

LM2830

LM2830 High Frequency 1.0A Load - Step-Down DC-DC Regulator



Literature Number: JAJ4SAL4

LM2830

高周波数動作 1.0A 負荷 降圧型 DC/DC レギュレータ

概要

LM2830 は、5 ピンの SOT23 または 6 ピンの LLP パッケージに封止された、モノリシック型、高周波数動作、PWM 制御を特長とする降圧型 DC/DC コンバータです。局所的な DC/DC 変換に必要な能動機能をすべて内蔵し、高速負荷応答と正確なレギュレーションを、可能な限り小さな PCB 面積上に実現します。必要な外付け部品が少ないため、LM2830 を用いた回路の設計は容易です。最先端の 0.5 μm BiCMOS 技術を用いて 1.0A の駆動能力を持つオン抵抗 130m の PMOS トランジスタを内蔵したことで、現時点で最高クラスの電力密度を達成しています。世界レベルの制御回路によって 30ns という短いオン時間を実現し、高速な変換動作の結果、3V から 5.5V の全入力範囲にわたって最小出力電圧 0.6V を得ています。スイッチング周波数は 1.6MHz または 3.0MHz に固定され、非常に小型の表面実装型インダクタとチップ・コンデンサが使用可能です。高い動作周波数においても最高 93% の効率を容易に達成します。外部シャットダウン機能を内蔵し、スタンバイ電流はさきわめて小さく 30nA です。LM2830 は電流モード制御と内部補償を備え、幅広い動作条件で高性能レギュレーションを実現します。このほか、突入電流を抑えるソフトスタート回路、パルスごとの電流制限、サーマル・シャットダウン、出力オーバーボルテージ保護機能を内蔵しています。

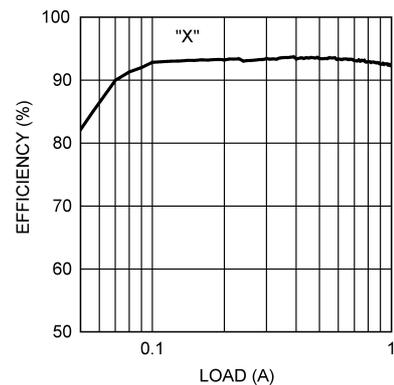
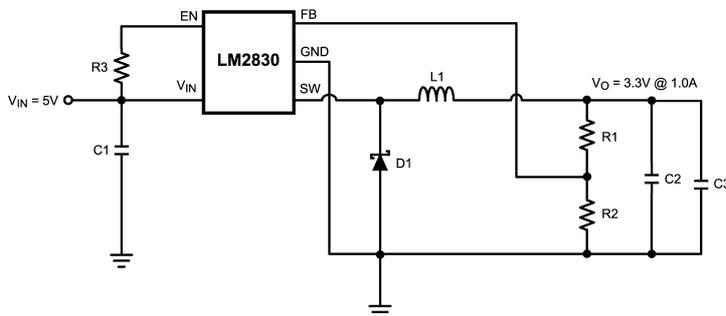
特長

- 省スペースの SOT23-5 パッケージ
- 入力電圧範囲 3.0V ~ 5.5V
- 出力電圧範囲 0.6V ~ 4.5V
- 1.0A 出力電圧
- 高スイッチング周波数
 - 1.6MHz (LM2830X)
 - 3.0MHz (LM2830Z)
- 130m PMOS スイッチ内蔵
- 0.6V、精度 2%、内部電圧リファレンス
- 内部ソフトスタート
- 電流モード、PWM 動作
- サーマル・シャットダウン
- 出力オーバーボルテージ保護

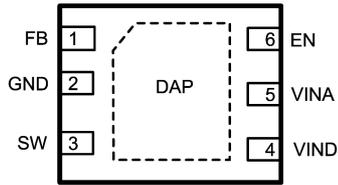
アプリケーション

- 5V からコア電圧 (V_{core}) への局所的な降圧型コンバータ
- HDD のコア電源
- セットトップ・ボックス
- USB 動作機器
- DSL モデム
- 車載用

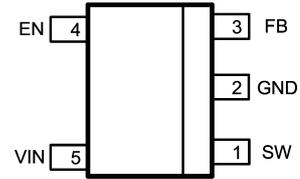
代表的なアプリケーション回路



ピン配置図



6-Pin LLP



5-Pin SOT-23

製品情報

Order Number	Frequency Option	Package Type	NSC Package Drawing	Top Mark	Supplied As	Features
LM2830XMF	1.6MHz	SOT23-5	MF05A	SKTB	1000 units T& R	AEC-Q100 Grade 1 qualified. Automotive Grade Production Flow*
LM2830XMFX					3000 units T& R	
LM2830XQMF				SUFB	1000 units T& R	
LM2830XQMFX					3000 units T& R	
LM2830XQMFE					250 units T& R	
LM2830ZMF	3MHz	SOT23-5	MF05A	SKXB	1000 units T& R	
LM2830ZMFX					3000 units T& R	
LM2830ZSD		LLP-6	SDE06A	L192B	1000 units T& R	
LM2830ZSDX					4500 units T& R	

* オートモーティブ・グレード (Q) 製品では、不良検出技法など、自動車市場向けの先進的な製造プロセスおよび補完プロセスを採用しています。信頼性試験は AEC-Q100 標準で規定された要件および温度範囲に準拠しています。オートモーティブ・グレード製品には Q の文字を付けて区別します。詳細は、<http://www.national.com/automotive> を参照してください。

5 ピン SOT23 ピン説明

ピン	名称	機能
1	SW	出力スイッチ信号。インダクタ、キャッチ・ダイオードを接続します。
2	GND	信号と電源のグラウンド・ピン。帰還ネットワークの下側抵抗はこのピンのできるだけ近くに配置してください。
3	FB	帰還ピン。抵抗分圧回路に接続して出力電圧を設定します。
4	EN	イネーブル制御ピン。High を与えるとデバイスの動作がオンになります。開放のまま使用しないでください。また $V_{IN} + 0.3V$ を超える電圧を与えてはなりません。
5	VIN	入力電源電圧。

6 ピン LLP ピン説明

ピン	名称	機能
1	FB	帰還ピン。抵抗分圧回路に接続して出力電圧を設定します。
2	GND	信号と電源のグラウンド・ピン。帰還ネットワークの下側抵抗はこのピンのできるだけ近くに配置してください。
3	SW	出力スイッチ信号。インダクタ、キャッチ・ダイオードを接続します。
4	VIND	入力電源
5	VINA	制御回路の電源電圧。VINA と VIND はプリント基板上で接続します。
6	EN	イネーブル制御ピン。High を与えるとデバイスの動作がオンになります。開放のまま使用しないでください。また $V_{INA} + 0.3V$ を超える電圧を与えてはなりません。
DAP	ダイ・アタッチ・パッド	熱抵抗を下げるためにシステム・グラウンドに接続しますが、主要な GND 接続としては使用できません。

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。

V _{IN}	- 0.5V ~ 7V
FB 電圧	- 0.5V ~ 3V
EN 電圧	- 0.5V ~ 7V
SW 電圧	- 0.5V ~ 7V
ESD 定格	2kV
接合部温度 (Note 2)	150

保存温度範囲	- 65 ~ + 150
ハンダ付け情報	
赤外線または対流リフロー (15 秒)	220

動作定格

V _{IN}	3V ~ 5.5V
接合部温度	- 40 ~ + 125

電気的特性

「Conditions」の欄に特記のない限り、V_{IN} = 5V です。標準字体で記載されたリミット値は T_J = 25 の場合に限り、太字で記載されたリミット値は - 40 ~ + 125 の接合部温度 (T_J) 範囲にわたって適用されます。最小 / 最大リミット値は、試験、設計、または統計的相関によって保証されます。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。

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
V _{FB}	Feedback Voltage	LLP-6 and SOT23-5 Package	0.588	0.600	0.612	V
$\Delta V_{FB}/V_{IN}$	Feedback Voltage Line Regulation	V _{IN} = 3V to 5V		0.02		%/V
I _B	Feedback Input Bias Current			0.1	100	nA
UVLO	Undervoltage Lockout	V _{IN} Rising		2.73	2.90	V
		V _{IN} Falling	1.85	2.3		
	UVLO Hysteresis			0.43		V
F _{SW}	Switching Frequency	LM2830-X	1.2	1.6	1.95	MHz
		LM2830-Z	2.25	3.0	3.75	
D _{MAX}	Maximum Duty Cycle	LM2830-X	86	94		%
		LM2830-Z	82	90		
D _{MIN}	Minimum Duty Cycle	LM2830-X		5		%
		LM2830-Z		7		
R _{DS(ON)}	Switch On Resistance	LLP-6 Package		150		mΩ
		SOT23-5 Package		130	195	
I _{CL}	Switch Current Limit	V _{IN} = 3.3V	1.2	1.75		A
V _{EN_TH}	Shutdown Threshold Voltage				0.4	V
	Enable Threshold Voltage		1.8			
I _{SW}	Switch Leakage			100		nA
I _{EN}	Enable Pin Current	Sink/Source		100		nA
I _Q	Quiescent Current (switching)	LM2830X V _{FB} = 0.55		3.3	5	mA
		LM2830Z V _{FB} = 0.55		4.3	6.5	mA
	Quiescent Current (shutdown)	All Options V _{EN} = 0V		30		nA

電气的特性 (つづき)

「Conditions」の欄に特記のない限り、VIN = 5V です。標準字体で記載されたリミット値は $T_J = 25$ の場合に限り、太字で記載されたリミット値は -40 ~ +125 の接合部温度 (T_J) 範囲にわたって適用されます。最小 / 最大リミット値は、試験、設計、または統計的相関によって保証されます。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。

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
θ_{JA}	Junction to Ambient 0 LFPM Air Flow (Note 3)	LLP-6 Package		80		°C/W
		SOT23-5 Package		118		
θ_{JC}	Junction to Case (Note 3)	LLP-6 Package		18		°C/W
		SOT23-5 Package		80		
T_{SD}	Thermal Shutdown Temperature			165		°C

Note 1: 絶対最大定格とは、デバイスに破壊が発生する可能性のあるリミット値をいいます。動作定格とはデバイスが正常に機能する条件をいいますが、性能のリミット値を保証するものではありません。保証された仕様とそのテスト条件については電气的特性を参照してください。

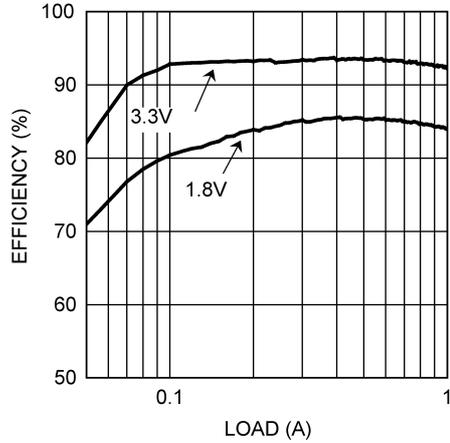
Note 2: サーマル・シャットダウンは、デバイスの温度が最大接合部温度を超えると動作します。

Note 3: 2オンス (70 μ m) 銅箔を4層構成にした3インチ (約75mm) 平方の基板に直接ハンダ付けし、周囲が無風状態に置かれたパッケージに適用されます。

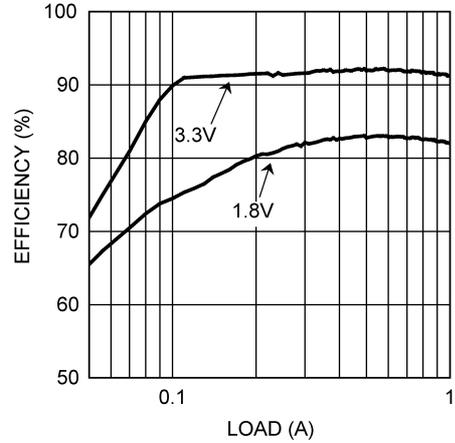
代表的な性能特性

すべての特性グラフは、本データシートの「アプリケーション情報」に示す代表的なアプリケーション回路での構成に基づいて、VIN = 5.0V で測定しています。特記のない限り、 $T_J = 25^\circ\text{C}$ です。

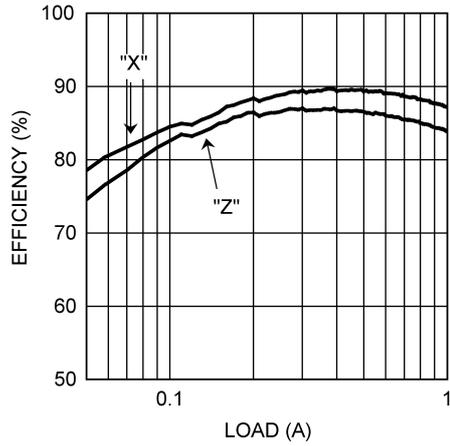
vs Load "X" Vin = 5V, Vo = 1.8V & 3.3V



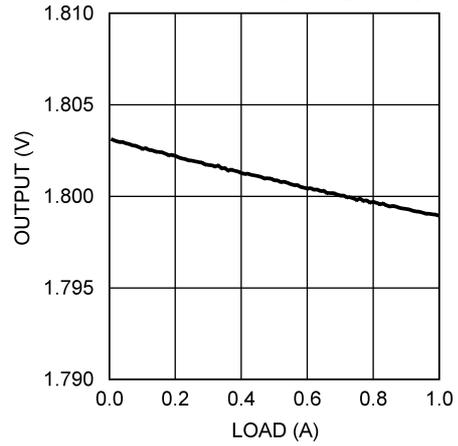
vs Load "Z" Vin = 5V, Vo = 3.3V & 1.8V



vs Load "X and Z" Vin = 3.3V, Vo = 1.8V

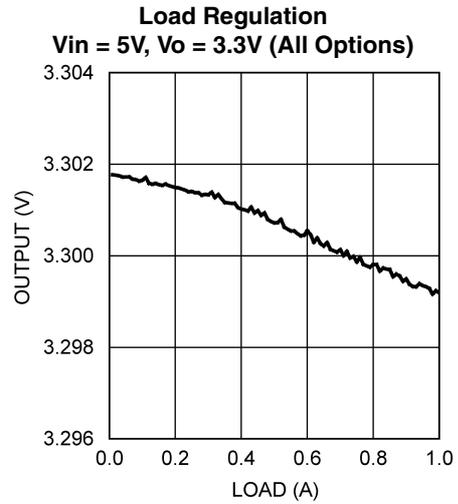
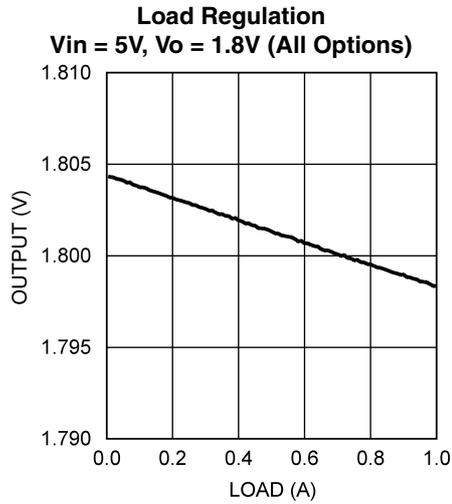


Load Regulation
Vin = 3.3V, Vo = 1.8V (All Options)

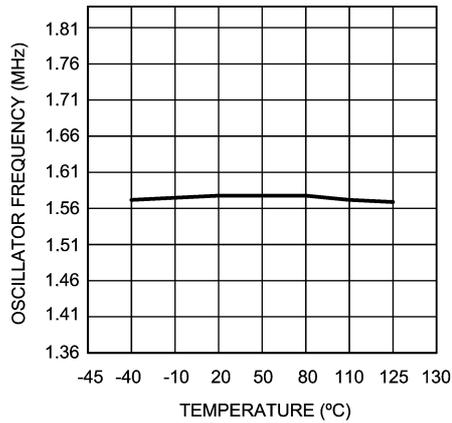


代表的な性能特性 (つづき)

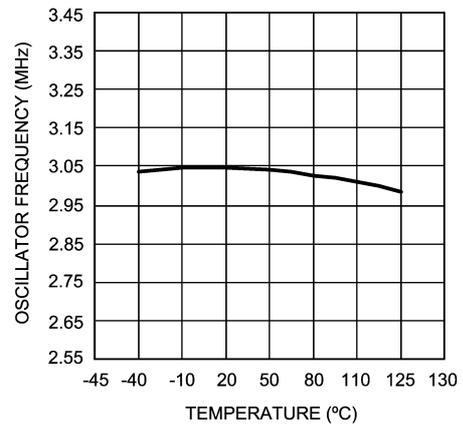
すべての特性曲線は、本データシートの「アプリケーション情報」に示す代表的なアプリケーション回路での構成に基づいて、 $V_{IN} = 5.0V$ で測定しています。特記のない限り、 $T_J = 25^\circ C$ です。



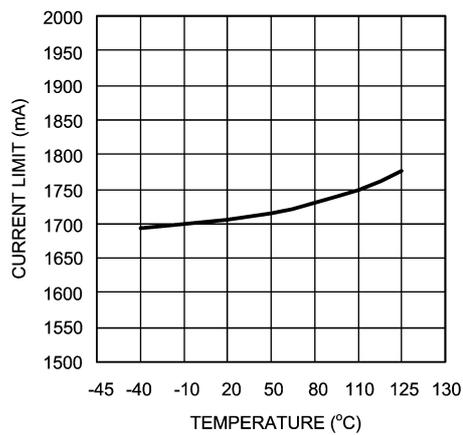
Oscillator Frequency vs Temperature - "X"



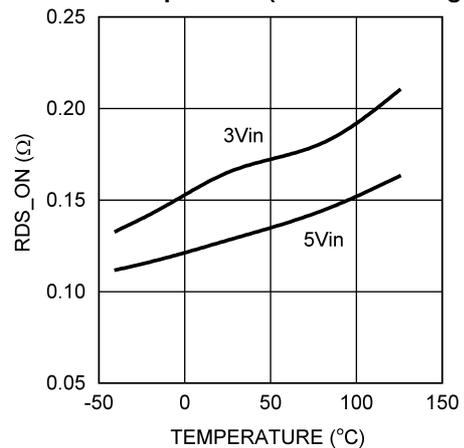
Oscillator Frequency vs Temperature - "Z"



Current Limit vs Temperature $V_{in} = 3.3V$



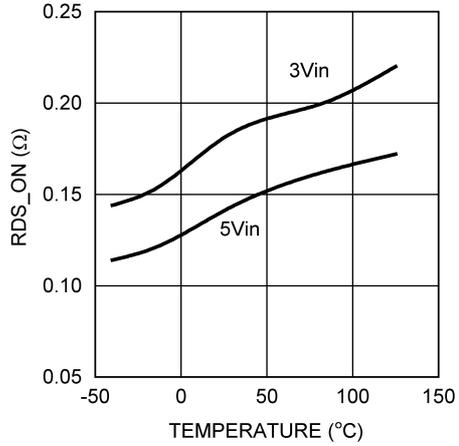
$R_{DS(on)}$ vs Temperature (SOT23-5 Package)



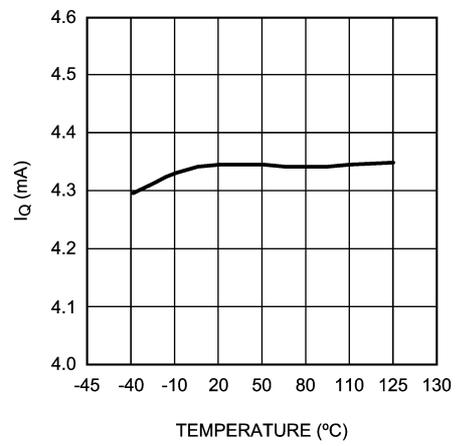
代表的な性能特性 (つづき)

すべての特性曲線は、本データシートの「アプリケーション情報」に示す代表的なアプリケーション回路での構成に基づいて、VIN = 5.0V で測定しています。特記のない限り、T_J = 25 °C です。

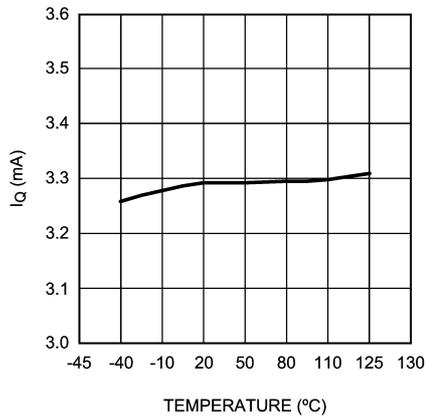
RDSON vs Temperature (LLP-6 Package)



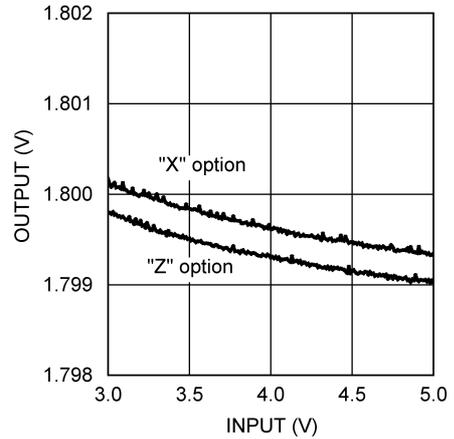
LM2830Z I_Q (Quiescent Current)



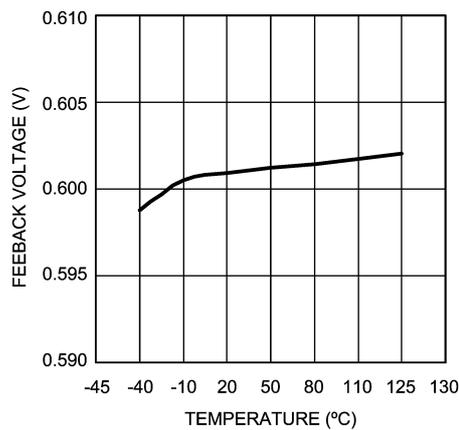
LM2830X I_Q (Quiescent Current)



Line Regulation
Vo = 1.8V, Io = 500mA

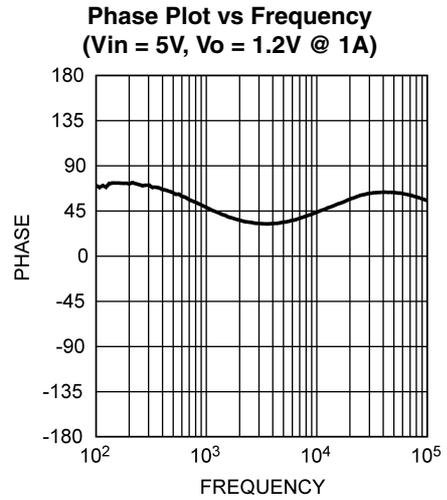
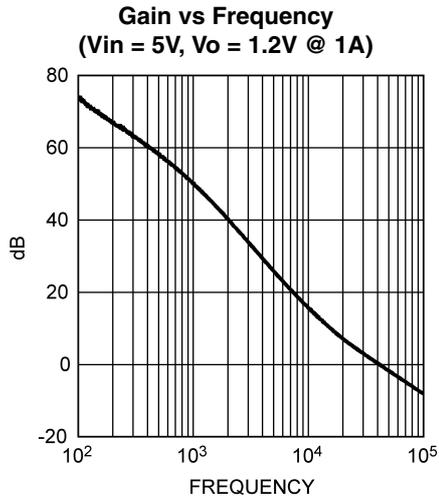


V_{FB} vs Temperature



代表的な性能特性 (つづき)

すべての特性曲線は、本データシートの「アプリケーション情報」に示す代表的なアプリケーション回路での構成に基づいて、VIN = 5.0V で測定しています。特記のない限り、T_J = 25 °C です。



ブロック図

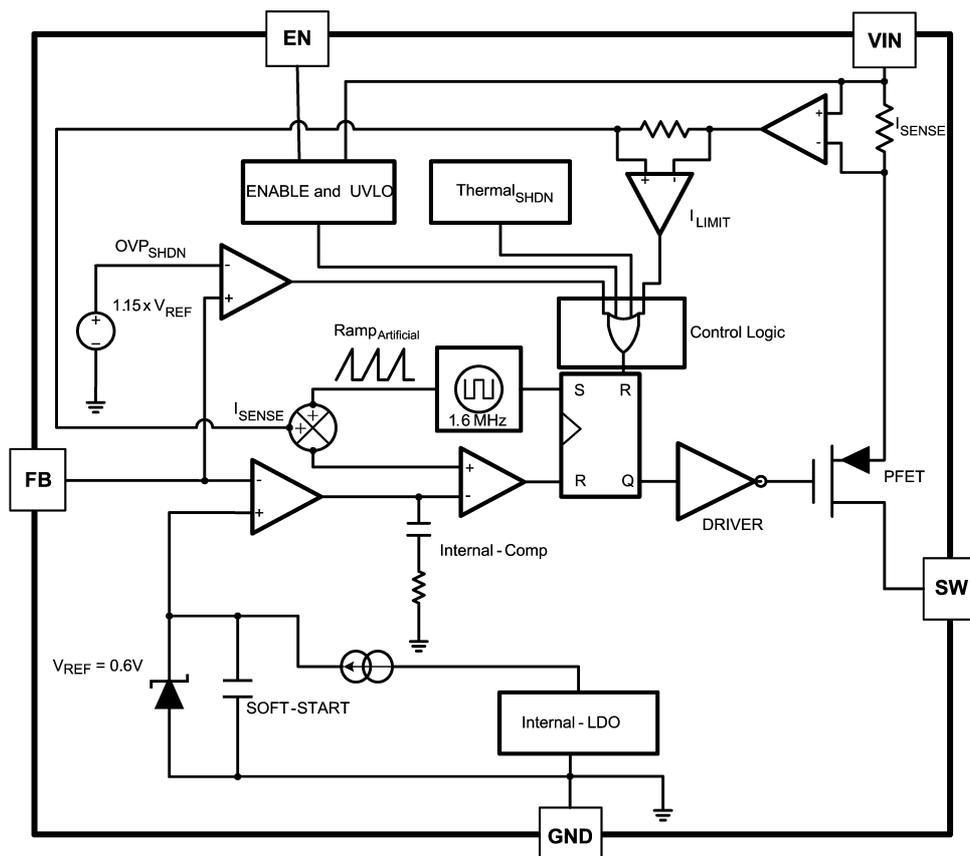


FIGURE 1.

アプリケーション情報

動作原理

LM2830は1.0Aの負荷電流を供給する一定周波数動作のPWM降圧型レギュレータ IC です。レギュレータは、1.6MHz または 3.0MHzのいずれかが決められたスイッチング周波数で動作します。このような高いスイッチング周波数を採用したことにより、LM2830は小型表面実装のコンデンサとインダクタで動作し、その結果さわめて小さな基板面積のみを占有する DC/DC コンバータを実現できます。LM2830 は補償回路を内蔵しているため、使用方法は簡単であり、必要な外付け部品もわずかです。LM2830 は出力電圧のレギュレーションに電流モード制御を採用しています。以下に述べる LM2830 の動作説明では、ブロック図 (Figure 1) と動作波形 (Figure 2) を参照します。LM2830 は、内蔵 PMOS 制御スイッチをデューティ・サイクルを変えながら一定の周波数でスイッチングして、レギュレートされた出力電圧を外部に供給します。スイッチング・サイクルは内部発振器が生成するリセット・パルスの立ち下がりエッジで始まります。このパルスが Low になると出力制御論理が内蔵 PMOS 制御スイッチをオンにします。オンの間、SW ピン電圧 (V_{SW}) はおよそ V_{IN} まで振幅し、またインダクタ電流 (I_L) は直線的な傾きで増加していきます。 I_L は、スイッチ電流に比例した出力を生む電流センス・アンプによって計測されます。センス信号はレギュレータの調整ランプ信号が加算され、帰還電圧と V_{REF} 電圧の差に比例したエラー・アンプ出力と比較されます。PWM コンバータ出力が High になると、次のスイッチング・サイクルが始まるまで出力スイッチはオフになります。スイッチオフ期間中、インダクタ電流は、ショットキ・キャッチ・ダイオードの順方向電圧 (V_D) によって SW ピン電圧をグラウンド電圧以下に振幅させるショットキ・キャッチ・ダイオードを通じて放電されます。レギュレータ・ループはデューティ・サイクル (D) を調整して一定の出力電圧を維持します。

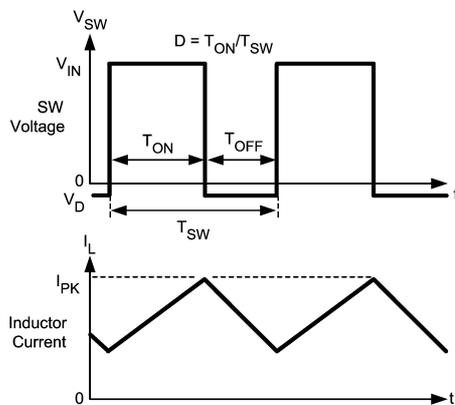


FIGURE 2. Typical Waveforms

ソフトスタート

ソフトスタートとは、スタートアップ時に V_{OUT} を制御したレートで上昇させる機能です。ソフトスタート期間中はエラー・アンプのリファレンス電圧は 0V から公称値 0.6V までおよそ 600 μ s で上昇します。レギュレータ出力は制御された状態で上昇するため、突入電流の抑止効果が得られます。

出力オーバーボルテージ保護

FB ピン電圧はオーバーボルテージ・コンパレータによって内部リファレンス V_{REF} より 15% 高い電圧と比較されます。FB ピン電圧が内部リファレンス電圧を 15% 上回ると、出力電圧がレギュレーション電圧に向かって低下するように、内部 PMOS 制御スイッチがオフになります。

入力アンダーボルテージ・ロックアウト

アンダーボルテージ・ロックアウト (UVLO) 機能によって、入力電圧が 2.73V (typ) を超えるまで、LM2830 は動作を開始しません。UVLO のスレッショルドはおよそ 430mV のヒステリシスを持つため、 V_{IN} が 2.3V (typ) に下がるまでデバイスは動作を続けます。ヒステリシスがあるため、パワーアップ時に V_{IN} が単調増加しない場合でも、デバイスが予期せずターンオフすることはありません。

電流制限

LM2830 はサイクルごとに電流を制限し出力スイッチを保護します。各スイッチング・サイクルの間、出力スイッチ電流が 1.75A (typ) を超えたのを電流制限コンパレータが検出すると、次のスイッチング・サイクルが始まるまでスイッチはオフに保たれます。

サーマル・シャットダウン

IC 接合部温度が 165 を超えるとサーマル・シャットダウンによって出力スイッチはオフにされ、全体の消費電力が制限されます。サーマル・シャットダウンが発生したあとは、接合部温度がおよそ 150 に下がるまで、出力スイッチはオンになりません。

設計ガイド

インダクタの選択

デューティ・サイクル (D) の概算値は出力電圧 (V_{OUT}) と入力電圧 (V_{IN}) の比から簡単に求められます。

$$D = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}$$

デューティ・サイクルをより正確に算出する場合は、キャッチ・ダイオード (D1) の順方向電圧降下と内部 PMOS 両端の電圧降下を加味する必要があります。D を求めるには次の式を使います。

$$D = \frac{V_{OUT} + V_D}{V_{IN} + V_D - V_{SW}}$$

V_{SW} は次の式で近似可能です。

$$V_{SW} = I_{OUT} \times R_{DSON}$$

ダイオードの順方向降下電圧 (V_D) はダイオードの品質に依存して 0.3V から 0.7V の範囲をとります。 V_D が低いほどコンバータの動作効率は高くなります。インダクタ値によって出力リップル電流が決まります。インダクタンスを小さくすればインダクタのサイズは小さくなりますが、出力リップル電流は増加します。インダクタンスを大きくすると出力リップル電流は減少します。

このとき LM2830 の電流制限仕様の最小値 (1.2A) を超えないように保証しなければなりません。そのためインダクタのピーク電流を求める必要があります。インダクタのピーク電流 (I_{LPK}) は次のように求められます。

$$I_{LPK} = I_{OUT} + i_L$$

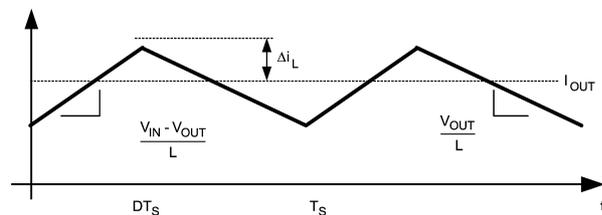


FIGURE 3. Inductor Current

$$\frac{V_{IN} - V_{OUT}}{L} = \frac{2\Delta i_L}{DT_s}$$

一般的に、

$$i_L = 0.1 \times (I_{OUT}) \quad 0.2 \times (I_{OUT})$$

出力が 1A で $i_L = 20\%$ の場合、インダクタのピーク電流は 1.2A になります。すべての動作条件に対する電流制限仕様の最小値は 1.2A です。 i_L を下げるか、ゼロ・マージンはエンジニアリング的に安全と判断するか、いずれかの手段をとります。電流制限の代表値は 1.75A です。

LM2830 の動作周波数は、過渡応答を犠牲にせずに、セラミック出力コンデンサを適用可能な範囲にあります。セラミック・コンデンサを採用すると、大きなインダクタ・リップルを許容しても出力リップルが大幅に増えることはありません。出力電圧リップルの詳しい計算方法は「出力コンデンサ」セクションを参照してください。

い。リップル電流が決まると、インダクタンスは次のように求められます。

$$L = \left(\frac{DT_s}{2\Delta i_L} \right) \times (V_{IN} - V_{OUT})$$

ここで、

$$T_s = \frac{1}{f_s}$$

インダクタの選定時には、ピーク電流を飽和せずに扱える性能を備えていることを確認してください。インダクタが飽和すると、インダクタンス値が突然低下するだけでなく、レギュレータの適切な動作を妨げます。インダクタのピーク電流は、内部電流制限の応答速度を理由として、求められる最大出力電流に対してのみ規定する必要があります。例えば、設計上の最大出力電圧が 1.0A でピーク電流が 1.25A の場合、インダクタの飽和電流上限は 1.25A 超として規定しなければなりません。スイッチ電流制限の代表値である 1.75A でインダクタの飽和電流またはピーク電流を規定する必要はありません。インダクタ・サイズは 5 倍も異なります。LM2830 の動作周波数には鉄損を抑えるためフェライトを使ったインダクタを推奨します。フェライトを使ったインダクタは多岐にわたるため選定の際には多少の制約があります。最後に、直列抵抗 (R_{DCR}) が低いインダクタほど高い動作効率が得られます。推奨インダクタに関しては回路例を参照してください。

入力コンデンサ

入力コンデンサはスイッチング遷移時に V_{IN} の過度な低下を防ぎます。入力コンデンサの選定にあたって考慮すべき主な仕様は、容量、電圧、RMS 電流定格、そして ESL (等価直列インダクタンス) です。推奨容量は 22 μ F です。入力電圧定格はコンデンサ・メーカーによって規定されています。推奨デレーティングが存在しないか、また動作時の入力電圧条件と温度条件で容量に大きな変化がないか、必ず確認してください。入力コンデンサの最大 RMS 入力電流定格 (I_{RMS_IN}) は以下の値より大きくなければなりません。

$$I_{RMS_IN} \sqrt{D \left[I_{OUT}^2 (1-D) + \frac{\Delta i^2}{3} \right]}$$

インダクタのリップル電流を無視すると、上式は次式のように単純化できます。

$$I_{RMS_IN} = I_{OUT} \times \sqrt{D(1-D)}$$

上の式から $D = 0.5$ のときに RMS コンデンサ電流が最大になることがわかります。必ず、デューティ・サイクル D が 0.5 に最も近いところで RMS を求めてください。入力コンデンサの ESL は、通常、電流経路の実効断面積で決まります。大きなリード線を持つコンデンサは大きな ESL を持ちますが、0805 (2012) のセラミック・チップ・コンデンサはきわめて小さな ESL しか持ちません。LM2830 の動作周波数付近で ESL が大きくなるリード付きコンデンサを使用すると、インピーダンス ($2 \pi fL$) が安定動作に必要な値より大きくなってしまいます。以上から表面実装コンデンサの使用を強く推奨します。

設計ガイド (つづき)

入力コンデンサと出力コンデンサには、三洋電子部品の POSCAP、タンタルまたはニオブウム、松下電子部品の SP、または多層セラミック・コンデンサ (MLCC) が適しており、それぞれきわめて小さな ESL しか持ちません。MLCC の場合は、その許容誤差特性と温度特性から、X7R か X5R 特性の誘電体を推奨します。動作条件における定格容量の変動については、コンデンサ・メーカーが提供しているデータシートを参照してください。

出力コンデンサ

出力コンデンサは必要とする出力リップル量と過渡応答にもとづいて選択します。負荷変動が発生した場合、最初の電流は主に出力コンデンサが供給します。コンバータの出力リップルは次のとおりです。

$$\Delta V_{OUT} = \Delta I_L \left(R_{ESR} + \frac{1}{8 \times F_{SW} \times C_{OUT}} \right)$$

MLCC を使用する場合、ESR は通常きわめて小さいため、容量性のリップルが支配的となる場合があります。この場合出力リップルはスイッチング動作から 90 位相がずれた、ほぼ正弦波になります。適切な品質の MLCC を入手でき、かつ、LM2830 を使った設計で期待する出力電圧が得られるのであれば、その他のコンデンサを検討する必要はありません。セラミック・コンデンサが持つ別のメリットは高周波ノイズをバイパスする能力です。スイッチング・エッジ・ノイズの一部はインダクタの寄生容量を介して出力に重畳します。このノイズをセラミック・コンデンサはバイパスしますがタンタル・コンデンサはバイパスしません。出力コンデンサはレギュレータ制御ループの安定性を握る 2 つの外付け部品のうちの 1 つです。そのため、ほとんどのアプリケーションは出力コンデンサに最低でも 22 μ F を必要とします。容量は大幅に増やしたとしても、レギュレータの安定度にはそれほど影響を与えません。多層セラミック・コンデンサは、入力コンデンサと同様に、X7R 品または X5R 品を推奨します。

キャッチ・ダイオード

キャッチ・ダイオード (D1) はスイッチオフ中に導通します。スイッチング動作の高速性と順方向電圧降下の低さからショットキ・ダイオードを推奨します。キャッチ・ダイオードは電流定格が次の値よりも大きくなるように選択しなければなりません。

$$I_{D1} = I_{OUT} \times (1 - D)$$

ダイオードの逆方向ブレイクダウン定格は、最大入力電圧に適切なマージンを加えた電圧以上でなければなりません。効率を高めるには低順方向電圧降下のショットキ・ダイオードを選択してください。

出力電圧

出力電圧は次の式を用いて設定します。ここで R2 は FB ピンとグラウンド間に接続し、R1 は V_O と FB ピン間に接続する抵抗です。R2 の推奨値は 10k です。ユニティ・ゲインのコンバータ ($V_O = 0.6V$) を設計する場合は、R1 を 0 ~ 100 Ω に、R2 を 10k Ω 以上にします。

$$R1 = \left(\frac{V_{OUT}}{V_{REF}} - 1 \right) \times R2$$

$$V_{REF} = 0.60V$$

基板レイアウトの考慮事項

クリーンでレギュレートされた出力を得るにはレイアウト設計時にいくつかの事項を考慮しなければなりません。最も重要となる検討事項は、入力コンデンサおよびキャッチ・ダイオード D1 のそれぞれを、グラウンドに対して電気的に確実に接続することです。これらの部品のグラウンド・ピンは互いに近接させ、また、2 個以上のスルーホール (ビア) を介してグラウンド層に接続してください。これらの部品は IC のできるだけ近くに配置してください。次に出力コンデンサのグラウンド接続の位置が重要で、CIN と D1 のグラウンド接続の近くに配置してください。スイッチング・ノード下の分割パターン (アイランド・パターン) を除いて、2 層基板の下側の層には連続したグラウンド面がなければなりません。FB ピンはハイ・インピーダンス・ノードであることから、ノイズの重畳を防ぎ不適切なレギュレーションを生じさせないように、FB の配線は短くしなければなりません。帰還抵抗は IC のできるだけ近くに配置し、また R1 のグラウンド端は IC グラウンドのできるだけ近くに配置してください。R2 への V_{OUT} 配線は、インダクタやそのほかのスイッチング配線から離してルーティングしてください。V_{IN}、SW、V_{OUT} 配線には大きな AC 電流が流れるため、できるだけ短くし、かつ、幅を広めにしてください。ただし配線幅を広くすると放射ノイズが増えるため、両者のトレードオフを考慮して設計する必要があります。シールド付きインダクタを使用すれば放射ノイズを抑えられます。残りの部品も IC のできるだけ近くに配置してください。詳細はアプリケーション・ノート AN-1229、および 4 層レイアウトの例として LM2830 の評価ボードを参照してください。

効率の計算および接合部温度

LM2830 DC/DC コンバータ全体の効率は次のように計算することができます。

$$\eta = \frac{P_{OUT}}{P_{IN}}$$

または

$$\eta = \frac{P_{OUT}}{P_{OUT} + P_{LOSS}}$$

最も大きい電力損失の計算を以下に示します。その他の損失の合計は 2% 未満であるため、説明は省略します。

コンバータにおける電力損失 (P_{LOSS}) は 2 つの基本的なタイプの損失 (スイッチング損失と導通損失) を加算したものです。導通損失は通常、出力負荷が大きい場合の主因であり、他方、スイッチング損失は比較的一定で出力負荷が小さい場合に主因となります。損失を決定する最初のステップはデューティ・サイクル (D) を計算することです。

$$D = \frac{V_{OUT} + V_D}{V_{IN} + V_D - V_{SW}}$$

V_{SW} はオンになっている時の内部 PFET の両端間の電圧降下であり、次に等しい値となります。

$$V_{SW} = I_{OUT} \times R_{DS(ON)}$$

V_D はショットキ・キャッチ・ダイオードの順方向電圧降下です。この値はダイオード・メーカーの電気的特性の項から得ることができます。インダクタ両端間の電圧降下 (V_{DCR}) を考慮すると、この式は次のようになります。

$$D = \frac{V_{OUT} + V_D + V_{DCR}}{V_{IN} + V_D + V_{DCR} - V_{SW}}$$

フリーホイール用ショットキ・ダイオードの導通損失は次のように計算されます。

$$P_{DIODE} = V_D \times I_{OUT} \times (1 - D)$$

多くの場合、これが回路で唯一の大きい電力損失となります。順方向電圧降下の小さいショットキ・ダイオードを選択するよう、注意が必要です。

もう 1 つの大きい外部電力損失は出力インダクタの導通損失です。この式は次のように単純化されます。

$$P_{IND} = I_{OUT}^2 \times R_{DCR}$$

LM2830 の導通損失は主として内部 PFET に関わるものです。

$$P_{COND} = (I_{OUT}^2 \times D) \left(1 + \frac{1}{3} \times \left(\frac{\Delta i_L}{I_{OUT}} \right)^2 \right) R_{DS(ON)}$$

インダクタのリップル電流がかなり小さい場合は、導通損失は次のように単純化できます。

$$P_{COND} = I_{OUT}^2 \times R_{DS(ON)} \times D$$

スイッチング損失も内部 PFET に関連しています。これはスイッチ・オンとオフの遷移期間に起こりますが、遷移期間では電圧と電流がオーバーラップするため、結果として電力損失となります。この損失を決定する最も簡単な方法はスイッチ・ノードでスイッチの立ち上がり立ち下がり時間 (10% ~ 90%) を実験的に測定することです。

スイッチング電力損失は次のように計算されます。

$$P_{SWR} = 1/2 (V_{IN} \times I_{OUT} \times F_{SW} \times T_{RISE})$$

$$P_{SWF} = 1/2 (V_{IN} \times I_{OUT} \times F_{SW} \times T_{FALL})$$

$$P_{SW} = P_{SWR} + P_{SWF}$$

その他の損失は内部回路を動作させるために必要な電力です。

$$P_Q = I_Q \times V_{IN}$$

I_Q は待機時消費電流であり、1.6MHz の周波数オプションでは代表値でおよそ 3.3mA です。

標準的なアプリケーションでの電力損失は次のようになります。

Power Loss Tabulation

V_{IN}	5.0V		
V_{OUT}	3.3V	P_{OUT}	3.3W
I_{OUT}	1.0A		
V_D	0.45V	P_{DIODE}	150mW
F_{SW}	1.6MHz		
I_Q	3.3mA	P_Q	17mW
T_{RISE}	4nS	P_{SWR}	6mW
T_{FALL}	4nS	P_{SWF}	6mW
$R_{DS(ON)}$	150m Ω	P_{COND}	100mW
IND_{DCR}	70m Ω	P_{IND}	70mW
D	0.667	P_{LOSS}	345mW
η	88%	$P_{INTERNAL}$	125mW

$$P_{COND} + P_{SW} + P_{DIODE} + P_{IND} + P_Q = P_{LOSS}$$

$$P_{COND} + P_{SWF} + P_{SWR} + P_Q = P_{INTERNAL}$$

$$P_{INTERNAL} = 125mW$$

熱に関する定義

T_J = チップの接合部温度

T_A = 周囲温度

R_{JC} = チップの接合部とデバイスのケースとの間の熱抵抗

R_{JA} = チップの接合部と周囲温度との間の熱抵抗

内部の電力損失による LM2830 の熱は伝導や対流によって除去されます。

伝導: 熱の移動は材料の断面を通して行われます。熱の移動とは、材質に依存する熱伝導特性の良し悪しであると考えられます (断熱材と伝導体)。

熱移動の経路は次のようになります。

シリコン パッケージ リードフレーム PCB

対流: 熱の移動は空気流によって起こります。空気流はファンによる対流が自然対流のいずれかです。自然対流は熱いデバイスから冷気に対して気流が上昇するときに発生します。

熱インピーダンスは次のように定義されます。

熱に関する定義 (つづき)

$$R_{\theta} = \frac{\Delta T}{\text{Power}}$$

シリコン接合部から周囲の空気への熱インピーダンスは次のように定義されます。

$$R_{\theta JA} = \frac{T_J - T_A}{\text{Power}}$$

PCB の大きさ、配線やグラウンド・プレーンに使用される銅の重量、および PCB 内の層数が $R_{\theta JA}$ に大きく影響します。サーマル・ビアのタイプと数も熱インピーダンスに大きく影響することがあります。サーマル・ビアはほとんどのアプリケーションで必要です。サーマル・ビアにより、熱は PCB 表面からグラウンド・プレーンへ伝導されます。LLP パッケージを使用する場合は、露出パッドの下にグラウンド・プレーンまでのサーマル・ビアを 4 ~ 6 個配置してください。

熱インピーダンスはアプリケーションの動作条件 (V_{in} 、 V_o 、 I_o など) や周辺回路の熱特性にも依存します。

シリコン接合部温度の測定法 1:

特定のアプリケーションのシリコン温度を正確に測定するには、2つの方法があります。最初の方法では、シリコン接合部からケース上面温度までの熱インピーダンスを知っている必要があります。

説明を進める前に、いくつかのことを明確にしておきます。

$R_{\theta JC}$ は IC パッケージの 6 面すべてからシリコン接合部までの熱インピーダンスです。

$R_{\theta JC}$ はケース上面からシリコン接合部までの熱インピーダンスです。

本データシートでは、ケース上面に小さい熱電対を取り付けてケース上面の温度を測定できるように、 $R_{\theta JC}$ を使うことにします。

露出パッド付きの 6 ピン LLP パッケージでは $R_{\theta JC}$ はおよそ 30 /W です。前述の効率の計算から内部消費電力を把握し、ケース温度をベンチで実験的に測定することにより、次の式に値を代入できます。

$$R_{\theta JC} = \frac{T_J - T_C}{\text{Power}}$$

したがって、

$$T_J = (R_{\theta JC} \times P_{\text{LOSS}}) + T_C$$

前の例から、

$$T_J = (R_{\theta JC} \times P_{\text{INTERNAL}}) + T_C$$

$$T_J = 30 /W \times 0.189W + T_C$$

2 番目の方法を使うと、非常に正確なシリコン接合部温度を求めることができます。

まず最初にアプリケーションの $R_{\theta JA}$ を求めます。LM2830 は過熱保護回路を備えています。シリコンの温度が 165 に達すると、LM2830 はスイッチングを停止します。保護回路はおよそ 15 のヒステリシスを備えています。シリコンの温度がおよそ 150 に下がるとデバイスは再びスイッチングを始めます。以上のことを念頭に置くと、どのようなアプリケーションでも、 $R_{\theta JA}$ は設計の早い段階で知ることができます。 $R_{\theta JA}$ は恒温槽に PCB 回路を置くことによって計算できます。回路がサーマル・シャットダウン状態になるま

で、対象のアプリケーションの周囲温度を上げます。SW ピンをモニタすると、内部の PFET がいつスイッチングを停止するかがはっきりわかり、接合部温度が 165 になったことを示します。上述の方法によって内部電力消費、接合部温度、および周囲温度がわかると、 $R_{\theta JA}$ を求めることができます。

$$R_{\theta JA} = \frac{165^\circ - T_a}{P_{\text{INTERNAL}}}$$

この値が求まると、所望の接合部温度に対して許容される最大周囲温度がわかります。

ナショナル セミコンダクターの LM2830 LLP のデモ・ボードを使ったアプリケーションについて $R_{\theta JA}$ の計算例を下に示します。

4 層の PCB は 1/2 オンスの銅配線を施した FR4 を使用して作製されています。銅箔のグラウンド・プレーンは底面層にあります。グラウンド・プレーンには 2 個のビアで接続されています。ボードの大きさは 3.0cm × 3.0cm です。ボードは強制空冷のない恒温槽に置きました。周囲温度を 144 まで上昇させたとき、デバイスがサーマル・シャットダウン状態になりました。

前述の例から、

$$P_{\text{INTERNAL}} = 189\text{mW}$$

$$R_{\theta JA} = \frac{165^\circ\text{C} - 144^\circ\text{C}}{189\text{ mW}} = 111^\circ\text{C/W}$$

接合部温度が 125 未満に保たれていた場合、周囲温度が 109 を超えた可能性はありません。

$$T_J - (R_{\theta JA} \times P_{\text{LOSS}}) = T_A$$

$$125 - (111 /W \times 189\text{mW}) = 104$$

LLP パッケージ

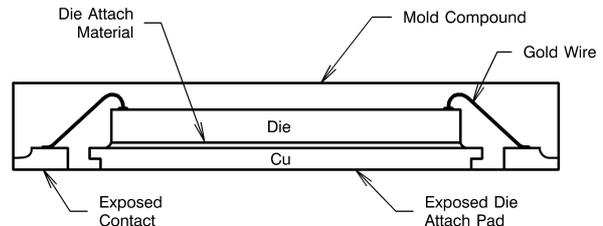


FIGURE 4. Internal LLP Connection

一部の電力アプリケーションでは、PCB のランドを「ドッグ・ボーン」形状に変更できます (Figure 5 参照)。グラウンド・プレーンを大きくして、さらにサーマル・ビアを追加すると、そのアプリケーションの $R_{\theta JA}$ を小さくすることができます。

LLP パッケージ (つぎ)

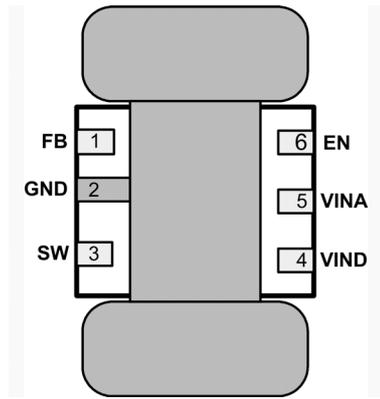
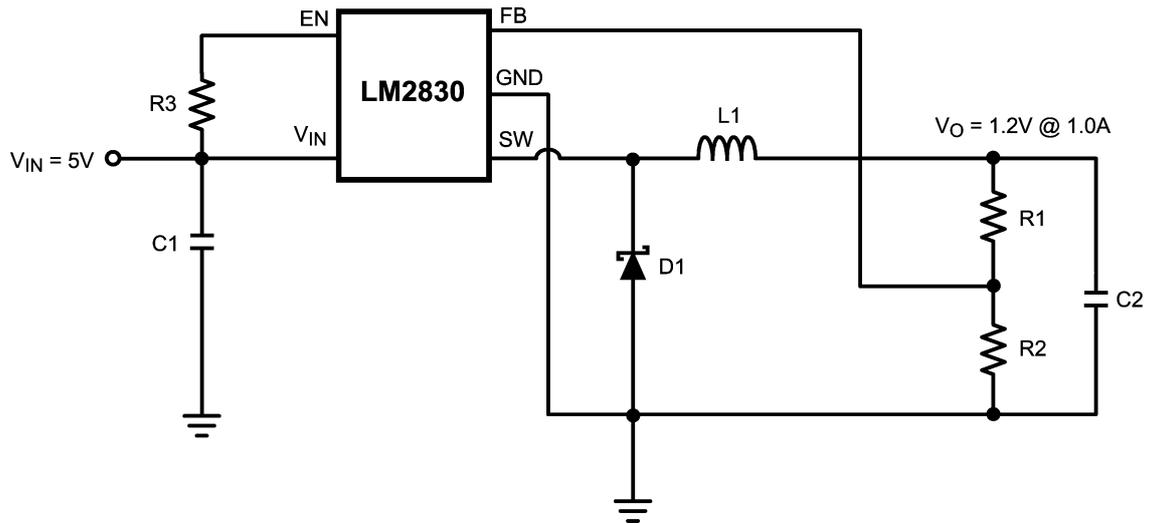


FIGURE 5. 6-Lead LLP PCB Dog Bone Layout

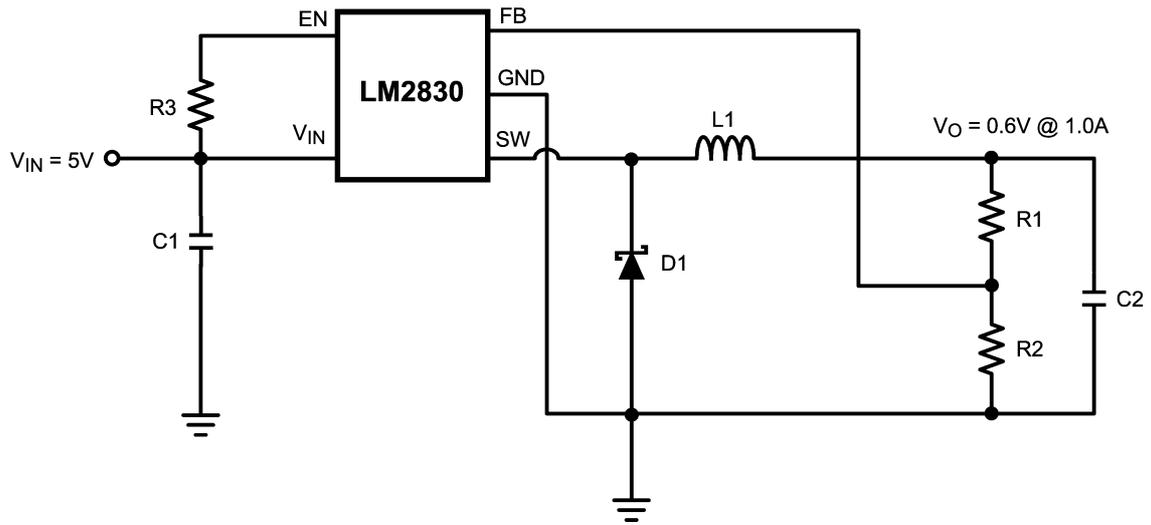
LM2830X 回路例 1

FIGURE 6. LM2830X (1.6MHz): $V_{in} = 5V$, $V_o = 1.2V @ 1.0A$

Bill of Materials

Part ID	Part Value	Manufacturer	Part Number
U1	1.0A Buck Regulator	NSC	LM2830X
C1, Input Cap	22 μ F, 6.3V, X5R	TDK	C3216X5ROJ226M
C2, Output Cap	22 μ F, 6.3V, X5R	TDK	C3216X5ROJ226M
D1, Catch Diode	0.3V _f Schottky 1.5A, 30V _R	TOSHIBA	CRS08
L1	3.3 μ H, 1.3A	Coilcraft	ME3220-332
R2	15.0k Ω , 1%	Vishay	CRCW08051502F
R1	15.0k Ω , 1%	Vishay	CRCW08051502F
R3	100k Ω , 1%	Vishay	CRCW08051003F

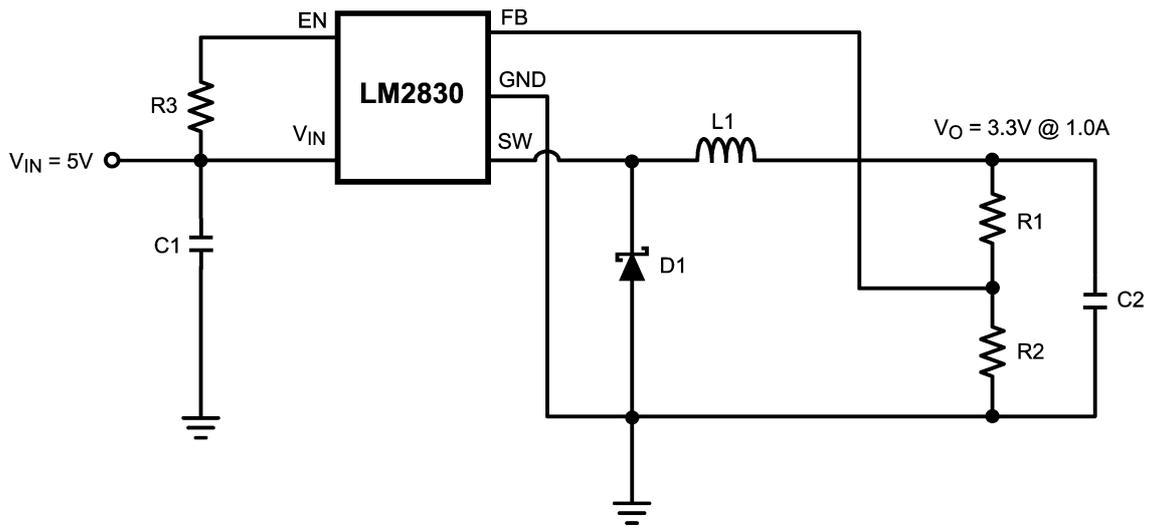
LM2830X の設計例 2

FIGURE 7. LM2830X (1.6MHz): $V_{in} = 5V$, $V_o = 0.6V @ 1.0A$

Bill of Materials

Part ID	Part Value	Manufacturer	Part Number
U1	1.0A Buck Regulator	NSC	LM2830X
C1, Input Cap	22 μ F, 6.3V, X5R	TDK	C3216X5ROJ226M
C2, Output Cap	22 μ F, 6.3V, X5R	TDK	C3216X5ROJ226M
D1, Catch Diode	0.3V _f Schottky 1.5A, 30V _R	TOSHIBA	CRS08
L1	3.3 μ H, 1.3A	Coilcraft	ME3220-332
R2	10.0k Ω , 1%	Vishay	CRCW08051000F
R1	0 Ω		
R3	100k Ω , 1%	Vishay	CRCW08051003F

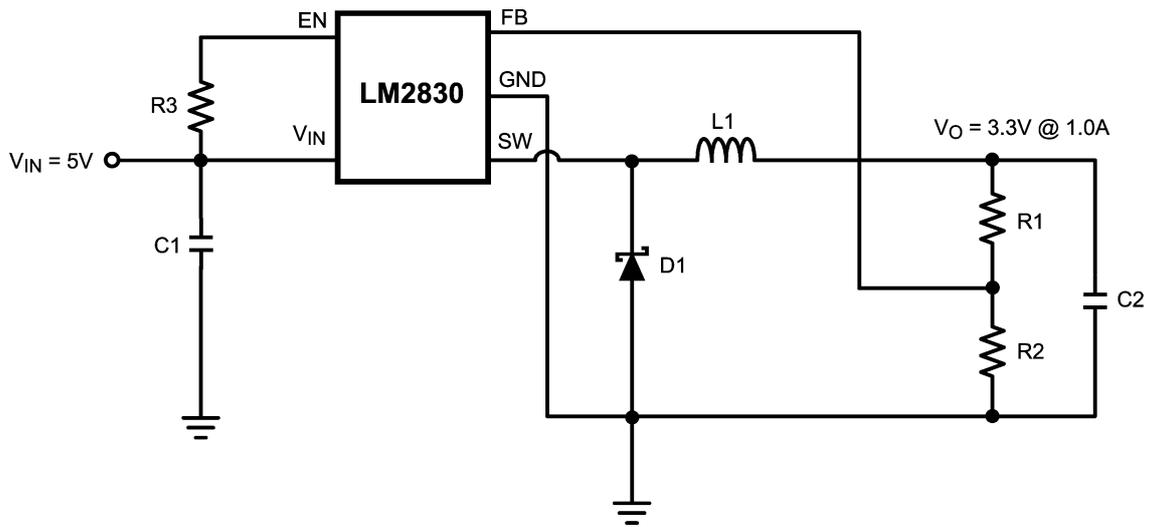
LM2830X 回路例 3

FIGURE 8. LM2830X (1.6MHz): $V_{in} = 5V$, $V_o = 3.3V @ 1.0A$

Bill of Materials

Part ID	Part Value	Manufacturer	Part Number
U1	1.0A Buck Regulator	NSC	LM2830X
C1, Input Cap	22 μ F, 6.3V, X5R	TDK	C3216X5ROJ226M
C2, Output Cap	22 μ F, 6.3V, X5R	TDK	C3216X5ROJ226M
D1, Catch Diode	0.3V _f Schottky 1.5A, 30V _R	TOSHIBA	CRS08
L1	2.2 μ H, 1.8A	Coilcraft	ME3220-222
R2	10.0k Ω , 1%	Vishay	CRCW08051002F
R1	45.3k Ω , 1%	Vishay	CRCW08054532F
R3	100k Ω , 1%	Vishay	CRCW08051003F

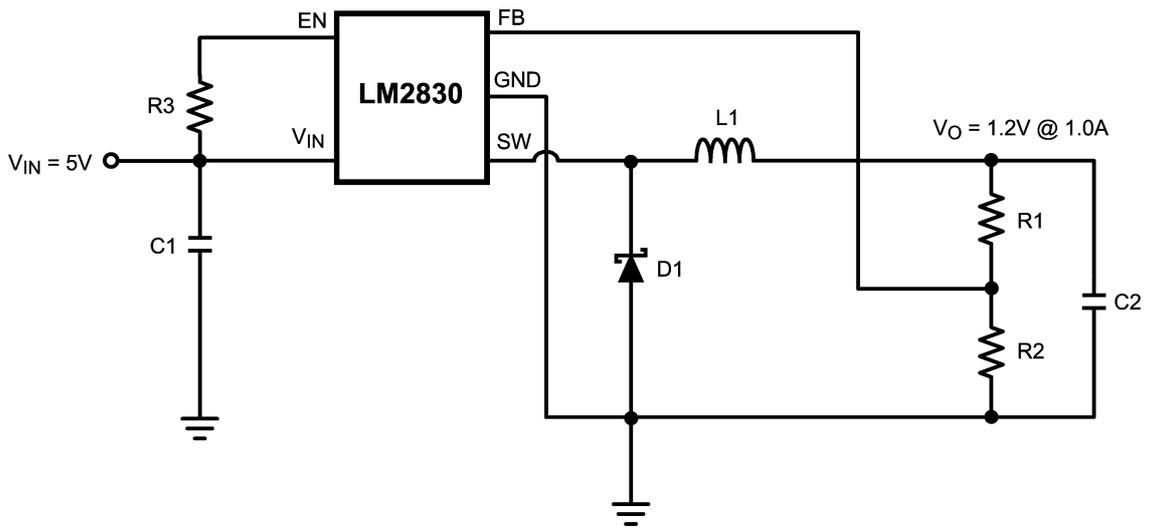
LM2830Z 回路例 4

FIGURE 9. LM2830Z (3MHz): $V_{IN} = 5V$, $V_O = 3.3V @ 1.0A$

Bill of Materials

Part ID	Part Value	Manufacturer	Part Number
U1	1.0A Buck Regulator	NSC	LM2830Z
C1, Input Cap	22 μ F, 6.3V, X5R	TDK	C3216X5ROJ226M
C2, Output Cap	22 μ F, 6.3V, X5R	TDK	C3216X5ROJ226M
D1, Catch Diode	0.3V, Schottky 1.5A, 30V _R	TOSHIBA	CRS08
L1	1.6 μ H, 2.0A	TDK	VLCF4018T-1R6N1R7-2
R2	10.0k Ω , 1%	Vishay	CRCW08051002F
R1	45.3k Ω , 1%	Vishay	CRCW08054532F
R3	100k Ω , 1%	Vishay	CRCW08051003F

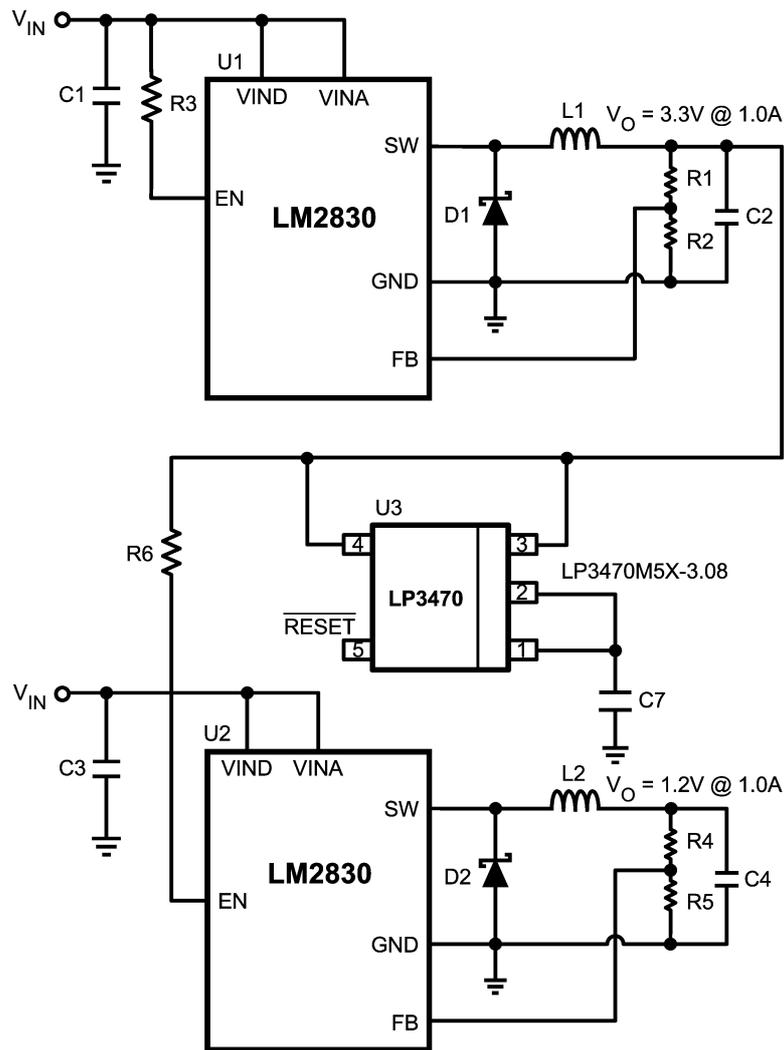
LM2830Z 回路例 5

FIGURE 10. LM2830Z (3MHz): $V_{in} = 5V$, $V_o = 1.2V @ 1.0A$

Bill of Materials

Part ID	Part Value	Manufacturer	Part Number
U1	1.0A Buck Regulator	NSC	LM2830Z
C1, Input Cap	22 μ F, 6.3V, X5R	TDK	C3216X5ROJ226M
C2, Output Cap	22 μ F, 6.3V, X5R	TDK	C3216X5ROJ226M
D1, Catch Diode	0.3V _f Schottky 1.5A, 30V _R	TOSHIBA	CRS08
L1	1.6 μ H, 2.0A	TDK	VLCF4018T-1R6N1R7-2
R2	10.0k Ω , 1%	Vishay	CRCW08051002F
R1	10.0k Ω , 1%	Vishay	CRCW08051002F
R3	100k Ω , 1%	Vishay	CRCW08051003F

LM2830X 回路例 6: 遅延立ち上げを実現するデュアル・コンバータ

FIGURE 11. LM2830X (1.6MHz): $V_{in} = 5V$, $V_o = 1.2V @ 1.0A$ & $3.3V @ 1.0A$

Bill of Materials

Part ID	Part Value	Manufacturer	Part Number
U1, U2	1.0A Buck Regulator	NSC	LM2830X
U3	Power on Reset	NSC	LP3470M5X-3.08
C1, C3 Input Cap	22 μ F, 6.3V, X5R	TDK	C3216X5ROJ226M
C2, C4 Output Cap	22 μ F, 6.3V, X5R	TDK	C3216X5ROJ226M
C7	Trr delay capacitor	TDK	
D1, D2 Catch Diode	0.3V _f Schottky 1.5A, 30V _R	TOSHIBA	CRS08
L1, L2	3.3 μ H, 1.3A	Coilcraft	ME3220-332
R2, R4, R5	10.0k Ω , 1%	Vishay	CRCW08051002F
R1, R6	45.3k Ω , 1%	Vishay	CRCW08054532F
R3	100k Ω , 1%	Vishay	CRCW08051003F

LM2830X 回路例 7: 降圧型コンバータおよび LDO フォロワ付き電圧通倍回路

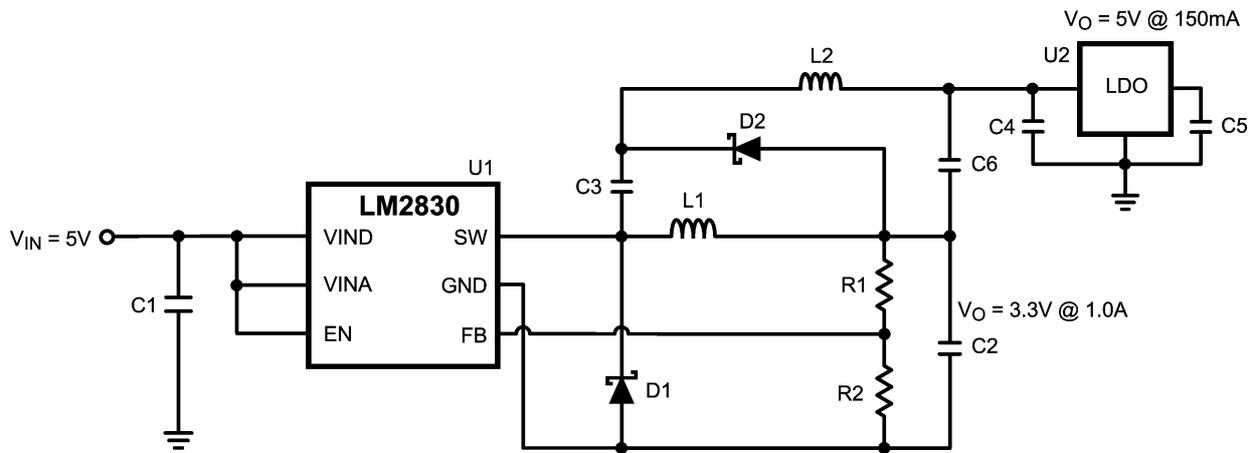
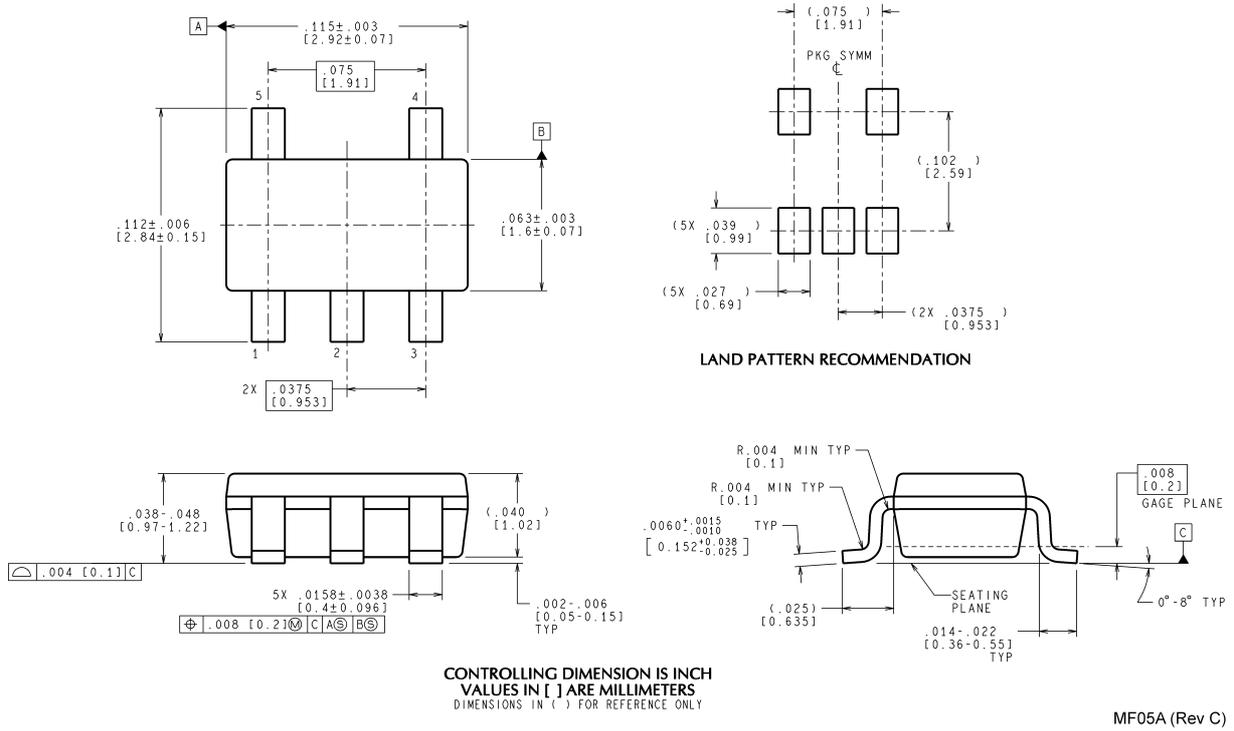


FIGURE 12. LM2830X (1.6MHz): Vin = 5V, Vo = 3.3V @ 1.0A & LP2986-5.0 @ 150mA

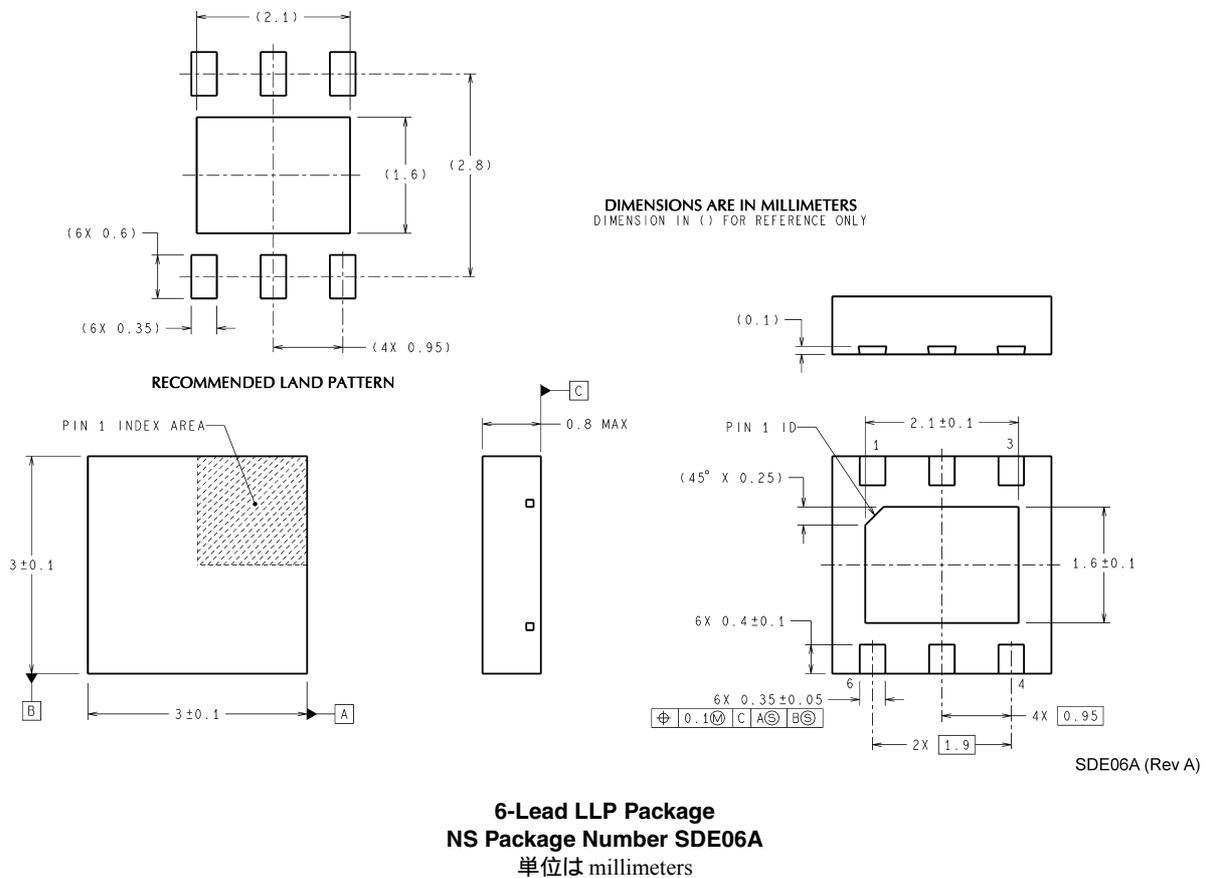
Bill of Materials

Part ID	Part Value	Manufacturer	Part Number
U1	1.0A Buck Regulator	NSC	LM2830X
U2	200mA LDO	NSC	LP2986-5.0
C1, Input Cap	22 μ F, 6.3V, X5R	TDK	C3216X5ROJ226M
C2, Output Cap	22 μ F, 6.3V, X5R	TDK	C3216X5ROJ226M
C3 – C6	2.2 μ F, 6.3V, X5R	TDK	C1608X5R0J225M
D1, Catch Diode	0.3V _f Schottky 1.5A, 30V _R	TOSHIBA	CRS08
D2	0.4V _f Schottky 20V _R , 500mA	ON Semi	MBR0520
L2	10 μ H, 800mA	CoilCraft	ME3220-103
L1	3.3 μ H, 2.2A	TDK	VLCF5020T-3R3N2R0-1
R2	45.3k Ω , 1%	Vishay	CRCW08054532F
R1	10.0k Ω , 1%	Vishay	CRCW08051002F

外形寸法図 特記のない限り inches (millimeters)



5-Lead SOT-23 Package
NS Package Number MF05A



6-Lead LLP Package
NS Package Number SDE06A
単位は millimeters

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 © 2008 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