

2レベル電流制限付き IEEE 802.3af PD Power over Ethernet インタフェース・コントローラ

特長

- IEEE 802.3af® Powered Device (PD)用の完全なパワー・インタフェース・ポート
- 100V、400mAパワーMOSFETを内蔵
- 高精度の2レベル電流制限
- ディスエーブル付きの25k認証用抵抗を内蔵
- プログラム可能な分類電流(クラス1~4)
- 低電圧ロックアウト
- サーマル過負荷保護
- パワーグッド信号
- 8ピンSOパッケージ

アプリケーション

- IP電話のパワー・マネジメント
- 無線アクセス・ポイント
- テレコム電力制御

概要

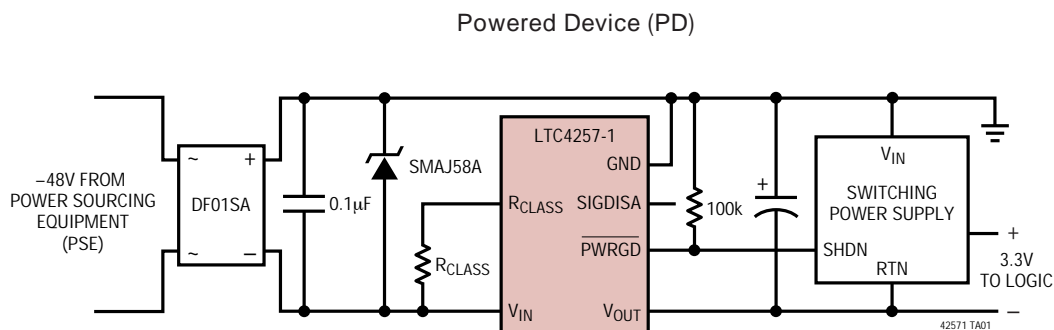
LTC®4257-1は、IEEE 802.3af Power over Ethernet (PoE) システムで動作する製品の完全な認証機能とパワー・インタフェース機能を備えています。LTC4257-1は25k認証用抵抗、分類電流源、入力電流制限、低電圧ロックアウト、サーマル過負荷保護、認証ディスエーブル機能およびパワーグッド信号出力を1個の8ピン・パッケージに搭載しているため、Powered Device (PD)の設計が簡素化されます。LTC4257-1には高精度の2レベル電流制限回路が備わっています。これにより、大きな負荷コンデンサを充電することができ、現在のIEEE 802.3af規格との互換性を保ったまま、従来のPower over Ethernetシステムとインタフェースすることができます。高電圧パワーMOSFETを内蔵しているため、システムの設計者は実装面積を減らすとともにコストを下げるすることができます。

LTC4257-1は様々なリニアテクノロジーのDC/DCコンバータ製品と直接インタフェースが可能で、IP電話、無線アクセス・ポイントなどのPD向けにコスト効率の高いパワー・ソリューションを提供します。リニアテクノロジー社は、Power Sourcing Equipment(PSE)アプリケーション向けのネットワーク・パワー・コントローラも提供します。

LTC4257-1は8ピンSOパッケージで供給されます。

、LTC、LTはリニアテクノロジー社の登録商標です。
802はInstitute of Electrical and Electronics Engineers, Incの登録商標です。

標準的応用例



LTC4257-1

絶対最大定格

(Note 1, 2)

V_{IN} 電圧	0.3V ~ -100V
V_{OUT} 、SIGDISA、 PWRGD 電圧	$(V_{IN} + 100V) \sim (V_{IN} - 0.3V)$
R_{CLASS} 電圧	$(V_{IN} + 7V) \sim (V_{IN} - 0.3V)$
PWRGD 電流	10mA
R_{CLASS} 電流	100mA
動作周囲温度範囲	0 ~ 70
接合部温度	150
保存温度範囲	-65 ~ 150
リード温度 (半田付け、10秒)	300

パッケージ/発注情報

<p>TOP VIEW</p> <p>S8 PACKAGE 8-LEAD PLASTIC SO $T_{JMAX} = 150^{\circ}C, \theta_{JA} = 150^{\circ}C/W$</p>	ORDER PART NUMBER
	LTC4257CS8-1
	S8 PART MARKING
	42571

より広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社へお問い合わせください。

電気的特性

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25$ での値。(Note 3)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
V_{IN}	Supply Voltage	Voltage with Respect to GND Pin (Notes 4, 5, 6)					
	Maximum Operating Voltage		●		-57	V	
	Signature Range		●	-1.5	-9.5	V	
	Classification Range		●	-12.5	-21	V	
	UVLO Turn-On Voltage		●	-34.8	-36.0	-37.2	V
	UVLO Turn-Off Voltage		●	-29.3	-30.5	-31.5	V
I_{IN_ON}	IC Supply Current when ON	$V_{IN} = -48V$, Pins 5, 6, 7 Floating	●		3	mA	
I_{IN_CLASS}	IC Supply Current During Classification	$V_{IN} = -17.5V$, Pins 2, 7 Floating, V_{OUT} Tied to GND (Note 7)	●	0.35	0.50	0.65	mA
ΔI_{CLASS}	Current Accuracy During Classification	$10mA < I_{CLASS} < 40mA$, $-12.5V \leq V_{IN} \leq -21V$, (Note 8)	●		± 3.5	%	
$R_{SIGNATURE}$	Signature Resistance	$-1.5V \leq V_{IN} \leq -9.5V$, V_{OUT} Tied to GND, IEEE 802.3af 2-Point Measurement (Notes 4, 5)	●	23.25	26.00	k Ω	
$R_{INVALID}$	Invalid Signature Resistance	$-1.5V \leq V_{IN} \leq -9.5V$, SIGDISA and V_{OUT} Tied to GND, IEEE 802.3af 2-Point Measurement (Notes 4, 5)	●	9	11.8	k Ω	
V_{IH}	Signature Disable High Level Input Voltage	With Respect to V_{IN} , High Level Invalidates Signature (Note 9)	●	3	57	V	
V_{IL}	Signature Disable Low Level Input Voltage	With Respect to V_{IN} , Low Level Enables Signature	●		0.45	V	
R_{INPUT}	Signature Disable Input Resistance	With Respect to V_{IN}	●	100		k Ω	
V_{PG_OUT}	Power Good Output Low Voltage	$I = 1mA$, $V_{IN} = -48V$, \overline{PWRGD} Referenced to V_{IN}	●		0.5	V	
$V_{PG_THRES_FALL}$ $V_{PG_THRES_RISE}$	Power Good Trip Point	$V_{IN} = -48V$, Voltage Between V_{IN} and V_{OUT} V_{OUT} Falling	●	1.3	1.5	1.7	V
		V_{OUT} Rising	●	2.7	3.0	3.3	V
I_{PG_LEAK}	Power Good Leakage	$V_{IN} = 0V$, \overline{PWRGD} FET Off, $V_{\overline{PWRGD}} = 57V$	●		1	μA	
R_{ON}	On-Resistance	$I = 350mA$, $V_{IN} = -48V$, Measured from V_{IN} to V_{OUT}	●	1.0	1.6	Ω	
			●		2.0	Ω	
I_{OUT_LEAK}	V_{OUT} Leakage	$V_{IN} = 0V$, Power MOSFET Off, $V_{OUT} = 57V$ (Note 10)	●		150	μA	

42571f

電気的特性

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25$ °Cでの値。(Note 3)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
I_{LIMIT_HIGH}	Input Current Limit, High Level	$V_{IN} = -48V, V_{OUT} = -43V$ (Notes 11, 12)	●	350	375	400	mA
I_{LIMIT_LOW}	Input Current Limit, Low Level	$V_{IN} = -48V, V_{OUT} = -43V$ (Notes 11, 12)	●	100	140	180	mA
$T_{SHUTDOWN}$	Thermal Shutdown Trip Temperature	(Note 11)			140		°C

Note 1: 絶対最大定格はそれを超えるとデバイスの寿命に影響を及ぼす値。

Note 2: 別途注記のない限り、すべての電圧はGNDピンを基準にしている。

Note 3: LTC4257-1は-1.5V ~ -57Vの範囲の負電源電圧で動作する。混乱を避けるため、このデータシートの電圧は常に絶対値で表示されている。「最大負電圧」のような用語は最も大きな負電圧を指し、「上昇する負電圧」は負方向に大きくなる電圧を指す。

Note 4: LTC4257-1はPSEとPD間に2個の極性保護ダイオードの電圧降下を使って動作するように設計されている。「電気的特性」で規定されているパラメータの範囲はLTC4257-1のピンを基準にしており、これらのダイオードの電圧降下を含めたときにIEEE 802.3afの仕様を満たすように設計されている。「アプリケーション情報」を参照。

Note 5: 認証用抵抗値はIEEE 802.3afで規定されている2ポイント $\Delta V/\Delta I$ 方式を使って測定される。LTC4257-1の認証用抵抗値はダイオードの抵抗値を考慮して25kからオフセットさせる。2個の直列ダイオードを使うと、全PD抵抗は23.75k ~ 26.25k になり、IEEE 802.3afの仕様を満たす。LTC4257-1のピンで測定された最小プローブ電圧は-1.5V ~ -2.5Vである。最大プローブ電圧は-8.5V ~ -9.5Vである。

Note 6: LTC4257-1のUVLO電圧にはヒステリシスが含まれており、起動時の発振を防いでいる。IEEE 802.3afの規定にしたがって、LTC4257-1は最初のトライアルで直列抵抗が20 Ωの電圧源から起動する。

Note 7: I_{IN_CLASS} にはピン2でプログラムされた分類電流は含まれない。分類モードの全電源電流は $I_{IN_CLASS} + I_{CLASS}$ となる。(Note:8を参照)

Note 8: I_{CLASS} は R_{CLASS} を流れる電流の測定値である。 ΔI_{CLASS} の精度は $I_{CLASS} = 1.237/R_{CLASS}$ として定義される理想電流を基準にしている。電流精度の仕様には R_{CLASS} 抵抗のバラツキは含まれない。PDの全分類電流にはICの消費電流(I_{IN_CLASS})も含まれる。「アプリケーション情報」を参照。

Note 9: 25kの認証をディスエーブルするには、SIGDISAをGND($\pm 0.1V$)に接続するか、 V_{IN} を基準にしてSIGDISAを"H"に保つ。「アプリケーション情報」を参照。

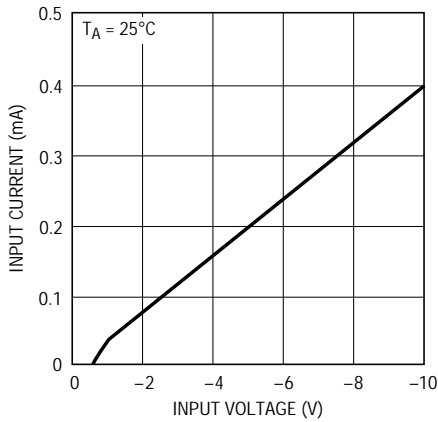
Note 10: I_{OUT_LEAK} にはパワーグッド・ステータス回路によって V_{OUT} ピンに流れる電流が含まれる。この電流は25k Ωの認証用抵抗で補償され、PDの動作には影響を与えない。

Note 11: LTC4257-1にはサーマル保護機能が備わっている。温度が上昇し過ぎると、デバイスは過熱限界温度より下に冷めるまで、LTC4257-1はパワーMOSFETをオフする。LTC4257-1はPSEによる誤った分類結果による熱的損傷に対しても保護されている。LTC4257-1が過熱温度トリップ点を超えると、分類負荷電流はディスエーブルされる。

Note 12: LTC4257-1には2レベルの入力電流制限が備わっている。起動時、C1が充電される前にLTC4257-1の電流レベルは低レベルに設定される。C1が充電され、 $V_{OUT} - V_{IN}$ の電圧がパワーグッド・スレッシュホールドより小さくなると、LTC4257-1は高レベルの電流制限に切り替わる。入力電圧がUVLOオフ・スレッシュホールドより下に下がるまで、LTC4257-1は高レベルの電流制限に留まる。

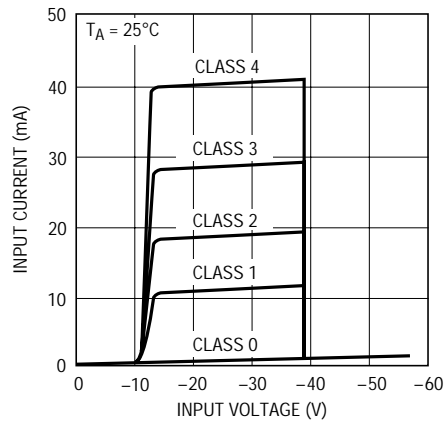
標準的性能特性

入力電流と入力電圧の
25k検出範囲



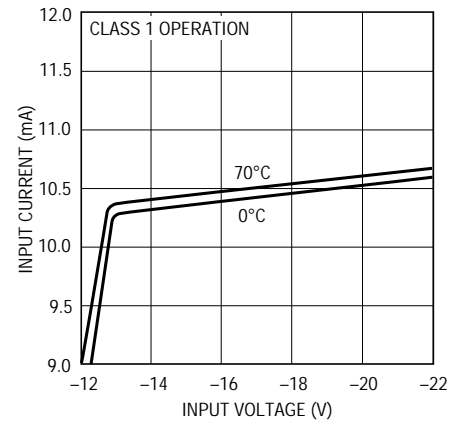
43571 G01

入力電流と入力電圧



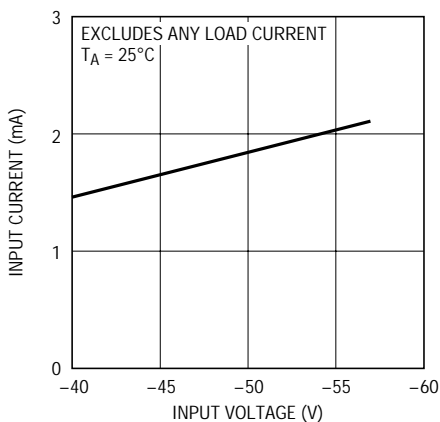
42571 G02

入力電流と入力電圧



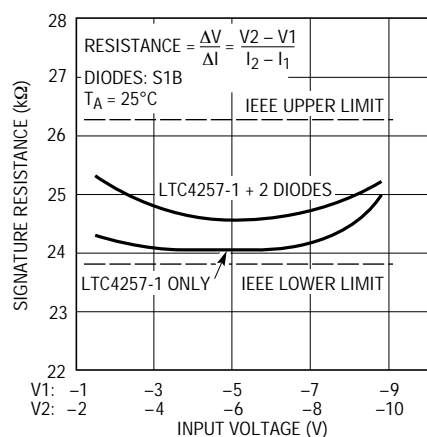
42571 G03

入力電流と入力電圧



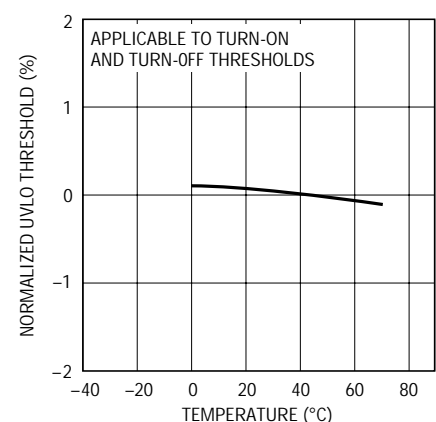
42571 G04

認証用抵抗と入力電圧



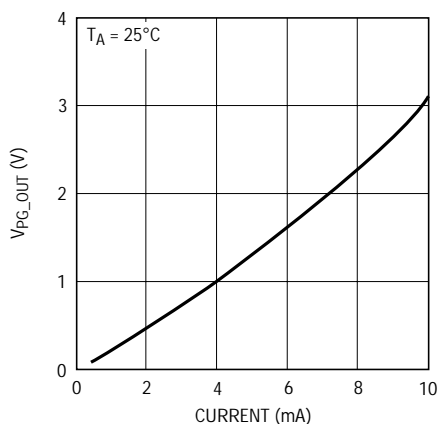
42571 G05

正規化されたUVLOスレッシュ
ホールドと温度



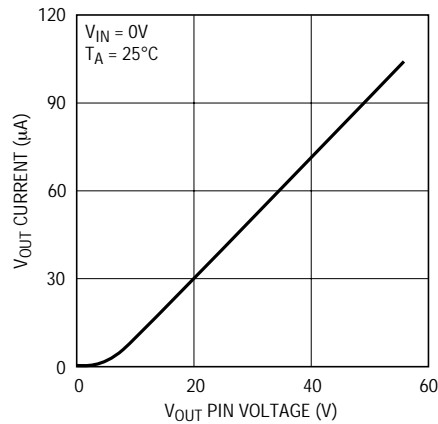
42571 G06

パワーグッド出力のL電圧と電流



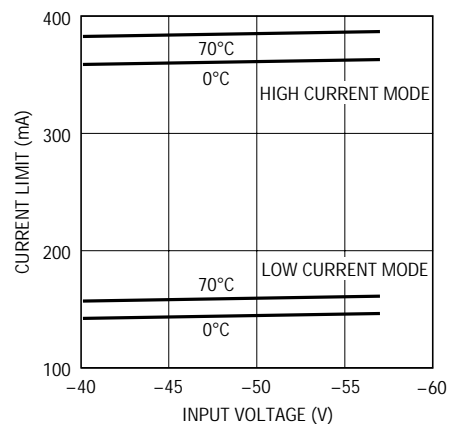
42571 G07

V_{OUT}の洩れ電流



42571 G08

電流制限と入力電圧



42571 G09

ピン機能

NC (ピン1) : NC。

R_{CLASS} (ピン2) : 分類選択入力。LTC4257-1が分類時に維持する電流値を設定するのに使います。 R_{CLASS} と V_{IN} の間に抵抗を接続します(表2を参照)。

NC (ピン3) : NC。

V_{IN} (ピン4) : 電源入力。システムの - 48Vにダイオード・ブリッジを介して接続します。

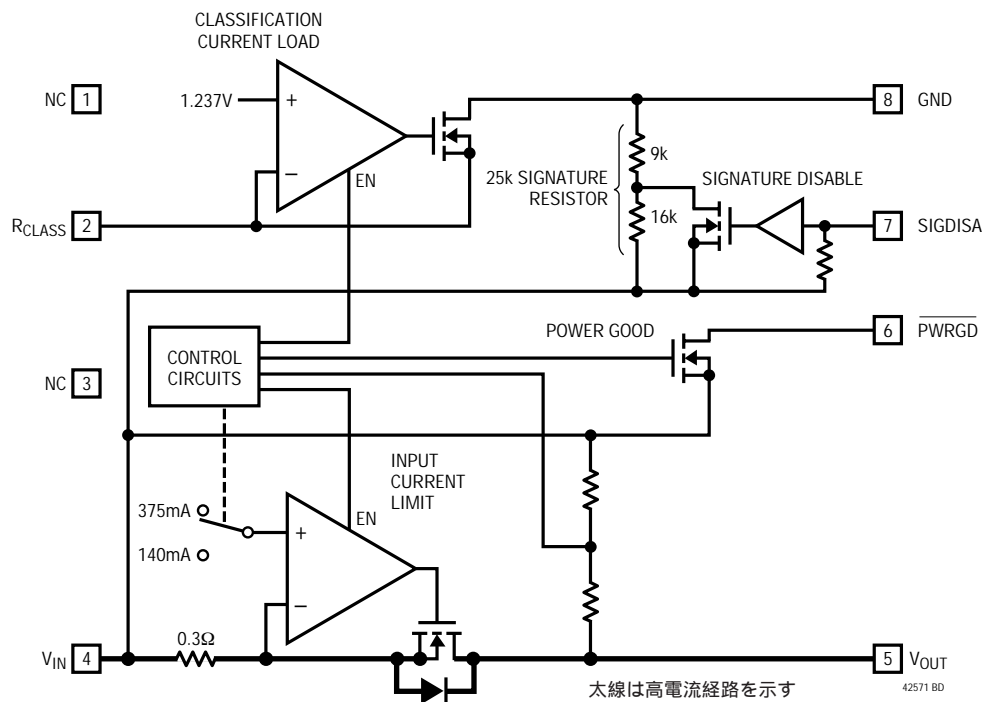
V_{OUT} (ピン5) : 電源出力。入力電流を制限する内部パワーMOSFETを通して - 48VをPDの負荷に供給します。入力電圧がオンUVLOスレッシュホールドを超えて上昇するまで、 V_{OUT} は高インピーダンスになります。出力は次に電流制限されます。「アプリケーション情報」を参照してください。

\overline{PWRGD} (ピン6) : オープン・ドレインのパワーグッド出力。LTC4257-1のMOSFETがオンしており、PDのDC/DCコンバータが動作を開始できることをPD負荷に知らせます。低インピーダンスだと電源が良好な状態であることを示します。 \overline{PWRGD} は検出時、分類時、および熱的過負荷状態では高インピーダンスになります。 \overline{PWRGD} は V_{IN} を基準にしています。

SIGDISA (ピン7) : 認証ディスエーブル入力。認証用抵抗を無効にしてアクティブにならないようにPDがLTC4257-1に指示できます。SIGDISAをGNDに接続すると、認証用抵抗値を無効な値まで下げます。フロートのままにすると、SIGDISAは内部で V_{IN} に引き下げられません。

GND (ピン8) : グランド。入力ダイオード・ブリッジを介してシステムのグランドと電源リターンに接続します。

ブロック図



LTC4257-1

アプリケーション情報

LTC4257-1は、IEEE 802.3af標準規格に適合するように設計されているPowered Device (PD)のフロントエンドとして使用することを意図して作られています。LTC4257-1にはトリミング調整された25k認証用抵抗、分類電流源、および入力電流制限回路が内蔵されています。これらの機能がLTC4257-1に集積化されているので、IEEE 802.3afのすべての必要条件を満たすPD用の認証とパワー・インタフェースを最小の外付け部品で作成することができます。

LTC4257-1は、IEEE 802.3af仕様の突入電流に関する必要条件を満たしていない従来のPower Over EthernetのPSEとインタフェースするように特に設計されています。LTC4257-1を使っているPDは、初期突入電流制限を低いレベルに設定することにより、起動時にPSEから引き込まれる電流を最小に抑えます。起動後、LTC4257-1は高レベルの電流制限に切り替わるので、802.3af PSEが存在すると、PDは最大12.95W消費することができます。この低レベル電流制限により、LTC4257-1はIEEE 802.3fa仕様の突入電流を越すことなく、任意の大きな負荷コンデンサを充電することもできます。この2レベル電流制限により、設計者は従来のPSEと互換性のあるPDを柔軟に設計できるとともに、IEEE 802.3afシステムで可能な高電力配分の利点を利用することもできます。

PDのパワーと認証のインタフェース機能のためにLTC4257-1を使うと、いくつかの利点が得られます。LTC4257-1の電流制限回路には洩れ電流の小さな100V、400mAパワーMOSFETが内蔵されています。この洩れ電流の小さな内蔵MOSFETにより、ボードのスペースとコストが節約できるだけでなく、25k認証用抵抗が劣化するおそれなくなります。さらに、IEEE 802.3afの突入電流制限の条件により、PDでは大きな過渡電力消費が生じます。LTC4257-1は、小さな8ピン・パッケージを過熱させることなくオン・シーケンスを複数回実行できるように設計されています。LTC4257-1は熱的な過負荷保護機能を備えており、過度の電源サイクルが生じても、内蔵パワーMOSFETを安全な動作領域内に保ちます。

動作

図1と表1に示されているように、LTC4257-1には、印加される入力電圧によって、いくつかの動作モードがあります。

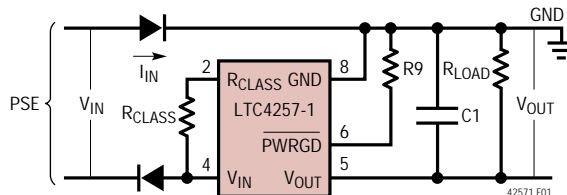
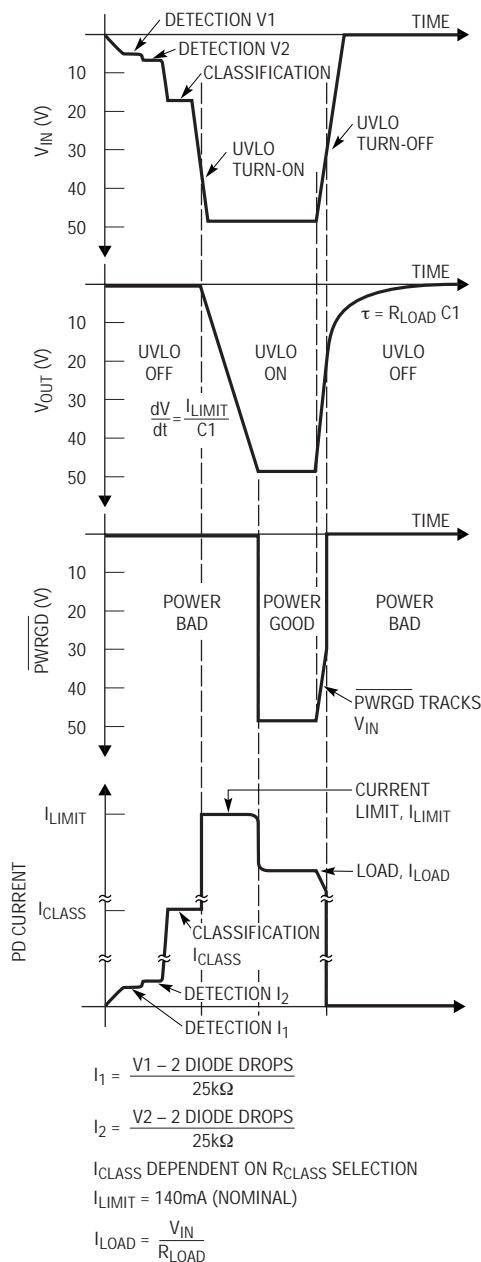


図1．入力電圧の関数としての出力電圧、PWRGD出力およびPD電流

アプリケーション情報

これらの多様なモードはIEEE 802.3af仕様で定められている必要条件を満たしています。入力電圧は V_{IN} ピンに加えられ、GNDピンを基準にしています。この入力電圧は常にマイナスです。混乱を避けるため、このデータシートの電圧は常に絶対値で表示されています。最大負電圧のような用語は最も大きな負電圧を指し、上昇する負電圧は負方向に増加する電圧を指します。このアプリケーションのセクションで取り扱う電気的パラメータには公称値が使われています。特定のパラメータの値の範囲については、「電気的特性」のセクションを参照してください。

表1．入力電圧の関数としてのLTC4257-1の動作モード

入力電圧 (GNDを基準にした V_{IN})	LTC4257-1の動作モード
0V to -1.4V	非アクティブ状態
-1.5V to -10V	25k認証用抵抗の検出
-11V to -12.4V	分類負荷電流が0%から100%まで上昇
-12.5V to UVLO*	分類負荷電流がアクティブ
UVLO* to -57V	電源がPD負荷に接続される

*UVLOにはヒステリシスが含まれている。
立上り入力スレッショルド：約 -36.0V
立下り入力スレッショルド：約 -30.5V

直列ダイオード

IEEE 802.3afの定義するPDの動作モードは、PDのRJ45コネクタの入力電圧を基準にしています。ただし、PD回路はRJ45コネクタとLTC4257-1の間にダイオード・ブリッジを必要とします(図2)。これを考慮に入れて、LTC4257-1では各動作範囲のスレッショルド・ポイントでこれらのダイオードの電圧降下を補償しています。LTC4257-1の電気的仕様で規定されている電圧範囲は、認証範囲と分類範囲の両方ともICのピンを基準にしているので、LTC4257-1の下限はIEEE802.3afの仕様よりもダイオード2個の電圧降下分だけ下に広がっています。UVLOについても同様の調節がなされています。

検出

検出中、PSEは -2.8V ~ -10Vの範囲の電圧をケーブルに印加して、25k認証用抵抗を探します。これにより、ケーブル端のデバイスがPDであることを識別します。端末電圧がこの範囲だと、LTC4257-1は内部25k抵抗をGNDピンと V_{IN} ピンの間に接続します。この温度補償された高精度抵抗が特有の特性を示して、ケーブルの他端の給電装置(PSE)に対して、PDが接続されており、給電を必要としていることを知らせます。

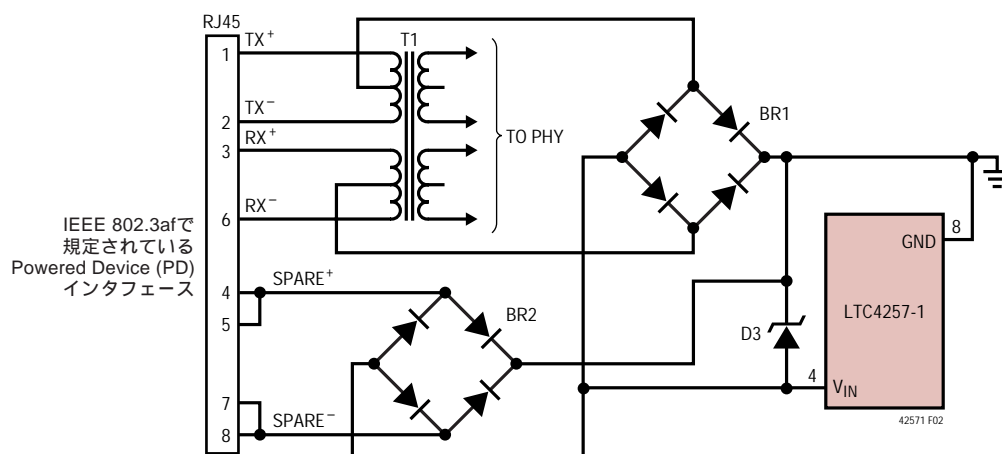


図2．主入力と予備入力にダイオード・ブリッジを使ったPDのフロントエンド

アプリケーション情報

PDに与えられる電力は2つの極性のどちらかを使うことが許されており、PDはこの電力を受け入れなければならないので、一般にダイオード・ブリッジが入力に接続されます。LTC4257-1はこれら2個の直列ダイオードの電圧と抵抗に与える影響を補償するように設計されています。認証範囲はIEEEの範囲よりも下まで伸びて、ダイオードの電圧降下に適応しています。IEEE仕様では、これらのダイオードのDCオフセットが認証用抵抗の測定に影響を与えないようにするため、PSEが $\Delta V/\Delta I$ 測定手法を使うことを要求しています。ただし、ダイオード抵抗は認証用抵抗に直列に現われるので、PDの全認証用抵抗に含める必要があります。LTC4257-1は認証経路の2個の直列ダイオードの抵抗をオフセットすることによりこれらのダイオードを補償するので、LTC4257-1を使って作成されたPDはIEEEの仕様を満たします。

アプリケーションによっては、PDが検出されるかどうかを制御する必要があります。この場合、SIGDISAピンを使って25k認証をイネーブル/ディスエーブルすることができます(図3)。SIGDISAピンを使って認証をディスエーブルすると認証用抵抗が9kに替わりますが、これはIEEE 802.3afの仕様によれば無効な認証です。この無効な認証は - 2.8V ~ - 10VのPD入力電圧に対して存在しません。入力が - 10Vを超すと、認証用抵抗は25kに戻り、LTC4257-1の電力消費を最小に抑えます。認証をディスエーブルするには、SIGDISAをGNDに接続します。代わりに、SIGDISAピンを V_{IN} を基準にして“H”にすることもできます。SIGDISAが“H”のとき、LTC4257-1のすべての機能がディスエーブルされます。

分類

PSEはPDを検出した後、オプションとしてPDを分類することができます。分類により、PSEは電力消費の少ないPDを識別してこれらのデバイスには少ない電力を割り当てることができるので、効率良く電力を分配することができます。IEEE 802.3afでは、異なる電力レベルにより、5つのクラス(表2)が定義されています。設計者はPDの消費電力に基づいて適切な分類を選択します。各クラスには固有の負荷電流があり、PDは分類調査時にその電流をラインに適用します。PSEはPDの負荷電流を測定して、適切な分類とPDの必要電力を決定します。

表2 . IEEE 802.3afの電力分類とLTC4257-1の R_{CLASS} 抵抗の選択

CLASS	USAGE	MAXIMUM POWER LEVELS AT INPUT OF PD (W)	NOMINAL CLASSIFICATION LOAD CURRENT (mA)	LTC4257-1 R_{CLASS} RESISTOR (Ω , 1%)
0	Default	0.44 to 12.95	<5	Open
1	Optional	0.44 to 3.84	10.5	124
2	Optional	3.84 to 6.49	18.5	68.1
3	Optional	6.49 to 12.95	28	45.3
4	Reserved	Reserved*	40	30.9

*クラス4は現時点では予備であり、使用してはならない。

IEEE 802.3afの初期の仕様草案では、PSEがPDを分類するために使用できる2つの方法が定義されていました。これらの方法は「電流測定法」および「電圧測定法」として知られています。IEEEはその後、「電圧測定法」を仕様から削除しました。

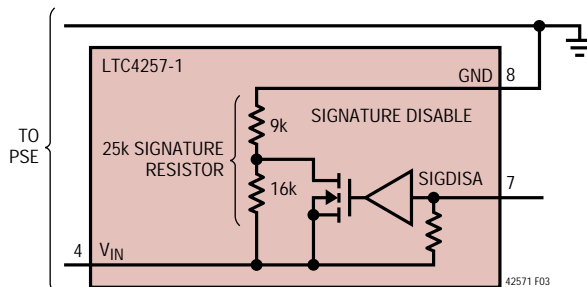


図3 . ディスエーブル付き25k認証用抵抗

アプリケーション情報

LTC4257-1はIEEE 802.3af標準に適合していますが、廃止された「電圧測定法」でも動作します。

「電流測定法」(図4)では、PSEは -15.5V ~ -20Vの固定電圧をPDに与えます。入力電圧がこの範囲だと、LTC4257-1は R_{CLASS} 抵抗を通してGNDピンから負荷電流を流します。負荷電流の大きさは選択される R_{CLASS} 抵抗によって設定されます。各クラスに対応した抵抗値を表2に示します。

「電圧測定法」(図5)では、PSEはPDに電流を流して、PDの端子間の電圧をモニタします。PSEの電流は、テスト対象のPDを分類するために、分類用負荷電流値の間を段階的に切り替えられます。PD負荷電流より低いPSE調

査電流の場合、LTC4257-1はPDの端子電圧を分類電圧範囲より低く保ちます。PD負荷電流より高いPSE調査電流の場合、LTC4257-1はPDの端子電圧を強制的に分類電圧範囲より高くします。

分類時には、適当な電力がLTC4257-1で消費されます。IEEE 802.3afでは分類時間を75msに制限しています。LTC4257-1はこの時間内の電力消費を処理するように設計されています。PSEからの調査が75msを超すと、LTC4257-1が過熱状態になることがあります。この状況では、過熱保護回路が作動して、デバイスを保護するために分類電流源をディスエーブルします。入力電圧がUVLOオン電圧を超えて上昇するまで、LTC4257-1は分類モードに留まります。

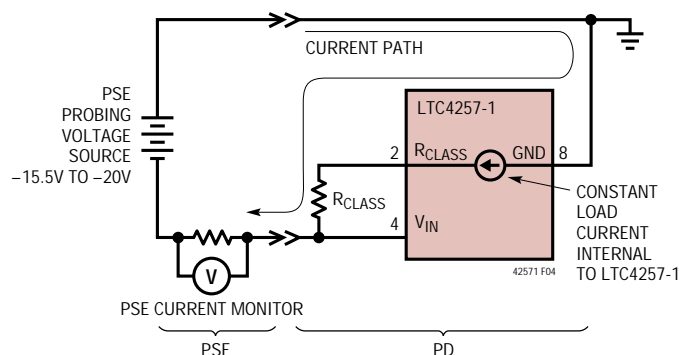


図4 . IEEE 802.3afの「電流測定法」による分類調査

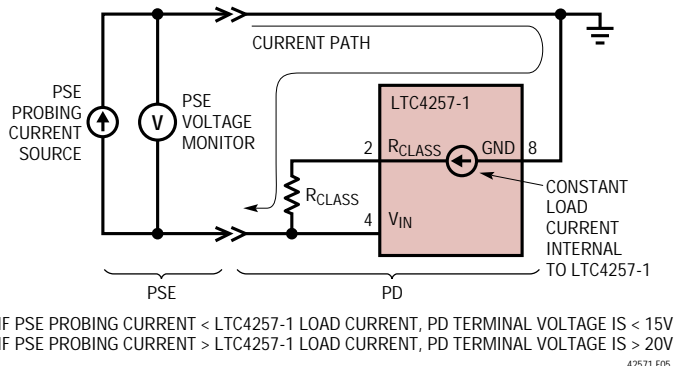


図5 . IEEE 802.3afの「電圧測定法」による分類調査

アプリケーション情報

低電圧ロックアウト

IEEE 802.3afではPDに対して42Vの最大オン電圧と30Vの最小オフ電圧を要求しています。さらに、PSEとPD間の配線の抵抗性損失による起動時の発振を防ぐため、PDは大きなオン/オフ・ヒステリシスを備えている必要があります。LTC4257-1は低電圧ロックアウト(UVLO)回路を内蔵しており、ライン電圧を監視して、いつPD負荷に電力を供給するか決定します(図6)。電力が負荷に与えられる前、 V_{OUT} ピンは高インピーダンスであり、コンデンサC1には電荷が蓄積されていないのでグランド電位になっています。入力電圧がUVLOオン・スレッシュヨルドを超えて上昇すると、LTC4257-1は分類負荷電流を切り離して、内部のパワーMOSFETをオンします。C1はLTC4257-1の電流制限制御のもとに充電され、 V_{OUT} ピンは0Vから V_{IN} に遷移します。このシーケンスを図1に示します。LTC4257-1にはヒステリシスをもったUVLO回路が内蔵されており、入力電圧がUVLOのオフ・スレッシュヨルドより下に下がるまで負荷への電力供給を保ちます。入力電圧が-30Vより減少すると、内部

のパワーMOSFETがオフし、分類負荷電流が再度イネーブルされます。C1はPD回路を通して放電し、 V_{OUT} ピンは高インピーダンス状態になります。

入力電流制限

IEEE 802.3afは最大突入電流を規定しており、またGNDピンと V_{OUT} ピン間の最小負荷コンデンサも規定しています。システム内のオン・サージ電流を制御するため、LTC4257-1には内蔵のパワーMOSFETとセンス抵抗を使った2レベル電流制限回路が内蔵されており、追加の外付け部品なしに完全な突入電流制御回路を構成しています。オン時に、LTC4257-1は入力電流を低いレベルに制限するので、負荷コンデンサはライン電圧まで制御された状態で上昇します。

LTC4257-1は、IEEE 802.3af標準規格の突入電流に関する必要条件を満たしていない従来のPSEとインタフェースするように特に設計されています。

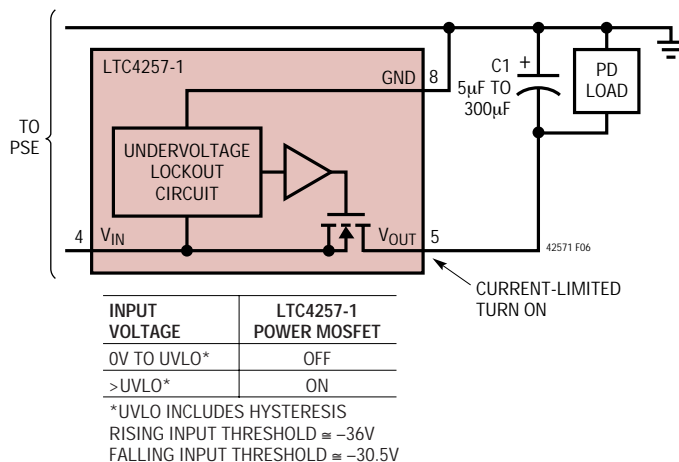


図6 . LTC4257-1の低電圧ロックアウト

アプリケーション情報

これは2レベルの電流制限を使って実現されています。起動時、C1が充電される前に、LTC4257-1の電流制限は低レベルに設定されます。C1が充電され、 $V_{OUT} - V_{IN}$ の電圧差がパワーグッド・スレッシュホールドより小さくなると、LTC4257-1は高レベルの電流制限に切り替わります。2レベルの電流制限により、電流供給能力が制限されている従来のPSEがPDを起動することができ、同時に、PDはIEEE 802.3afのPSEから全電力を引き出すこともできます。

また、2レベル電流制限により、任意の大きさの負荷コンデンサを使うことができます。IEEE 802.3af仕様は、オン時にPDが突入電流のリミットを50ms以上超えないことを要求しています。負荷コンデンサがIEEEの突入電流リミットの規格値よりも小さい電流で充電されるので、LTC4257-1は50msの時間制限には拘束されません。したがって、LTC4257-1には大きな負荷コンデンサを使うことができます。

LTC4257-1が低レベルの電流制限から高レベルの電流制限に切り替わるとき、一時的な電流の増加が観察されます。この電流スパイクは、LTC4257-1が最後の1.5Vを高レベル電流制限で充電する結果です。10 μ Fのコンデンサを充電するとき、標準的な電流スパイクは幅が100 μ sで、低レベル電流リミットの公称値の125%です。

入力電圧がUVLOオフ・スレッシュホールドより下に下がるまで、LTC4257-1は高レベル電流制限に留まります。この2レベル電流制限により、設計者は従来のPSEと互換性のあるPDを柔軟に設計することができるとともに、IEEE 802.3afシステムで可能な高電力配分の利点を利用することもできます。

電流が制限されたオン時に、大量の電力がパワーMOSFET内で消費されます。LTC4257-1はこの熱負荷を許容するように設計されており、内蔵されているパワーMOSFETへの損傷を避けるため、熱的に保護されています。IEEE 802.3afに準拠するために、PDの定常状態の電力消費は表2に示されているリミット内に収まるようにする必要がありますので、PDの設計者は注意してください。

パワーグッド機能

LTC4257-1にはパワーグッド回路(図7)が備わっており、負荷コンデンサC1が完全に充電されて、PDがDC/DCコンバータ動作を開始できることをPD回路に知らせるのに使われます。パワーグッド回路は内蔵パワーMOSFET両端の電圧を監視し、この電圧が1.5Vより下に下がるとPWRGDが有効になります。パワーグッド回路には大きな値のヒステリシスをもたせてあるので、LTC4257-1は、誤ってPWRGDを無効にすることなく、電流制限ポイントの近くで動作することができます。MOSFETの電圧が3Vまで増加しないと、PWRGDは無効にされません。

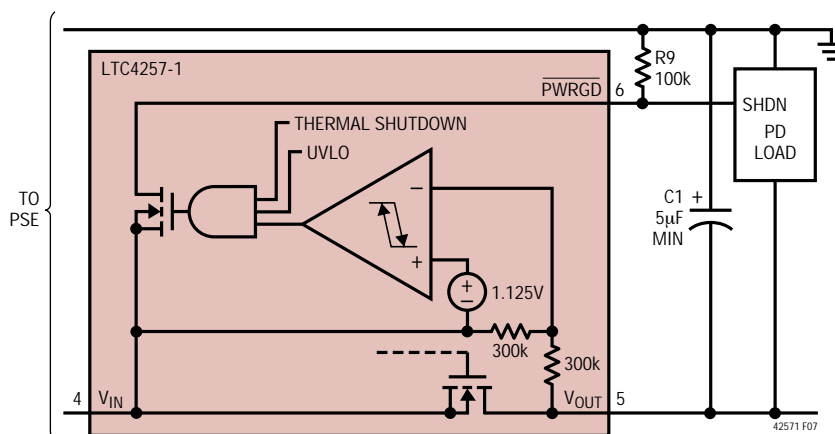


図7 . LTC4257-1のパワーグッド

アプリケーション情報

入力ラインの電圧が突如増加すると、この電圧ステップはコンデンサC1を通して伝達され、パワーMOSFETの両端に現われます。LTC4257-1の応答は電圧ステップの大きさ、ステップの立ち上がり時間、コンデンサC1の値、およびDC負荷に依存します。高速で立ち上がる入力の場合、LTC4257-1は内部補助電流制限回路を使って短時間にコンデンサC1を充電しようとします。このシナリオでは、PSEの電流制限が回路全体の制限をおこなう必要があります。低速で立ち上がる入力の場合、LTC4257-1の375mAの電流制限がコンデンサC1の充電速度を設定します。いずれの場合も、コンデンサが新しいライン電圧まで充電されるあいだ、 $\overline{\text{PWRGD}}$ 信号が短時間だけ非アクティブになることがあります。PDの設計では、入力電圧ステップによって $\overline{\text{PWRGD}}$ 信号が非アクティブになるかどうか、またこれが生じた場合どう応答するか決めておく必要があります。設計によっては、この現象のあいだ、PDに電力を供給するのはC1の電荷で十分です。この場合、断続的なパワーバッド状態を無視するように、 $\overline{\text{PWRGD}}$ 信号にフィルタをかける方が良いかもしれません。ローパス・フィルタをパワーグッド・インタフェースに挿入する方法を図10に示します。

大きな負荷コンデンサを使った大きな電力を消費するPDデザインの場合、 $\overline{\text{PWRGD}}$ 信号を使ってPD回路の起動を遅らせることが重要です。電流制限されたオン・シーケンスのあいだ、PD回路がディスエーブルされないと、負荷コンデンサを充電するための電流がPD回路に流れてしまって、入力の立ち上がりが遅くなるため、LTC4257-1がサーマル・シャットダウンする可能性があります。

$\overline{\text{PWRGD}}$ ピンは1mAをシンクする能力のある100Vのオープン・ドレイン内部トランジスタに接続されています。低インピーダンスだと電源がグッドであることを示します。 $\overline{\text{PWRGD}}$ は認識と分類の調査時、および熱的過負荷状態では高インピーダンスになります。

オフ時には、入力電圧が30Vより下に下がると $\overline{\text{PWRGD}}$ は非アクティブになります。さらに、入力波形の立ち上がりが速い場合、オン時に $\overline{\text{PWRGD}}$ が短時間、アクティブになることがあります。 $\overline{\text{PWRGD}}$ は V_{IN} ピンを基準にしており、アクティブ状態では V_{IN} の電位に近くなります。PDのDC/DCコンバータは一般に V_{OUT} を基準にするので、 $\overline{\text{PWRGD}}$ 信号の電位差が悪影響を生じないように注意を払う必要があります。図10に示されているように、ダイオード・クランプD6を使うと問題が緩和されます。

サーマル保護

ミニパッケージでも安全な動作温度を保ってデバイスの全機能を提供するため、LTC4257-1にはサーマル過負荷保護機能が内蔵されています。いくつかの要因により、LTC4257-1内で非常に大きな電力が消費される可能性があります。オン時に、負荷コンデンサが完全に充電される前に、LTC4257-1が消費する瞬時電力は10Wになることがあります。負荷コンデンサが充電するにつれ、LTC4257-1内の電力消費は減少し、DC負荷電流に依存する定常値に達します。LTC4257-1内の電力消費が減少する速度は負荷コンデンサのサイズによって決まります。LTC4257-1はサーマル・シャットダウンすることなく、最大800 μF の負荷コンデンサを扱うことができます。このように大きな負荷コンデンサの場合、LTC4257-1のダイ温度は1回のオン・シーケンスの間に約50 上昇します。なんらかの理由で電源がデバイスから切り離されたのち再度短時間で接続されたため、LTC4257-1が再度負荷コンデンサを充電する必要があると、安全対策がとられていないかぎり過度の温度上昇が生じます。

アプリケーション情報

LTC4257-1はダイ温度をモニタして、熱損傷から自己を保護します。ダイ温度が過温度トリップ・ポイントを超すと、デバイスが過温度設定ポイント以下に冷めるまで電流をゼロに減らし、デバイス内部では電力はほとんど消費されません。

分類時に、PSEが75msの調査時間制限に違反すると、LTC4257-1が過熱状態になる可能性があります。ダイ温度が過温度トリップ・ポイントを超すと、LTC4257-1を保護するため、サーマル保護回路が分類電流をディスエーブルします。ダイが設定ポイントより低い温度まで冷めると、分類電流が再度イネーブルされます。

外部インタフェースと部品の選択

トランス

イーサネット・ネットワークのノードは一般に絶縁トランスを介して外界とインタフェースします(図8)。PDの場合、絶縁トランスにはメディア(ケーブル)側に中心タップが必要です。インピーダンスを正しく整合させ、放射エミッションや伝導エミッションを避けるため、トランスの周囲には適切な終端が必要です。適切な絶縁トランスの選択と適切な終端方法については、Pulse、Bel Fuse、Tycoなどのトランス・メーカー(表3)からサポートを受けることができます。これらのメーカーは、PDアプリケーション向けに特に設計されたトランスを用意しています。

表3 . Power-Over-Ethernet用トランスのメーカー

VENDOR	CONTACT INFORMATION
Pulse Engineering	12220 World Trade Drive San Diego, CA 92128 Tel: 858-674-8100 FAX: 858-674-8262 http://www.pulseeng.com/
Bel Fuse Inc.	206 Van Vorst Street Jersey City, NJ 07302 Tel: 201-432-0463 FAX: 201-432-9542 http://www.belfuse.com/
Tyco Electronics	308 Constitution Drive Menlo Park, CA 94025-1164 Tel: 800-227-7040 FAX: 650-361-2508 http://www.circuitprotection.com/

ダイオード・ブリッジ

IEEE 802.3afは、TX/RXの配線に関して2つの構成法のどちらの電力用配線も許容しており、RJ45コネクタの予備の配線対を使ってPDに電力を供給することもできます。PDは主入力と予備入力の両方でどちらの極性の電力でも受け入れることが要求されているので、異なった配線方法に適應するため、両方の入力にダイオード・ブリッジを接続するのが一般的です。これらのダイオード・ブリッジの実装例を図8に示します。PDが57Vで給電されるとき、使用されないブリッジの逆方向洩れ電流が28 μ A以下であることも、仕様は要求しています。

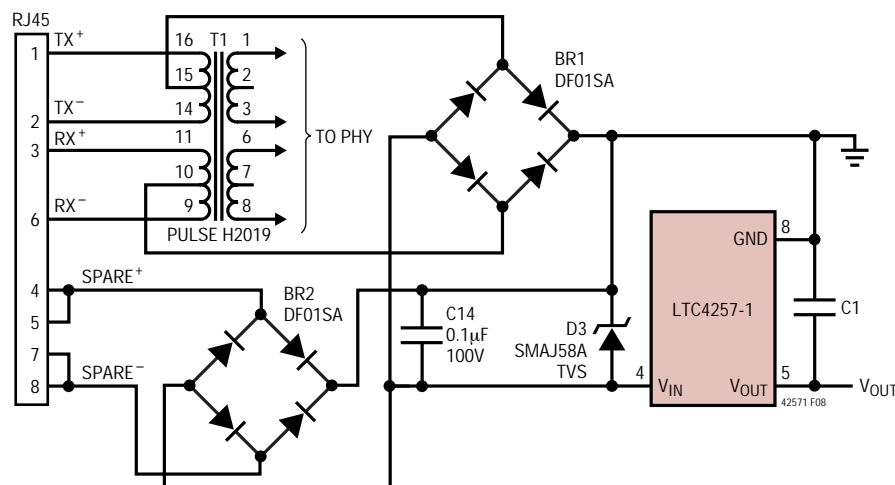


図8 . 絶縁トランス、ダイオード・ブリッジ、およびコンデンサを搭載したPDのフロントエンド

アプリケーション情報

IEEE標準にはAC遮断機能を実現するためにACインピーダンスの必要条件も含まれています。図8のコンデンサC14は、このACインピーダンスの必要条件を満たすために使われています。このアプリケーションには、0.1 μ Fのコンデンサを推奨します。

LTC4257-1は V_{IN} ピンとGNDピン間に現われる電圧に基づいていくつかの異なる動作モードを備えています。PDの設計で使われる入力ダイオードの順方向電圧降下は入力電圧を下げるので、モード間の遷移点に影響を与えます。LTC4257-1を使うとき、特に低温で動作させるときは、この順方向電圧降下に十分注意を払う必要があります。大きめのダイオードを選択すると、電圧降下を許容可能な低レベルに保つのに役立ちます。

補助電源

アプリケーションによっては、ACアダプタなどの補助電源からPDに電力を供給するのが望ましい場合があります。ダイオードを使って外部電源をPDにOR結合する3つの方法を図9に示します。オプション1ではLTC4257-1の前に電源を挿入しますが、オプション2とオプション3ではLTC4257-1の後に電源を挿入します。

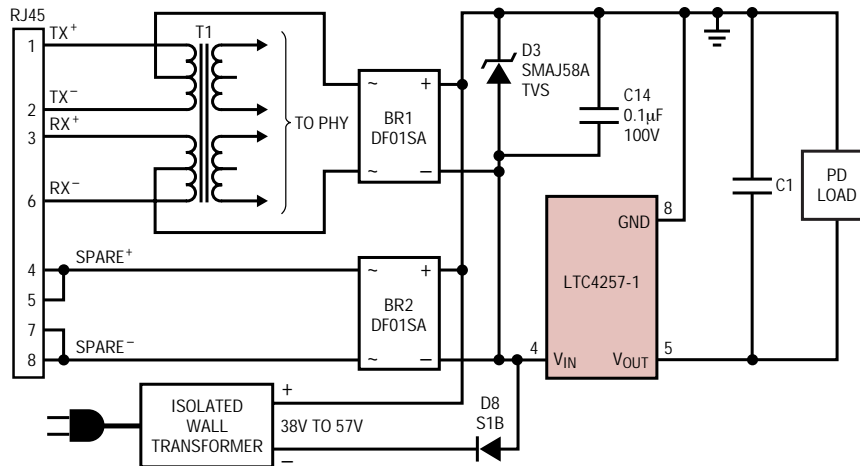
LTC4257-1の前に電源を挿入する場合(オプション1)、そのACアダプタはLTC4257-1のUVLOオン条件を超え、最大電圧を57Vに制限している必要があります。このオプションによりトランスへの入力電流を制限し、有効なパワーグッド信号を出力し、電源の優先順位の問題を簡素化します。PSEより前にACアダプタがPDに電力を供給し始めるかぎり、ACアダプタが優先されて25kの認証を損なうので、PSEはPDに電力を供給しません。PSEが既にPDに電力を供給している場合、ACアダプタはPSEと並列に接続されます。この場合、優先順位は電源電圧の高い方に与えられます。ACアダプタの電圧の方が高いとPSEからは電流が流れないので、PSEはライン電圧を切り離します。一方、ACアダプタの電圧の方が低いとPSEがPDに電力を供給し続け、ACアダプタの電力は使用されません。どちらのシナリオでも適切に動作します。

補助電源をLTC4257-1の後に接続すると(オプション2)、別のトレードオフが生じます。この構成では、ACアダプタはLTC4257-1のUVLOオン条件を超える必要はありません。ただし、ACアダプタがLTC4257-1に電力を供給するのを防ぐため、ダイオードD9を接続する必要があります。ACアダプタの電圧条件はPDスイッチャの必要条件によって支配され、57Vを超えることもあります。ただし、電源の優先順位の問題には更に介入する必要があります。ACアダプタの電圧がPSEの電圧より低いと、優先順位はPSE電源に与えられます。PDにはPSEから電力が供給され、ACアダプタは使用されません。この構成は、Power Over Ethernetシステムでは問題になりません。一方、ACアダプタの電圧の方がPSEの電圧より高いと、PDにはACアダプタから電力が供給されます。この状況では、PSEが存在すると生じる可能性のある電源サイクルの問題を解決する必要があります。PSEはPDを検出して電源を接続します。PDがACアダプタから電力を供給されていると、PDは最小負荷条件を満たさないで、PSEは電源を切り離します。PSEは再度PDを検出して電源サイクルを開始します。ACアダプタの電圧がPSEの電圧より高い場合、オプション2で示されているように認証をディスエーブルするか、またはLTC4257-1の出力に最小負荷を与えて電源サイクルを防ぐ必要があります。

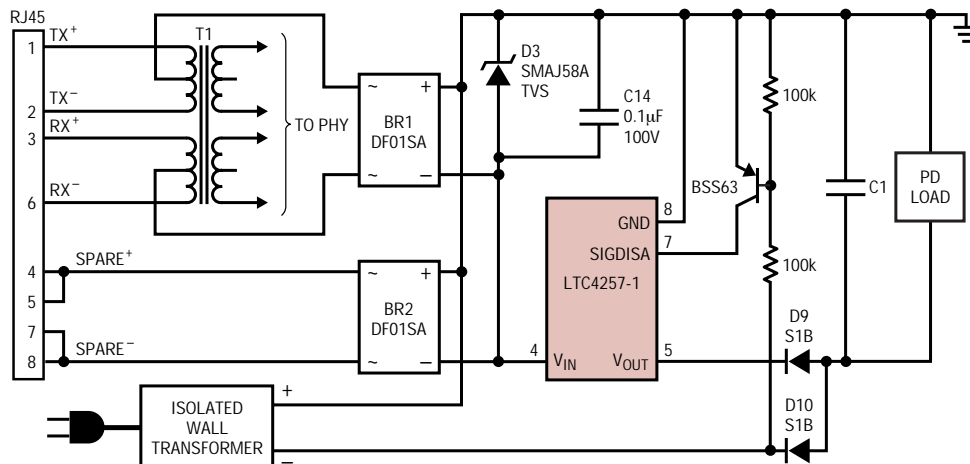
オプション3でもLTC4257-1の後に電源を接続しますが、ダイオードD9は省かれています。このダイオードが省かれているので、ACアダプタの電圧が負荷だけでなく、LTC4257-1にも加わります。このため、ACアダプタの電圧を38V~57Vに維持してLTC4257-1を正常な動作範囲に保つ必要があります。オプション3には、外部電圧がPSEの電圧を超すと自動的に25kの認証をディスエーブルするという利点があります。

アプリケーション情報

オプション1：補助電源がLTC4257-1の前に挿入されている



オプション2：補助電源がLTC4257-1の後に挿入されており、認証がディスエーブルされている



オプション3：補助電源がLTC4257-1とPD負荷に接続されている

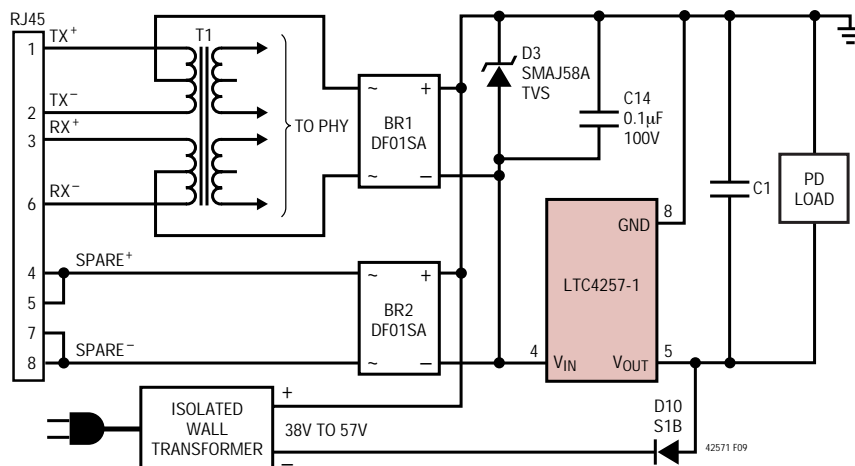


図9 . PDの補助電源

アプリケーション情報

分類抵抗の選択 (R_{CLASS})

IEEE仕様ではPDを4つの異なるクラスに分類することができますが、クラス4は将来使用するために予約されています(表2)。R_{CLASS}からV_{IN}に接続されている外部抵抗(図4)が分類電流の値を設定します。設計者はPDがどの電力分類に当てはまるか決定してから、R_{CLASS}の適切な値を表2から選択します。固有の負荷電流が必要ならば、R_{CLASS}の値は次のように計算することができます。

$$R_{CLASS} = 1.237V / (I_{DESIRED} - I_{IN_CLASS})$$

ここで、I_{IN_CLASS}は分類時のLTC4257-1デバイスの電源電流で、電気的仕様で与えられています。R_{CLASS}抵抗は、分類回路全体の精度を低下させないために、1%抵抗か、それより良いものにする必要があります。抵抗の電力消費は最大50mWで過渡的なものなので、過熱については一般に心配する必要がありません。ループの安定性を維持するため、レイアウトではR_{CLASS}ノードの容量

を最小に抑えます。R_{CLASS}ピンをフロートさせて、分類回路をディスエーブルすることができます。R_{CLASS}ピンをV_{IN}に短絡しないでください。短絡するとLTC4257-1の分類回路は非常に大きな電流を流し込もうと試みます。この場合、LTC4257-1はすぐにサーマル・シャットダウン状態になります。

パワーグッド・インタフェース

PWRGD信号はオープン・ドレインの高電圧トランジスタによって制御されます。PD負荷を制御するためのアクティブ「H」とアクティブ「L」のインタフェース回路の例を図10に示します。

アプリケーションによっては、間欠的なパワーバッド状態を無視する方が望ましいことがあります。これは、図10のコンデンサC15を追加してローパス・フィルタを形成することによって実現することができます。

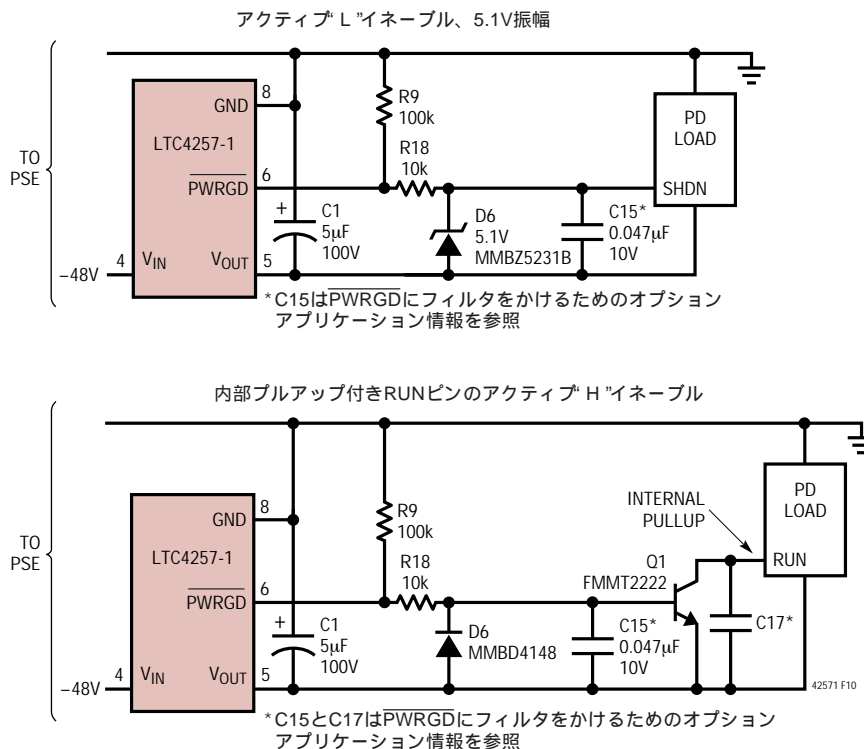


図10. パワーグッド・インタフェースの例

アプリケーション情報

示されている部品を使用すると、約200 μ s以下のパワーバッド状態は無視されます。逆に、他のアプリケーションでは、PD負荷へのPWRGDの適用を遅らせる方が望ましいかもしれません。PWRGD信号は、図10のコンデンサC17を追加して遅らせることができます。

認証ディスエーブル・インタフェース

25kの認証をディスエーブルするには、SIGDISAピンをGNDピンに接続します。認証ディスエーブル・インタフェース回路の一例を図9のオプション2に示します。

負荷容量

IEEE 802.3afは、PDが5 μ Fの最小負荷容量を維持することを要求しています。これよりはるかに大きな負荷コンデンサをもつことは許されており、LTC4257-1は熱が問題になる前に非常に大きな負荷コンデンサを充電することができます。ただし、負荷コンデンサはあまり大きすぎるとはならず、大きすぎるとPDの設計がIEEE 802.3afの要求条件に違反する可能性があります。

負荷コンデンサが大きすぎると、PSEによる予期せぬ電源シャットダウンの問題が生じる可能性があります。以下のシナリオについて検討してみます。PSEが-57V(最大許容値)で動作しており、PDが検出されて電力供給を開始した場合、負荷コンデンサは-57Vの近くまで充電されます。なんらかの理由でPSEの電圧が突如、-44V(最小許容値)に減少した場合、入力ブリッジがバイアスを反転させ、PDの電力は唯一、負荷コンデンサから供給されます。負荷コンデンサのサイズとPDのDC負荷に依存して、ある時間のあいだ、PDはPSEからは全く電力を受け取りません。この時間がIEEE 802.3afの規定する300msの遮断遅延時間を超すと、PSEはPDから電源を切り離す可能性があります。このため、負荷コンデンサと負荷電流を評価して、予期せぬシャットダウンが発生しないようにする必要があります。

10 μ F以下の非常に小さい出力コンデンサは、電流制限状態で非常に短時間に充電されます。出力の電圧が急速に変化すると電流制限が一時的に減少し、コンデンサの充電速度がいくらか低下することがあります。逆に、非常に大きなコンデンサを充電すると、電流制限がわずかに増加することがあります。いずれの場合も、出力電圧がその最終値に達すると、入力電流制限はその公称値に戻ります。

Maintain Power Signature

IEEE 802.3afシステムでは、PSEはmaintain power signature(MPS)を使って、PDが引き続き、電力を必要とするかを判定します。PDが少なくとも10mAを流し、0.05 μ Fと並列なそのACインピーダンスが26.25kより小さいことをMPSは要求します。このデータシートに示されているPDアプリケーションは、電力を維持するのに必要な条件を満たしています。DC電流が10mAより少ないか、またはACインピーダンスが26.25を超えると、PSEが電力供給を遮断する可能性があります。電力供給が遮断されることを保証するには、DC電流は5mA未満に、またACインピーダンスは2M以上にする必要があります。

レイアウト

LTC4257-1は比較的、レイアウトの問題に影響されません。R_{CLASS}ピンには過度の寄生容量が生じないようにしてください。特別な場合にはヒートシンクが必要になることがあります。PDの電圧は最大-57Vになることがあるので、高電圧レイアウトの手法を使います。

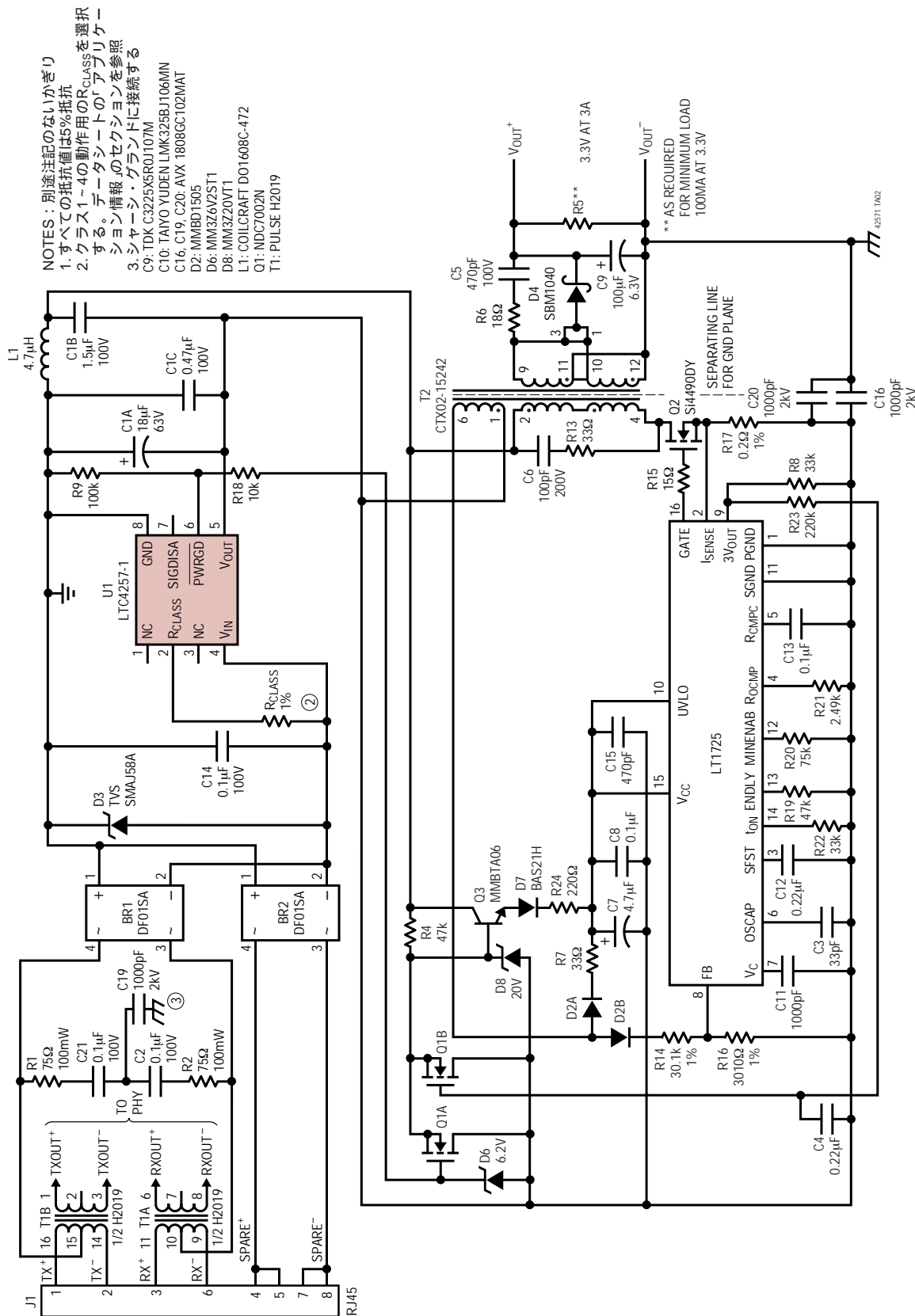
LTC4257-1のピン5とピン8の間に接続された負荷コンデンサは、完全に充電されると大きなエネルギーを保存することができます。このエネルギーが誤ってLTC4257-1内で消費されないようにPDを設計しなければなりません。極性保護ダイオードはケーブルの短絡事故による損傷を防ぎます。ただし、負荷コンデンサが充電されているときにPD内でV_{IN}ピンがGNDピンに短絡すると、内部MOSFETの寄生ボディ・ダイオードを通して電流が流れ、LTC4257-1に永久的な損傷を与えるおそれがあります。

静電気放電とサージの抑制

LTC4257-1は-100Vの絶対最大電圧で動作するように仕様が規定されており、短時間の過電圧に耐えるように設計されています。ただし、外界とインタフェースするピン(主にV_{IN}とGND)では、常に10kVを超えるピーク電圧にさらされる可能性があります。LTC4257-1を保護するため、ブリッジとLTC4257-1の間に過渡電圧サプレッサを接続することを強く推奨します(図2のD3)。

アプリケーション情報

3.3V、3A絶縁電源付きPDパワー・インタフェース

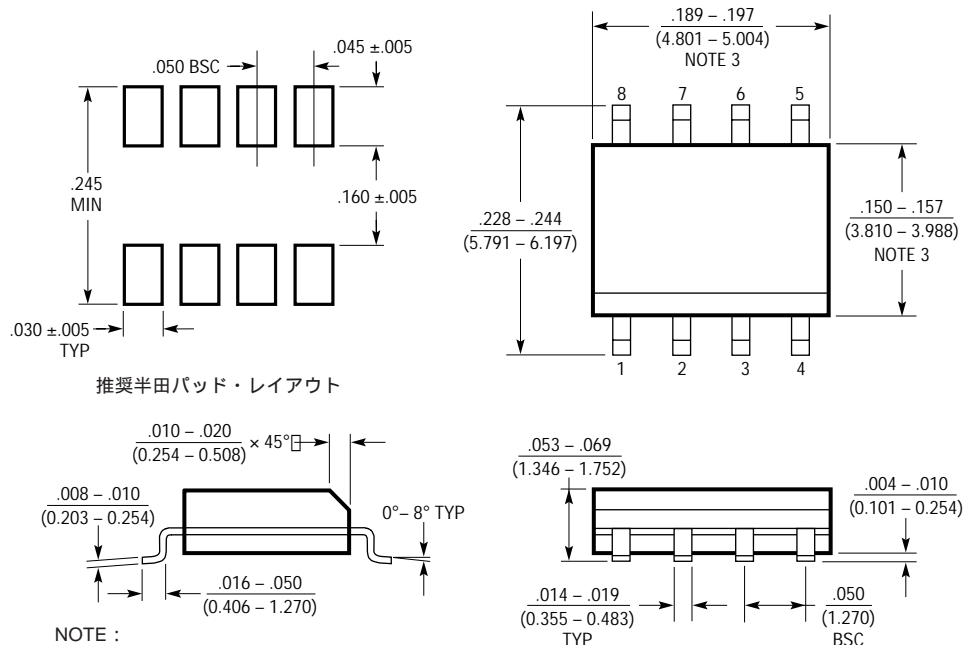


NOTES: 別途注記のないかぎり
 1. すべての抵抗値は5%抵抗
 2. クラス1~4の動作用のR_{CLASS}を選択する。データシートの「アプリケーション情報」のセクションを参照する。
 3. シヤース・グラウンドに接続する

C9: TDK C3225X5R0J107M
 C10: TAIYO YUDEN LMK325BJ106MN
 C16, C19, C20: AVX 1808GC102MAT
 D2: MMBD1505
 D6: MMS3Z6V2ST1
 D8: MMS3Z20VT1
 L1: COILCRAFT D01608C-472
 O1: NDC7002N
 T1: PULSE H2019

パッケージ寸法

S8パッケージ
8ピン・プラスチックSQ(細型0.150インチ)
(Reference LTC DWG # 05-08-1610)



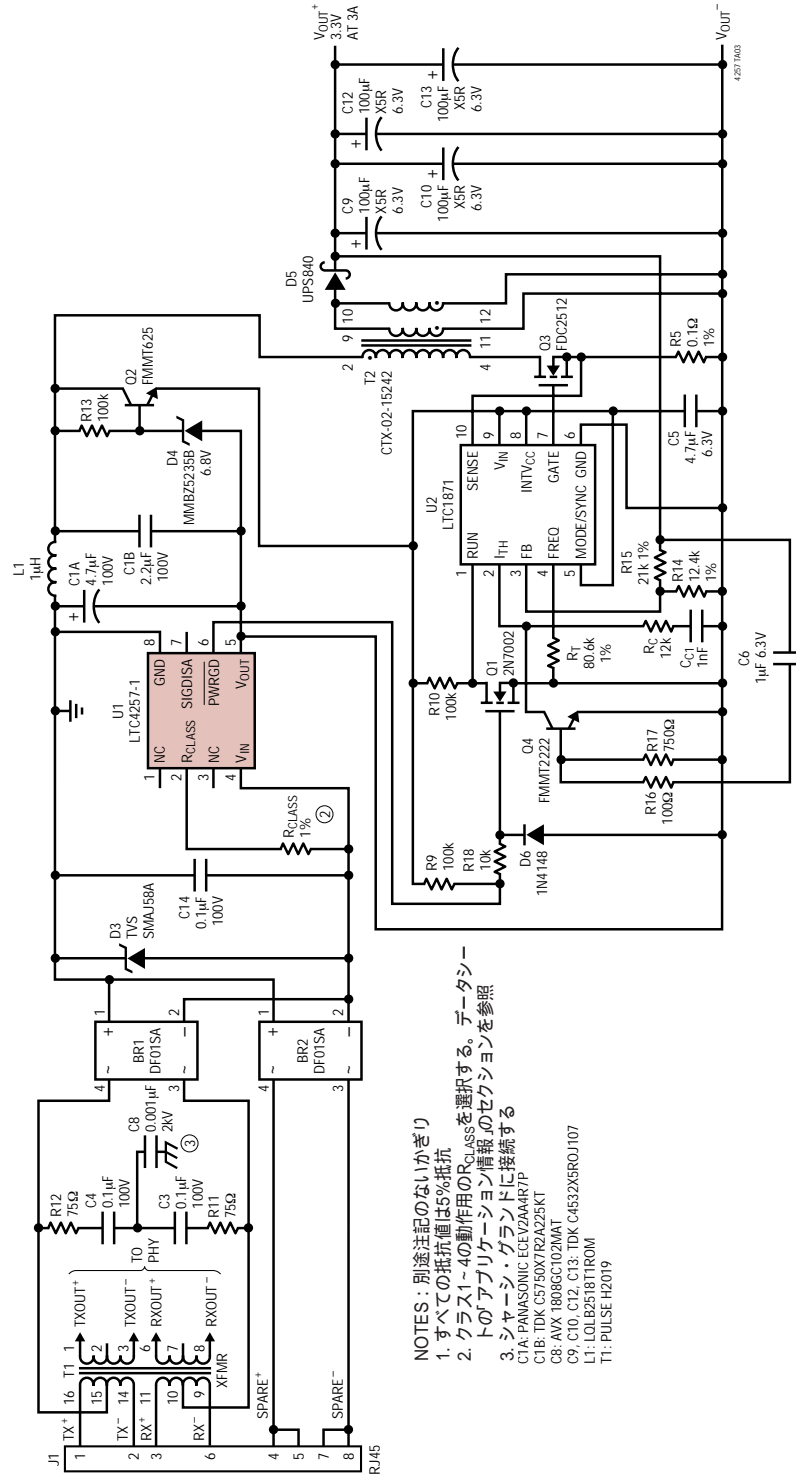
NOTE :

1. 寸法は $\frac{\text{インチ}}{\text{ミリメートル}}$
2. 図は実寸とは異なる
3. これらの寸法にはモールドのバリまたは突出部を含まない。
モールドのバリまたは突出部は 0.006 " (0.15mm)を超えないこと

S08 0303

標準的応用例

3.3V、3A非絶縁電源付きPDパワー・インタフェース



関連製品

製品番号	説明	注釈
LTC4255	2線シリアル・インタフェース付きクワッド・パワー・イーサネット・コントローラ	4本の独立した - 48Vパワー・チャネル
LTC4257	IEEE 802.3af PD Power over Ethernetインタフェース・コントローラ	完全なパワー・インタフェース

42571f