

LM2695

LM2695 High Voltage (30V, 1.25A) Step Down Switching Regulator



Literature Number: JAJSA7

LM2695

高耐圧 (30V、1.25A) 降圧型スイッチング・レギュレータ

概要

LM2695 降圧型スイッチング・レギュレータは、負荷に対して 1.25A の電流供給能力を持つ、低コスト、高効率の降圧型バイアス・レギュレータを実現するために必要なすべての機能を備えています。この降圧型レギュレータは 33V の N チャネル降圧型スイッチを内蔵しており、放熱特性の優れた LLP-10 パッケージおよび TSSOP-14EP パッケージで供給されます。ヒステリシス制御方式によりループ補償回路が不要となるため、負荷過渡応答が高速になり、単純な回路構成を実現できます。入力電圧とオン時間は反比例の関係にあるため、動作周波数は入力電圧や負荷の変動に対して一定に維持されます。電流制限検出値は、1.25A に設定されています。その他の特長として、VCC アンダーボルテージ・ロックアウト、サーマル・シャットダウン、ゲート駆動アンダーボルテージ・ロックアウト、最大デューティ・サイクル制限機能などがあります。

特長

- 33V 耐圧の N チャネル降圧型スイッチ内蔵
- スタートアップ・レギュレータ内蔵
- 入力電圧範囲：8V ~ 30V
- ループ補償回路不要
- 超高速負荷応答

- 負荷電流や入力電圧に関係なく、動作周波数を一定に維持
- スタートアップ時に最大デューティ・サイクルを制限
- 可変出力電圧
- 1.25A で動作する谷型特性の電流制限回路
- 高精度内部リファレンス電圧
- 低バイアス電流
- 高効率動作
- サーマル・シャットダウン

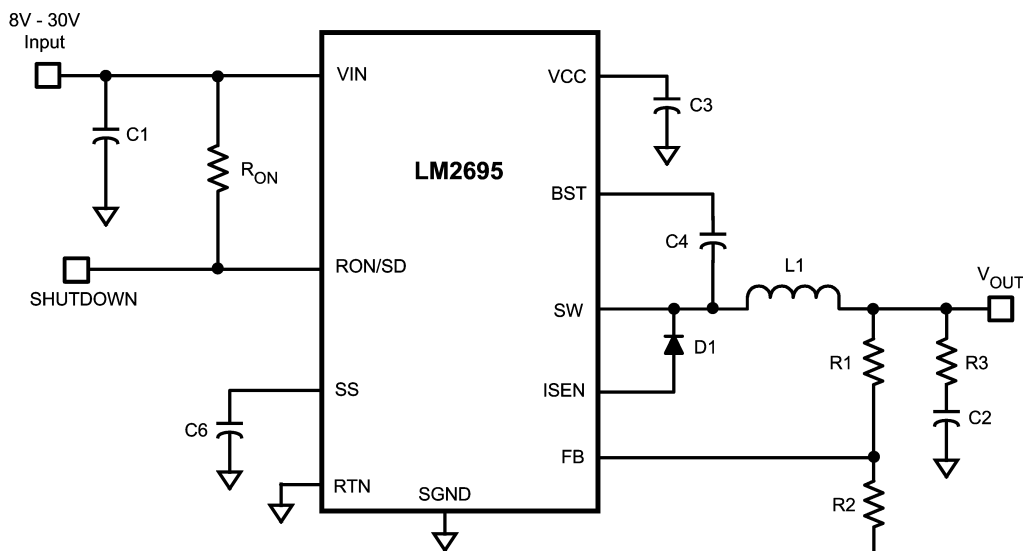
代表的なアプリケーション

- 効率の高い POL (Point-Of-Load) 型レギュレータ
- 通信機器向けの非絶縁降圧型レギュレータ
- 高耐圧の二次側ポスト・レギュレータ

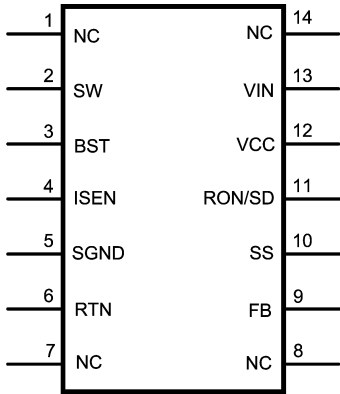
パッケージ

- LLP-10 (4mm × 4mm)
- TSSOP-14EP
- 放熱特性向上のための露出型熱放散パッド

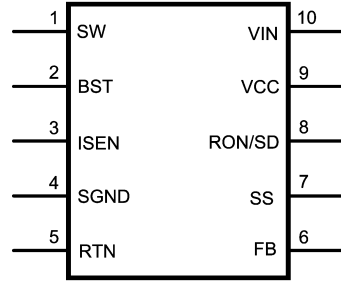
基本的な降圧型レギュレータ



配置図



14-Lead TSSOP(EP)



10-Lead LLP

製品情報

Order Number	Package Type	NSC Package Drawing	Junction Temperature Range	Supplied As
LM2695SD	LLP-10 (4x4)	SDC10A	-40°C to +125°C	1000 Units on Tape and Reel
LM2695SDX	LLP-10 (4x4)	SDC10A	-40°C to +125°C	4500 Units on Tape and Reel
LM2695MH	TSSOP-14EP	MXA14A	-40°C to +125°C	94 Units in Rail
LM2695MHX	TSSOP-14EP	MXA14A	-40°C to +125°C	2500 Units on Tape and Reel

ピン説明

ピン番号		名称	説明	アプリケーション情報
LLP-10	TSSOP-14			
1	2	SW	スイッチング・ノード	内部で降圧型スイッチのソースに接続されています。インダクタ、転流ダイオード、ブートストラップ・コンデンサに接続します。
2	3	BST	ブートストラップ・コンデンサ用のブースト・ピン	SW ピンとこのピンの間に 0.022 μ F のコンデンサを接続します。このコンデンサはオフ時間ごとに内蔵のダイオードを介して V_{CC} から充電されます。
3	4	I_{SEN}	電流センス	インダクタ電流は IC 内部のセンス抵抗を通過してこのピンから流出し、転流ダイオードに流れます。電流制限の定格は 1.25A に設定されています。
4	5	S_{GND}	センス・グラウンド	このピンから電流センス抵抗にインダクタ電流が流れます。
5	6	RTN	回路グラウンド	電流制限検出回路以外のすべての内部回路のグラウンド・ピンです。
6	9	FB	フィードバック入力	レギュレーション・コンパレータと過電圧コンパレータに内部で接続されています。レギュレーション・レベルは 2.5V です。
7	10	SS	ソフトスタート	12.3 μ A の内部電流源により、このピンの外付けコンデンサを 2.5V まで充電し、ソフトスタート機能を実現します。
8	11	$R_{ON/SD}$	オン時間制御およびシャットダウン	V_{IN} とこのピン間の外付け抵抗により、降圧型スイッチのオン時間を設定します。このピンをグラウンドに接続すると、レギュレータはシャットダウンします。
9	12	V_{CC}	スタートアップ・レギュレータからの出力	公称値では 7.0V でレギュレートされます。このピンに外部電圧 (8V ~ 14V) を印加すると、IC 内部の消費電力を低減できます。 V_{CC} と V_{IN} の間は、内蔵ダイオードで接続されています。
10	13	V_{IN}	入力電源電圧	入力電圧範囲の公称値は、8.0V ~ 30V です。
	1,7,8,14	NC	内部接続なし	内部接続のないピンです。
		EP	露出パッド	デバイス裏面の露出型金属パッドです。このパッドをプリント基板のグラウンド・パターンに接続して、熱放散特性を向上させることを推奨します。

絶対最大定格 (Note 1)

本データシートには軍用・航空宇宙用の規格は記載されていません。
関連する電気的信頼性試験方法の規格を参照ください。

VIN ~ RTN	33V
BST ~ RTN	47V
SW ~ RTN (定常状態)	- 1.5V
ESD 耐圧 (Note 2)	
人体モデル	2kV
BST ~ VCC	33V
VIN ~ SW	33V
BST ~ SW	14V

VCC ~ RTN	14V
SGND ~ RTN	- 0.3V ~ + 0.3V
I _{SEN} から流出する電流	説明を参照
SS ~ RTN	- 0.3V ~ 4V
その他の入力ピン ~ RTN	- 0.3 ~ 7V
保存温度範囲	- 65 ~ + 150
接合部温度	150
動作定格 (Note 1)	
VIN	8.0V ~ 30V
接合部温度	- 40 ~ + 125

電気的特性

標準文字で表記される規格値は、 $T_J = 25$ の場合の値ですが、太字表記のリミット値は動作接合部温度 (T_J) の全範囲にわたって適用されます。最小リミット値および最大リミット値は、試験、設計、または統計上の相関関係により保証されています。代表 (Typ) 値は $T_J = 25$ でのパラメータの最も標準と考えられる値を表し、参照を目的としてのみ提示されます。特記のない限り、以下の条件が適用されます。 $V_{IN} = 24V$ 、 $R_{ON} = 200k$ 。Note 5 を参照してください。

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
Start-Up Regulator, V_{CC}						
V _{CC} Reg	V _{CC} regulated output		6.6	7	7.4	V
	V _{IN} -V _{CC} dropout voltage	I _{CC} = 0 mA, V _{CC} = UVLO _{VCC} + 250 mV		1.3		V
	V _{CC} output impedance	0 mA ≤ I _{CC} ≤ 5 mA		140		Ω
	V _{CC} current limit (Note 3)	V _{CC} = 0V		9.7		mA
UVLO _{VCC}	V _{CC} under-voltage lockout threshold	V _{CC} increasing		5.7		V
	UVLO _{VCC} hysteresis	V _{CC} decreasing		150		mV
	UVLO _{VCC} filter delay	100 mV overdrive		3		μs
	I _{IN} operating current	Non-switching, FB = 3V		0.5	0.8	mA
	I _{IN} shutdown current	RON/SD = 0V		95	200	μA
Switch Characteristics						
R _{ds(on)}	Buck Switch R _{ds(on)}	I _{TEST} = 200 mA		0.33	0.7	Ω
UVLO _{GD}	Gate Drive UVLO	V _{BST} - V _{SW} Increasing	3.0	4.4	5.5	V
	UVLO _{GD} hysteresis			480		mV
Softstart Pin						
	Pull-up voltage			2.5		V
	Internal current source			12.3		μA
Current Limit						
I _{LIM}	Threshold	Current out of ISEN	1	1.25	1.5	A
	Resistance from ISEN to SGND			130		mΩ
	Response time			150		ns
On Timer						
t _{ON} - 1	On-time	V _{IN} = 10V, R _{ON} = 200 kΩ	2.1	2.8	3.6	μs
t _{ON} - 2	On-time	V _{IN} = 30V, R _{ON} = 200 kΩ		950		ns
	Shutdown threshold	Voltage at RON/SD rising	0.45	0.8	1.2	V
	Threshold hysteresis	Voltage at RON/SD falling		37		mV
Off Timer						
t _{OFF}	Minimum Off-time			250		ns
Regulation and Over-Voltage Comparators (FB Pin)						
V _{REF}	FB regulation threshold	SS pin = steady state	2.440	2.5	2.550	V
	FB over-voltage threshold			2.9		V

電气的特性 (つづき)

標準文字で表記される規格値は、 $T_J = 25$ の場合の値ですが、太字表記のリミット値は動作接合部温度 (T_J) の全範囲にわたって適用されます。最小リミット値および最大リミット値は、試験、設計、または統計上の相関関係により保証されています。代表 (Typ) 値は $T_J = 25$ でのパラメータの最も標準と考えられる値を表し、参照を目的としてのみ提示されます。特記のない限り、以下の条件が適用されます。 $V_{IN} = 24V$ 、 $R_{ON} = 200k$ 。Note 5 を参照してください。

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
	FB bias current			1		nA
Thermal Shutdown						
T_{SD}	Thermal shutdown temperature			175		$^{\circ}C$
	Thermal shutdown hysteresis			20		$^{\circ}C$
Thermal Resistance						
θ_{JA}	Junction to Ambient 0 LFPM Air Flow	Both Packages		37		$^{\circ}C/W$
θ_{JC}	Junction to Case	Both Packages		6.6		$^{\circ}C/W$

Note 1: 絶対最大定格とは、その値を超えて動作させると、デバイスが破損する可能性があるリミット値のことです。動作定格とは、デバイスが正常に動作する条件のことです。保証されている仕様および試験条件については「電气的特性」を参照してください。

Note 2: 人体モデルでは、100pF のコンデンサから 1.5k の抵抗を通して各ピンに放電させます。

Note 3: V_{CC} は、内部のゲート駆動回路および制御回路の自己バイアスを供給します。デバイスの熱制限回路が外部の負荷を制限します。

Note 4: LLP プラスチック・パッケージのハンダ付けの詳細については、ナショナルセミコンダクターの “Packaging Data Book” を参照してください。

Note 5: 代表的な規格値は、25 動作における最も標準的なパラメータの値を表します。

代表的な性能特性

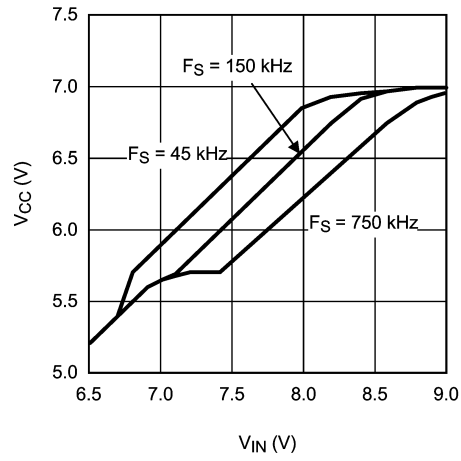


FIGURE 1. V_{CC} vs V_{IN}

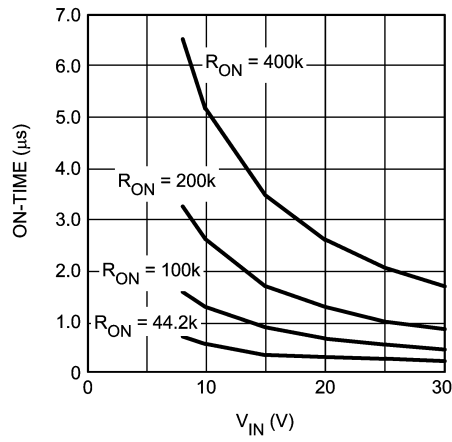


FIGURE 2. ON-Time vs V_{IN} and R_{ON}

代表的なアプリケーション回路とブロック図

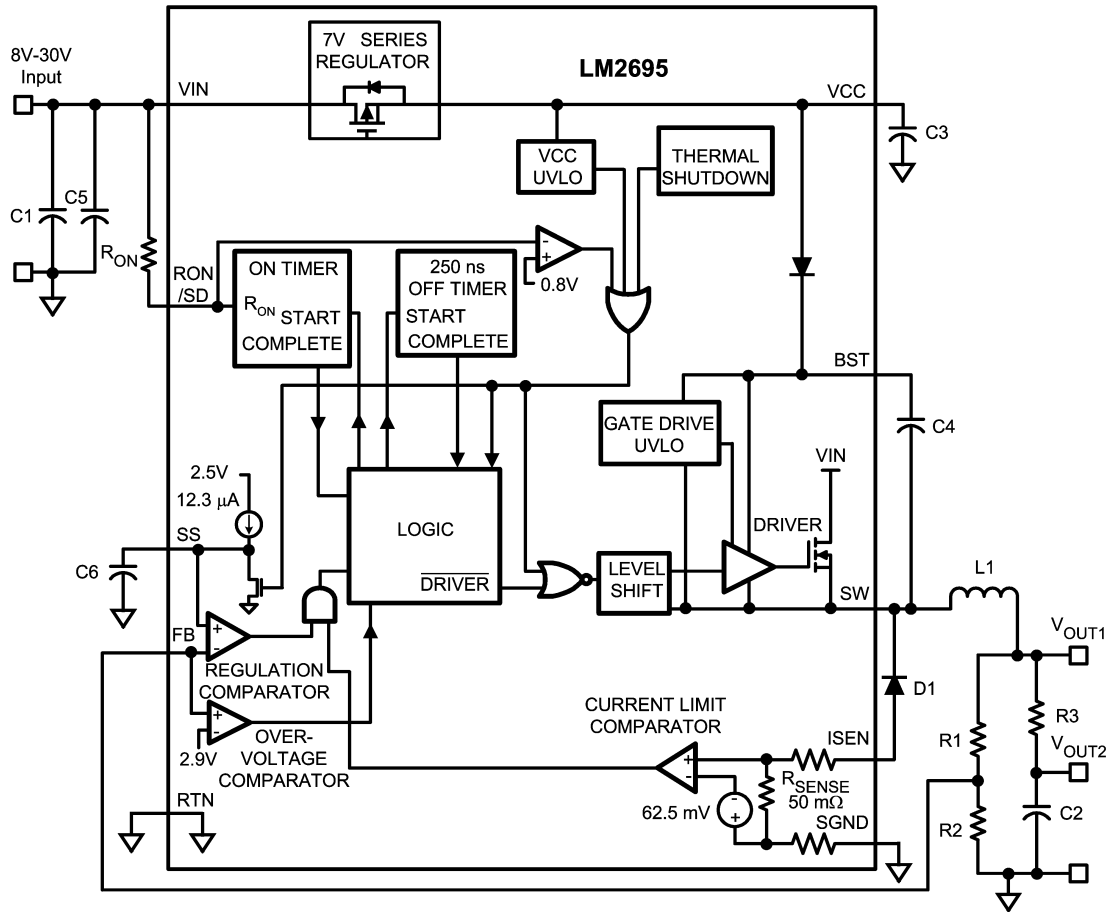


FIGURE 3.

機能の説明

LM2695 降圧型スイッチングレギュレータは、負荷に対して 1.25A の電流供給能力を持つ、低コストで高効率の降圧型バイアス・パワー・コンバータを実現するために必要なすべての機能を備えています。この高耐圧レギュレータは 33V の N チャネル降圧型スイッチを内蔵しており、設計回路の実装が容易で、放熱特性の優れた LLP-10 パッケージおよび TSSOP-14EP パッケージで供給されます。このレギュレータの動作はヒステリシス制御方式が基本になっており、 V_{IN} に反比例して変化するオン時間制御を採用しています。この機能により、負荷変動や入力電圧変動に対して動作周波数が比較的一定に保たれます。ヒステリシス制御方式ではループ補償回路を必要としないため、きわめて高速な負荷過渡応答特性が得られます。谷型の電流制限検出回路は内部で 1.25A に設定されていますが、この回路により、電流レベルが制限値を下回るまで、降圧型スイッチはオフ状態に保持されます。機能ブロック図を Figure 3 に示します。

LM2695 は、比較的高い電圧を効率的に降圧する多様なアプリケーションに使用できます。その他の特長として、サーマル・シャットダウン、 V_{CC} アンダーボルテージ・ロックアウト、ゲート駆動アンダーボルテージ・ロックアウト、最大デューティ・サイクル制限機能などがあります。

ヒステリシス制御回路の概要

LM2695 降圧型 DC/DC レギュレータは、コンパレータとワンショット・オンタイマに加えて、出力の帰還 (FB) 電圧を内部リファレンス電圧 (2.5V) と比較することを基本とする制御方式を採用しています。FB 電圧がリファレンス電圧を下回ると、入力電圧と設定用抵抗 (R_{ON}) で決まる時間だけ降圧型スイッチがオンになります。オン時間の後は、FB 電圧がリファレンス電圧を下回るまで (最小で 250ns)、スイッチはオフ状態のままになります。その後、降圧型スイッチは次のオン時間周期だけオンになります。通常は、スタートアップ時や、負荷電流が突然増加した場合に、オフ時間は最小値の 250ns になります。一度レギュレーションが確立されると、オフ時間は長くなります。

LM2695 は、レギュレーション状態になっているとき、負荷が重い場合は連続モードで動作し、負荷が軽い場合は不連続モードで動作します。連続モードでは、電流は常にインダクタを流れ、オフ時間中もゼロになることはありません。このモードでは、負荷変動や入力電圧変動に対して動作周波数が比較的一定に保たれます。連続モードの最小負荷電流は、インダクタのリプル電流振幅の半分です。動作周波数は次の式により概算できます。

$$F_S = \frac{V_{OUT}}{1.3 \times 10^{-10} \times R_{ON}} \quad (1)$$

降圧型スイッチのデューティ・サイクルは、次式で表されます。

$$DC = \frac{t_{ON}}{t_{ON} + t_{OFF}} = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \quad (2)$$

不連続モードでは、インダクタを流れる電流はオン時間中にゼロからピーク値まで徐々に増加し、その後徐々に減少して、オフ時間が終わるまでにゼロに戻ります。次のオン時間周期は、FB ピンの電圧がリファレンス電圧を下回ると始まります。それまでインダクタ電流はゼロで推移し、負荷電流は出力コンデンサ (C2) から供給されます。このモードでは、動作周波数は連続モード時より低くなり、負荷電流に比例して変化します。スイッチング損失は負荷と周波数の減少に比例して減少するため、軽負荷での変換効率は維持されます。不連続モードでの動作周波数のおよその値は、次式により計算できます。

$$F_S = \frac{V_{OUT}^2 \times L1 \times 1.18 \times 10^{20}}{R_L \times (R_{ON})^2} \quad (3)$$

R_L は負荷抵抗を表します。

出力電圧は、2 つの外付け抵抗 ($R1$, $R2$) で設定します。レギュレートされた出力電圧は次式により求められます。

$$V_{OUT} = 2.5 \times (R1 + R2)/R2$$

出力電圧のレギュレーションは、フィードバック入力でのリップル電圧が基本になっており、出力コンデンサ C2 には、最小限の大きさの ESR が要求されます。LM2695 では、FB ピンに 25mV 以上のリップル電圧が必要です。出力コンデンサの ESR が不十分な場合は、直列抵抗を追加する必要があります (Figure 3 の R3)。

出力電圧のリップル成分を低く抑える必要があるアプリケーションでは、Figure 4 に示すように、低 ESR の出力コンデンサから出力を直接取り出すことができます。ただし、R3 の影響でロードレギュレーション特性が若干低下します。

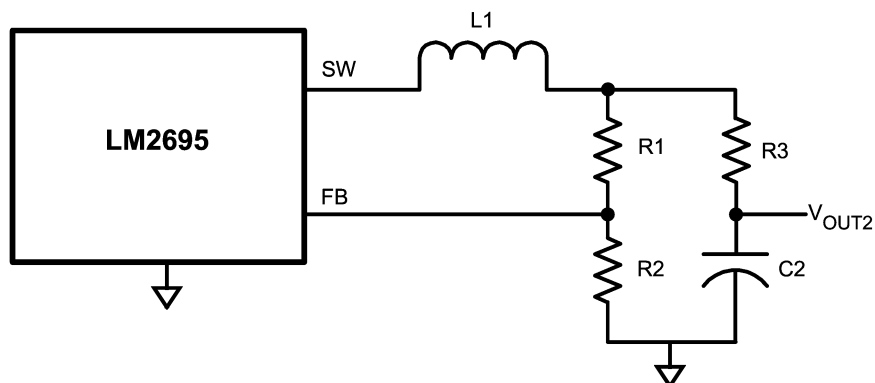


FIGURE 4. Low Ripple Output Configuration

スタートアップ・レギュレータ、V_{CC}

LM2695 はスタートアップ・レギュレータを内蔵しています。入力ピン (VIN) は最大 30V の電源電圧に直接接続可能で、33V までの過渡電圧に対応しています。V_{CC} の出力は 7.0V でレギュレートし、電流は 9.7mA で制限されます。電源が投入されると、レギュレータは V_{CC} ピンの外付けコンデンサ (C3) に電流を供給します。V_{CC} ピンの電圧がアンダーボルテージ・ロックアウトのスレッシュホールドである 5.7V に達すると、降圧型スイッチがオンになり、ソフトスタート・ピンが開放されるため、ソフトスタート・コンデンサ (C6) を充電できるようになります。

最小入力電圧は、レギュレータのドロップアウト電圧、V_{CC} UVLO の立ち下がリスレッシュホールド (5.5V)、および周波数で決まります。

V_{CC} が立ち下がリスレッシュホールドより低い電圧まで下降すると、V_{CC} UVLO が作動して出力を遮断します。V_{CC} に外部負荷が接続されている場合、V_{CC} での出力インピーダンスは約 140 Ω であるため、最小入力電圧は大きくなります。

スタートアップ・レギュレータでの消費電力を低減するため、V_{CC} ピンにダイオードを接続し、このダイオードを介して補助電圧を供給できます。補助電圧を 8V ~ 14V に設定すると内部レギュレータはオフになるため、これによって内部の消費電力が低減されます。補助電圧と入力電圧の合計値 (V_{CC} + V_{IN}) は、47V を超えることはできません。IC 内部では、V_{CC} ~ V_{IN} 間にダイオードが接続されています。Figure 5 を参照してください。

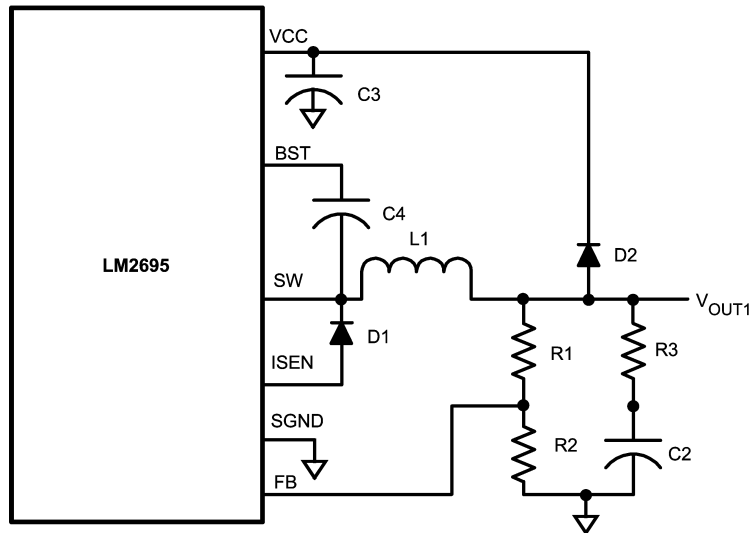


FIGURE 5. Self Biased Configuration

レギュレーション・コンパレータ

FB ピンの帰還電圧は、ソフトスタート・ピンの電圧 (2.5V) と比較されます。通常の動作では (出力電圧がレギュレートされており)、FB ピンの電圧が 2.5V を下回るとオン時間の期間が開始されます。降圧型スイッチは設定されているオン時間だけオン状態を維持するため、FB 電圧は 2.5V より高い電圧に上昇します。オン時間の経過後も、FB ピンの電圧が 2.5V を下回るまで降圧型スイッチはオフのままです。FB ピンでの入力バイアス電流は、全温度範囲にわたって 100nA 未満です。

オーバーボルテージ・コンパレータ

FB ピンの電圧は、2.9V の内部リファレンス電圧と比較されます。FB ピンの電圧が上昇して 2.9V を超えると、オン時間パルスは即座に終了します。この条件が発生するのは、入力電圧または出力負荷が突然変化した場合か、インダクタ (L1) が飽和した場合です。降圧型スイッチは、FB ピンの電圧が 2.5V を下回るまでオフのままです。

オンタイム・タイム、シャットダウン

LM2695 のオン時間は、抵抗 R_{ON} と入力電圧 (V_{IN}) で決まり、次式により求められます。

$$t_{ON} = \frac{1.3 \times 10^{-10} \times R_{ON}}{V_{IN}} \quad (4)$$

Figure 2 を参照してください。V_{IN} との反比例関係により、V_{IN} が変動しても周波数はほぼ一定になります。特定の連続モード・スイッチング周波数 (FS) を設定するには、抵抗 R_{ON} を次式から求めます。

$$R_{ON} = \frac{V_{OUT}}{F_S \times 1.3 \times 10^{-10}} \quad (5)$$

高スイッチング周波数アプリケーションでは、t_{ON} の最小値が、レギュレーションに必要な最大デューティ・サイクルと最小オフ時間 (250ns、± 15%) により制限されます。オフ時間を最小にすると、V_{IN} ピンの電圧が低い場合に実現できる最大デューティ・サイクルが制限されます。最小の V_{IN} で目的とする V_{OUT} の値を安定化するための最小のオン時間は、次式により求められます。

$$t_{ON(min)} = \frac{V_{OUT} \times 288 \text{ ns}}{(V_{IN(min)} - V_{OUT})} \quad (6)$$

オンタイム・タイマ、シャットダウン(つぎ)

LM2695 は、RON/SD ピンを 0.8V 未満にすることにより、外部からシャットダウンできます。Figure 6 を参照してください。このモードでは、SS ピンは内部でグラウンドに接続されており、オンタイムはオフになり、バイアス電流は減少します。RON/SD ピンを開放すると、通常動作を再開できます。RON/SD ピンの電圧は、 V_{IN} と抵抗 R_{ON} の値に応じて 1.5V ~ 3.0V になります。

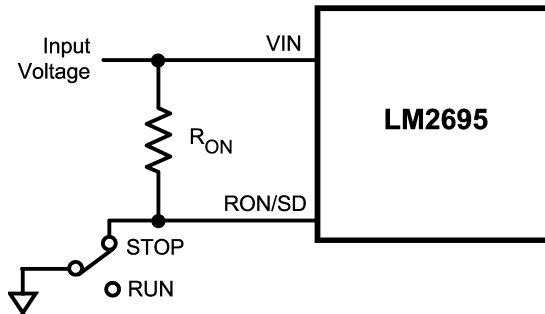


FIGURE 6. Shutdown Implementation

電流制限

オフ時間中に電流制限検出を実行するには、転流ダイオード(D1)を流れるインダクタ電流を監視します。Figure 3 を参照してください。降圧型スイッチがオフになると、インダクタ電流は負荷を通過して SGND に流れ込み、センス抵抗を介して ISEN ピンから D1 に流れます。この電流が 1.25A を超えると電流制限コンパレータ出力が反転し、FB ピンの電圧が 2.5V より低い場合は次のオン時間期間の開始が遅延します。次のオン時間は、ISEN からの電流が 1.25A より小さく、かつ FB ピンの電圧が 2.5V を下回っている場合に開始されます。過負荷条件が解消されないと、オン時間のたびにインダクタ電流が 1.25A を超える結果となり、これが各オフ時間の開始時に検出されます。オフ時間が通常より長くなるため、動作周波数は低くなります。

Figure 7 に、インダクタ電流の波形を示します。通常動作時の負荷電流は、リップル波形の平均値である I_o になります。負荷抵抗が小さくなると、電流は下側のピークが 1.25A に到達するまで徐々に増加します。Figure 7 の「Current Limited (電流制限)」部分の期間中、電流はオフ時間ごとに 1.25A まで緩やかに減少し、1.25A になると次のオン時間が開始されます (FB ピンの電圧は 2.5V 未満であることが前提です)。各オン時間中に増加する電流値は、次式により求められます。

$$I = (V_{IN} - V_{OUT}) \times t_{ON} / L1$$

この時間中、LM2695 は一定電流モードになっており、負荷電流の平均値 (I_{OCL}) は $1.25A + I/2$ です。

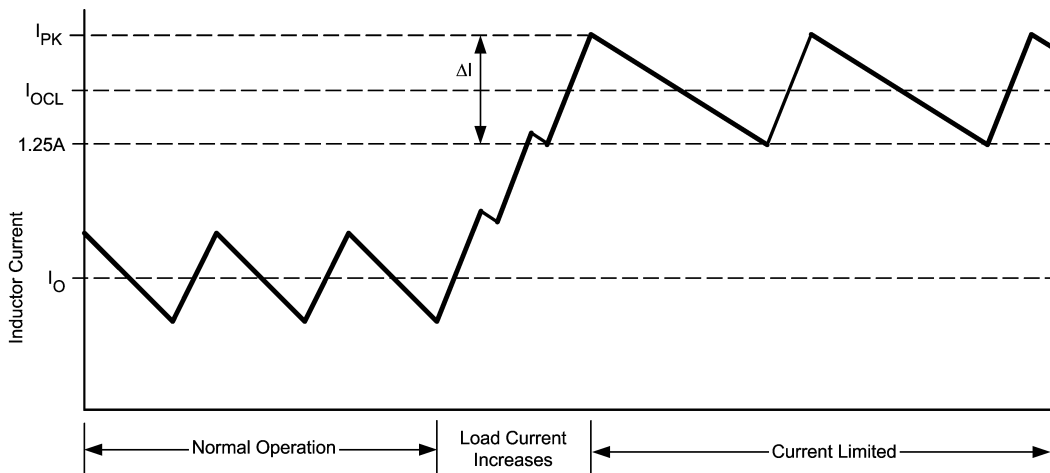


FIGURE 7. Inductor Current - Current Limit Operation

電流制限スレッシュホールドを大きくするには、SGND-ISEN ピン間に外付け抵抗を接続します。標準的な外付け抵抗の値は 1 Ω 未満です。SW および ISEN ピンから流れ出るピーク電流は 2A を超えないようにします。また、SW ピンからの平均電流は 1.5A 未満にする必要があります。

N チャネル降圧型スイッチとドライバ

LM2695 には、N チャネルの降圧型スイッチとフローティング高耐圧ゲート・ドライバが内蔵されています。降圧型スイッチの許容ピーク電流は 2A であり、平均電流の許容最大値は 1.5A です。ゲート駆動回路は、外付けのブートストラップ・コンデンサおよび IC 内部の高耐圧ダイオードと連携して機能します。BST と SW の間に接続されている 0.022 μF のコンデンサ (C4) により、ドライバにはオン時間中に電圧が供給されます。オフ時間中、SW ピンの電位は毎回約 -1V になり、C4 は IC 内部のダイオードを介して V_{CC} から充電されます。オフ時間の最小値である 250ns により、各サイクルの間にブートストラップ・コンデンサを再充電するための最低限の時間が確保されます。

ソフトスタート

ソフトスタート機能を使用すると、コンバータは安定状態の動作点に緩やかに到達できるため、スタートアップ時のストレスや電流サージを軽減できます。V_{CC} がアンダーボルテージ・スレッシュホールドに到達した後に電源を投入すると、IC 内部の 12.3 μA 電流源により、SS ピンに接続されている外付けコンデンサは 2.5V まで充電されます。SS ピンの電圧（およびレギュレーション・コンパレータの非反転入力電圧）が上昇すると、出力電圧は制御状態を維持しながら緩やかに上昇します。

V_{CC} がアンダーボルテージ・ロックアウト・スレッシュホールドを下回った場合や、サーマル・シャットダウン回路が動作した場合、または RON/SD ピンがグラウンドに接続されている場合は、IC 内部のスイッチにより、SS ピンの電位はグラウンド・レベルになります。

サーマル・シャットダウン

LM2695 は、接合部温度が 125 を超えないように動作させる必要があります。接合部温度が上昇すると、IC 内部のサーマル・シャットダウン回路が 175（代表値）で作動し、降圧型スイッチとオンタイムをオフにして、ソフトスタート・ピンをグラウンド電位にすることにより、コントローラは低消費電力リセット状態に移行します。この機能は、デバイスが誤って過熱状態になることで甚大な障害が発生するのを防ぐのに役立ちます。接合部温度が低下して 155（標準的なヒステリシス幅は 20）より下になると、ソフトスタート・ピンは開放され、通常動作に復帰します。

アプリケーション情報

外付け部品

以下の指針は、外付け部品を選択するときに活用できます。

R1 および **R2**: これらの抵抗の比は、次式により求められます。

$$R1/R2 = (V_{OUT}/2.5V) - 1$$

R1 と R2 については、1.0k ~ 10k の範囲で標準値の抵抗の中から、この比の式に適合する抵抗を選択してください。

R_{ON}: R_{ON} の最小値は次式により求められます。

$$R_{ON} \geq \frac{200 \text{ ns} \times V_{IN(MAX)}}{1.3 \times 10^{-10}}$$

この制限に適合する限り、特定の周波数が必要な場合は、式 1 を使用して R_{ON} を選択できます。

L1: インダクタの影響を受ける主なパラメータは、出力電流リップル成分の振幅 (I_{OR}) です。I_{OR} のリミット値は、公称負荷電流の最小値と最大値の両方で決定しなければなりません。

a) 最大負荷電流が電流制限スレッシュホールド (1.25A) より小さい場合は、最小負荷電流を使用して許容最大リップルを求めます。連続モードを維持するには、下側のピーク値が 0mA にならないようにします。この場合の最大リップル電流は次式のとおりです。

$$I_{OR(MAX1)} = 2 \times I_{O(min)} \quad (7)$$

式 7 で求めたリップルは次の式で使います。

$$L1 = \frac{V_{OUT} \times (V_{IN} - V_{OUT})}{I_{OR} \times F_S \times V_{IN}} \quad (8)$$

V_{IN} は最大入力電圧を表し、F_S は式 1 により求められます。これにより L1 の最小値が求められます。この値より大きくこの値に最も近い標準値を採用し、L1 の定格は I_{PK} の電流レベルに合わせます。

b) 最大負荷電流が電流制限スレッシュホールド (1.25A) より大きい場合は、LM2695 は、下側ピーク電流がサイクルごとに必ず 1.25A に到達するように動作するため、I_{OR} がピーク電流とスレッシュホールドとの差の 2 倍以上になることが必要になります。ただし、上側のピーク値が 2A を超えてはなりません。この場合のリップル電流のリミット値は次式のとおりです。

$$I_{OR(MAX2)} = 2 \times (2A - I_{O(max)}) \quad (9)$$

および

$$I_{OR(MIN1)} = 2 \times (I_{O(max)} - 1.25A) \quad (10)$$

式 9 および 10 のうち、結果が小さい方を式 8 に使用します。I_{OR(MAX2)} を使用した場合、式 8 には V_{IN} の最大値を使用します。L1 には、計算結果に最も近く、計算結果より大きい値を使用します。I_{OR(MIN1)} を使用した場合、式 8 には V_{IN} の最小値を使用します。L1 には、計算結果に最も近く、計算結果より小さい値を使用します。L1 の定格は電流波形のピーク値 (Figure 7 の I_{PK}) に合わせる必要があります。

C3: V_{CC} 出力に接続するコンデンサは、ノイズ・フィルタ機能と安定性を提供するだけでなく、降圧型スイッチのオン / オフ切り替え時に V_{CC} のアンダーボルテージ・ロックアウトが誤作動しないようにする役割も果たしています。この理由から、C3 には 0.1 μF 以上の高品質、低 ESR のセラミック・コンデンサを使用してください。

C2 および **R3**: LM2695 が正常に動作するには、FB ピンに 25mV_{p-p} 以上のリップルが必要であるため、V_{OUT1} 上で必要なリップルを R1 および R2 で増加します。この必要なリップルは、インダクタのリップル電流が C2 の ESR と R3 の和に作用することで生成されます。最小リップル電流を求めるには、V_{IN} が最小の場合の I_{OR} を解くように式 8 を整理し直して使います。この結果、C2 の最小 ESR は次式により求められます。

$$ESR_{(min)} = \frac{25 \text{ mV} \times (R1 + R2)}{R2 \times I_{OR(min)}} \quad (11)$$

C2 に使用したコンデンサの ESR が不十分な場合は、Figure 3 に示すように R3 を直列に追加します。通常、R3 は 1 未満です。C2 の容量は、通常 3.3 μF 以上にします。ただし、この値は周波数と V_{OUT1} での許容リップル振幅に左右されます。負荷の性質によってはさらに大きな値が必要になるため、C2 の最小値を決定するには、通常は実験が必要です。非常に大きい過渡電流が発生する負荷の場合は、負荷電流が一定の場合より C2 の値を大きくすることが必要です。

D1: 重要なパラメータは逆方向リカバリ時間と順方向電圧です。逆方向リカバリ時間によって、降圧スイッチがターンオンするたびに逆方向電流サージがどの程度の長さにとつて続くかが決まります。出力短絡が発生した場合、順方向電圧降下は主にこのダイオードの順方向電圧で決まるため（それ以外は電流制限センス抵抗両端に発生する電圧）、順方向電圧降下はきわめて重要です。このため、効率に影響しますが、電圧が高いほうが適しています。好ましい値は、逆方向リカバリ時間は約 30ns、順方向電圧降下は約 0.75V です。逆方向リカバリ電流は効率に重大な影響を及ぼす場合があるため、その規格は重要です。D1 の逆耐圧の定格は V_{IN} の最大値以上にする必要があります。D1 の電流定格は Figure 7 の I_{PK} 以上にする必要があります。

アプリケーション情報 (つづき)

C1 および **C5**: C1 の目的は、オン時間中のスイッチ電流の大半を供給すること、VIN ピンでのリップル電圧を制限することです。ただし、VIN に電圧を供給する電源の出力インピーダンスはゼロより大きい値であることが前提になります。電源のダイナミック・インピーダンスが高い (実質的に電流源になっている) 場合、電源からは入力電流の平均値が供給されますが、リップル電流は供給されません。

最大負荷電流発生時、つまり降圧型スイッチがオンになると、VIN ピンに流入する電流はインダクタのリップル電流の下側のピークまで急激に上昇し、その後ピーク値まで緩やかに増加して、スイッチがオフになるとゼロに急降下します。このオン時間中の平均流入電流が負荷電流です。ワーストケースの計算では、C1 は最大オン時間の間、この平均負荷電流を供給する必要があります。C1 は次式により求められます。

$$C1 = \frac{I_o \times t_{ON}}{\Delta V}$$

I_o は負荷電流、 t_{ON} は最大オン時間、 V は V_{IN} ピンでの許容リップル電圧を表します。C5 の目的は、 V_{IN} ピンでの長いリード線のインダクタンスによって過渡電圧やリングングが発生するのを防止することです。低 ESR、0.1 μ F のセラミック・チップ・コンデンサを LM2695 の近くに配置することを推奨します。

C4: C4 の推奨値は 0.022 μ F です。降圧型スイッチがオンになると、C4 からこのスイッチのゲートにサージ電流が流れるため、C4 には低 ESR の高品質セラミック・コンデンサを推奨します。低 ESR のコンデンサにすると、オフ時間のたびに完全な再充電がしやすいという利点もあります。

C6: SS ピンに接続するコンデンサで、ソフトスタート時間を決定するコンデンサです。ソフトスタート時間とは、レギュレーション・コンバータのリファレンス電圧、および出力電圧が最終的な値に到達するまでに要する時間のことです。この時間は次式により求められます。

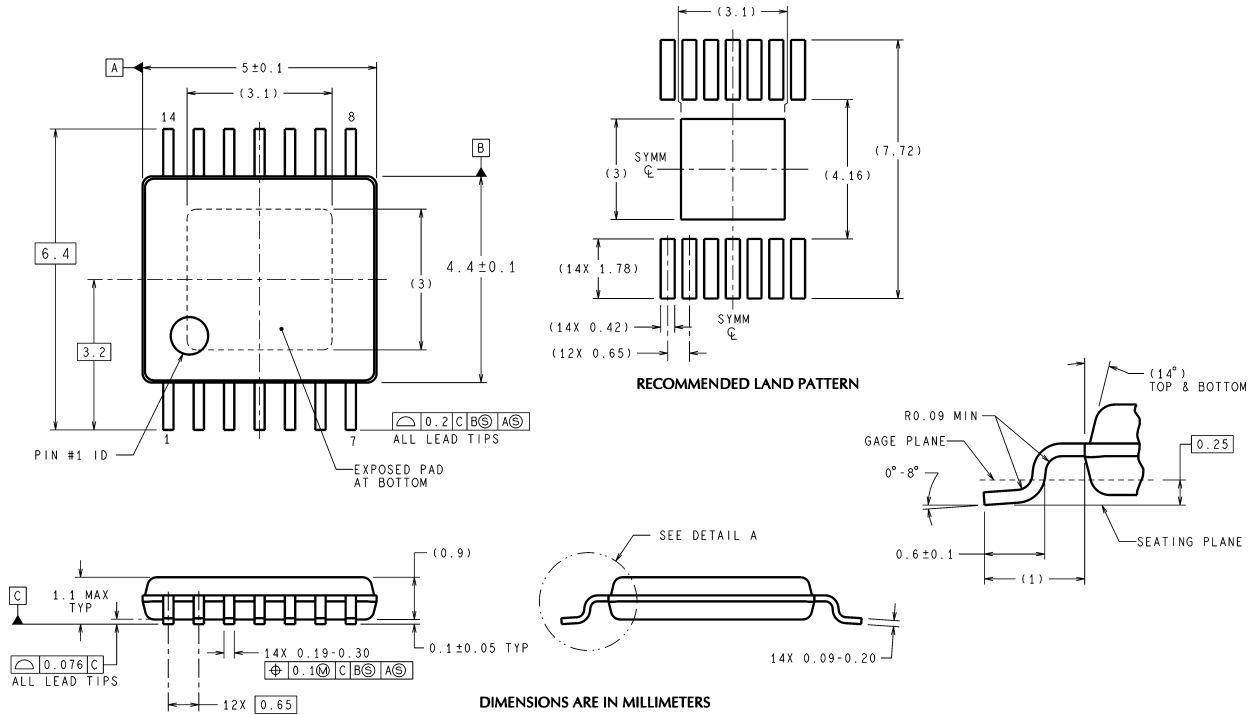
$$t_{ss} = \frac{C6 \times 2.5V}{12.3 \mu A}$$

プリント基板レイアウト

LM2695 のレギュレーション・コンバータ、オーバーボルテージ・コンバータ、および電流制限コンバータは非常に高速で、短時間のノイズ・パルスにตอบสนองします。このため、最適な性能を発揮するにはレイアウトの検討がきわめて重要です。レイアウトはできる限り簡潔かつコンパクトにする必要があります。すべての部品は関連するピンのできる限り近くに配置する必要があります。D1、L1、C2、SGND、ISEN ピンによって形成される電流ループはできる限り小さくしてください。C2 から C1 までのグラウンド接続配線はできる限り短く直接的にしてください。

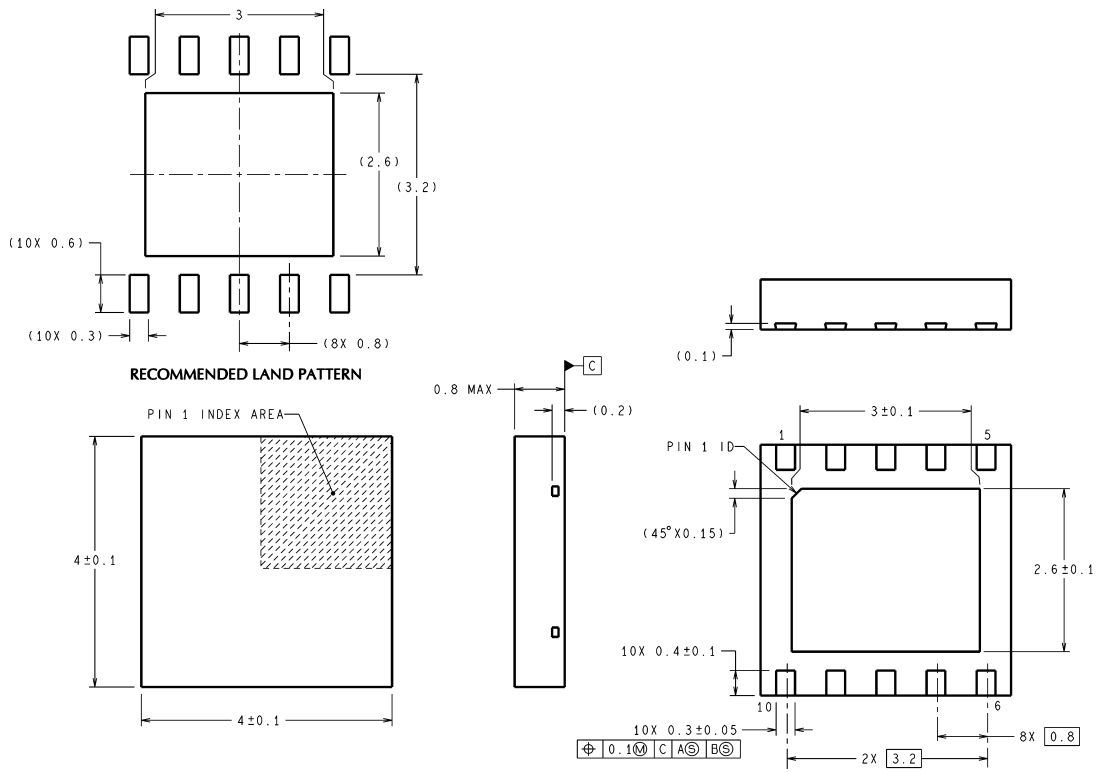
LM2695 の内部消費電力により通常動作時の接合部温度が過剰に上昇することが予想される場合は、プリント基板のグラウンド・パターンを有効に利用すると、放熱効果を大幅に高めることができます。IC パッケージ底面の露出型パッドはグラウンド・パターンにハンダ付けできます。グラウンド・パターンは IC 直下から延伸し、いくつかのビアを使用してプリント基板反対側のグラウンド・パターンに接続することで放熱効果を高めます。露出型パッドは、パッケージ内部で IC のサブストレートに接続されています。さらに、幅の広いプリント基板配線を可能な限り使用することによって、IC からの熱を放散しやすくすることができます。最終的な製品内部でプリント基板を適切に配置し、空気流 (強制対流または自然対流) の利用と組み合わせると、接合部温度を抑えやすくなります。基板レイアウトの考慮事項の詳細については、アプリケーション・ノート AN-1229 を参照してください。

外形寸法図 単位は millimeters



MXA14A (Rev A)

**14-Lead TSSOP-14EP Package
NS Package Number MXA14A**



SDC10A (Rev A)

**10-Lead LLP Package
NS Package Number SDC10A**

このドキュメントの内容はナショナル セミコンダクター社製品の関連情報として提供されます。ナショナル セミコンダクター社は、この発行物の内容の正確性または完全性について、いかなる表明または保証もいたしません。また、仕様と製品説明を予告なく変更する権利を有します。このドキュメントはいかなる知的財産権に対するライセンスも、明示的、黙示的、禁反言による惹起、またはその他を問わず、付与するものではありません。

試験や品質管理は、ナショナル セミコンダクター社が自社の製品保証を維持するために必要と考える範囲に用いられます。政府が課す要件によって指定される場合を除き、各製品のすべてのパラメータの試験を必ずしも実施するわけではありません。ナショナル セミコンダクター社は製品適用の援助や購入者の製品設計に対する義務は負いかねます。ナショナル セミコンダクター社の部品を使用した製品および製品適用の責任は購入者にあります。ナショナル セミコンダクター社の製品を用いたいかなる製品の使用または供給に先立ち、購入者は、適切な設計、試験、および動作上の安全手段を講じなければなりません。

それら製品の販売に関するナショナル セミコンダクター社との取引条件で規定される場合を除き、ナショナル セミコンダクター社は一切の義務を負わないものとし、また、ナショナル セミコンダクター社の製品の販売か使用、またはその両方に関連する特定目的への適合性、商品の機能性、ないしは特許、著作権、または他の知的財産権の侵害に関連した義務または保証を含むいかなる表明または黙示的保証も行いません。

生命維持装置への使用について

ナショナル セミコンダクター社の製品は、ナショナル セミコンダクター社の最高経営責任者 (CEO) および法務部門 (GENERAL COUNSEL) の事前の書面による承諾がない限り、生命維持装置または生命維持システム内のきわめて重要な部品に使用することは認められていません。

ここで、生命維持装置またはシステムとは (a) 体内に外科的に使用されることを意図されたもの、または (b) 生命を維持あるいは支持するものをいい、ラベルにより表示される使用方法に従って適切に使用された場合に、これの不具合が使用者に身体的障害を与えると予想されるものをいいます。重要な部品とは、生命維持にかかわる装置またはシステム内のすべての部品をいい、これの不具合が生命維持用の装置またはシステムの不具合の原因となりそれらの安全性や機能に影響を及ぼすことが予想されるものをいいます。

National Semiconductor とナショナル セミコンダクターのロゴはナショナル セミコンダクター コーポレーションの登録商標です。その他のブランドや製品名は各権利所有者の商標または登録商標です。

Copyright © 2007 National Semiconductor Corporation

製品の最新情報については www.national.com をご覧ください。

ナショナル セミコンダクター ジャパン株式会社

本社 / 〒 135-0042 東京都江東区木場 2-17-16 TEL.(03)5639-7300

技術資料 (日本語 / 英語) はホームページより入手可能です。

www.national.com/jpn/

ご注意

日本テキサス・インスツルメンツ株式会社（以下TIJといいます）及びTexas Instruments Incorporated（TIJの親会社、以下TIJないしTexas Instruments Incorporatedを総称してTIといいます）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。

TI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ー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。

TI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。

TI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たり、保証もしくは承認するという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TIにより示された数値、特性、条件その他のパラメーターと異なる、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。TI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。

TI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TI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 © 2011, 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。）

- 直射日光が当たる状態で保管・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