

MAX14975

堅牢なデュアルUSB 3.0イコライザ/リドライバ、 拡張温度動作

概要

デュアルスーパースピードUSB 3.0イコライザ/リドライバのMAX14975は、プログラム可能な入力イコライゼーションおよび出力デエンファシスを利用することでターミニスティックジッタを低減し回路基板に起因する信号損失や信号ケーブル損失を復元し、主要スーパースピードUSB 3.0部品の最適な配置が可能になり、より長い回路基板トレースやケーブルを使用することができます。このデバイスは、レシーバ検出とUSB 3.0 LFPS (low frequency periodic signals)用の明確なサポートを備えた先進的パワーマネジメントを特長としています。

このデバイスは、最適なレイアウトと最小スペース要件に対応したフロースルートレースを備えた、小型24ピンTQFNパッケージ(4.0mm x 4.0mm)で提供されます。このデバイスは、-40°C ~ +85°Cの拡張温度範囲での動作が保証されています。

アプリケーション

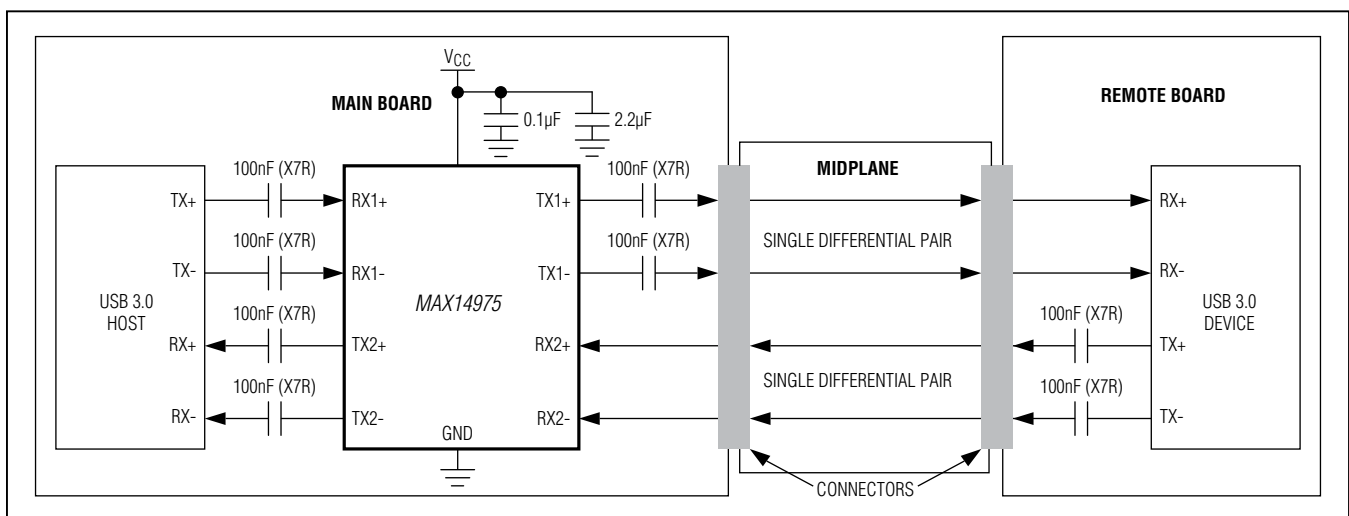
産業用/エンベデッドPC
 コンピュータオンモジュール
 キャリアボード
 試験装置
 ラックサーバ産業用PC
 医療用機器

利点および特長

- ◆ 先進的な省電力スリープモード
 - ◇ スタンバイ状態：1mW (typ)以下
 - ◇ レシーバ検出状態：23mW (typ)
 - ◇ 動的パワーダウン状態：82.5mW (typ)
 - ◇ アクティブ状態：304mW (typ)
- ◆ 損失の多いチャンネルを克服するために設計された高性能ソリューション
 - ◇ 3レベルの入力イコライゼーション：最大10dB
 - ◇ 6レベルの出力デエンファシス：最大4dB
 - ◇ 最大30インチのチャンネル損失を補償：
ターミニスティックジッタ12psp-p (max)、
ランダムジッタ1psRMS (max)
 - ◇ リターンロス：10dB (typ) (最大2.5GHz時)
- ◆ 過酷な環境で高信頼性の動作を実現する設計
 - ◇ 工業用温度定格：-40°C ~ +85°C
 - ◇ すべての端子で±8kVヒューマンボディモデル(HBM) ESD保護
 - ◇ 振動/衝撃に強いフロースルー24ピンTQFNパッケージ(4.0mm x 4.0mm)に封止

型番はデータシートの最後に記載されています。

標準動作回路



本データシートは日本語翻訳であり、相違及び誤りのある可能性があります。設計の際は英語版データシートを参照してください。

価格、納期、発注情報についてはMaxim Direct (0120-551056)にお問い合わせいただくか、Maximのウェブサイト(japan.maximintegrated.com)をご覧ください。

堅牢なデュアルUSB 3.0イコライザ/リドライバ、 拡張温度動作

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

(Voltages referenced to GND.)

V_{CC}	-0.3V to +4.0V
All Other Pins (Note 1)	-0.3V to ($V_{CC} + 0.3V$)
Continuous Current RX_+ , RX_- , TX_+ , TX_-	$\pm 30mA$
Continuous Power Dissipation ($T_A = +70^\circ C$) TQFN (derate 27.8mW/ $^\circ C$ above $+70^\circ C$)	2222.2mW

Operating Temperature Range	$-40^\circ C$ to $+85^\circ C$
Junction Temperature Range	$-40^\circ C$ to $+150^\circ C$
Storage Temperature Range	$-65^\circ C$ to $+150^\circ C$
Lead Temperature (soldering, 10s)	$+300^\circ C$
Soldering Temperature (reflow)	$+260^\circ C$

Note 1: All I/O pins are clamped by internal diodes.

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

PACKAGE THERMAL CHARACTERISTICS (Note 2)

TQFN

Junction-to-Ambient Thermal Resistance (θ_{JA})	$36^\circ C/W$
Junction-to-Case Thermal Resistance (θ_{JC})	$3^\circ C/W$

Note 2: Package thermal resistances were obtained using the method described in JEDEC specification JESD51-7, using a four-layer board. For detailed information on package thermal considerations, refer to japan.maximintegrated.com/thermal-tutorial.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

($V_{CC} = +3.0V$ to $+3.6V$, $C_C = 100nF$ coupling capacitor on each output, $R_L = 50\Omega$ and $C_L = 1pF$ on each output, $T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$, unless otherwise noted. Typical values are at $V_{CC} = +3.3V$ and $T_A = +25^\circ C$.) (Note 3)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
DC PERFORMANCE						
Power-Supply Range	V_{CC}		3.0	3.3	3.6	V
Operating Supply Current	I_{CC}	ENRXD = 1, data rate = 5.0Gbps, D10.2 pattern, $DE_- = V_{CC}$, $OS_- = GND$		92	125	mA
		ENRXD = 1, CM = 0, no output termination		7	10	
		Dynamic power-down mode, ENRXD = 1, CM = 0, with output termination, no input signal		25	32	
Standby Supply Current	I_{STBY}	ENRXD = 0			600	μA
Differential Input Impedance	$Z_{RX-DC-DIFF}$	DC	72		120	Ω
Differential Output Impedance	$Z_{TX-DC-DIFF}$	DC	72		120	Ω
Single-Ended High Input Impedance	$Z_{RX-SE-HIGH}$	No output termination, CM = 0 (Note 4)	25	50		k Ω
Common-Mode Input Impedance	$Z_{RX-DC-CM}$	(Note 4)	18		30	Ω
Common-Mode Output Impedance	$Z_{TX-DC-CM}$	(Note 5)	18		30	Ω
Common-Mode Input Voltage	$V_{RX-DC-CM}$	(Note 4)		0		V
Common-Mode Output Voltage	$V_{TX-DC-CM}$	(Note 4)		2.75		V
Active LFPS Common-Mode Delta	$\Delta V_{LFPS-CM}$	Active LFPS squelched and not squelched			50	mV

堅牢なデュアルUSB 3.0イコライザ/リドライバ、 拡張温度動作

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{CC} = +3.0V$ to $+3.6V$, $C_C = 100nF$ coupling capacitor on each output, $R_L = 50\Omega$ and $C_L = 1pF$ on each output, $T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$, unless otherwise noted. Typical values are at $V_{CC} = +3.3V$ and $T_A = +25^\circ C$.) (Note 3)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
AC PERFORMANCE (Note 6)						
Redriver-Operation Differential Input Signal Range	$V_{RX-DIFF-PP}$	USB 3.0 data	150		1200	mV _{P-P}
LFPS Detect Threshold	$V_{LFPS-DIFF-PP}$	USB 3.0 LFPS pattern	100		300	mV
Differential Input Return Loss	$RL_{RX-DIFF}$	$50MHz \leq f < 1250MHz$	13	18		dB
		$1250MHz \leq f < 2500MHz$	8	12		
Differential Output Return Loss	$RL_{TX-DIFF}$	$50MHz \leq f < 1250MHz$	13	16		dB
		$1250MHz \leq f < 2500MHz$	8	10		
Common-Mode Input Return Loss	RL_{RX-CM}	$50MHz \leq f < 2500MHz$	11	13		dB
Common-Mode Output Return Loss	RL_{TX-CM}	$50MHz \leq f < 2500MHz$	10	13		dB
Differential Output Amplitude (Transition Bit), Figure 1	$V_{TX-DIFF-TB-PP}$	$OS_ = 0, DE_ = 0$		1120		mV _{P-P}
		$OS_ = 0, DE_ = N.C.$		940		
		$OS_ = 0, DE_ = 1$		1210		
		$OS_ = 1$ or N.C., $DE_ = 0$		1180		
		$OS_ = 1$ or N.C., $DE_ = N.C.$		1010		
		$OS_ = 1$ or N.C., $DE_ = 1$		1270		
Differential Output Amplitude (Nontransition Bit), Figure 1	$V_{TX-DIFF-NTB-PP}$	$DE_ = N.C.$		640		mV _{P-P}
		$DE_ = 0$		840		
		$DE_ = 1$		940		
LFPS Idle Differential Output Voltage	$V_{LFPS-IDLE-DIFF-PP}$	Highpass filter to remove DC offset			30	mV
Voltage Change to Allow Receiver Detect	V_{DETECT}	Positive voltage to sense receiver termination		500		mV
Deterministic Jitter	$t_{TX-DJ-DD}$	K28.5 pattern, data rate = 5.0Gbps, $EQ_ =$ not connected			12	ps _{P-P}
Random Jitter	$t_{TX-RJ-DD}$	D10.2 pattern, data rate = 5.0Gbps, $EQ_ =$ not connected			1	ps _{RMS}
Rise/Fall Time	$t_{TX-RISE-FALL}$	(Note 7)	40			ps
Differential Propagation Delay	t_{PD}	Propagation delay input to output at 50%		250		ps
LFPS Idle Entry Delay	$t_{IDLE-ENTRY}$	USB 3.0 LFPS pattern, active state		4	7	ns
LFPS Idle Exit Delay	$t_{IDLE-EXIT}$	USB 3.0 LFPS pattern, active state		4	6	ns
		USB 3.0 LFPS pattern, dynamic power-down state		15.6	22.5	

堅牢なデュアルUSB 3.0イコライザ/リドライバ、 拡張温度動作

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{CC} = +3.0V$ to $+3.6V$, $C_C = 100nF$ coupling capacitor on each output, $R_L = 50\Omega$ and $C_L = 1pF$ on each output, $T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$, unless otherwise noted. Typical values are at $V_{CC} = +3.3V$ and $T_A = +25^\circ C$.) (Note 3)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
CONTROL LOGIC						
Input Logic-High	V_{IH}	ENRXD, CM, EQ_, OS_, and DE_	1.5			V
Input Logic-Low	V_{IL}	ENRXD, CM, EQ_, OS_, and DE_			0.5	V
Input Logic Hysteresis	V_{HYST}	ENRXD, CM, EQ_, OS_, and DE_		0.075		V
ESD PROTECTION						
HBM ESD Protection		Human Body Model		± 8		kV

Note 3: All parts are production tested at $T_A = +25^\circ C$, $+85^\circ C$.

Note 4: Measured with respect to ground.

Note 5: Measured with respect to V_{CC} .

Note 6: Guaranteed by design, unless otherwise noted.

Note 7: Rise and fall times are measured using 20% and 80% levels.

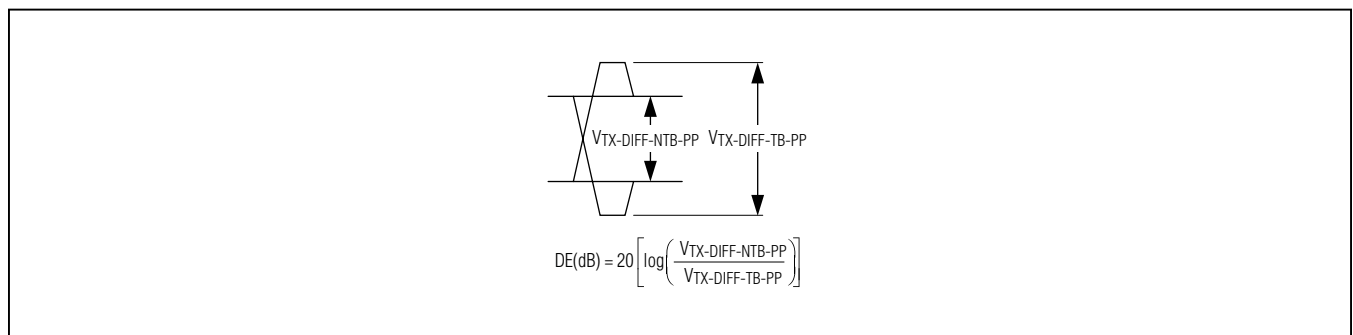
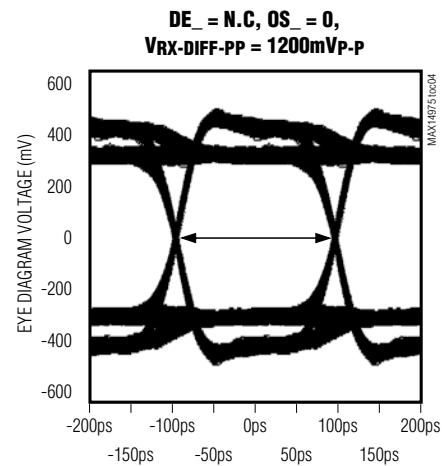
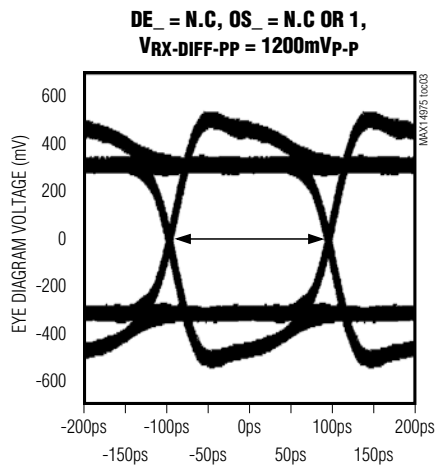
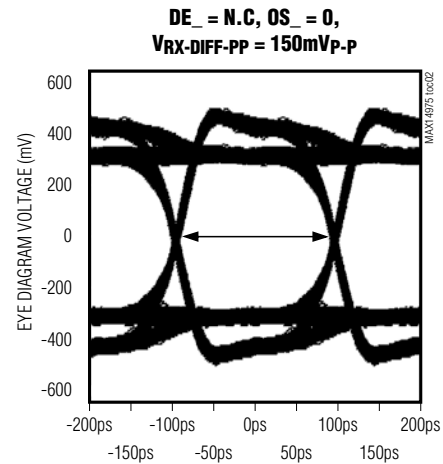
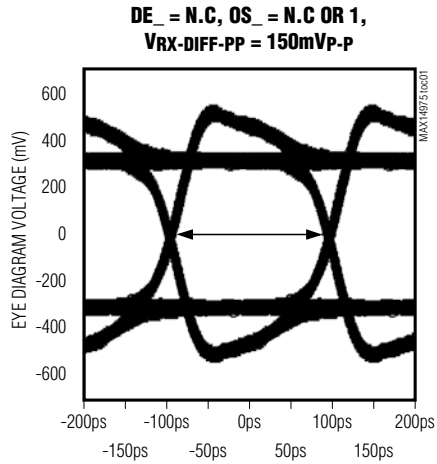


図 1. 出力デエンファシスの説明 (TB : 遷移ビット、NTB : 非遷移ビット)

堅牢なデュアルUSB 3.0イコライザ/リドライバ、 拡張温度動作

標準動作特性

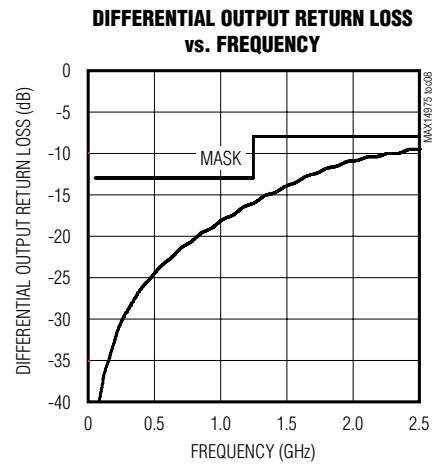
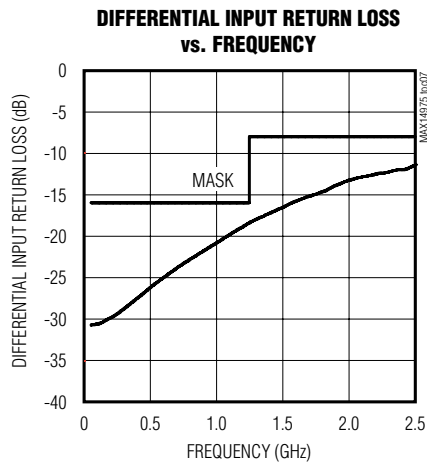
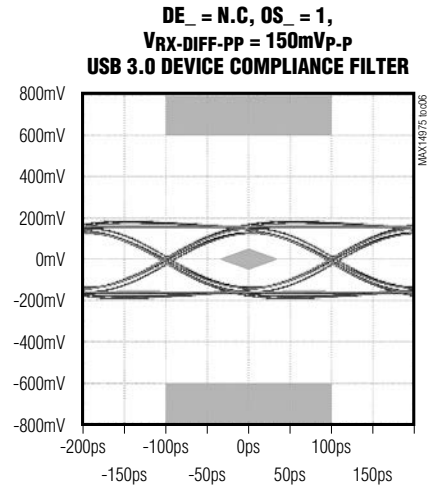
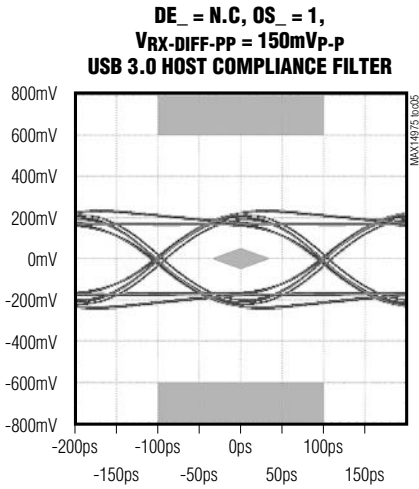
($V_{CC} = 3.3V$, $T_A = +25^\circ C$, $EQ_- = N.C.$, using 5Gbps $\pm K28.5$ pattern, unless otherwise noted.)



堅牢なデュアルUSB 3.0イコライザ/リドライバ、 拡張温度動作

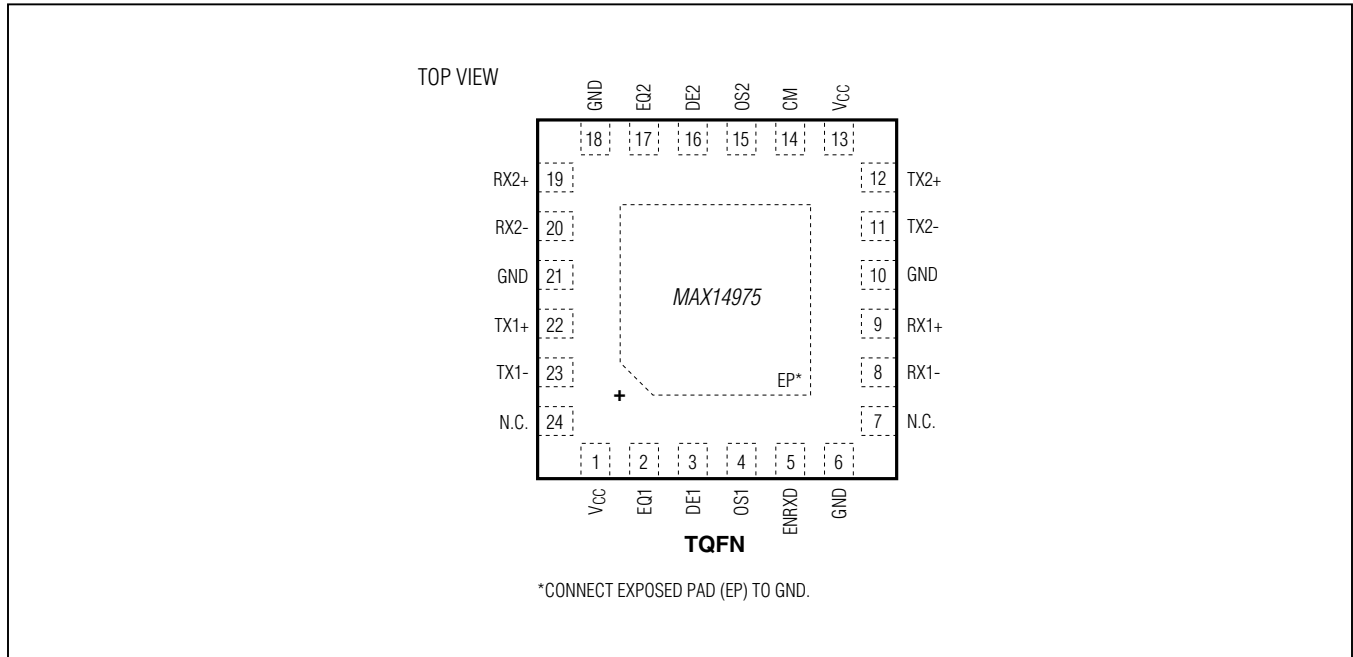
標準動作特性(続き)

($V_{CC} = 3.3V$, $T_A = +25^\circ C$, $EQ_- = N.C.$, using 5Gbps $\pm K28.5$ pattern, unless otherwise noted.)



堅牢なデュアルUSB 3.0イコライザ/リドライバ、 拡張温度動作

ピン配置



端子説明

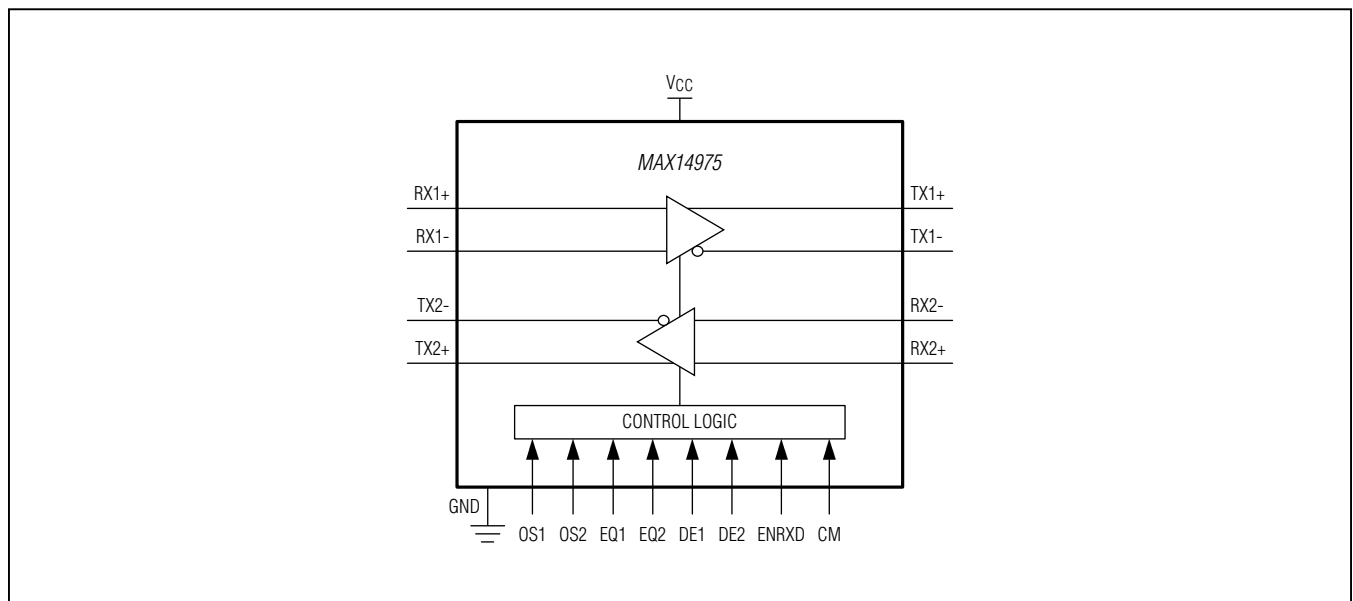
端子	名称	機能
1, 13	V _{CC}	電源入力。できる限りデバイスの近くに配置した並列の0.1μFと2.2μFの低ESRコンデンサでV _{CC} をGNDに接続してください。
2	EQ1	3ステート入力：入力イコライゼーション制御、チャンネル1。デフォルト状態の場合は、EQ1を未接続のままにしてください。
3	DE1	3ステート入力：遷移ビットおよび非遷移ビット出力振幅制御、チャンネル1。デフォルト状態の場合は、DE1をV _{CC} に接続してください。
4	OS1	2ステート入力：遷移ビット出力振幅制御、チャンネル1。デフォルト状態の場合は、OS1をGNDに接続してください。
5	ENRXD	アクティブハイのイネーブル。通常動作の場合は、ENRXDをハイに駆動するか、未接続のままにしてください。スタンバイ状態へ移行させるには、ENRXDをローに駆動してください。ENRXDはV _{CC} への400kΩ (typ)のプルアップ抵抗を備えています。
6, 10, 18, 21	GND	グラウンド
7, 24	N.C.	接続なし。内部で接続されていません。
8	RX1-	反転入力、チャンネル1。低ESRの100nFのコンデンサでRX1-をAC結合してください。
9	RX1+	非反転入力、チャンネル1。低ESRの100nFのコンデンサでRX1+をAC結合してください。
11	TX2-	反転出力、チャンネル2。低ESRの100nFのコンデンサでTX2-をAC結合してください。
12	TX2+	非反転出力、チャンネル2。低ESRの100nFのコンデンサでTX2+をAC結合してください。
14	CM	アクティブハイのコンプライアンスモード制御。強制的にアクティブ状態にするには、CMをハイに駆動してください。通常動作の場合は、CMをローに駆動するか、未接続のままにしてください。CMはGNDへの400kΩ (typ)のプルダウン抵抗を備えています。

堅牢なデュアルUSB 3.0イコライザ/リドライバ、 拡張温度動作

端子説明(続き)

端子	名称	機能
15	OS2	2ステート入力：遷移ビット出力振幅制御、チャンネル2。デフォルト状態の場合は、OS2をGNDに接続してください。
16	DE2	3ステート入力：遷移ビットおよび非遷移ビット出力振幅制御、チャンネル2。デフォルト状態の場合は、DE2をV _{CC} に接続してください。
17	EQ2	3ステート入力：入力イコライゼーション制御、チャンネル2。デフォルト状態の場合は、EQ2を未接続のままにしてください。
19	RX2+	非反転入力、チャンネル2。低ESRの100nFのコンデンサでRX2+をAC結合してください。
20	RX2-	反転入力、チャンネル2。低ESRの100nFのコンデンサでRX2-をAC結合してください。
22	TX1+	非反転出力、チャンネル1。低ESRの100nFのコンデンサでTX1+をAC結合してください。
23	TX1-	反転出力、チャンネル1。低ESRの100nFのコンデンサでTX1-をAC結合してください。
—	EP	エクスポーズパッド。内部でGNDに接続されています。熱的性能を最大化するため、大面積のグランドプレーンに接続してください。電気的な接点として使用するものではありません。

ファンクションダイアグラム



堅牢なデュアルUSB 3.0イコライザ/リドライバ、 拡張温度動作

詳細

MAX14975は2つの同一のドライバを備えることにより、完全な1つのスーパースピードUSB 3.0リンクをサポートします。各チャンネルのプログラム可能なイコライゼーションとデエンファシスによって、基板上でのスーパースピードトランシーバの最適な配置が可能になり、フロント、リア、およびサイドのスーパースピードポートの柔軟性が実現します。このデバイスは、レシーバ検出およびUSB 3.0のLFPS (low-frequency periodic signals)のサポートを含む先進的パワーマネージメントを備えています。

プログラム可能な入力イコライゼーション

チャンネル1の入力イコライゼーションはEQ1によって制御され、チャンネル2の入力イコライゼーションはEQ2によって制御されます。EQ1とEQ2の2つの端子がそれぞれ3つのイコライゼーション設定を備えているため、さまざまな入力プリント基板トレース、コネクタ、またはケーブル損失に対する柔軟な補正を提供します(表1)。EQ_の3ステート入力は、 V_{IH} より低く V_{IL} より高い電圧をハイインピーダンスと解釈します。このインピーダンス状態が必要な場合は、EQ_を(たとえば) 1Vに設定するか、または未接続のままにしてください。

プログラム可能な出力デエンファシス

チャンネル1の出力遷移ビットの振幅はOS1端子およびDE1端子によって制御され、非遷移ビットの振幅はDE1端子のみによって制御されます。チャンネル2の出力遷移ビットの振幅はOS2端子およびDE2端子によって制御され、非遷

表1. 標準入力イコライゼーション

EQ_	EQUALIZATION (dB)
N.C.*	0
0	6
1	10

*未接続。

表2. 標準出力遷移ビット振幅([Electrical Characteristics (電気的特性)]の表を参照)

OS_	AMPLITUDE (mV _{p-p})
N.C.*, 1	1010 to 1270
0	940 to 1210

*未接続。

移ビットの振幅はDE2端子のみによって制御されます。2つのチャンネルのそれぞれに6つの可能な出力デエンファシス状態が存在するため、出力プリント基板トレース、コネクタ、またはケーブルにおけるさまざまな損失を補正する柔軟性が提供されます(表2、表3、および表4)。DE_の3ステート入力は、 V_{IH} より低く V_{IL} より高い電圧をハイインピーダンスと解釈します。ハイインピーダンス状態が必要な場合は、DE_を(たとえば) 1Vに設定するか、または未接続のままにしてください。

LFPSサポート

このデバイスは、入力のアイドル状態を検出して対応する出力のスケルチを行い、不要なノイズの再駆動を防止することによって、USB 3.0 LFPSを明確にサポートしています。差動入力LFPS信号が100mV_{p-p}のスレッショルドを下回った場合、デバイスは出力のスケルチを行います。300mV_{p-p} (typ)以上の差動LFPS信号が入力に存在する場合、デバイスは対応する出力をオンにして信号を再駆動します。デバイスのアクティブ状態でのLFPSアイドル移行時間は4ns (typ)で、復帰時間は4ns (typ)です。

先進的パワーマネージメント

スタンバイ状態

デバイスを低電力スタンバイ状態にするには、ENRXDをローに駆動してください。スタンバイ時には、入力はコモンモードのハイインピーダンス状態になり、デバイスの消費電力は1mW (typ)以下です。スタンバイへの移行時間は2μs (typ)で、復帰時間は50μs (typ)です。

表3. 標準出力非遷移ビット振幅

DE_	AMPLITUDE (mV _{p-p})
N.C.*	640
0	840
1	940

*未接続。

表4. 標準出力デエンファシス

CONTROL LOGIC	OS_ = 0 (dB)	OS_ = 1, N.C.* (dB)
DE_ = 0	-2.5	-3.0
DE_ = N.C.	-3.3	-3.9
DE_ = 1	-2.2	-2.7

*未接続。

堅牢なデュアルUSB 3.0イコライザ/リドライバ、 拡張温度動作

レシーバ検出

このデバイスは、各チャンネルに個別のレシーバ検出を備えています。初期パワーアップ時には、ENRXDがハイの場合にレシーバ検出が初期化されます。デバイスがパワーアップされた状態では、ENRXDの立上りエッジでレシーバ検出が開始されます。レシーバ検出中、デバイスは23mW (typ)の低電力モードのままになり、出力および入力コモンモードハイインピーダンス状態になります。レシーバ検出は、レシーバが検出されるまで12ms (typ)間隔で繰り返されます。レシーバ検出状態を終了するには、両方のチャンネルでレシーバが検出される必要があります。

動的パワーダウン

レシーバ検出後に入力信号が存在しない場合、デバイスは動的パワーダウン状態に移行します。入力に信号が検出された時点で、デバイスはこの状態を終了します。動的パワーダウン状態でのデバイスの消費電力は82.5mW (typ)以下です。アイドルの検出から30 μ s後にデバイスは動的パワーダウンに移行します。12ms (typ)以上にわたって信号が検出されない場合、デバイスはレシーバ検出状態に移行します。

アクティブ状態

レシーバ検出後に入力信号が存在する場合、デバイスは自動的にアクティブ状態に移行します。表5に示すように、CM = 1に設定することによってデバイスを強制的にアクティブ状態にすることができます。この状態でのデバイスの消費電力は304mW (typ)以下です。

USB 3.0コンプライアンスモード

MAX14975は、強制的にデバイスをアクティブ状態のままにするUSB 3.0コンプライアンスモードを備えています。デバイスは信号を再駆動して、トランスミッタがUSB 3.0仕様によって要求される電圧およびタイミング仕様に準拠しているかどうかをテストします。USB 3.0コンプライアンスモードをアクティブ化するには、ENRXDをハイに駆動するか未接続のままにするとともに、CMをハイに駆動して

ください。通常動作の場合は、ENRXDをハイに駆動するか未接続のままにするとともに、CMをローに駆動するか未接続のままにしてください(表5)。コンプライアンスモード(CM = 1)では、レシーバ検出および動的パワーダウンはディセーブルされますが、デバイスはアクティブ状態のままLFPサポートも機能します。

アプリケーション情報

レイアウト

プリント基板のレイアウトと設計は、デバイスの性能に大きな影響を与える可能性があります。グラウンドインダクタンスの最小化や、データ信号に対するインピーダンスを考慮して設計された伝送ラインの使用を含む、正しい高周波数の設計技法を使用してください。電源デカップリングコンデンサは、できる限りV_{CC}の近くに配置する必要があります。V_{CC}は常に電源プレーンに接続してください。

エクスポーズドパッドパッケージ

エクスポーズドパッドを備えた24ピンTQFNパッケージは、ICの放熱用の非常に低熱抵抗の経路を提供する機能を採用しています。適正な電気的性能および放熱性能を実現するために、デバイスのエクスポーズドパッドをPCBのグラウンドプレーンにはんだ付けする必要があります。エクスポーズドパッドパッケージの詳細については、アプリケーションノート862 [HFAN-08.1: Thermal Considerations of QFN and Other Exposed-Paddle Packages]を参照してください。

電源シーケンス

注意：記載された定格を超える状態はデバイスに永続的な損傷を与える可能性があるため、絶対最大定格を超えないようにしてください。

すべてのデバイスについて適切な電源シーケンスが推奨されます。常に、信号を印加する前にGNDとV_{CC}をこの順で印加してください(特に、信号が電流制限されていない場合)。

表5. デジタル制御の真理値表

ENRXD	CM	DESCRIPTION
0	0	Power-down
0	1	Power-down
1 or N.C.*	0 or N.C.*	Normal operation
1 or N.C.*	1	Compliance mode (active)

*未接続。

型番

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX14975ETG+	-40°C to +85°C	24 TQFN-EP*

+は鉛(Pb)フリー/RoHS準拠パッケージを示します。

*EP = エクスポーズドパッド

堅牢なデュアルUSB 3.0イコライザ/リドライバ、 拡張温度動作

チップ情報

PROCESS: BiCMOS

パッケージ

最新のパッケージ図面情報およびランドパターン(フットプリント)は japan.maximintegrated.com/packages を参照してください。なお、パッケージコードに含まれる「+」、「#」、または「-」はRoHS対応状況を表したものでしかありません。パッケージ図面はパッケージそのものに関するものでRoHS対応状況とは関係がなく、図面によってパッケージコードが異なることがある点に注意してください。

パッケージ タイプ	パッケージ コード	外形図 No.	ランド パターンNo.
24 TQFN-EP	T2444+3	21-0139	90-0021

MAX14975

堅牢なデュアルUSB 3.0イコライザ/リドライバ、 拡張温度動作

改訂履歴

版数	改訂日	説明	改訂ページ
0	11/12	初版	—



マキシム・ジャパン株式会社 〒141-0032 東京都品川区大崎1-6-4 大崎ニューシティ 4号館 20F TEL: 03-6893-6600

Maxim Integratedは完全にMaxim Integrated製品に組み込まれた回路以外の回路の使用について一切責任を負いかねます。回路特許ライセンスは明言されていません。Maxim Integratedは随時予告なく回路及び仕様を変更する権利を留保します。「Electrical Characteristics (電気的特性)」の表に示すパラメータ値 (min、maxの各制限値)は、このデータシートの他の場所で引用している値より優先されます。

Maxim Integrated 160 Rio Robles, San Jose, CA 95134 USA 1-408-601-1000

12