

TPS26750A USB Type-C® および USB PD コントローラ (電源スイッチ内蔵、EPR の // DRP 電源アプリケーションに最適化)

1 特長

- USB-IF による PD3.2 認証済みデバイス
 - TPS26750ATID#: 15342
 - [PD2.0 と PD3.0 の比較の記事](#)
- USB Type-C PD のシンク (UFP) およびデュアル ロール パワー (DRP) 電源アプリケーション向けに最適化
 - TI のバッテリー チャージャ向けの I2C 制御機能を内蔵
 - Web ベースの GUI および事前構成済みファームウェア
 - より詳しいセクションガイドと設計開始に必要な情報については、www.tij.co.jp/usb-c を参照してください
- TPD4S480 を搭載した場合の拡張電力範囲 (EPR)
 - EPR のソースとシンクをサポート
 - EPR 28V、36V、48V、および AVS
- プログラマブル電源 (PPS) と可変電圧電源 (AVS)
 - PPS のソースとシンクをサポート
 - TI バッテリー チャージャを用いたスタンドアロン PPS ソース制御
 - PPS シンクのインターフェイスをプログラム可能
 - AVS ソースをサポート
- 液体検出
 - Type-C コネクタで直接測定
 - エラー処理 / 保護機能を内蔵
- 完全に管理されたパワー パスを内蔵
 - 5V/3A ソース パワー パスの低電圧保護、過電圧保護、突入電流保護のための電流制限機能を内蔵
 - 26V 許容の CC ピンにより、非適合デバイス接続時の堅牢な保護
- 追加機能
 - 11 本の構成可能な GPIO
 - BC1.2 充電対応
 - デッド バッテリー サポート用の 3.3V LDO 出力
 - 3.3V または VBUS 電源からの電力供給
 - 1 つの I2C コントローラポート
 - 1 つの I2C ターゲットポート

- その他の [パーソナル エレクトロニクス](#) と [産業用アプリケーション](#)

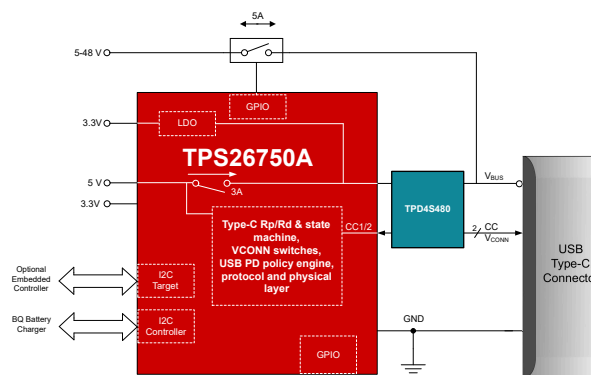
3 説明

TPS26750A は、USB-C PD 電源をサポートするアプリケーション向けに最適化された高集積スタンドアロン USB Type-C および PD (Power Delivery) コントローラです。TPS26750A は完全に管理されたパワー パスを堅牢な保護機能と統合することにより、包括的な USB-C PD アプリケーションを実現しています。直感的な Web ベースの GUI が用意されており、わかりやすいブロック図とシンプルな選択式の質問を使って、アプリケーションのニーズに関するいくつかの簡単な質問をユーザーに求めるようになっています。その結果、GUI はユーザーのアプリケーションに適した構成イメージを作成し、USB PD アプリケーションに伴う複雑さを大幅に軽減します。

パッケージ情報

部品番号	パッケージ (1)	パッケージ サイズ (2)
TPS26750A	32-VQFN (RSM)	4.00mm x 4.00mm

- (1) 利用可能なすべてのパッケージについては、データシートの末尾にある注文情報を参照してください。
- (2) パッケージ サイズ (長さ × 幅) は公称値であり、該当する場合はピンも含まれます。



TPS26750A の回路図

2 アプリケーション

- [電動工具](#)、[パワー バンク](#)、[リテール オートメーション](#) および [ペイメント](#)
- [産業用 バッテリー パック \(>= 10s\)](#)



目次

1 特長	1	6 パラメータ測定情報	16
2 アプリケーション	1	7 詳細説明	17
3 説明	1	7.1 概要.....	17
4 ピン構成および機能	3	7.2 機能ブロック図.....	18
5 仕様	6	7.3 機能説明.....	19
5.1 絶対最大定格.....	6	7.4 デバイスの機能モード.....	35
5.2 ESD 定格.....	6	8 アプリケーションと実装	36
5.3 TPS26750A - 推奨動作条件.....	7	8.1 使用上の注意.....	36
5.4 推奨容量.....	7	8.2 代表的なアプリケーション.....	36
5.5 熱に関する情報.....	7	8.3 電源に関する推奨事項.....	44
5.6 電源特性.....	8	8.4 レイアウト.....	45
5.7 消費電力.....	8	9 デバイスおよびドキュメントのサポート	51
5.8 POWER_PATH_EN の特性 - TPS26750A	8	9.1 デバイス サポート.....	51
5.9 電力パス監視.....	9	9.2 ドキュメントのサポート.....	51
5.10 CC ケーブル検出パラメータ.....	9	9.3 ドキュメントの更新通知を受け取る方法.....	51
5.11 CC PHY パラメータ.....	10	9.4 サポート・リソース.....	51
5.12 サーマル シャットダウンの特性.....	11	9.5 商標.....	51
5.13 ADC の特性.....	11	9.6 静電気放電に関する注意事項.....	51
5.14 入出力 (I/O) 特性.....	12	9.7 用語集.....	51
5.15 BC1.2 の特性.....	12	10 改訂履歴	51
5.16 I2C の要件と特性.....	12	11 メカニカル、パッケージ、および注文情報	52
5.17 代表的特性.....	15		

4 ピン構成および機能

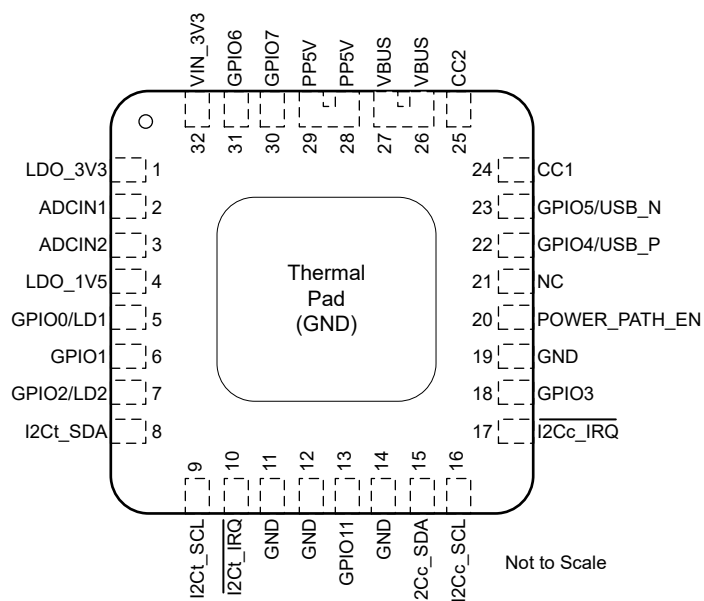


図 4-1. TPS26750A QFN パッケージ、32 ピン (上面図)

表 4-1. TPS26750A ピンの機能

ピン		タイプ ⁽¹⁾	リセット	説明
名称	番号			
ADCIN1	2	I	ハイインピーダンス	設定入力。LDO_3V3 への抵抗分圧回路に接続します。
ADCIN2	3	I	ハイインピーダンス	設定入力。LDO_3V3 への抵抗分圧回路に接続します。
CC1	24	I/O	ハイインピーダンス	USB Type-C 用の入出力。推奨コンデンサを GND (C _{CC}) に接続して、ノイズをフィルタします。
CC2	25	I/O	ハイインピーダンス	USB Type-C 用の入出力。推奨コンデンサを GND (C _{CC}) に接続して、ノイズをフィルタします。
POWER_PATH_EN	20	O	ハイインピーダンス	外部ロードスイッチ用の電源経路をイネーブルにします。未使用の場合は、フローティングのままにします。この出力はロジック電圧レベル出力ではありません。
GND	11、12、14、19	—	—	グランド。グランドプレーンに接続します。
GPIO0/LD1	5	GPIO	ハイインピーダンス	汎用デジタル I/O。Type-C コネクタでの液体検出のために、このピンを接続できます。ピンが未使用のときはグランドに接続します。
GPIO1	6	GPIO	ハイインピーダンス	汎用デジタル I/O。ピンが未使用のときはグランドに接続します。
GPIO2/LD2	7	GPIO	ハイインピーダンス	汎用デジタル I/O。Type-C コネクタでの液体検出のために、このピンを接続できます。ピンが未使用のときはグランドに接続します。
GPIO3	18	GPIO	ハイインピーダンス	汎用デジタル I/O。ピンが未使用のときはグランドに接続します。
GPIO4/USB_P	22	GPIO	ハイインピーダンス	汎用デジタル I/O。BC1.2 対応のため、このピンは D+ に接続できます。ピンが未使用のときはグランドに接続します。
GPIO5/USB_N	23	GPIO	ハイインピーダンス	汎用デジタル I/O。BC1.2 対応のため、このピンは D- に接続できます。ピンが未使用のときはグランドに接続します。
GPIO6	31	GPIO	ハイインピーダンス	汎用デジタル I/O。ピンが未使用のときはグランドに接続します。
GPIO7	30	GPIO	ハイインピーダンス	汎用デジタル I/O。ピンが未使用のときはグランドに接続します。
I2Ct_SCL	9	I	ハイインピーダンス	I2C ターゲット シリアル クロック入力。抵抗を介してプルアップ電圧に接続します。使用しない場合は、グランドに接続します。
I2Ct_SDA	8	I/O	ハイインピーダンス	I2C ターゲット シリアル データ。オープンドレインの入力 / 出力。抵抗を介してプルアップ電圧に接続します。使用しない場合は、グランドに接続します。
I2Ct_IRQ	10	O	ハイインピーダンス	I2C ターゲット割り込み。アクティブ Low。プルアップ抵抗を介して外部電圧に接続します。ピンは GPIO10 に再構成できます。未使用時はグランドに接続します。
I2Cc_SCL	16	O	ハイインピーダンス	I2C コントローラ シリアル クロック。オープンドレイン出力。抵抗を介してプルアップ電圧に接続します。

表 4-1. TPS26750A ピンの機能 (続き)

ピン		タイプ ⁽¹⁾	リセット	説明
名称	番号			
GPIO11	13	GPIO	ハイ イン ピーダ ンス	汎用デジタル I/O。ピンが未使用のときはグラウンドに接続します。
I2Cc_SDA	15	I/O	ハイ イン ピーダ ンス	I2C コントローラ シリアル データ。オープンドレインの入力 / 出力。抵抗を介してプルアップ電圧に接続します。
I2Cc_IRQ	17	I	ハイ イン ピーダ ンス	I2C コントローラの割り込み。アクティブ Low。プルアップ抵抗を介して外部電圧に接続します。ピンは GPIO12 に再構成できます。
LDO_1V5	4	O	—	CORE LDO の出力。容量 C _{LDO_1V5} で GND へバイパス。このピンは外部回路に電流を供給できません。
LDO_3V3	1	O	—	VIN_3V3 または VBUS LDO から切り替えられた電源の出力。容量 C _{LDO_3V3} で GND へバイパス。
PP5V	28, 29	I	—	5V システム電源を VBUS に、CC _y ピンに VCONN として供給します。
VBUS	26, 27	I/O	—	5V ~ 20V 入力。容量 C _{VBUS} を用いて GND にバイパスします。
VIN_3V3	32	I	—	コア回路と I/O 用電源。容量 C _{VIN_3V3} で GND へバイパス。デバイスが VBUS 電源のみで動作する場合は、GND に接続します。

(1) I = 入力、O = 出力、I/O = 入出力、GPIO = 汎用デジタル入出力

5 仕様

5.1 絶対最大定格

5.1.1 TPS26750A — 絶対最大定格

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)¹

パラメータ		最小値	最大値	単位
入力電圧範囲 ²	VIN_3V3	-0.3	4	V
入力電圧範囲 ²	PP5V	-0.3	6	V
入力電圧範囲 ²	ADCINx	-0.3	4	V
入力電圧範囲 ²	VBUS ⁴	-0.3	28	V
入力電圧範囲 ²	CC1, CC2 ⁴	-0.5	26	V
入力電圧範囲 ²	GPIOx	-0.3	6	V
入力電圧範囲 ²	I2Ct_SCL, I2Ct_SDA	-0.3	4	V
出力電圧範囲 (2)	LDO_1V5 ³	-0.3	2	V
	LDO_3V3 ³	-0.3	4	
ソース電流	VBUS のソース電流またはシンク電流		内部的に制限	A
	LDO_3V3, LDO_1V5 の正のソース電流		内部的に制限	
ソース電流	GPIOx		0.005	A
T _J 接合部動作温度		-40	175	°C
T _{STG} 保管温度		-55	150	°C

- (1) 「絶対最大定格」の範囲外の動作は、デバイスの永続的な損傷の原因となる可能性があります。「絶対最大定格」は、これらの条件、または「推奨動作条件」に示された値を超える他のいかなる条件下においても、本デバイスが正しく動作することを意味するものではありません。「絶対最大定格」の範囲内であっても「推奨動作条件」の範囲外で使用すると、デバイスが完全に機能しない可能性があり、デバイスの信頼性、機能、性能に影響を及ぼし、デバイスの寿命を縮める可能性があります。
- (2) すべての電圧値は、ネットワークの GND を基準としたものです。GND ピンをボードの GND プレーンに直接接続します。
- (3) これらのピンに電圧を印加しないでください。
- (4) ブレークダウン電圧が推奨最大値と絶対最大定格の間に収まる TVS (例: TVS2200) の使用が推奨されます。

5.1.2 TPS26750A — 絶対最大定格

	最小値	最大値	単位
POWER_PATH_EN	-0.5	12	V

5.2 ESD 定格

パラメータ		テスト条件	値	単位
V _(ESD)	静電放電	人体モデル (HBM)、ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 に準拠、すべてのピン (1)	±1000	V
		荷電デバイス モデル (CDM)、ANSI/ESDA/JEDEC JS-002 に準拠、すべてのピン (2)	±500	

- (1) JEDEC のドキュメント JEP155 に、500V HBM では標準の ESD 管理プロセスで安全な製造が可能であると規定されています。
- (2) JEDEC のドキュメント JEP157 に、250V CDM では標準の ESD 管理プロセスで安全な製造が可能であると規定されています。

5.3 TPS26750A - 推奨動作条件

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り) ⁽¹⁾

パラメータ			最小値	最大値	単位
V _I	入力電圧範囲 ⁽¹⁾	VIN_3V3	3.0	3.6	V
V _I	入力電圧範囲 ⁽¹⁾	PP5V	4.9	5.5	V
V _I	入力電圧範囲 ⁽¹⁾	VBUS ²	4	22	V
V _{IO}	I/O 電圧範囲 ⁽¹⁾	I2Cx_SDA, I2Cx_SCL, I2Cx_IRQ ADCINx	0	3.6	V
		GPIOx	0	5.5	
		CC1, CC2	0	5.5	
I _O	出力電流 (PP5V から)	VBUS		3	A
		CC1, CC2		315	mA
I _O	出力電流 (LDO_3V3 から)	GPIOx		1	mA
I _O	出力電流 (VBUS LDO から)	LDO_3V3 と GPIOx からの電流の合計		5	mA
T _J	動作時接合部温度		-40	125	°C

- (1) すべての電圧値は、ネットワークの GND を基準としたものです。すべての GND ピンは、基板の GND プレーンに直接接続する必要があります。
(2) すべての VBUS ピンを互いに短絡します。

5.4 推奨容量

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

パラメータ ⁽¹⁾		電圧定格	最小値	公称値	最大値	単位
C _{VIN_3V3}	VIN_3V3 の容量	6.3V	5	10		μF
C _{LDO_3V3}	LDO_3V3 の容量	6.3V	5	10	25	μF
C _{LDO_1V5}	LDO_1V5 の容量	4V	4.5		12	μF
C _{VBUS}	静電容量を VBUS 上に配置 ⁽⁴⁾	25V	1	4.7	10	μF
C _{PP5V}	PP5V の容量	10V	120 ⁽²⁾			μF
C _{CCy}	CCy ピン上のコンデンサ ⁽³⁾	6.3V	200	400	480	pF

- (1) 静電容量の値には、いかなるディレーティング係数も含まれていません。例えば、5μF が必要であり、必要な動作電圧において外付けコンデンサの容量が 50% 低下する場合、必要な外付けコンデンサの値は 10μF となります。
(2) 最小容量は、USB PD (cSrcBulkShared) の要件です。少なくとも 120μF を PP5V に直接接続します。
(3) 静電容量には、Type-C レセプタクルに接続されるすべての外付け容量が含まれます。
(4) このデバイスは、特定のイベント発生時にシンク電力経路を迅速に無効化するように構成できます。このような構成を使用する場合、この範囲の上側の静電容量を推奨します。

5.5 熱に関する情報

熱評価基準 ⁽¹⁾		TPS26750A	単位
		QFN (RSM)	
		32 ピン	
R _{θJA}	接合部から周囲への熱抵抗	30.5	°C/W
R _{θJC} (上面)	接合部からケース (上面) への熱抵抗	24.5	°C/W
R _{θJC}	接合部から基板 (底面) への熱抵抗	2	°C/W
R _{θJB}	接合部から基板への熱抵抗	9.8	°C/W
ψ _{JT}	接合部から上面への特性パラメータ	0.2	°C/W

5.5 熱に関する情報 (続き)

熱評価基準 ⁽¹⁾		TPS26750A	単位
		QFN (RSM)	
		32 ピン	
Ψ_{JB}	接合部から基板への特性パラメータ	9.7	°C/W

(1) 従来および最新の熱評価基準の詳細については、『[半導体および IC パッケージの熱評価基準](#)』アプリケーション レポートを参照してください。

5.6 電源特性

特に指定がない限り、以下の条件で動作します。 $3.0V \leq V_{LDO_3V3} \leq 3.6V$

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
VIN_3V3、VBUS						
V _{VBUS_UVLO}	VBUS UVLO スレッシュホルド	立ち上がり	3.6		3.9	V
		立ち下がり	3.5		3.8	
		ヒステリシス		0.1		
V _{VIN3V3_UVLO}	電源オンのために VIN_3V3 に必要な電圧	立ち上がり、V _{VBUS} = 0	2.56	2.66	2.76	V
		立ち下がり、V _{VBUS} = 0	2.44	2.54	2.64	
		ヒステリシス		0.12		
LDO_3V3、LDO_1V5						
V _{LDO_3V3}	LDO_3V3 の電圧	V _{VIN_3V3} = 0V、10μA ≤ I _{LOAD} ≤ 18mA、V _{VBUS} ≥ 3.9V	3.0	3.4	3.6	V
R _{LDO_3V3}	VIN_3V3 から LDO_3V3 の R _{dson}	I _{LDO_3V3} = 50mA			1.4	Ω
V _{LDO_1V5}	LDO_1V5 の電圧	最大の内部負荷条件まで	1.49	1.5	1.65	V

5.7 消費電力

特に指定がない限り、以下の条件で動作します。 $3V \leq V_{LDO_3V3} \leq 3.6V$ 、GPIO 負荷なし

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
$I_{VIN_3V3, ActSrc}$	VIN_3V3 への電流	アクティブ ソース モード: $V_{VBUS} = 5V$ 、 $V_{VIN_3V3} = 3.3V$		3		mA
$I_{VIN_3V3, ActSnk}$	VIN_3V3 への電流	アクティブ PPHV モード: $22V \geq V_{VBUS} \geq 4V$ 、 $V_{VIN_3V3} = 3.3V$		3	6	mA
$I_{VIN_3V3, IdlSrc}$	VIN_3V3 への電流	アイドル ソース モード: $V_{VBUS} = 5V$ 、 $V_{VIN_3V3} = 3.3V$		1.0		mA
$I_{VIN_3V3, IdlSnk}$	VIN_3V3 への電流	アイドル PPHV モード: $22V \geq V_{VBUS} \geq 4V$ 、 $V_{VIN_3V3} = 3.3V$		1.0		mA
$I_{PP5V, Sleep}$	PP5V への電流	スリープ モード: $V_{PA_VBUS} = 0V$ 、 $V_{VIN_3V3} = 3.3V$		2		μA
$I_{VIN_3V3, Sleep}$	VIN_3V3 への電流	スリープ DRP モード: $V_{VBUS} = 0V$ 、 $V_{VIN_3V3} = 3.3V$		56		μA

5.8 POWER_PATH_EN の特性 - TPS26750A

特に指定がない限り、以下の条件で動作します。 $3V \leq V_{LDO_3V3} \leq 3.6V$

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
$I_{POWER_PATH_EN}$	ソース電流	$POWER_PATH_EN = 0V$	8.5		11.5	μA
$V_{POWER_PATH_EN}$	ソース電圧 (ON)		6		12	V
$I_{POWER_PATH_EN}$	沈降強度		13			μA

5.9 電力パス監視

特に指定がない限り、以下の条件で動作します。 $3V \leq V_{LDO_3V3} \leq 3.6V$

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
V _{PP5V_UVLO}	PP5V で必要な電圧	立ち上がり	3.9	4.1	4.3	V
		立ち下がり	3.8	4.0	4.2	
		ヒステリシス		0.1		
I _{DSCH}	VBUS 放電電流	V _{VBUS} = 22V、I _{VBUS} を測定します	4		15	mA

5.10 CC ケーブル検出パラメータ

特に指定がない限り、以下の条件で動作します。 $3V \leq V_{LDO_3V3} \leq 3.6V$

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
Type-C ソース (Rp プルアップ)						
V _{OC_3.3}	Rp 有効時、無負荷状態における、未接続の CCy の開放電圧	V _{LDO_3V3} > 2.302V、R _{CC} = 47kΩ	1.85			V
V _{OC_5}	Rp 有効時、無負荷状態における、接続された CCy の開放電圧	V _{PP5V} > 3.802V、R _{CC} = 47kΩ	2.95			V
I _{Rev}	CCy で逆電流が接続されていません	V _{CCy} = 5.5V、V _{CCx} = 0V、 V _{LDO_3V3_UVLO} < V _{LDO_3V3} < 3.6V、 V _{PP5V} = 3.8V、CCy への電流を測定します			10	μA
		V _{CCy} = 5.5V、V _{CCx} = 0V、 V _{LDO_3V3_UVLO} < V _{LDO_3V3} < 3.6V、 V _{PP5V} = 0V、T _J ≤ 85°C、CCy への電流を測定します			10	
I _{RpDef}	電流源 - USB デフォルト	0 < V _{CCy} < 1V、I _{CCy} を測定します	64	80	96	μA
I _{Rp1.5}	電流源 - 1.5A	4.75V < V _{PP5V} < 5.5V、0V < V _{CCy} < 1.5V、I _{CCy} を測定します	166	180	194	μA
I _{Rp3.0}	電流源 - 3.0A	4.75V < V _{PP5V} < 5.5V、0 < V _{CCy} < 2.45V、I _{CCy} を測定します	304	330	356	μA
Type-C シンク (Rd プルダウン)						
V _{SNK1}	CCy に Rd が適用されたときの、オープン / デフォルト検出のスレッシュホルド	立ち上がり	0.2		0.24	V
	CCy に Rd が適用されたときの、オープン / デフォルト検出のスレッシュホルド	立ち下がり	0.16		0.20	V
	ヒステリシス			0.04		V
V _{SNK2}	デフォルト / 1.5A 検出スレッシュホルド	立ち下がり	0.62		0.68	V
	デフォルト / 1.5A 検出スレッシュホルド	立ち上がり	0.63	0.66	0.69	V
	ヒステリシス			0.01		V
V _{SNK3}	Px_CCy への Rd 適用時の 1.5A / 3.0A 検出スレッシュホルド	立ち下がり	1.17		1.25	V
	Px_CCy への Rd 適用時の 1.5A / 3.0A 検出スレッシュホルド	立ち上がり	1.22		1.3	V
	ヒステリシス			0.05		V

5.10 CC ケーブル検出パラメータ (続き)

特に指定がない限り、以下の条件で動作します。 $3V \leq V_{LDO_3V3} \leq 3.6V$

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
R _{SNK}	Rd プルダウン抵抗	0.25V ≤ V _{CCy} ≤ 2.1V の範囲で、 CCy 上の抵抗を測定します (trim_cd_rd によるトリミング後)。 V _{LDO_3V3_UVLO} < V _{LDO_3V3} < 3.6V	4.6		5.6	kΩ
R _{VCONN_DIS}	VCONN 放電抵抗	0V ≤ V _{CCy} ≤ 5.5V、trim_cd_rd を使用してトリミングした後、CCy の抵抗を測定	4.0		6.12	kΩ
V _{CLAMP}	デッド バッテリ Rd クランプ	V _{VIN_3V3} = 0V、64μA < I _{CCy} < 96μA	0.25		1.32	V
		V _{VIN_3V3} = 0V、166μA < I _{CCy} < 194μA	0.65		1.32	
		V _{VIN_3V3} = 0V、304μA < I _{CCy} < 356μA	1.20		2.18	
R _{Open}	オープンとして構成されている場合の CCy から GND への抵抗	V _{VBUS} = 0V、V _{VIN_3V3} = 3.3V、V _{CCy} = 5V、CCy の抵抗を測定します	500			kΩ
		V _{VBUS} = 5V、V _{VIN_3V3} = 0V、V _{CCy} = 5V、CCy の抵抗を測定します	500			kΩ
一般的なコンパレータ						
t _{CC}	Px_CCy のコンパレータのグリッチ除去時間			3.2		ms

5.11 CC PHY パラメータ

特に記述のない限り以下の条件で動作します。 ($3V \leq V_{VIN_3V3} \leq 3.6V$ または $V_{VBUS} \geq 3.9V$)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
トランスミッタ						
V_{TXHI}	CCy で高電圧を送信	標準外部負荷	1.05	1.125	1.2	V
V_{TXLO}	CCy で低電圧を送信	標準外部負荷	-75		75	mV
Z_{DRIVER}	CCy を使用した CC ライン駆動中の送信出力インピーダンス	750 kHz で測定	33	54	75	Ω
t_{Rise}	立ち上がり時間。 CCy における振幅の 10% ~ 90% ポイントで測定し、最小値は無負荷条件での値です。TX mask によって設定される最大値	$C_{CCy} = 520pF$	300			ns
t_{Fall}	立ち下がり時間 CCy における振幅の 90% ~ 10% ポイントで測定し、最小値は無負荷条件での値です。TX mask によって設定される最大値	$C_{CCy} = 520pF$	300			ns
V_{PHY_OVP}	USB PD PHY の OVP 検出スレッシュホルド	$0V \leq V_{VIN_3V3} \leq 3.6V, 0V \leq V_{PP5V} \leq 5.5V, V_{VBUS} \geq 4V$ 。最初は $V_{CC1} \leq 5.5V$ および $V_{CC2} \leq 5.5V$ 、その後、 V_{CCx} が上昇します	5.5		8.5	V
レシーバ						
Z_{BMCRX}	CCy のレシーバ入力インピーダンス	ケーブル検出に起因するプルアップ抵抗またはブルダウン抵抗を含みません。トランスミッタはハイインピーダンス	1			M Ω
C_{CC}	CCy^1 でのレシーバ静電容量	レシーバモードで CC ピンに流れ込む静電容量			120	pF
$V_{RX_SNK_R}$	レシーバコンパレータの CCy の立ち上がりスレッシュホルド	シンクモード (立ち上がり)	499	525	551	mV

5.11 CC PHY パラメータ (続き)

特に記述のない限り以下の条件で動作します。(3V ≤ V_{VIN_3V3} ≤ 3.6V または V_{VBUS} ≥ 3.9V)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
V _{RX_SRC_R}	レシーバ コンパレータの CCy の立ち上がりスレッショルド	ソース モード (立ち上がり)	784	825	866	mV
V _{RX_SNK_F}	受信コンパレータにおける、CCy の立ち下がりスレッショルド	シンク モード (立ち下がり)	230	250	270	mV
V _{RX_SRC_F}	受信コンパレータにおける、CCy の立ち下がりスレッショルド	ソース モード (立ち下がり)	523	550	578	mV

- (1) C_{CC} には、ピンが BMC データを受信するように構成されている場合の CCy ピンの内部容量のみが含まれます。USB-PD 仕様 (cReceiver) に準拠する必要がある最小容量を満たすには、外部容量が必要です。したがって、TI は C_{CCy} を外部に追加することを推奨します。

5.12 サーマル シャットダウンの特性

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
T _{SD_MAIN}	温度シャットダウン スレッショルド	温度上昇	145	160	175	°C
		ヒステリシス		15		°C
T _{SD_PP5V}	温度制御によるシャットダウン スレッショルド。各ポートの電源経路 (PP5V および PP_CABLE から供給されるパワー パス) にはローカル センサがあり、温度がスレッショルドを超えるとそれらを無効化します	温度上昇	135	150	165	°C
		ヒステリシス		10		°C

5.13 ADC の特性

特に指定がない限り、以下の条件で動作します。3V ≤ V_{LDO_3V3} ≤ 3.6V

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
LSB	最下位ビット	3.6V 最大スケーリング、3 の分圧器		14		mV
		25.2V 最大スケーリング、21 の分圧器		98		mV
		最大 4.07A のスケーリング		16.5		mA
GAIN_ERR	ゲイン誤差	0.05V ≤ V _{ADCINx} ≤ 3.6V、 V _{ADCINx} ≤ V _{LDO_3V3}	-2.7		2.7	%
		0.05V ≤ V _{GPIOx} ≤ 3.6V、V _{GPIOx} ≤ V _{LDO_3V3}				
		2.7V ≤ V _{LDO_3V3} ≤ 3.6V	-2.4		2.4	
		0.6V ≤ V _{VBUS} ≤ 22V	-2.1		2.1	
		1A ≤ I _{VBUS} ≤ 3A	-2.1		2.1	
VOS_ERR	オフセット誤差 ¹	0.05V ≤ V _{ADCINx} ≤ 3.6V、 V _{ADCINx} ≤ V _{LDO_3V3}	-4.1		4.1	mV
		0.05V ≤ V _{GPIOx} ≤ 3.6V、V _{GPIOx} ≤ V _{LDO_3V3}				
		2.7V ≤ V _{LDO_3V3} ≤ 3.6V	-4.5		4.5	
		0.6V ≤ V _{VBUS} ≤ 22V	-4.1		4.1	
		1A ≤ I _{VBUS} ≤ 3A	-4.5		4.5	mA

- (1) オフセット誤差は、分圧器の後に規定されます。

5.14 入出力 (I/O) 特性

特に指定がない限り、以下の条件で動作します。 $3V \leq V_{LDO_3V3} \leq 3.6V$

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
GPIO0-7 (入力)						
GPIO_VIH	GPIOx High レベル入力電圧	$V_{LDO_3V3} = 3.3V$	1.3			V
GPIO_VIL	GPIOx Low レベル入力電圧	$V_{LDO_3V3} = 3.3V$		0.54		V
GPIO_HYS	GPIOx 入力ヒステリシス電圧	$V_{LDO_3V3} = 3.3V$	0.09			V
GPIO_ILKG	GPIOx のリーク電流	$V_{GPIOx} = 3.45V$	-1		1	μA
GPIO_RPU	GPIOx 内部プルアップ	プルアップをイネーブル	50	100	150	k Ω
GPIO_RPD	GPIOx 内部プルダウン	プルダウンをイネーブル	50	100	150	k Ω
GPIO_DG	GPIOx 入力グリッチ除去			20	50	ns
GPIO0 ~ 7 (出力)						
GPIO_VOH	GPIOx 出力 High 電圧	$V_{LDO_3V3} = 3.3V, I_{GPIOx} = -2mA$	2.9			V
GPIO_VOL	GPIOx 出力 Low 電圧	$V_{LDO_3V3} = 3.3V, I_{GPIOx} = 2mA$		0.4		V
ADCIN1, ADCIN2						
ADCIN_ILKG	ADCINx のリーク電流	$V_{ADCINx} \leq V_{LDO_3V3}$	-1		1	μA
t _{BOOT}	LDO_3V3 が High になってから ADCINx が設定読み取りのために読み込まれるまでの時間			10		ms

5.15 BC1.2 の特性

特に指定がない限り、以下の条件で動作します。 $3V \leq V_{LDO_3V3} \leq 3.6V$

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
データラインの接続検出						
I _{DP_SRC}	DCD ソース電流	$V_{LDO_3V3} = 3.3V$	7	10	13	μA
R _{DM_DWN}	DCD プルダウン抵抗	$V_{USB_N} = 3.6V$	14.25	20	24.8	k Ω
R _{DP_DWN}	DCD プルダウン抵抗	$V_{USB_P} = 3.6V$	14.25	20	24.8	k Ω
V _{LGC_HI}	接続なしのスレッショルド	$V_{USB_P} \geq V_{LGC_HI}, V_{LDO_3V3} = 3.3V, R_{USB_P} = 300k\Omega$	2		3.6	V
V _{LGC_LO}	接続のスレッショルド	$V_{USB_N} \leq V_{LGC_LO}, V_{LDO_3V3} = 3.3V, R_{USB_P} = 24.8k\Omega$	0		0.8	V
アドバタイズおよび検出						
V _{DX_SRC}	ソース電圧	$C_{GPIO4} \leq 600pF$	0.55	0.6	0.65	V
V _{DX_ILIM}	V _{DX_SRC} の電流制限値		250		400	μA
I _{DX_SNK}	シンク電流	$V_{USB_P} \geq 250mV$	25	75	125	μA
I _{DX_SNK}	シンク電流	$V_{USB_N} \geq 250mV$	25	75	125	μA
R _{DCP_DAT}	専用充電ポート抵抗	$0.5V \leq V_{USB_P} \leq 0.7V, 25\mu A \leq I_{USB_N} \leq 175\mu A$			200	Ω

5.16 I2C の要件と特性

特に指定がない限り、以下の条件で動作します。 $3V \leq V_{LDO_3V3} \leq 3.6V$

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
I2Ct_IRQ						
OD_VOL_IRQ	Low レベル出力電圧	$I_{OL} = 2mA$			0.4	V

5.16 I2C の要件と特性 (続き)

特に指定がない限り、以下の条件で動作します。3V ≤ V_{LDO_3V3} ≤ 3.6V

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
OD_LKG_IRQ	リーク電流	出力はハイ インピーダンス、V _{I2Cx_IRQ} = 3.45V	-1		1	μA
I2Cc_IRQ						
IRQ_VIH	High レベル入力電圧	V _{LDO_3V3} = 3.3 V	1.3			V
IRQ_VIH_THRESH	High レベル入力電圧スレッショルド	V _{LDO_3V3} = 3.3 V	0.72		1.3	V
IRQ_VIL	Low レベル入力電圧	V _{LDO_3V3} = 3.3 V			0.54	V
IRQ_VIL_THRESH	Low レベル入力電圧スレッショルド	V _{LDO_3V3} = 3.3 V	0.54		1.08	V
IRQ_HYS	入力ヒステリシス電圧	V _{LDO_3V3} = 3.3 V	0.09			V
IRQ_DEG	入力グリッチ除去			20		ns
IRQ_ILKG	I2Cc_IRQ リーク電流	V _{I2Cc_IRQ} = 3.45V	-1		1	μA
SDA と SCL の共通特性 (共通特性)						
V _{IL}	入力低信号	V _{LDO_3V3} = 3.3 V			0.54	V
V _{IH}	入力高信号	V _{LDO_3V3} = 3.3 V	1.3			V
V _{HYS}	入力ヒステリシス	V _{LDO_3V3} = 3.3 V	0.165			V
V _{OL}	出力 LOW 電圧	I _{OL} = 3mA			0.36	V
I _{LEAK}	入力リーク電流	ピンの電圧 = V _{LDO_3V3}	-3		3	μA
I _{OL}	最大出力低電流	V _{OL} = 0.4 V	15			mA
I _{OL}	最大出力低電流	V _{OL} = 0.6 V	20			mA
t _f	0.7 × V _{DD} ~ 0.3 × V _{DD} の立ち下がり時間	V _{DD} = 1.8V, 10pF ≤ C _b ≤ 400pF	12		80	ns
		V _{DD} = 3.3V, 10pF ≤ C _b ≤ 400pF	12		150	ns
t _{SP}	I ² C パルス幅が抑制されます				50	ns
C _i	ピン容量 (内部)				10	pF
C _b	各バスラインの容量性負荷 (外部)				400	pF
SDA および SCL 標準モードの特性 (ターゲット)						
f _{SCLS}	ターゲットのクロック周波数	V _{DD} = 1.8V または 3.3V			100	kHz
t _{VD;DAT}	有効データ時間	データを送信、V _{DD} = 1.8V または 3.3V、SCL low から SDA 出力が有効になるまで			3.45	μs
t _{VD;ACK}	ACK 条件の有効データ時間	データの送信、V _{DD} = 1.8V または 3.3V、SCL low から SDA (out) low への ACK 信号			3.45	μs
SDA および SCL 高速モードの特性 (ターゲット)						
f _{SCLS}	ターゲットのクロック周波数	V _{DD} = 1.8V または 3.3V	100		400	kHz
t _{VD;DAT}	有効データ時間	データ送信時、V _{DD} = 1.8V において、SCL が low になってから SDA 出力が有効になるまで			0.9	μs
t _{VD;ACK}	ACK 条件の有効データ時間	データの送信、V _{DD} = 1.8V または 3.3V、SCL low から SDA (out) low への ACK 信号			0.9	μs
SDA および SCL 高速モード プラスの特性 (ターゲット)						
f _{SCLS}	高速モード プラス ¹ のクロック周波数	V _{DD} = 1.8V または 3.3V	400		800	kHz

5.16 I2C の要件と特性 (続き)

特に指定がない限り、以下の条件で動作します。 $3V \leq V_{LDO_3V3} \leq 3.6V$

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
$t_{VD;DAT}$	有効データ時間	データを送信、 $V_{DD} = 1.8V$ または $3.3V$ 、SCL low から SDA 出力が有効になるまで			0.55	μs
$t_{VD;ACK}$	ACK 条件の有効データ時間	データの送信、 $V_{DD} = 1.8V$ または $3.3V$ 、SCL low から SDA (out) low への ACK 信号			0.55	μs

(1) コントローラは、 $t_{LOW} > t_{VD; ACK}$ となるように f_{SCLS} を制御する必要があります。

5.17 代表的特性

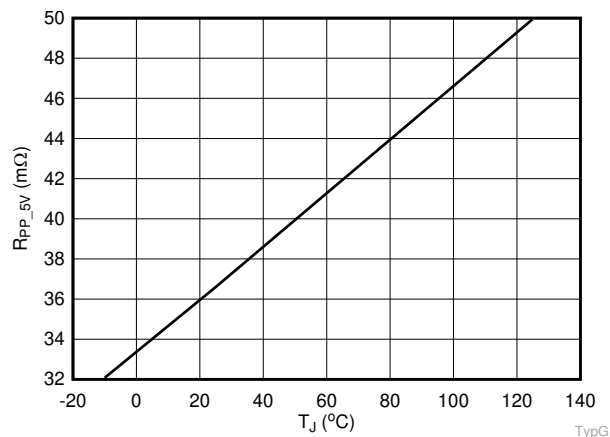


図 5-1. PP_5V Rdson と温度との関係

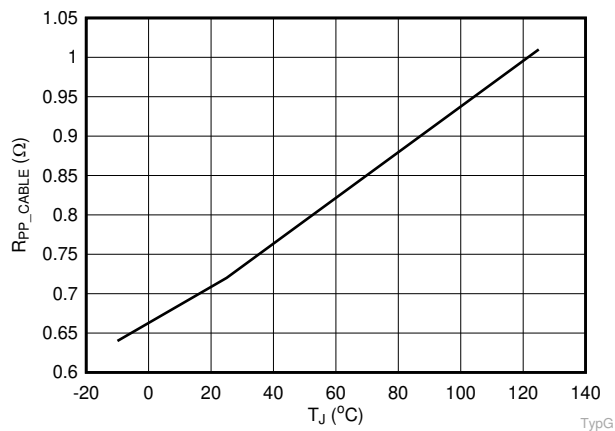


図 5-2. PP_CABLE Rdson と温度との関係

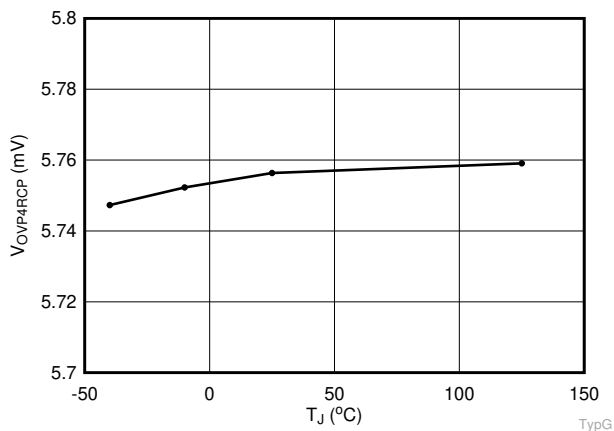


図 5-3. V_{OVP4RCP} (設定 2) と温度との関係

6 パラメータ測定情報

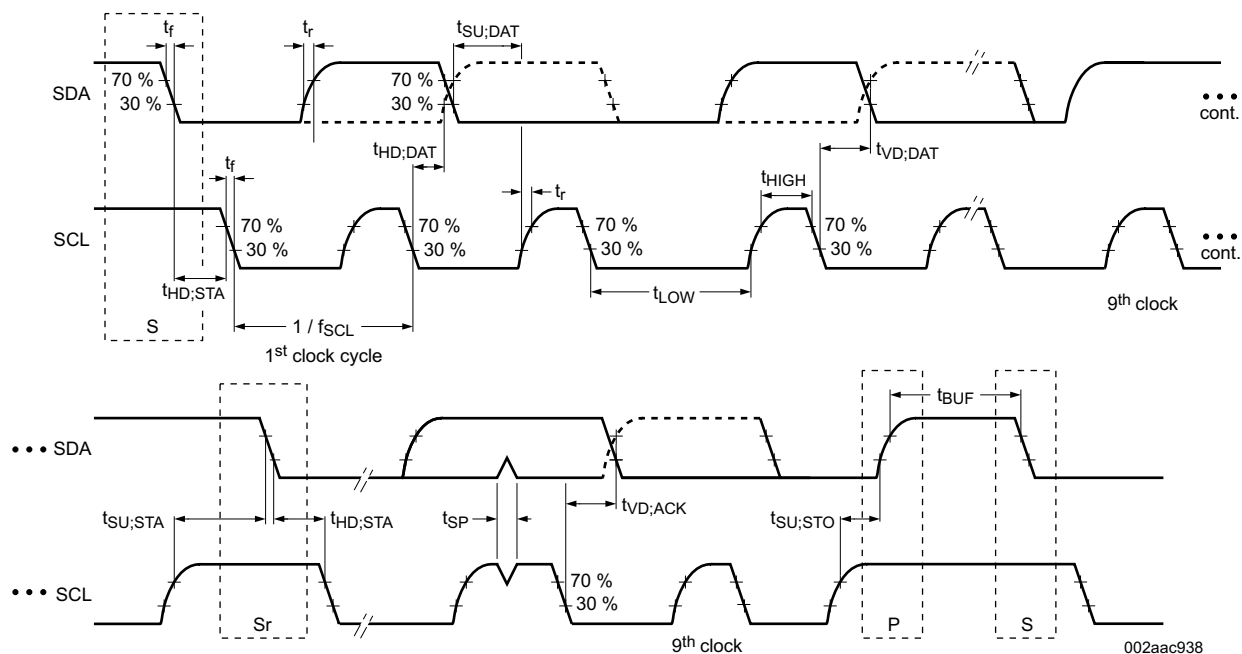


図 6-1. I²C ターゲット インターフェース タイミング

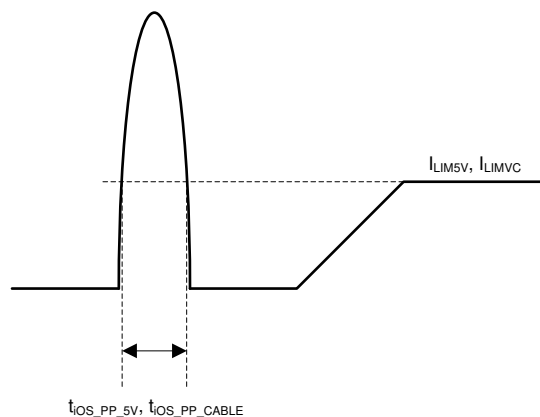


図 6-2. 内部パワー パス PP_5V および PP_CABLE の短絡応答時間

7 詳細説明

7.1 概要

TPS26750A は、USB Type-C および PD レセプタクル向けに、ケーブルの挿入および向き検出機能を提供する完全統合型の USB Power Delivery (USB-PD) 管理デバイスです。TPS26750A は、ケーブルの反対側にある ケーブルおよびその反対側に接続された別の USB Type-C および PD デバイス。TPS26750A は、ソースおよびシンク用の高電圧ポート電源スイッチも有効にします。

TPS26750A は、いくつかの主要なセクションに分かれています。

- USB-PD コントローラ
- ケーブルの挿入および向き検出回路
- ポート パワー スイッチ
- パワー マネージメント回路
- デジタル コア

USB-PD コントローラは、USB-PD プロトコルの物理層 (PHY) 機能を提供します。USB-PD のデータは、リバーシブルな USB Type-C ケーブルの向きに応じて、CC1 ピンまたは CC2 ピンのいずれかから出力されます。USB-PD 物理層の高レベル ブロック図、機能の説明、およびより詳細な回路については、[USB-PD 物理層](#)を参照してください。

ケーブルの挿入および向き検出用のアナログ回路は、USB Type-C ケーブルの挿入およびその向きを自動的に検出します。ケーブル プラグおよび方向の検出の概略ブロック図、機能の説明、詳細な回路については、[ケーブルプラグおよび方向の検出](#)を参照してください。

ポート電源スイッチは、検出されたプラグの向きに基づいて、VBUS ピンおよび CC1 または CC2 ピンに電力を供給します。ポート電源スイッチの高レベルのブロック図、機能の説明、詳細な回路については、[電源パス](#)を参照してください。

パワー マネージメント回路は、TPS26750A 内部回路と LDO_3V3 出力に電力を供給します。詳細については[パワー マネージメント](#)を参照してください。

デジタルコアは、すべての USB-PD パケットの受信、処理、送信のためのエンジンを搭載し、その他のすべての TPS26750A 機能の制御を処理します。デジタルコアの一部には ROM メモリが含まれており、Type-C および PD アプリケーションを実行するために必要なすべてのファームウェアが格納されています。さらに、ブートコードと呼ばれる ROM のセクションでは、TPS26750A の初期化、デバイスの構成情報のロード、デジタル コアの揮発性メモリへのコード パッチのロードを実行できます。デジタル コアの高レベルなブロック図、機能の説明、およびより詳細な回路については、[デジタル コア](#)を参照してください。

TPS26750A は、バッテリー チャージャやオプションの外部 EEPROM メモリなどの外部ターゲット デバイスに対して書き込みと読み取りを行うための I²C コントローラを 1 つ備えています ([「I²C インターフェイス」](#)を参照)。

また、TPS26750A にはサーマル シャットダウン メカニズムが内蔵されており、内蔵発振器から供給される正確なクロックで動作します。

7.2 機能ブロック図

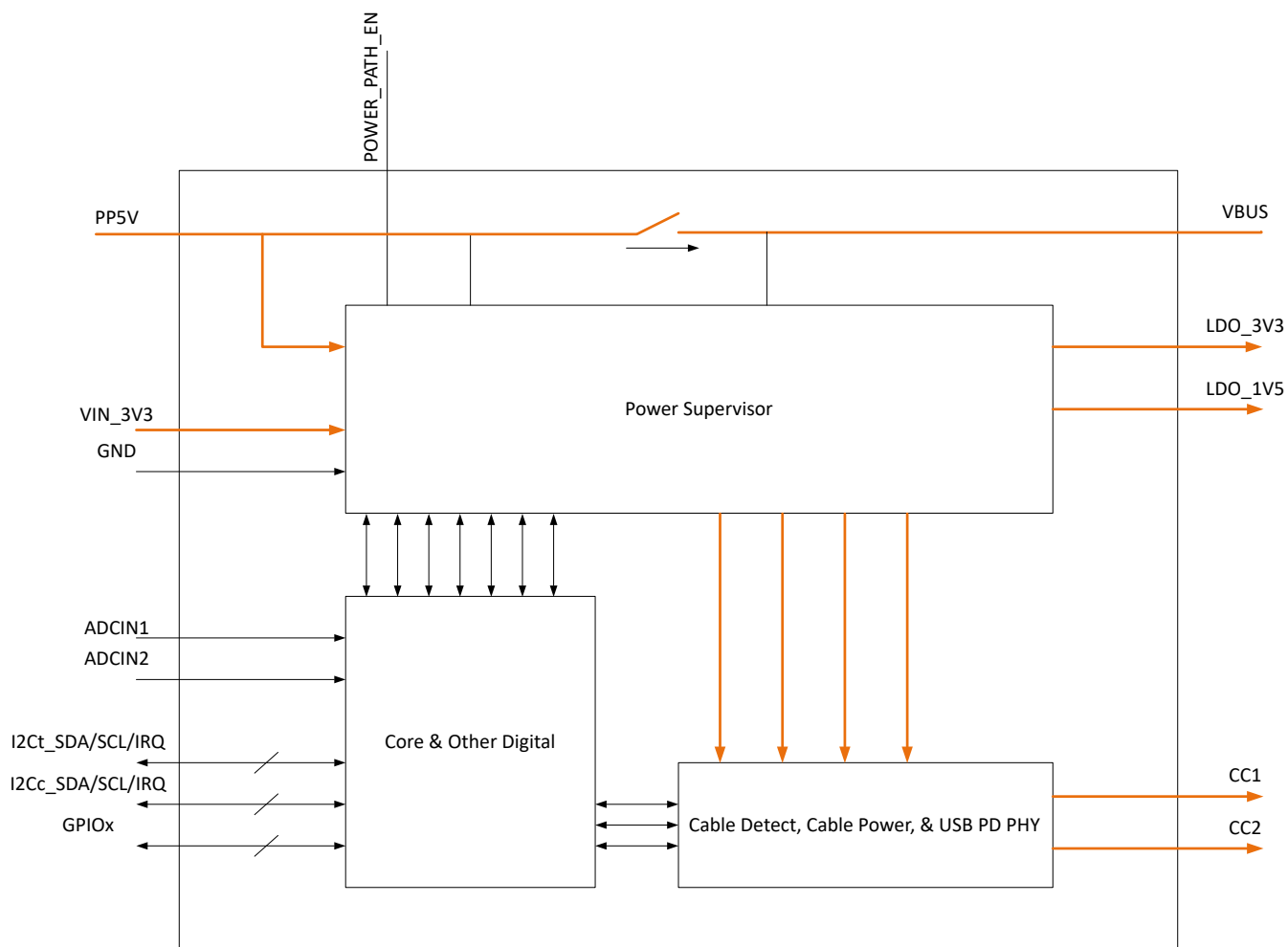


図 7-1. TPS26750A

7.3 機能説明

7.3.1 USB-PD 物理層

図 7-2 に、アナログ プラグおよび方向検出ブロックの簡略バージョンで囲まれた USB PD 物理層ブロックを示します。

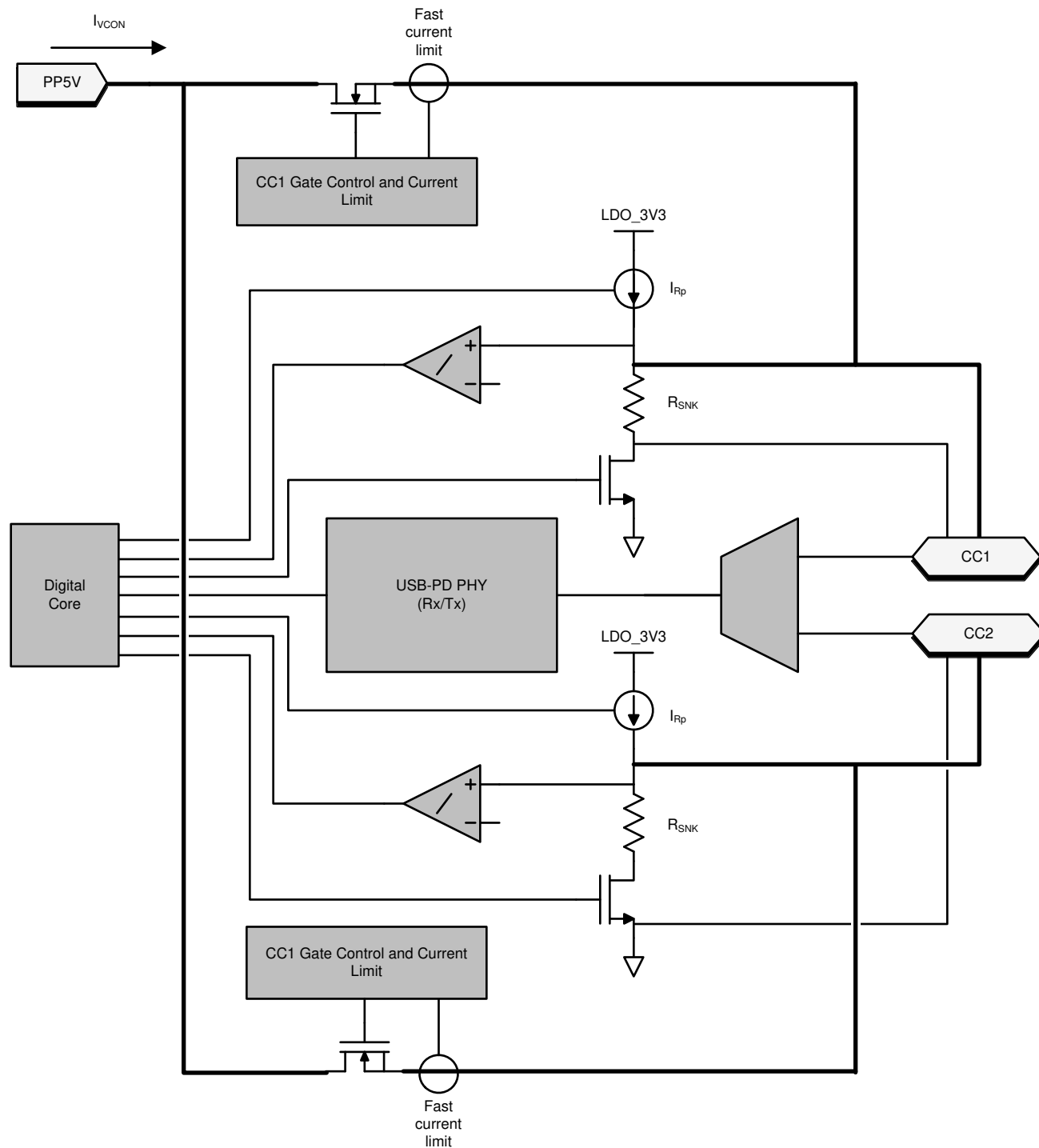


図 7-2. USB-PD 物理層およびプラグと方向の簡素検出回路

USB-PD メッセージ は、BMC 信号を使用して、USB Type-C システムで送信されます。BMC 信号は、Rp (または Rd) ケーブル接続メカニズムによって DC バイアスされた同じピン (CC1 または CC2) に出力されます。

7.3.1.1 USB-PD エンコードと信号処理

図 7-3 に、ベースバンド USB-PD トランスミッタの概略ブロック図を示します。図 7-4 に、ベースバンド USB-PD レシーバのハイレベル ブロック図を示します。

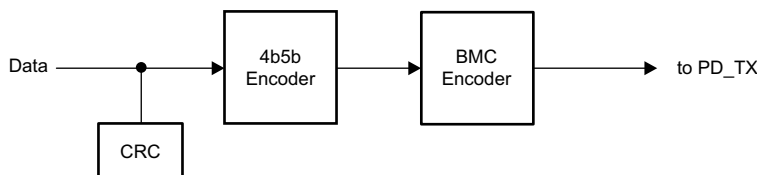


図 7-3. USB-PD ベースバンド トランスミッタのブロック図

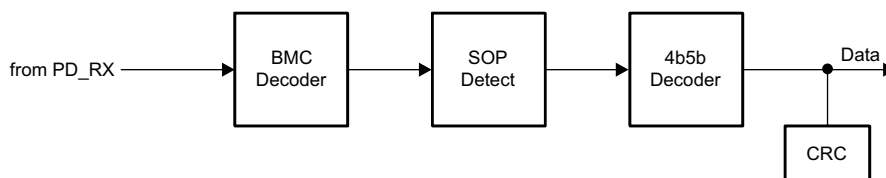


図 7-4. USB-PD ベースバンド レシーバのブロック図

7.3.1.2 USB-PD バイフェーズ マーク コーディング

TPS26750A に実装されている USB-PD 物理層は、USB-PD 仕様に準拠しています。ベースバンド PD 信号に使用されるエンコード方式は、バイフェーズ マーク コーディング (BMC) と呼ばれるマンチェスタ符号のバージョンです。このコードでは、各ビット セルの開始時に遷移が発生し、1 が送信されるビット期間の中間に、2 番目の遷移が発生します。このコーディング方式は、DC 平衡に近いもので、格差が限定されています (任意のパケットの 1/2 ビットに限定されるため、DC レベルは非常に低くなります)。二相マーク コーディングの例に、二相マーク コーディングを示します。

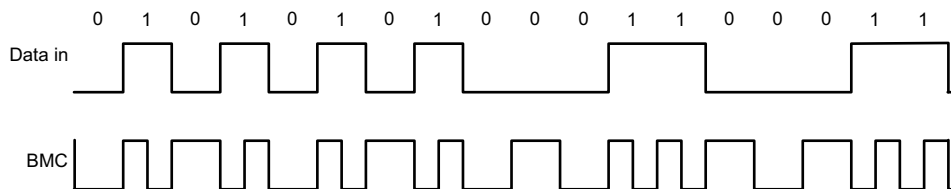


図 7-5. バイフェーズ マーク コーディングの例

USB PD ベースバンド信号は、トライステートドライバで CC1 または CC2 ピンに駆動されます。トライステートドライバはスルーレート制御され、D+/D- および Type-C フル機能ケーブル内の他の信号ラインへの結合を制限します。USB-PD プリアンプルを送信すると、トランスミッタは Low レベルを送信して開始します。もう一方の端のレシーバは、最初のエッジの損失を許容します。送信側はエッジを用いて最終ビットを終了させ、受信側が EOP の最終ビットを確実にクロックできるようにします。

7.3.1.3 USB-PD 送信 (TX) および受信 (Rx) マスク

USB-PD ドライバは、定義された USB-PD の BMC TX マスク仕様を満たします。BMC で符号化された「1」は UI の開始時と中間に信号エッジを含み、BMC で符号化された「0」は開始時にのみエッジを含むため、それぞれでマスクが異なります。USB-PD レシーバは、定義された USB-PD BMC Rx マスクを満たしています。Rx 外側マスクの境界は、ケーブルを介したグラウンド オフセットによる信号振幅の変化に対応するよう規定されています。このため、Rx マスクは TX 外部マスクの境界よりも大きくなります。同様に、Rx 内側マスクの境界は TX 内側マスクの境界よりも小さくなっています。三角形の時間マスクは TX 外側マスクに重ねて適用され、信号遷移時に定義されることで、隣接するより高速なレーンへの影響を

最小限に抑えつつ、最小エッジレートを要求します。TX 内部マスクは、立ち上がりおよび立ち下がり時間の最大制限を強制します。詳細については [USB PD の仕様](#) を参照してください。

7.3.1.4 USB-PD BMC トランスミッタ

TPS26750A は、USB Type-C ポートごとに一組の CC ピンのペアのうち、いずれか一方の CCy ピンを使用して USB-PD データの送受信を行います。CCy ピンは、ケーブルの向きを決定し、ケーブル / デバイス接続検出を維持するためにも使用されます。したがって、CCy ピンに DC バイアスが存在します。トランスミッタドライバは、送信中に CCy DC バイアスをオーバードライブしますが、ハイインピーダンス状態に戻り、送信していないときに DC 電圧を CCy ピンに戻すことができます。CC1 または CC2 のどちらかを送信および受信に使用できますが、特定の接続中はプラグの CC ピンと接続するもののみを使用するため、CC1 と CC2 の間には動的なスイッチングはありません。[USB-BMC PD TX/RX のブロック図](#) に、USB-PD BMC TX および RX ドライバのブロック図を示します。

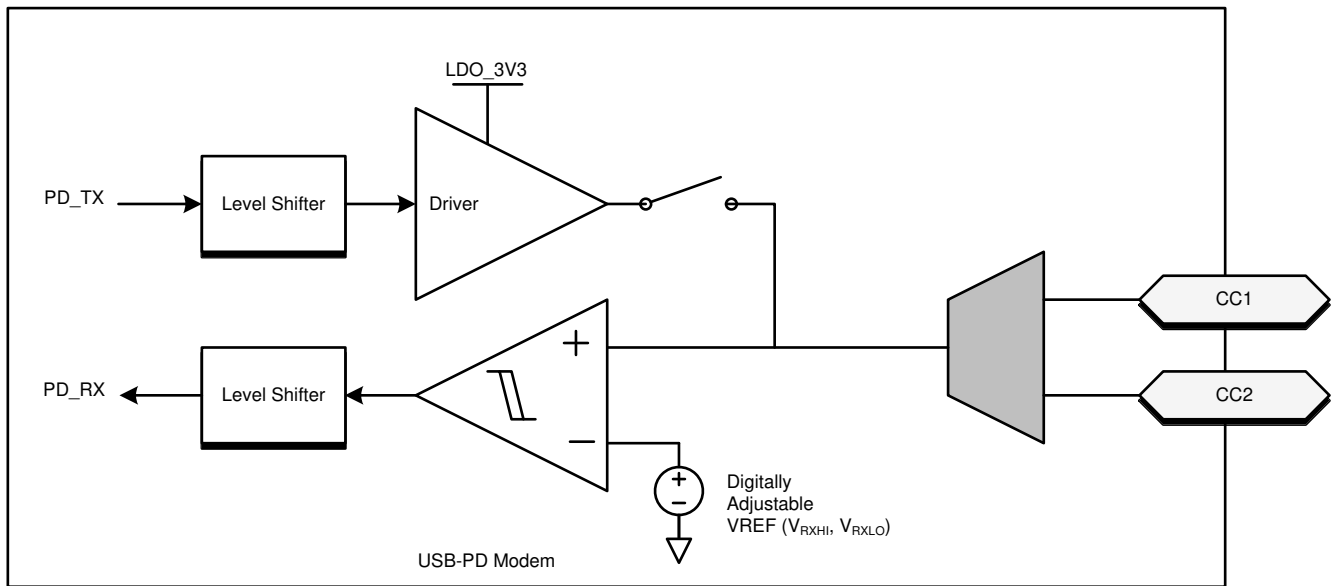


図 7-6. USB-PD BMC TX/RX のブロック図

図 7-7 に、DC バイアスに加えて、BMC データの送信を示します。DC バイアスは、シンク接続を検出するための最小スレッショルドから最大スレッショルドの範囲内であれば、任意の値を取り得ることに注意してください。これは、DC バイアスがトランスミッタドライバの V_{OH} の上または下にある可能性があることを意味します。

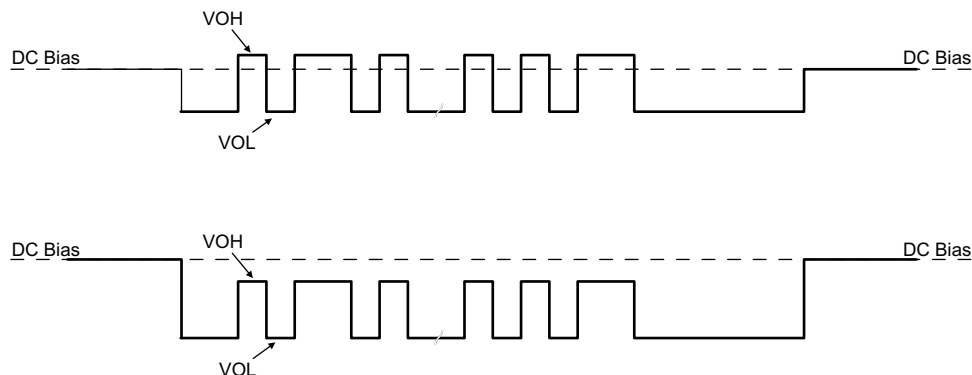


図 7-7. DC バイアスでの TX ドライバの送信

トランスミッタは、CCy ラインにデジタル信号を駆動します。信号ピーク V_{TXHI} は、「[USB-PD 仕様](#)」で定義されている TX マスクを満たすように設定されます。TX マスクは、ケーブルのファー エンドで測定することに注意してください。

ラインを駆動すると、トランスミッタドライバの出力インピーダンスは Z_{DRIVER} になります。 Z_{DRIVER} は、ドライバの抵抗とソースのシャント容量によって決まり、これは周波数に依存します。 Z_{DRIVER} は、ケーブルのノイズの侵入に影響を与えます。

Z_{DRIVER} 回路は、 Z_{DRIVER} を決定する簡略化された回路を示しています。この回路は、受信側のノイズが所定の範囲内に収まるように規定されています。

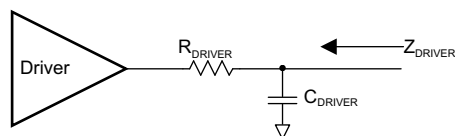


図 7-8. Z_{DRIVER} 回路

7.3.1.5 USB-PD BMC レシーバ

TPS26750A のレシーバ ブロックは、USB PD 仕様で定義されている許容 Rx マスクに続く信号を受信します。受信スレッショルドとヒステリシスは、このマスクから発生します。

USB-PD のマルチドロップ構成例に、マルチドロップ USB-PD 接続の例 (CC ワイヤのみ) を示します。この接続には、シンク (デバイス) からソース (ホスト) への標準的な接続がありますが、ケーブル USB-PD Tx/Rx ブロックも含まれています。一度に送信できるのは 1 つのシステムのみです。その他のシステムはすべてハイ インピーダンス ($Z_{BMC RX}$) です。「**USB-PD 仕様**」には、配線上に存在する可能性のある容量、および接続検出用の標準的な DC バイアス設定回路も規定されています。

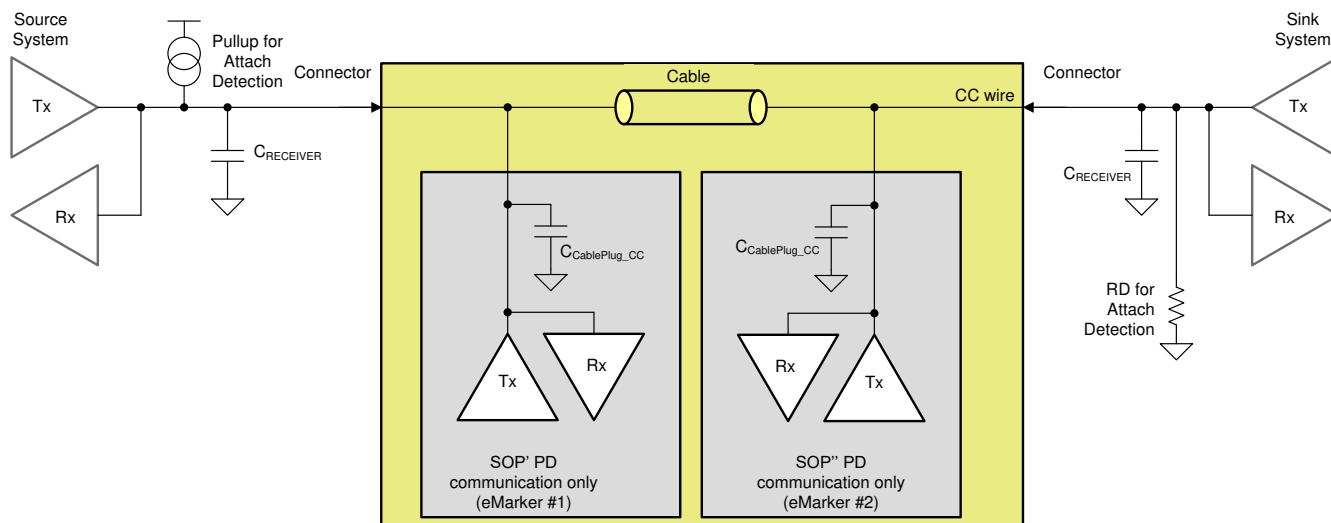


図 7-9. USB-PD マルチドロップ構成の例

7.3.1.6 スケルチ レシーバ

TPS26750A は、USB PD 仕様で定義されているバス アイドル状態を監視するスケルチ レシーバを内蔵しています。

7.3.2 パワー マネージメント

TPS26750A のパワー マネージメント ブロックは電力を受け取り、TPS26750A 内部回路に供給するための電圧を生成します。生成される電源レールは、LDO_3V3、LDO_1V5 です。LDO_3V3 は、外部 EEPROM メモリの低消費電力出力としても使用できます。図 7-10 に、電源経路を示します。

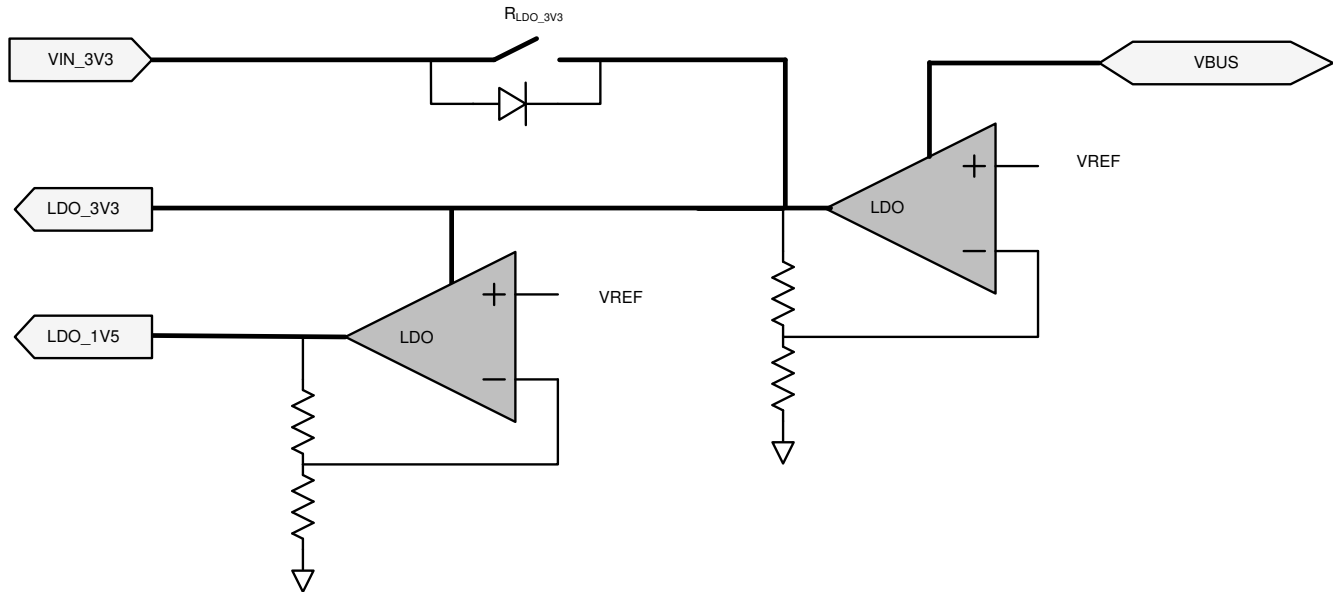


図 7-10. 電源

TPS26750A には、VIN_3V3 または VBUS から電力を供給されます。通常の電源入力は VIN_3V3 です。VIN_3V3 から給電する場合、電流は VIN_3V3 から LDO_3V3 へ流れ、コアの 3.3V 回路および I/O に電力を供給します。二番目の LDO は、LDO_3V3 から LDO_1V5 に電圧を降圧して 1.5V コア デジタル回路に電力を供給します。VIN_3V3 の電力が利用できず、VBUS で電力が利用可能である場合、デバイスはデッド バッテリーのスタートアップ状態と見なされます。デッド バッテリーの起動状態では、ホストが I²C 経由でデッド バッテリー フラグをクリアするまで、TPS26750A は VIN_3V3 スイッチを開きます。したがって、TPS26750A には、デッド バッテリーのスタートアップ状態ではそれより高い電圧で VBUS 入力から電力が供給され、デッド バッテリー フラグがクリアされるまで電力が供給されます。VBUS 入力から電力を供給する場合、VBUS の電圧は LDO を経由して LDO_3V3 に降圧されます。

7.3.2.1 パワーオンおよび監視機能

パワーオン リセット (POR) 回路は、各電源を監視します。この POR により、良好な電源が存在するときのみにアクティブ回路をオンにできます。

7.3.2.2 VBUS LDO

TPS26750A には高電圧 LDO が内蔵されており、VBUS を 3.3V に変換して内部デバイス回路に電力を供給できます。バッテリー切れの状況では、VBUS LDO が使用されます。(VIN_3V3 は low で、バッテリー切れフラグはアクティブです)。VBUS LDO は VBUS から電力を供給されます。

7.3.3 パワーパス

TPS26750A には内部的なソース パワー パスがあります。PP_5V および PP_CABLE。このセクションでは、各パワー パスについて詳細に説明します。

7.3.3.1 内部ソース パワー パス

図 7-11 に、TPS26750A の内部ソース パワー パスを示します。PP5V から VBUS への経路は PP_5V と呼ばれます。PP5V から CCx へのパスは PP_CABLE と呼ばれます。各パスには二つの双方向コモン ドレイン N-FET が内蔵され、電流クランプ保護、過電圧保護、UVLO 保護、および温度検出回路が搭載されています。PP_5V は最大 3A を連続的に供給でき、PP_CABLE は最大 315mA を連続的に供給できます。無効時には、ブロッキング FET が VBUS に発生する可能性のある高電圧から PP5V レールを保護します。

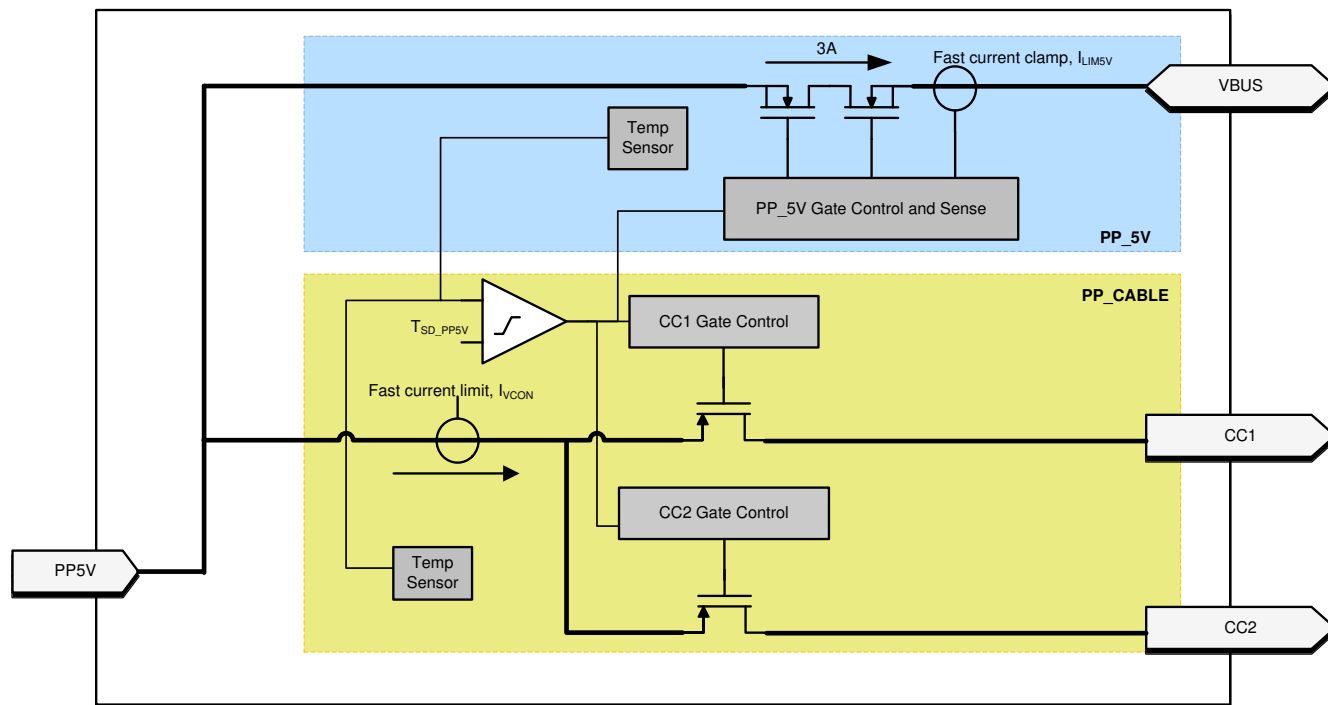


図 7-11. ポート パワー スイッチ

7.3.3.1.1 PP_5V 電流クランプ

内部 PP_5V パスを流れる電流は、 I_{LIM5V} に電流を制限します。 I_{LIM5V} の値はアプリケーション フォームウェアによって設定されます。スイッチを流れる電流が I_{LIM5V} を超えると、 $t_{IOS_PP_5V}$ 内の電流制限回路が作動し、その経路は定電流源として動作します。過電流イベントの期間が t_{LIM} を超えると、PP_5V スイッチは無効になります。

7.3.3.1.2 PP_5V ローカル過熱シャットダウン (OTSD)

PP_5V が電流をクランプすると、スイッチの温度が上昇し始めます。PP_5V または PP_CABLE のローカル温度センサが $T_J > T_{SD_PP5V}$ を検出すると、PP_5V スイッチは無効化され、該当ポートは USB Type-C の ErrorRecovery 状態に移行します。

7.3.3.1.3 PP_5V OVP

過電圧保護レベルは、USB PD コントラクトに依存する最大 V_{BUS} 電圧の期待値に基づいて自動的に構成されます。PP_5V が有効化されているときに、ポートの VBUS ピンの電圧が構成された値 ($V_{OVP4RCP}$) を超えると、PP_5V は $t_{PP_5V_ovp}$ 以内に無効化され、ポートは Type-C ErrorRecovery 状態に入ります。

7.3.3.1.4 PP_5V UVLO

PP_5V が有効な状態で PP5V ピン電圧がその低電圧ロックアウト スレッシュホルド (V_{PP5V_UVLO}) を下回ると、PP_5V は $t_{PP_5V_uvlo}$ 以内に無効化され、PP_5V が有効だったポートは Type-C の ErrorRecovery 状態に移行します。

7.3.3.1.5 PP_5V 逆電流保護

$V_{VBUS} - V_{PP5V} > V_{PP_5V_RCP}$ の場合、 $t_{PP_5V_rcp}$ 以内に PP_5V パスは自動的に無効になります。RCP 状態がクリアされると、PP_5V パスは t_{ON} 内で自動的に有効になります。

7.3.3.1.6 PP_CABLE 電流クランプ

イネーブルになっている場合に VCONN に電力を供給すると、TPS26750A PP_CABLE パワー スイッチは電流を I_{VCON} にクランプします。PP_CABLE スイッチを流れる電流が I_{VCON} を超えると、電流クランプ回路は $t_{IOS_PP_CABLE}$ 内でアクティブになり、スイッチは定電流源として動作します。

7.3.3.1.7 PP_CABLE ローカル過熱シャットダウン(OTSD)

PP_CABLE が電流をクランプすると、スイッチの温度が上昇を開始します。PP_5V または PP_CABLE のローカル温度センサが、 T_J が T_{SD_PP5V} を超えたことを検出すると、PP_CABLE スイッチは $t_{PP_CABLE_off}$ 以内に無効化され、ラッチオフ状態になります。ポートは、USB Type-C ErrorRecovery 状態になります。

7.3.3.1.8 PP_CABLE UVLO

PP5V ピンの電圧が低電圧誤動作防止スレッシュホールド (V_{PP5V_UVLO}) を下回ると、PP_CABLE スイッチは $t_{PP_CABLE_Off}$ 以内に自動的にディスエーブルになります。

7.3.4 ケーブル接続および方向の検出

図 7-12 に、各 CCy ピン (CC1、CC2) のプラグおよび方向検出ブロックを示します。各ピンには同じ検出回路があります。

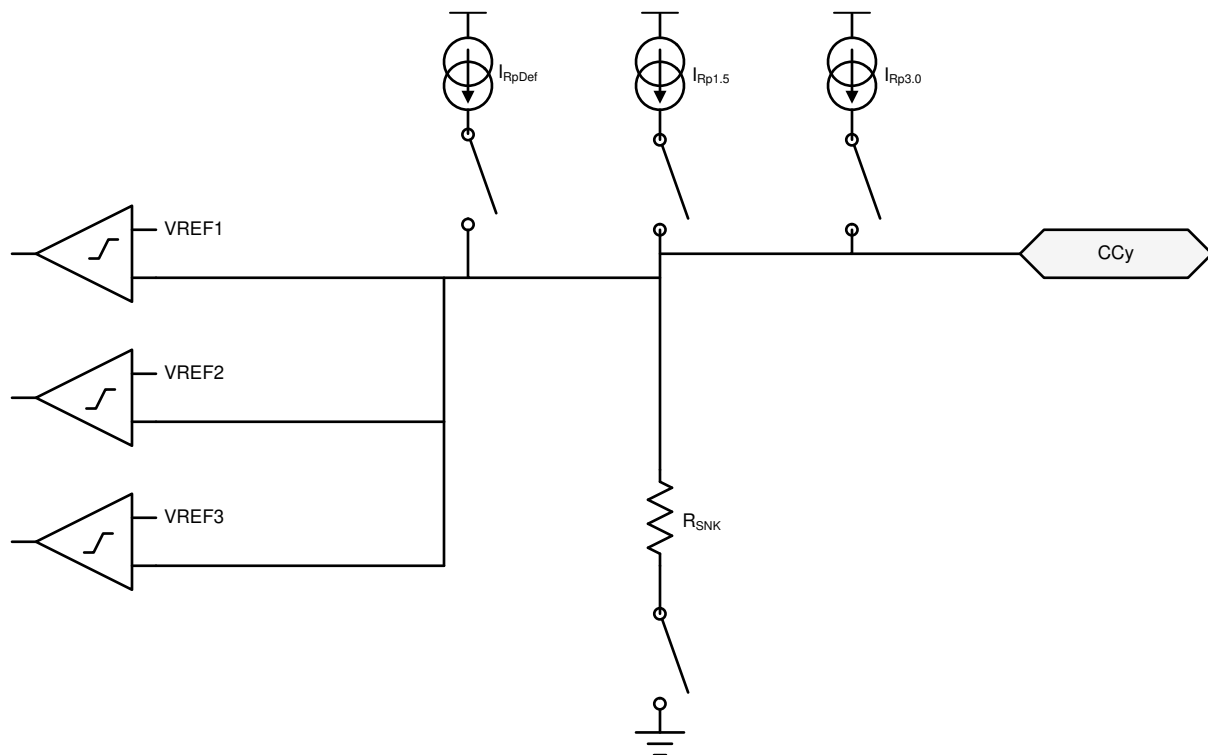


図 7-12. プラグおよび方向検出ブロック

7.3.4.1 ソースとして構成

ソースとして構成されている場合、TPS26750A は CC1 および CC2 ピンを使用して、ケーブルまたはシンクが接続されていることを検出します。接続解除状態の場合、TPS26750A はこれらのピンの電圧を監視して、接続されているものがあるかどうかを判断します。詳細については、「USB Type-C 仕様」を参照してください。

ソースのケーブル検出状態は、ソースのケーブル検出状態を示しています。

表 7-1. ソースのケーブル検出の状態

CC1	CC2	接続状態	結果として生じるアクション
オープン	オープン	接続なし	両方の CCy ピンが接続されているかどうかを引き続き監視します。VBUS または VCONN に電力が供給されません。
Rd	オープン	シンク接続	CC1 の取り外しを監視します。VBUS に電力は供給されますが、VCONN (CC2) には印加されない場合があります。

表 7-1. ソースのケーブル検出の状態 (続き)

CC1	CC2	接続状態	結果として生じるアクション
オープン	Rd	シンク接続	CC2 の取り外しを監視します。VBUS に電力は供給されますが、VCONN (CC1) には印加されない場合があります。
Ra	オープン	電源ケーブル - UFP 未接続	シンク接続のために CC2 を、ケーブル切り離しのために CC1 を監視します。VBUS または VCONN (CC1) に電力が供給されません。
オープン	Ra	電源ケーブル - UFP 未接続	シンク接続のために CC1 を、ケーブル切り離しのために CC2 を監視します。VBUS または VCONN (CC1) に電力が供給されません。
Ra	Rd	電源ケーブル - UFP 接続	VBUS と VCONN (CC1) に電源を投入し、CC2 のシンク取り外しを監視します。CC1 の取り外しは監視されません。
Rd	Ra	電源ケーブル - UFP 接続	VBUS と VCONN (CC2) に電源を投入し、CC1 のシンク取り外しを監視します。CC2 の取り外しは監視されません。
Rd	Rd	デバッグ アクセサリ モード接続	CCy ピンの取り外しを検出します。
Ra	Ra	腐食軽減	CCy ピンの取り外しを検出します。

TPS26750A ポートがソースとして構成されている場合、電流 I_{RpDef} が各 CCy ピンから追い払われ、各ピンの異なる状態が監視されます。シンクがこのピンに接続されると、GND に対して Rd のプルダウン抵抗が存在します。次に、電流 I_{RpDef} が抵抗 Rd の両端に強制され、CCy ピンに電圧が生成されます。TPS26750A は、デバイスがスイッチを PP5V から VBUS に閉じるまで I_{RpDef} を適用し、その時点で、アプリケーション ファームウェアは $I_{Rp1.5A}$ または $I_{Rp3.0A}$ に変更できます。

CCy ピンがアクティブ ケーブルの VCONN 入力に接続されている場合、プルダウン抵抗は異なる (Ra) 値になります。この場合、CCy ピンの電圧が低下し、PD コントローラはそのプルダウンをアクティブ ケーブルとして認識します。

どちらの Rp 電流源がアクティブであるかに応じて、CCy の電圧が監視され、取り外しが検出されます。接続が認識され、その後 CCy の電圧が t_{CC} の接続解除スレッシュホールドを上回ると、システムは接続解除を登録します。

7.3.4.2 シンクとして構成

TPS26750A のポートがシンクとして構成されている場合、TPS26750A は各 CCy ピンにプルダウン抵抗 R_{SNK} を提示し、ソースが接続されてピンの電圧をプルアップするのを待ちます。シンクは、VBUS の存在によって接続を検出し、CCy ピンの電圧に基づいてソースが提示している電流値を判定します。

7.3.4.3 DRP として構成

TPS26750A のポートが DRP として構成されている場合、TPS26750A はポートの CCy ピンをプルダウン抵抗 R_{SNK} とプルアップ電流源 I_{Rp} の間で交互に切り替えます。

7.3.4.4 バッテリ切れ通知

TPS26750A は、VBUS から電力を受け取ることで、バッテリーがない状態またはバッテリー切れの状態からのブートをサポートしています。Type-C USB ポートでは、USB Type-C のソースが VBUS に電圧を供給する前に、シンクが CC ピンに Rd を提示する必要があります。TPS26750A ハードウェアは、バッテリー切れまたはバッテリーがない状況でこの Rd を供給するように構成されています。追加回路により、デバイスが VBUS からの電力を必要としなくなった際に、この Rd をオフにする仕組みが提供されます。

7.3.5 過電圧保護 (CC1, CC2)

TPS26750A は、CC1 または CC2 ピンの電圧が高すぎる場合、または PP5V ピンに逆電流が流れている場合を検出し、システムを保護するための措置を実行します。保護動作としては、 $t_{PP_CABLE_FSD}$ 内に PP_CABLE を無効化し、USB PD トランスミッタを無効化します。

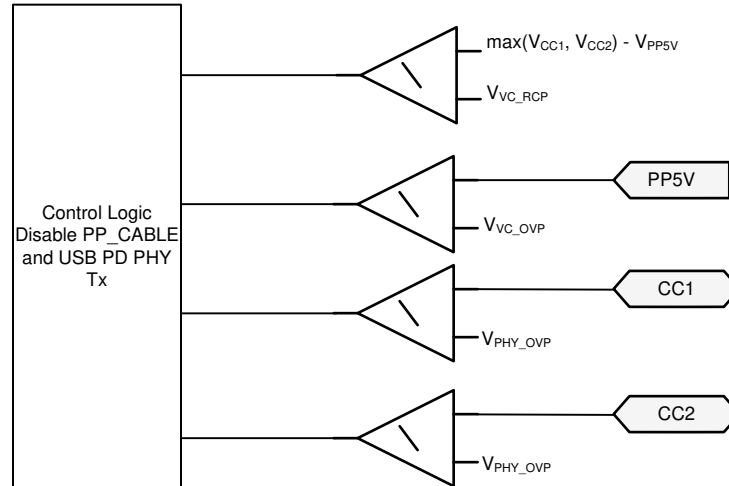


図 7-13. CC1 と CC2 向け過電圧と逆電流保護機能

7.3.6 デフォルト動作構成 (ADCIN1、ADCIN2)

注

この機能はファームウェアで制御され、変更される可能性があります。

内部 ADC への ADCINx 入力は、VIN_3V3 が低い状態 (すなわちデッド バッテリ状態) で VBUS が供給された際の TPS26750A の動作を制御します。ADCINx ピンは、以下の図に示すように、抵抗分圧回路を介して LDO_3V3 ピンに外部接続する必要があります。電源投入時に ADC は ADCINx 電圧を変換し、デジタル コアはこれら二つの値を使用してスタートアップ動作を決定します。使用可能なスタートアップ構成には、I2Ct_SCL/SDA の I2C ターゲットアドレス、バッテリ切れでのシンクパス制御、デフォルト構成などのオプションが含まれます。

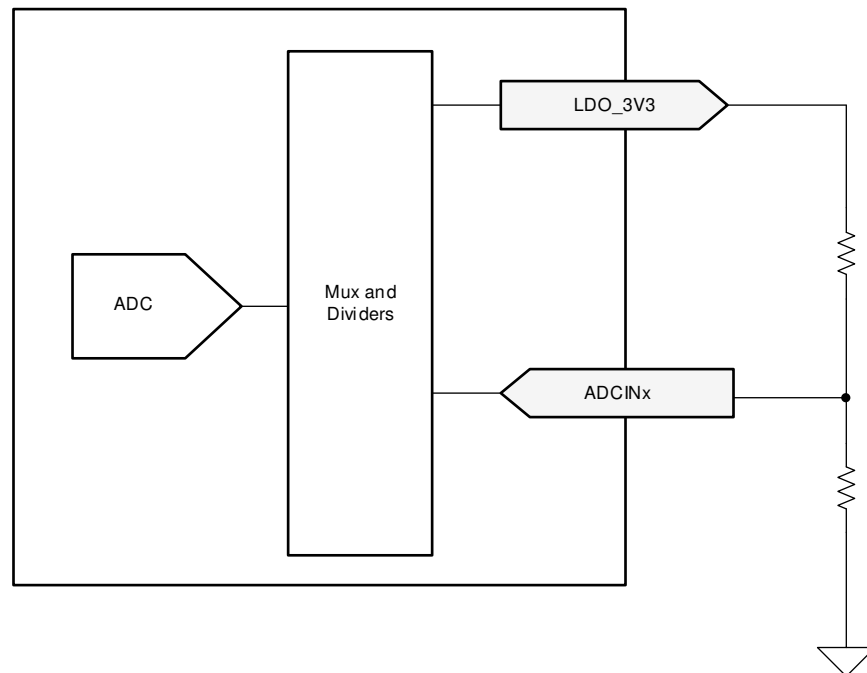


図 7-14. ADCINx 分圧抵抗

デバイスの動作は、ADCIN1 および ADCIN2 ピンのデコード値に応じて、いくつかの方法で決定されます。次の表に、さまざまな分圧抵抗比についてデコードされた値を示します。ADCINx 構成によってデフォルトのデバイス動作が決定される方法の詳細については、[ピンストラッピングによるデフォルト動作の構成](#)を参照してください。ADCINx でデコードされた値がデフォルトの I²C ターゲット アドレスに与える影響の詳細については、[I²C アドレスの設定](#)を参照してください。

表 7-2. ADCIN1 および ADCIN2 ピンのデコード

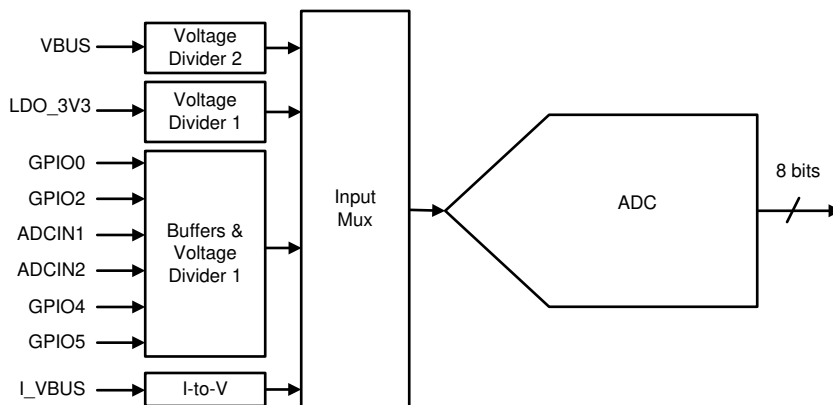
DIV = R _{DOWN} / (R _{UP} + R _{DOWN}) ⁽¹⁾			R _{UP} または R _{DOWN} を 使用しない	ADCINx でデコードされた値 ⁽²⁾
最小値	ターゲット	最大値		
0	0.0114	0.0228	GND に接続	0
0.0229	0.0475	0.0722	該当なし	1
0.0723	0.1074	0.1425	該当なし	2
0.1425	0.1899	0.2372	該当なし	3
0.2373	0.3022	0.3671	該当なし	4
0.3672	0.5368	0.7064	LDO_1V5 に接続	5
0.7065	0.8062	0.9060	該当なし	6
0.9061	0.9530	1.0	LDO_3V3 に接続	7

(1) I²C アドレス インデックスの正確な意味については、[I²C アドレス設定](#)を参照してください。

(2) 特定の ADCINx でデコードされた値を構成する方法については、[ピンストラッピングによるデフォルト動作の構成](#)を参照してください。

7.3.7 ADC

[図 7-15](#) に、TPS26750A ADC を示します。ADC は 8 ビットの逐次比較型 ADC です。ADC への入力は、デバイス内のさまざまな電圧と電流からの複数の入力に対応するアナログ入力マルチプレクサです。ADC の出力は、アプリケーションファームウェアによって読み取りおよび利用が可能です。



Copyright © 2018, Texas Instruments Incorporated

図 7-15. SAR ADC

7.3.8 液体検出

TPS26750A は、コネクタからのピンの電圧を監視することによる液体検出および腐食軽減機能を備えています。このデバイスはピンを定期的に監視し、ピン電圧の変化をチェックすることで短絡を検出します。腐食軽減を構成した場合、PD コントローラは遠端デバイスから接続を解除し、液体が存在しなくなったことを示す電圧測定値を監視します。

詳細については、[セクション 8](#) セクションを参照してください。

7.3.9 BC 1.2 (USB_P, USB_N)

TPS26750A は、図 7-16 に示すハードウェア構成を用いることで、ポータブル デバイス または ダウンストリーム ポートとして BC 1.2 をサポートします。

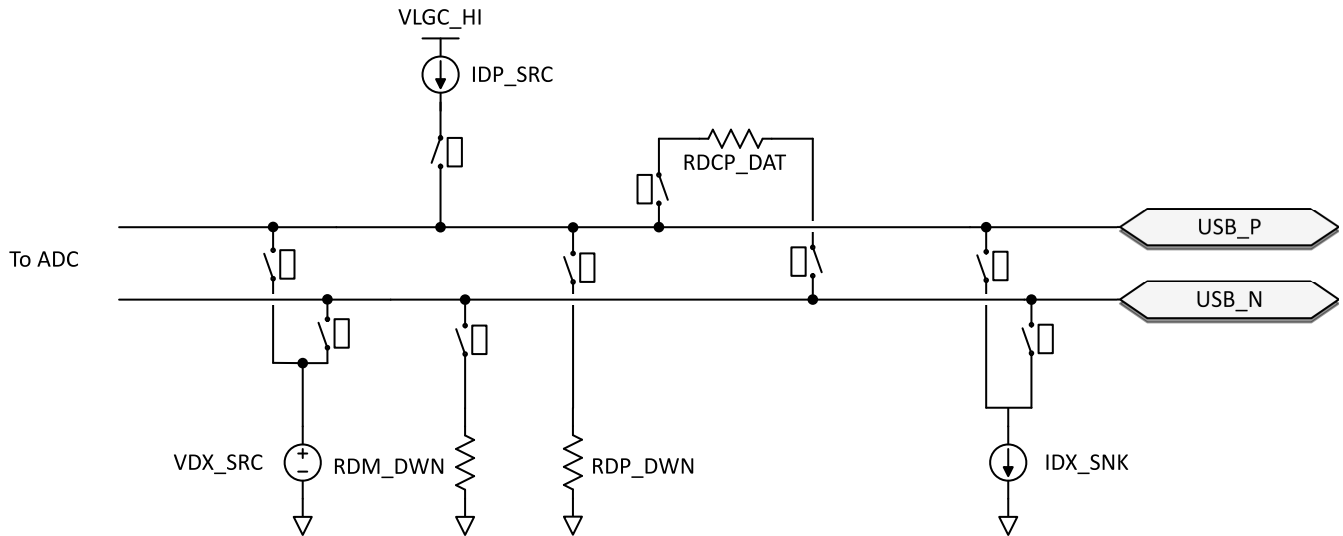


図 7-16. BC1.2 ハードウェア コンポーネント

7.3.10 デジタル インターフェイス

TPS26750A には、他のデバイスとの通信に使用できるいくつかの異なるデジタル インターフェイスが搭載されています。利用可能なインターフェイスには、1 つの I²C コントローラ、1 つの I²C ターゲット、追加の GPIO が含まれます。

7.3.10.1 汎用 GPIO

GPIOx ピンは、USB Type-C、USB PD、および特定用途向けのイベントに割り当てることができ、他の IC を制御すること、ホスト プロセッサに割り込みを提供すること、または別の IC からの入力を受信することができます。このバッファは、プッシュプル出力、弱プッシュプル出力、またはオープンドレイン出力として構成できます。入力として構成した場合、信号はグリッチ除去されたデジタル入力になります。プッシュプル出力は、独立したプルダウン制御を備えたシンプルな CMOS 出力であり、オープン ドレイン接続を可能にします。弱いプッシュプル出力も CMOS 出力ですが、ドレインに GPIO_RPU 抵抗が直列に接続されています。出力バッファへの電源電圧は、入力バッファへの LDO_3V3 および LDO_1V5 です。3.3V 以外の I/O デバイスとインターフェイスする場合、出力バッファはオープン ドレイン出力として構成でき、GPIO ピンに外部プルアップ抵抗を接続できます。プルアップおよびプルダウンの出力ドライバは入力とは独立して制御され、デジタル コア内のアプリケーション コードによって有効化または無効化されます。

表 7-3. GPIO 機能表

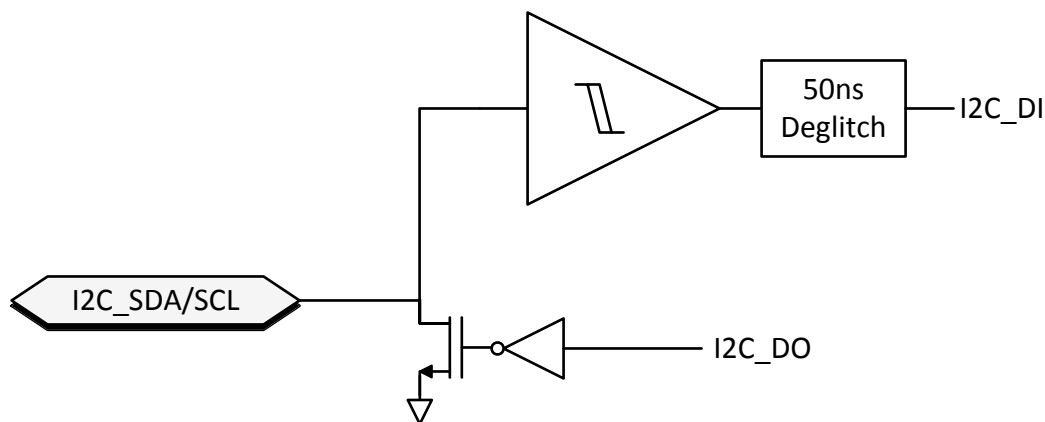
ピン名	タイプ	特殊機能
GPIO0	I/O	汎用入出力、または液体検出用の LD1
GPIO1	I/O	汎用入出力
GPIO2	I/O	汎用入出力、または液体検出用の LD2
GPIO3	I/O	汎用入出力
GPIO4	I/O	D+, 汎用入出力
GPIO5	I/O	D-, 汎用入出力
GPIO6	I/O	汎用入出力
GPIO7	I/O	汎用入出力
I2Ct_IRQ (GPIO10)	O	オプションの I2Ct 用 IRQ、または汎用出力として使用
GPIO11	O	汎用出力

表 7-3. GPIO 機能表 (続き)

ピン名	タイプ	特殊機能
I2Cc_IRQ (GPIO12)	I	I2Cc 用 IRQ、または汎用入力として使用

7.3.10.2 I²C インターフェイス

TPS26750A は、図 7-17 に示すような I²C I/O ドライバを使用した、2 つの I²C インターフェイスを備えています。この I/O は、オープンドレイン出力とデグリッチ機能付き入力コンパレータで構成されています。

図 7-17. I²C バッファ

TPS26750A は、一つの I²C ターゲット インターフェイス ポートを備えています。I²Ct の詳細を示します。I²C ポート I²Ct は、I2Ct_SDA、I2Ct_SCL、および I2Ct_IRQ ピンで構成されています。このインターフェイスは、TPS26750A に関する一般的なステータス情報を提供するほか TPS26750A の動作を制御する能力や、BMC USB-PD をサポートする接続されたデバイスやケーブルとの通信をサポートし、USB-C レセプタクルで検出された接続に関する情報を提供します。

TPS26750A が APP モードのときは、TI はスタンダード モードまたは高速モード（つまり 400kHz 以下のクロック速度）の使用を推奨します。ただし、パッチ バンドルがロードされる BOOT モードでは、高速モード プラスを使用できます（f_{SCLs} を参照）。

TPS26750A には、一つの I²C コントローラ インターフェイスポートがあります。I²C は、I2Cc_SDA ピン、I2Cc_SCL ピン、I2Cc_IRQ ピンで構成されます。このインターフェイスは、外部ターゲット デバイスの読み書きに使用できます。

ブート中、TPS26750A、0x50 の 7 ビットのターゲット アドレスを持つ外部 EEPROM からパッチとアプリケーション構成データの読み出しを試みます。EEPROM は 32 キロバイト以上である必要があります。

表 7-4. I²C の概要

I ² C バス	タイプ	一般的な使用
I ² Ct	ターゲット	オプションで、外部マイコンに接続することもできます。パッチとアプリケーションの構成をロードするためにも使用されます。
I2Cc	コントローラ	I ² C EEPROM、バッテリ チャージャに接続します。LDO_3V3 ピンをプルアップ電圧として使用します。マルチコントローラ構成はサポートされていません。

7.3.10.2.1 I²C インターフェイスの説明

TPS26750A は、標準モードおよび高速モードの I²C インターフェイスをサポートしています。双方向 I²C バスは、シリアル クロック (SCL) ラインとシリアル データ (SDA) ラインで構成されます。両方のラインは、プルアップ抵抗を介して電源に接続する必要があります。データ転送は、バスがビジー状態でないときにのみ開始できます。

コントローラは、START 条件を送信します。START 条件とは、SCL 入力が High のときに、SDA 入力と出力が High から Low に遷移して I²C 通信が開始されることです。START 条件の後、デバイスのアドレス バイトが送信されます。データ方向ビット (R/W) を含む最上位ビット (MSB) が最初に送信されます。

有効なアドレス バイトを受信すると、このデバイスは、ACK 関連のクロック パルスが High のときに SDA 入力 / 出力を Low にするアクノリッジ (ACK) で応答します。I²C バスでは、各クロック パルスの間に 1 つのデータ ビットのみが転送されます。SDA ラインのデータは、クロック周期の High パルス中は安定している必要があります。この時点でデータ ラインが変化すると、制御コマンド (START または STOP) として解釈されるためです。コントローラは STOP 条件を送信します。STOP 条件とは、SCL 入力が High のときに、SDA 入力と出力が Low から High に遷移することです。

START 条件と STOP 条件の間に、トランスミッタからレシーバへ任意の数のデータ バイトを転送できます。8 ビットの各バイトの後に 1 つの ACK ビットが続きます。レシーバが ACK ビットを送信する前に、トランスミッタは SDA ラインを解放する必要があります。アクノリッジを行うデバイスは、ACK 関連のクロック周期が High パルスのときは SDA ラインが安定して Low を維持できるようにするため、ACK クロック パルスの間は SDA ラインをプルダウンする必要があります。ターゲットのレシーバがアドレス指定されている場合、各バイトを受信した後に ACK を生成する必要があります。同様に、コントローラはターゲットのトランスミッタから受信した各バイトの後に ACK を生成する必要があります。適切な動作のためには、セットアップ時間とホールド時間の条件を満たす必要があります。

コントローラのレシーバは、ターゲットから最後のバイトがクロックアウトされた後、SDA ラインを High に保持してアクノリッジを生成しない (NACK) ことで、ターゲットのトランスミッタにデータの終了を通知します。この場合、コントローラが STOP 条件を生成できるように、トランスミッタはデータ ラインを解放する必要があります。

図 7-18 に、転送の開始条件と停止条件を示します。図 7-19 に、ビット転送のための SDA および SCL 信号を示します。図 7-20 に、最後のクロック パルスで ACK または NACK でのデータ転送シーケンスを示します。

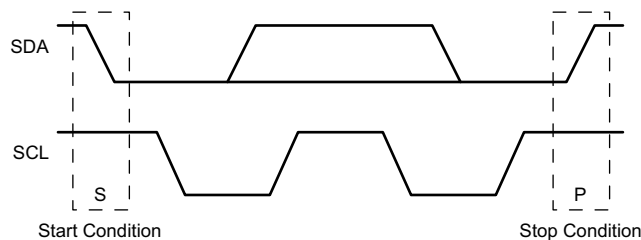


図 7-18. I²C の START 条件と STOP 条件の定義

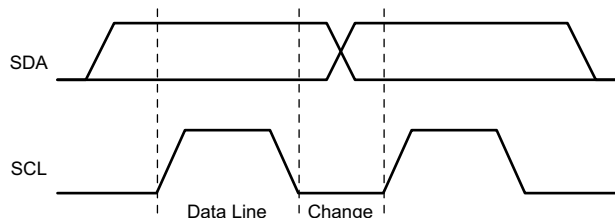


図 7-19. I²C ビット転送

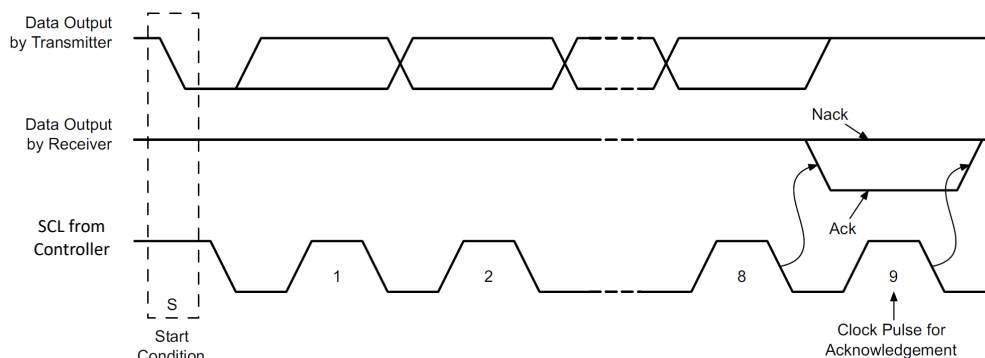


図 7-20. I²C 応答確認

7.3.10.2.1.1 I²C クロック ストレッチング

TPS26750A は、I²C プロトコルのクロック ストレッチングを備えています。TPS26750A のターゲット I²C ポートは、バイトを受信 (または送信) した後にクロック ライン (SCL) を **low** に保持し、それ以上のデータを処理する準備ができていないことを示します。ターゲットと通信するコントローラは、現在のビットの送信を完了せず、クロック ラインが実際に **High** になるまで待機する必要があります。目標がクロック ストレッチングの場合、クロック ラインは **Low** のままです。

コントローラは、クロック ラインが **High** に遷移した後、さらに最小時間 (標準 100kbps I²C では 4μs) 経過してから再びクロックが **low** に引き下げられるまで待機する必要があります。

任意のクロック パルスはストレッチされる可能性があり、通常はアクノリッジ ビットの前後のクロック パルスがストレッチされます。

7.3.10.2.1.2 I²C アドレス設定

I²C コントローラは、パッチ バンドルのロードには I2Ct_SCL/SDA のみを使用する必要があります。

ブート プロセスが完了すると、ADCINx ピンで選択された I2Ct_SCL/SDA バス上に一意のターゲット アドレスがポートにあります。

表 7-5. I2Ct_SCL/SDA の I²C デフォルト ターゲット アドレス。

I ² C アドレス インデックス (ADCIN1 や ADCIN2 からデコード) ⁽¹⁾	ターゲット アドレス								ブート時に使用可能
	ビット 7	ビット 6	ビット 5	ビット 4	ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0	
#1	0	1	0	0	0	0	0	R/W	あり
#2	0	1	0	0	0	0	1	R/W	あり
#3	0	1	0	0	0	1	0	R/W	あり
#4	0	1	0	0	0	1	1	R/W	あり

(1) ADCIN1 および ADCIN2 のデコーディングについては、[ピン ストラッピングによるデフォルト動作の構成](#)を参照してください。

7.3.10.2.1.3 固有アドレス インターフェイス

固有アドレス インターフェイスにより、I²C コントローラと単一の TPS26750A 間の複雑な相互作用が可能になります。I²C ターゲット サブアドレスは、ホスト インターフェイスのプロトコル コマンドの受信または応答に使用されます。[図 7-21](#) と [図 7-22](#) に、I²C ターゲット インターフェイスの書き込み/読み取りプロトコルを示します。使用する用語を説明するためのキーが [図 7-23](#) に含まれています。プロトコル図のキーは、SMBus 仕様に含まれています。ここでも、部分的に繰り返されています。

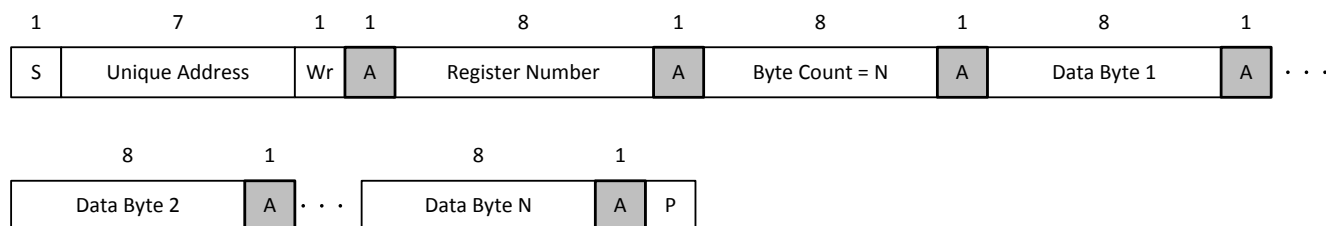


図 7-21. I²C 固有アドレス書き込みレジスタ プロトコル

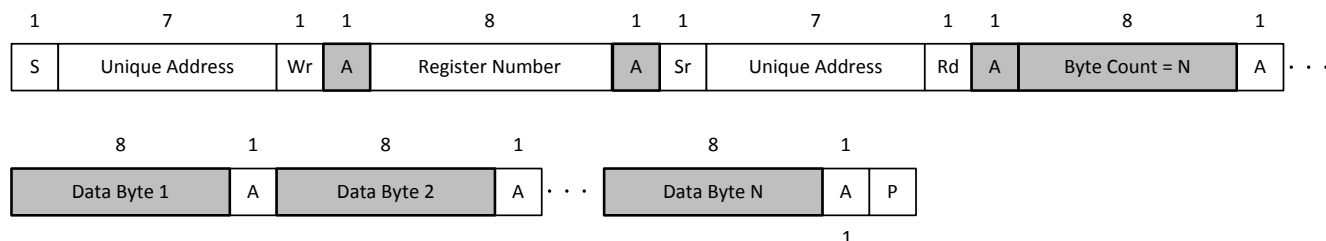


図 7-22. I²C 固有アドレス読み取りレジスタ プロトコル

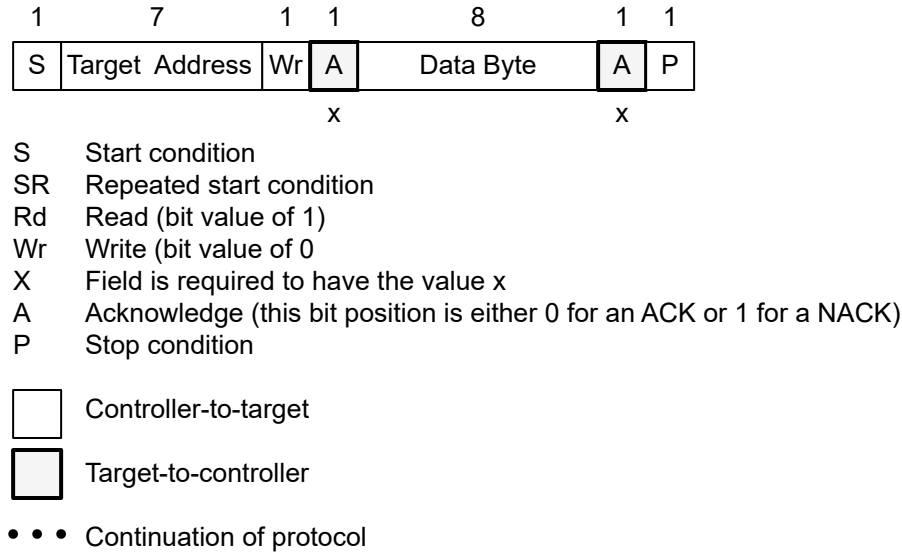


図 7-23. I²C 読み取り / 書き込みのプロトコル キー

7.3.10.2.1.4 ピンストラッピングによるデフォルト動作の構成

ブート手順中に、デバイスは ADCINx ピンを読み取り、以下の表に基づいて設定を行います。その後、デバイスは I2C_C バス上の外部 EEPROM から構成を読み込もうとします。EEPROM が検出されない場合、外部ホストによって構成が読み込まれるのを待機します。

外部 EEPROM を使用する場合、各デバイスは固有の EEPROM に接続され、複数のデバイス用に共有することはできません。外部 EEPROM は、7 ビットのターゲット アドレス 0x50 に設定されます。

表 7-6. ADCIN1 と ADCIN2 を使用する構成ガイド

ADCIN1 デコード値 ⁽²⁾	ADCIN2 デコード値 ⁽²⁾	I ² C アドレス インデックス ⁽¹⁾	バッテリー切れブート構成
7	5	#1	AlwaysEnableSink: デバイスは、接続された電源側が提供する電流量に関係なく、常にシンク経路を有効にします。構成が読み込まれるまで、USB PD は無効となります。この構成は、外部組込みコントローラとともに使用します。組込みコントローラは、システム内のバッテリーチャージャが存在している場合は、バッテリーチャージャを管理します。
5	5	#2	
2	0	#3	
1	7	#4	SafeMode: デバイスは、シンクパスを有効にしません。構成が読み込まれるまで、USB PD は無効となります。この構成では、デバイスをソース専用モードに設定できることに注意してください。これは、アプリケーションが EEPROM からパッチをロードする際に推奨されます。SafeMode は、PD コントローラがバッテリーチャージャが存在する場合にバッテリーチャージャを管理する場合に推奨します。
7	0	#1	
0	0	#2	
6	0	#3	
5	7	#4	

(1) I²C アドレス インデックスの正確な意味については、表 7-5 を参照してください。

(2) 特定の ADCINx のデコード値をどのように設定するかについては、ADCIN1 および ADCIN2 のデコードを参照します。

7.3.11 デジタル コア

図 7-24 に、デジタル コアの簡略化されたブロック図を示します。

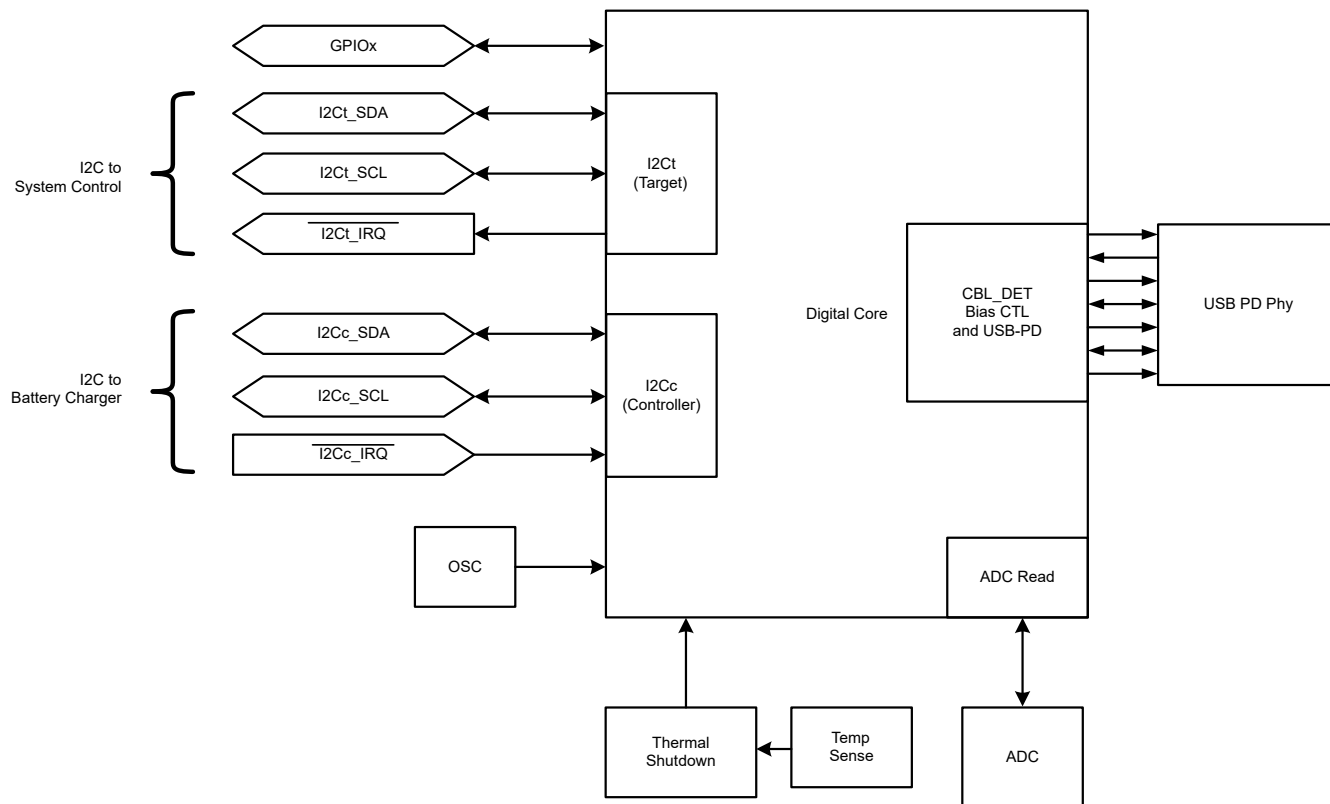


図 7-24. デジタル コア ブロック図

7.4 デバイスの機能モード

7.4.1 電源の状態

TPS26750A は、次の 3 つの電源状態で動作できます。アクティブ、アイドル、またはスリープ。最新のスタンバイモードは、アイドル モードの特殊なケースです。セクション 5.7 に、各状態で使用できる機能の概要を示します。このデバイスは、アクティブで必要とされる回路に基づいて、3 つの電源状態間を自動的に遷移します。図 7-25 を参照してください。スリープ状態では、TPS26750A は Type-C 接続を検出します。アクティブ モードからアイドル モードに移行するには、以下のアクティビティがない期間 (T) が必要です。

- 受信 USB PD メッセージ
- CC ステータスの変更
- GPIO 入力イベント
- I²C トランザクション
- 電圧アラート
- フォルト アラート

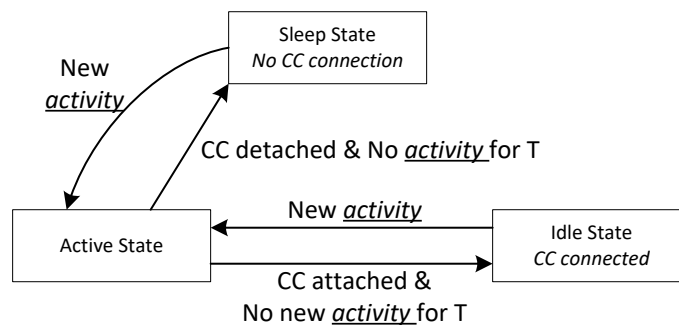


図 7-25. 電源状態のフロー ダイアグラム

表 7-7. 消費電力の状態

	アクティブ PP_5V ソース モード ⁽¹⁾	アクティブ PP_HV ソース モード ³	アクティブ シンク モード ³	アイドル PP_5V ソース モード	アイドル PP_HV ソース モード	アイドル シンク モード	スリープ モード ²
PP_5V	有効	無効	無効	有効	無効	無効	無効
PP_CABLE	有効	有効	有効	有効	有効	有効	無効
外部 CC1 終端	Rd	Rd	Rp 3.0A	Rd	Rd	Rp 3.0A	オープン
外部 CC2 終端	オープン	オープン	オープン	オープン	オープン	オープン	オープン

(1) このモードは次の目的で使用されます。I_{VIN_3V3}, ActSrc

(2) このモードは次の目的で使用されます。I_{VIN_3V3}, Sleep

(3) このモードは次の目的で使用されます。I_{VIN_3V3}, ActSnk

7.4.2 サーマル シャットダウン

TPS26750A は、中央のサーマル シャットダウン機能、および各内部パワー パス用に独立したサーマル センサを備えています。中央のサーマル シャットダウンは、ダイの全体的な温度を監視し、ダイ温度が T_{SD_MAIN} の立ち上がり温度を上回ると、監視回路を除くすべての機能を無効にします。温度シャットダウンには T_{SD_MAIN} のヒステリシスがあり、温度がこの値を下回ると、デバイスは通常動作を再開します。

パワー パスのサーマル シャットダウンは、各内部の PP5V から VBUS への電源経路の温度を監視し、いずれかが T_{SD_PP5V} を超えた場合、両方のパワー パスおよび VCONN パワー パスを無効化します。温度シャットダウンには T_{SD_PP5V} のヒステリシスがあります。温度がこの値を下回った場合、このパスは動作を再開するように設定することも、ファームウェアによって再度有効化されるまで無効を維持するように設定することもできます。

8 アプリケーションと実装

注

以下のアプリケーションのセクションにある情報は、TI の製品仕様に含まれるものではなく、TI はその正確性も完全性も保証いたしません。個々の目的に対する製品の適合性については、お客様の責任で判断していただくことになります。また、お客様は自身の設計実装を検証しテストすることで、システムの機能を確認する必要があります。

8.1 使用上の注意

TPS26750A は、電力専用 USB-PD アプリケーション向けのスタンドアロン Type-C PD コントローラです。[USBCPD アプリケーション カスタマイズ ツール](#)は、パワー ロール、データ ロール、バッテリー チャージャの統合、GPIO、液体検出などを含む、TPS26750A を設定するためのグラフィカル インターフェイスを提供します。Web ツールは、起動時にデバイスにプログラムされるバイナリ イメージを生成します。PD コントローラは、 I^2C インターフェイスを介して、外部 EEPROM またはマイコンからデバイス設定を読み込みます。

TPS26750A は、次の PD アーキテクチャをサポートするシングル ポート電源アプリケーションに適用できます。

- 電力供給業者 (ソース) と電力消費者 (シンク) の両方に適した設計
- 電力消費者 (シンク) 用設計

8.2 代表的なアプリケーション

以下のブロック図は、完全なシステム アーキテクチャの一例を示しています。特定のブロックは、すべての設計に適用できるとは限りません。

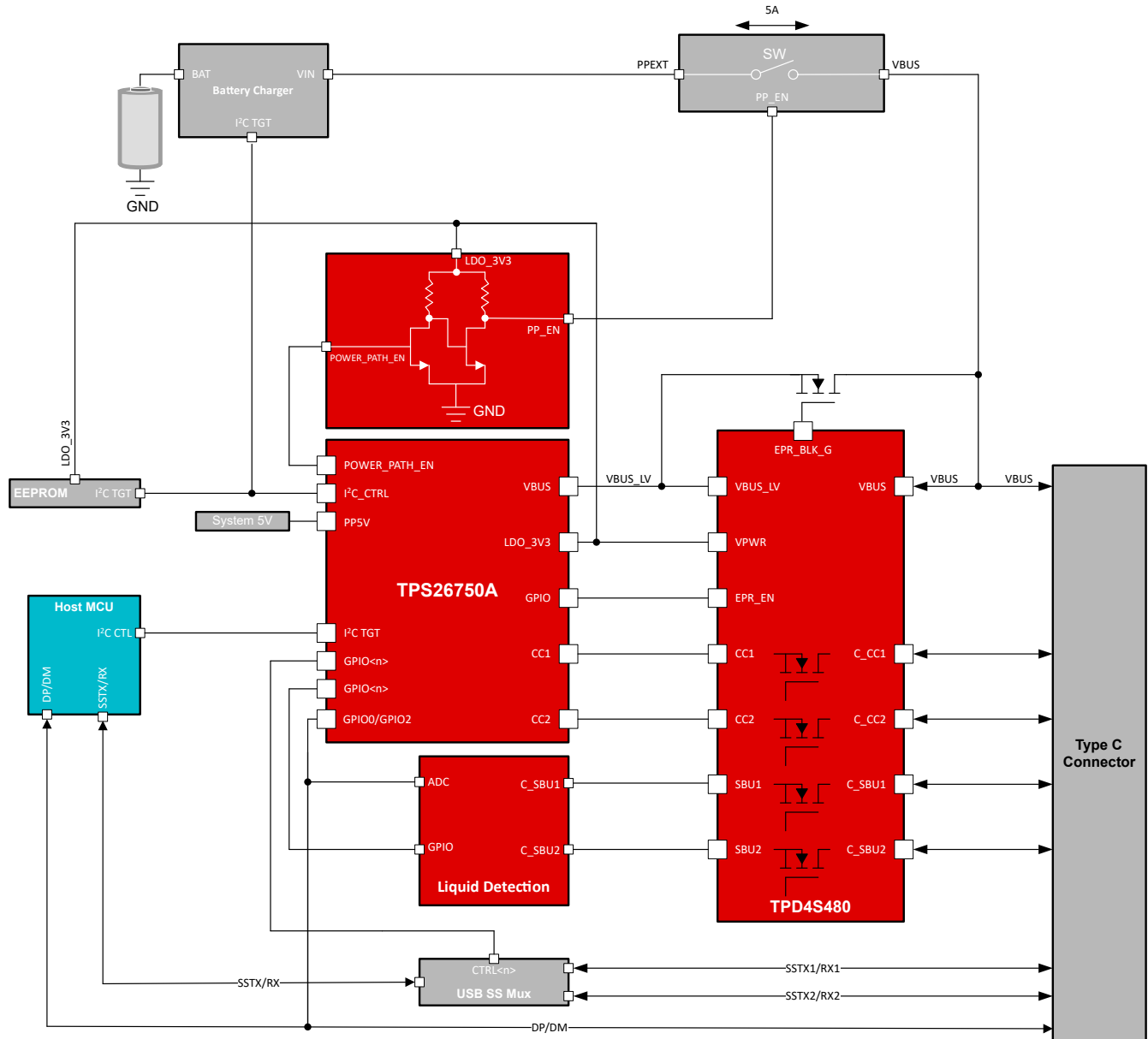


図 8-1. TPS26750A バッテリー チャージャと完全なシステム ブロック図

8.2.1 設計要件

8.2.1.1 液体検出の設計要件

液体検出は、USB Type-C ポートで湿気や異物の存在を検出するために使用される安全 / 保護機構です。TPS26750A は、専用の内部 ADC ピンを使用して Type-C コネクタのピン間のリーク電圧を測定することで、液体検出をサポートしています。表 8-1 に、接続状態および未接続状態で発生し得るさまざまな短絡の例を示します。

表 8-1. 液体検出における抵抗性短絡の例

抵抗	説明
RSaV	VBUS への抵抗性短絡
RSaCC	CC への抵抗性短絡

表 8-1. 液体検出における抵抗性短絡の例 (続き)

抵抗	説明
RSaG	GND への抵抗性短絡

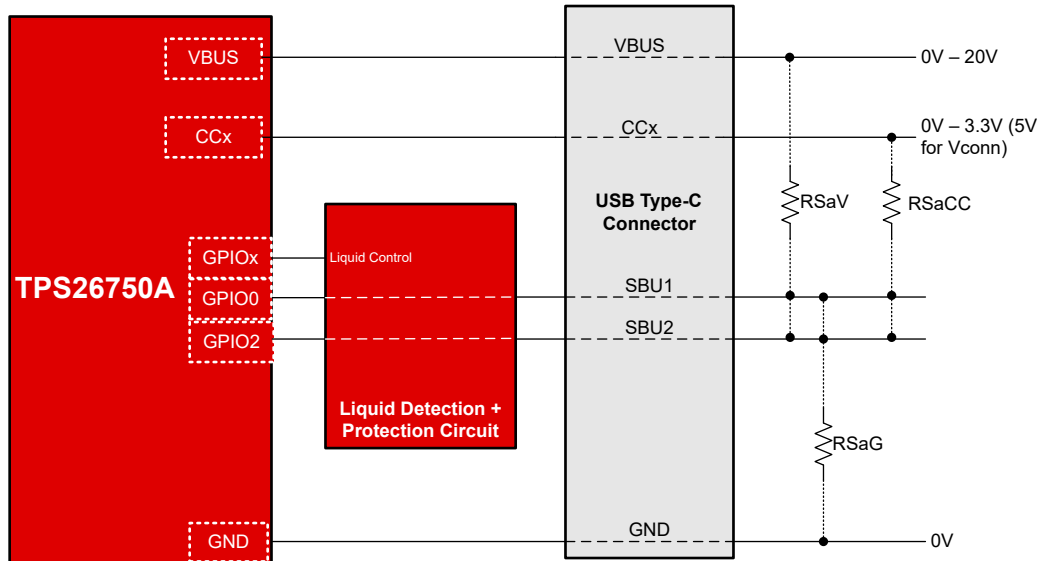


図 8-2. 液体検出の事例

8.2.1.2 BC1.2 アプリケーション設計要件の例

PD コントローラは、USB D+ ピンおよび D- ピンを使用して、BC1.2 の検出とアドバタイズを行います。USB D+ と D- は、Type-C コネクタから USB ホスト (DFP) または USB デバイス (UFP) に接続され、充電データ ポート アプリケーション用に使用されます。

8.2.1.3 USB データ サポートの設計要件

USB3 動作の場合、SSTX/RX は Type-C コネクタに多重化されます。一般に、SuperSpeed マルチプレクサには 2 つの制御信号、有効化とプラグ方向があります。PD コントローラは、接続が検出されるタイミングを決定し、SuperSpeed マルチプレクサを制御するために必要な GPIO を駆動します。

8.2.1.4 EPR 設計要件

TPS26750A は、USB-PD EPR において TPD4S480 に以下の機能を要求しています。

- Type-C コネクタの CC1 および CC2 ピンへの直接短絡に対する VBUS 短絡保護機能。
- 液体検出機能が実装されている場合、Type-C コネクタの SBU1 および SBU2 ピンに接続された液体検出回路に対する VBUS 短絡保護。
- EPR の最大電圧から、TPS26750A の VBUS ピンの動作範囲まで電圧レベルを変換します。
- 高電圧 NMOS トランジスタ用のゲートドライブで、5V 出力のみを必要とするシステムで内部 5V パワーパスを使用して 5V を供給可能。

TPS26750A は、10uA 対応のチャージポンプで 9V で駆動されるアナログ信号も供給します。この信号は、2 つのソースフォロワでバッファリングすることで、外部電源スイッチを制御するためのレベルシフトされた信号として出力できます。

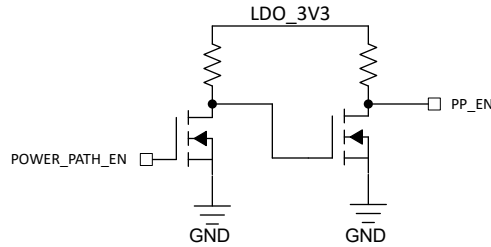


図 8-3. POWER_PATH_EN バッファ

8.2.2 詳細な設計手順

8.2.2.1 液体検出

TPS26750A は、内蔵 ADC と 外部回路と組み合わせた GPIO を使用して、液面検出をサポートしています。TPS26750A 液体検出のブロック図 - CC1 および CC2 モニタ ピンおよび TPS26750A 液体検出のブロック図 - SBU1 および SBU2 モニタ ピンに、TPS26750A での液体検出のために CC1/2 ピンと SBU1/2 ピンを使用したハードウェア実装を示します。TPD4S480 は、液体によって VBUS が監視ピンに短絡した際、ADC ピンを過電圧状態から保護するために使用されます。液体が検出されると、TPS26750A は Type-C ポートを保護するためのアクションを行います。組み込みホストコントローラを使用するシステムは、ホスト インターフェイスを活用して、追加の通知と制御を行うことができます。

表 8-2. 液体検出 GPIO ピンの機能

ピン	機能
GPIO0, GPIO2	監視ピンのバイアス電圧を測定するための内部 ADC。
GPIOx	監視ピンを High / Low に駆動するバイアス電圧を制御する出力 GPIO。
GPIOy	保護デバイスによって故障が検出されたときに、Type-C エラー リカバリを開始する入力 GPIO。

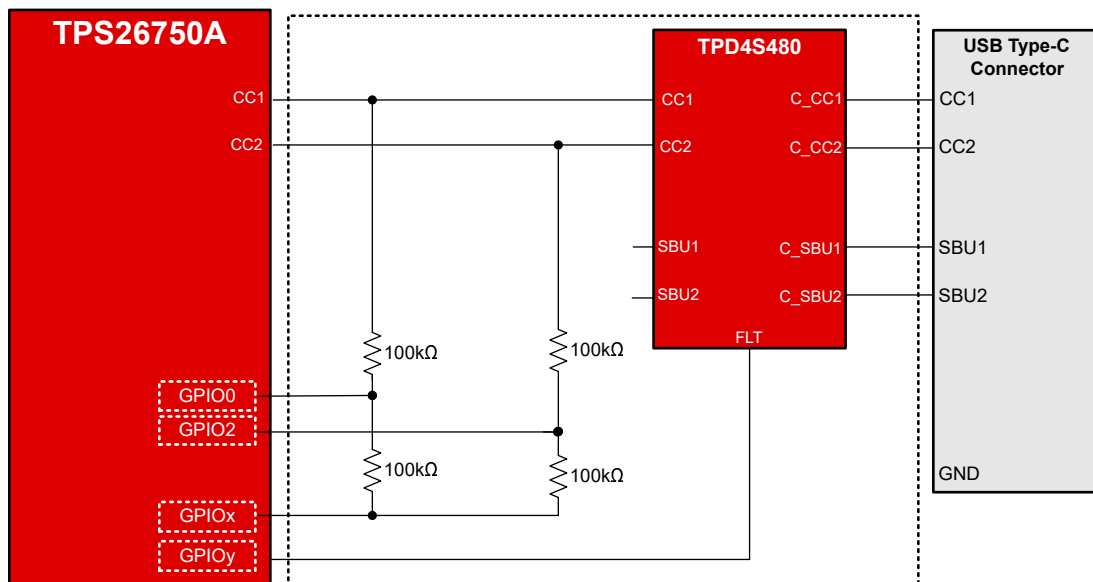


図 8-4. TPS26750A 液体検出のブロック図 - CC1 および CC2 モニタ ピン

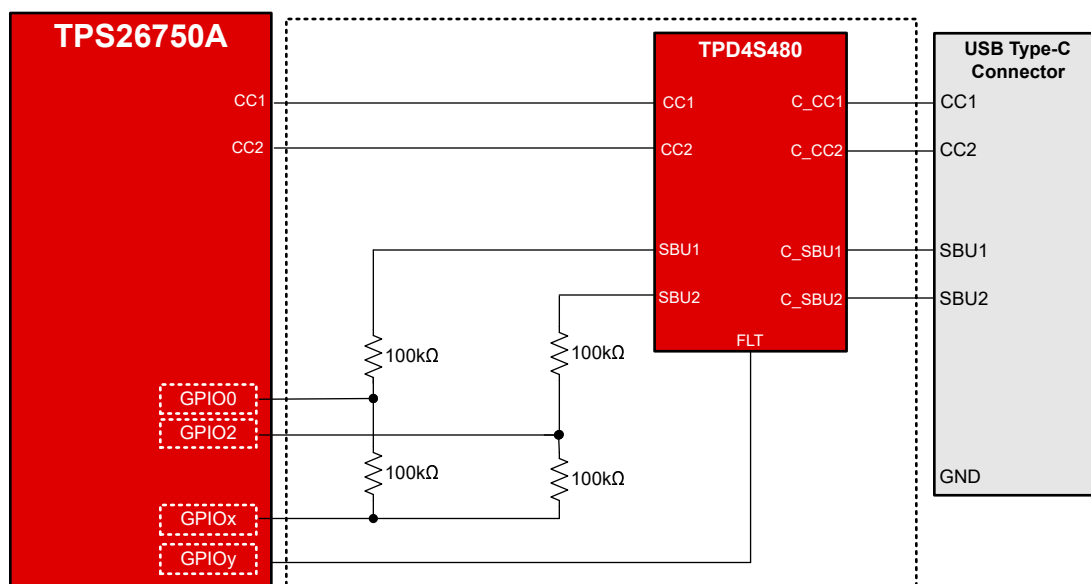


図 8-5. TPS26750A 液体検出のブロック図 - SBU1 および SBU2 モニタ ピン

8.2.2.2 BC1.2 アプリケーション

TPS26750A は BC1.2 の検出およびアドバタイズ モードをサポートしており、[Web ツール](#)を使用して設定できます。

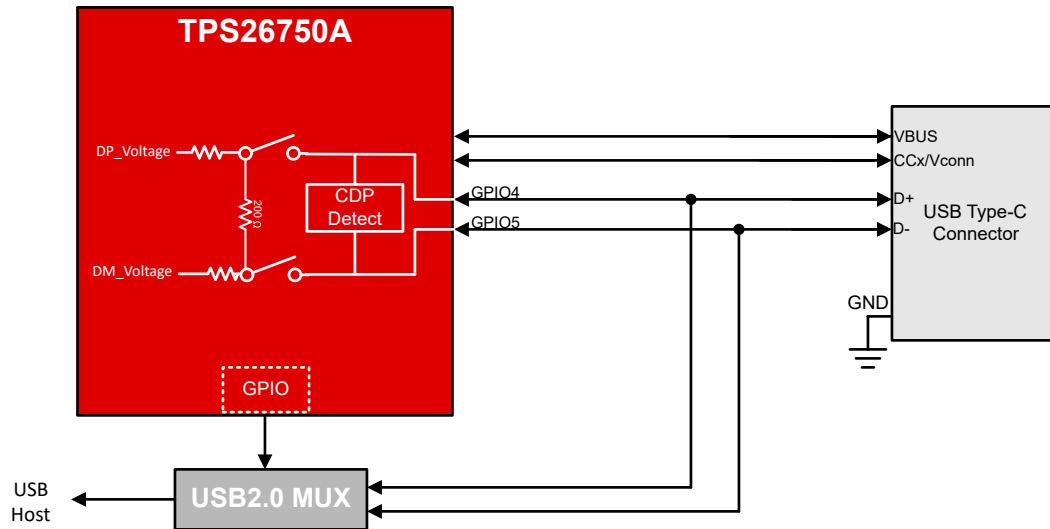


図 8-6. BC1.2 アプリケーションのブロック図

8.2.2.3 USB データのサポート

TPS26750A は、最大 USB 3.2Gen 2 の USB データ スピードをサポートしています。USB 列挙を入力すると、TPS26750A は GPIO 制御を使用して USB SuperSpeed マルチプレクサ ([TUSB1142](#)) を制御します。GPIO 制御は、[アプリケーション カスタマイズ ツール](#)を使用して構成されます。GPIO イベントは、テクニカル リファレンス マニュアルに記載されています。

8.2.2.4 パワー デリバリ EPR サポート

TPS26750A を TPD4S480 と組み合わせて使用する EPR には次の機能があります。

- 設計上の最大 EPR 電圧までの電圧に対し、CC1/CC2 の VBUS 短絡保護が備わっています。
- 液体検出機能が実装されている場合、測定ピンには、設計上の最大 EPR 電圧までの電圧に対し、VBUS 短絡保護機能が備わっています。
- 最大 EPR 電圧から TPS26750A の VBUS ピンの動作範囲までの電圧レベル変換機能が備わっています。
- EPR_EN がアサートされると、VBUS_LV は VBUS から分圧されます。ディアサート時、VBUS_LV は VBUS と等しくなります。

8.2.3 アプリケーション曲線

8.2.3.1 液体検出アプリケーション曲線

下の図は、腐食軽減を無効にして有効にした場合の液体検出動作を示しています。SBU2 ピン上の液体検出動作 - 腐食軽減なしおよび液体検出 - 腐食軽減の両方で液体が検出されます。液体検出のサンプル数、タイミング、ヒステリシス電圧範囲は、[Web ツール](#)で設定できます。

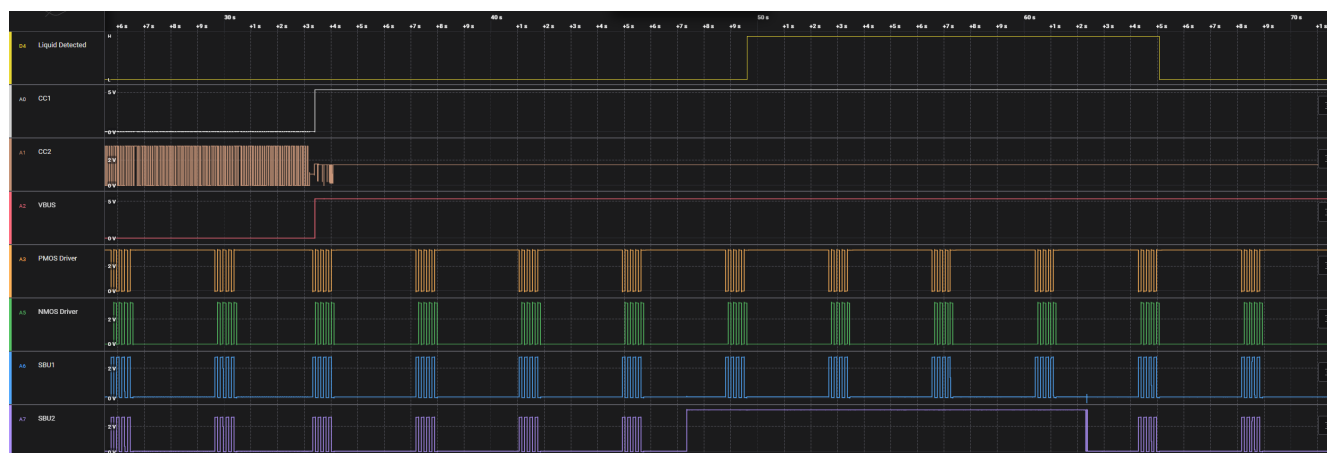


図 8-7. 液体検出動作 - 腐食軽減なし

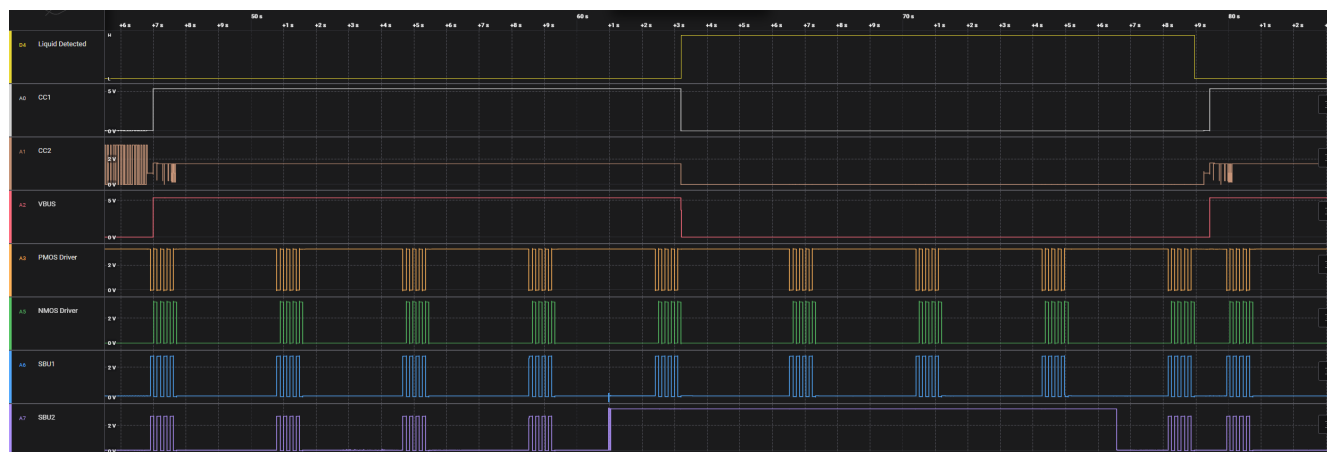


図 8-8. 液体検出 - 腐食軽減

8.2.3.2 EPR アプリケーション曲線

以下は、48V の EPR コントラクトを確立および維持するために必要な PD 接続通信を示しています。

表 8-3. キープ アライブを含む 48V EPR シンク コントラクトの PD ログ表示

#	メッセージタイプ	SOP*	データの役割	電力の役割	MsgID	Sender	タイムスタンプ
0	CC1 接続 (CC1 ピン = TYPEC_3p0A, CC2-Pin = NC)						06:20.9
1	Source_Capabilities (最大: 100W、固定 5V-3A、固定 9V-3A、固定 15V-3A、固定 20V-5A)	SOP	DFP	ソース	4	ポート	06:21.8
2	GoodCRC	SOP	UFP	シンク	4	ポート	06:21.8
3	要求 (ObjPos = 4、固定 20V-5A)	SOP	UFP	シンク	0	ポート	06:21.8
4	GoodCRC	SOP	DFP	ソース	0	ポート	06:21.8
5	承認	SOP	DFP	ソース	5	ポート	06:21.8
6	GoodCRC	SOP	UFP	シンク	5	ポート	06:21.8
7	PS_RDY	SOP	DFP	ソース	6	ポート	06:21.9
8	GoodCRC	SOP	UFP	シンク	6	ポート	06:21.9
9	EPR_Mode (Action=Enter)	SOP	UFP	シンク	1	ポート	06:21.9
10	GoodCRC	SOP	DFP	ソース	1	ポート	06:21.9
11	EPR_Mode (Action=Enter_Acknowledged)	SOP	DFP	ソース	7	ポート	06:21.9
12	GoodCRC	SOP	UFP	シンク	7	ポート	06:21.9
13	EPR_Mode (Action=Enter_Succeeded)	SOP	DFP	ソース	0	ポート	06:21.9
14	GoodCRC	SOP	UFP	シンク	0	ポート	06:21.9
15	EPR_Source_Capabilities (チャック応答 #0)	SOP	DFP	ソース	1	ポート	06:21.9
16	GoodCRC	SOP	UFP	シンク	1	ポート	06:21.9
17	EPR_Source_Capabilities (チャック要求 #1)	SOP	UFP	シンク	2	ポート	06:21.9
18	GoodCRC	SOP	DFP	ソース	2	ポート	06:21.9
19	EPR_Source_Capabilities (最大: 240W、固定 5V-3A、固定 9V-3A、固定 15V-3A、固定 20V-5A、固定 28V-5A、固定 36V-5A、固定 48V-5A、EPR AVS PDP: 240-48V-15V)	SOP	DFP	ソース	2	ポート	06:21.9
20	GoodCRC	SOP	UFP	シンク	2	ポート	06:21.9
21	EPR_Request (ObjPos = 10、固定 48V-5A)	SOP	UFP	シンク	3	ポート	06:22.0
22	GoodCRC	SOP	DFP	ソース	3	ポート	06:22.0
23	承認	SOP	DFP	ソース	3	ポート	06:22.0
24	GoodCRC	SOP	UFP	シンク	3	ポート	06:22.0
25	PS_RDY	SOP	DFP	ソース	4	ポート	06:22.1
26	GoodCRC	SOP	UFP	シンク	4	ポート	06:22.1
27	Extended_Control (EPR_KeepAlive)	SOP	UFP	シンク	4	ポート	06:22.5
28	GoodCRC	SOP	DFP	ソース	4	ポート	06:22.5
29	Extended_Control (EPR_KeepAlive_Ack)	SOP	DFP	ソース	5	ポート	06:22.5
30	GoodCRC	SOP	UFP	シンク	5	ポート	06:22.5
31	Extended_Control (EPR_KeepAlive)	SOP	UFP	シンク	5	ポート	06:22.9

表 8-3. キープ アライブを含む 48V EPR シンク コントラクトの PD ログ表示 (続き)

#	メッセージ タイプ	SOP*	データ の役割	電力の役割	MsgID	Sender	タイムスタンプ
32	GoodCRC	SOP	DFP	ソース	5	ポート	06:22.9
33	Extended_Control (EPR_KeepAlive_Ack)	SOP	DFP	ソース	6	ポート	06:22.9
34	GoodCRC	SOP	UFP	シンク	6	ポート	06:22.9

下図は、EPR モードと、それが VBUS_LV の VBUS 電圧に及ぼす影響を示しています。VBUS_LV の詳細については、こちらを参照してください。

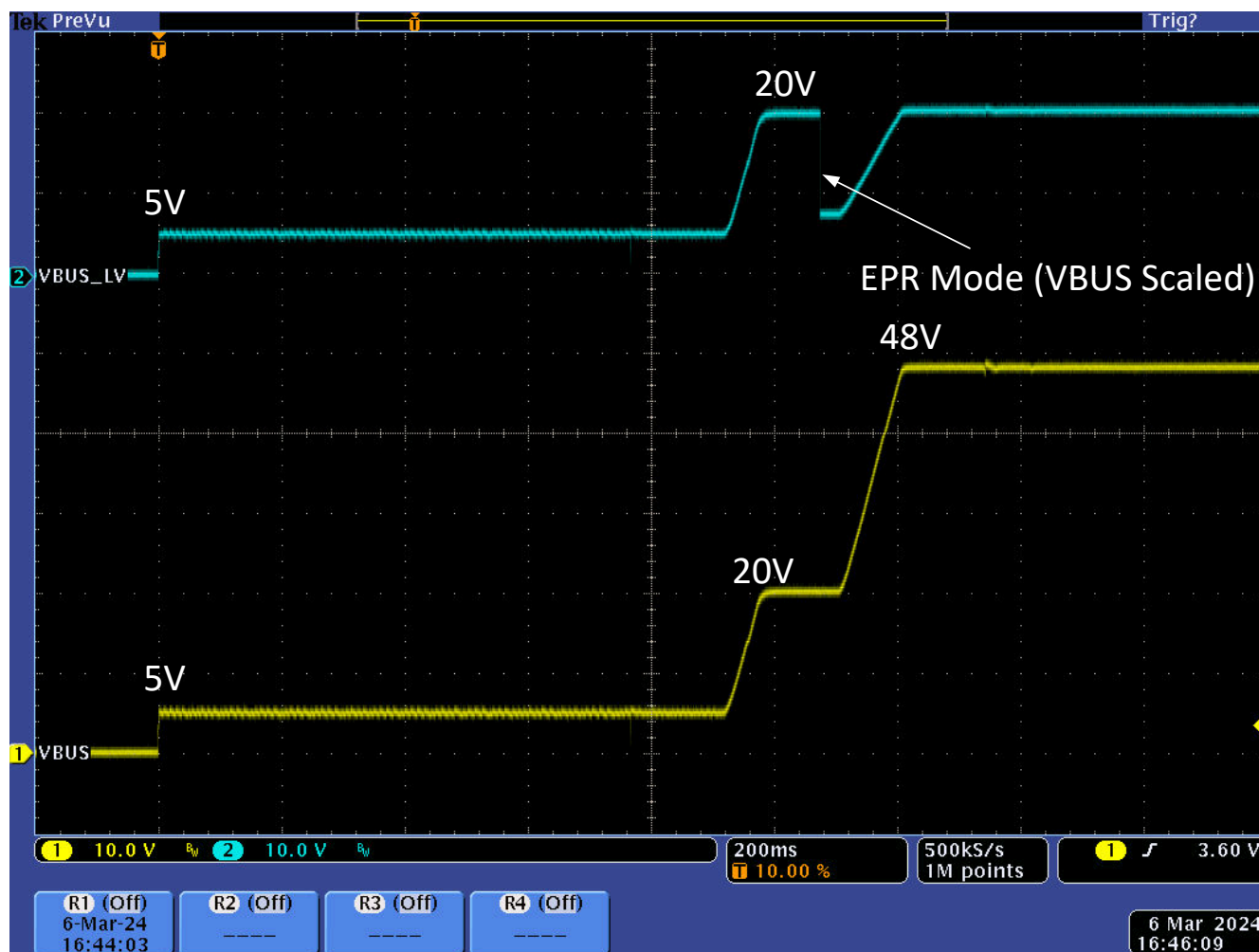


図 8-9. 48V EPR 契約ネゴシエーション VBUS および VBUS LV

8.3 電源に関する推奨事項

8.3.1 3.3V 電源

8.3.1.1 VIN_3V3 入力スイッチ

VIN_3V3 入力は、TPS26750A デバイスのメイン電源です。VIN_3V3 スイッチ (セクション 7.3.2 を参照) は VIN_3V3 から LDO_3V3 に単方向スイッチであり、LDO_3V3 から VIN_3V3 に電流が逆方向に流れることを許可しません。このスイッチは、3.3V 電源が利用可能であり、かつバッテリー切れフラグがクリアされている場合にオンになります。推奨容量の

C_{VIN_3V3} (セクション 5.4 を参照) を、VIN_3V3 ピンと GND ピンの間に接続する必要があります。VBUS から VIN_3V3 に電力を供給しないでください。

8.3.2 1.5V 電源

内部回路は、1.5V から電力を供給されます。1.5V LDO は、LDO_3V3 から 1.5V に降圧します。1.5V LDO は、デジタル コアおよびメモリを含むすべての内部低電圧デジタル回路に電力を供給します。この 1.5V LDO は、すべての内部低電圧アナログ回路にも電力を供給します。LDO_1V5 ピンと GND ピンの間に、推奨容量 C_{LDO_1V5} (セクション 5.4 参照) を接続してください。

8.3.3 電源の負荷容量の推奨値

セクション 5.4 各種電源の推奨基板容量を示します。標準容量は公称定格容量で、基板上でピンのできるだけ近くに配置する必要があります。最大容量が指定されたピンでは、最大容量を超えないようにする必要があります。最小容量とは、許容誤差と電圧ディレーティングを考慮した上で、正常な動作を保証するために必要な最小の容量です。

8.4 レイアウト

8.4.1 レイアウトのガイドライン

適切な配線と配置により、高速信号のシグナル インテグリティを維持し、パワー パスからの放熱を改善できます。以下のガイドラインに従うことで、電力と高速データ信号の組み合わせを簡単に配線できます。基板メーカーに相談して、製造能力を検証することがベスト プラクティスです。

8.4.1.1 推奨ビア サイズ

VBUS の電源経路およびグラウンドの電流を適切に流すため、適切なビア ステッチングを推奨します。推奨される最小ビア サイズを以下に示しますが、より大きいビアを選択することも低密度の PCB 設計のオプションとなります。1 つのビアで 1A を伝送できるため、基板製造時の許容誤差を検証できます。PD コントローラの近くに配置する場合は、ビアをテンティングすることが勧められます。

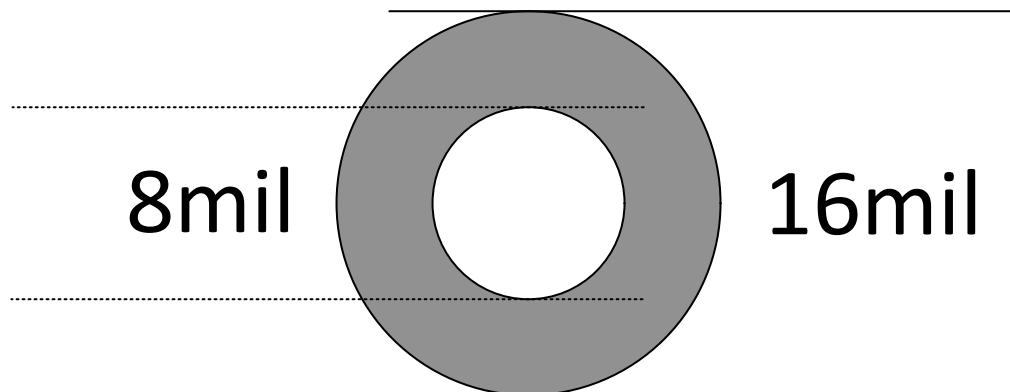


図 8-10. 推奨される最小ビア サイズ

8.4.1.2 最小トレース幅

以下に、アナログ ピンとデジタル ピンの最小トレース幅を示します。トレース幅の制限は、使用する基板製造プロセスによっても定義されます。最小トレース幅と許容誤差を決定する際は、メーカーにお問い合わせください。

表 8-4. 最小トレース幅

配線	最小幅 (mil)
CC1, CC2	10
VIN_3V3, LDO	10
部品 GND	16
GPIO	4

8.4.2 レイアウト例

8.4.2.1 回路図

Super/High Speed 信号については、それぞれの規格 (USB2.0) で定義された差動インピーダンスに従ってください。すべての I/O は、全ピンの配線例を示すためにファンアウトされていますが、すべての設計で TPS26750A のすべての I/O を使用するわけではありません。

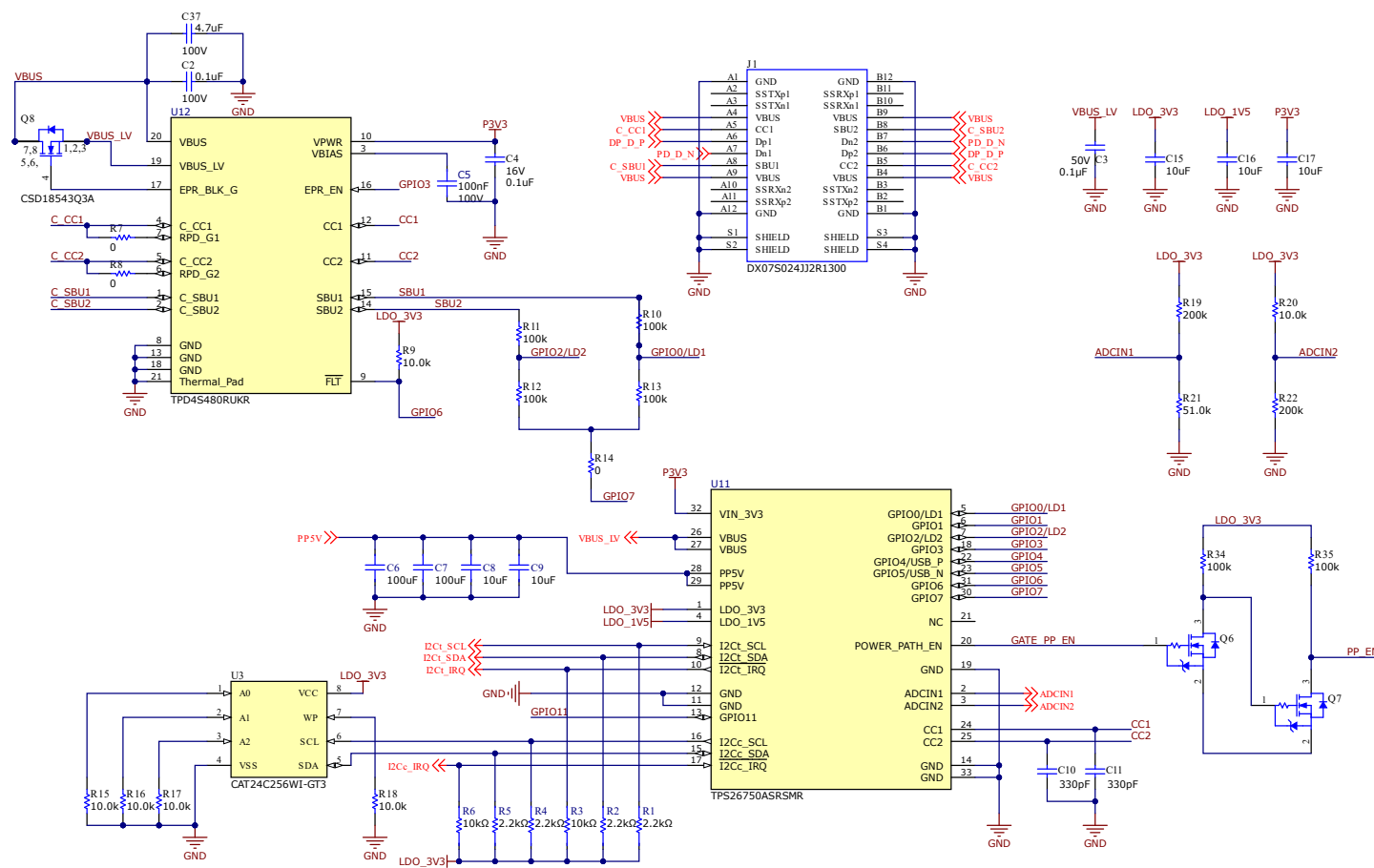


図 8-11. 回路図の例

8.4.2.2 PCB プロット

以下の TPS26750A の PCB レイアウト図は、推奨レイアウト、配置、配線を示しています。

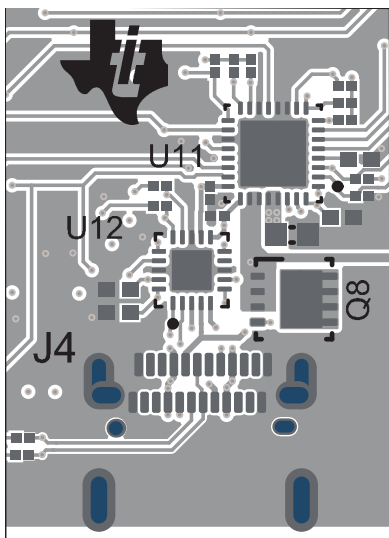


図 8-12. PCB レイアウト - 上面コンポジット

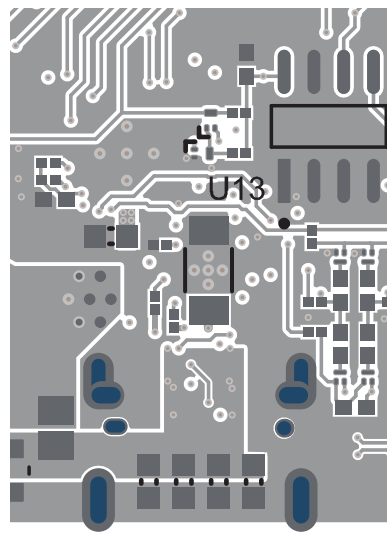


図 8-13. PCB レイアウト - 底面コンポジット

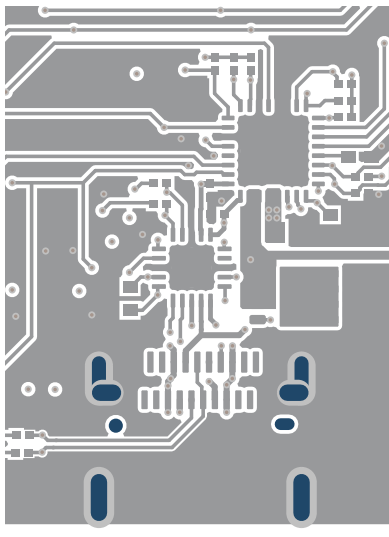


図 8-14. PCB レイアウト - 上層 1



図 8-15. PCB レイアウト - GND 層 2

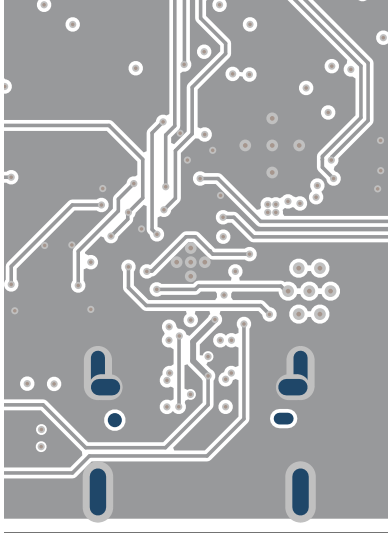


図 8-16. PCB レイアウト - 信号層 3

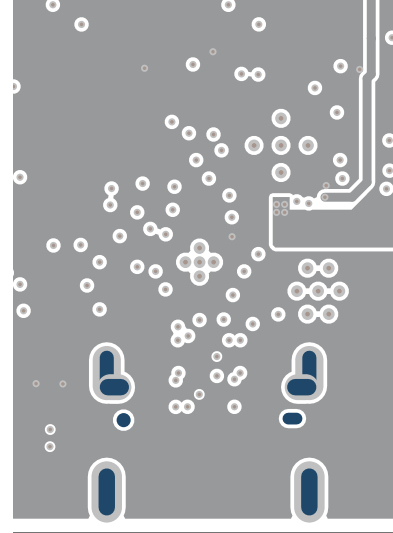


図 8-17. PCB レイアウト - 信号層 4



図 8-18. PCB レイアウト - GND 層 5

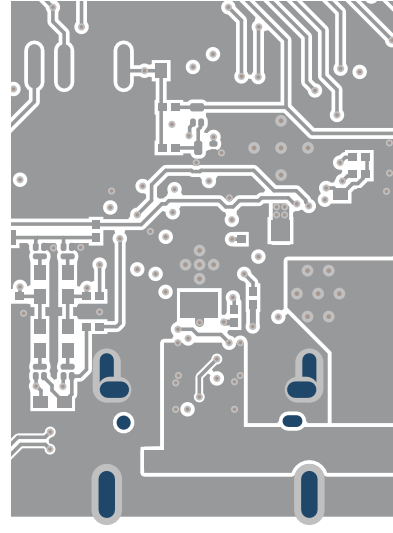


図 8-19. PCB レイアウト - 下層 6

8.4.2.2.1 部品の配置

LDO_1V5 (ピン 4)、LDO_3V3 (ピン 1)、VIN_3V3 (ピン 32)

最適な性能を得るために、LDO_3V3、LDO_1V5、VIN_3V3 (それぞれ C15、C16、C17) のデカップリング コンデンサは、TPS26750A デバイスのできるだけ近くに配置する必要があります。ソリューション サイズを最小化するためのこの例では、デカップリング コンデンサは TPS26750A のグラウンド パッドの真下にグラウンド パッドを配置して最下層に配置しています。別の層に配置する場合、TPS26750A からデカップリング コンデンサまでのピンごとに最大 1 つのビアを使用します。これら 3 本のパターンを配線する際は、パターン幅を最低でも 10mil とし、可能であれば 16mil を推奨します。

CC1 (ピン 24) および CC2 (ピン 25)

CC1 (C11) および CC2 (C10) コンデンサは、それぞれのピンのできるだけ近くに、TPS26750A デバイスと同じ層に配置する必要があります。CCx パターンを配線する際は、TPS26750A の CCx ピンから CCx コンデンサまでの間で、別のレイヤへビアを使用しないでください。CCx コンデンサが CC パターンの外側に配置されてアンテナのようにならないよう

確認してください。代わりに、例のレイアウトに示すように、パターンが **CCx** コンデンサのパッドを直接通過するようにしてください。Vconn のサポート (5V/0.6A) には、10mil 以上のパターン幅を使用します。

8.4.2.2.2 PP5V

10uF のデカップリング コンデンサ (C8) は、TPS26750A の PP5V ピンの可能な限り近くに配置する必要があります。PP5V にパターンは使用しないでください。PP5V の電源プレーンは、最大 3.6A (ソース用最大 3A、Vconn 用 600mA) に対応できるように設計する必要があります。PP5V ピン (ピン 28 と 29) を 5V 電源プレーンに接続する場合は、電流共有を向上させるため、少なくとも 4 つのビアを並列に、デバイスの近くで使用します。他のビアや配線によって生じるボトルネックを最小限に抑えます。大きなボトルネックは電源プレーンの効率を低下させます。バルク コンデンサ (C6、C7、C9) は、システムの 5V レールからの容量を表し、これらは同じ PP5V 電源プレーン上の TPS26750A から離して配置されています。

8.4.2.2.3 VBUS

VBUS (ピン 26 および 27)

VBUS のデカップリング コンデンサ (C37) は、外付け NMOS トランジスタ (Q8) の VBUS ピンのできるだけ近くに配置します。コンデンサはデバイスと同じ層に配置する必要はありません。5V の電源経路を使用する場合、VBUS 電源プレーンは最大 3A の電流に対応できるように設計する必要があります。この 5V の電源経路を使用しない場合、電源経路は 100mA の電流に対応できるサイズにできます。VBUS ピン (ピン 26 および 27) のプレーンを別の層に接続する場合は、層変更ごとに最低 3 個のビアを使用します。

Type-C ポート / コネクタでは、コネクタの VBUS ピンから層変更のために最低 6 個のビアを確保します。10nF のコンデンサは、コネクタの VBUS ピンのできるだけ近くに配置します。

TPS26750A は外部 TVS 保護デバイスを必要としません。選択したスイッチのデータシートを参照して、必要な保護要件が満たされていること、およびシステムで使用する電源スイッチに TVS 保護ダイオードの追加が必要かどうかを確認してください。

Type-C コネクタの VBUS ラインは、電流および電圧の要件を満たすように、外部電源経路へ配線する必要があります。選択したスイッチのデータシートを参照し、配線および電流に関する要件が満たされていることを確認してください。

8.4.2.2.4 I/O

I2C、ADCIN1/2、GPIO の各ピン

TPS26750A からこれらのパターンを離し、必要に応じてビアを使用してネットを配線層に接続します。これらのネットには、4mil ~ 10mil のパターン幅を使用します。

I2Cc_SDA/SCL/IRQ (ピン 8、9、10) および I2Ct_SCL/SDA/IRQ (ピン 15、16、17)

I2C 通信の問題を回避するために、パターン幅の変更を最小限に抑えます。

ADCIN1 および ADCIN2 (ピン 2 および 3)

ADCINx パターンをスイッチング素子から離して配置します。分圧抵抗を使用する場合、LDO_3V3 または LDO_1V5 の近くに分圧器を配置します。

GPIO (ピン 5、6、7、18、22、23、31、30、13)

パターン幅で並列に配線される個別の GPIO パターン。GPIOx トレースをスイッチング素子から離して配置します。

8.4.2.2.5 PPEXT ゲート ドライバ

POWER_PATH_EN (ピン 20)

POWER_PATH_EN ピン (ピン 20) を、レベル シフタ / バッファ (Q6、Q7、R34、R35) を実装する NMOS ソース フォロワ ペアのゲートに接続します。図 8-11 に示すように、フォロワ LDO_3V3 ピン (ピン 1) のプルアップ抵抗を接続します。

この回路は非反転バッファであり、選択された電源スイッチを有効にするためにグラウンドに駆動する必要がある場合に、3.3V に駆動される 3.3V 信号を生成します。反転回路が必要な場合は、Q7 と R35 を削除することで実装できます。この反転レベル シフタは、スイッチをイネーブルにすると、グラウンドに駆動されます。

8.4.2.2.6 GND

GND パッドは、TPS26750A デバイスの熱を放散するために使用します。GND ピン (11、12、14、31) を TPS26750A デバイスの下のグラウンド パッド (39) に接続します。熱を放散するため、最上層のグラウンド パッドから、スルーホール ビアを最下層の銅箔に接続します。放熱性を向上させるため、ビアを追加することもできます。

9 デバイスおよびドキュメントのサポート

9.1 デバイス サポート

9.1.1 サード・パーティ製品に関する免責事項

サード・パーティ製品またはサービスに関するテキサス・インスツルメンツの出版物は、単独またはテキサス・インスツルメンツの製品、サービスと一緒に提供される場合に関係なく、サード・パーティ製品またはサービスの適合性に関する是認、サード・パーティ製品またはサービスの是認の表明を意味するものではありません。

9.2 ドキュメントのサポート

9.2.1 関連資料

- 『[USB-PD 仕様](#)』
- 『[USB パワー デリバリ仕様](#)』

9.3 ドキュメントの更新通知を受け取る方法

ドキュメントの更新についての通知を受け取るには、www.tij.co.jp のデバイス製品フォルダを開いてください。[通知] をクリックして登録すると、変更されたすべての製品情報に関するダイジェストを毎週受け取ることができます。変更の詳細については、改訂されたドキュメントに含まれている改訂履歴をご覧ください。

9.4 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。

9.5 商標

テキサス・インスツルメンツ E2E™ is a trademark of Texas Instruments.
USB Type-C® is a registered trademark of USB Implementers Forum.
すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

9.6 静電気放電に関する注意事項



この IC は、ESD によって破損する可能性があります。テキサス・インスツルメンツは、IC を取り扱う際には常に適切な注意を払うことを推奨します。正しい取り扱いおよび設置手順に従わない場合、デバイスを破損するおそれがあります。

ESD による破損は、わずかな性能低下からデバイスの完全な故障まで多岐にわたります。精密な IC の場合、パラメータがわずかに変化するだけで公表されている仕様から外れる可能性があるため、破損が発生しやすくなっています。

9.7 用語集

[テキサス・インスツルメンツ用語集](#) この用語集には、用語や略語の一覧および定義が記載されています。

10 改訂履歴

資料番号末尾の英字は改訂を表しています。その改訂履歴は英語版に準じています。

Changes from Revision * (May 2026) to Revision A (July 2026)	Page
• PD 3.2 認定の TID 番号を追加.....	1
• バッテリ充電器制御に関する言語を更新.....	1
• 追加機能の見出しを更新.....	1
• デバイスのアプリケーションを更新.....	1
• 整合性を確保するため、 セクション 4 の I2C コントローラの大文字表記を更新.....	3

• 表のフォーマットを更新.....	6
• I2C SCL/SDA のソース電流の絶対最大値を削除しました。.....	6
• GPIOx の電圧を 6.0 から 6 に変更.....	6
• V _{VSYS} への参照を削除.....	6
• 「パラメータ」という見出しを含むように表の列を更新.....	6
• 表のフォーマットを更新.....	7
• C _{VSYS} への参照を削除.....	7
• 明確化のため動作条件を更新しました。.....	8
• スタンバイ電力モードを削除.....	8
• 動作条件を更新.....	8
• 表のフォーマットを更新.....	9
• 動作条件を更新.....	11
• 動作条件を更新.....	12
• 表のフォーマットを更新.....	12
• I2C インターフェイス セクションの セクション 7.1 リンクを更新。.....	17
• タイトルと セクション 7.2 の画像を更新.....	18
• PP_5Vx を PP5V に更新.....	24
• Type-C 仕様 2.4 以降に従い、RA/RA の セクション 7.3.4.1 を更新.....	25
• GPIO _n を GPIOx に更新.....	29
• I ² C ピンへの参照を追加.....	30
• 利用可能なソース モードについて消費電力状態の表を更新.....	35
• GUI へのリンクを含めて セクション 8.1 を更新.....	36
• バッテリ チャージャのシステム ブロック図を削除.....	36
• PPS および AVS の設計要件のセクションを削除.....	37
• 液体検出における抵抗性短絡の例の表を追加.....	37
• EPR 設計の実装図を削除.....	38
• PPS および AVS の詳細な設計手順のセクションを削除.....	39
• 「液体検出 GPIO ピンの機能」表を追加.....	39
• 「PPS アプリケーション曲線」セクションを削除.....	41
• 液体検出と SBU1/2 トグルの画像を削除.....	41
• VIN_3V3 の電源要件から冗長な情報を削除しました。.....	44

11 メカニカル、パッケージ、および注文情報

以降のページには、メカニカル、パッケージ、および注文に関する情報が記載されています。この情報は、指定のデバイスに使用できる最新のデータです。このデータは、予告なく、このドキュメントを改訂せずに変更される場合があります。本データシートのブラウザ版を使用されている場合は、画面左側の説明をご覧ください。

PACKAGING INFORMATION

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package Pins	Package qty Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
TPS26750ASRSMR	Active	Production	VQFN (RSM) 32	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	26750A S

⁽¹⁾ **Status:** For more details on status, see our [product life cycle](#).

⁽²⁾ **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without limitation quality assurance, reliability performance testing, and/or process qualification, may not yet be complete, and this item is subject to further changes or possible discontinuation. If available for ordering, purchases will be subject to an additional waiver at checkout, and are intended for early internal evaluation purposes only. These items are sold without warranties of any kind.

⁽³⁾ **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the [TI RoHS Statement](#) for additional information and value definition.

⁽⁴⁾ **Lead finish/Ball material:** Parts may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.

⁽⁵⁾ **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will be used to mount the part to the printed circuit board.

⁽⁶⁾ **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

Important Information and Disclaimer: The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

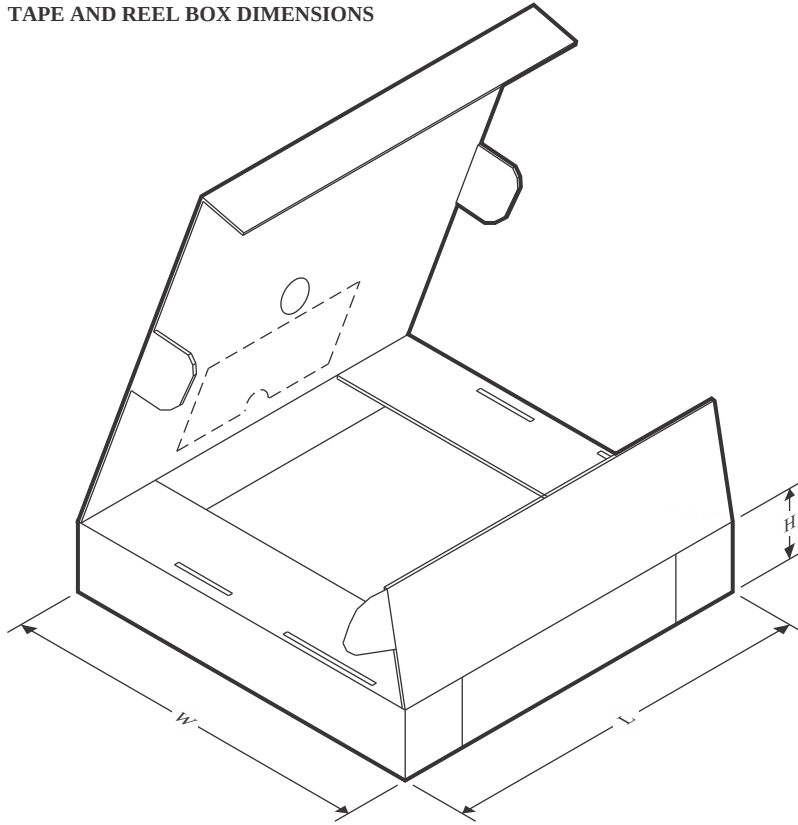
TAPE AND REEL INFORMATION



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
TPS26750ASRSMR	VQFN	RSM	32	3000	330.0	12.4	4.25	4.25	1.15	8.0	12.0	Q2

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
TPS26750ASRSMR	VQFN	RSM	32	3000	360.0	360.0	36.0

GENERIC PACKAGE VIEW

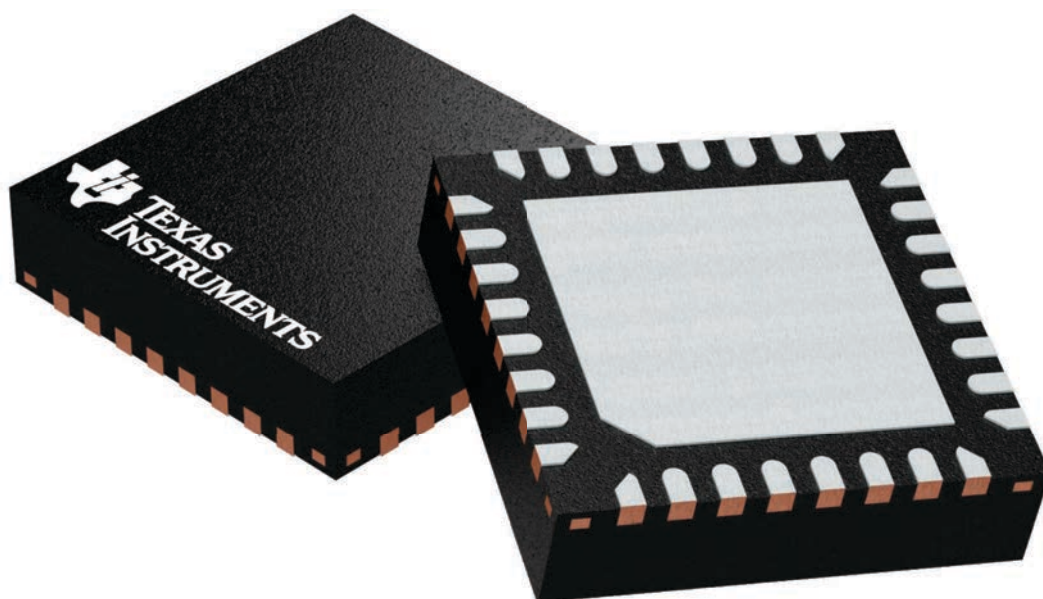
RSM 32

VQFN - 1 mm max height

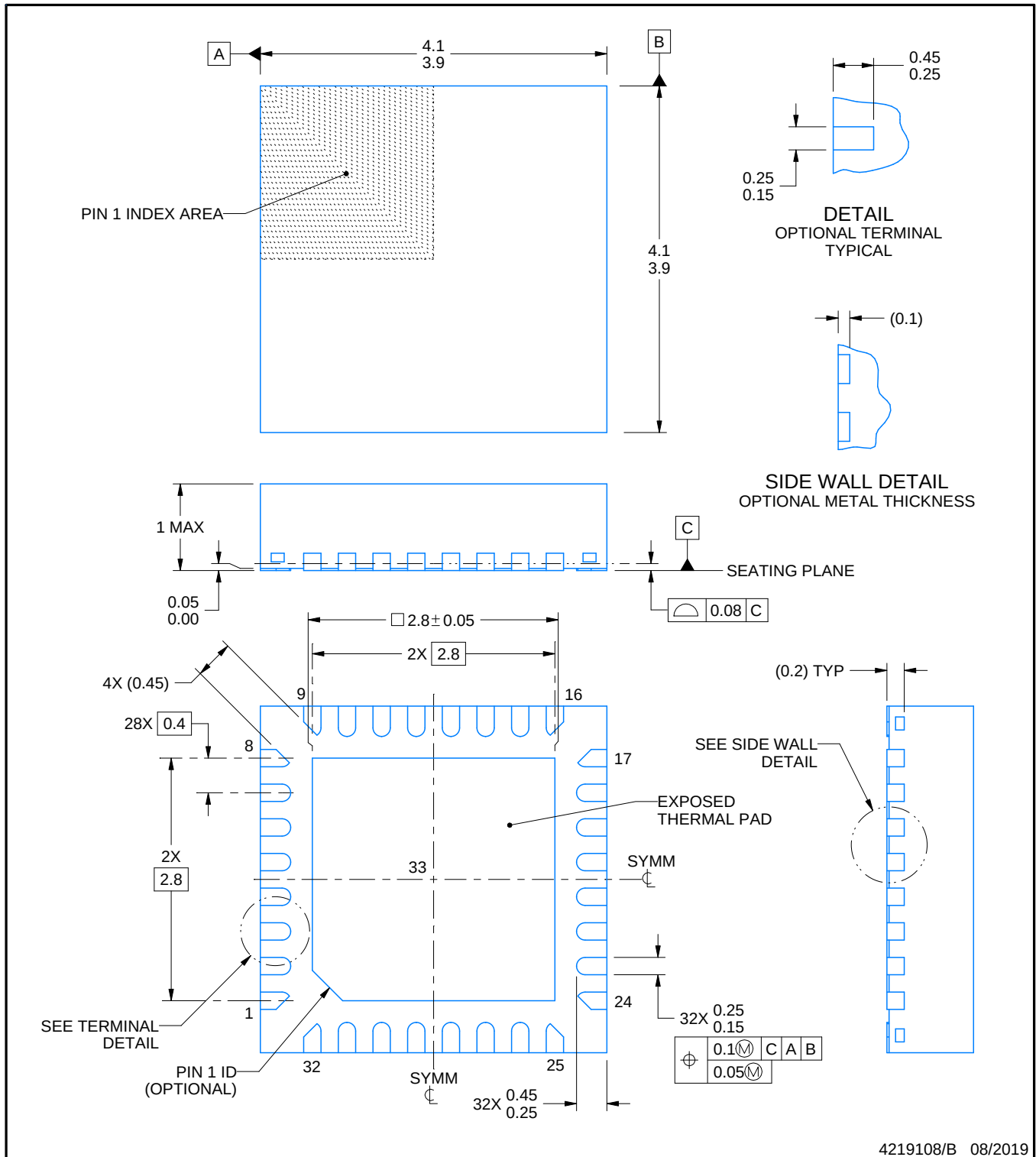
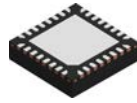
4 x 4, 0.4 mm pitch

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD

This image is a representation of the package family, actual package may vary.
Refer to the product data sheet for package details.



4224982/A



NOTES:

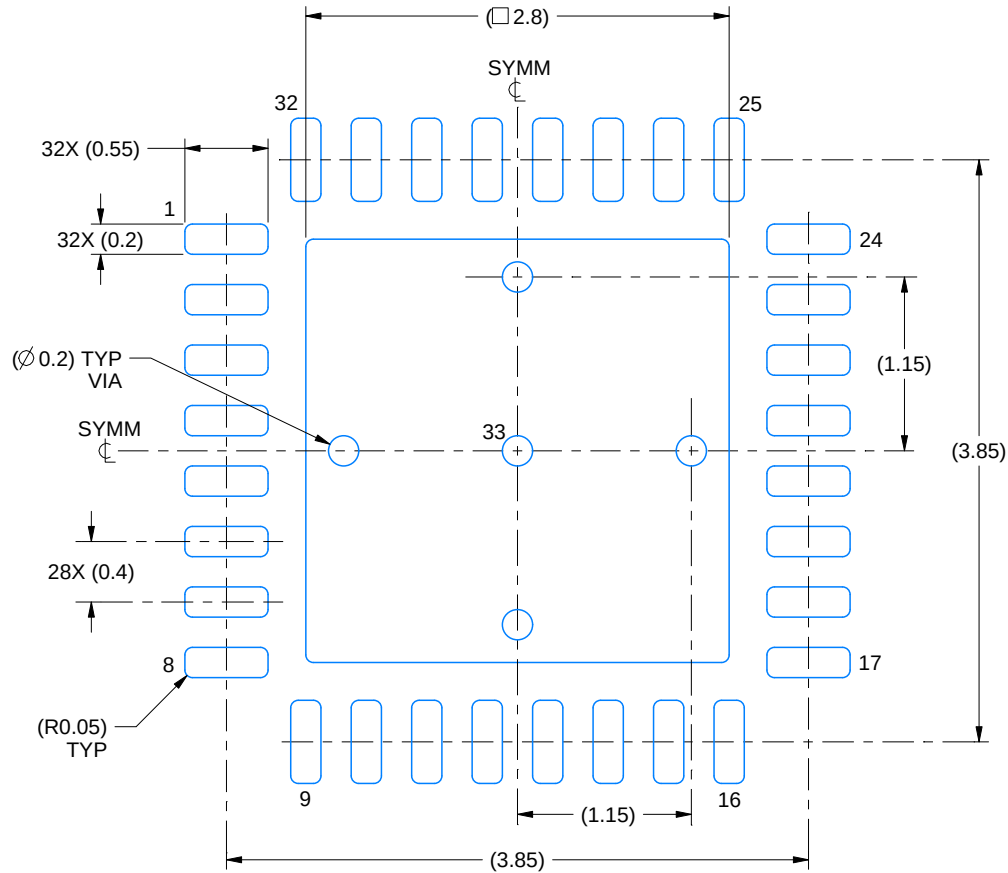
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. The package thermal pad must be soldered to the printed circuit board for thermal and mechanical performance.

EXAMPLE BOARD LAYOUT

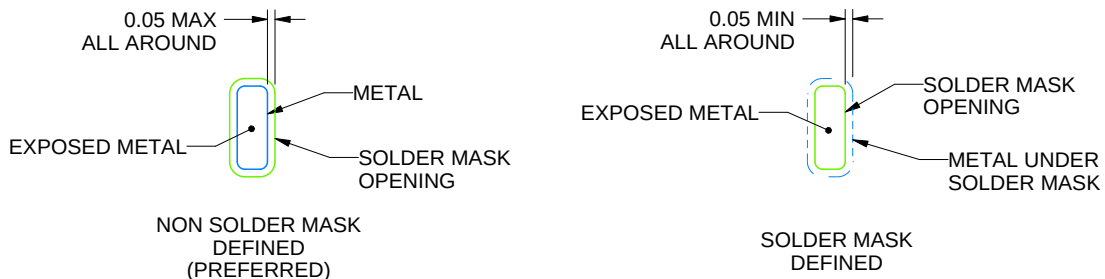
RSM0032B

VQFN - 1 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE:20X



SOLDER MASK DETAILS

4219108/B 08/2019

NOTES: (continued)

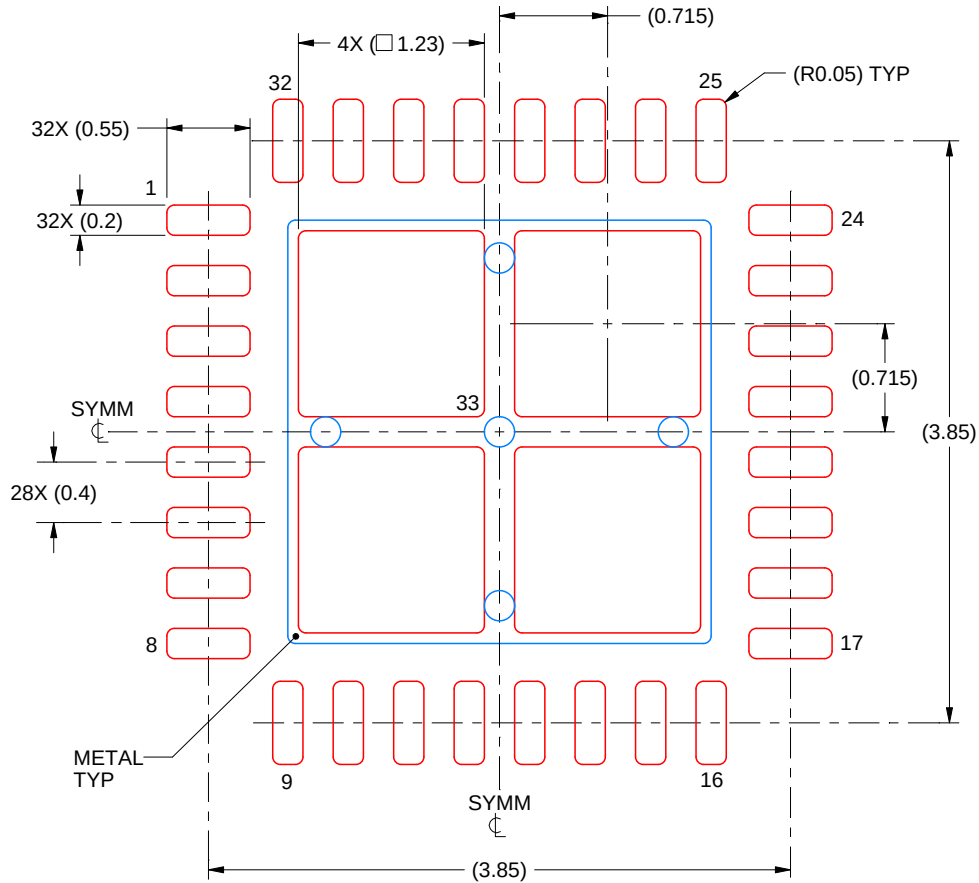
4. This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 (www.ti.com/lit/slue271).
5. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. If any vias are implemented, refer to their locations shown on this view. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.

EXAMPLE STENCIL DESIGN

RSM0032B

VQFN - 1 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.1 mm THICK STENCIL

EXPOSED PAD 33:
77% PRINTED SOLDER COVERAGE BY AREA UNDER PACKAGE
SCALE:20X

4219108/B 08/2019

NOTES: (continued)

6. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.

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みいかなる保証も、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、TI は一切の責任を拒否します。

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 © 2026, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月