

LM2750

LM2750 Low Noise Switched Capacitor Boost Regulator



Literature Number: JAJSA02

LM2750

低ノイズ、スイッチト・キャパシタ型昇圧レギュレータ

概要

LM2750はレギュレートされた低ノイズの出力電圧を生成する2倍昇圧型スイッチト・キャパシタです。5.0V出力電圧品 (LM2750-5.0) は、入力電圧範囲 2.9V から 5.6V 全域にわたって最大 120mA の出力電流を、入力電圧が 2.7V の場合には最大 40mA の出力電流を供給します。同じ出力電流駆動能力を備えた出力電圧可変品 (LM2750-ADJ) もあります。LM2750 は、優れた放熱特性をもつナショナル・セミコンダクター社の 10ピン LLP パッケージに封止されているので、通常の動作定格条件下では発熱を極力抑えられます。

LM2750 は、入力コンデンサ 1 個、出力コンデンサ 1 個、フライング・コンデンサ 1 個の、計 3 個の外付け部品しか必要としないので、実装面積が限られているバッテリー駆動アプリケーションに最適です。推奨品は小型で低価格のセラミック・コンデンサです。1.7MHz と高い LM2750 の固定スイッチング周波数とこれらコンデンサの働きによって、出力電圧の低リップル化が図られ、低ノイズ電源を必要とするシステムに適しています。またプリレギュレーション機能により入力電流のリップルを低減し、入力ノイズを無視し得るレベルに抑えます。

LM2750 はほかに、ターンオン時の突入電流を緩和するソフトスタート機能を備えています。またシャットダウン時には、入力と負荷を完全に切り離します。出力電流制限回路とサーマル・シャットダウン回路はそれぞれ、出力短絡もしくは過大な電流負荷が生じた場合に、LM2750 および接続されているデバイスを保護します。

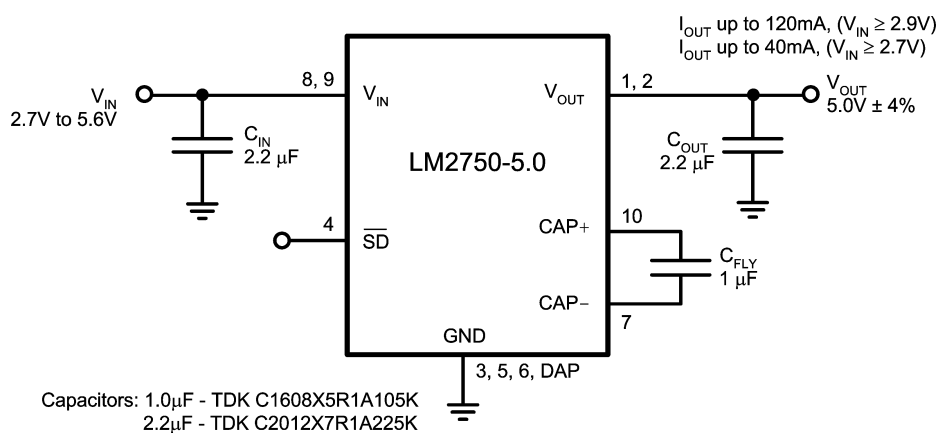
特長

- コイルを不要としたソリューション: 3 個のコンデンサのみ必要
- 5.0V 固定出力品と出力電圧可変品を供給
- ピーク効率 85%
- リチウムイオン・バッテリー電圧範囲 2.9 ~ 4.2V で平均効率 70%
- 最大出力電流 120mA、2.9V V_{IN} 5.6V
- 最大出力電流 40mA、2.7V V_{IN} 2.9V
- 広い入力電圧範囲: 2.7V ~ 5.6V
- 1.7MHz 固定スイッチング周波数により低ノイズ、低出力リップル
- 入力電流リップルを低減しバッテリー入力ライン (V_{IN}) を実質ノイズ・フリーにするプリレギュレーション
- 基本的にデレーティングを必要としない優れた放熱特性を持つ小型 LLP パッケージ
- シャットダウン時電流 2 μ A 以下

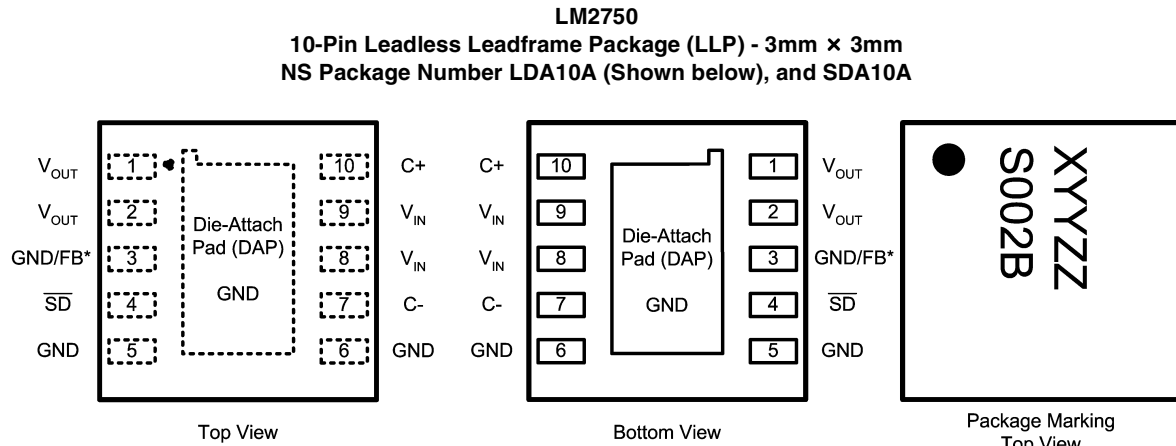
アプリケーション

- 白色 LED およびカラー LED を用いたバックライト
- 携帯電話用 SIM (加入者識別モジュール) カード
- オーディオ・アンプ用電源
- リチウムイオン・バッテリーから 5V を得る汎用電源

代表的なアプリケーション回路



ピン配置図



パッケージ・マーキングの実際の配置は製品ごとに異なります。パッケージ上のマーキングのうち、「X」は組立工場コード、「YY」は2桁の製造日コード、「ZZ」はトレーサビリティ用のダイ・ラン・コードです。実際のコードは「XYYZZ」とは異なります。パッケージ・マーキング・コードの「S002B」はLM2750-5.0を表します。LM2750-ADJのパッケージ・マーキング・コードは「S003B」です。

Pin Names and Numbers apply to both SDA10A and LDA10A packages.

端子説明

端子番号	端子名	説明
8、9	V_{IN}	入力電圧です。これらの端子は基板上で接続してください。
1、2	V_{OUT}	出力電圧です。これらの端子は基板上で接続してください。
10	CAP +	フライング・コンデンサのプラス側です。
7	CAP -	フライング・コンデンサのマイナス側です。
4	\overline{SD}	アクティブ Low のシャットダウン入力です。この端子とグラウンド間には 200k のプルダウン抵抗が内蔵されているので、端子が開放（フロート）のとき、電圧は 0V に固定されデバイスはシャットダウン状態になります。
3	LM2750-5.0: GND	この端子は基板上でグラウンド端子（5ピン、6ピン、DAP）に接続してください。
	LM2750-ADJ: FB	フィードバック端子
5、6、DAP	GND	グラウンドです。これらの端子は基板上で接続してください。

製品情報

Output Voltage Option	Ordering Information	Package (Note 1)	Package Marking	Supplied as
5.0	LM2750LD-5.0	LDA10A	S002B	1000 Units, Tape and Reel
5.0	LM2750LDX-5.0	LDA10A	S002B	4500 Units, Tape and Reel
Adjustable	LM2750LD-ADJ	LDA10A	S003B	1000 Units, Tape and Reel
Adjustable	LM2750LDX-ADJ	LDA10A	S003B	4500 Units, Tape and Reel
5.0	LM2750SD-5.0	SDA10A	S005B	1000 Units, Tape and Reel
5.0	LM2750SDX-5.0	SDA10A	S005B	4500 Units, Tape and Reel
Adjustable	LM2750SD-ADJ	SDA10A	S004B	1000 Units, Tape and Reel
Adjustable	LM2750SDX-ADJ	SDA10A	S004B	4500 Units, Tape and Reel

Note 1: LDA10A パッケージ: 10ピンの Pullback タイプ LLP です。SDA10A パッケージ: 10ピンの No Pullback タイプ LLP です。詳細については、本データシート末尾の「外形寸法図」の項に記載したパッケージ図面を参照してください。

絶対最大定格 (Note 2、3)

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。
関連する電氣的信頼性試験方法の規格を参照ください。

V_{IN} ピン: グラウンドに対する電圧	- 0.3V ~ 6V
\overline{SD} ピン: グラウンドに対する電圧	- 0.3V ~ ($V_{IN} + 0.3V$)
接合部温度 ($T_{J-MAX-ABS}$)	150
連続消費電力 (Note 4)	内部制限
最大出力電流 (Note 5)	175mA
保存温度範囲	- 65 ~ 150
最大リード温度 (ハンダ付け、5 秒)	260
ESD 耐圧 (Note 6)	
人体モデル	2 kV
マシン・モデル	100V

動作定格 (Note 2、3)

LM2750-5.0 入力電圧範囲	2.7V ~ 5.6V
LM2750-ADJ 入力電圧範囲	2.7V ~ ($V_{OUT} + 0.7V$)
3.8V V_{OUT} 4.9V	2.7V ~ 5.6V
4.9V V_{OUT} 5.2V	2.7V ~ 5.6V
LM2750-ADJ 出力電圧範囲	3.8V ~ 5.2V
推奨出力電流	
2.9V V_{IN} 5.6V	0 ~ 120mA
2.7V V_{IN} 2.9V	0 ~ 40mA
接合部温度 (T_J) 範囲	- 40 ~ 125
周囲温度 (T_A) 範囲 (Note 7)	- 40 ~ 85

熱抵抗

接合部 - 周囲温度間熱抵抗、 LLP-10 パッケージ (J_A) (Note 8)	55 /W
--	-------

電氣的特性 (Note 3、9)

通常の字体で表記されているパラメータは $T_J = +25$ に対して適用されます。太文字で表記されているパラメータは「動作定格」の接合部温度 (T_J) 範囲に対して適用されます。特記のない限り、 $2.9V < V_{IN} < 5.6V$ 、 $V_{OUT} = 5.0V$ (LM2750-ADJ)、 $V(SD) = V_{IN}$ 、 $C_{FLY} = 1\mu F$ 、 $C_{IN} = 2 \times 1\mu F$ 、 $C_{OUT} = 2 \times 1\mu F$ です (Note 10)。

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
V_{OUT}	Output Voltage (LM2750-5.0)	$2.9V \leq V_{IN} \leq 5.6V$, $I_{OUT} \leq 120mA$	4.80 (-4%)	5.0	5.20 (+4%)	V
		$2.7V \leq V_{IN} \leq 2.9V$, $I_{OUT} \leq 40mA$	4.80 (-4%)	5.0	5.20 (+4%)	(%)
I_Q	Operating Supply Current	$I_{OUT} = 0mA$, $V_{IH(MIN)} \leq V(\overline{SD}) \leq V_{IN}$		5	10 12	mA
I_{SD}	Shutdown Supply Current	$V(\overline{SD}) = 0V$			2	μA
V_{FB}	Feedback Pin Voltage (LM2750-ADJ)	$V_{IN} = 3.1V$	1.170	1.232	1.294	V
I_{FB}	Feedback Pin Input Current (LM2750-ADJ)	$V_{FB} = 1.4V$		1		nA
V_R	Output Ripple	$C_{OUT} = 10\mu F$, $I_{OUT} = 100mA$		4		mVp-p
		$C_{OUT} = 2.2\mu F$, $I_{OUT} = 100mA$		15		
E_{PEAK}	Peak Efficiency (LM2750-5.0)	$V_{IN} = 2.7V$, $I_{OUT} = 40mA$		87		%
		$V_{IN} = 2.9V$, $I_{OUT} = 120mA$		85		
E_{AVG}	Average Efficiency over Li-Ion Input Range (LM2750-5.0) (Note 12)	V_{IN} Range: 2.9V - 4.2V, $I_{OUT} = 120mA$		70		%
		V_{IN} Range: 2.9V - 4.2V, $I_{OUT} = 40mA$		67		
f_{SW}	Switching Frequency		1.0	1.7		MHz
t_{ON}	V_{OUT} Turn-On Time	$V_{IN} = 3.0V$, $I_{OUT} = 100mA$, (Note 11)		0.5		ms
I_{LIM}	Current Limit	V_{OUT} shorted to GND		300		mA
Shutdown Pin (\overline{SD}) Characteristics						
V_{IH}	Logic-High \overline{SD} Input		1.3		V_{IN}	V
V_{IL}	Logic-Low \overline{SD} Input		0		0.4	V
I_{IH}	\overline{SD} Input Current (Note 13)	$1.3V \leq V(\overline{SD}) \leq V_{IN}$		15	50	μA
I_{IL}	\overline{SD} Input Current	$V(\overline{SD}) = 0V$	-1		1	μA

電気的特性 (Note 3、9) (つづき)

通常の字体で表記されているパラメータは $T_J = +25$ に対して適用されます。太文字で表記されているパラメータは「動作定格」の接合部温度 (T_J) 範囲に対して適用されます。特記のない限り、 $2.9V \leq V_{IN} \leq 5.6V$ 、 $V_{OUT} = 5.0V$ (LM2750-ADJ)、 $V(SD) = V_{IN}$ 、 $C_{FLY} = 1\mu F$ 、 $C_{IN} = 2 \times 1\mu F$ 、 $C_{OUT} = 2 \times 1\mu F$ です (Note 10)。

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
Capacitor Requirements						
C_{IN}	Required Input Capacitance(Note 14)	$I_{OUT} \leq 60mA$	1.0			μF
		$60mA \leq I_{OUT} \leq 120mA$	2.0			
C_{OUT}	Required Output Capacitance(Note 14)	$I_{OUT} \leq 60mA$	1.0			μF
		$60mA \leq I_{OUT} \leq 120mA$	2.0			

Note 2: 「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、動作が保証されている各種条件のことです。「動作定格」は保証性能のリミット値を表しているわけではありません。保証性能のリミット値と関連する試験条件は、「電気的特性」の表を参照してください。

Note 3: 電圧値はすべて、GND 端子の電位を基準とします。

Note 4: サーマル・シャットダウン回路により、デバイスの損傷を防ぎます。 $T_J = 150$ (typ) でサーマル・シャットダウン状態に入り、 $T_J = 135$ (typ) で解除されます。

Note 5: 出力電流の絶対最大定格は、設計によって保証されています。120mA を超える出力電流の推奨入力電圧範囲は、3.1V ~ 4.4V です。

Note 6: 人体モデルでは、100pF のコンデンサから 1.5k の抵抗を介して各端子に放電させます。MIL-STD-883 3015.7。マシン・モデルでは、200pF のコンデンサから直接各端子に放電させます。

Note 7: 最大周囲温度 (T_{A-MAX}) は、動作定格の最大接合部温度 ($T_{J-MAX-OP} = 125$)、アプリケーションにおける最大消費電力 (P_{D-MAX})、アプリケーションにおける接合部 - 周囲間熱抵抗 (θ_{JA}) で決まり、次の式で与えられます。

$$T_{A-MAX} = T_{J-MAX-OP} - (\theta_{JA} \times P_{D-MAX})$$

アプリケーションにおける LM2750 の最大消費電力は次式で近似されます。

$$P_{D-MAX} = (V_{IN-MAX} \times I_{IN-MAX}) - (V_{OUT} \times I_{OUT-MAX}) = [V_{IN-MAX} \times ((2 \times I_{OUT-MAX}) + 5mA)] - (V_{OUT} \times I_{OUT-MAX})$$

本式の V_{IN-MAX} 、 I_{IN-MAX} 、 $I_{OUT-MAX}$ は、対象アプリケーションの最大電圧および最大電流であり、LM2750 の最大定格ではありません。

85 の最大周囲温度定格は、次のアプリケーション条件によって決まっています。

$$\theta_{JA} = 55^\circ C/W, P_{D-MAX} = 727mW \text{ (たとえば } V_{IN-MAX} = 5.5V \text{ かつ } I_{OUT-MAX} = 115mA \text{ のとき)}$$

LM2750 の消費電力が 727mW より大きい場合、20mW あたり 1.1 の最大周囲温度のデレレーティングが必要です (繰り返しになりますが、アプリケーションで $\theta_{JA} = 55$ /W と仮定しています)。詳細は、アプリケーション・ノート AN-1187 「リードレス・リードフレーム・パッケージ (LLP)」および本データシートの「電力効率と消費電力」を参照してください。

Note 8: 接合部 - 周囲間熱抵抗 (θ_{JA}) は、下記条件および JEDEC スタンドアード JESD51-7 規定のガイドラインによる熱モデルの結果から得ています。試験基板は 102mm x 76mm x 1.6mm の 4 層 FR-4 基板で、2 x 1 のスルーホールを備えています。基板のグラウンド層の領域は 50mm x 50mm です。各層の銅箔厚みは 36 μm /18 μm /18 μm /36 μm (1.5 オンス /1.0 オンス /1.0 オンス /1.5 オンス) です。シミュレーションにおける周囲温度は 22 で、風速はゼロとしています。消費電力は 1W です。

LLP-10 パッケージに封止された LM2750 の θ_{JA} の値は、プリント基板の材質、レイアウト、環境条件により、50 /W ~ 150 /W (銅箔幅が狭くない場合) の範囲を取り得ます。そのためアプリケーションの最大消費電力が大きい場合 (V_{IN} が高く I_{OUT} が大きい)、特に放熱について十分な配慮が必要です。詳細は、アプリケーション・ノート AN-1187 「リードレス・リードフレーム・パッケージ (LLP)」と本データシートの「推奨レイアウト」を参照してください。

Note 9: データシート記載の Min/Max 各リミット値は、設計、試験、または統計的解析によって保証されています。代表値 (typ 値) は保証するものではありませんが、最も標準的の値とみなされる値を表しています。

Note 10: C_{FLY} 、 C_{IN} 、 C_{OUT} : 電気的特性の取得には低 ESR の表面実装セラミック・コンデンサ (MLCC) を使用しています。

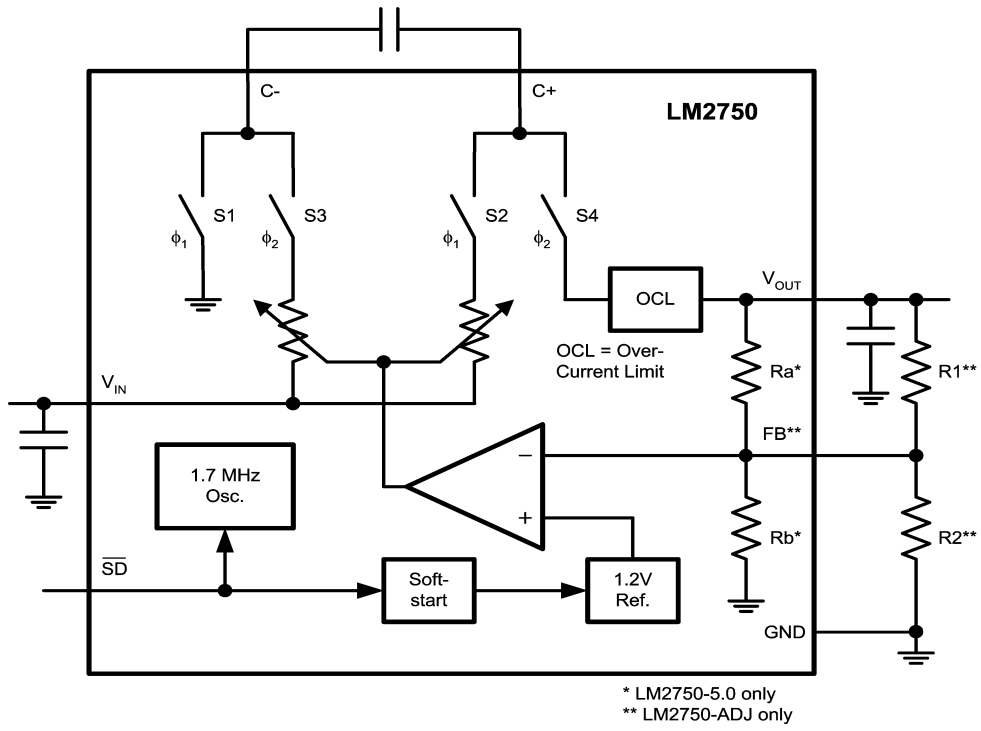
Note 11: ターンオン時間は、SD 信号が High になってから、出力が定常値の 90% に達するまでの時間として測定されています。

Note 12: 効率は V_{IN} に対するもので、 V_{IN} を 3.0V ~ 4.2V の微少な電圧スイープをかけて測定し、その測定結果から平均を求めています。平均の算出では、バッテリーの放電特性 (V_{BAT} vs. 時間) に対する重み付けは行っていません。

Note 13: \overline{SD} 入力電流 (I_{IH}) は、 \overline{SD} 端子とグラウンド間に接続されている 200k の内蔵プルダウン抵抗によるものです。

Note 14: MIN 値は正常動作に必要な出力コンデンサの最小容量です。この電気的仕様は設計により保証されます。

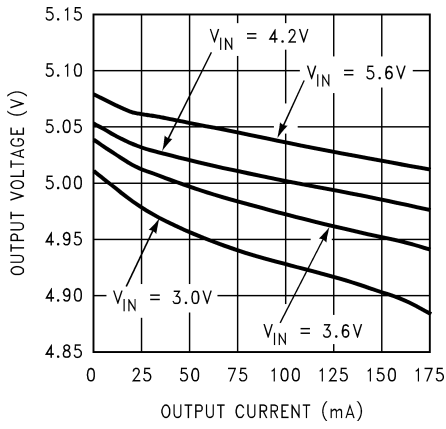
ブロック図



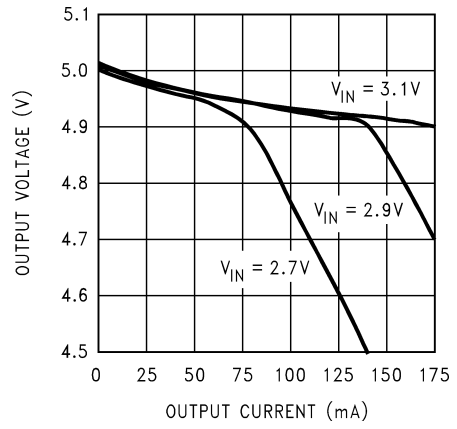
代表的な性能特性

特記のない限り、 $V_{IN} = 3.6V$ 、 $T_A = 25^\circ C$ 、 $C_{IN} = 2.2\mu F$ 、 $C_{FLY} = 1.0\mu F$ 、 $C_{OUT} = 2.2\mu F$ です。電気的特性の取得には低 ESR の表面実装セラミック・コンデンサ (MLCC) を使用しています。

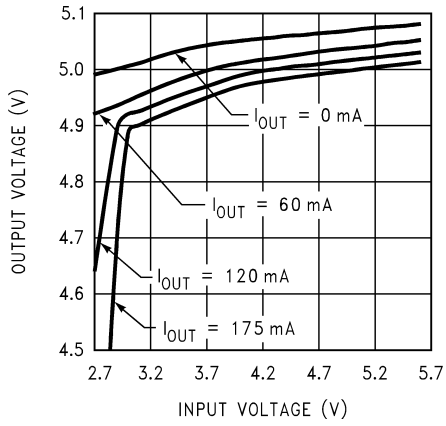
Output Voltage vs. Output Current



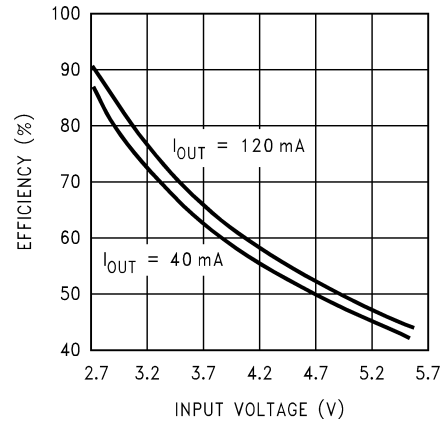
Output Voltage vs. Output Current



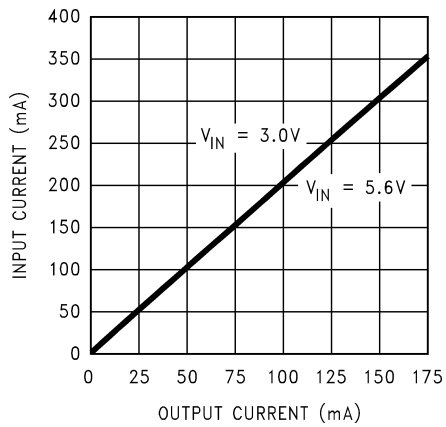
Output Voltage vs. Input Voltage



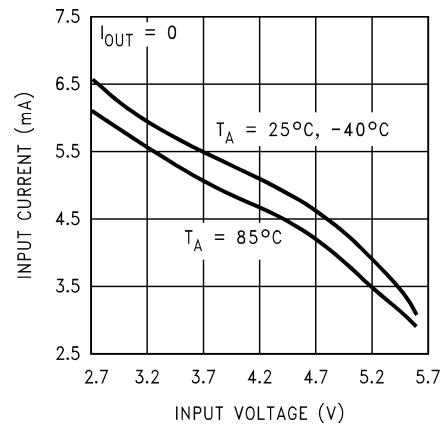
Power Efficiency



Input Current vs. Output Current



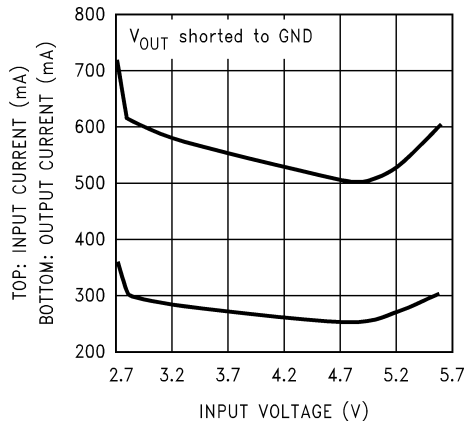
Quiescent Supply Current



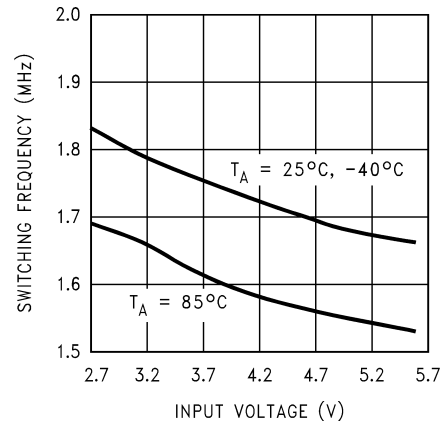
代表的な性能特性 (つづき)

特記のない限り、 $V_{IN} = 3.6V$ 、 $T_A = 25^\circ C$ 、 $C_{IN} = 2.2\mu F$ 、 $C_{FLY} = 1.0\mu F$ 、 $C_{OUT} = 2.2\mu F$ です。電気的特性の取得には低 ESR の表面実装セラミック・コンデンサ (MLCC) を使用しています。

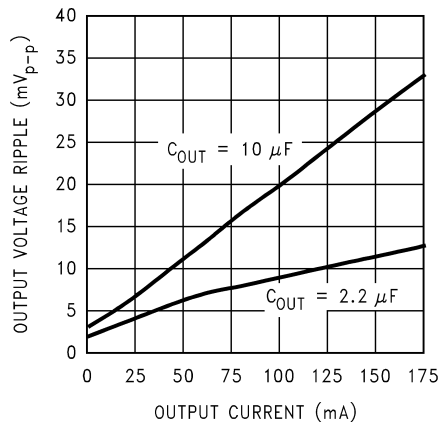
Current Limit Behavior



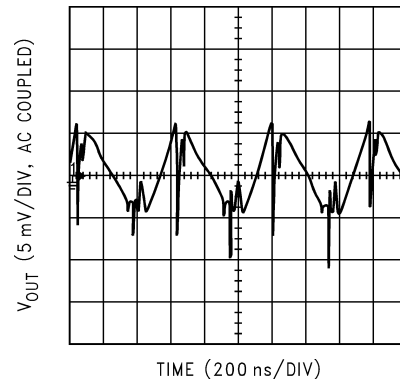
Switching Frequency



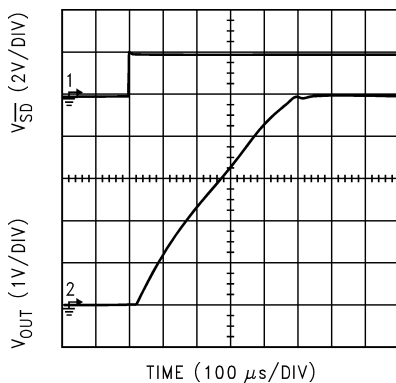
Output Voltage Ripple



Output Voltage Ripple, $I_{OUT} = 120mA$



Turn-on Behavior



動作説明

概要

LM2750 はスイッチト・キャパシタによる昇圧の原理とリニア・レギュレータの原理を組み合わせた 2 倍昇圧型スイッチト・キャパシタ・レギュレータで、リチウム・イオン電池の電圧範囲より広い入力電圧範囲にわたってレギュレーション出力を生成します。2 倍昇圧は、位相が互いに重ならない 2 相の内部クロックで制御されています。充電フェーズ (1) では、フライング・コンデンサ (C_{FLY}) は内部のトランジスタ・スイッチを介して入力とグラウンドの間に接続され、入力電圧に充電されます。続くポンプ・フェーズ (2) では、フライング・コンデンサは別のスイッチを介して、入力と出力の間に接続されます。フライング・コンデンサの電圧は入力電圧に重畳され、出力電圧が昇圧されて負荷電流が供給されます。

このような 2 相クロック制御を用いた従来の 2 倍昇圧型スイッチト・キャパシタでは、オン抵抗がきわめて小さいスイッチを、入力電圧の 2 倍の出力電圧を得るために使用します。一方 LM2750 では、入力側に接続されている 2 個のパス・トランジスタ・スイッチのオン抵抗を制御して、出力電圧をレギュレートする方法を採用しています。

プリレギュレーション

LM2750 が内蔵するプリレギュレーションによって、リップル電流はきわめて低く、入力ラインの戻りノイズはわずかです。LM2750 のメインの回路は、4 個のスイッチと 1 個のフライング・コンデンサで構成される基本的な 2 倍昇圧スイッチト・キャパシタに良く似ています。加えて LM2750 では、入力端子に接続された 2 個 (各フェーズごとに 1 個) のトランジスタ・スイッチのオン抵抗を制御して、レギュレーションを行う方法を採用しています。すなわち電圧の 2 倍化の前にレギュレーションは完了しており、これを「プリレギュレーション」と呼びます。多くのスイッチト・キャパシタ・コンバータは入力電流のリップルが大きいという欠点がありますが、プリレギュレーションではほとんど生じません。

入出力とグラウンドの設計

LM2750 の性能を引き出すには、入力、出力、グラウンドのそれぞれの端子を正しく接続することが求められます。8 ピンと 9 ピンの 2 本の入力端子はプリント基板上で接続します。このとき入力コンデンサ (C_{IN}) は、入力端子との配線が最短かつ直線になるように、LM2750 のできるだけ近くに配置してください。そして入力ノイズの影響を最小に抑えるために、LM2750 から引き出した 2 本の入力端子の配線はそのままコンデンサ端子に接続してください。LM2750 の入力端子と入力コンデンサ間の 2 本の配線はノイズに敏感であり、性能低下を生じさせる恐れがあるからです。また入力コンデンサは LM2750 と同じ基板面に実装し、同様に配線も同じ層を使用してください (スルーホールを用いて LM2750 入力端子と入力コンデンサの配線層を変えることは推奨しません)。

1 ピンと 2 ピンの 2 本の出力もプリント基板上で接続します。出力コンデンサ (C_{OUT}) は、LM2750 端子のできるだけ近くに配置してください。出力端子の配線に関して、前述した入力端子とコンデンサ間の配線ガイドラインに従ってください。フライング・コンデンサ (C_{FLY}) も、コンデンサとデバイス間のプリント基板の配線が最

短になるように、LM2750 のできるだけ近くに配置してください。ただし LM2750 の端子配置の都合により、フライング・コンデンサ端子 (C + または C -) の一方は、スルーホールを介して内層または反対側の表面層に配線して V_{IN} 配線を迂回させる必要があります。ただしこの程度の配線長は許容範囲であり、 V_{IN} の入力配線を他の層に回すより先このようにフライング・コンデンサの配線を迂回させたほうがはるかに良好な結果が得られます。

残りの 3 ピン (LM2750-5.0 のみ)、5 ピン、6 ピンおよびダイ・アタッチ・パッド (DAP) はプリント基板上のグラウンドに接続します。LM2750 の複数のグラウンド端子、入力コンデンサのグラウンド側、出力コンデンサのグラウンド側は、内層にある大面積の低インピーダンス・システム・グラウンドへ、スルーホールを介して接続することを推奨します。

シャットダウン

シャットダウン端子の電圧をロジック Low レベルにすると、LM2750 はシャットダウン・モードに入ります。シャットダウン・モードでは、LM2750 はほとんど電力を消費しません。200k のプルダウン抵抗が SD 端子とグラウンド間に内蔵されているため、SD 端子が開放の場合、SD 端子は Low に固定されます。シャットダウンから通常動作へ戻すには、SD 端子に 200k プルダウン抵抗を駆動できる電流能力のある電圧源に接続します。デバイスがシャットダウン・モードのとき、ターンオン時の電圧制御の目的で、LM2750 の出力は内部スイッチにより内蔵プルダウン抵抗 1k (代表値) に接続されます。ただし、このプルダウン抵抗は連続したシンク電流に対応できるほどワット数は大きくないので、LM2750 がシャットダウン・モードのときに、出力端子に他の電圧源を接続することは推奨できません。

ソフトスタート

ターンオン時の過大な入力突入電流の発生を防ぐため、LM2750 はソフトスタート回路を内蔵しています。出力電圧が 0V の状態から公称出力電圧 5.0V に到達するまでの時間が 500 μ s (代表値) となるように設定されています。また入力電圧が印加されている場合、SD 端子の電圧を High にしてデバイスをシャットダウンから通常動作に戻したときにもソフトスタート機能が働きます。またソフトスタートは、入力電圧と SD 端子電圧の両方が同時に印加された場合も機能します。

出力電流駆動能力

LM2750-5.0 では、入力電圧が 2.9V ~ 5.6V の範囲で、保証されている出力電流は 120mA です。さらに LM2750 は 120mA を超えても負荷の駆動が可能です。

重要：動作定格が電氣的特性のどちらか、またはその両方を超えてデバイスを動作させたい場合、アプリケーションで満足のゆく回路性能を得るためにも、対象となるアプリケーションの問題点を理解して回路の徹底的な解析を行ってください。特に消費電力と熱の問題には注意を払う必要があります。これらのパラメータは入力電圧が高い場合、大電流アプリケーションに大きな影響を与えることがあります (後述の「電力効率と消費電力」を参照してください)。

動作説明 (つづき)

Figure 1 に示す回路は LM2750 を簡略化したモデルで、出力電流の駆動能力を理解するために便利です。このモデルには、リニア・プリレギュレーション部 (Reg) と 2 倍昇圧型 (2x)、そして出力インピーダンス (R_{OUT}) が示されています。出力インピーダンスは、スイッチ・キャパシタ・コンバータが固有の性質として備えている出力電圧ドロップ分をモデル化したものです。LM2750 の出力インピーダンスは 5 (代表値) で、4 個の LM2750 内部トランジスタ・スイッチの抵抗のほぼ 2 倍に相当します。出力電圧のレギュレーションでは、出力電圧 $5.0V \pm 4\%$ を維持するように、モデルに示されているリニア・プリレギュレーション部が電圧 V' を制御します。出力電流が増加すると R_{OUT} 両端の電圧降下が大きくなります。出力電圧の低下を防ぐためリニア・プリレギュレーション部は内部の電圧降下を小さくし、結果 V' が上がり V_{OUT} は 5V に維持されます。リニア・プリレギュレーション部で許される電圧降下がゼロの点まで出力電流が増加してしまうと、 V' は入力電圧と等しくなり、「ぎざり」の状態」でレギュレーションが行われてしまいます。さらに出力電流が増えたとレギュレーションの限界を外れ、LM2750 は単純な開ループ・ダブラとして動作します。この動作状態では、2 倍昇圧型の出力インピーダンスに比例して、出力電流の増加に伴い出力電圧は低下します。レギュレーションを外れた LM2750 の出力電圧は、次式で近似できます。

$$V_{OUT} = 2 \times V_{IN} - I_{OUT} \times R_{OUT}$$

繰り返しますが、この式は入力電圧が低く、出力電流が大きく、かつ LM2750 がレギュレーションを外れている状態にのみ適用されます。「代表的な性能特性」の “Output Current vs. Output Voltage” グラフもあわせて参照してください。

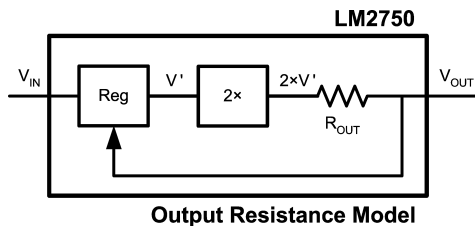


FIGURE 1. LM2750 Output Resistance Model

次に、スイッチング周波数、フライング・コンデンサの容量、コンデンサの等価直列抵抗 (ESR) の影響を考慮した、より正確な出力インピーダンスの算出方法を示します。

$$R_{OUT} = 2 \cdot R_{SW} + \frac{1}{F_{SW} \times C_{FLY}} + 4 \cdot ESR_{CFLY} + ESR_{COUT}$$

LM2750 の出力インピーダンスの式ではスイッチ抵抗 5 (代表値) が支配的です。1.7MHz (代表値) のスイッチング周波数における、 $1/(F \times C)$ の項から、出力抵抗全体に対してわずか 0.6 を与えているに過ぎません。またフライング・コンデンサの容量を大きくしても、LM2750 の出力電流能力に対する改善はわずかです。アプリケーションによっては、回路サイズ削減がコスト低減のどちらか、もしくはその両方の理由で、フライング・コンデンサを 1μF 以下にしたほうが望ましい場合があります。しかしその場合、出力インピーダンスを増加させて好ましくない出力電圧低下を引き起こしたりしないか注意が必要です。セラミック・コンデンサを使用する場合、良質のセラミック・コンデンサの ESR は通常 100mΩ 以下のため、ESR 項は出力インピーダンス全体に対して無視されます。

サーマル・シャットダウン

デバイスの発熱による損傷を防ぐために、LM2750 はサーマル・シャットダウン機構を内蔵しています。接合部温度が 150 (代表値) に上昇するとデバイスはシャットダウン・モードに移行します。デバイスの接合部温度が 130 (代表値) に下がると、LM2750 はシャットダウン・モードから通常動作に戻ります。

サーマル・シャットダウンはほとんどの場合、過大な消費電力が不十分な放熱、または両方を原因とする自己発熱によって起こります。出力電流が大きくなるか入力電圧が高くなると LM2750 の消費電力は増大します (「電力効率と消費電力」参照)。自己発熱によりサーマル・シャットダウンに至った場合、通常はサーマル・サイクリングに入ります。サーマル・サイクリングとは、デバイスの自己発熱、サーマル・シャットダウンへの移行 (その後内部の消費電力は実質ゼロに)、温度低下、ターンオン、そしてサーマル・シャットダウンのスレッシュホルドまで再発熱の繰り返しプロセスです。サーマル・サイクリングは出力電圧波形がパルス状になれば識別でき、入力電圧か出力電流のどちらか、または両方を下げて内部消費電力を少なくするか、あるいは周囲温度を下げない限り終わらせることはできません。所望の動作条件でサーマル・サイクリングが発生してしまった場合、LM2750 の消費電力に適切に対応できるよう放熱性能を改善しなければなりません。その点 LLP パッケージは優れた放熱特性を備えているので、放熱を考慮したプリント基板にハンダ付けすれば、消費電力がきわめて大きい条件でも LM2750 の動作が可能になります。

出力電流制限

LM2750 は、過大な出力電流が流れたときか出力がグラウンドに短絡したとき、またはその両方が起こったときにデバイスを保護する電流制限回路を内蔵しています。出力がグラウンドに直接短絡した場合の電流制限値は 300mA (代表値) です。電流制限が起こっている状態では、LM2750 の消費電力はきわめて大きくなっていると考えられます。したがってサーマル・サイクリングの発生が予想されます (「サーマル・シャットダウン」参照)。

LM2750-ADJ の出力電圧の設定

Figure 2 のアプリケーション回路に示すように、LM2750-ADJ の出力電圧の設定には簡単な抵抗分圧回路 (抵抗 $R1$ と $R2$ を参照) を用います。出力電圧は次式で示されるように帰還抵抗の値から決まります。

$$V_{OUT} = 1.23V \times (1 + R1/R2)$$

上の式で “1.23V” は、帰還ループが適切に確立されデバイスが通常動作を行っている場合の FB 端子の公称電圧です。2 個の帰還抵抗の合計値は 15kΩ から 20kΩ の範囲となるように選択してください。

$$15k \Omega < (R1 + R2) < 20k \Omega$$

帰還抵抗をより大きくしたい場合は、10pF のコンデンサを抵抗 $R1$ に並列に接続してください。

動作説明 (つづき)

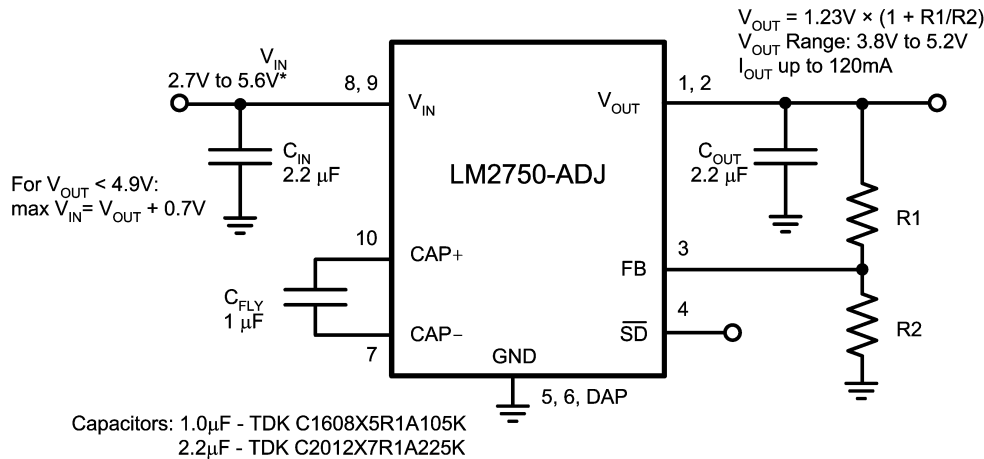


FIGURE 2. LM2750-ADJ Typical Application Circuit

アプリケーション情報

出力電圧リップル

LM2750 の出力電圧のリップル量は、アプリケーションの条件、特に出力電流と出力コンデンサに大きく依存します。出力リップルは、LM2750 が出力を駆動していない充電フェーズ (1) における電圧低下量を算出して、簡単に近似できます。この期間、負荷は出力コンデンサのみによって駆動されています。したがってリップルの振幅は、スイッチング期間の半分、 $0.5/F_{SW}$ を放電時間としたコンデンサの基本的な放電の式 ($I = C \times dV/dt$) から得られます。つまり簡単に、

$$RIPPLE_{Peak-Peak} = \frac{I_{OUT}}{C_{OUT}} \times \frac{0.5}{F_{SW}}$$

リップルのより厳密で正確な検討では、2つのクロックの位相が重畳しないように同時オフにする期間と出力コンデンサの等価直列抵抗 (ESR) がリップルに与える影響を加味しなければなりません。LM2750 を正しく動作させるには、クロックの2つの位相に一致する期間があってはなりません (もし位相が少しでも一致してすべてのスイッチが同時にオンになると、入力と出力とグラウンドとが短絡してしまいます)。そのため位相を制御するクロックには、同時オフとなる期間が必ず設けられています。この同時オフ期間は出力は駆動されていないので、リップルの算出に加える必要があります。したがって実際の出力コンデンサの放電時間は、スイッチング・サイクルのおよそ60%、 $0.6/F_{SW}$ となります。

出力コンデンサに電流が流入および流出する際に ESR の両端で AC 的な電圧低下が発生するため、出力コンデンサの ESR も出力電圧リップルに影響します。次式に、前述の式に対しクロックの同時オフ期間とコンデンサの ESR 分を加味した出力リップルのより詳細な算出式を示します。

$$RIPPLE_{Peak-Peak} = \left(\frac{I_{OUT}}{C_{OUT}} \times \frac{0.6}{F_{SW}} \right) + (2 \times I_{OUT} \times ESR_{C_{OUT}})$$

出力電圧リップルの低減のために、出力コンデンサには低 ESR のセラミック・コンデンサを推奨します。また複数のコンデンサを並列接続すれば、コンデンサ容量の増加と ESR の低減により、リップルを大幅に抑えられます。コンデンサを並列にすると ESR も同様に並列になるからです。実際の ESR 値は並列接続した合成抵抗値となります。たとえば同じコンデンサを2個並列にすると、コンデンサが1個の場合に比べ、容量は2倍になり ESR は半分になります。同様に、大容量で高 ESR のコンデンサ (たとえばタンタル・コンデンサ) を出力コンデンサとして使用した場合、これに低 ESR のセラミック・コンデンサを並列で接続すれば、実効 ESR 値を大幅に下げられます。

コンデンサ

LM2750 は外付け部品として3個のコンデンサを必要とします。推奨品は小型で低価格、かつ等価直列抵抗が小さい ($< 10m\Omega$ (代表値)) 表面実装タイプの多層セラミック・コンデンサです。タンタル・コンデンサ、OS-CON コンデンサ、アルミ電解コンデンサはセラミック・コンデンサに比べて一般的に ESR が大きいので、LM2750 との組み合わせは推奨しません。

LM2750 と組み合わせて使用するセラミック・コンデンサには、通常のアプリケーションでは、X7R または X5R の温度特性を持つ品種を選びます。これら品種は、許容誤差 ($\pm 10\%$ 以下) と温度に対する容量変化 (X7R: $-55 \sim +125$ で $\pm 15\%$ 、X5R: $-55 \sim +85$ で $\pm 15\%$) が小さく、また通常、電圧係数も小さいためです。Y5U および Z5U 特性の誘電体を用いたコンデンサは一般的に推奨しません。これらの品種は許容誤差 ($+80\%$ 、 -20%)、温度に対する容量変化 (Y5V: $-30 \sim +85$ で $+22\%$ 、 -82% 、Z5U: $+10 \sim +85$ で $+22\%$ 、 -56%)、および電圧係数大きいといった問題があります。たとえば公称 $1\mu F$ の Y5V 品または Z5U 品は、条件によっては容量が $0.1\mu F$ になります。すなわち Y5V 品や Z5U 品の場合、このようなコンデンサの容量のバラツキにより、その容量が LM2750 が必要とする最小容量を満たさない可能性があります。

次表はセラミック・コンデンサの主なメーカーです。

アプリケーション情報 (つづき)

Manufacturer	Contact Information
TDK	www.component.tdk.com
AVX	www.avx.com
Murata	www.murata.com
Taiyo-Yuden	www.t-yuden.com
Vishay-Vitramon	www.vishay.com

入力コンデンサ

入力コンデンサ (C_{IN}) に蓄えた電荷のおかげで、動作の充電フェーズ (1) でフライング・コンデンサに速やかに電荷を転送することができます。充電フェーズの開始時にフライング・コンデンサが入力側に接続されたとき、入力コンデンサは入力電圧の低下を防ぎ、またノイズに敏感な内部アナログ回路に影響を与えないように、入力端子のノイズ・フィルタの役目をします。前述の通り、品種としては X7R/X5R 特性のセラミック・コンデンサの使用を推奨します。60mA ~ 120mA の大きな負荷電流を必要とするアプリケーションの場合、入力コンデンサの最小容量は 2.0 μ F です。負荷電流の最大が 60mA 以下であれば、入力コンデンサは 1.0 μ F で充分です。LM2750 の入力コンデンサが十分な容量を持っていないと、場合によって出力電圧の低下、過大な出力電圧リップル、または過大な入力電圧リップル等のデバイス性能の低下を招きます。

入力コンデンサの電圧定格は 10V 以上を推奨します。セラミック・コンデンサの DC バイアス特性を考慮しているからです。セラミック・コンデンサの容量は DC バイアスが高くなるに伴って減少します。DC バイアスがコンデンサの定格電圧に近づくと、この現象は顕著 (50%超) になります。

フライング・コンデンサ

フライング・コンデンサ (C_{FLY}) は入力から出力へ電荷を運び、2 倍に電圧を昇圧する役割を担っています。なお LM2750 のスタートアップ時にコンデンサが逆バイアスとなるため、極性のあるコンデンサ (タンタル、アルミ電解ほか) を使用してはなりません。フライング・コンデンサの容量と ESR は、LM2750 の入力電圧が低い場合、特に入力電圧が 3.0V 以下のとき、出力電流駆動能力に影響します。この問題は「出力電流駆動能力」の項で説明しています。通常のアプリケーションでは、フライング・コンデンサには 1 μ F の X7R/X5R 品を推奨します。

出力コンデンサ

出力コンデンサは、すでに大半を説明したように、LM2750 の出力特性を決める重要な働きをします。出力電流能力を決めるチャージ・ポンプの出力インピーダンス値に、出力コンデンサの ESR は影響を与えます。また容量と ESR はどちらも出力電圧リップルに影響します。それら理由により、LM2750 の出力コンデンサには、低 ESR の X7R/X5R セラミック・コンデンサを選択してください。

これまでに述べた問題に加えて、出力コンデンサはデバイスの制御ループの安定性にも影響を与えます。不安定な動作により、スイッチング周波数が変動したり、出力における過大な電圧低下、または入力における入力電圧リップル増大を招きます。出力電流が 60mA 以下の場合、出力の安定を保證するために必要な最小容量は 1.0 μ F です。また出力電流が 60mA ~ 120mA の場合の最小容量は 2.0 μ F です。

出力コンデンサの電圧定格は 10V 以上を推奨します。セラミック・コンデンサの DC バイアス特性を考慮しているからです。セラミック・コンデンサの容量は DC バイアスが高くなるに伴って減少します。DC バイアスがコンデンサの定格電圧に近づくと、この現象は顕著 (50%超) になります。

電力効率と消費電力

LM2750 の効率は、レギュレートを行わない 2 倍昇圧型スイッチト・キャパシタと、次段のリニア・レギュレータの効率が反映されたものです。Figure 3 に、電力効率と消費電力の検討に用いる簡略化した LM2750 のモデルを示します。電力効率の計算にあたって、出力電力 (P_{OUT}) は出力電流と出力電圧 5.0V の積として簡単に求められます。アプリケーションによって出力電流と入力電圧は異なります。入力電流はリニア・レギュレータと 2 倍昇圧型スイッチト・キャパシタの原理を用いて計算できます。理想的なリニア・レギュレータでは、回路に流れ込む電流は回路から流れ出る電流と等しくなります。エネルギー保存の法則によって、2 倍昇圧型回路の理想入力電流は、必然的に出力電流の 2 倍でなければなりません。入力電流の近似のため動作待機時消費電流 (I_Q , 5mA (代表値)) を補正項として加え、そのほかの入出力パラメータをあわせると、効率において次式が与えられます。

$$E = \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} = \frac{V_{OUT} \times I_{OUT}}{V_{IN} \times (2 \cdot I_{OUT} + I_Q)}$$

LM2750 の効率測定の結果と上式を使った計算値との比較により、上式は実際の効率値に対してかなり正確な近似を与えることがわかっています。効率は入力電圧に反比例するため、入力電圧が低い場合に最も高くなります。実際に入力電圧が 2.9V のとき LM2750 の効率は 80% 以上になり ($I_{OUT} = 40mA$)、またピーク効率は 85% です ($I_{OUT} = 120mA$)。入力電圧がリチウムイオン電池の電圧範囲 (2.9V ~ 4.2V) の場合、平均効率は 70% です ($I_{OUT} = 120mA$)。逆に入力電圧が高くなると効率は大幅に低下します。ただしリチウムイオン電源のアプリケーションでは、そのような状況では充電器から電源が供給されていると考えられるため、通常は大きな問題とはなりません。しかし効率が低いのは消費電力が大きいにとるので、熱に関して注意が必要です。

LM2750 の消費電力 (P_D) は、入力電力から出力電力を単純に引けば求められます。

$$P_D = P_{IN} - P_{OUT} = [V_{IN} \times (2 \cdot I_{OUT} + I_Q)] - [V_{OUT} \times I_{OUT}]$$

入力電圧が高くなり出力電流が増えると、消費電力は動作定格の上限 ($V_{IN} = 5.6V$, $I_{OUT} = 120mA$) で最大 772mW まで大きくなります。内部で発生する消費電力によりデバイス自身が発熱します。損失で生じた熱を放熱して LM2750 がオーバーヒートしないようにするのが、小型の表面実装パッケージの熱設計の要件となっています。放熱に考慮したプリント基板に実装してあれば、周囲温度の高い状況に回路が置かれていても、LLP パッケージの優れた放熱特性によって、ほとんどデレーティングなしで LM2750 を使えます。

アプリケーション情報 (つづき)

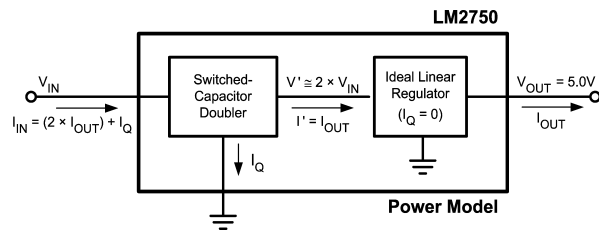


FIGURE 3. LM2750 Model for Power Efficiency and Power Dissipation Calculations

推奨レイアウト

LM2750 回路の基板レイアウトの設計では、組み立て、電気的な性能、放熱性能のそれぞれで最適化を図る必要があります。Figure 4 に推奨技法を採用した基板レイアウトの一例を示します。LLPパッケージのレイアウトの詳細情報はナショナルセミコンダクター

社のアプリケーション・ノート AN-1187 「リードレス・リードフレーム・パッケージ (LLP)」を参照してください。一般的なレイアウト・ガイドラインを以下に抜粋します。

- コンデンサはLM2750と同一基板面のできるだけ近くに配置してください。V_{IN}とV_{OUT}のトレースは最も重要なので、LM2750のパッドから直接コンデンサのパッドまで短いトレースで配線してください。
- LM2750のグラウンド端子とコンデンサのグラウンド端子を適切に設計されたグラウンド層に接続してください。電気的特性と放熱特性の両方の観点で、グラウンド層を設けるのは非常に重要です。
- 放熱性能を最適化するために、グラウンド層は可能な限り広くしてください。LM2750のダイ・アタッチ・パッド (DAP) をグラウンド層に幅広のトレースか複数のビア、またはその両方を使って接続してください。LLPパッケージの放熱能力を高める最適な方法はグラウンド層を表面層に設けることです。内層に設けた広いグラウンド層も、LM2750のダイ温度を動作定格範囲内に維持するには非常に有効です。

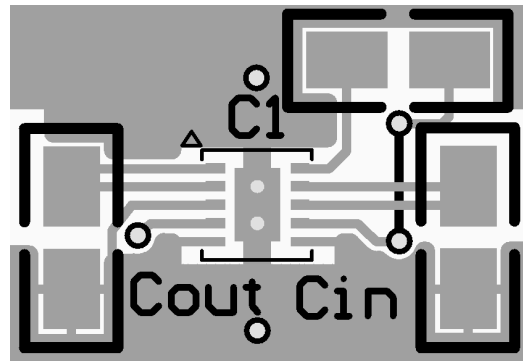


FIGURE 4. LM2750-5.0 Recommended Layout

LM2750 LED 駆動アプリケーション

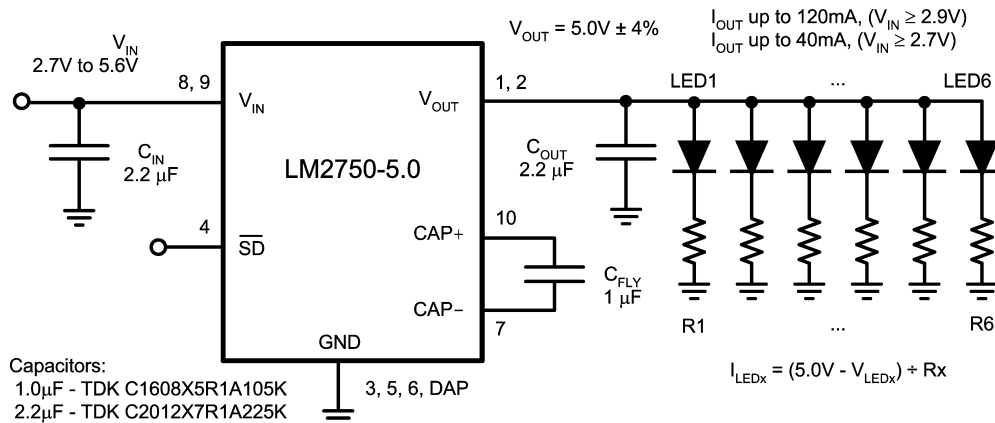


FIGURE 5. LM2750-5.0 LED Drive Application Circuit

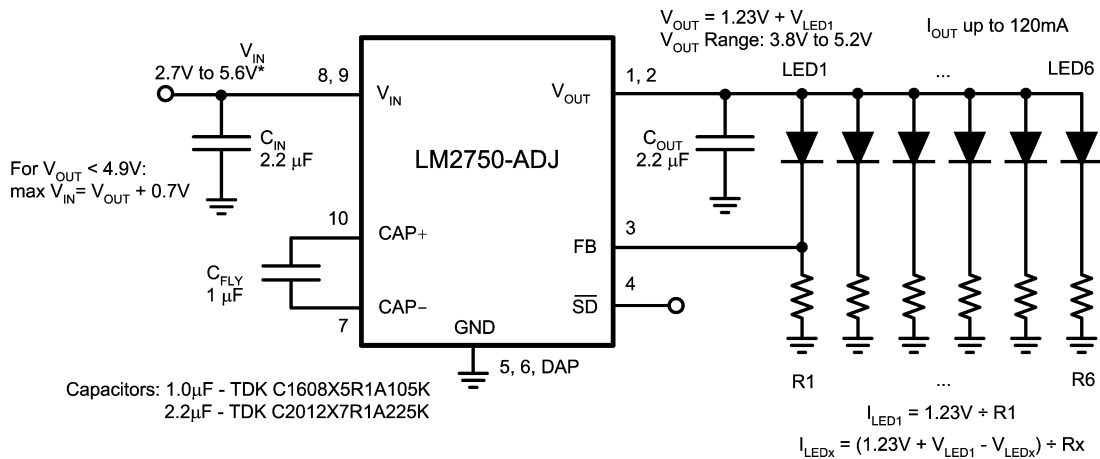


FIGURE 6. LM2750-ADJ LED Drive Application Circuit

LM2750 は、ディスプレイのバックライトや一般的な光源に使用される白色 LED や青色 LED の駆動に適したデバイスです。Figure 5、6 は、それぞれ LM2750-5.0 と LM2750-ADJ を使用した LED の駆動回路です。各 LED に直列接続されている抵抗によって LED を流れる電流を単純に設定しています。

$$I_{LED} = (V_{OUT} - V_{LED}) / R$$

上の式で、 I_{LED} は個々の LED を流れる電流、 V_{LED} は規定の電流における LED の順方向電圧です。この式からわかるとおり、LED 電流は LED 順方向電圧 (V_{LED}) によって変わります。LED 電流同士が整合していないと他の LED との間で輝度の差異が生じます。

LM2750-ADJ の FB 端子を使用すると、輝度レベルを適切に制御でき、また LED 順方向電圧の差異による影響を抑えられます。Figure 6 に示すように、FB 端子を第 1 の LED = 抵抗ノード (LED-R1) に接続して、その LED を流れる電流のレギュレーションを実現します。第 1 の抵抗 (R1) の両端電圧が帰還電圧 (1.23V typ) となり、また LED を流れる電流はその抵抗を流れる電流と同じで

す。その他の LED (LED_x) を流れる電流はレギュレーションされず、個々の LED の順方向電圧によって決まります。LM2750-ADJ を電流モードで使用した場合、LED 電流は次式から求められます。

$$I_{LED1} = 1.23V / R1$$

$$I_{LEDx} = (1.23V + V_{LED1} - V_{LEDx}) / Rx$$

電流モード構成は、同一回路内に存在する任意の LED と他の LED 間の輝度整合を改善する働きはありませんが、お互いの電流を一定に維持することは可能です。たとえば、単一基板上で LED1 と LED2 の順方向電圧が整合していない場合、LM2750-ADJ を使ったソリューションは効果がありません。ただし、ある基板上の LED1 の順方向電圧と別の基板上の別の LED1 の順方向電圧が違っていたとしても、それぞれの LED1 を流れる電流はほぼ同じになります。つまり、ある製品と別の製品とで LED 電流をある程度の一定範囲に納められ、LED 順方向電圧特性のロット間ばらつきを吸収できるようになります。

LM2750 LED 駆動アプリケーション

PWM 周波数による輝度 / 低輝度調整

LM2750 の SD 端子を PWM 信号でドライブすると、アプリケーション上で LED の輝度を調整できます。前の項で説明したように、PWM 信号が High になると LM2750 はオンになり、電流が LED を流れます。PWM 信号が Low の場合、LM2750 と LED はオフになります。LED の知覚輝度は、LED のオン電流と PWM 信号のデューティ・サイクル D (LED がオンになっている時間の割合) に比例します。この回路を使用して良好な輝度調整を実現するには、PWM 周波数を適切に選択する必要があります。PWM 周波数 (F_{PWM}) は 100Hz より高い値に設定して、LED 光のちらつきを防止します。LM2750 のターンオン時間 ($T_{ON} = 0.5\text{ms}$: 代表値) を吸収するために、この周波数の上限を設定することも必要です。この推奨最大 PWM 周波数も同様にアプリケーションの最小デューティ・サイクル (D_{MIN}) に依存します。PWM 周波数の推奨範囲の上限および下限は次式で決まります。

$$100\text{Hz} < F_{PWM} < D_{MIN} \div T_{ON}$$

PWM 周波数をこの範囲内に選択すると、LED 電流の時間平均値をデューティ・サイクルの調整範囲全域できわめて直線的に調整できます。大半のアプリケーションでは、100Hz ~ 500Hz の範囲の PWM 周波数を推奨します。一部の設計回路では、1kHz までの PWM 周波数を使用できます。

LED ドライバの電力効率

LED ドライバの効率 (E_{LED}) は、一般に、LED で消費される電力 (P_{LED}) を回路の入力で消費される電力で除算して求めます。LM2750 の入力消費電力は前出の「電力効率と消費電力」で説明と定義を行ったとおりです。LED の順方向電圧と電流が妥当な範囲で整合している場合、LED の消費電力は、回路内の LED の個数 (N)、LED の順方向電圧 (V_{LED})、LED の順方向電流 (I_{LED}) の積になります。

$$P_{LED} = N \times V_{LED} \times I_{LED}$$

$$E_{LED} = P_{LED} / P_{IN} = (N \times V_{LED} \times I_{LED}) / (V_{IN} \times [(2 \times I_{OUT}) + 5\text{mA}])$$

Figure 7 は LM2750 を使用した代表的な LED 駆動アプリケーションの効率グラフです。

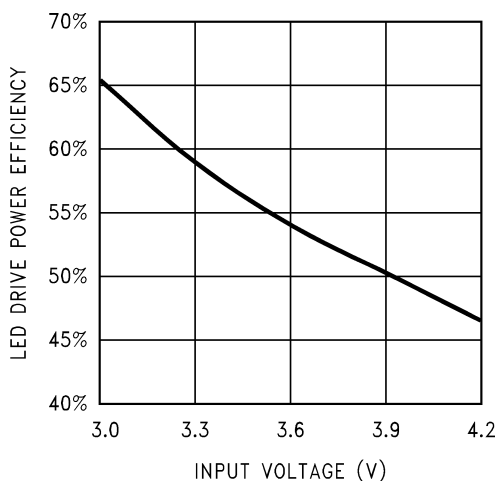


FIGURE 7. LM2750 LED Drive Efficiency. 6 LEDs, $I_{LED} = 20\text{mA}$ each, $V_{LED} = 4.0\text{V}$

LED ドライバの消費電力

バッテリー動作の LED 駆動アプリケーションでは、電力効率より消費電力を指標として電力変換性能を評価することを強く推奨します。消費電力 (P_{IN}) は単に入力電圧 (V_{IN}) と入力電流 (I_{IN}) の積で表わされます。

$$P_{IN} = V_{IN} \times I_{IN}$$

LM2750 の入力電流は出力電流 (I_{OUT}) の 2 倍にデバイスの消費電流 (公称 5mA) を加えた値に等しくなります。

$$I_{IN} = (2 \times I_{OUT}) + 5\text{mA}$$

出力電圧と LED 電圧は LM2750 回路によって消費される電流量に影響を与えません。そのため、バッテリーから引き込む電流に影響を与える因子はありません。出力電圧が入力電流に影響を与えないことから、LM2750-5.0 と LM2750-ADJ のいずれでも電力を節減する方法はなく、どちらも同じ電力を消費します。

前項で、LED ドライバ効率はこのように定義されました。

$$E_{LED} = P_{LED} / P_{IN} = (N \times V_{LED} \times I_{LED}) / (V_{IN} \times [(2 \times I_{OUT}) + 5\text{mA}])$$

次の条件が成立した場合は、ドライバ効率の式を簡略化できます。

$$2 \times I_{OUT} \gg 5\text{mA} \text{ (大出力電流アプリケーション)}$$

$$N \times I_{LED} = I_{OUT}$$

単純化によって次の式が得られます。

$$E_{LED} = V_{LED} / V_{IN}$$

この式は、前出の消費電力は LED 電圧にはまったく依存しないという結論とは対照的です。LED ドライバ・トポロジの電力変換効率を測る指標として、LM2750 がそうであるように、効率の使用は多くの場合に適切ではありません。以上が、LED ドライバの電力変換効率を比較する際に、消費電力の検討または測定が強く求められる理由です。

最後に注意を一点述べておきます。LED 駆動回路の効率計算を標準的な電力コンバータ (E_P) の効率計算と混同しないようにしてください。

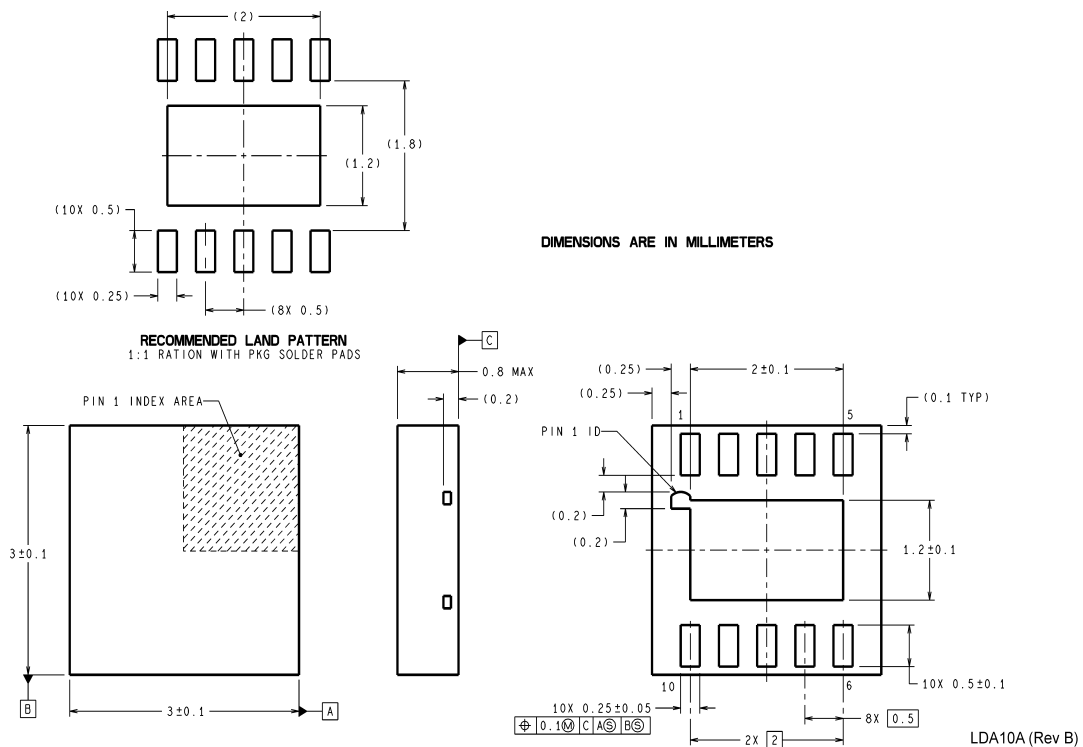
$$E_P = P_{OUT} / P_{IN} = (V_{OUT} \times I_{OUT}) / (V_{IN} \times I_{IN})$$

上記の式では LED 電流を決める外付け抵抗での電力損失は無視されており、LED 駆動の電力変換性能の指標としては劣ります。

変更履歴

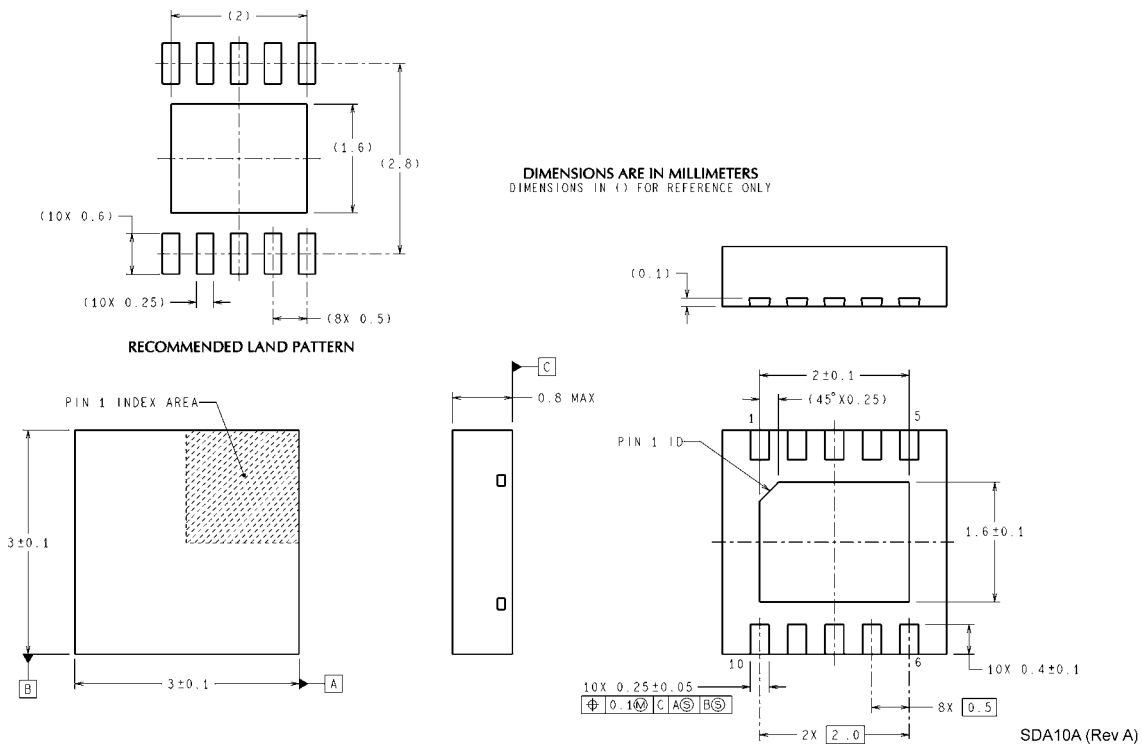
変更#	変更日	コメント
1.0		LM2750 データシートのリリース
1.1	2004 年 9 月 24 日	以下を追記した暫定版： ・ SDA10A No Pullback タイプ・パッケージを追加 (2 および 16 ページ) ・ 絶対最大定格の最大出力電流を追加 (3 および 4 ページ)
1.2	2005 年 9 月 28 日	・ SDA10A 製品情報を追加 ・ SDA10A パッケージ・オプションの参照先を「ピン配置図」の項に追加
1.3	2005 年 12 月 21 日	ADJ 電圧オプション (No Pullback タイプ・パッケージ) の新データシートのリリース

外形寸法図 単位は millimeters



10-Pin Pullback LLP
NS Package Number LDA10A

外形寸法図 単位は millimeters (つづき)



10-Pin Non-Pullback LLP
NS Package Number SDA10A

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が使用、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 © 2006 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るとか、保証もしくは是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