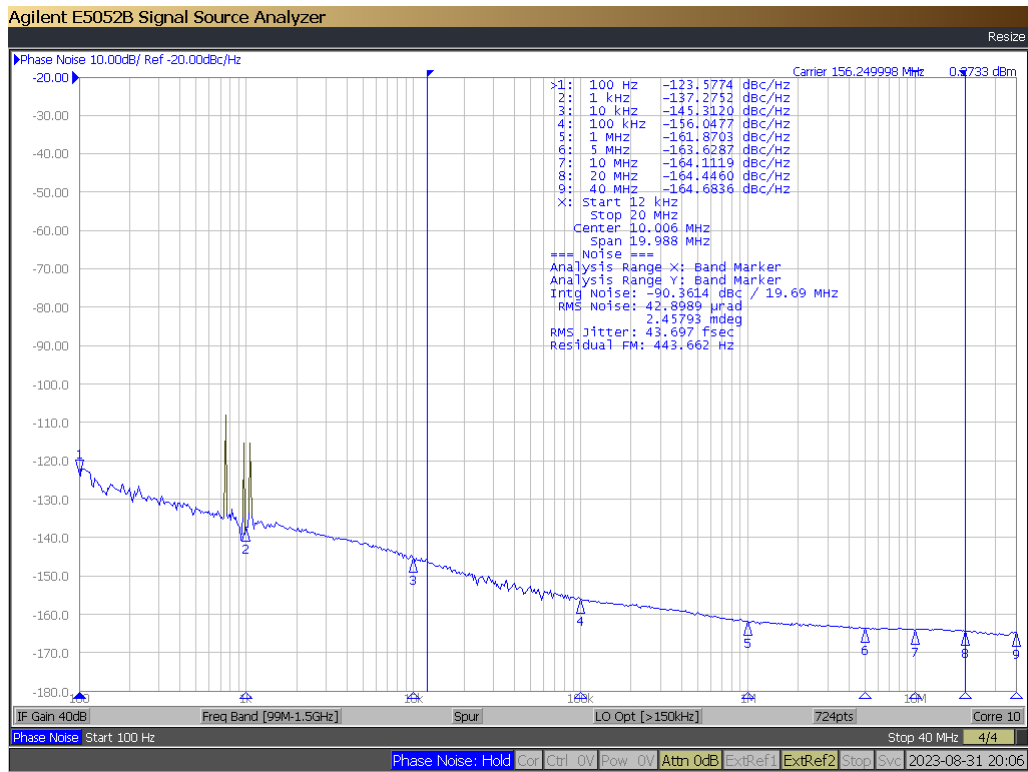


図 5-2. LMKDB1112 出カクック位相ノイズ

## 6 ハードウェア設計ファイル

### 6.1 回路図

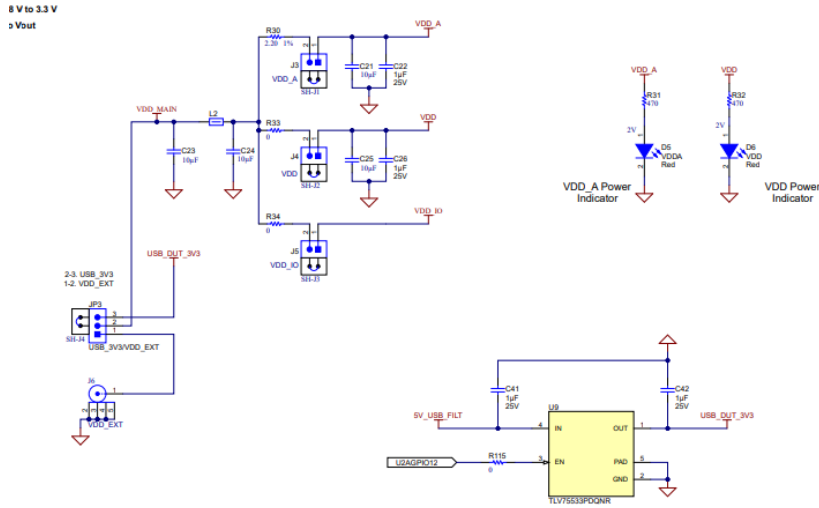


図 6-1. 電源 (外部および USB オプション)

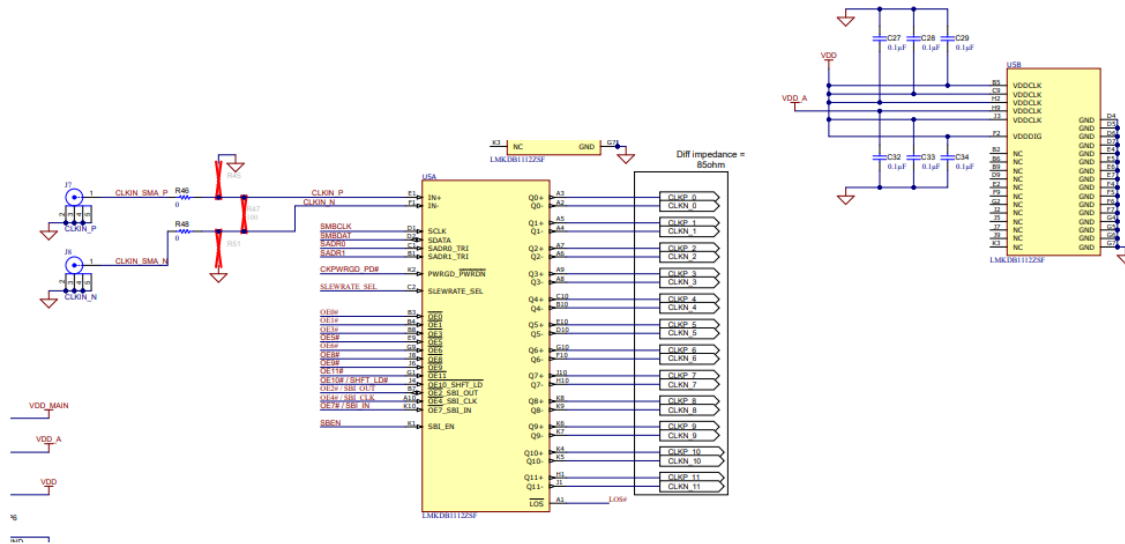
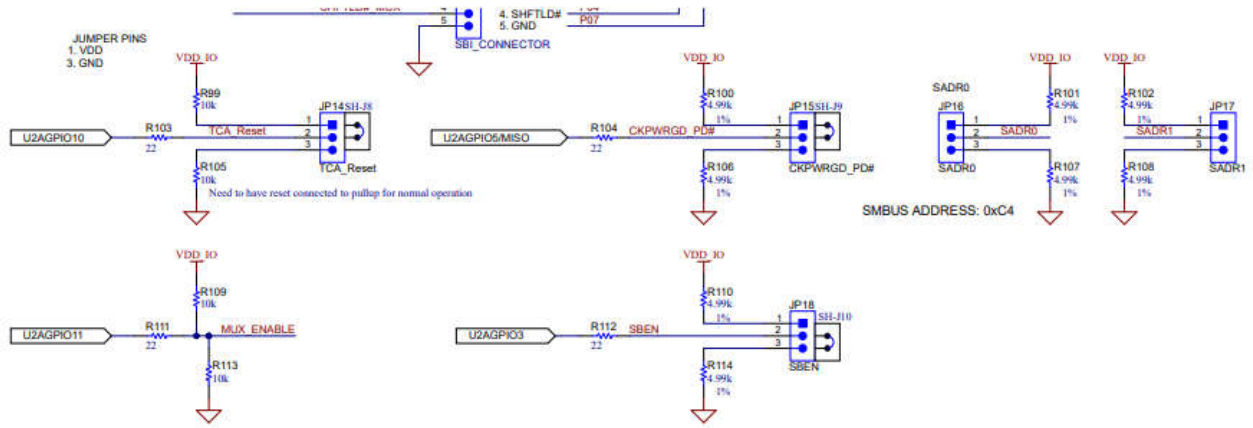


図 6-2. LMKDB1122 デバイスおよび CLKIN\_P/N リファレンス





SN74AHC157DR



図 6-5. ロジック I/O ジャンパ

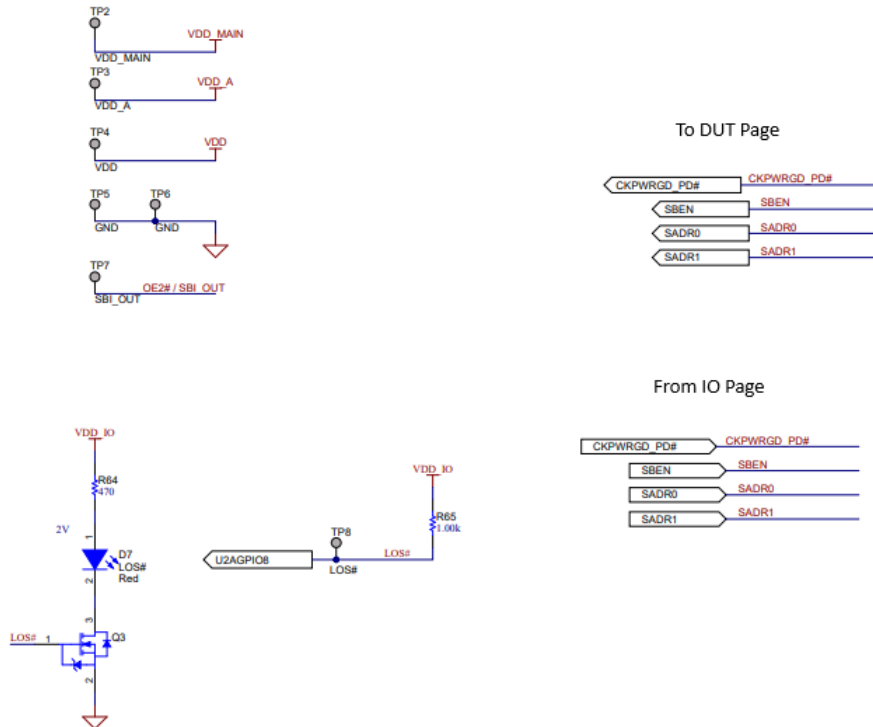


図 6-6. ステータス LED とテストポイント

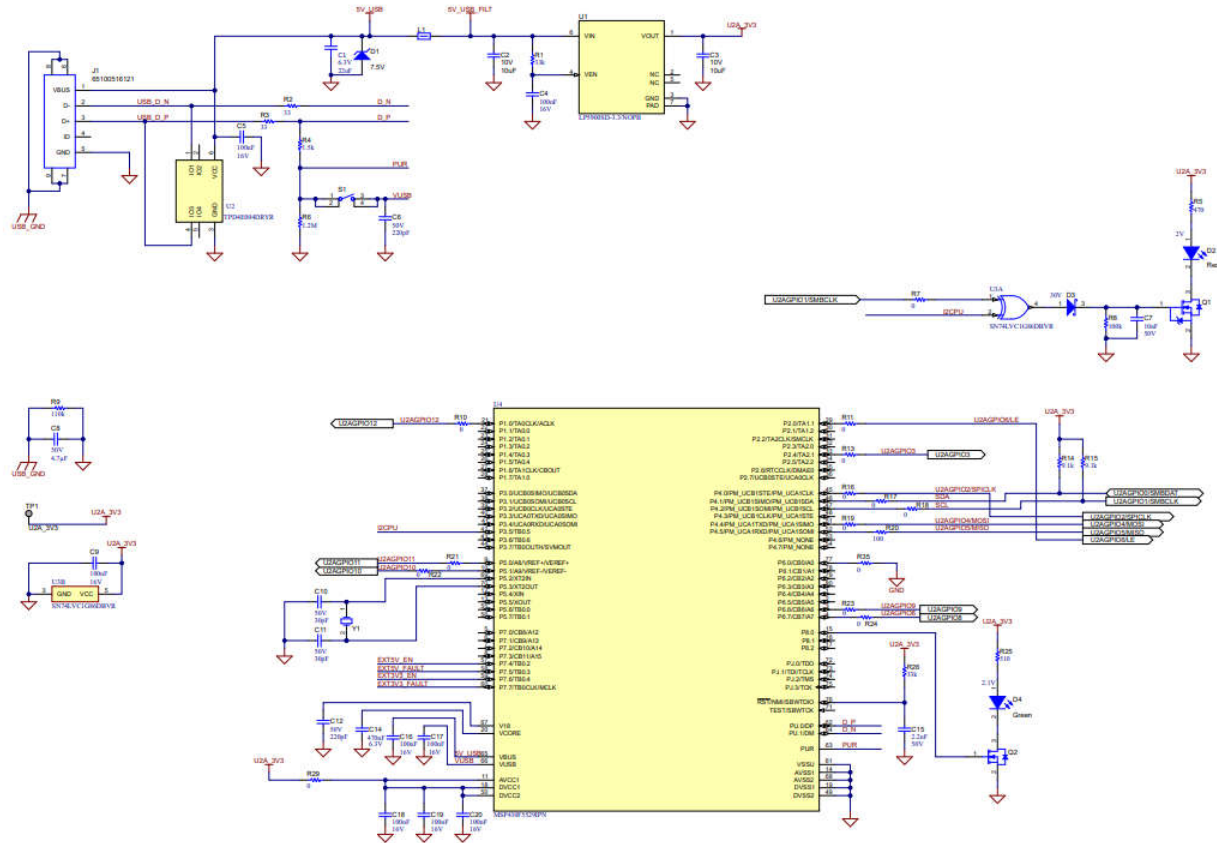


図 6-7. USB 回路図

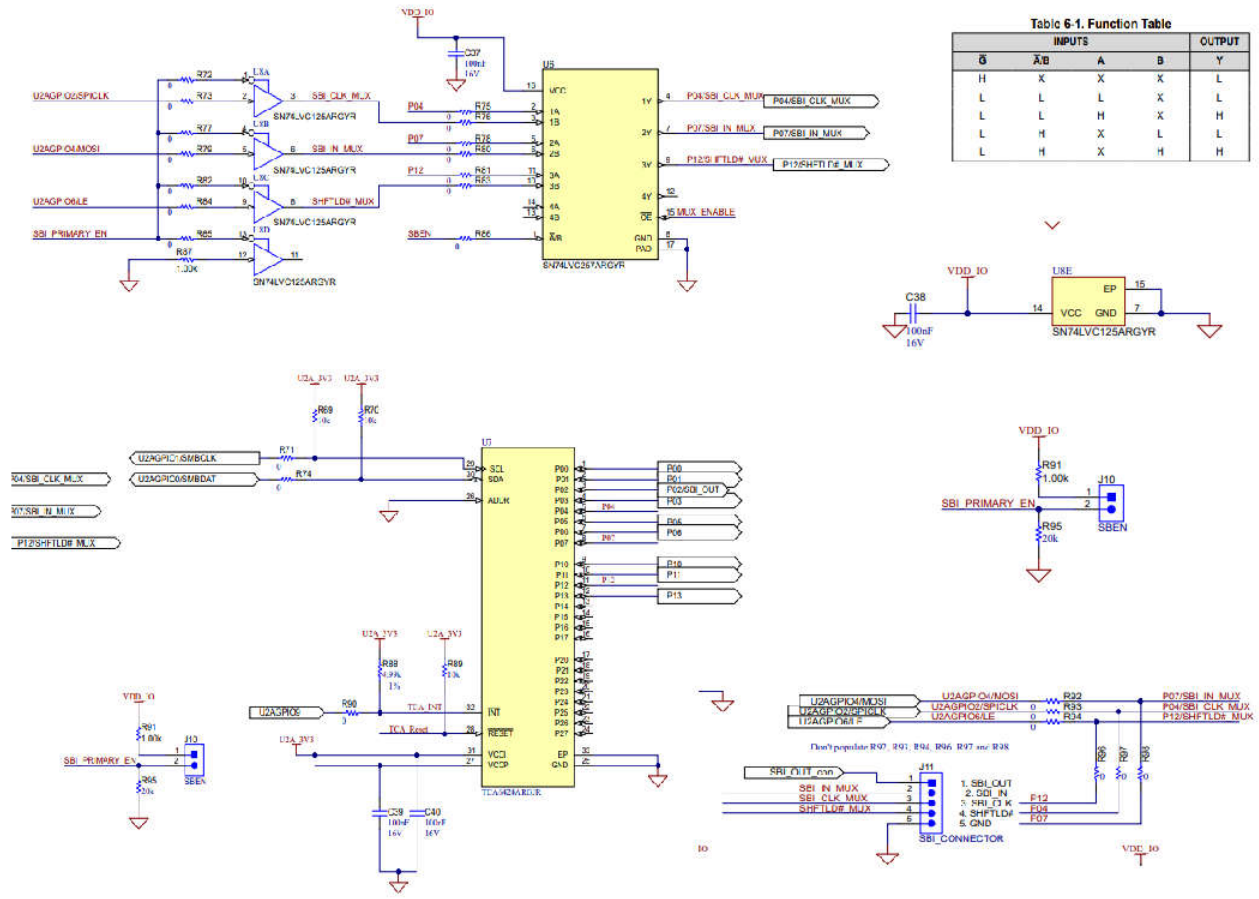


図 6-8. SBI および OE ピン制御に使用される I/O エクspンダ、マルチプレクサ、およびバッファ

## 6.2 PCB のレイアウト

### Layer Stackup :

Layer	Name	Material	Thickness	Constant	Board Layer Stack
	Top Overlay				
	Top Solder	Solder Resist	0.80mil	3.5	
1	Top Layer	Copper	2.80mil		
	Dielectric 1	FR-4 High Tg	6.00mil	4.2	
2	GND 1	Copper	1.40mil		
	Dielectric 2	FR-4 High Tg	10.00mil	4.2	
3	Signal 1	Copper	1.40mil		
	Dielectric 3	FR-4 High Tg	17.20mil	4.2	
4	PWR	Copper	1.40mil		
	Dielectric 4	FR-4 High Tg	10.00mil	4.2	
5	GND 2	Copper	1.40mil		
	Dielectric 5	FR-4 High Tg	6.00mil	4.2	
6	Bottom Layer	Copper	2.80mil		
	Bottom Solder	Solder Resist	0.80mil	3.5	
	Bottom Overlay				

図 6-9. 層のスタックアップ

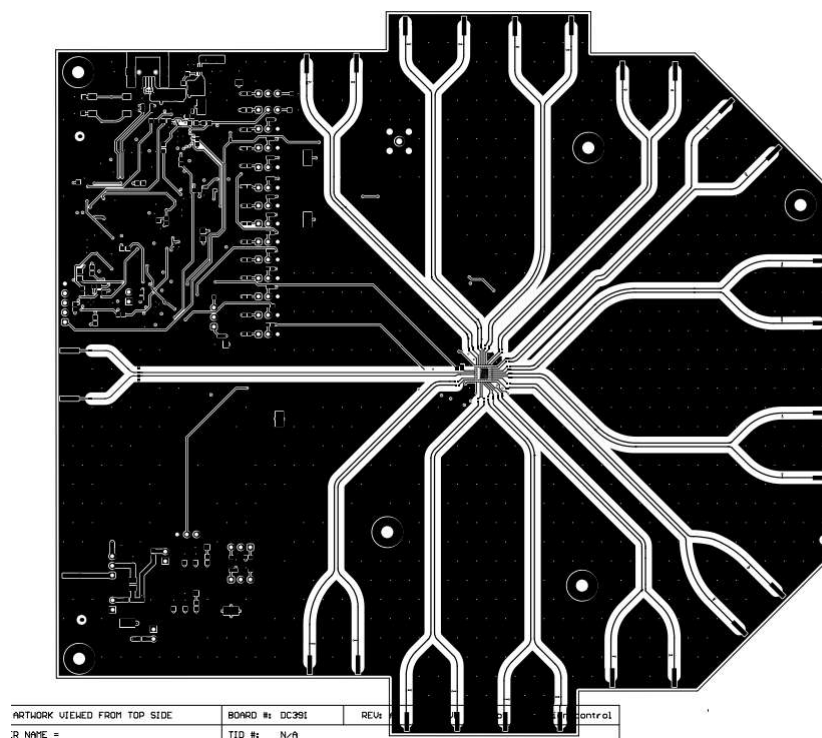


図 6-10. 最上層 (CLKIN/CLKOUT 信号)

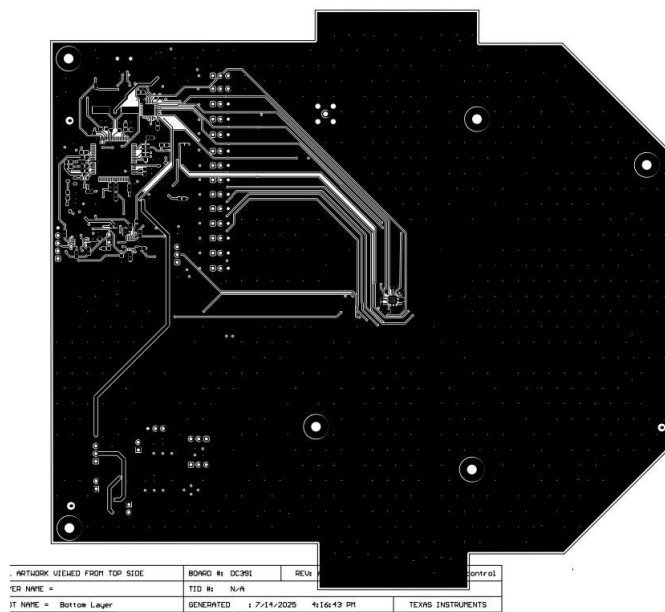


図 6-11. 下層

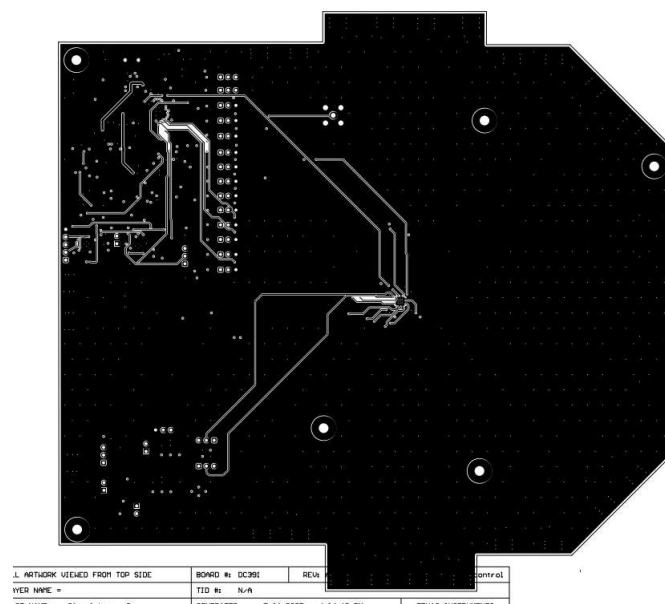


図 6-12. 信号1層

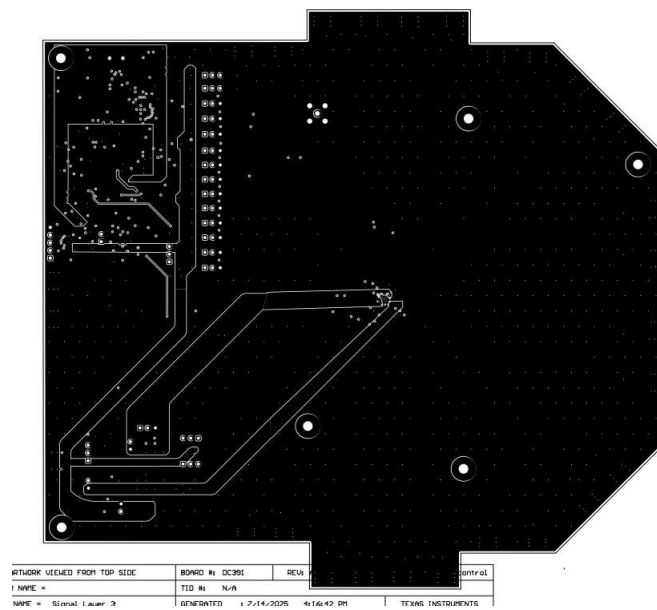


図 6-13. PWR 層

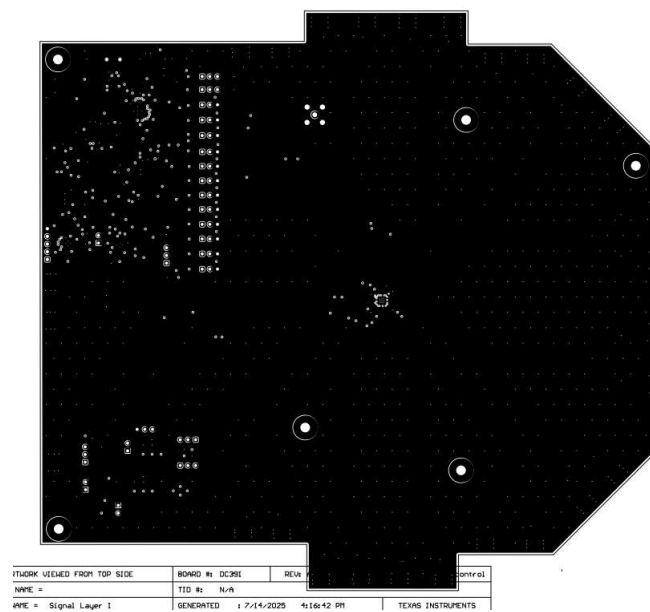


図 6-14. GND 1 層

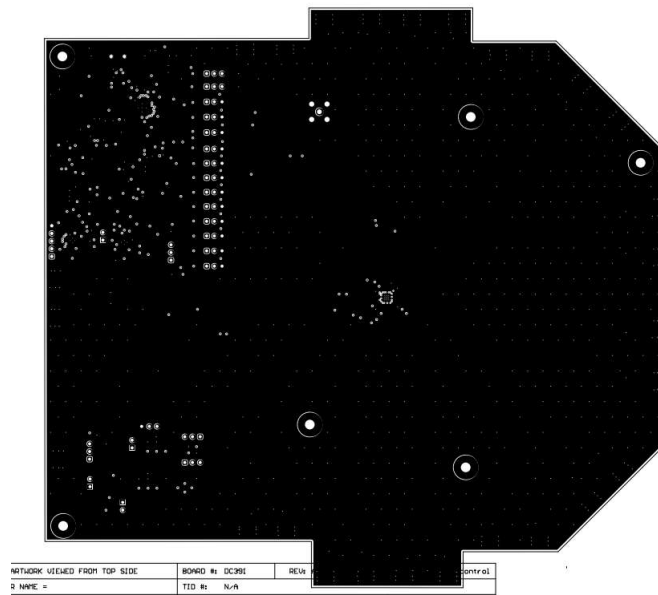


図 6-15. GND 2 層

## 6.3 部品表 (BOM)

表 6-1. 部品表 (BOM)

記号	数量	値	説明	パッケージ記号	部品番号	メーカー
C1	1	22 $\mu$ F	マルチレイヤ セラミック コンデンサ 22 $\mu$ F 6.3V X6S 20% SMD 0805 T/R	0805	JMK212BC6226MG-T	Taiyo Yuden
C2、C3	2	10 $\mu$ F	コンデンサ、セラミック、10 $\mu$ F、10V、 $\pm$ 20%、 X6S、0603	0603	GRM188C81A106MA73D	MuRata
C4、C5、C9、C16、 C17、C18、C19、 C20	8	0.1 $\mu$ F	コンデンサ、セラミック、0.1 $\mu$ F、16V、 $\pm$ 5%、 X7R、0603	0603	C0603C104J4RACTU	Kemet
C6、C12	2	220pF	CAP、CERM、220pF、50V、 $\pm$ 5%、 C0G/NP0、0603	0603	GRM1885C1H221JA01D	MuRata
C7	1	0.01 $\mu$ F	コンデンサ、セラミック、0.01 $\mu$ F、50V、 $\pm$ 5%、X7R、0603	0603	C0603C103J5RACTU	Kemet
C8	1	4.7 $\mu$ F	コンデンサ、セラミック、4.7 $\mu$ F、50V、 $\pm$ 10%、X7R、1206	1206	C3216X7R1H475K160AE	TDK
C10、C11	2	30pF	コンデンサ、セラミック、30pF、50V、 $\pm$ 5%、 C0G/NP0、0603	0603	GRM1885C1H300JA01D	MuRata
C14	1	0.47 $\mu$ F	コンデンサ、セラミック、0.47 $\mu$ F、6.3V、 $\pm$ 10%、X7R、0603	0603	0603B474K6R3CT	Walsin
C15	1	2200pF	コンデンサ、セラミック、2200pF、50V、 $\pm$ 10%、X7R、0603	0603	C0603C222K5RACTU	Kemet
C21、C23、C24、 C25	4	10 $\mu$ F	CAP、CERM、10 $\mu$ F、16 V、 $\pm$ 20%、X6S、 0603	0603	GRM188C81C106MA73D	MuRata
C22、C26、C41、 C42	4	1 $\mu$ F	コンデンサ、セラミック、1 $\mu$ F、25V、 $\pm$ 20%、 X7R、AEC-Q200 グレード 1、0603	0603	CGA3E1X7R1E105M080AC	TDK
C27、C28、C29、 C32、C33、C34	6	0.1 $\mu$ F	CAP、CERM、0.1 $\mu$ F、16V、 $\pm$ 10%、X7R、 0402	0402	EMK105B7104KV-F	Taiyo Yuden
C35、C36	2	33pF	コンデンサ、セラミック、33pF、100V、 $\pm$ 5%、 C0G/NP0、0603	0603	GRM1885C2A330JA01D	MuRata
C37、C38、C39、 C40	4	0.1 $\mu$ F	コンデンサ、セラミック、0.1 $\mu$ F、16V、 $\pm$ 10%、X7R、0805	0805	C0805C104K4RACTU	Kemet

表 6-1. 部品表 (BOM) (続き)

記号	数量	値	説明	パッケージ記号	部品番号	メーカー
C43、C44、C45、 C46、C47、C48、 C49、C50、C51、 C52、C53、C54、 C55、C56、C57、 C58、C59、C60、 C61、C62、C63、 C64、C65、C66	24	2pF	セラミック コンデンサ 2pF ±0.1pF 25V C0G 0201 (0603 メートル法)	0201	GJM0335C1E2R0BB01D	Murata
D1	1	7.5V	ダイオード、ツェナー、7.5V、500mW、 SOD-123	SOD-123	MMSZ4693T1G	ON Semiconductor
D2、D5、D6、D7	4	赤	LED、赤、SMD	赤色の 0805 LED	LTST-C170KRKT	Lite-On
D3	1	30V	ダイオード、ショットキー、30V、0.2A、 SOT-23	SOT-23	BAT54-7-F	Diodes Inc.
D4	1	緑	LED、緑、SMD	1.6x0.8x0.8mm	LTST-C190GKT	Lite-On
FID1、FID2、FID3、 FID4、FID5、FID6	6		フィジューショナル マーク。購入または取り付け不要。	該当なし	該当なし	該当なし
H1、H2、H3、H4、 H9、H10	6		小ねじ、丸、#4-40 x 1/4、ナイロン、十字穴 付きなべ	ねじ	NY PMS 440 0025 PH	B&F Fastener Supply
H5、H6、H7、H8、 H11、H12	6		スタンドオフ、六角、0.5 インチ L #4-40 ナイ ロン	スタンドオフ	1902C	Keystone
J1	1		コネクタ、レセプタクル、USB Mini B 2.0、 SMT	コネクタ、レセプタク ル、USB Mini B 2.0、5 位置、SMT	65100516121	Würth Elektronik
J3、J4、J5、J10	4		ヘッダ、100mil、2x1、金、TH	ヘッダ、2x1、100mil (2.54mm) (1mil は 1/1000 インチ)	5-146261-1	TE の接続

**表 6-1. 部品表 (BOM) (続き)**

記号	数量	値	説明	パッケージ記号	部品番号	メーカー
J6、J7、J8、J12、 J13、J14、J15、 J16、J17、J18、 J19、J20、J21、 J22、J23、J24、 J25、J26、J27、 J28、J29、J30、 J31、J32、J33、 J34、J35	27		SMA ジャック STR エッジ マウント コネクタ	CONN_JACK	CON-SMA-EDGE-S	RF Solutions Ltd.
J9	1		コネクタ、SMA、TH	SMA	142-0701-231	Cinch の接続
J11	1		ヘッダ、2.54mm、5x1、金、TH	ヘッダ、2.54mm、 5x1、TH	61300511121	Wurth Elektronik
JP1、JP2、JP3、 JP4、JP5、JP6、 JP7、JP8、JP9、 JP10、JP11、JP12、 JP13、JP14、JP15、 JP16、JP17、JP18、 JP19	19		ヘッダ、100mil、3x1、金、TH	3x1 ヘッダー	TSW-103-07-G-S	Samtec
L1	1	60Ω	フェライト ビーズ、60Ω @ 100MHz、3.5A、 0603	0603	MPZ1608S600ATAH0	TDK
L2	1	330Ω	フェライト ビーズ、330Ω @ 100MHz、2A、 0805	0805	742792037	Wurth Elektronik
LBL1	1		熱転写プリンタブル ラベル、幅 0.650 イン チ x 高さ 0.200 インチ、ロールあたり 10,000	PCB ラベル 0.650 x 0.200 インチ	THT-14-423-10	Brady
Q1、Q3	2	25V	MOSFET、N チャネル、25V、0.22A、 SOT-23	SOT-23	FDV301N	Fairchild Semiconductor
Q2	1	50V	MOSFET、N チャネル、50V、0.22A、 SOT-23	SOT-23	BSS138	Fairchild Semiconductor
R1、R26	2	33k	RES、33k、5%、0.1W、AEC-Q200 グレー ド 0、0603	0603	CRCW060333K0JNEA	Vishay-Dale

表 6-1. 部品表 (BOM) (続き)

記号	数量	値	説明	パッケージ記号	部品番号	メーカー
R2, R3	2	33	RES、0、5%、0.063W、AEC-Q200 グレード 33、0402	0402	CRCW040233R0JNED	Vishay-Dale
R4	1	1.5k	RES、1.5k、5%、0.063W、AEC-Q200 グレード 0、0402	0402	CRCW04021K50JNED	Vishay-Dale
R5, R31, R32, R64	4	470	抵抗、470、5%、0.1W、AEC-Q200 グレード 0、0603	0603	CRCW0603470RJNEA	Vishay-Dale
R6	1	1.2Meg	RES、1.2M、5%、0.1W、AEC-Q200 グレード 0、0603	0603	CRCW06031M20JNEA	Vishay-Dale
R7, R10, R11、 R13, R16, R17、 R18, R19, R21、 R22, R23, R24、 R29, R67, R68、 R71, R72, R73、 R74, R75, R76、 R77, R78, R79、 R80, R81, R82、 R83, R84, R85、 R86, R90, R92、 R93, R94, R96、 R97, R98	38	0	抵抗、0、5%、0.1W、AEC-Q200 グレード 0、0603	0603	CRCW06030000Z0EA	Vishay-Dale
R8	1	100k	抵抗器、100k、5%、0.1W、AEC-Q200 グレード 0、0603 サイズ	0603	CRCW0603100KJNEA	Vishay-Dale
R9	1	110k	RES、110k、1%、0.25W、1206	1206	RC1206FR-07110KL	Yageo America
R14, R15	2	9.1k	RES、9.1k、5%、0.1W、0603	0603	RC0603JR-079K1L	Yageo
R20	1	100	抵抗、100、5%、0.1W、AEC-Q200 グレード 0、0603	0603	CRCW0603100RJNEA	Vishay-Dale
R25	1	510	抵抗、510、5%、0.1W、AEC-Q200 グレード 0、0603	0603	CRCW0603510RJNEA	Vishay-Dale
R30	1	2.2	抵抗、2.20、1%、0.1W、0603	0603	ERJ-3RQF2R2V	Panasonic
R33, R34	2	0	抵抗、0、5%、0.1W、AEC-Q200 グレード 0、0603	0603	ERJ-3GEY0R00V	Panasonic

表 6-1. 部品表 (BOM) (続き)

記号	数量	値	説明	パッケージ記号	部品番号	メーカー
R35	1	0	抵抗、0、5%、0.03W、01005	01005	RC0402J000CS	Samsung
R36、R38、R40、 R42、R44、R50、 R53、R55、R57、 R59、R61、R63	12	10.0k	RES、10.0k、0.5%、0.063W、AEC-Q200 グレード 0、0402	0402	CRCW040210K0DHEDP	Vishay-Dale
R37、R39、R41、 R43、R49、R52、 R54、R56、R58、 R60、R62、R140	12	1.00k	RES、1.00k、1%、0.063W、0402	0402	MCR01MZPF1001	Rohm
R46、R48、R66、 R115、R116、 R117、R118、 R119、R120、 R121、R122、 R123、R124、 R125、R126、 R127、R128、 R129、R130、 R131、R132、 R133、R134、 R135、R136、 R137、R138、R139	28	0	RES、0、5%、.05W、AEC-Q200 グレード 0、0201	0201	ERJ-1GN0R00C	Panasonic
R65	1	1.00k	RES、1.00k、1%、0.1W、0402	0402	ERJ-2RKF1001X	Panasonic
R69、R70、R89、 R95、R99、R105、 R109、R113	8	10k	RES、10k、5%、0.1W、AEC-Q200 グレード 0、0603	0603	CRCW060310K0JNEA	Vishay-Dale
R87、R91	2	1.00k	RES、1.00k、0.5%、0.1W、0603	0603	RT0603DRE071KL	Yageo America
R88、R100、R101、 R102、R106、 R107、R108、 R110、R114	9	4.99k	RES、4.99k、1%、0.063W、0402	0402	RC0402FR-074K99L	Yageo America
R103、R104、 R111、R112	4	22	抵抗、22、5%、0.1W、AEC-Q200 グレード 0、0603	0603	CRCW060322R0JNEA	Vishay-Dale

表 6-1. 部品表 (BOM) (続き)

記号	数量	値	説明	パッケージ記号	部品番号	メーカー
S1	1		スイッチ、触感、SPST-NO、0.05A、12V、SMT	SW、SPST 6 x 6mm	FSM4JSMA	TE の接続
SH-J1、SH-J2、SH-J3、SH-J4、SH-J5、SH-J6、SH-J7、SH-J8、SH-J9、SH-J10、SH-J11	11	1x2	ジャント、100mil、金メッキ、黒	ジャント	SNT-100-BK-G	Samtec
TP1、TP2、TP3、TP4、TP5、TP6、TP7、TP8	8		テストポイント、ミニチュア、SMT	テストポイント、ミニチュア、SMT	5019	Keystone
U1	1		バイパスコンデンサ不要の RF およびアナログ回路向け 150mA 超低ノイズ LDO、NGF0006A (WSON-6)	NGF0006A	LP5900SD-3.3/NOPB	テキサス・インスツルメンツ
U2	1		高速データインターフェイス向け 4 チャンネル ESD 保護アレイ、DRY0006A (USON-6)	DRY0006A	TPD4E004DRYR	テキサス・インスツルメンツ
U3	1		シングル 2 入力排他 OR ゲート、DBV0005A (SOT-23-5)	DBV0005A	SN74LVC1G86DBVR	テキサス・インスツルメンツ
U4	1		25MHz ミックス信号マイコン、128KB フラッシュ、8192 B SRAM および 63 GPIO、-40 ~ 85°C、80 ピン QFP (PN)、グリーン (RoHS 準拠、Sb/Br 非含有)	PN0080A	MSP430F5529IPN	テキサス・インスツルメンツ
U5	1		LMKDB1112ZSF	LGA80	LMKDB1112ZSF	テキサス・インスツルメンツ
U6	1		3 ステート出力、クワッド、2 ライン入力 1 ライン出力、データセレクタ / マルチプレクサ、RGY0016A (VQFN-16)	RGY0016A	SN74LVC257ARGYR	テキサス・インスツルメンツ
U7	1		低電圧 24 ビット I2C および SMBus I/O エクスパンダ、24 出力、1.65 ~ 5.5V、-40 ~ 85°C、32 ピン UQFN (RGJ)、グリーン (RoHS 準拠、Sb/Br 非含有)	RGJ0032A	TCA6424ARGJR	テキサス・インスツルメンツ
U8	1		3 ステート出力搭載クワッド バスバッファゲート、RGY0014A、大型 T&R	RGY0014A	SN74LVC125ARGYR	テキサス・インスツルメンツ

**表 6-1. 部品表 (BOM) (続き)**

記号	数量	値	説明	パッケージ記号	部品番号	メーカー
U9	1		500mA、低静止電流 (IQ)、小型サイズ、低ドロップアウトレギュレータ、DQN0004A (X2SON-4)	DQN0004A	TLV75533PDQNR	テキサス・インスツルメンツ
Y1	1		クリスタル、24.000MHz、20pF、SMD	クリスタル、11.4 x 4.3 x 3.8mm	ECS-240-20-5PX-TR	ECS Inc.
R45、R51	0	49.9	RES、49.9、1%、0.063W、AEC-Q200 グレード 0、0402	0402	RMCF0402FT49R9	Stackpole Electronics Inc
R47	0	100	抵抗、100、1%、0.1W、0402	0402	ERJ-2RKF1000X	Panasonic

## 7 準拠に関する情報

### 7.1 準拠および認証

[LMKDB1112EVM EU 適合宣言 \(DoC\)](#)を参照してください。

## 8 参考資料

LMKDB1112 の詳細については、[LMKDB1120/1108/1104/1102/1204/1202 PCIe Gen 1 ~ Gen 6 超低ジッタ 1:20、1:8、1:4、1:2、2:4、2:2 LP-HCSL クロック バッファおよびクロック マルチプレクサ](#)を参照してください

## STANDARD TERMS FOR EVALUATION MODULES

1. *Delivery:* TI delivers TI evaluation boards, kits, or modules, including any accompanying demonstration software, components, and/or documentation which may be provided together or separately (collectively, an "EVM" or "EVMs") to the User ("User") in accordance with the terms set forth herein. User's acceptance of the EVM is expressly subject to the following terms.
  - 1.1 EVMs are intended solely for product or software developers for use in a research and development setting to facilitate feasibility evaluation, experimentation, or scientific analysis of TI semiconductors products. EVMs have no direct function and are not finished products. EVMs shall not be directly or indirectly assembled as a part or subassembly in any finished product. For clarification, any software or software tools provided with the EVM ("Software") shall not be subject to the terms and conditions set forth herein but rather shall be subject to the applicable terms that accompany such Software
  - 1.2 EVMs are not intended for consumer or household use. EVMs may not be sold, sublicensed, leased, rented, loaned, assigned, or otherwise distributed for commercial purposes by Users, in whole or in part, or used in any finished product or production system.
2. *Limited Warranty and Related Remedies/Disclaimers:*
  - 2.1 These terms do not apply to Software. The warranty, if any, for Software is covered in the applicable Software License Agreement.
  - 2.2 TI warrants that the TI EVM will conform to TI's published specifications for ninety (90) days after the date TI delivers such EVM to User. Notwithstanding the foregoing, TI shall not be liable for a nonconforming EVM if (a) the nonconformity was caused by neglect, misuse or mistreatment by an entity other than TI, including improper installation or testing, or for any EVMs that have been altered or modified in any way by an entity other than TI, (b) the nonconformity resulted from User's design, specifications or instructions for such EVMs or improper system design, or (c) User has not paid on time. Testing and other quality control techniques are used to the extent TI deems necessary. TI does not test all parameters of each EVM. User's claims against TI under this Section 2 are void if User fails to notify TI of any apparent defects in the EVMs within ten (10) business days after delivery, or of any hidden defects with ten (10) business days after the defect has been detected.
  - 2.3 TI's sole liability shall be at its option to repair or replace EVMs that fail to conform to the warranty set forth above, or credit User's account for such EVM. TI's liability under this warranty shall be limited to EVMs that are returned during the warranty period to the address designated by TI and that are determined by TI not to conform to such warranty. If TI elects to repair or replace such EVM, TI shall have a reasonable time to repair such EVM or provide replacements. Repaired EVMs shall be warranted for the remainder of the original warranty period. Replaced EVMs shall be warranted for a new full ninety (90) day warranty period.

### **WARNING**

**Evaluation Kits are intended solely for use by technically qualified, professional electronics experts who are familiar with the dangers and application risks associated with handling electrical mechanical components, systems, and subsystems.**

**User shall operate the Evaluation Kit within TI's recommended guidelines and any applicable legal or environmental requirements as well as reasonable and customary safeguards. Failure to set up and/or operate the Evaluation Kit within TI's recommended guidelines may result in personal injury or death or property damage. Proper set up entails following TI's instructions for electrical ratings of interface circuits such as input, output and electrical loads.**

**NOTE:**

**EXPOSURE TO ELECTROSTATIC DISCHARGE (ESD) MAY CAUSE DEGRADATION OR FAILURE OF THE EVALUATION KIT; TI RECOMMENDS STORAGE OF THE EVALUATION KIT IN A PROTECTIVE ESD BAG.**

### 3 Regulatory Notices:

#### 3.1 United States

##### 3.1.1 Notice applicable to EVMs not FCC-Approved:

**FCC NOTICE:** This kit is designed to allow product developers to evaluate electronic components, circuitry, or software associated with the kit to determine whether to incorporate such items in a finished product and software developers to write software applications for use with the end product. This kit is not a finished product and when assembled may not be resold or otherwise marketed unless all required FCC equipment authorizations are first obtained. Operation is subject to the condition that this product not cause harmful interference to licensed radio stations and that this product accept harmful interference. Unless the assembled kit is designed to operate under part 15, part 18 or part 95 of this chapter, the operator of the kit must operate under the authority of an FCC license holder or must secure an experimental authorization under part 5 of this chapter.

##### 3.1.2 For EVMs annotated as FCC – FEDERAL COMMUNICATIONS COMMISSION Part 15 Compliant:

#### **CAUTION**

This device complies with part 15 of the FCC Rules. Operation is subject to the following two conditions: (1) This device may not cause harmful interference, and (2) this device must accept any interference received, including interference that may cause undesired operation.

Changes or modifications not expressly approved by the party responsible for compliance could void the user's authority to operate the equipment.

#### **FCC Interference Statement for Class A EVM devices**

*NOTE: This equipment has been tested and found to comply with the limits for a Class A digital device, pursuant to part 15 of the FCC Rules. These limits are designed to provide reasonable protection against harmful interference when the equipment is operated in a commercial environment. This equipment generates, uses, and can radiate radio frequency energy and, if not installed and used in accordance with the instruction manual, may cause harmful interference to radio communications. Operation of this equipment in a residential area is likely to cause harmful interference in which case the user will be required to correct the interference at his own expense.*

#### **FCC Interference Statement for Class B EVM devices**

*NOTE: This equipment has been tested and found to comply with the limits for a Class B digital device, pursuant to part 15 of the FCC Rules. These limits are designed to provide reasonable protection against harmful interference in a residential installation. This equipment generates, uses and can radiate radio frequency energy and, if not installed and used in accordance with the instructions, may cause harmful interference to radio communications. However, there is no guarantee that interference will not occur in a particular installation. If this equipment does cause harmful interference to radio or television reception, which can be determined by turning the equipment off and on, the user is encouraged to try to correct the interference by one or more of the following measures:*

- Reorient or relocate the receiving antenna.
- Increase the separation between the equipment and receiver.
- Connect the equipment into an outlet on a circuit different from that to which the receiver is connected.
- Consult the dealer or an experienced radio/TV technician for help.

#### 3.2 Canada

##### 3.2.1 For EVMs issued with an Industry Canada Certificate of Conformance to RSS-210 or RSS-247

#### **Concerning EVMs Including Radio Transmitters:**

This device complies with Industry Canada license-exempt RSSs. Operation is subject to the following two conditions:

(1) this device may not cause interference, and (2) this device must accept any interference, including interference that may cause undesired operation of the device.

#### **Concernant les EVMs avec appareils radio:**

Le présent appareil est conforme aux CNR d'Industrie Canada applicables aux appareils radio exempts de licence. L'exploitation est autorisée aux deux conditions suivantes: (1) l'appareil ne doit pas produire de brouillage, et (2) l'utilisateur de l'appareil doit accepter tout brouillage radioélectrique subi, même si le brouillage est susceptible d'en compromettre le fonctionnement.

#### **Concerning EVMs Including Detachable Antennas:**

Under Industry Canada regulations, this radio transmitter may only operate using an antenna of a type and maximum (or lesser) gain approved for the transmitter by Industry Canada. To reduce potential radio interference to other users, the antenna type and its gain should be so chosen that the equivalent isotropically radiated power (e.i.r.p.) is not more than that necessary for successful communication. This radio transmitter has been approved by Industry Canada to operate with the antenna types listed in the user guide with the maximum permissible gain and required antenna impedance for each antenna type indicated. Antenna types not included in this list, having a gain greater than the maximum gain indicated for that type, are strictly prohibited for use with this device.

### Concernant les EVMs avec antennes détachables

Conformément à la réglementation d'Industrie Canada, le présent émetteur radio peut fonctionner avec une antenne d'un type et d'un gain maximal (ou inférieur) approuvé pour l'émetteur par Industrie Canada. Dans le but de réduire les risques de brouillage radioélectrique à l'intention des autres utilisateurs, il faut choisir le type d'antenne et son gain de sorte que la puissance isotrope rayonnée équivalente (p.i.r.e.) ne dépasse pas l'intensité nécessaire à l'établissement d'une communication satisfaisante. Le présent émetteur radio a été approuvé par Industrie Canada pour fonctionner avec les types d'antenne énumérés dans le manuel d'usage et ayant un gain admissible maximal et l'impédance requise pour chaque type d'antenne. Les types d'antenne non inclus dans cette liste, ou dont le gain est supérieur au gain maximal indiqué, sont strictement interdits pour l'exploitation de l'émetteur.

#### 3.3 Japan

3.3.1 *Notice for EVMs delivered in Japan:* Please see [http://www.tij.co.jp/lstds/ti\\_ja/general/eStore/notice\\_01.page](http://www.tij.co.jp/lstds/ti_ja/general/eStore/notice_01.page) 日本国内に輸入される評価用キット、ボードについては、次のところをご覧ください。

<https://www.ti.com/ja-jp/legal/notice-for-evaluation-kits-delivered-in-japan.html>

3.3.2 *Notice for Users of EVMs Considered "Radio Frequency Products" in Japan:* EVMs entering Japan may not be certified by TI as conforming to Technical Regulations of Radio Law of Japan.

If User uses EVMs in Japan, not certified to Technical Regulations of Radio Law of Japan, User is required to follow the instructions set forth by Radio Law of Japan, which includes, but is not limited to, the instructions below with respect to EVMs (which for the avoidance of doubt are stated strictly for convenience and should be verified by User):

1. Use EVMs in a shielded room or any other test facility as defined in the notification #173 issued by Ministry of Internal Affairs and Communications on March 28, 2006, based on Sub-section 1.1 of Article 6 of the Ministry's Rule for Enforcement of Radio Law of Japan,
2. Use EVMs only after User obtains the license of Test Radio Station as provided in Radio Law of Japan with respect to EVMs, or
3. Use of EVMs only after User obtains the Technical Regulations Conformity Certification as provided in Radio Law of Japan with respect to EVMs. Also, do not transfer EVMs, unless User gives the same notice above to the transferee. Please note that if User does not follow the instructions above, User will be subject to penalties of Radio Law of Japan.

【無線電波を送信する製品の開発キットをお使いになる際の注意事項】 開発キットの中には技術基準適合証明を受けていないものがあります。技術適合証明を受けていないものご使用に際しては、電波法遵守のため、以下のいずれかの措置を取っていただく必要がありますのでご注意ください。

1. 電波法施行規則第6条第1項第1号に基づく平成18年3月28日総務省告示第173号で定められた電波暗室等の試験設備でご使用いただく。
2. 実験局の免許を取得後ご使用いただく。
3. 技術基準適合証明を取得後ご使用いただく。

なお、本製品は、上記の「ご使用にあたっての注意」を譲渡先、移転先に通知しない限り、譲渡、移転できないものとします。

上記を遵守頂けない場合は、電波法の罰則が適用される可能性があることをご留意ください。日本テキサス・イ

ンスツルメンツ株式会社

東京都新宿区西新宿 6 丁目 2 4 番 1 号

西新宿三井ビル

3.3.3 *Notice for EVMs for Power Line Communication:* Please see [http://www.tij.co.jp/lstds/ti\\_ja/general/eStore/notice\\_02.page](http://www.tij.co.jp/lstds/ti_ja/general/eStore/notice_02.page)

電力線搬送波通信についての開発キットをお使いになる際の注意事項については、次のところをご覧ください。 <https://www.ti.com/ja-jp/legal/notice-for-evaluation-kits-for-power-line-communication.html>

#### 3.4 European Union

3.4.1 *For EVMs subject to EU Directive 2014/30/EU (Electromagnetic Compatibility Directive):*

This is a class A product intended for use in environments other than domestic environments that are connected to a low-voltage power-supply network that supplies buildings used for domestic purposes. In a domestic environment this product may cause radio interference in which case the user may be required to take adequate measures.

- 
4. *EVM Use Restrictions and Warnings:*
    - 4.1 EVMS ARE NOT FOR USE IN FUNCTIONAL SAFETY AND/OR SAFETY CRITICAL EVALUATIONS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO EVALUATIONS OF LIFE SUPPORT APPLICATIONS.
    - 4.2 User must read and apply the user guide and other available documentation provided by TI regarding the EVM prior to handling or using the EVM, including without limitation any warning or restriction notices. The notices contain important safety information related to, for example, temperatures and voltages.
    - 4.3 *Safety-Related Warnings and Restrictions:*
      - 4.3.1 User shall operate the EVM within TI's recommended specifications and environmental considerations stated in the user guide, other available documentation provided by TI, and any other applicable requirements and employ reasonable and customary safeguards. Exceeding the specified performance ratings and specifications (including but not limited to input and output voltage, current, power, and environmental ranges) for the EVM may cause personal injury or death, or property damage. If there are questions concerning performance ratings and specifications, User should contact a TI field representative prior to connecting interface electronics including input power and intended loads. Any loads applied outside of the specified output range may also result in unintended and/or inaccurate operation and/or possible permanent damage to the EVM and/or interface electronics. Please consult the EVM user guide prior to connecting any load to the EVM output. If there is uncertainty as to the load specification, please contact a TI field representative. During normal operation, even with the inputs and outputs kept within the specified allowable ranges, some circuit components may have elevated case temperatures. These components include but are not limited to linear regulators, switching transistors, pass transistors, current sense resistors, and heat sinks, which can be identified using the information in the associated documentation. When working with the EVM, please be aware that the EVM may become very warm.
      - 4.3.2 EVMs are intended solely for use by technically qualified, professional electronics experts who are familiar with the dangers and application risks associated with handling electrical mechanical components, systems, and subsystems. User assumes all responsibility and liability for proper and safe handling and use of the EVM by User or its employees, affiliates, contractors or designees. User assumes all responsibility and liability to ensure that any interfaces (electronic and/or mechanical) between the EVM and any human body are designed with suitable isolation and means to safely limit accessible leakage currents to minimize the risk of electrical shock hazard. User assumes all responsibility and liability for any improper or unsafe handling or use of the EVM by User or its employees, affiliates, contractors or designees.
    - 4.4 User assumes all responsibility and liability to determine whether the EVM is subject to any applicable international, federal, state, or local laws and regulations related to User's handling and use of the EVM and, if applicable, User assumes all responsibility and liability for compliance in all respects with such laws and regulations. User assumes all responsibility and liability for proper disposal and recycling of the EVM consistent with all applicable international, federal, state, and local requirements.
  5. *Accuracy of Information:* To the extent TI provides information on the availability and function of EVMs, TI attempts to be as accurate as possible. However, TI does not warrant the accuracy of EVM descriptions, EVM availability or other information on its websites as accurate, complete, reliable, current, or error-free.
  6. *Disclaimers:*
    - 6.1 EXCEPT AS SET FORTH ABOVE, EVMS AND ANY MATERIALS PROVIDED WITH THE EVM (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, REFERENCE DESIGNS AND THE DESIGN OF THE EVM ITSELF) ARE PROVIDED "AS IS" AND "WITH ALL FAULTS." TI DISCLAIMS ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, REGARDING SUCH ITEMS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO ANY EPIDEMIC FAILURE WARRANTY OR IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR NON-INFRINGEMENT OF ANY THIRD PARTY PATENTS, COPYRIGHTS, TRADE SECRETS OR OTHER INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.
    - 6.2 EXCEPT FOR THE LIMITED RIGHT TO USE THE EVM SET FORTH HEREIN, NOTHING IN THESE TERMS SHALL BE CONSTRUED AS GRANTING OR CONFERRING ANY RIGHTS BY LICENSE, PATENT, OR ANY OTHER INDUSTRIAL OR INTELLECTUAL PROPERTY RIGHT OF TI, ITS SUPPLIERS/LICENSORS OR ANY OTHER THIRD PARTY, TO USE THE EVM IN ANY FINISHED END-USER OR READY-TO-USE FINAL PRODUCT, OR FOR ANY INVENTION, DISCOVERY OR IMPROVEMENT, REGARDLESS OF WHEN MADE, CONCEIVED OR ACQUIRED.
  7. *USER'S INDEMNITY OBLIGATIONS AND REPRESENTATIONS.* USER WILL DEFEND, INDEMNIFY AND HOLD TI, ITS LICENSORS AND THEIR REPRESENTATIVES HARMLESS FROM AND AGAINST ANY AND ALL CLAIMS, DAMAGES, LOSSES, EXPENSES, COSTS AND LIABILITIES (COLLECTIVELY, "CLAIMS") ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH ANY HANDLING OR USE OF THE EVM THAT IS NOT IN ACCORDANCE WITH THESE TERMS. THIS OBLIGATION SHALL APPLY WHETHER CLAIMS ARISE UNDER STATUTE, REGULATION, OR THE LAW OF TORT, CONTRACT OR ANY OTHER LEGAL THEORY, AND EVEN IF THE EVM FAILS TO PERFORM AS DESCRIBED OR EXPECTED.

8. *Limitations on Damages and Liability:*

8.1 *General Limitations.* IN NO EVENT SHALL TI BE LIABLE FOR ANY SPECIAL, COLLATERAL, INDIRECT, PUNITIVE, INCIDENTAL, CONSEQUENTIAL, OR EXEMPLARY DAMAGES IN CONNECTION WITH OR ARISING OUT OF THESE TERMS OR THE USE OF THE EVMS , REGARDLESS OF WHETHER TI HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES. EXCLUDED DAMAGES INCLUDE, BUT ARE NOT LIMITED TO, COST OF REMOVAL OR REINSTALLATION, ANCILLARY COSTS TO THE PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES, RETESTING, OUTSIDE COMPUTER TIME, LABOR COSTS, LOSS OF GOODWILL, LOSS OF PROFITS, LOSS OF SAVINGS, LOSS OF USE, LOSS OF DATA, OR BUSINESS INTERRUPTION. NO CLAIM, SUIT OR ACTION SHALL BE BROUGHT AGAINST TI MORE THAN TWELVE (12) MONTHS AFTER THE EVENT THAT GAVE RISE TO THE CAUSE OF ACTION HAS OCCURRED.

8.2 *Specific Limitations.* IN NO EVENT SHALL TI'S AGGREGATE LIABILITY FROM ANY USE OF AN EVM PROVIDED HEREUNDER, INCLUDING FROM ANY WARRANTY, INDEMNITY OR OTHER OBLIGATION ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH THESE TERMS, , EXCEED THE TOTAL AMOUNT PAID TO TI BY USER FOR THE PARTICULAR EVM(S) AT ISSUE DURING THE PRIOR TWELVE (12) MONTHS WITH RESPECT TO WHICH LOSSES OR DAMAGES ARE CLAIMED. THE EXISTENCE OF MORE THAN ONE CLAIM SHALL NOT ENLARGE OR EXTEND THIS LIMIT.

9. *Return Policy.* Except as otherwise provided, TI does not offer any refunds, returns, or exchanges. Furthermore, no return of EVM(s) will be accepted if the package has been opened and no return of the EVM(s) will be accepted if they are damaged or otherwise not in a resalable condition. If User feels it has been incorrectly charged for the EVM(s) it ordered or that delivery violates the applicable order, User should contact TI. All refunds will be made in full within thirty (30) working days from the return of the components(s), excluding any postage or packaging costs.

10. *Governing Law:* These terms and conditions shall be governed by and interpreted in accordance with the laws of the State of Texas, without reference to conflict-of-laws principles. User agrees that non-exclusive jurisdiction for any dispute arising out of or relating to these terms and conditions lies within courts located in the State of Texas and consents to venue in Dallas County, Texas. Notwithstanding the foregoing, any judgment may be enforced in any United States or foreign court, and TI may seek injunctive relief in any United States or foreign court.

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265  
Copyright © 2023, 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、

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 © 2026, Texas Instruments Incorporated

最終更新日 : 2025 年 10 月