

# シンプルな -48Vホット・スワップ・コントローラ

## 特長

- 幅広い入力電源範囲：-36V ~ -80V
- 過渡定格：-100V
- プログラミング可能な電流制限
- プログラミング可能な電流スルー・レート
- イネーブル入力 (EN)
- 障害タイマによって不要な保護動作を防止
- オープン・ドレイン障害出力 (FAULT)
- 外部部品はほとんど不要
- 8ピンMSOPパッケージ

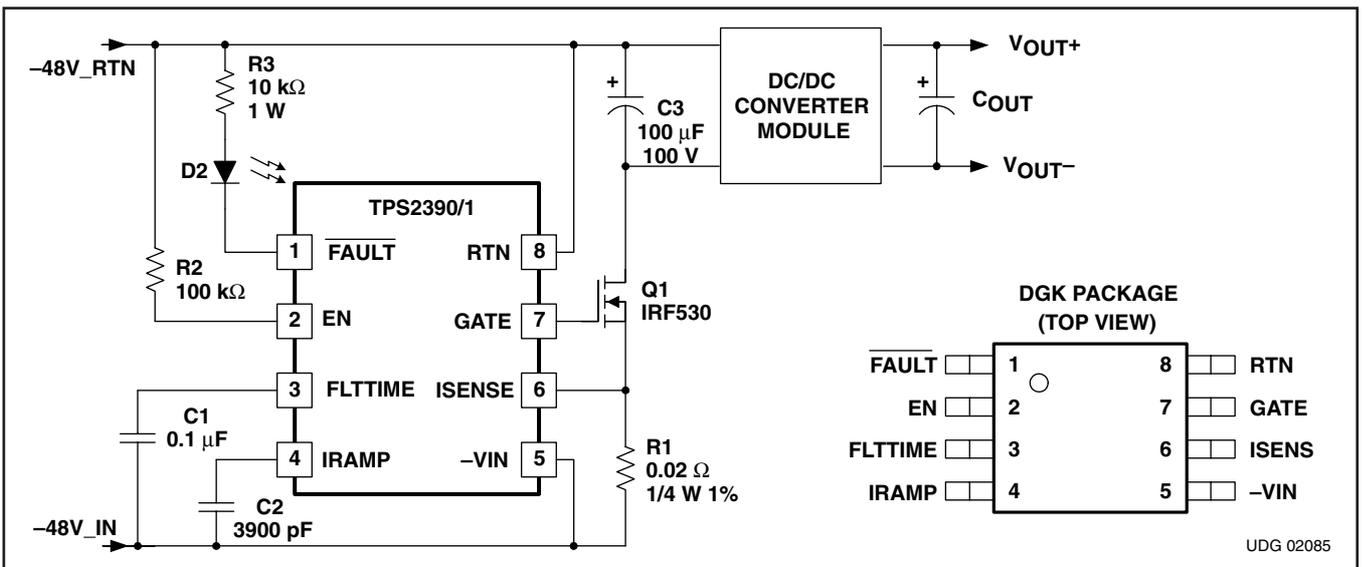
## アプリケーション

- -48V分散電源システム
- COスイッチング
- 無線ベース・ステーション

## 概要

TPS2390およびTPS2391は、公称-48Vのシステムでの使用に最適化された、ホット・スワップ電源マネージャです。最大-80Vまでの電源用に設計され、スパイク耐圧定格は-100Vです。外部のNチャンネルFETおよびセンス抵抗と組み合わせることにより、稼働中のシステムでプラグイン・カードやモジュールの活性挿入を実現できます。TPS2390とTPS2391のいずれも、センス抵抗値と1個の外部コンデンサを使用して、負荷電流のスルー・レートおよびピーク値制限を簡単にプログラミングできます。また、単一ライン障害の通知、障害カードの電氣的絶縁、不要な過電流保護動作の防止などの機能も備えています。TPS2390は、電流障害の発生時にラッチ・オフします。TPS2391は、障害が発生すると負荷を定期的のリトライします。

## アプリケーション図



この資料は、Texas Instruments Incorporated (TI) が英文で記述した資料を、皆様のご理解の一助として頂くために日本テキサス・インスツルメンツ (日本TI) が英文から和文へ翻訳して作成したものです。資料によっては正規英語版資料の更新に対応していないものがあります。日本TIによる和文資料は、あくまでもTI正規英語版をご理解頂くための補助的参考資料としてご使用下さい。製品のご検討およびご採用にあたりましては必ず正規英語版の最新資料をご確認下さい。TIおよび日本TIは、正規英語版にて更新の情報を提供しているにもかかわらず、更新以前の情報に基づいて発生した問題や障害等につきましては如何なる責任も負いません。



## 静電気放電対策

これらのデバイスは、限定的な ESD (静電破壊) 保護機能を内蔵しています。保存時または取り扱い時は、MOS ゲートに対する静電破壊を防止するために、リード線どうしを短絡しておくか、デバイスを伝導性のフォームに入れる必要があります。

### 絶対最大定格 (注1を参照)

	TPS2390/1	単位
Input voltage range, all pins except RTN, EN, $\overline{\text{FAULT}}^{(2)}$	-0.3 V ~ 15	V
Input voltage range, RTN <sup>(2)</sup>	-0.3 V ~ 100	V
Input voltage range, EN <sup>(2)(3)</sup>	-0.3 V ~ 100	V
Output voltage range, $\overline{\text{FAULT}}^{(2)(4)}$	-0.3 V ~ 100	V
Continuous output current, $\overline{\text{FAULT}}$	10	mA
Continuous total power dissipation	see Dissipation Rating Table	
Operating junction temperature range, T <sub>J</sub>	-55°C ~ 125°C	°C
Storage temperature range, T <sub>stg</sub>	-65°C ~ 150°C	°C
Lead temperature soldering 1,6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds	260°C	°C

注1：絶対最大定格以上のストレスは、致命的なダメージを製品に与えることがあります。これはストレスの定格のみについて示しており、このデータシートの「推奨動作条件」に示された値を越える状態での本製品の機能動作は含まれていません。絶対最大定格の状態に長時間置くと、本製品の信頼性に影響を与えることがあります。

2：特に指定のない限り、すべての電圧値は-VINを基準にしています。

3：100kΩの最小入力直列抵抗を使用した場合、低インピーダンスで-0.3V~15Vです。

4：10kΩの最小直列抵抗を使用した場合、低インピーダンスで-0.3V~80Vです。

### 静電放電 (ESD) 保護

	MIN	単位
Human Body Model (HBM)	1.5	kV
Charged Device Model (CDM)	1.5	kV

### 推奨動作条件†

	MIN	NOM	MAX	単位
Nominal input supply, -VIN to RTN	-80		-36	V
Operating junction temperature range	-40		85	°C

† 特に指定のない限り、すべての電圧値は-VINを基準にしています。

### 定格消費電力

パッケージ	T <sub>A</sub> < 25°C POWER RATING	DERATING FACTOR ABOVE T <sub>A</sub> = 25°C	T <sub>A</sub> = 85°C POWER RATING
MSOP-8	420 mW	4.3 mW/°C	160 mW

### 供給オプション

OPERATING T <sub>A</sub>	FAULT OPERATION	PACKAGED DEVICES MSOP (DGK)
40°C ~ 85°C	Latch off	TPS2390DGK
	Periodically retry	TPS2391DGK

## 電気的特性

$V_{I(-VIN)} = -48V$  (RTNを基準)、 $V_{I(EN)} = 2.8V$ 、 $V_{I(ISENS)} = 0$ 、すべての出力が無負荷、 $T_A = -40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$   
(特に指定のない限り)<sup>(1)(2)</sup>

### 入力電源

パラメータ	テスト条件	MIN	TYP	MAX	単位
$I_{CC1}$ Supply current, RTN	$V_{I(RTN)} = 48 V$		700	1000	$\mu A$
$I_{CC2}$ Supply current, RTN	$V_{I(RTN)} = 80 V$		1000	1500	$\mu A$
$V_{UVLO\_L}$ UVLO threshold, input voltage rising	To GATE pull-up, referenced to RTN	-36	-30	-25	V
$V_{HYS}$ UVLO hysteresis		1.8	2.3	3.0	V

### イネーブル入力 (EN)

パラメータ	テスト条件	MIN	TYP	MAX	単位
$V_{TH}$ Threshold voltage, input voltage rising	To GATE pull-up	1.3	1.4	1.5	V
$V_{HYS\_EN}$ EN hysteresis		30	60	90	mV
$I_{IH}$ High-level input current	$V_{I(EN)} = 5 V$	-2	1	2	$\mu A$

### 線形電流増幅器 (LCA)

パラメータ	テスト条件	MIN	TYP	MAX	単位
$V_{OH}$ High-level output, GATE	$V_{I(ISENS)} = 0 V$	11	14	17	V
$I_{SINK}$ Output sink current	$V_{I(ISENS)} = 80 mV$ , $V_{O(GATE)} = 5V$ , Fault mode	50	100		mA
$I_I$ Input current, ISENS	$0 V < V_{I(ISENS)} < 0.2 V$	-1		1	$\mu A$
$V_{REF\_K}$ Reference clamp voltage	$V_{O(IRAMP)} = open$	33	40	46	mV
$V_{IO}$ Input offset voltage	$V_{O(IRAMP)} = 2 V$	-7		6	mV

### ランプ・ジェネレータ

パラメータ	テスト条件	MIN	TYP	MAX	単位
$I_{SRC1}$ IRAMP source current, slow turn-on rate	$V_{O(IRAMP)} = 0.25 V$	-850	-600	-400	nA
$I_{SRC2}$ IRAMP source current, normal rate	$V_{O(IRAMP)} = 1 V, 3 V$	-11	-10	-9	$\mu A$
$V_{OL}$ Low-level output voltage	$V_{I(EN)} = 0 V$			2	mV
$A_V$ Voltage gain, relative to ISENS	$V_{O(IRAMP)} = 1 V, 3 V$	9.5	10.0	10.5	mV/V

### 過負荷コンパレータ

パラメータ	テスト条件	MIN	TYP	MAX	単位
$V_{TH\_OL}$ Current overload threshold, ISENS		80	100	120	mV
$t_{DLY}$ Glitch filter delay time	$V_{I(ISENS)} = 200 mV$	2	4	7	$\mu s$

### 障害タイマ

パラメータ	テスト条件	MIN	TYP	MAX	単位
$V_{OL}$ Low-level output voltage	$V_{I(EN)} = 0 V$			5	mV
$I_{CHG}$ Charging current, current limit mode	$V_{I(ISENS)} = 80 mV$ , $V_{O(FLTTIME)} = 2 V$	-55	-50	-45	$\mu A$
$V_{FLT}$ Fault threshold voltage		3.75	4.00	4.25	V
$I_{DSG}$ Discharge current, retry mode	TPS2391 $V_{I(ISENS)} = 80 mV$ , $V_{O(FLTTIME)} = 2 V$		0.38	0.75	$\mu A$
D Output duty cycle	TPS2391		1	1.5	%
$I_{RST}$ Discharge current, timer reset mode	$V_{O(FLTTIME)} = 2 V$ , $V_{I(ISENS)} = 0 V$		1		mA

注1：特に指定のない限り、すべての電圧値は-VIN端子を基準にしています。

注2：電流は、指定されたピンに流れ込む方向が正、ピンから流れ出る方向が負です。

## 電気的特性

$V_{I(-VIN)} = -48V$  (RTNを基準)、 $V_{I(EN)} = 2.8V$ 、 $V_{I(ISENS)} = 0$ 、すべての出力が無負荷、 $T_A = -40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$   
(特に指定のない限り)<sup>(1)(2)</sup>

### FAULT出力

パラメータ		テスト条件	MIN	TYP	MAX	単位
$I_{OH}$	High-level output (leakage) current	$V_{I(EN)} = 0V$ , $V_{O(FAULT)} = 65V$			10	$\mu A$
$R_{DS(ON)}$	Driver ON resistance	$V_{I(ISENS)} = 80mV$ , $V_{O(FLTIME)} = 5V$ , $I_{O(FAULT)} = 1mA$		35	60	$\Omega$

注1：特に指定のない限り、すべての電圧値は-VIN端子を基準にしています。

2：電流は、指定されたピンに流れ込む方向が正、ピンから流れ出る方向が負です。

### 端子機能

TERMINAL		I/O	説明
名称	番号		
EN	2	I	負荷への電源をオンまたはオフにするイネーブル入力
FAULT	1	O	アクティブ・ローで負荷障害状態を示すオープン・ドレイン出力
FLTIME	3	I/O	障害タイムアウト期間のユーザ・プログラミング用端子
GATE	7	O	外部NチャンネルFETのゲート駆動
IRAMP	4	I/O	突入電流スルー・レートを設定するプログラミング入力
ISENS	6	I	電流センス入力
RTN	8	I	TPS2390およびTPS2391の正電源入力
-VIN	5	I	TPS2390およびTPS2391の負電源入力およびリファレンス・ピン

### ピンの詳細説明

**EN**：負荷への電源をオンまたはオフにするイネーブル入力です。ENピンは、回路の-VIN電位を基準としています。この入力が“High”になる（公称1.4Vのスレッシュホールドを超える）と、GATE出力がイネーブルになり、負荷への電流が上昇を開始します。この入力が“Low”になると、線形電流増幅器（LCA）がディスエーブルになり、FETゲートに大きなプルダウン素子が接続されて、負荷への電力がディスエーブルになります。

**FAULT**：アクティブ・ローで負荷障害状態を示すオープン・ドレイン出力です。デバイスのENがデアサートされた場合、またはイネーブル時に負荷電流がプログラミングされた制限値を下回った場合には、この出力がハイ・インピーダンスになります。障害タイムの満了時にデバイスが電流レギュレーション・モードに保持されている場合、または、高速動作過負荷状態によりセンス抵抗で100mV以上の電圧降下が生じた場合には、障害がラッチされ、負荷がオフになり、FAULTピンは“Low”（-VIN）になります。TPS2390は、障害に対して引き続きラッチ・オフ状態となり、ENピンまたはデバイス電源のサイクル動作によってリセットできます。TPS2391は、約1%のデューティ・サイクルで負荷をリトライします。

**FLTIME**：障害タイムアウト期間のユーザ・プログラミング用接続端子です。FLTIMEと-VINの間に外部コンデンサを接続することで、障害状態と見なすまでのタイムアウト期間を設定します。このタイムアウトにより、障害の発生した負荷に無限の電流が流れ込むのを防ぐとともに、瞬間的な電流スパイクやサージによって過電流保護機能が不必要に動作するのを防止できます。TPS2390およびTPS2391では、ISENSピンの電圧が40mVの障害スレッシュホールド以上になった状態を、障害状態と定義しています。障害状態が発生すると、タイマが作動します。デバイスは、外部コンデンサを4Vの障害スレッシュホールドまで充電してから、それを放電してタイマをリセットするか（TPS2390）、または充電レートの約1%で放電して負荷のリトライ用デューティ・サイクルを確立する（TPS2391）ことにより、障害のタイミングを管理します。内部障害ラッチがセットされる（タイマが満了する）と、パスFETが直ちにオフになり、FAULT出力がアサートされます。

**GATE**：外部NチャネルFETのゲート駆動です。イネーブル状態で、入力電源がUVLOスレッシュホールドを上回っている場合、ゲート駆動がイネーブルになり、デバイスはIRAMPピンに接続された外部コンデンサの充電を開始します。このピン電圧は、内部LCAの非反転入力のリファレンス電圧を確立するために使用されます。反転入力、電流センス・ノードISENSに接続されています。LCAは、パスFETゲートを上昇させて、ISENS電圧をリファレンスに追従させます。リファレンスは内部で40mVにクランプされるため、負荷に流れ込む最大電流はセンス抵抗値によって決定され、 $IMAX \leq 40 \text{ mV}/R_{SENSE}$ となります。負荷電圧が入力DC電位まで上昇し、電流需要が低下すると、LCAはGATE出力を約14Vまで駆動してパスFETを完全にエンハンスし、負荷に対する低インピーダンスの電源リターン・パスを完結させます。

**IRAMP**：突入電流スルー・レートを設定するプログラミング入力です。このピンと-VINの間に外部コンデンサを接続することで、負荷への電力がイネーブルになっている場合に、負荷電流のスルー・レートを設定できます。デバイスはこの外部コンデンサを充電してLCAへのリファレンス入力を確立します。LCAおよびパスFETの閉ループ制御により、ISENSの電流センス電圧がリファレンス電位に維持されます。センス電圧は抵抗における電圧降下として確立されるため、充電電流の上昇率はIRAMPピンの電圧上昇率によって設定されます。EN入力または負荷障害によって出力がディスエーブルになると、コンデンサは放電され、次のオンに備えた初期化のために“Low”に保持されます。

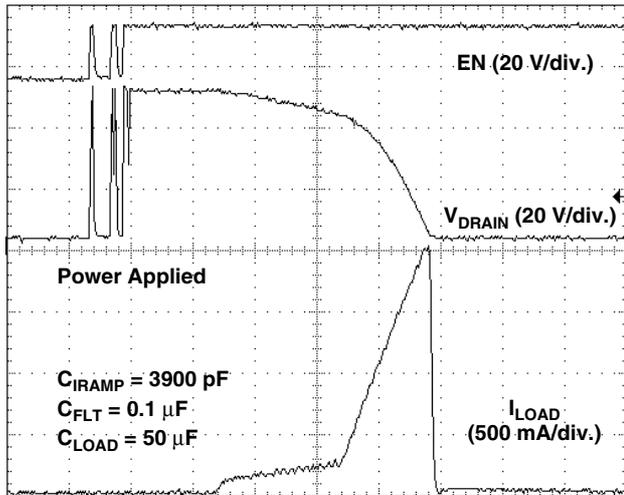
**ISENS**：電流センス入力です。このピンと-VINの間に小さな外部抵抗を接続することで、TPS2390/91に対して電流の大きさ情報がフィードバックされます。ISENSピンの電圧には、2つの内部スレッシュホールドが関連付けられています。負荷の入力容量の充電中、その他需要が過大な期間中には、この電圧がHSPMによって40mVに制限されます。LCAが電流レギュレーション・モードのときは、FLTTIMEのコンデンサが充電されてタイマが動作します。LCAがその電源レールを駆動中に、短絡などの高速動作障害によってISENS電圧が100mV(過負荷スレッシュホールド)を超えた場合、GATEピンが直ちに“Low”になり、障害タイマはバイパスされます。

**RTN**：TPS2390/91の正電源入力です。負電圧システムでは、この電源ピンは入力電源バスのリターン・ノードに直接接続されます。内部レギュレータによって入力電圧が降圧されて、TPS2390およびTPS2391で使用される各種の電源レベルが生成されます。

**-VIN**：TPS2390/91の負電源入力およびリファレンス・ピンです。このピンは、入力電源の負レールに直接接続されます。入力ピン、出力ピン、およびすべての内部回路はこのピンを基準としているため、このピンは実質的にデバイスのGNDまたはVSSピンとして機能します。

# 代表的特性

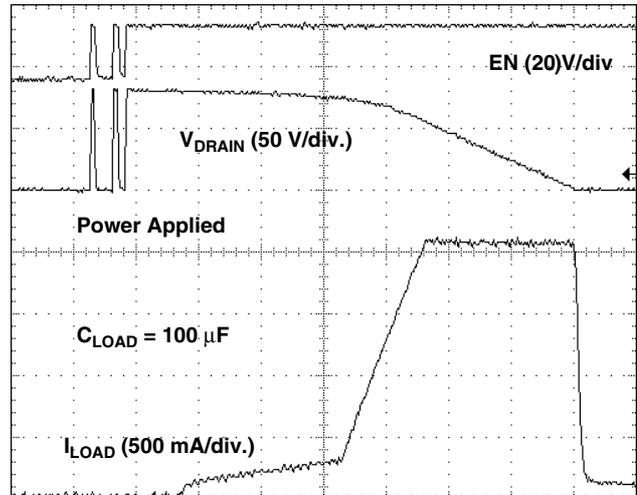
LIVE INSERTION EVENT  
VIN = -48 V



t - Time - 1 ms/div

図1

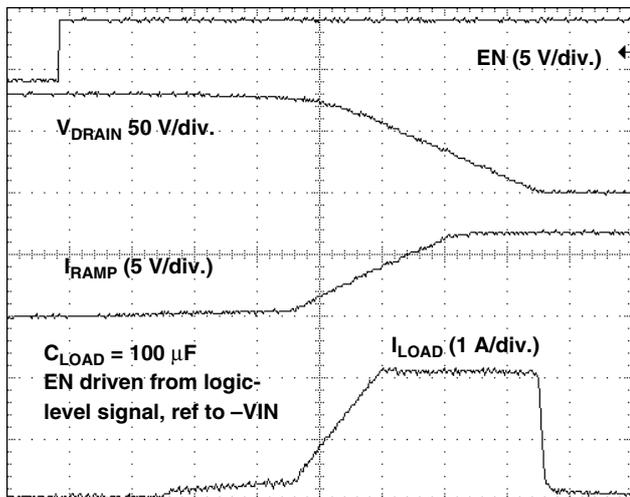
LIVE INSERTION EVENT  
VIN = -80 V



t - Time - 1 ms/div

図2

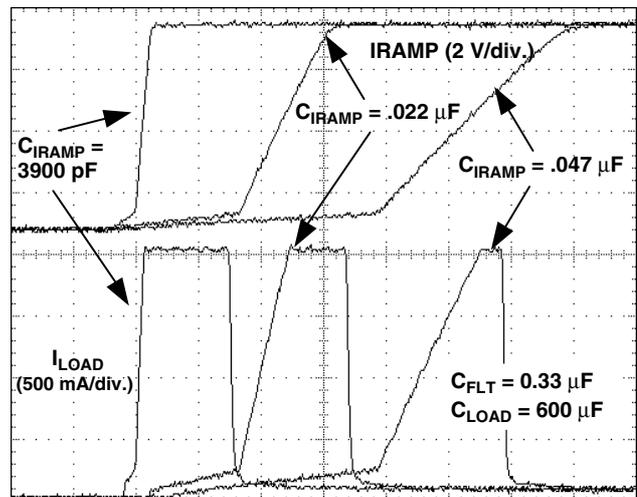
START-UP FROM ENABLE ASSERTION



t - Time - 1 ms/div

図3

LOAD CURRENT RAMP PROFILES

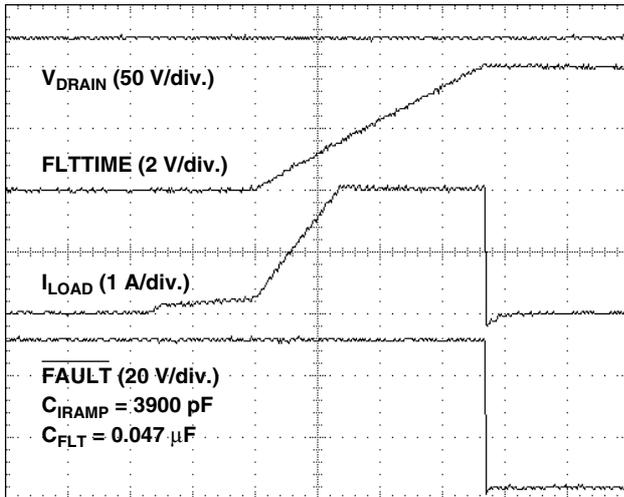


t - Time - 10 ms/div

図4

代表的特性

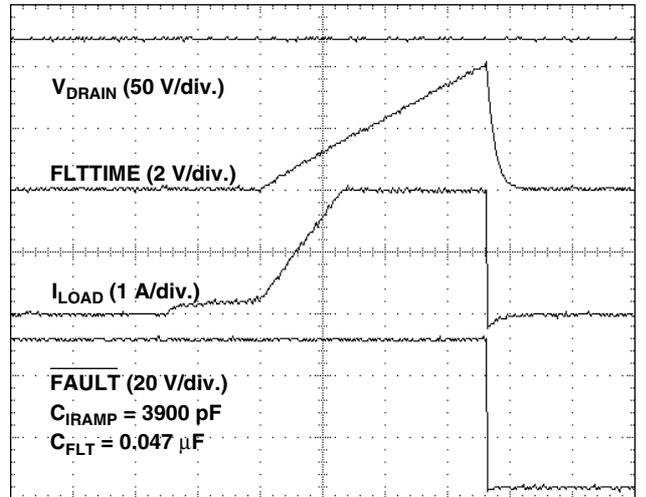
TURN-ON INTO SHORTED LOAD  
(TPS2391)



t – Time – 1 ms/div

図5

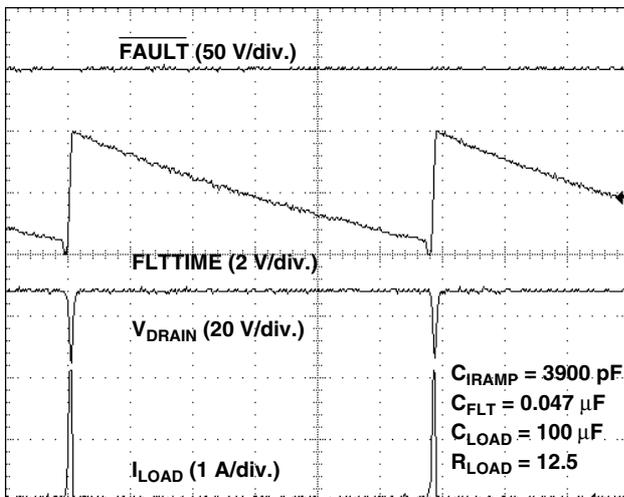
TURN-ON INTO SHORTED LOAD  
(TPS2390)



t – Time – 1 ms/div

図6

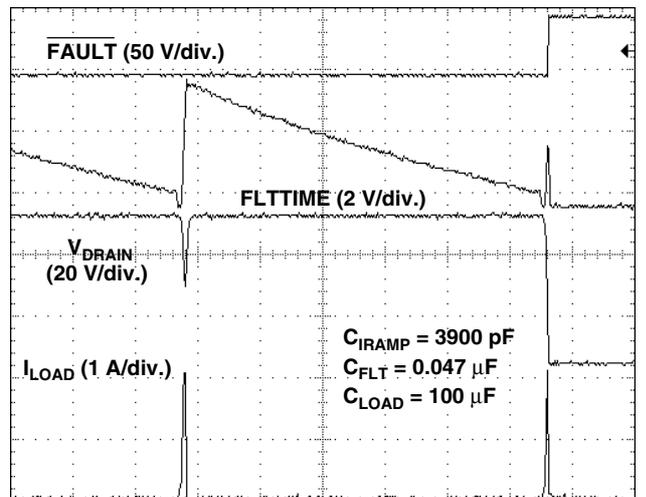
FAULT RETRY OPERATION  
(TPS2391)



t – Time – 50 ms/div

図7

RECOVERY FROM A FAULT LARGE SCALE VIEW  
(TPS2391)



t – Time – 50 ms/div

図8

代表的特性

RECOVERY FROM A FAULT - EXPANDED VIEW  
(TPS2391)

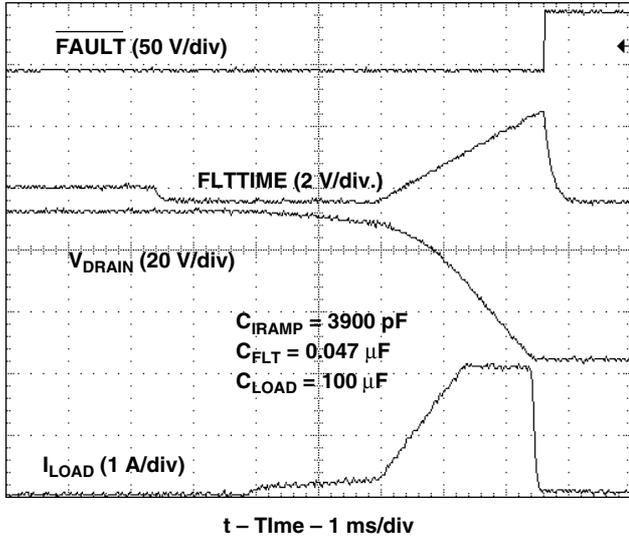


图9

SUPPLY CURRENT  
vs  
AMBIENT TEMPERATURE

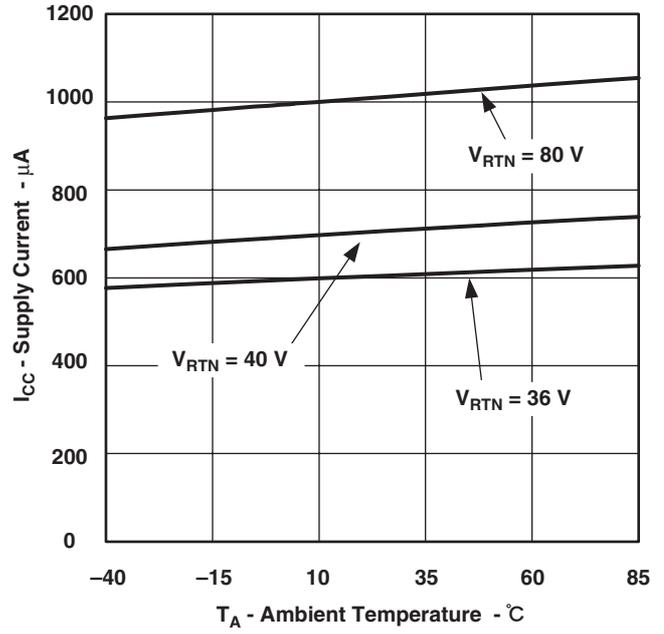


图10

GATE HIGH-LEVEL OUTPUT  
vs  
AMBIENT TEMPERATURE

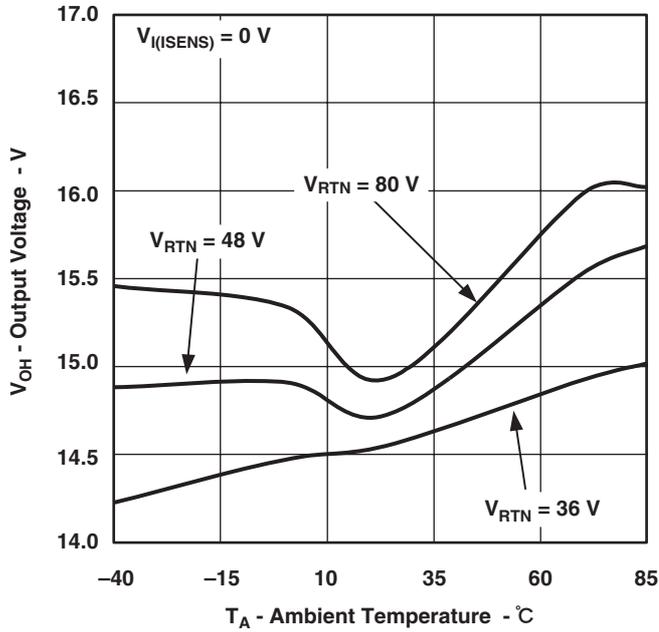


图11

IRAMP OUTPUT CURRENT  
vs  
AMBIENT TEMPERATURE, SLOW TURN-ON

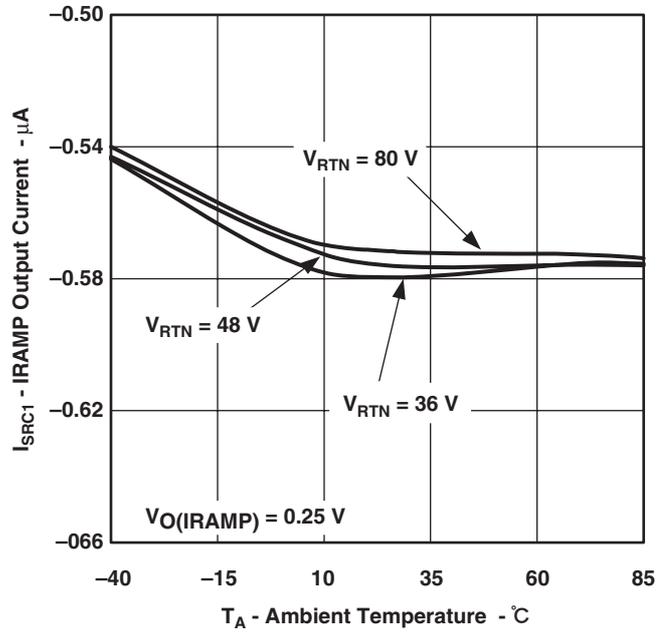
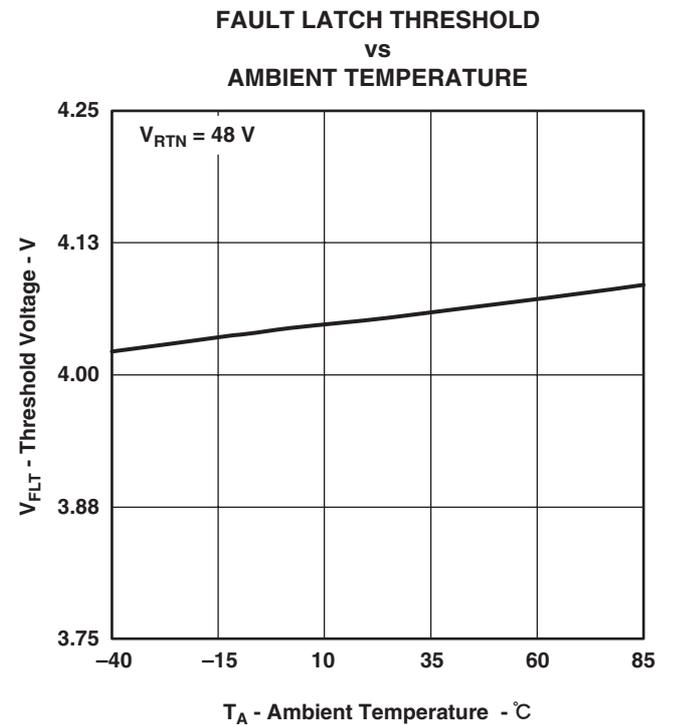
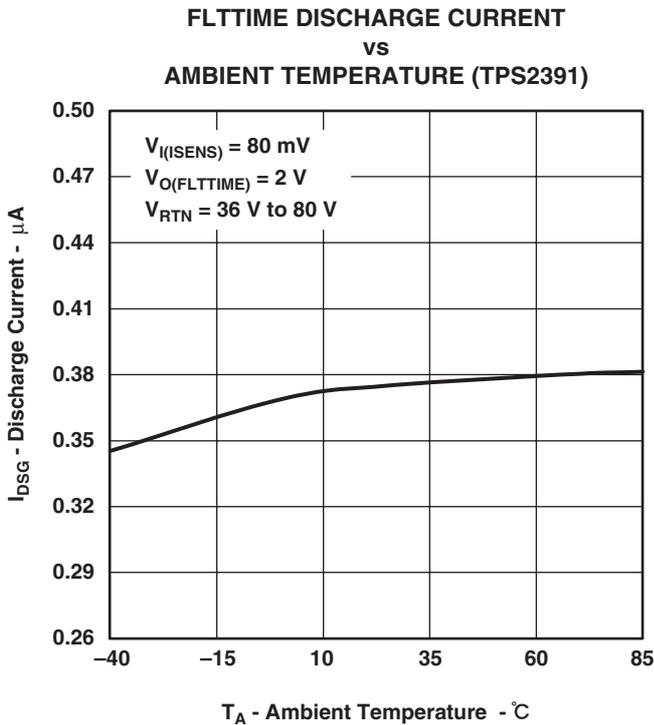
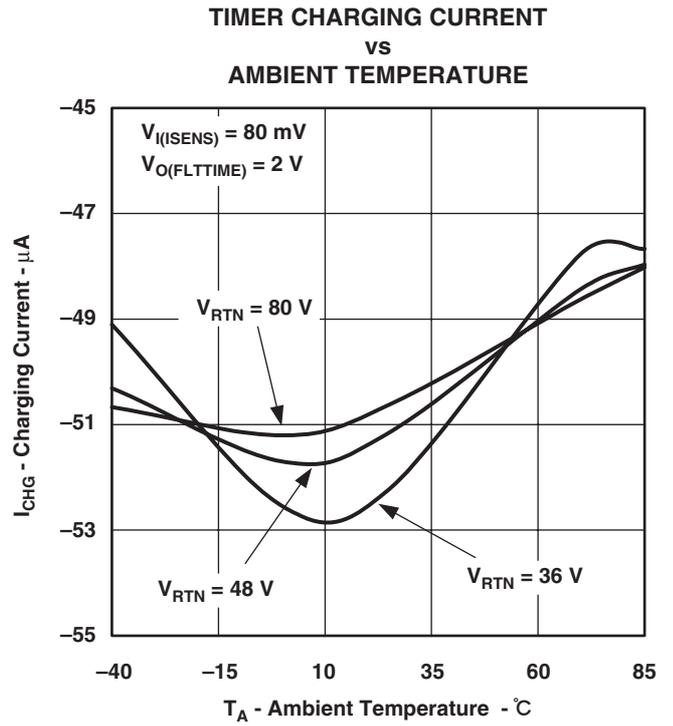
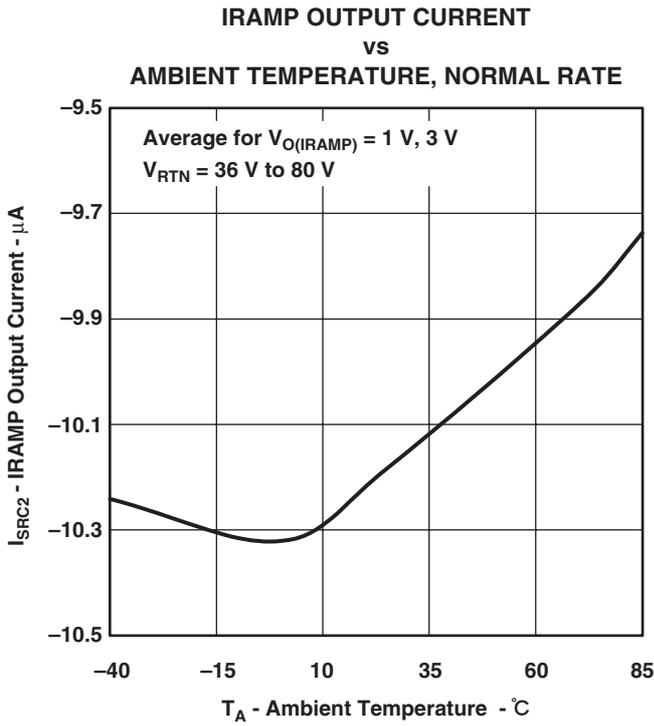


图12

代表的特性



## アプリケーション情報

電源オン状態のシャーシ・スロットにプラグイン・モジュールまたはプリント基板カードを挿入すると、基板上の電源バルク容量の放電によって、システム電源から非常に大きな過渡電流が流れる可能性があります。何らかの形で突入制限を設けなければ、特に高電圧システムでは、これらの電流のピークが数百アンペアにも達する場合があります。そのように大きな過渡電流は、コネクタ・ピン、PCBのエッチング、プラグイン部品、電源部品などの破損につながります。また、電流スパイクによって配電バス上の電圧が低下し、システム内の他の基板がリセットされる場合もあります。

TPS2390およびTPS2391は、そのようなピークを設定されたレベルに制限し、充電電流が上昇するスルー・レート (di/dt) もプログラミングされた制限値に制御するよう設計された、ホット・スワップ電源マネージャです。外部のNチャンネル・パスFETおよびセンス素子を使用して、負荷に流れる電流の閉ループ制御を行います。入力電源の低電圧ロックアウト (UVLO) 機能により、ホット・スワップ回路は電源の印加時に自動的にオンになるか、またはEN入力を介したシステム・コマンドによって制御できます。外部コンデンサにより、電流の上昇率と、負荷電圧上昇のタイムアウト期間を制御できます。また、内部の過負荷コンパレータにより、カードの定常状態 (電源オン後) 動作で短絡が発生した場合に回路遮断保護を実現します。

TPS2390およびTPS2391は、入力電源 (公称-48VDCレール) から直接動作します。-VINピンは負電圧レールに接続され、RTNピンは電源リターンに接続されます。入力電力は、内部レギュレータによってデバイス回路に必要な電源レベルに変換されます。入力UVLO回路により、電源電圧が公称30Vのレベルに達するまで、GATE出力は“Low”に維持されます。もう1つのコンパレータで、EN入力を監視します。負荷への電力供給をオンにするには、このピンが1.4Vのイネーブル・スレッシュ・ホールドを上回る必要があります。

イネーブル状態になり、入力電源がUVLOスレッシュ・ホールドを上回ると、GATEのプルダウンが解除され、線形制御増幅器 (LCA) がイネーブルになり、ランプ制御ブロック内の大き

な放電素子がオフになります。それ以降は、小さな電流源によって、IRAMPピンに接続された外部コンデンサを充電できるようになります。その結果、IRAMPでの電圧上昇は線形になります。実際には、コンデンサでの電圧上昇は2つの異なる傾きで構成されます。図17に示されるように、充電電流は2つの電流源のいずれかから供給されます。最初のオン時には、600nAの電流源が選択され、緩い上昇率となります。この緩い上昇によって、LCAは飽和状態を脱し、通常の上昇率での負荷充電が開始される前に非反転入力 (INA) の電圧まで上昇できます。このメカニズムにより、オン時の電流ステップが低減されます。IRAMPピンの電圧が約0.5Vに達すると、内部コンパレータによりSLOW信号がデアサートされ、残りの上昇期間に対しては10 $\mu$ A電流源が選択されます。

IRAMPの電圧は1/100に分圧され、LCAの非反転入力に印加されます。反転入力には、ISENSピンの負荷電流値情報が供給されます。この電圧は、ISENSと-VINの間に電流センス抵抗を接続することで確立されます。LCAは、外部パスFETのゲートを上昇させて、ISENSの電圧を分圧されたIRAMP電圧に追従させます。その結果、負荷電流のスルー・レートはIRAMPピンの線形電圧上昇に追従し、負荷電流のdi/dtが線形になります。IRAMPコンデンサは約6.5Vまで充電されますが、LCAの入力は40mVにクランプされます。したがって、オン時に負荷に流れ込む電流は、 $I_{MAX} \leq 40mV/R_{SENSE}$  で与えられる値に制限されます。ここで、 $R_{SENSE}$  はセンス抵抗の値です。

その結果、コントローラでレギュレーションされた負荷電流によって、モジュールの入力バルク容量が安全に充電されます。通常の条件では、この容量は最終的にDC入力電位まで充電されます。この時点で、負荷の電流需要は減り、ISENSの電圧は低下します。それにより、LCAはGATE出力を電源レールまで駆動できるようになります。標準14Vの出力レベルにより、一般的なNチャンネル・パワーFETの標準20VのVGS定格を超えることなく、外部FETを完全にエンハンスするために十分なオーバードライブが得られます。

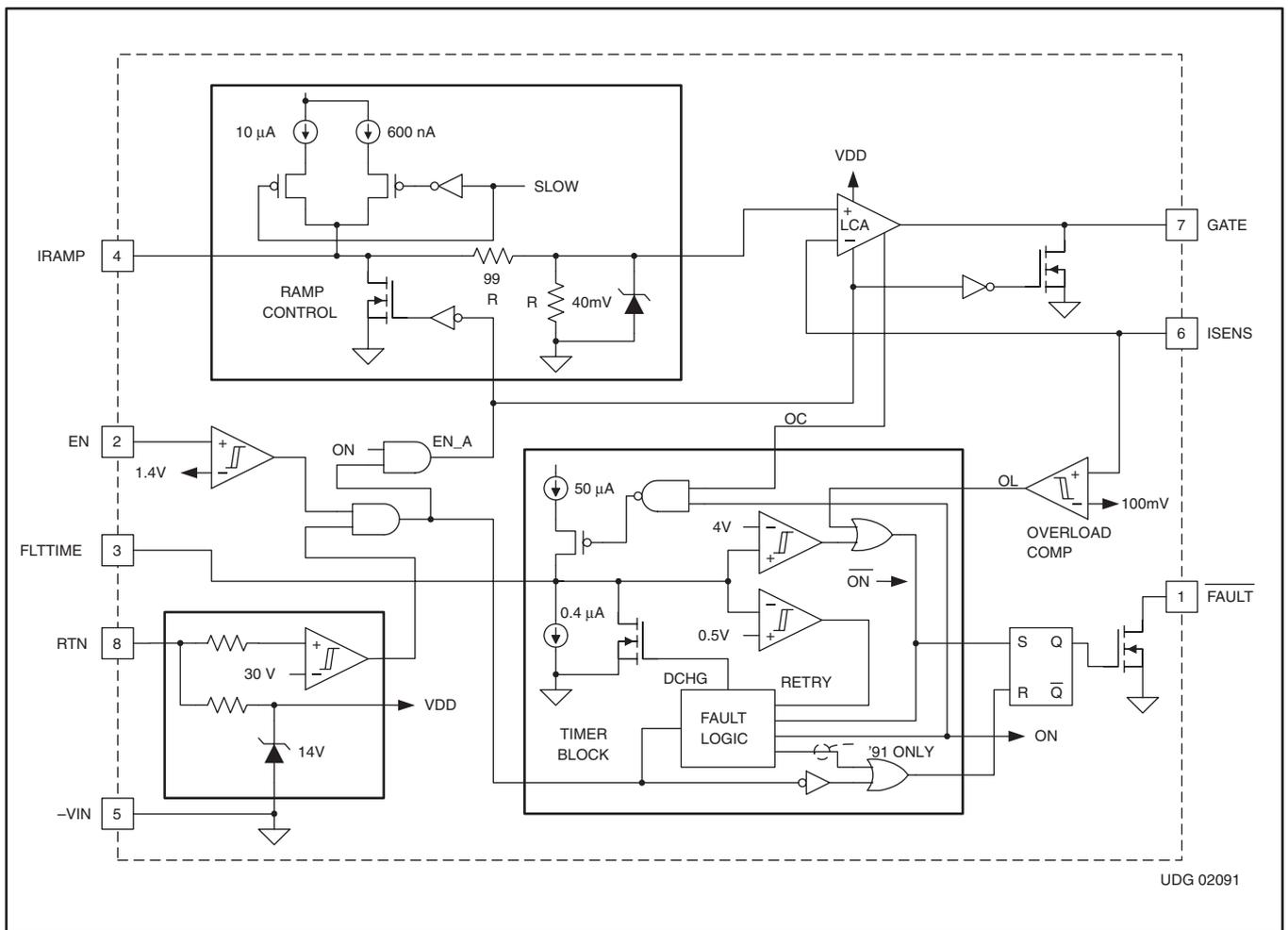


図17. ブロック図

FLTTIMEピンと-VINピンの間にコンデンサを接続することで障害タイマが実現され、ユーザがタイムアウト期間をプログラミングできます。ホット・スワップ・コントローラが前述の電流制御モードになると、LCAは過電流通知(図17のOC)をアサートします。IRAMP波形の低速上昇部分では、過電流障害タイマは禁止されます。ただし、デバイスが通常レートの電流上昇( $V_O(\text{IRAMP}) \geq 0.5\text{V}$ )に遷移すると、外部コンデンサが50 $\mu\text{A}$ 電流源によって充電され、FLTTIMEピンの電圧が上昇します。この電圧が4Vの障害スレッショールドに達すると、障害がラッチされ、オープン・ドレイン・ドライバがオンになって外部FAULT出力をアサートします。障害コンデンサの充電

は停止し、コンデンサの放電が開始されます。また、障害状態のラッチにより、IRAMPコンデンサが急速に放電されます。このようにして、ソフトスタート機能がリセットされ、状況に応じて、次の出力イネーブルの準備が整います。

TPS2390は障害発生時にラッチ・オフします。障害タイムアウトが発生すると、放電信号(DCHG)によって大きなNMOS素子がオンとなり外部コンデンサを急速に放電させることで、以降のデバイス・リセット用にタイマがリセットされます。TPS2390は、デバイスのパワー・サイクルまたはEN入力のサイクルによってのみリセットできます。

# アプリケーション情報

TPS2391は、障害状態がラッチされると障害リトライ・モードに入り、負荷を定期的にリトライして障害が引き続き存在するかどうかをテストします。このモードでは、FLTTIMEコンデンサは約0.4μAの定電流シンクによって緩やかに放電されます。FLTTIMEピンの電圧が0.5V未満に降下すると、LCAおよびランプ制御回路が再度イネーブルになり、通常のオン時の電流上昇が行われます。これによって再び、負荷の充電中に、次の遅延期間が経過するまでOC信号によりFLTTIMEコンデンサが充電されます。この連続的なFLTTIMEコンデンサの充電と放電により、標準で1%のリトライ・デューティ・サイクルが得られます。障害が解消される(GATEピンが“High”出力になる)と、タイミング・コンデンサが急速に放電され、デューティ・サイクル動作が停止し、障害ラッチがリセットされます。

最初の低速上昇期間ではタイミング動作が禁止されるため、実際のデューティ・サイクルは公称1%よりもわずかに大きくなります。ただし、この期間にソースされる電流のピークは、最大制限値の約1/8にすぎません。通常の上昇および定電流期間のデューティ・サイクルは、約1%です。

タイマ・ブロック内の障害ロジックにより、コンデンサの充電および放電レート(DCHG信号)と、GATE出力のイネーブル(ON信号)が自動的に管理されます。TPS2391の場合、リトライ・モード中はFAULT出力が連続的にアサート状態に維持され、障害状態が解消されるまで解除されません。

TPS2390およびTPS2391には、ISENS電圧を監視する過負荷コンパレータが含まれています。センス電圧に100mV以上が検出されると、障害がラッチされ、LCAはディスエーブルになり、FETゲートが直ちにブルダウンされて、障害タイマはバイパスされます。タイマ・ブロックによってOL信号に4μsのデグリッチ・フィルタが適用され、不要な保護動作を抑制します。過電流障害の場合と同様に、TPS2390は出力をラッチ・オフします。TPS2391の場合は、過負荷障害が発生するとタイマ・コンデンサが充電され、障害リトライ・タイミングが開始されます。

## センス抵抗値の設定

内部LCAの電流制限動作により、実装における最大許容負荷電流は、適切なセンス抵抗値を選択することにより簡単にプログラミングできます。LCAは、センス電圧 $V_I$ (ISENS)をその内部リファレンス電圧に制限します。IRAMPピンの電圧が約4Vを超えると、この制限はクランプ電圧 $V_{REF\_K}$ となります。したがって、最大センス抵抗値は式(1)から計算できます。

$$R_{SENSE} \leq \frac{33mV}{I_{MAX}} \quad (1)$$

ここで

- $R_{SENSE}$ は、抵抗値です。
- $I_{MAX}$ は、目的の電流制限値です。

センス抵抗値を設定する際には、2つの要素を考慮することが重要です。TPS2390またはTPS2391から流れる最小電流と、モジュールの通常動作時の最大負荷です。最初の要素については、式(1)に示されるように、仕様の最小クランプ値が使用されます。この方法により、ソース電流制限の公差は期待される標準レベル(40mV/ $R_{SENSE}$ )より小さくなります。(クランプ測定値にはLCAの入力オフセット電圧も含まれるため、このオフセットを改めて電流制限に考慮する必要はありません。)次に、通常動作状態で負荷電流が特定の範囲にわたって変動する場合、 $R_{SENSE}$ の値によって最大負荷レベルを考慮する必要があります。一例としては、負荷がスイッチング・コンバータ、またはブリックであり、特定の電力出力に対して、配電バスがその動作電圧範囲の下限のときには負荷入力電流が増大し、それより高い電源電圧では電流が低下するような場合です。通常負荷時の電流制限動作を避けるには、この最大予測負荷と式(1)の最小電流制限レベルとの間にいくらかマージンを確保しておく必要があります( $I_{MAX} > I_{LOAD(max)}$ )。

例えば、公称1A負荷のアプリケーションに対して20mΩのセンス抵抗を使用すると、負荷の変動/マージンに最小650mAのオーバーヘッドが得られます。オン時の標準的なバルク・コンデンサ充電電流は2Aです(40mV/20mΩ)。

## 突入スルー・レートの設定

TPS2390およびTPS2391デバイスでは、負荷のスタートアップ時の最大電流スルー・レートをユーザがプログラミングできます。IRAMPピンに接続されたコンデンサ(標準アプリケーション図のC2)によって、 $di/dt$ レートが制御されます。センス抵抗値が決定されると、ランプ・コンデンサ $C_{IRAMP}$ の値は式(2)から求められます(単位: μF)。

$$C_{IRAMP} = \frac{11}{100 \times R_{SENSE} \times \left(\frac{di}{di}\right)_{MAX}} \quad (2)$$

ここで

- $R_{SENSE}$ は、抵抗値(Ω)です。
- $(di/dt)_{MAX}$ は、目的の最大スルー・レート(A/s)です。

例えば、図の標準アプリケーションに対する目的のスルー・レートが1500mA/msである場合、 $C_{IRAMP}$ の計算値は約3700pFとなります。それより大きな最も近い標準値である3900pF(図に示される値)を選択することで、コンデンサおよびセンス抵抗の公差に多少のマージンが得られます。

この節で前述したとおり、TPS2390およびTPS2391はランプ・コンデンサの充電、および結果的に負荷電流の $di/dt$ を、低減されたレートで開始します。この低減レートは、IRAMPピンの電圧が約0.5Vになるまで適用されます。式(2)で設定される最大 $di/dt$ レートは、デバイスが10μA充電ソースに切り替わってから有効になります。

## 障害タイミング・コンデンサの設定

障害タイムアウト期間は、FLTTIMEピンに接続されたコンデンサの値 $C_{FLT}$ によって決定されます。このタイムアウト期間により、システムの動作中に発生する可能性のあるスプリアス電流グリッチやサージの影響を回避し、電源オン状態のシステムに接続された障害負荷に無限の電流が流れ込むのを防ぐことができます。ただし、負荷容量および入力電源電位のすべての条件においてスムーズな電圧上昇を保証するには、これらのシステム変数に対応した最小のタイムアウトを設定する必要があります。そのためには、完全に放電されたプラグイン・カードに対する最大の電圧上昇時間をおおまかに見積もっておくと、最小タイマ遅延時間を設定するための良い基準となります。

電源オン時の負荷電流は3段階の性質を持つため、負荷電圧の上昇には3つの異なる段階が含まれる場合があります(図1と図2を比較)。このプロファイルは、負荷容量の相対値、入力DC電位、最大電流制限、およびその他の要素によって異なります。最初の2つの段階は、電流上昇の2つの異なる傾きとして示されています。3番目の段階は、バルク容量の充電に必要な場合の、IMAXでの定電流充電です。2つの電流上昇段階を平均 $di/dt$ の1つの期間と考えると、必要なタイミング・コンデンサの計算が単純になります。

TPS2390およびTPS2391では、ソフトスタート上昇期間 $t_{SS}$ の標準値が式(3)で与えられます。

$$t_{SS} = 1183 \times C_{IRAMP} \quad (3)$$

ここで

- $t_{SS}$ は、ソフトスタート期間 (ms) です。
- $C_{IRAMP}$ は、容量 ( $\mu\text{F}$ ) です。

この電流上昇期間中、到達する負荷電圧の値は式(4)で見積もられます。

$$V_{LSS} = \frac{i_{AVG}}{2 \times C_L \times C_{IRAMP} \times 100 \times R_{SENSE}} \times (t_{SS})^2 \quad (4)$$

ここで

- $V_{LSS}$ は、ソフトスタート中に到達する負荷電圧です。
- $i_{AVG}$ は、TPS2390およびTPS2391では $3.38\mu\text{A}$ です。
- $C_L$ は、負荷容量です。
- $t_{SS}$ は、ソフトスタート期間 (秒) です。

式(4)の $i_{AVG}$ は、パワーオン中に $C_{IRAMP}$ に印加される2つの充電電流の、標準の出力値を考慮した加重平均です。

式(4)の結果が最大入力電源電圧より大きい場合は、挿入時の突入上昇期間中に負荷が完全に充電されると想定できます。ただし、この電圧が最大電源入力 $V_{IN(max)}$ より小さい場合は、HSPMが負荷の定電流充電に遷移します。IMAXに保持される必要のある残り時間は、式(5)で決定されます。

$$t_{CC} = \frac{C_L \times (V_{IN(max)} - V_{LSS})}{\left(\frac{V_{REF\_K(min)}}{R_{SENSE}}\right)} \quad (5)$$

ここで

- $t_{CC}$ は、定電流電圧上昇時間 (秒) です。
- $V_{REF\_K(min)}$ は、最小クランプ電圧 (33mV) です。

この情報を用いて、タイミング・コンデンサ $C_{FLT}$ の最小推奨値を決定できます。必要な遅延時間は、負荷の充電所要時間の見積もりに従って、 $t_{SS}$ 、または $t_{SS}$ と $t_{CC}$ の和になります。障害タイミングは $C_{FLT}$ の定電流充電によって生成されるため、コンデンサ値は式(6)または(7)で決定されます。

$$C_{FLT(MIN)} = \frac{55 \times t_{SS}}{3.75} \quad (6)$$

$$C_{FLT(MIN)} = \frac{55 \times (t_{SS} + t_{CC})}{3.75} \quad (7)$$

ここで

- $C_{FLT(min)}$ は、推奨コンデンサ値 ( $\mu\text{F}$ ) です。
- $t_{SS}$ は、式(3)の結果 (秒) です。
- $t_{CC}$ は、式(5)の結果 (秒) です。

DC/DCコンバータの前に $100\mu\text{F}$ のフィルタ・コンデンサを使用する標準アプリケーション例では、式(3)および(4)により、ソフトスタート期間中の負荷電圧上昇が $-46\text{V}$ までと見積もられます。モジュールが $-72\text{V}$ までの入力電源で動作する必要がある場合は、さらに約 $1.58\text{ms}$ の定電流充電時間が必要となります。したがって、 $C_{FLT(min)}$ は式7を使用して決定され、結果は約 $0.1\mu\text{F}$ となります。

# ご注意

日本テキサス・インスツルメンツ株式会社(以下TIJといたします)及びTexas Instruments Incorporated(TIJの親会社、以下TIJないしTexas Instruments Incorporatedを総称してTIJといたします)は、その製品及びサービスを任意に修正し、改善、改良、その他の変更をし、もしくは製品の製造中止またはサービスの提供を中止する権利を留保します。従いまして、お客様は、発注される前に、関連する最新の情報を取得して頂き、その情報が現在有効かつ完全なものであるかどうかをご確認下さい。全ての製品は、お客様とTIJとの間に取引契約が締結されている場合は、当該契約条件に基づき、また当該取引契約が締結されていない場合は、ご注文の受諾の際に提示されるTIJの標準販売契約約款に従って販売されます。

TIJは、そのハードウェア製品が、TIの標準保証条件に従い販売時の仕様に対応した性能を有していること、またはお客様とTIJとの間で合意された保証条件に従い合意された仕様に対応した性能を有していることを保証します。検査およびその他の品質管理技法は、TIが当該保証を支援するのに必要とみなす範囲で行なわれております。各デバイスの全てのパラメータに関する固有の検査は、政府がそれ等の実行を義務づけている場合を除き、必ずしも行なわれておりません。

TIJは、製品のアプリケーションに関する支援もしくはお客様の製品の設計について責任を負うことはありません。TI製部品を使用しているお客様の製品及びそのアプリケーションについての責任はお客様にあります。TI製部品を使用したお客様の製品及びアプリケーションについて想定される危険を最小のものとするため、適切な設計上および操作上の安全対策は、必ずお客様にてお取り下さい。

TIJは、TIの製品もしくはサービスが使用されている組み合わせ、機械装置、もしくは方法に関連しているTIの特許権、著作権、回路配置利用権、その他のTIの知的財産権に基づいて何らかのライセンスを許諾するということは明示的にも黙示的にも保証も表明もしていません。TIが第三者の製品もしくはサービスについて情報を提供することは、TIが当該製品もしくはサービスを使用することについてライセンスを与えるとか、保証もしくは承認をすることを意味しません。そのような情報を使用するには第三者の特許その他の知的財産権に基づき当該第三者からライセンスを得なければならない場合もあり、またTIの特許その他の知的財産権に基づきTIからライセンスを得て頂かなければならない場合もあります。

TIのデータ・ブックもしくはデータ・シートの中にある情報を複製することは、その情報に一切の変更を加えること無く、かつその情報と結び付けられた全ての保証、条件、制限及び通知と共に複製がなされる限りにおいて許されるものとします。当該情報に変更を加えて複製することは不正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような変更された情報や複製については何の義務も責任も負いません。

TIの製品もしくはサービスについてTIJにより示された数値、特性、条件その他のパラメータと異なる、あるいは、それを超えてなされた説明で当該TI製品もしくはサービスを再販売することは、当該TI製品もしくはサービスに対する全ての明示的保証、及び何らかの黙示的保証を無効にし、かつ不正で誤認を生じさせる行為です。TIJは、そのような説明については何の義務も責任もありません。

TIJは、TIの製品が、安全でないことが致命的となる用途ないしアプリケーション(例えば、生命維持装置のように、TI製品に不良があった場合に、その不良により相当な確率で死傷等の重篤な事故が発生するようなもの)に使用されることを認めておりません。但し、お客様とTIの双方の権限有る役員が書面でそのような使用について明確に合意した場合は除きます。たとえTIJがアプリケーションに関連した情報やサポートを提供したとしても、お客様は、そのようなアプリケーションの安全面及び規制面から見た諸問題を解決するために必要とされる専門的知識及び技術を持ち、かつ、お客様の製品について、またTI製品をそのような安全でないことが致命的となる用途に使用することについて、お客様が全ての法的責任、規制を遵守する責任、及び安全に関する要求事項を満足させる責任を負っていることを認め、かつそのことに同意します。さらに、もし万一、TIの製品がそのような安全でないことが致命的となる用途に使用されたことによって損害が発生し、TIないしその代表者がその損害を賠償した場合は、お客様がTIないしその代表者にその全額の補償をするものとします。

TI製品は、軍事的用途もしくは宇宙航空アプリケーションないし軍事的環境、航空宇宙環境にて使用されるようには設計もされていませんし、使用されることを意図されていません。但し、当該TI製品が、軍需対応グレード品、若しくは「強化プラスチック」製品としてTIが特別に指定した製品である場合は除きます。TIが軍需対応グレード品として指定した製品のみが軍需品の仕様書に合致いたします。お客様は、TIが軍需対応グレード品として指定していない製品を、軍事的用途もしくは軍事的環境下で使用することは、もっぱらお客様の危険負担においてなされるということ、及び、お客様がもっぱら責任をもって、そのような使用に関して必要とされる全ての法的要求事項及び規制上の要求事項を満足させなければならないことを認め、かつ同意します。

TI製品は、自動車用アプリケーションないし自動車の環境において使用されるようには設計されていませんし、また使用されることを意図されていません。但し、TIがISO/TS 16949の要求事項を満たしていると特別に指定したTI製品は除きます。お客様は、お客様が当該TI指定品以外のTI製品を自動車用アプリケーションに使用しても、TIは当該要求事項を満たしていなかったことについて、いかなる責任も負わないことを認め、かつ同意します。

Copyright © 2009, Texas Instruments Incorporated  
日本語版 日本テキサス・インスツルメンツ株式会社

## 弊社半導体製品の取り扱い・保管について

半導体製品は、取り扱い、保管・輸送環境、基板実装条件によっては、お客様での実装前後に破壊/劣化、または故障を起こすことがあります。

弊社半導体製品のお取り扱い、ご使用にあたっては下記の点を遵守して下さい。

### 1. 静電気

素手で半導体製品単体を触らないこと。どうしても触る必要がある場合は、リストストラップ等で人体からアースをとり、導電性手袋等をして取り扱うこと。

弊社出荷梱包単位(外装から取り出された内装及び個装)又は製品単品で取り扱いを行う場合は、接地された導電性のテーブル上で(導電性マットにアースをとったもの等)、アースをした作業者が行うこと。また、コンテナ等も、導電性のものを使うこと。

マウンタやはんだ付け設備等、半導体の実装に関わる全ての装置類は、静電気の帯電を防止する措置を施すこと。前記のリストストラップ・導電性手袋・テーブル表面及び実装装置類の接地等の静電気帯電防止措置は、常に管理されその機能が確認されていること。

### 2. 温・湿度環境

温度: 0~40、相対湿度: 40~85%で保管・輸送及び取り扱いを行うこと。(但し、結露しないこと。)

直射日光があたる状態で保管・輸送しないこと。

### 3. 防湿梱包

防湿梱包品は、開封後は個別推奨保管環境及び期間に従い基板実装すること。

### 4. 機械的衝撃

梱包品(外装、内装、個装)及び製品単品を落下させたり、衝撃を与えないこと。

### 5. 熱衝撃

はんだ付け時は、最低限260以上の高温状態に、10秒以上さらさないこと。(個別推奨条件がある時はそれに従うこと。)

### 6. 汚染

はんだ付け性を損なう、又はアルミ配線腐食の原因となるような汚染物質(硫黄、塩素等ハロゲン)のある環境で保管・輸送しないこと。はんだ付け後は十分にフラックスの洗浄を行うこと。(不純物含有率が一定以下に保証された無洗浄タイプのフラックスは除く。)

以上