

特長

- 小さい実装面積
- 33mΩのMOSFETとセンス抵抗
- 広い動作電圧範囲: 2.9V~26.5V
- 調整可能な5%精度の電流制限
- 電流および温度モニタ出力
- 過温度保護
- フォールト発令前の電流制限時間をタイマで調整可能
- パワーグッドおよびフォールト出力
- 調整可能な突入電流制御
- 2%精度の低電圧および過電圧保護
- 20ピンTSSOPパッケージと
16ピン5mm×3mm DFNパッケージ

アプリケーション

- RAIDシステム
- サーバI/Oカード
- 産業用

概要

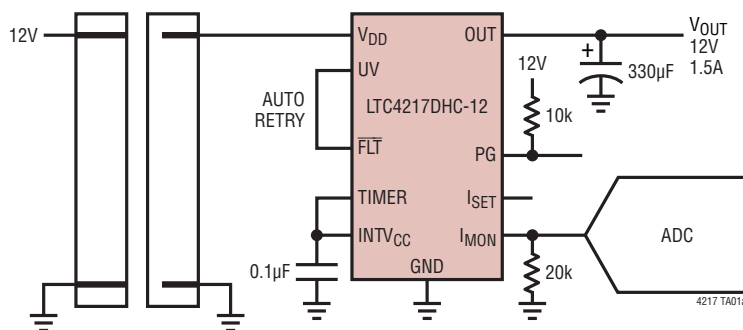
LTC[®]4217は、電源の入ったバックプレーンに対してボードを安全に挿入/引抜き可能にする、Hot Swap[™]アプリケーション向けの集積化されたソリューションです。このデバイスはHot Swapコントローラ、パワーMOSFET、電流センス抵抗を1個のパッケージに搭載するので、フォームファクタの小さいアプリケーションに適しています。また、専用の12Vバージョン(LTC4217-12)は予め設定された12Vの固定スレッシュホールドを備えており、標準タイプのLTC4217はスレッシュホールドを調整可能です。

LTC4217は独立した突入電流制御機能と、電流フォールドバック制限付きの高精度(5%)2A電流制限機能を搭載しています。電流制限スレッシュホールドは外部ピンを使用して動的に調整可能です。その他の特長として、グランド基準の電流センスを行うためにセンス抵抗の電圧を増幅する電流モニタ出力やMOSFET温度モニタ出力があります。また、熱制限、過電圧モニタ、低電圧モニタ、パワーグッド・モニタも行います。

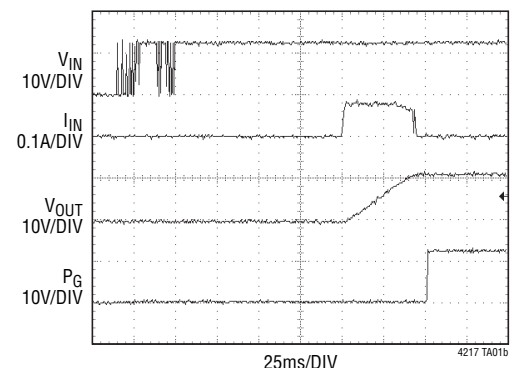
LT, LTC, LTM, Linear TechnologyおよびLinearのロゴはリニアテクノロジー社の登録商標です。Hot Swapはリニアテクノロジー社の商標です。その他すべての商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

標準的応用例

カードに搭載した12V/1.5Aアプリケーション



起動波形



LTC4217

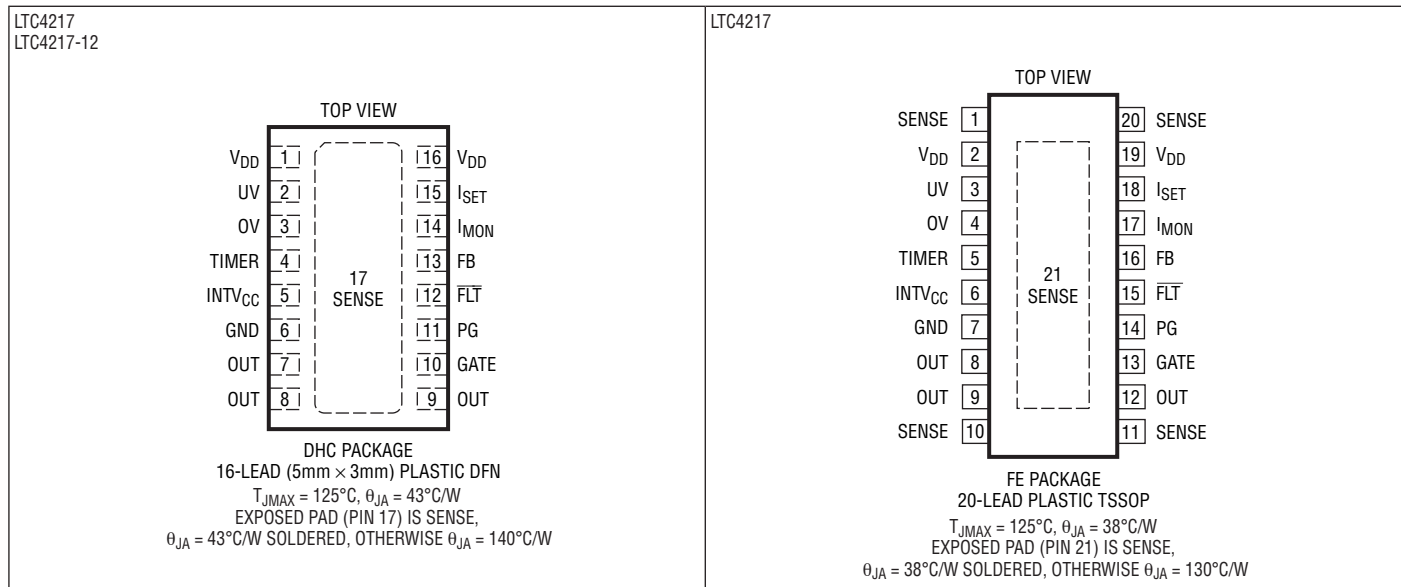
絶対最大定格

(Note 1, 2)

電源電圧 (V _{DD})	-0.3V~28V
入力電圧	
FB、OV、UV	-0.3V~12V
TIMER	-0.3V~3.5V
SENSE	(V _{DD} -10Vまたは-0.3V)~V _{DD}
出力電圧	
I _{SET} 、I _{MON}	-0.3V~3V
PG、 $\overline{\text{FLT}}$	-0.3V~35V
OUT	-0.3V~(V _{DD} +0.3V)
INTV _{CC}	-0.3V~3.5V
GATE (Note 3)	-0.3V~33V

動作温度範囲	
LTC4217C	0°C~70°C
LTC4217I	-40°C~85°C
LTC4217H	-40°C~125°C
接合部温度 (Note 4, 5)	125°C
保存温度範囲	-65°C~150°C
リード温度 (半田付け、10秒)	
FEパッケージのみ	300°C

ピン配置



発注情報

鉛フリー仕様	テープアンドリール	製品マーキング*	パッケージ	温度範囲
LTC4217CDHC-12#PBF	LTC4217CDHC-12#TRPBF	421712	16-Lead (5mm × 3mm) Plastic DFN	0°C to 70°C
LTC4217IDHC-12#PBF	LTC4217IDHC-12#TRPBF	421712	16-Lead (5mm × 3mm) Plastic DFN	-40°C to 85°C
LTC4217CDHC#PBF	LTC4217CDHC#TRPBF	4217	16-Lead (5mm × 3mm) Plastic DFN	0°C to 70°C
LTC4217IDHC#PBF	LTC4217IDHC#TRPBF	4217	16-Lead (5mm × 3mm) Plastic DFN	-40°C to 85°C
LTC4217CFE#PBF	LTC4217CFE#TRPBF	LTC4217FE	20-Lead Plastic TSSOP	0°C to 70°C
LTC4217IFE#PBF	LTC4217IFE#TRPBF	LTC4217FE	20-Lead Plastic TSSOP	-40°C to 85°C
LTC4217HFE#PBF	LTC4217HFE#TRPBF	LTC4217FE	20-Lead Plastic TSSOP	-40°C to 125°C
鉛ベース仕様	テープアンドリール	製品マーキング*	パッケージ	温度範囲
LTC4217CDHC-12	LTC4217CDHC-12#TR	421712	16-Lead (5mm × 3mm) Plastic DFN	0°C to 70°C
LTC4217IDHC-12	LTC4217IDHC-12#TR	421712	16-Lead (5mm × 3mm) Plastic DFN	-40°C to 85°C
LTC4217CDHC	LTC4217CDHC#TR	4217	16-Lead (5mm × 3mm) Plastic DFN	0°C to 70°C
LTC4217IDHC	LTC4217IDHC#TR	4217	16-Lead (5mm × 3mm) Plastic DFN	-40°C to 85°C
LTC4217CFE	LTC4217CFE#TR	LTC4217FE	20-Lead Plastic TSSOP	0°C to 70°C
LTC4217IFE	LTC4217IFE#TR	LTC4217FE	20-Lead Plastic TSSOP	-40°C to 85°C

さらに広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。*温度グレードは出荷時のコンテナのラベルで識別されます。

鉛フリー仕様の製品マーキングの詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/leadfree/> をご覧ください。
テープアンドリールの仕様の詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/tapeandree/> をご覧ください。

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 $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。注記がない限り、 $V_{DD} = 12\text{V}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
DC特性							
V_{DD}	Input Supply Range		●	2.9	26.5	V	
I_{DD}	Input Supply Current	MOSFET On, No Load	●	1.6	3	mA	
$V_{DD(UVL)}$	Input Supply Undervoltage Lockout	V_{DD} Rising	●	2.65	2.73	2.85	V
$V_{DD(UVTH)}$	Input Supply Undervoltage Threshold	LTC4217-12, V_{DD} Rising	●	9.6	9.88	10.2	V
$\Delta V_{DD(UVHYS)}$	Input Supply Undervoltage Hysteresis	LTC4217-12	●	520	640	760	mV
$V_{DD(OVTH)}$	Input Supply Overvoltage Threshold	LTC4217-12, V_{DD} Rising	●	14.7	15.05	15.4	V
$\Delta V_{DD(OVHYS)}$	Input Supply Overvoltage Hysteresis	LTC4217-12	●	183	244	305	mV
$V_{OUT(PGTH)}$	Output Power Good Threshold	LTC4217-12, V_{OUT} Rising	●	10.2	10.5	10.8	V
$\Delta V_{OUT(PGHYS)}$	Output Power Good Hysteresis	LTC4217-12	●	127	170	213	mV
I_{OUT}	OUT Pin Leakage Current	$V_{OUT} = V_{GATE} = 0\text{V}$, $V_{DD} = 26.5\text{V}$ $V_{OUT} = V_{GATE} = 12\text{V}$, LTC4217 $V_{OUT} = V_{GATE} = 12\text{V}$, LTC4217-12 $V_{OUT} = V_{GATE} = 12\text{V}$, LTC4217H	● ● ● ●	0 1 50 1	±150 2 70 2	μA μA μA μA	
$\Delta V_{GATE}/\Delta t$	GATE Pin Turn-On Ramp Rate		●	0.15	0.3	0.55	V/ms
R_{ON}	MOSFET + Sense Resistor On-Resistance (Note 6)	C-Grade, I-Grade H-Grade	● ●	15 15	33 33	50 60	$\text{m}\Omega$ $\text{m}\Omega$
$I_{LIM(TH)}$	Current Limit Threshold	$V_{FB} = 1.23\text{V}$ $V_{FB} = 1.23\text{V}$ $V_{FB} = 0\text{V}$ $V_{FB} = 1.23\text{V}$, $R_{SET} = 20\text{k}\Omega$	● ● ● ●	1.9 1.85 0.35 0.85	2 2 0.5 1	2.1 2.15 0.7 1.17	A A A A

4217fe

LTC4217

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 $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。注記がない限り、 $V_{DD} = 12\text{V}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
入力							
I_{IN}	OV, UV, FB Pin Input Current	$V_{IN} = 1.2\text{V}$, LTC4217	●		0	± 1	μA
R_{IN}	OV, UV, FB Pin Input Resistance	LTC4217-12	●	13	18	23	$\text{k}\Omega$
V_{TH}	OV, UV, FB Pin Threshold Voltage	V_{IN} Rising	●	1.21	1.235	1.26	V
$\Delta V_{OV(HYST)}$	OV Pin Hysteresis		●	10	20	30	mV
$\Delta V_{UV(HYST)}$	UV Pin Hysteresis		●	50	80	110	mV
$V_{UV(RTH)}$	UV Pin Reset Threshold Voltage	V_{UV} Falling	●	0.55	0.62	0.7	V
$\Delta V_{FB(HYST)}$	FB Pin Power Good Hysteresis		●	10	20	30	mV
R_{ISET}	I_{SET} Pin Output Resistor		●	19	20	21	$\text{k}\Omega$

出力

V_{OL}	PG, FLT Pin Output Low Voltage	$I_{OUT} = 2\text{mA}$ C-Grade, I-Grade H-Grade	● ●		0.4 0.4	0.8 0.92	V V
I_{OH}	PG, FLT Pin Input Leakage Current	$V_{OUT} = 30\text{V}$	●		0	± 10	μA
$V_{TIMER(H)}$	TIMER Pin High Threshold	V_{TIMER} Rising	●	1.2	1.235	1.28	V
$V_{TIMER(L)}$	TIMER Pin Low Threshold	V_{TIMER} Falling	●	0.1	0.21	0.3	V
$I_{TIMER(UP)}$	TIMER Pin Pull-Up Current	$V_{TIMER} = 0\text{V}$	●	-80	-100	-120	μA
$I_{TIMER(DN)}$	TIMER Pin Pull-Down Current	$V_{TIMER} = 1.2\text{V}$	●	1.4	2	2.6	μA
$I_{TIMER(RATIO)}$	TIMER Pin Current Ratio $I_{TIMER(DN)}/I_{TIMER(UP)}$		●	1.6	2	2.7	%
A_{IMON}	I_{MON} Pin Current Gain	$I_{OUT} = 2\text{A}$	●	47.5	50	52.5	$\mu\text{A}/\text{A}$
$I_{OFF(IMON)}$	I_{MON} Pin Offset Current	$I_{OUT} = 132\text{mA}$	●		0	± 7.5	μA
$I_{GATE(UP)}$	Gate Pull-Up Current	Gate Drive On, $V_{GATE} = V_{OUT} = 12\text{V}$	●	-19	-24	-29	μA
$I_{GATE(DN)}$	Gate Pull-Down Current	Gate Drive Off, $V_{GATE} = 18\text{V}$, $V_{OUT} = 12\text{V}$ C-Grade, I-Grade H-Grade	● ●	190 164	250 140	340 355	μA μA
$I_{GATE(FST)}$	Gate Fast Pull-Down Current	Fast Turn Off, $V_{GATE} = 18\text{V}$, $V_{OUT} = 12\text{V}$			140		mA

AC特性

$t_{PHL(GATE)}$	Input High (OV), Input Low (UV) to Gate Low Propagation Delay	$V_{GATE} < 16.5\text{V}$ Falling	●		8	10	μs
$t_{PHL(ILIM)}$	Short-Circuit to Gate Low	$V_{FB} = 0$, Step I_{SENSE} to 1.2A, $V_{GATE} < 16.5\text{V}$ Falling	●		1	5	μs
$t_{D(ON)}$	Turn-On Delay	Step V_{UV} to 2V, $V_{GATE} > 13\text{V}$	●	50	100	150	ms
$t_{D(CB)}$	Circuit Breaker Filter Delay Time (Internal)	$V_{FB} = 0\text{V}$, Step I_{SENSE} to 1.2A C-Grade, I-Grade H-Grade	● ●	1.5 1.4	2 2	2.7 2.7	ms ms
$t_{D(AUTO-RETRY)}$	Auto-Retry Turn-On Delay (Internal)		●	50	100	150	ms

Note 1: 絶対最大定格に記載された値を超えるストレスはデバイスに永続的損傷を与える可能性がある。長期にわたって絶対最大定格条件に曝すと、デバイスの信頼性と寿命に悪影響を与える可能性がある。

Note 2: 注記がない限り、ピンに流れ込む電流は全てプラスで、全ての電圧はGNDを基準としている。

Note 3: 内部クランプにより、GATEピンはOUTより最小6.5V高い電圧に制限される。このピンをクランプ電圧より高い電圧にドライブするとデバイスを損傷するおそれがある。

Note 4: このデバイスには短時間の過負荷状態の間デバイスを保護するための過温度保護機能が備わっている。過温度保護機能がアクティブなとき接合部温度は 125°C を超える。規定された最大動作接合部温度を超えた動作が継続すると、デバイスの信頼性を損なうおそれがある。

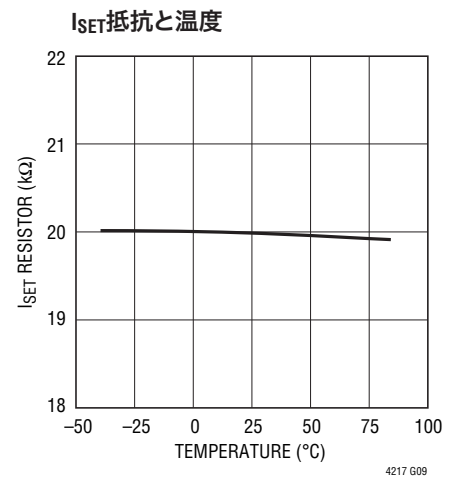
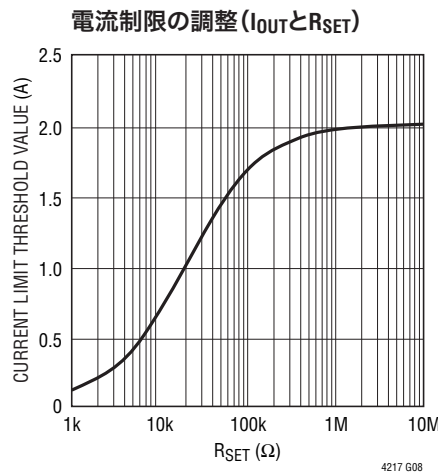
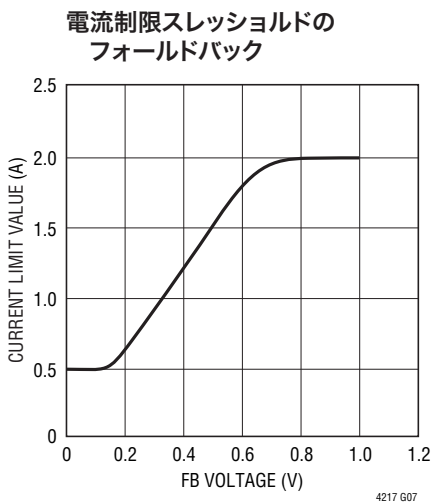
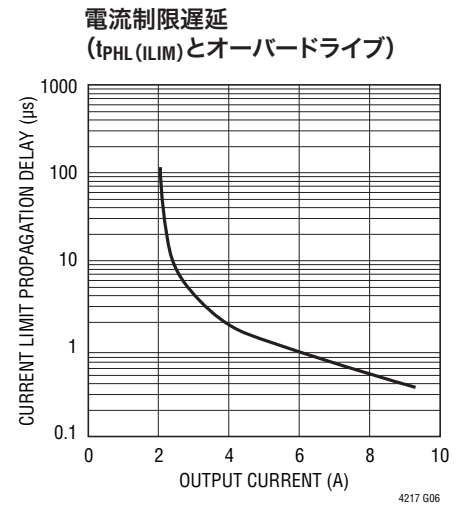
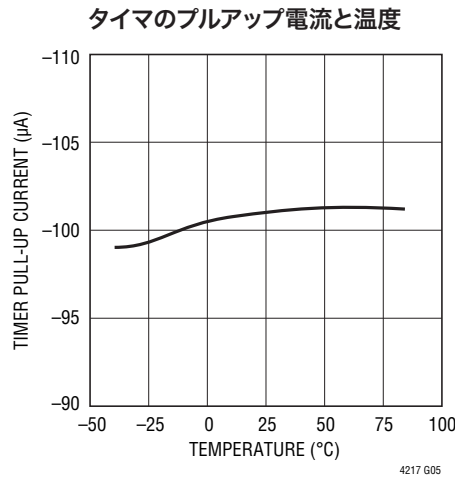
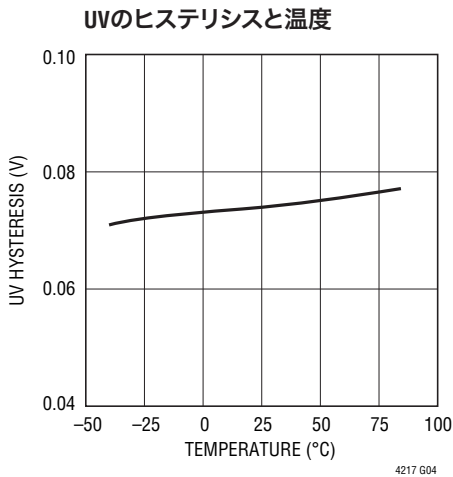
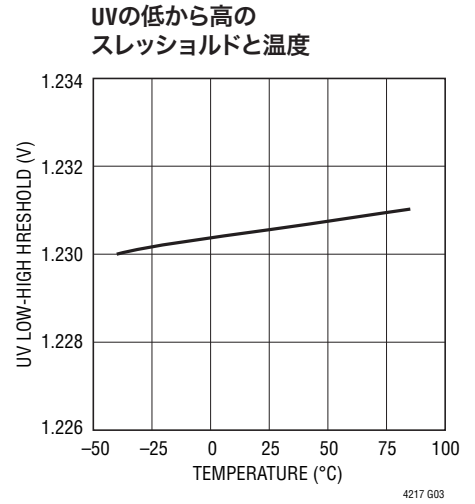
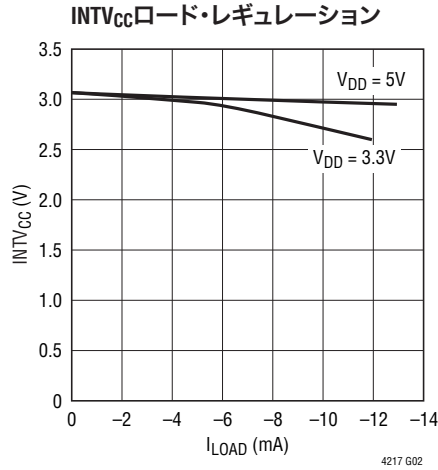
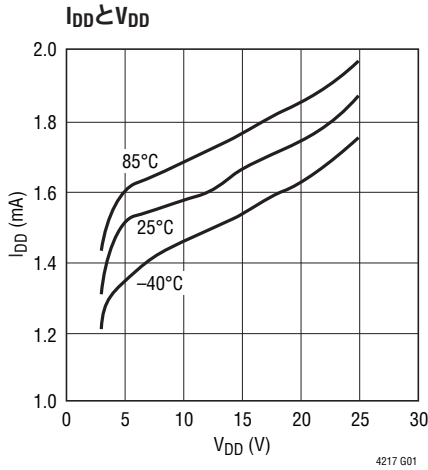
Note 5: T_J は周囲温度(T_A)および電力損失(P_D)から以下の式に従って計算される。

$$\text{LTC4217DHC, LTC4217DHC-12: } T_J = T_A + (P_D \cdot 43^\circ\text{C/W})$$

$$\text{LTC4217FE: } T_J = T_A + (P_D \cdot 38^\circ\text{C/W})$$

Note 6: DHCパッケージでは、スイッチのオン抵抗は設計およびテストとの相関によって保証されている。

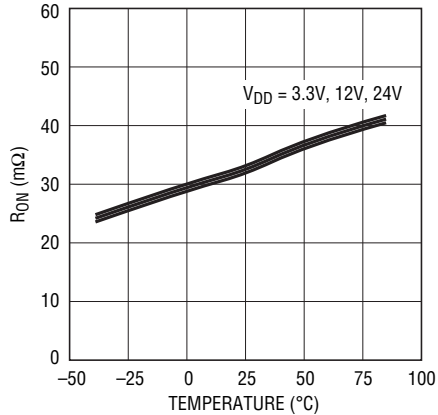
標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{DD} = 12\text{V}$ 。



LTC4217

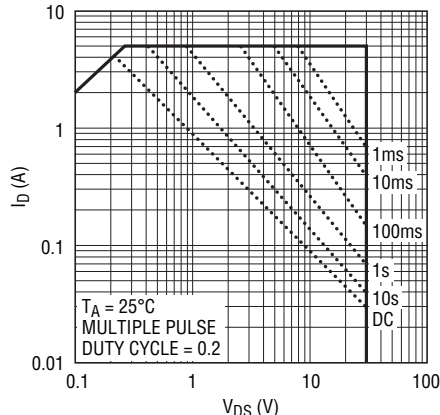
標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{DD} = 12\text{V}$ 。

R_{ON} と V_{DD} および温度



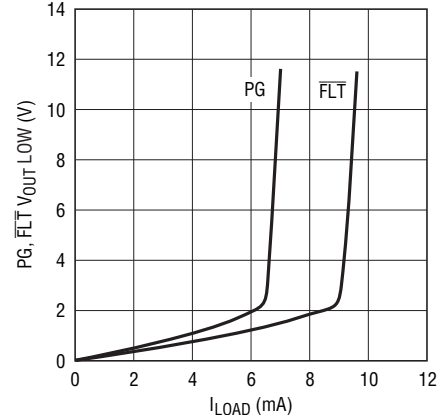
4217 G10

MOSFETのSOA曲線



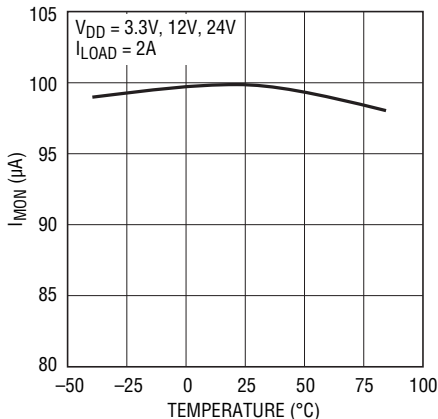
4217 G11

PG、FLTの V_{OUT} の“L”と I_{LOAD}



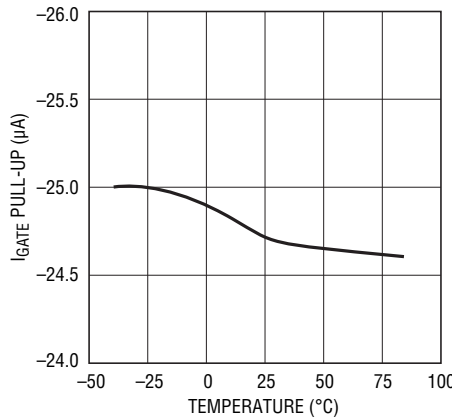
4217 G12

I_{MON} と温度および V_{DD}



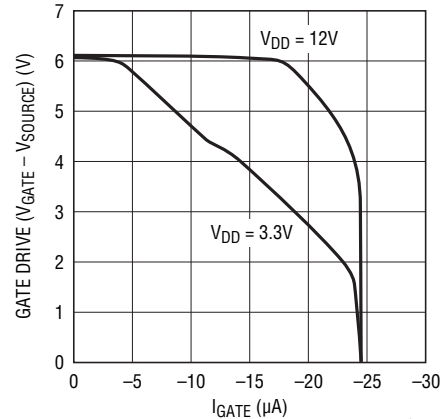
4217 G13

GATEプルアップ電流と温度



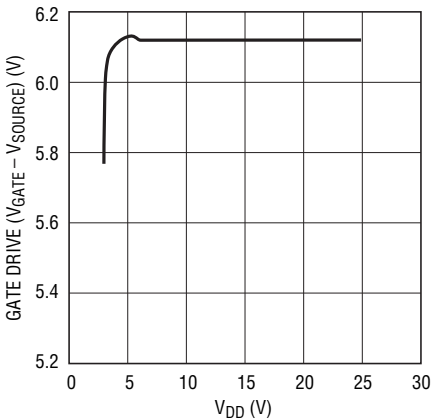
4217 G14

ゲートのプルアップ電流とゲートのドライブ



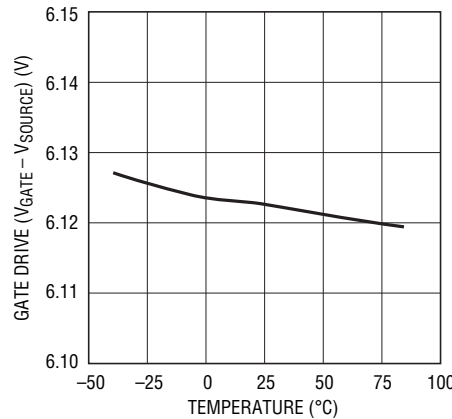
4217 G15

ゲートのドライブと V_{DD}



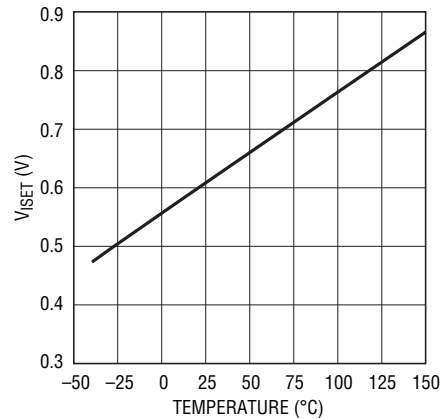
4217 G16

ゲートのドライブと温度



4217 G17

V_{ISET} と温度



4217 G18

4217fe

ピン機能

FB: フォールドバックとパワーグッド入力。このピンをLTC4217 (調節可能)バージョンではOUTから外部抵抗分割器に接続します。LTC4217-12バージョンは固定内部分圧器をオプションの外部調整と一緒に使います。LTC4217-12の12V動作のスレッシュホールドを望むなら、このピンをオープンにします。電圧が0.6Vより下に下がると、電流制限がフォールドバック・プロファイルを使って減少します(「標準的性能特性」を参照)。電圧が1.21Vより下に下がると、PGピンが“L”になって電力がバッドであることを表示します。

FLT: 過電流フォールト・インジケータ。過電流フォールトが発生し、回路ブレーカがトリップすると、オープン・ドレイン出力が“L”になります。過電流自動リトライの場合、UVピンに接続します(詳細については「アプリケーション情報」を参照)。

GATE: 内部NチャンネルMOSFETのゲート・ドライブ。24 μ Aの内部電流源がNチャンネルMOSFETのゲートを充電します。起動時、GATEピンは内部回路で決まる0.3V/msの速度でランプアップします。低電圧または過電圧状態の間、250 μ Aのプルダウン電流がMOSFETをオフします。短絡または低電圧ロックアウト状態の間、GATEとOUTの間の140mAのプルダウン電流源がアクティブになります。

GND: デバイスのグラウンド。

IMON: 電流モニタの出力。内部MOSFETスイッチの電流が20,000で割られて、このピンからソースされます。20k抵抗をこのピンからGNDに接続すると、電流が0Aから2Aに変化するとき0Vから2Vの電圧振幅を生じます。

INTV_{CC}: 内部3V電源のデカップリング出力。このピンには0.1 μ F以上のバイパス・コンデンサが必要です。

ISET: 電流制限調節ピン。2Aの電流制限値の場合、このピンをオープンにします。このピンは電圧源に直列な20k抵抗によってドライブされます。このピンの電圧は電流制限スレッシュホールドを発生するのに使われます。内部20k抵抗と、ISETとグラウンドの間の外部抵抗が、電流制限値を下げる減衰器を形成します。センス抵抗の温度変化を整合させるため、このピンの電圧はセンス抵抗の増加と同じ比率で増加します。したがって、ISETピンの電圧はMOSFETスイッチの温度に比例します。

OUT: 内部MOSFETスイッチの出力。このピンは負荷に直接接続します。LTC4217-12バージョンでは、PGコンパレータがOUTピンとGNDの間の内部抵抗分割器をモニタします。

OV: 過電圧コンパレータの入力。このピンをLTC4217(調節可能)バージョンではV_{DD}からの外部抵抗分割器に接続します。LTC4217-12バージョンは、12V動作では固定内部分圧器をオプションの外部調整と一緒に使います。LTC4217-12のスレッシュホールドを望むなら、このピンをオープンにします。このピンの電圧が1.235Vより上に上がると、過電圧が検出され、スイッチがオフします。使用しない場合、GNDに接続します。

PG: パワーグッド・インジケータ。FBピンが1.21Vより下に下がるとオープン・ドレイン出力が“L”になり、電力がバッドであることを表示します。FBピンが1.23Vより上に上がり、GATEからOUTまでの電圧が4.2Vを超えると、オープン・ドレインのプルダウンがPGピンをリリースし、PGが“H”になります。

SENSE: 電流検出ノードおよびMOSFETのドレイン。電流制限回路はGATEピンを制御して、V_{DD}ピンとSENSEピンの間の検出電圧を、FBピンの電圧に依存して、15mV(2A)以下に制限します。DHCパッケージとFEパッケージの露出パッドはSENSEに接続されており、パッケージから熱を十分逃がすため、電気的に絶縁されたプリント回路基板のトレースに半田付けする必要があります。

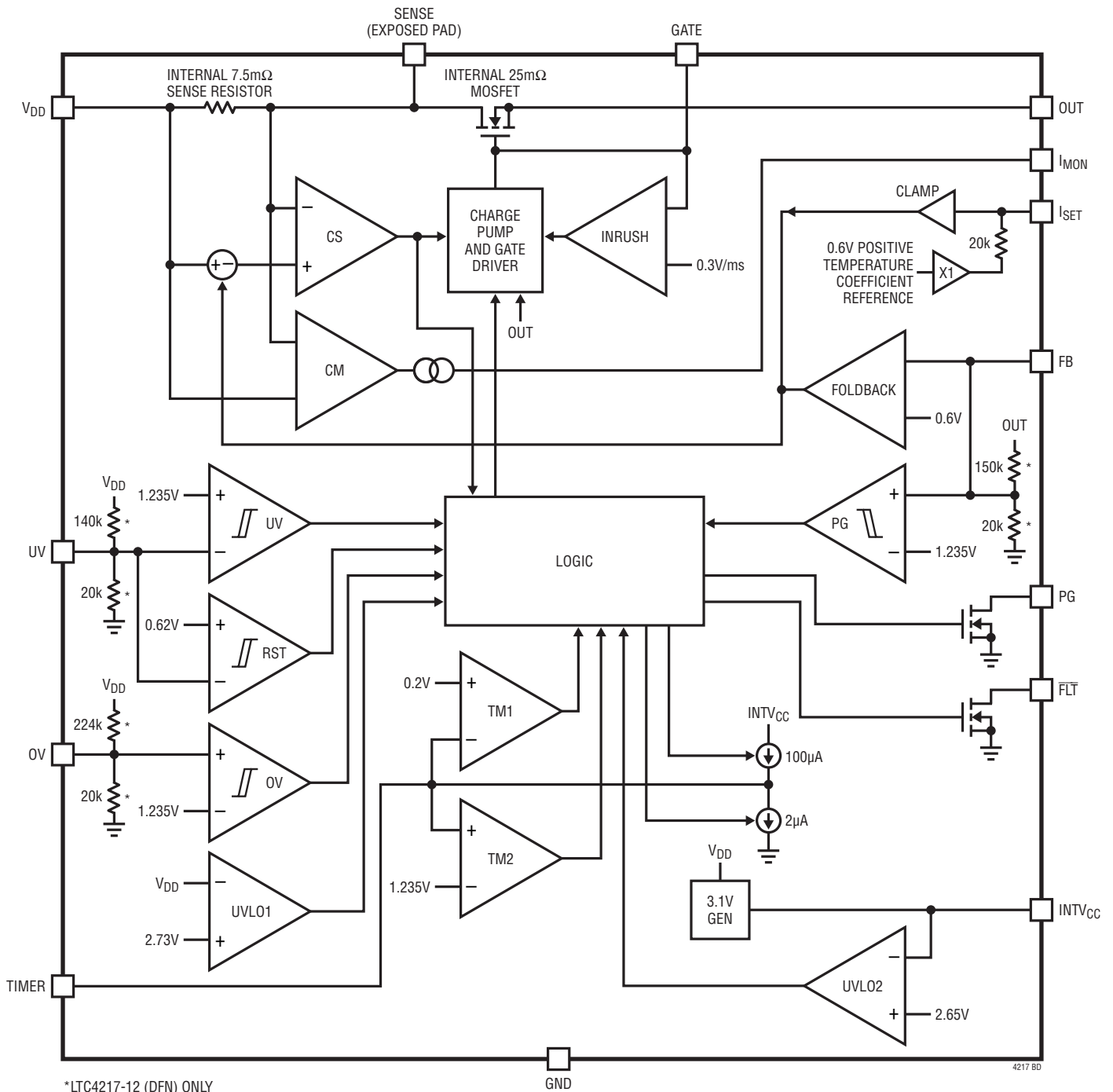
TIMER: タイマ入力。このピンとグラウンドの間にコンデンサを接続して、スイッチがオフする前の電流制限の12ms/ μ Fの持続時間を設定します。MOSFETスイッチがオフしている間にUVピンが“L”にトグルされると、スイッチは518ms/ μ F持続するクールダウン時間に続いて再度オンします。固定された2msの過電流遅延と100msの自動リトライ時間にするには、このピンをINTV_{CC}に接続します。

UV: 低電圧コンパレータの入力。使用しない場合、“H”に接続します。このピンをLTC4217(調節可能)バージョンではV_{DD}から外部抵抗分割器に接続します。LTC4217-12バージョンはV_{DD}からの内部抵抗分割器でUVピンをドライブします。LTC4217-12の予め設定された12V動作のスレッシュホールドを望むなら、このピンをオープンにします。UVピンの電圧が1.15Vより下に下がると、低電圧が検出され、スイッチがオフします。このピンを0.62Vより下に引き下げると、過電流フォールトがリセットされ、スイッチは再度オンすることができます(詳細については「アプリケーション情報」を参照)。過電流自動リトライを望むなら、このピンをFLTピンに接続します。

V_{DD}: 電源電圧と電流検出入力。このピンの低電圧ロックアウト・スレッシュホールドは2.73Vです。

LTC4217

機能図



動作

機能図はこのデバイスの主要回路を示しています。LTC4217は管理された状態でボードの電源電圧をオン/オフするように設計されているので、電源の入っているバックプレーンに対して回路基板の安全な挿抜が可能です。LTC4217は $25\text{m}\Omega$ のMOSFETと $7.5\text{m}\Omega$ の電流センス抵抗を内蔵しています。通常動作時、チャージポンプとゲート・ドライバはパスMOSFETのゲートをオンして電力を負荷に供給します。突入電流の制御はINRUSH回路によって行われます。この回路はGATEのランプ・レートを 0.3V/ms に制限することにより、出力コンデンサの電圧のランプ・レートを制御します。

電流検出(CS)アンプは電流センス抵抗両端で検出された電圧を使って負荷電流をモニタします。CSアンプは、アクティブ制御ループ内のGATEからOUTの電圧を下げることに、負荷を流れる電流を制限します。電流設定(I_{SET})ピンを使って電流制限スレッシュホールドを調節するのは簡単です。これにより、起動時など他の場合に異なったスレッシュホールドが可能になります。

出力からグラウンドへの短絡は、アクティブ電流制限の間大きな電力損失を生じます。この電力を制限するため、FBピンが 0.6V より下に下がるにつれ、フォールドバック・アンプが電流制限値を 2A から 0.5A に直線的に減らします(「標準的性能特性」を参照)。

過電流状態が持続すると、TIMERピンの電圧が 1.2V を超えるまで(コンパレータTM2)、このピンが $100\mu\text{A}$ 電流源によってランプアップします。これは、過熱を防ぐためにパスMOSFETをオフする時間であることをロジックに知らせます。このポイントで、TIMERピンが $2\mu\text{A}$ 電流源を使ってランプダウンし、電圧が 0.2V より下に下がると(コンパレータTM1)、内部 100ms タイマをスタートさせるようにロジックに告げます。このポイントではパス・トランジスタの温度が下がっており、安全に再度オンす

ることができます。 100ms のクールダウン期間を伴う内部 2ms の過電流タイマを使うことは多くのアプリケーションに適しています。TIMERピンをINTV_{CC}に接続するとこの既定のタイミングが設定されます。

固定 12V バージョン(LTC4217-12)はV_{DD}からの2つの別個の内部分圧器を使ってUVピンとOVピンをドライブします。このバージョンはOUTからの分圧器も備えていて、FBピンをドライブします。LTC4217-12はDFNパッケージで供給されますが、LTC4217(調節可能バージョン)はDFNパッケージとTSSOPパッケージで供給されます。

FBピンとPGコンパレータを使って出力電圧がモニタされ、負荷に電力を供給できるかどうか決定します。パワーグッド状態が、オープン・ドレインのプルダウン・トランジスタを使って、PGピンによって知らされます。

機能図はLTC4217のモニタ・ブロックも示しています。左側の2個のコンパレータはUVコンパレータとOVコンパレータです。これらのコンパレータは、MOSFETをオンする前に外部条件が有効かどうか決定します。ただし、最初に低電圧ロックアウト回路(UVLO1およびUVLO2)が入力電源と内部で発生させた 3.1V 電源(INTV_{CC})を検証し、ロジック回路の起動時初期化を行う必要があります。外部条件が 100ms の間有効に保たれれば、MOSFETはオンすることができます。

他の機能にはMOSFETの電流と温度のモニタが含まれます。電流モニタ(CM)はセンス抵抗の電流に比例した電流を出力します。この電流はモニタ目的の外部抵抗または他の回路をドライブすることができます。MOSFETの温度に比例した電圧は I_{SET} ピンに出力されます。MOSFETの温度により、外部回路が故障を予測してシステムをシャットダウンすることができます。

アプリケーション情報

LTC4217の標準的アプリケーションは、正電圧電源を使って個々のカードに配電する高可用性システムです。完全な応用回路を図1に示します。外付け部品の選択の詳細については以下のセクションで説明します。

ターンオン・シーケンス

いくつかの条件が満たされるまで、内部パスMOSFETをオンすることはできません。まず、電源V_{DD}がその低電圧ロックアウト・レベルを超える必要があります。次に、内部で発生させた電源INTV_{CC}がその 2.65V 低電圧スレッシュホールドを超える必要があります。これにより $25\mu\text{s}$ のパワーオン・リセット・パルスが発生し、フォールト・レジスタをクリアして内部ラッチを初期化します。

アプリケーション情報

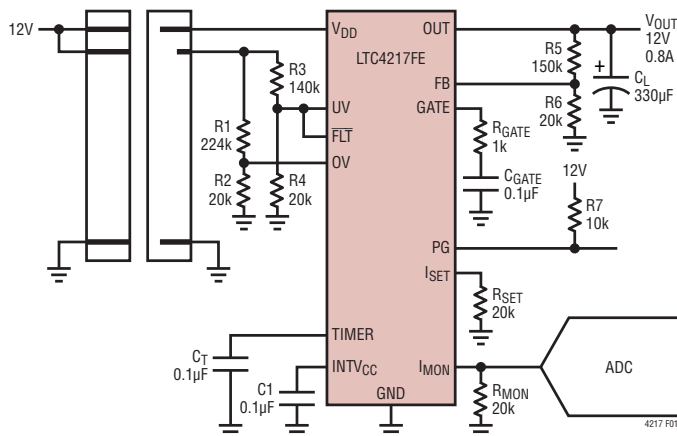


図1. カードに搭載した0.8A/12Vアプリケーション

パワーオン・リセット・パルスの後、LTC4217は以下のシーケンスを行います。まず、入力電力が受け入れられる範囲内であることをUVピンとOVピンが表示する必要があります。これら全ての条件が100msの間満たされて、挿入時のコンタクトバウンスが終了したことを保証する必要があります。

チャージポンプで発生させた電流源によってGATEを充電すると、MOSFETがオンします。電流源の値はプルアップ電流の一部をグラウンドにシャントして調整します。充電電流はINRUSH回路によって制御され、この回路はGATE電圧の時間に対する勾配を一定に保ちます(図2)。GATEピンの電圧は0.3V/msの勾配で上昇し、電源の突入電流は次のように設定されます。

$$I_{\text{INRUSH}} = C_L \cdot (0.3\text{V/ms})$$

このゲートの勾配は、1000µFのコンデンサを300mAの突入電流で40msで12Vに充電するように設計されています。これにより、1000µF未満のコンデンサの電流制限スレッショルド(500mA)より下に、突入電流を留めることができます。「標準的性能特性」のセクションに「MOSFETの安全動作領域」の

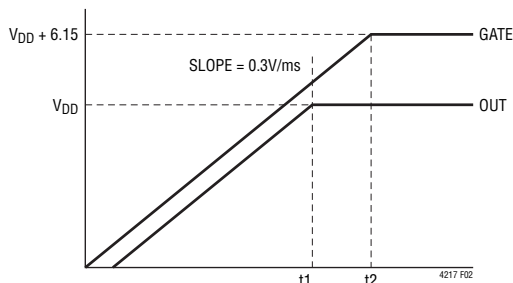


図2. 電源のターンオン

グラフが含まれています。このグラフから、40msの12V/300mAの電力損失は安全領域内であることが明らかです。

コンデンサと1k直列抵抗をGATEからグラウンドに追加すると、INRUSH回路によって設定された既定値より下に突入電流が下がります。(INRUSH回路がGATEをドライブしていないとき)GATEは24µAの電流源で充電されます。GATEピンの電圧は24µA/C_{GATE}に等しい勾配で上昇し、電源の突入電流は次のように設定されます。

$$I_{\text{INRUSH}} = \frac{C_L}{C_{\text{GATE}}} \cdot 24\mu\text{A}$$

GATE電圧がMOSFETのスレッショルド電圧に達すると、スイッチがオンし始め、GATE電圧が増加するにつれOUT電圧がGATE電圧に追従します。OUTがV_{DD}に達すると、GATEは、GATEとOUTの間の6.15Vツェナー・ダイオードによってクランプされるまで、ランプアップします。

OUT電圧が上昇するにつれ、それをモニタしているFBピンも上昇します。FBピンがその1.235Vのスレッショルドを超え、GATEからOUTへの電圧が4.2Vを超えると、PGピンが"L"になるのを止め、電源がグッドであることを表示します。

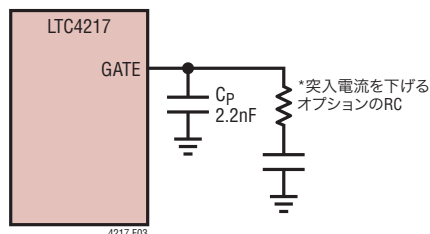
寄生MOSFET発振

NチャンネルMOSFETが起動時に出力をランプアップさせるとき、それはソースフォロワとして動作します。ソースフォロワの構成設定は、負荷容量が10µF未満のとき、特に電源からV_{DD}ピンへの配線インダクタンスが3µHより大きいとき、25kHz~300kHzで自己発振することがあります。負荷電流が(起動時に)増加するにつれ、発振の可能性が増加します。この種の発振を防ぐには2つの方法があります。最も簡単な方法は、10µFより小さい負荷容量を避けることです。配線インダクタンスが20µHより大きい場合、最小負荷容量は100µFに達することがあります。2番目の選択は、図3に示すように、1.5nFより大きな外部ゲート・コンデンサC_pを接続することです。

ターンオフ・シーケンス

スイッチは様々な条件でオフすることができます。UVピンがその1.235Vのスレッショルドより下になると、通常のターンオフが開始されます。さらに、いくつかのフォールト状態により、スイッチがオフします。これらには、入力の過電圧(OVピン)、過電流回路ブレーカ(SENSEピン)または過温度が含まれます。

アプリケーション情報

図3. 小さなC_{LOAD}の補償

通常、250 μ Aの電流がGATEピンをグラウンドに引き下げてスイッチをオフします。スイッチがオフするとOUTの電圧が下がり、FBピンをそのスレッシュホールドより下に引き下げます。次いでPGが“L”になって、出力電力がグッドではないことを表示します。

V_{DD}が5 μ sより長く2.65Vより下に下がると、またはINTV_{CC}が1 μ sより長く2.5Vより下に下がると、スイッチの高速シャットダウンが開始されます。GATEが170mAの電流によってOUTピンに引き下げられます。

過電流フォールト

LTC4217はフォールドバック付きの調節可能な電流制限を備えており、短絡や過度の負荷電流に対して保護します。アクティブ電流制限中のスイッチ内の過度の電力損失を防ぐため、利用可能な電流がFBピンによって検出される出力電圧の関数として減少します。電流制限とFB電圧の関係が「標準的性能特性」のグラフに示されています。

TIMERによって設定されるタイムアウト遅延より長く電流制限回路が作動すると過電流フォールトが生じます。MOSFETの電流が(フォールドバックに依存して)0.5A~2Aに達すると、電流制限が開始されます。GATEピンが140mAのGATEからOUTへの電流によって引き下げられます。電流を2Aより下に制限するため、GATEの電圧が制御されます。このポイントで、TIMERピンからの外部タイミング・コンデンサを100 μ Aのプルアップ電流で充電することにより、回路ブレーカの時間遅延が開始されます。TIMERピンが1.2Vのスレッシュホールドに達すると、(GATEからグラウンドへの250 μ Aの電流によって)内部スイッチがオフします。「標準的性能特性」のセクションに「MOSFETの安全動作領域」のグラフが含まれています。このグラフから、特定の出力電力での電流制限時のMOSFETの最大時間を決定することができます。

TIMERピンをINTV_{CC}に接続すると、デバイスは内部で発生させた(回路ブレーカ)2msの遅延を使うように強制されます。どちらの場合でも、 $\overline{\text{FLT}}$ ピンが“L”に引き下げられ、過電流フォールトによってパスMOSFETがオフしたことを表示します。回路ブレーカの特定の遅延時間に対するタイミング・コンデンサの値を設定するための式は次のとおりです。

$$C_T = t_{CB} \cdot 0.083 (\mu\text{F}/\text{ms})$$

スイッチがオフした後、TIMERピンがタイミング・コンデンサを2 μ Aのプルダウン電流で放電し始めます。TIMERピンがその0.2Vのスレッシュホールドに達すると、内部100msタイマがスタートします。100msの遅延後、過電流フォールトがクリアされていれば、スイッチは再度オンすることができます。UVピンを0.6Vより下に下げてから“H”にすると、フォールトがクリアされます。TIMERピンがINTV_{CC}に接続されている場合、過電流フォールトがクリアされれば、スイッチは(内部の100ms遅延後に)再度オンすることができます。

$\overline{\text{FLT}}$ ピンをUVピンに接続すると、TIMERが0.2Vより下にランプダウンすると直ちに、デバイスはフォールトを自分でクリアしてMOSFETをオンすることができます。この自動リトライ・モードでは、LTC4217は、過電流発生後、TIMERピンのコンデンサで決まる周期で繰返しオンしようと試みます。自動リトライ・モードはTIMERピンがINTV_{CC}に接続されているときも機能します。

図4の波形は、短絡に続いて出力がどのようにラッチオフするかを示しています。タイマがランプアップするときMOSFETの電流は0.5Aです。

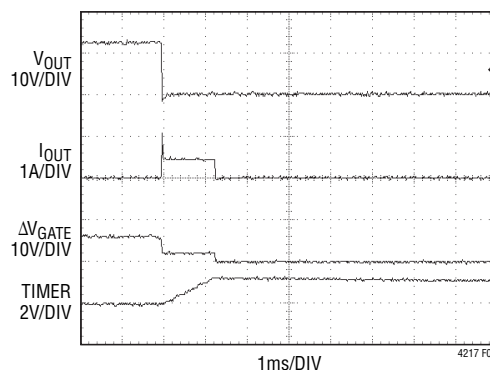


図4. 短絡波形

アプリケーション情報

電流制限の調節

アクティブ電流制限の既定の値は2Aです。抵抗をISETピンとグラウンドの間に配置して、電流制限スレッシュホールドをもっと低く調節することができます。機能図に示されているように、ISETピンの電圧が(クランプ回路を介して)CSアンプの組込みオフセット電圧を設定します。このオフセット電圧がアクティブ電流制限値を直接決めます。ISETピンがオープンするとき、ISETピンの電圧は正温度係数のリファレンスによって決まります。この電圧は室温で0.618Vに設定されており、室温で2Aの電流制限に対応します。

ISETピンとグラウンドの間に置かれた外部抵抗は内部の20kの電流ソース抵抗と共に抵抗分割器を形成します。この分圧器はISETピンの電圧を下げる働きをし、したがって、電流制限のスレッシュホールドを下げます。20k抵抗を使ってスレッシュホールドを1/2にすると、電流制限スレッシュホールド全体の精度は±16%に低下します。

この外部抵抗に直列に(グラウンドに接続した)スイッチを使うと、スイッチを閉じたときだけアクティブ電流制限を変化させることができます。この機能は、起動電流が標準的の最大負荷電流を超えるとき使うことができます。

MOSFETの温度のモニタ

ISETピンの電圧は温度の上昇とともに直線的に増加します。ISETピンの温度プロフィールを「標準的性能特性」のセクションに示します。コンパレータまたはADCを使ってISETの電圧を測定すると、MOSFETの温度の指標が与えられます。

LTC4217には過温度回路が備わっており、ISETピンの電圧に近い内部電圧をモニタします。ダイの温度が145°Cを超えると、温度が125°Cに下がるまで回路はMOSFETをオフします。

MOSFET電流のモニタ

MOSFETの電流はセンス抵抗を通して流れます。センス抵抗の電圧はIMONピンからソースされる電流に変換されます。ISENSEアンプの利得により、MOSFET電流の1AがIMONからの50μAに対応します。この出力電流は、外部抵抗を使って電圧に変換することができます。コンパレータまたはADCをドライブすることができます。IMONピンの電圧適応範囲は0V～(INTV_{CC} - 0.7V)です。

コンパレータを内蔵したマイクロコントローラは、この電流によって充電されるコンデンサをリセットすることにより、簡単な

積分型シングル・スロープADCを構成することができます。コンデンサの電圧がコンパレータをトリップしてコンデンサがリセットされると、タイマがスタートします。リセットとリセットの間の時間がMOSFETの電流を示します。

OVフォールトとUVフォールトのモニタ

負荷を過電圧状態から保護するのはOVピンの主要機能です。LTC4217-12では、(OVピンをドライブする)内部抵抗分割器がコンパレータに接続されており、V_{DD}電圧が15.05Vを超えるとMOSFETをオフします。V_{DD}ピンが続いて14.8Vより下に再び下がると、スイッチは直ちにオンすることができます。LTC4217では、OVピンのスレッシュホールドは上昇時1.23Vで、過電圧から下降時は1.21Vです。

UVピンは低電圧保護ピンとして、または「オン」ピンとして機能します。LTC4217-12では、V_{DD}が9.23Vより下に下がるとMOSFETがオフします。V_{DD}ピンが続いて100msの間9.88Vより上に上がると、スイッチは再びオンすることができます。LTC4217のUVのオン/オフ・スレッシュホールドは1.23V(上昇時)および1.15V(下降時)です。

低電圧または過電圧の場合、MOSFETはオフし、PG状態ピンに表示されます。過電圧が解消すると、INRUSHブロックによって決まるレートで、MOSFETのゲートが直ちにランプアップします。

パワーグッド表示

フォールドバック電流制限スレッシュホールドを設定するのに加えて、パワーグッド状態を決めるのにFBピンが使われます。LTC4217-12はOUTピンの内部抵抗分割器を使ってFBピンをドライブします。PGコンパレータはOUTピンが10.5Vより上に上昇するとロジック“H”を表示します。続いてOUTピンが10.3Vより下に下がると、コンパレータは“L”にトグルします。LTC4217では、PGコンパレータはFBピンが1.23Vより上に上がると“H”にドライブし、1.21Vより下に下がると“L”にドライブします。

PGコンパレータが“H”になると、GATEピンの電圧はOUTピンを基準にしてモニタされます。GATEからOUT電圧を差し引いた電圧が4.2Vを超えると、PGピンが“H”になります。これは、MOSFETが完全にオンしており、OUTピンに負荷を与えても安全であることをシステムに知らせます。(UVピン、OVピンまたはSENSEピンを使って)GATEがオフするように命令されると、またはPGコンパレータが“L”にドライブされると、PGピンは“L”になります。

アプリケーション情報

12V固定バージョン

LTC4217-12では、UV、OVおよびFBの各ピンは内部分圧器によってドライブされ、誤ったフォールトを防ぐためフィルタする必要があることがあります。これらのピンにバイパス・コンデンサを配置することにより、フォールトがRC時定数によって遅らされます。この計算には、「電気的特性」の表の R_{IN} の値を使います。

固定スレッシュホールドを少し調整する必要がある場合、UVピンまたはOVピンから V_{DD} またはGNDに抵抗を接続すると、スレッシュホールドが上下に調整されます。同様に、FBピンとOUTまたはGNDの間に抵抗を接続すると、スレッシュホールドが調整されます。この計算にも、「電気的特性」の表の R_{IN} の値を使います。

図5の例はUVターンオン電圧を9.88Vから10.5Vに引き上げます。UVレベルを上げるには、UVとグラウンドの間に抵抗を追加する必要があります。抵抗(R_{SHUNT1})は、「電気的特性」の表を使って次のように計算することができます。

$$R_{SHUNT1} = \frac{R_{(IN)} \cdot V_{OLD}}{(V_{NEW} - V_{OLD})} = \frac{18k \cdot 9.88}{(10.5 - 9.88)} = 287k$$

この同じ図で、OVスレッシュホールドは15.05Vから13.5Vに下げられています。OVレベルを下げるには、 V_{DD} とOVの間に抵抗を追加する必要があります。この抵抗は次のように計算できます。

$$R_{SHUNT2} = \frac{R_{(IN)} \cdot V_{OLD}}{V_{(TH)}} \left(\frac{(V_{NEW} - V_{OV(TH)})}{(V_{OLD} - V_{NEW})} \right) = \frac{18k \cdot 15.05}{1.235} \left(\frac{(13.5 - 1.235)}{(15.05 - 13.5)} \right) = 1.736M$$

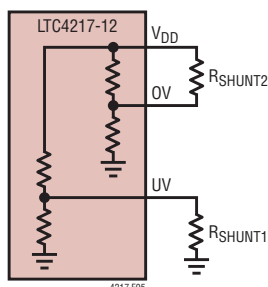


図5. LTC4217-12のスレッシュホールドの調整

OVとFBのスレッシュホールドを上げるには、 R_{SHUNT1} の式を使います。同様にUVとFBのスレッシュホールドを下げるには、 R_{SHUNT2} の式を使います。

設計例

次の設計例(図6)を取り上げます。 $V_{IN} = 12V$ 、 $I_{MAX} = 2A$ 、 $I_{INRUSH} = 100mA$ 、 $C_L = 330\mu F$ 、 $V_{UVON} = 9.88V$ 、 $V_{OV(TH)} = 15.05V$ 、 $V_{PWRGD} = 10.5V$ 。電流制限フォールトは、パワーアップ・シーケンスの自動再スタートをトリガします。

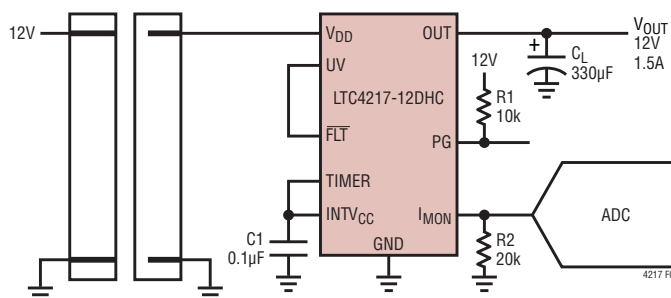


図6. カードに搭載した1.5A/12Vアプリケーション

突入電流は、固定0.3V/msのGATE充電レートを使って出力コンデンサを充電するのに必要な電流によって決まります。突入電流は次のように決まります。

$$I_{INRUSH} = C_L \cdot \left(\frac{0.3V}{ms} \right) = 330\mu F \cdot \left(\frac{0.3V}{ms} \right) = 100mA$$

前で触れたように、充電時間は出力電圧(12V)を0.3V/msの出力レートで割って40msになります。12V/100mA(つまり1.2W)のピーク電力損失はパスマOSFETの40msのSOAに入ります(「標準的性能特性」のMOSFETのSOA曲線を参照)。

次に、過電流の間にMOSFET内で失われる電力を制限する必要があります。アクティブ電流制限はタイマを使って、MOSFET内での過度のエネルギー損失を防ぎます。ワーストケースの電力損失はフォールドバック電流制限の電圧対電流のプロフィールが最大るとき生じます。これは、電流が2Aで電圧が12Vの1/2(つまり6V)のとき生じます。このプロフィールを見るには、「標準的性能特性」のセクションの「電流制限検出電圧とFB電圧」の曲線を参照してください。12Wを耐え抜くには、MOSFETのSOA曲線によれば、最大時間が10msになります(SOAのグラフを参照)。TIMERピンをINTVCCに接続する

アプリケーション情報

と作動する内部2msタイマを使います。2msのタイムアウト後、起動シーケンスを再度開始するため、FLTピンはUVピンをプルダウンする必要があります。

12V固定バージョンの過電圧、低電圧およびパワーグッドの各スレッシュホールドの既定値は要件に合致するので、UV、OVおよびFBの各ピンには外付け部品は不要です。

図6の最終回路にはほとんど外付け部品がありません。プルアップ抵抗(R1)はPGピンに接続され、20k(R2)はIMON電流を次の比率で電圧に変換します。

$$V_{IMON} = 50[\mu A/A] \cdot 20k \cdot I_{OUT} = 1[V/A] \cdot I_{OUT}$$

さらに、0.1μFのバイパス・コンデンサ(C1)がINTVCCピンに接続されています。

レイアウトに関する検討事項

負荷電流が2Aになることがあるホットスワップ・アプリケーションでは、狭いPCBトラックは広いトラックよりも大きな抵抗値を示し、高い温度で動作します。トレースが適切な温度に留まるようにするには、1オンス銅箔の最小トレース幅をアンペア当り0.02"にします。アンペア当り0.03"以上の幅にすることを推奨します。1オンス銅は約0.5mΩ/平方のシート抵抗を示すことに注意してください。高電流アプリケーションでは小さな抵抗が集まってたちまち影響を及ぼすようになります。

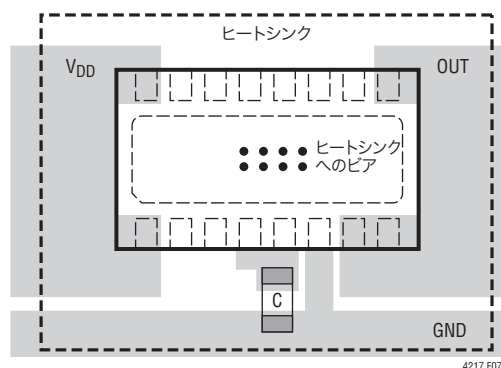


図7. 推奨レイアウト

2つのVDDピンがパッケージの反対側にあり、センス抵抗とMOSFETに接続されています。PCBのレイアウトをバランスさせ、各VDDピンに対して対称にして、MOSFETボンドワイヤの電流をバランスさせます。LTC4217の推奨レイアウトを図7に示します。

MOSFETは過温度に対する自己保護機能を備えていますが、パッケージの裏面を銅トレースに半田付けして十分なヒートシンクを与えることを推奨します。裏面はSENSEピンに接続されているので、グランド・プレーンには半田付けできないことに注意してください。通常の負荷状態で、MOSFET内で失われる電力は0.23Wに達します。面積が10mm×10mmの1オンス銅で十分です。この面積の銅を多数の層に分割してもかまいません。

C1(INTVCCピンのバイパス・コンデンサ)をINTVCCとGNDの間にできるだけ近づけて配置することも重要です。

その他のアプリケーション

LTC4217の動作範囲は広く、2.9V~26.5Vです。UV、OVおよびPGの各スレッシュホールドはほとんど抵抗を使わずに設定されます。他の全ての機能は電源電圧に依存しません。

図8は3.3Vのアプリケーションを示しており、UVスレッシュホールドは2.87V、OVスレッシュホールドは3.77V、PGスレッシュホールドは3.05Vです。最後のページには24Vのアプリケーションが示されており、UVスレッシュホールドは19.9V、OVスレッシュホールドは26.3V、PGスレッシュホールドは20.75Vです。

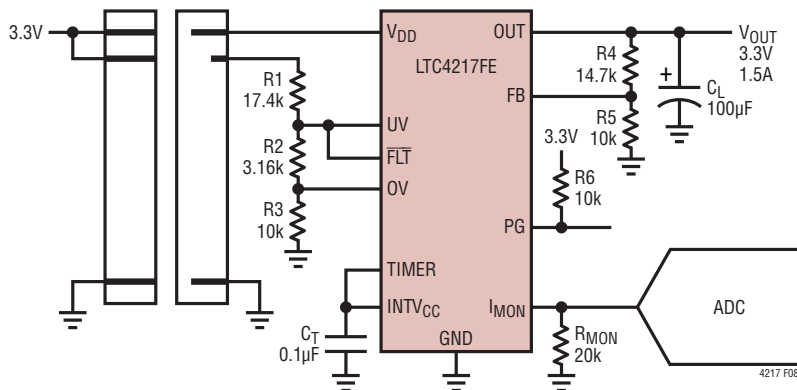
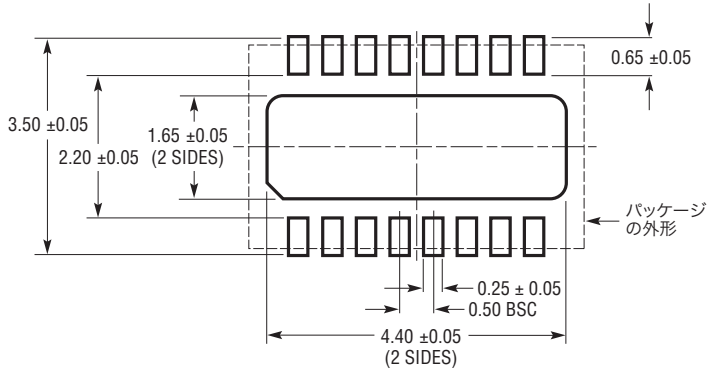


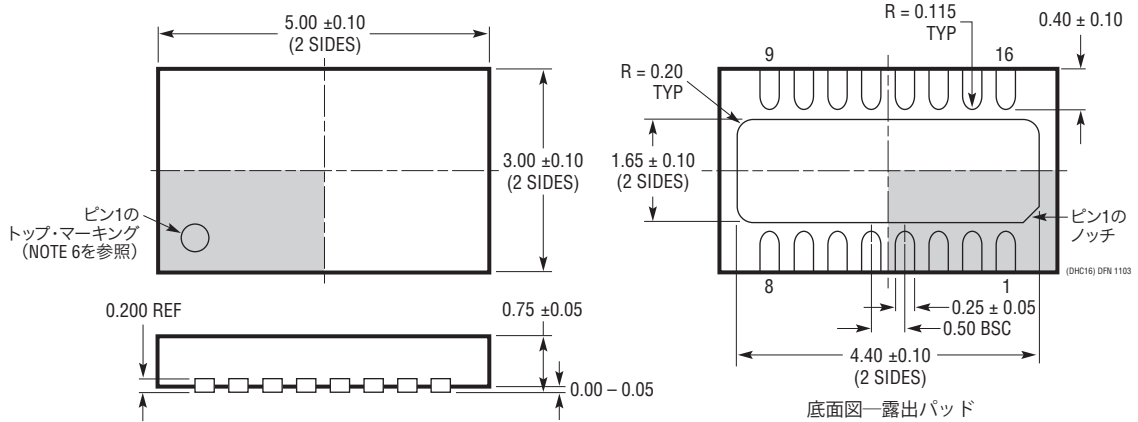
図8. カードに搭載した3.3V/1.5Aアプリケーション

パッケージ

DHCパッケージ
 16ピン・プラスチックDFN (5mm×3mm)
 (Reference LTC DWG # 05-08-1706)



推奨する半田パッドのピッチと寸法

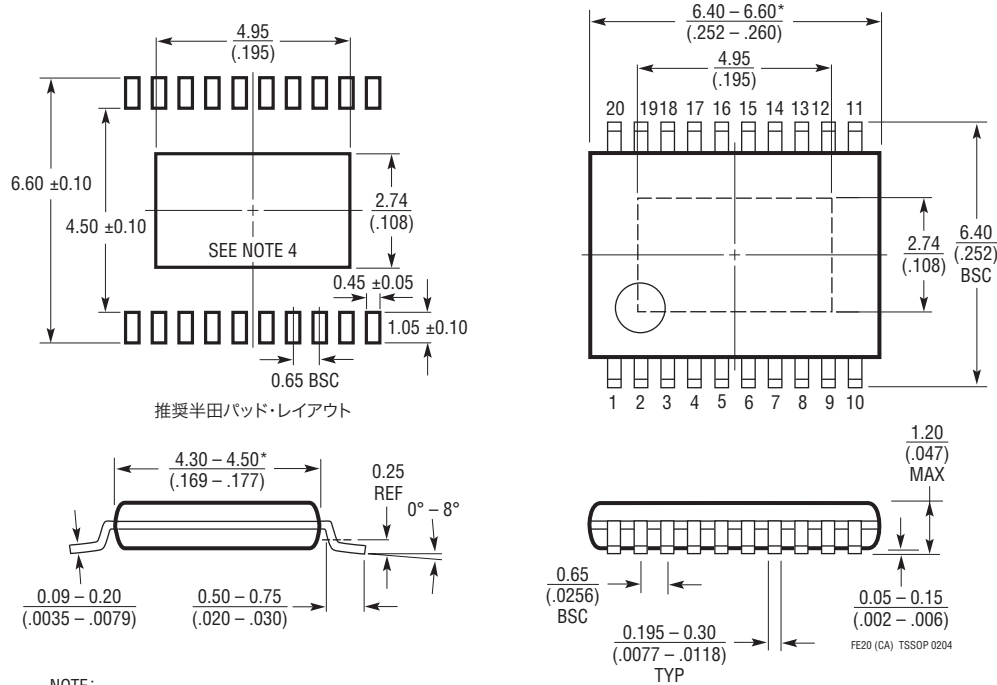


底面図—露出パッド

- NOTE:
1. 図はJEDECパッケージ・アウトラインM0-229のバージョンのバリエーション (WJED-1) として提案
 2. 図は実寸とは異なる
 3. 全ての寸法はミリメートル
 4. パッケージ底面の露出パッドの寸法にはモールドのバリを含まない
モールドのバリは(もしあれば)各サイドで0.15mmを超えないこと
 5. 露出パッドは半田メッキとする
 6. 網掛けの部分はパッケージの上面と底面のピン1の位置の参考に過ぎない

パッケージ

FEパッケージ
20ピン・プラスチックTSSOP (4.4mm)
 (Reference LTC DWG # 05-08-1663)
露出パッドのバリエーションCA



NOTE:

1. 標準寸法: ミリメートル
2. 寸法は $\frac{\text{ミリメートル}}{\text{インチ}}$
3. 図は実寸とは異なる

4. 露出パッド接着のための推奨最小PCBメタルサイズ

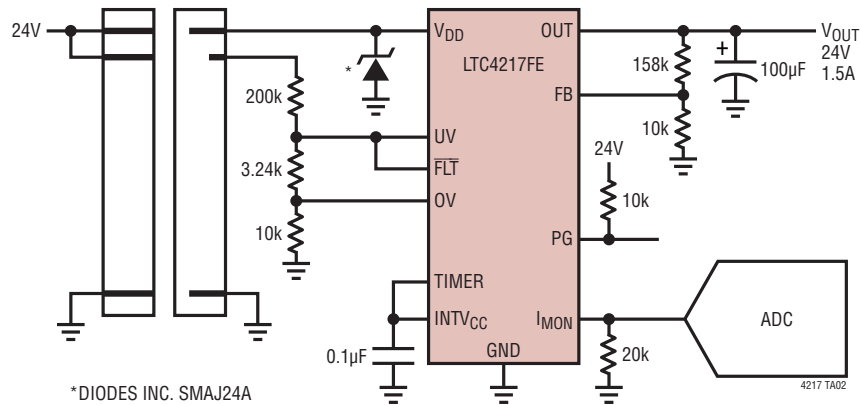
* 寸法にはモールドのバリを含まない
 モールドのバリは各サイドで0.150mm (0.006*)を超えないこと

改訂履歴 (改訂履歴はRev Cから開始)

REV	日付	概要	ページ番号
C	12/09	「特長」「概要」「標準的応用例」の改訂	1
		「絶対最大定格」の保存温度範囲と「ピン配置」の改訂	2
		「電気的特性」の改訂	3, 4
		グラフG11の改訂	6
		「ピン機能」の更新	7
		「機能図」の更新	8
		「動作」セクションの更新	9
		「アプリケーション情報」セクションの図1の改訂と値および式の更新	10~12、14
D	01/11	「絶対最大定格」「発注情報」「電気的特性」のセクションにHグレードを追加	2~4
E	06/11	「電気的特性」セクションのR _{ISET} の更新	4

標準的応用例

カードに搭載した24V/1.5Aアプリケーション



関連製品

製品番号	説明	注釈
LTC1421	デュアル・チャンネル、ホットスワップ・コントローラ	3V~12Vで動作、-12Vをサポート、SSOP-24
LTC1422	シングル・チャンネル、ホットスワップ・コントローラ	2.7V~12Vで動作、SO-8
LTC1642A	シングル・チャンネル、ホットスワップ・コントローラ	3V~16.5Vで動作、33Vまでの過電圧保護、SSOP-16
LTC1645	デュアル・チャンネル、ホットスワップ・コントローラ	3V~12Vで動作、パワー・シーケンス制御、SO-8またはSO-14
LTC1647-1/LTC1647-2/ LTC1647-3	デュアル・チャンネル、ホットスワップ・コントローラ	2.7V~16.5Vで動作、SO-8またはSSOP-16
LTC4210	シングル・チャンネル、ホットスワップ・コントローラ	2.7V~16.5Vで動作、アクティブ電流制限、SOT23-6
LTC4211	シングル・チャンネル、ホットスワップ・コントローラ	2.5V~16.5Vで動作、多機能電流制御、MSOP-8またはMSOP-10
LTC4212	シングル・チャンネル、ホットスワップ・コントローラ	2.5V~16.5Vで動作、パワーアップ・タイムアウト機能、MSOP-10
LTC4214	負電圧ホットスワップ・コントローラ	-6V~-16Vで動作、MSOP-10
LTC4215	I ² C互換モタ付きホットスワップ・コントローラ	2.9V~15Vで動作、電流と電圧をモニタする8ビットADC
LTC4218	シングル・チャンネル、ホットスワップ・コントローラ	2.9V~26.5Vで動作、調整可能な電流制限、SSOP-16
LT4220	正電圧と負電圧、デュアル・チャンネル、 ホットスワップ・コントローラ	±2.7V~±16.5Vで動作、SSOP-16
LTC4221	デュアル・ホットスワップ・コントローラ/シーケンサ	1V~13.5Vで動作、多機能電流制御、SSOP-16
LTC4230	トリプル・チャンネル、ホットスワップ・コントローラ	1.7V~16.5Vで動作、多機能電流制御、SSOP-20