

LM8801

*LM8801 High Precision 6MHz, 600 mA Synchronous Step-Down DC-DC Converter
for Mobile Applications*



Literature Number: JAJSB06

高精度 6MHz、600mA モバイル・アプリケーション用 同期整流降圧型 DC/DC コンバータ

概要

LM8801 は、単一のリチウムイオン電池から超低電圧回路への電源供給用に最適化された、入力電圧範囲 2.3V ~ 5.5V の降圧型 DC/DC コンバータです。入力電圧の全範囲で最大 600mA の負荷電流を供給できます。

LM8801 には、負荷の全範囲にわたって連続的 PWM 動作を使用するか、負荷に応じてモードを自動的に変更する自動 PFM-PWM モードを使用するかを選択できるモード制御ピンがあります。PWM モードでは、このデバイスは固定周波数 6MHz (typ) で動作します。自動 PFM-PWM モードでは、ヒステリシス PFM は軽負荷時とシステム・スタンバイ時に待機時電流を下げ、バッテリー動作時間を延長します。

LM8801 は 6 ピンの micro SMD パッケージで供給されます。インダクタと 2 つのコンデンサの計 3 つのコンパクトな表面実装部品しか必要としません。

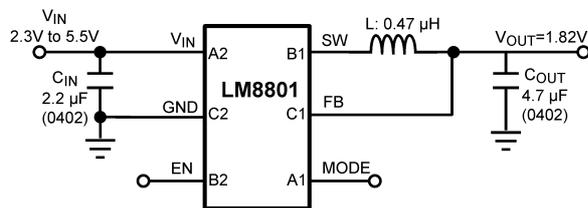
特長

- 6MHz 動作で効率 90% 以上
- 最大出力電流: 600mA
- 6MHz 固定の PWM スイッチング周波数 (typ)
- PFM モード時待機時電流: 27 μ A (typ)
- 広い入力電圧範囲: 2.3V ~ 5.5V
- DC 出力電圧の温度変動に対する精度: $\pm 1.5\%$
- クラス最高の負荷過渡応答
- PFM モードでの低出力リップル
- PFM モードと PWM モードの自動切り替え
- 過電流保護およびサーマル・シャットダウン保護
- ソフトスタート内蔵
- micro SMD 6 ピン・パッケージ (1.065 \times 1.265、高さ 0.6mm)
- ソリューション全体のサイズ: 7mm² 以下 (0402 コンデンサで動作)
- アンダーボルテージ・ロックアウト

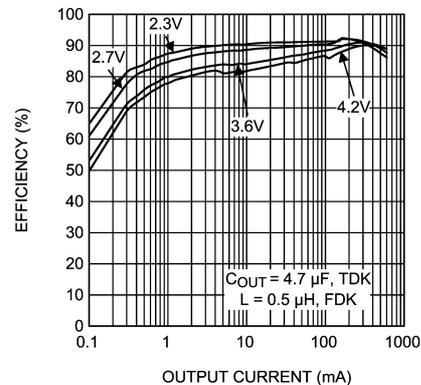
アプリケーション

- 携帯電話
- MP3 プレーヤ
- 無線 LAN
- PDA、ポケット PC
- ポータブル・ハードディスク

代表的なアプリケーション回路



Efficiency vs. Output Current
(Auto Mode, $V_{OUT} = 1.82V$)



ピン配置図およびパッケージ・マーキング情報

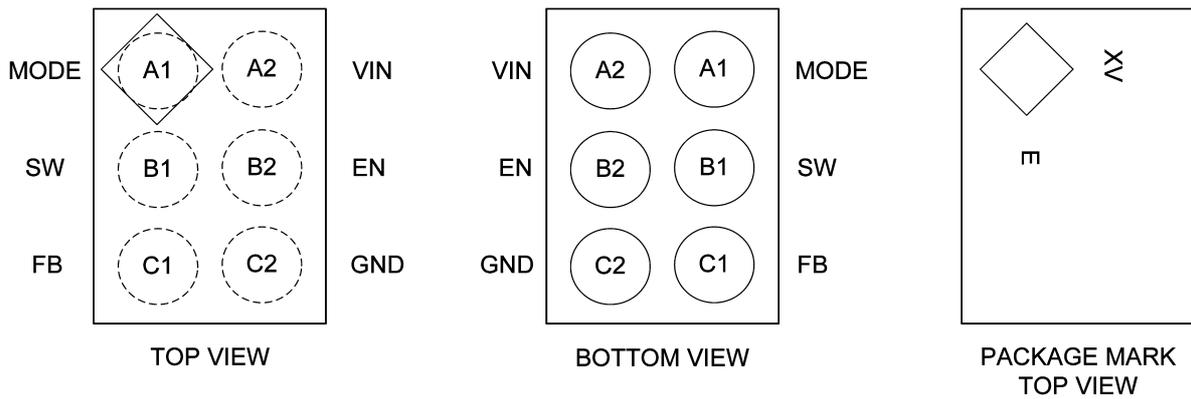


FIGURE 1. 6-Bump micro SMD Package

Note: 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・マーキングの "X" は日付コード、"V" はダイのトレーサビリティをたどるための NSC 社内コードです。どちらも製造時に変わります。

ピン説明

ピン番号	ピン名	説明
A1	MODE	自動モードと強制 PWM の選択。強制 PWM = High、自動 = Low。
A2	VIN	電源入力。入力フィルタ・コンデンサに接続します (1 ページの「代表的なアプリケーション回路」参照)。
B1	SW	同期整流用内部 P-FET スイッチと N-FET のスイッチング・ノードです。
B2	EN	イネーブル・ピンこのピンの電圧を 0.4V 以下にするとデバイスはシャットダウン・モードに移行し、1.2V 以上でイネーブル状態になります。このピンをフロート状態にしないでください。
C1	FB	帰還アナログ入力ピン。出力フィルタ・コンデンサに直接接続します (1 ページの「代表的なアプリケーション回路」参照)。
C2	GND	グラウンド・ピン。

製品情報 (6 ピン micro SMD)

Order Number 6-bump Micro SMD	Package Marking	Supplied As
LM8801TME-1.82*	E	250 units, Tape-and-Reel
LM8801TMX-1.82*	E	3000 units, Tape-and-Reel

* サンプル提供可能

定格消費電力

θ_{JA}	$T_A \leq 25^\circ\text{C}$ Power Rating	$T_A = 60^\circ\text{C}$ Power Rating	$T_A = 85^\circ\text{C}$ Power Rating
85°C/W (Note 6)	1176 mW	765 mW	470 mW

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} ピンの GND に対する電圧	- 0.2V ~ 6.0V
EN、MODE ピンの GND に対する電圧	- 0.2V ~ 6.0V
FB、SW ピン	(GND - 0.2V) ~ ($V_{IN} + 0.2V$) ただし、最大値は 6.0V
接合部温度 (T_{J-MAX})	+ 150 °C
保存温度範囲	- 65 °C ~ + 150 °C
連続消費電力 (Note 3)	内部的に制限
最大リード温度 (ハンダ付け、10 秒)	260 °C

ESD 耐圧 (Note 4)

人体モデル	2kV
マシン・モデル	200V

動作定格 (Note 1)(Note 2)

入力電圧範囲	2.3V ~ 5.5V
推奨負荷電流	0mA ~ 600mA
接合部温度 (T_J) 範囲	- 30 °C ~ + 125 °C
周囲温度 (T_A) 範囲 (Note 5)	- 30 °C ~ + 85 °C

放熱特性

接合部 - 周囲間の熱抵抗 (θ_{JA}) (micro SMD)、(Note 6)	85 °C /W
---	----------

電気的特性 (Note 2)(Note 7)(Note 8)

標準書体のリミット値は $T_A = 25$ °C に対して適用され、**太字**のリミット値は動作周囲温度範囲 ($- 30$ °C $\leq T_A = T_J \leq + 85$ °C) で適用されます。特記のない限り、仕様は代表的な LM8801 の開ループのアプリケーション回路を $V_{IN} = EN = 3.6V$ とした場合のものであります。

Symbol	Parameter	Condition	Min	Typ	Max	Units
V_{FB}	Feedback Voltage Tolerance	PWM	-1.5		+1.5	%
V_{OUT}	Line Reg. (closed loop)	$2.3V \leq V_{IN} \leq 5.5V$; $I_{OUT} = 10$ mA (PFM)		0.2		%V
		$2.3V \leq V_{IN} \leq 5.5V$; $I_{OUT} = 200$ mA (PWM)		0.048		
	Load Reg. (closed loop)	0.1 mA $\leq I_{OUT} \leq 600$ mA; $V_{IN} = 3.6V$ (Auto)		0.0019		%/mA
I_{SHDN}	Shutdown Supply Current	EN = 0V, SW = GND		0.08	1.0	μ A
I_{Q_PFM}	Quiescent Current in PFM Mode	No load, device is not switching		27	35	μ A
I_{Q_PWM}	Quiescent Current in PWM Mode	No load, device is not switching		0.57	0.7	mA
$R_{DSON(P)}$	Pin-Pin Resistance for PFET	$V_{IN} = V_{GS} = 3.6V$		220		m Ω
$R_{DSON(N)}$	Pin-Pin Resistance for Sync NFET	$V_{IN} = V_{GS} = 3.6V$		180		m Ω
I_{LIM}	PFET Peak Current Limit		900	1100	1300	mA
V_{IH}	Logic High Input, all control pins		1.2			V
V_{IL}	Logic Low Input				0.4	V
$I_{EN,MODE}$	Pin Input Current			0.01	1	μ A
F_{OSC}	Internal Oscillator Frequency	PWM Mode	5.6	6.0	6.4	MHz
UVLO	Under-Voltage Lock Out			2.0		V

電気的特性 (Note 2)(Note 7)(Note 8)(つづき)

- Note 1:** 「絶対最大定格」とは、これを超えるとデバイスに損傷を与える可能性のあるリミット値を示します。「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。特定の性能リミット値を保証するものではありません。保証性能のリミット値と関連する試験条件については、「電気的特性」の表を参照してください。
- Note 2:** 電圧値はすべて、GND ピンの電位を基準とします。
- Note 3:** サーマル・シャットダウン回路がデバイスの損傷を防ぎます。T_J = 150°C (typ) でサーマル・シャットダウン状態に入り、T_J = 130°C (typ) で解除されます。
- Note 4:** 人体モデルの場合、100pF のコンデンサから直列抵抗 1.5kΩ を通して各ピンに放電させます。マシン・モデルの場合は、200pF のコンデンサから直接各ピンに放電させます。MIL-STD-883-3015.7 に準拠しています。
- Note 5:** アプリケーションの消費電力が大きい場合やパッケージ熱抵抗が高い場合、またはその両方に該当する場合、最高周囲温度の定格を下げる必要がある場合があります。最大周囲温度 (T_{A-MAX}) は、動作時の最大接合部温度 (T_{J-MAX-OP} = 125 °C)、アプリケーション実装時のデバイスの最大消費電力 (P_{D-MAX})、アプリケーション実装時のデバイス/パッケージの接合部 - 周囲間熱抵抗 (θ_{JA}) によって、次式から求められます。
T_{A-MAX} = T_{J-MAX} - (θ_{JA} × P_{D-MAX})。デバイス試験のパルス特性のため、「電気的特性」の表の温度は T_A = T_J と規定されます。
- Note 6:** 接合部 - 周囲間熱抵抗は、アプリケーションおよび基板レイアウトに大きく依存します。消費電力の大きなアプリケーションのボード設計では、放熱に関して特に注意が必要です。
- Note 7:** Min/Max リミット値は、設計、検査または統計的解析により保証されています。代表値 (typ) は保証するものではありませんが、最も標準的のみなされる値を表しています。
- Note 8:** 電気的特性の表記載のパラメータは、特記のない限り、V_{IN} = 3.6V における開ループ条件下で試験を行っています。入力電圧範囲にわたる性能と閉ループ条件下での性能については、データシート記載のグラフを参照してください。

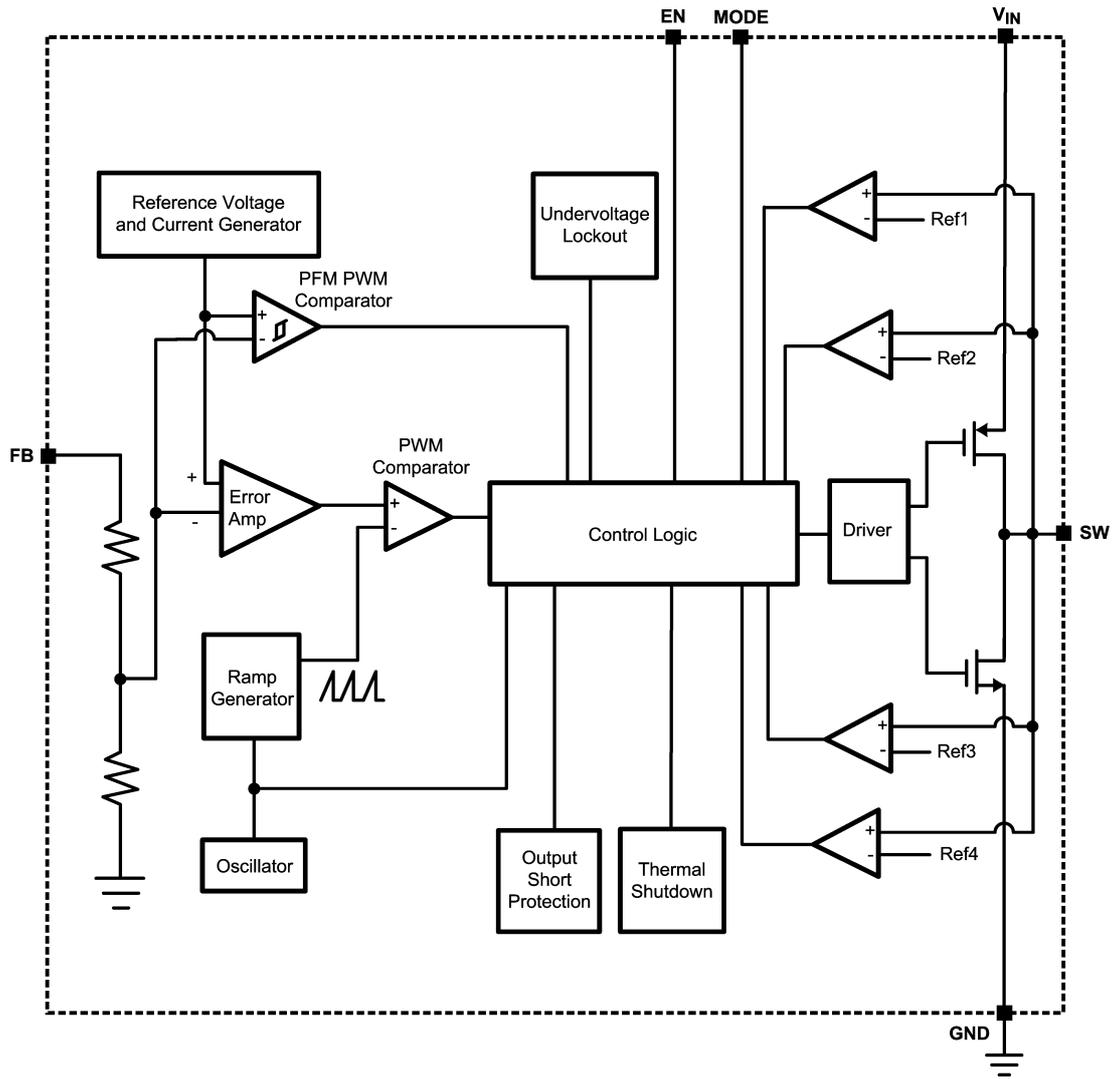
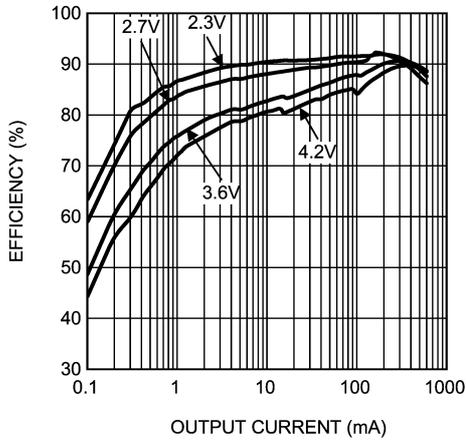


FIGURE 2. Simplified Functional Diagram

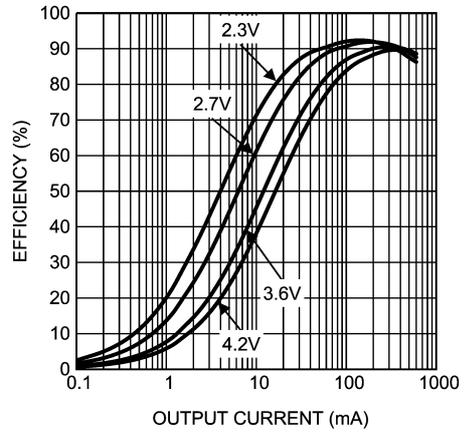
代表的な性能特性

特記のない限り、LM8801TM-1.82、代表的なアプリケーション回路 (1 ページ)、 $V_{OUT} = 1.82V$ 、 $V_{IN} = 3.6V$ 、 $T_A = 25^\circ C$ 、 $C_{IN} = 2.2 \mu F$ 、0402 (JMK105BJ225MV-F)、 $C_{OUT} = 4.7 \mu F$ 、0402、6.3V (CL05A475MQ5NRNC)、 $L = 0.5 \mu H$ 、2012 (MIPSZ2012D0R5)。

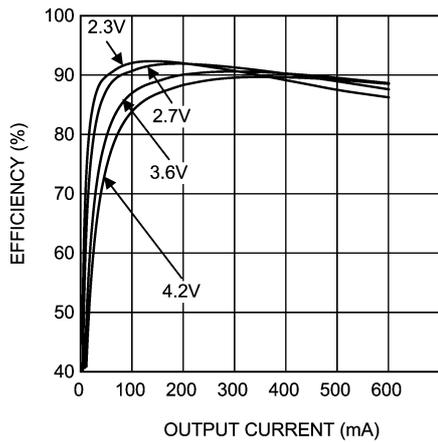
Efficiency vs. Output Current (Auto Mode)



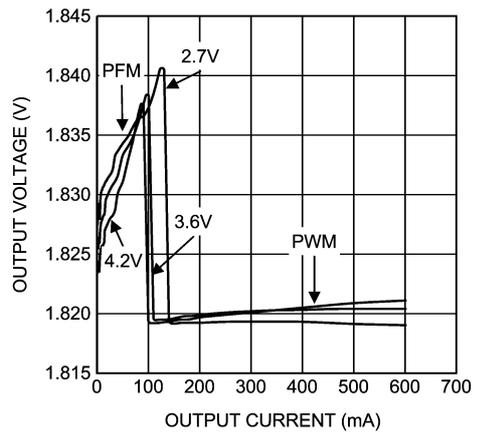
Efficiency vs. Output Current (PWM Mode)



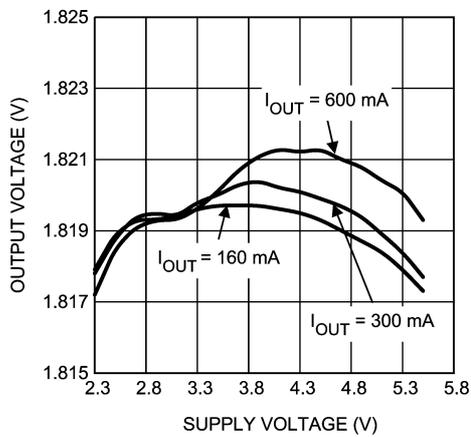
Efficiency vs. Output Current (PWM Mode)



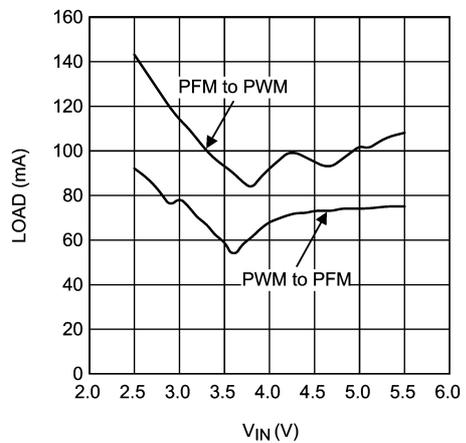
Output Voltage vs. Output Current (Auto Mode)



Output Voltage vs. Supply Voltage (PWM)



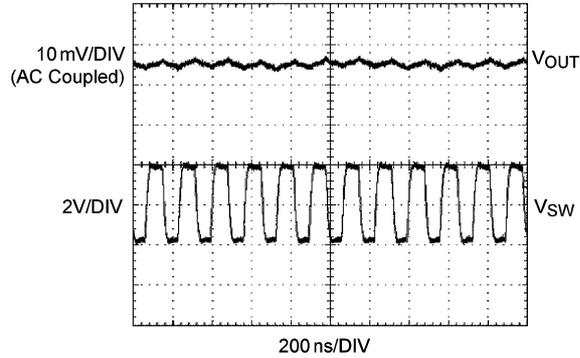
PFM ↔ PWM Mode Change Point



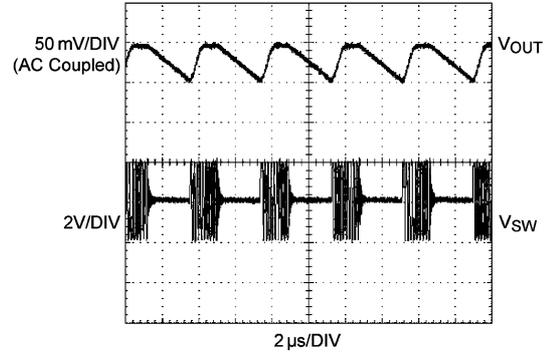
代表的な性能特性 (つづき)

特記のない限り、LM8801TM-1.82、代表的なアプリケーション回路 (1 ページ)、 $V_{OUT} = 1.82V$ 、 $V_{IN} = 3.6V$ 、 $T_A = 25^\circ C$ 、 $C_{IN} = 2.2 \mu F$ 、0402 (JMK105BJ225MV-F)、 $C_{OUT} = 4.7 \mu F$ 、0402、6.3V (CL05A475MQ5NRNC)、 $L = 0.5 \mu H$ 、2012 (MIPSZ2012D0R5)。

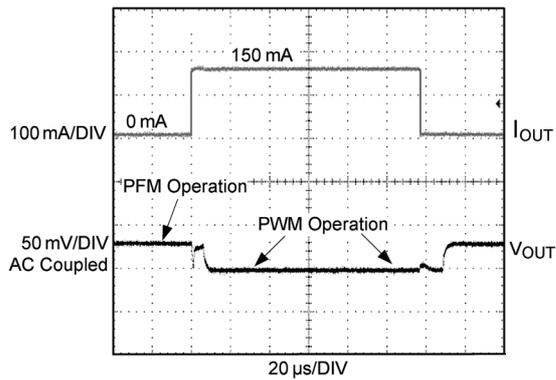
**Typical Switching Waveform
(PWM Mode, $I_{OUT} = 300 \text{ mA}$)**



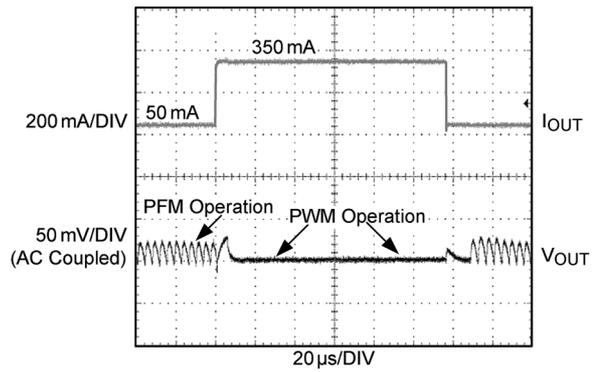
**Typical Switching Waveform
(PFM Mode $I_{OUT} = 50 \text{ mA}$)**



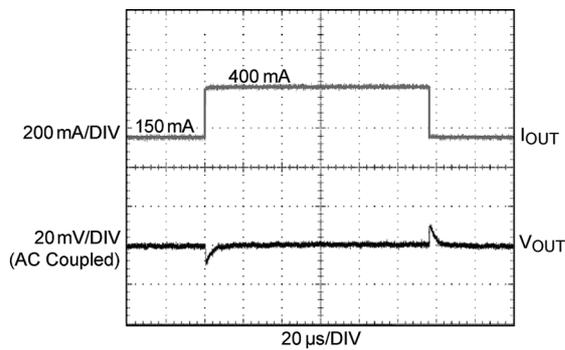
**Load Transient Response
($0 \leftrightarrow 150 \text{ mA}$)**



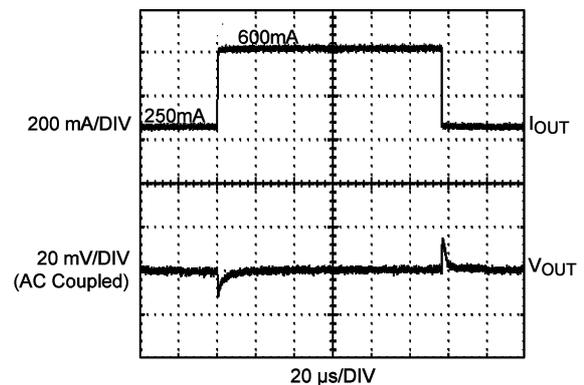
**Load Transient Response
($50 \leftrightarrow 350 \text{ mA}$)**



**Load Transient Response
($150 \leftrightarrow 400 \text{ mA}$)**

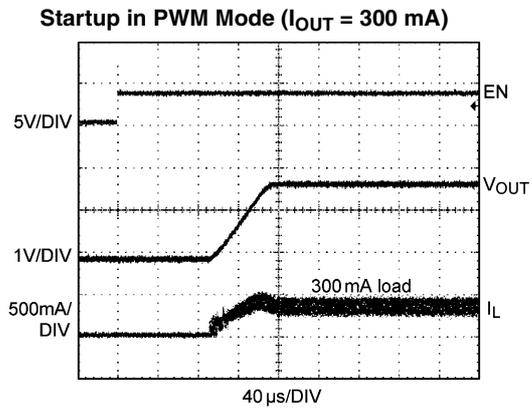
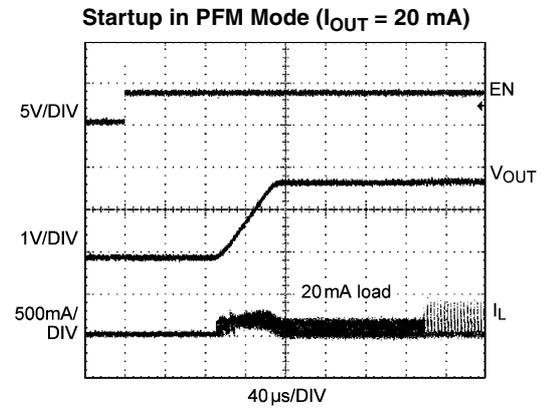
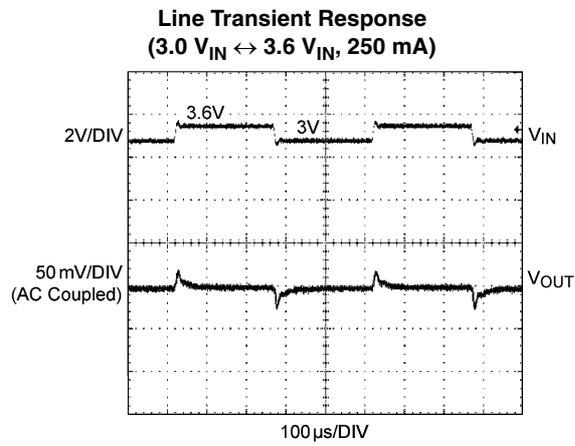


**Load Transient Response
($250 \leftrightarrow 600 \text{ mA}$)**



代表的な性能特性 (つづき)

特記のない限り、LM8801TM-1.82、代表的なアプリケーション回路 (1 ページ)、 $V_{OUT} = 1.82V$ 、 $V_{IN} = 3.6V$ 、 $T_A = 25^\circ C$ 、 $C_{IN} = 2.2 \mu F$ 、0402 (JMK105BJ225MV-F)、 $C_{OUT} = 4.7 \mu F$ 、0402、6.3V (CL05A475MQ5NRNC)、 $L = 0.5 \mu H$ 、2012 (MIPSZ2012D0R5)。



動作説明

デバイス情報

LM8801 は、携帯電話や PDA などの携帯機器用に、単一のリチウムイオン・バッテリーか 3 セルの NiMH/NiCd バッテリから一定電圧を供給する高効率降圧型 DC/DC スwitching・コンバータ (バック型コンバータ) です。LM8801 は、同期整流を使用した電圧モードの回路構成を取ることにより、入力電圧、出力電圧、周囲温度、選定したインダクタに応じて、最大 600mA を供給する能力があります。

必要な電流に応じて、PWM (パルス幅変調) モード、PFM (パルス周波数変調)、シャットダウン・モードの 3 つの動作モードがあります。デバイスは負荷電流がおよそ 80mA 以上のときに PWM モードで動作し、電圧精度は $\pm 1.5\%$ 、効率は 90% 以上です。出力電流の負荷が軽くなるとデバイスは自動的に PFM モードに切り替わり、消費電流を抑えて ($I_Q = 27 \mu A$ (typ)) バッテリ動作時間を延長します。シャットダウン・モードにするとデバイスはオフになり、消費電流が最小になります ($I_{SHUTDOWN} = 0.08 \mu A$ (typ))。

その他にも、ソフトスタート、アンダーボルテージ保護、過熱保護、サーマル・シャットダウン保護の各機能を備えています。「代表的なアプリケーション回路」に示すとおり、必要となる外付け部品は 3 つだけです。

回路動作

LM8801 の動作は次のとおりです。各 Switching・サイクルの前半で、LM8801 の制御回路はチップ内部の P-FET スイッチをターンオンします。これによって入力から、インダクタを介して出力フィルタ・コンデンサ、さらに負荷へと電流が流れます。電流の立ち上がりは $(V_{IN} - V_{OUT})/L$ の勾配となり、コイルにエネルギーを蓄えます。各サイクルの後半では、制御回路が内部 P-FET スイッチをターンオフして入力電流を遮断した後、N-FET の同期整流器を起動します。インダクタが N-FET を介してグラウンドから出力フィルタ・コンデンサと負荷に電流を流します。インダクタ電流は $-V_{OUT}/L$ で表される傾斜で立ち下がります。

出力フィルタ・コンデンサはインダクタ電流が大きい間は電荷を蓄え、小さくなると電荷を放出するため負荷の両端の電圧が平滑化されます。

P-FET スイッチのオン時間を変調させることにより出力電圧を調節して、負荷に供給する平均電流を制御します。その効果は、スイッチおよび同期整流器によって生成し、SW ピンに出力されるデューティ・サイクル比に変調された矩形波をインダクタとフィルタ・コンデンサで構成されるローパス・フィルタに供給するのと同じです。出力電圧は SW ピンの平均電圧に等しくなります。

PWM 動作

このコンバータの PWM モードは、入力電圧をフィード・フォワードする電圧モードの制御回路として動作します。これにより、コンバータは優れた負荷および入力応答特性を示します。パワー段の DC 利得は入力電圧に比例します。この依存性をなくすために、入力電圧に反比例するフィード・フォワード回路を使用しています。

PWM 動作中は、出力電圧は一定の周波数で Switching させてレギュレートされた後、サイクルごとにエネルギーを変調すれば、負荷に供給される電力を制御します。各クロック・サイクルの前半では、P-FET スイッチがターンオンして、インダクタ電流が増加します。電流の増加は、コンパレータが動作して制御ロジックがこのスイッチをターンオフするまで続きます。電流制限コンパレータは、P-FET の電流リミットを超えた場合にスイッチをターンオフします。続いて N-FET スイッチがターンオンし、インダクタ電流が減少します。N-FET をターンオフし、P-FET をターンオンするクロックから次のサイクルが始まります。

自動モードでの動作

MODE ピンを Low にすると、LM8801 は自動モードになります。このモードにすると、デバイスは負荷需要に基づき PFM 状態と PWM (パルス幅変調) 状態を自動的に切り替えます。負荷が軽いとき (50mA 未満)、デバイスは PFM モードに移行して、Switching 回数を減らし、小さな消費電流で動作し高効率を維持します。PFM 動作中、コンバータは出力電圧を PWM 動作中の公称出力電圧よりわずかに高めに設定し ($+15mV$ (typ))、負荷が軽い状態から重い状態へと遷移したときに発生する電圧低下に対するマージンを確保します。

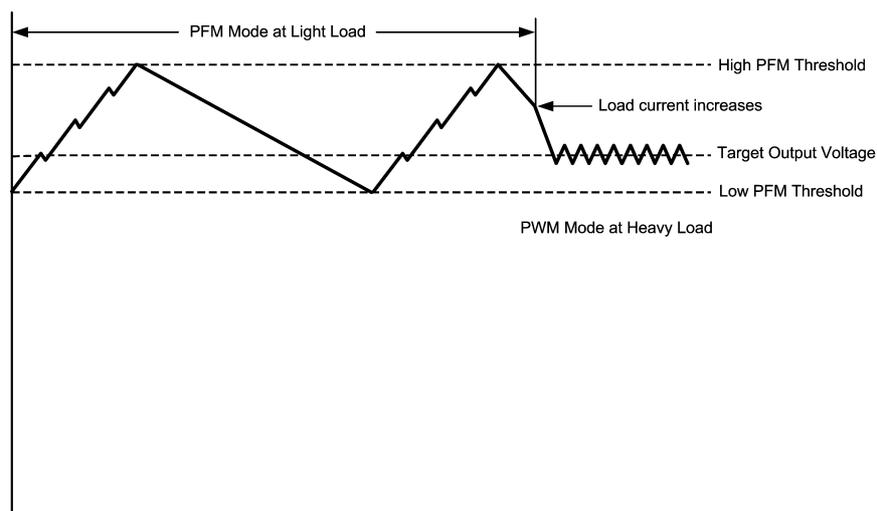


FIGURE 3. Operation in PFM Mode and Transfer to PWM Mode

動作説明 (つづき)

内部の同期整流

PWM モードの LM8801 は、同期整流器としてチップ内の N-FET を使い、整流器の順方向電圧降下とそれに伴う電力損失を減らしています。同期整流では、出力電圧が低いほど、一般的なダイオード整流と比べて高い効率が得られます。

電流制限

LM8801 は過負荷状態になると、電流制限機能によりチップ本体や外付け部品を保護します。PWM モードには、1.1A (typ) で動作する内部コンパレータを使った電流制限機能があります。出力がグラウンドに短絡した場合、デバイスは一時的に電流制限モードに入ります。このモードではインダクタの電流が低スレッショルドを下回るまで N-FET のターンオン状態を保ち、インダクタ電流が低下する時間を十分に確保することにより暴走を防ぎます。

シャットダウン・モード

EN 入力ピンを Low ($< 0.4V$) にすると LM8801 はシャットダウン・モードに移行します。シャットダウン中、LM8801 内部の P-FET スイッチ、N-FET スイッチ、リファレンス回路、制御回路、バイアス回路はターンオフ状態になります。EN を High ($> 1.2V$) にすると通常動作モードに戻ります。このとき、デバイスがターンオンする際に、EN のソフトスタート機能が働きます。

す。システムのパワーアップ中と、電源電圧が 2.3V 未満となるアンダーボルテージ状態では、EN ピンを Low にして LM8801 をオフにしてください。EN ピンは開放のまま使用してはなりません。

ソフトスタート

LM8801 は、スタートアップ時の突入電流を制限するソフトスタート回路を搭載しています。この回路は、スタートアップ時にスイッチ電流のリミット値を段階的に増加させます。ソフトスタートは V_{IN} が 2.3V に達した後に、EN がロジック Low から High に遷移した場合にのみ動作します。

サーマル・シャットダウン保護

LM8801 は、過負荷や短時間の短絡からデバイスを保護するため、熱過負荷保護機能を内蔵しています。接合部温度が約 $150^{\circ}C$ を超えると、デバイスは動作を停止します。P-FET と N-FET はどちらもターンオフします。温度が $130^{\circ}C$ 未満に下がると、通常動作が再開します。熱過負荷状態で長時間動作を続けることは、デバイスを破壊する恐れもあり適切ではありません。

UVLO (アンダーボルテージ・ロックアウト)

LM8801 には、入力電圧またはバッテリー電圧が低すぎる場合にパワー・デバイスをターンオフする UVP コンパレータが備わっています。通常の UVP スレッショルドは、100mV のヒステリシスで約 2V です。

アプリケーション情報

インダクタの選択

インダクタの選定時には主に2つの考慮すべき点があります。1つはインダクタが飽和しないこと、もう1つは出力電圧リップルを目標内に抑えるためにインダクタの電流リップルが十分小さくなるようにすることです。メーカーによって飽和電流の定格仕様は異なるため、詳細まで十分検討する必要があります。通常、飽和電流の定格は25℃で規定されています。したがって、アプリケーションの最大周囲温度における定格をメーカーに問い合わせてください。

良好な性能を保証するためのインダクタンスの最小値は、周囲温度の全範囲にわたりバイアス電流 I_{LIM} (typ)で0.3 μ Hです。

ノイズの放射が少ない、シールド付きインダクタを推奨します。インダクタの定格飽和電流を選択するには、以下に述べる2つの方法があります。

方法 1:

飽和電流を、最大負荷電流と最悪ケースのピーク・インダクタ電流を足し合わせたものよりも大きくします。これは次式で表せます。

$$I_{SAT} > I_{OUTMAX} + I_{RIPPLE}$$

$$\text{where } I_{RIPPLE} = \left(\frac{V_{IN} - V_{OUT}}{2 \times L} \right) \times \left(\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \right) \times \left(\frac{1}{f} \right)$$

- I_{RIPPLE} : ピーク・インダクタ電流の平均
- I_{OUTMAX} : 最大負荷電流 (600mA)
- V_{IN} : アプリケーションの最大入力電圧
- L : 許容誤差のワーストケース (方法1では30%低下する可能性があります)を含むインダクタンスの最小値
- f : 最小スイッチング周波数 (5.4MHz)

- V_{OUT} : 出力電圧

方法 2:

より確実に推奨される方法は、最大電流リミット値 1300mA を扱えるインダクタを選択することです。

高効率を得るために、インダクタの抵抗成分は約 0.1 Ω 以下でなければなりません。Table 1 に、推奨インダクタとそのメーカーを示します。

入力コンデンサの選択

ほとんどのアプリケーションでは、2.2 μ F、6.3V のセラミック・コンデンサで十分です。入力コンデンサは可能な限り V_{IN} ピンの近くに配置してください。入力電圧のフィルタリング特性をよくするために、容量値や電圧定格がより大きなコンデンサも使用できます。X7R または X5R タイプを使用してください。Y5V タイプは使用しないでください。0402 や 0603 のようなパッケージ・サイズを選択する場合は、セラミック・コンデンサの DC バイアス特性を検討してください。

入力フィルタ・コンデンサは、各サイクルの前半で LM8801 のハイサイド・スイッチに電流を供給し、また入力電源に重畳している電圧リップルを低減します。セラミック・コンデンサは ESR が小さいことから、このように急激に変化する電流によって生じる入力電圧の電圧スパイク・ノイズをフィルタリングするのに最適です。リップル電流の定格が十分な入力フィルタ・コンデンサを選んでください。

入力電流のリップルは、次式で求めることができます。

$$I_{RMS} = I_{OUTMAX} \times \sqrt{\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \times \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} + \frac{r^2}{12} \right)}$$

$$r = \frac{(V_{IN} - V_{OUT}) \times V_{OUT}}{L \times f \times I_{OUTMAX} \times V_{IN}}$$

ワーストケースは $V_{IN} = 2 \times V_{OUT}$ の場合です。

TABLE 1. Suggested Inductors and Suppliers

Model	Vendor	Dimensions LxWxH (mm)
MIPSZ2012D0R5	FDK	2.0 x 1.2 x 1.0
LQM21PNR54MG0D	Murata	2.0 x 1.2 x 0.9

出力コンデンサの選択

4.7 μ F、6.3V のセラミック・コンデンサ (タイプ X7R または X5R) を使ってください。Y5V は使わないでください。0402 や 0603 のような小型サイズのコンデンサを選択する際には、セラミック・コンデンサの DC バイアス特性を考慮してください。DC バイアス特性はメーカーによって異なります。コンデンサを選択する過程で DC バイアス特性曲線をメーカーに請求してください。**良好な性能を得るための出力コンデンサは、容量の最小値が周囲温度の全範囲にわたり、許容誤差を含めて DC 1.8V バイアス時に 2.2 μ F (4.7 μ F コンデンサの場合) となるものです。**

出力フィルタ・コンデンサは、インダクタから負荷に流れる電流を平滑化して負荷変動時に出力電圧を安定させ、また出力電圧のリップル分を低減します。このような目的を満たすために十分に低い ESR と、かつ十分な容量を持つコンデンサを選ばなければなりません。

出力電圧のリップルは、出力コンデンサの充放電およびその R_{ESR} によって生じ、次式のように表されます。

容量によるリップルのピーク・ツー・ピーク電圧は、次式で求められます。

$$V_{PP-C} = \frac{I_{RIPPLE}}{4 * f * C}$$

ESR によるリップルのピーク・ツー・ピーク電圧は、次式で求められます。

$$V_{PP-ESR} = (2 * I_{RIPPLE}) * R_{ESR}$$

これらの2つの成分は位相が異なるため、リップルのピーク・ツー・ピーク電圧の概算値を rms 値から求めることができます。

リップルのピーク・ツー・ピーク電圧の2乗平均平方根は、次式で求められます。

$$V_{PP-RMS} = \sqrt{V_{PP-C}^2 + V_{PP-ESR}^2}$$

出力電圧リップルが、電流リップルと出力コンデンサの等価直列抵抗 (R_{ESR}) によって決まることがわかります。 R_{ESR} は周波数に依存します (温度にも依存します)。計算では、デバイスのスイッチング周波数における値を使用するように注意してください。

アプリケーション情報 (つづき)

Table 2 に、コンデンサのメーカーを示します。

TABLE 2. Suggested Capacitors and Suppliers

Model	Vendor	Case Size Inch (mm)
GRM155R60J225ME15 (C _{IN})	Murata	0402 (1005)
JMK105BJ225MV-F (C _{IN})	Taiyo Yuden	0402 (1005)
CL05A475MQ5NRNC (C _{IN} or C _{OUT})	Samsung	0402 (1005)

micro SMD パッケージの実装と使用

micro SMD パッケージの使用に際しては、ナショナル セミコンダクターのアプリケーション・ノート AN-1112 記載の通り、専用の基板パターン、高精度の部品マウント、高度なリフロー技術が必要です。同アプリケーション・ノートの「表面実装アセンブリに関する考慮事項」も参照してください。高品質の実装を行うには、位置合わせの手順を守り、デバイスの搭載を容易にしなければなりません。

micro SMD パッケージで用いられるパッドは NSMD (非ハンダ・マスク定義) を推奨します。すなわち、ハンダ・マスクの開口部がパッド・サイズよりも大きいことを意味します。ハンダ・マスクとパッドが重なったときに形成される、デバイスをボード表面から浮かせて実装に干渉を与えるリップを防ぎます。詳細については、アプリケーション・ノート AN-1112 を参照してください。

基板レイアウトの考慮事項

プリント基板のレイアウトは DC/DC コンバータの設計で重要な部分を占めています。設計が適切ではないプリント基板を使用すると、EMI、グラウンド・バウンス、配線での電圧降下などにより、DC/DC コンバータの性能と周辺回路の動作に影響を与えます。不適切な基板では、DC/DC コンバータ IC に不正な信号が入力され、制御性と安定度が低下します。また、リフローでは、パターン設計が適切でないと、micro SMD のハンダ・バンプとプリント基板パッドとのハンダ付けが悪くなり、誤動作や性能低下の原因となります。

LM8801 を実装する際は、Figure 4 に示す基本的な設計ルールに従い、適切なプリント基板設計を行ってください。

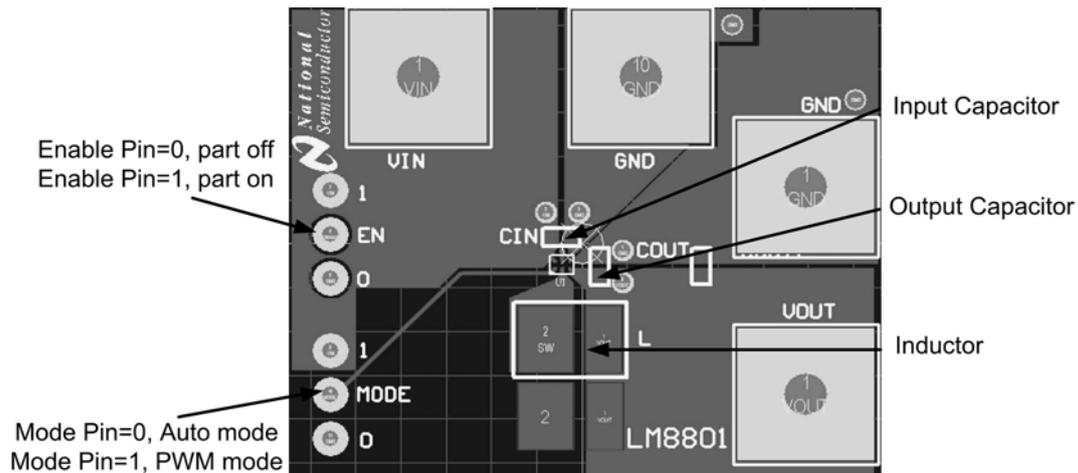


FIGURE 4. LM8801 Board Layout (Top View)

- LM8801 を 8.26mil のパッド上に配置してください。熱リレーフとして幅 7mil で長さ約 7mil のトレースを各パッドに接続し、次に各トレースを徐々に最適な幅に広げてください。ハンダ・バンプのリフロー時の均等性を保つ必要があるため対称性が重要です (AN-1112 「micro SMD の実装と使用」を参照)。
- LM8801 とインダクタとフィルタ・コンデンサは互いに近くに配置して配線長を短くします。これらの部品間では比較的大きなスイッチング電流が流れ、配線がアンテナの役割を果たしてしまうからです。この配置ルールに従えば放射ノイズを低減できます。入力コンデンサを V_{IN} および GND ピンのごく近くに配置することにも特に注意してください。
- スイッチング電流が一方向にきれいに流れるように部品相互の位置を決めます。各スイッチング・サイクルの前半で、電流は入力フィルタ・コンデンサから LM8801 とインダクタを通過して出力フィルタ・コンデンサへと流れ、リターンがグ

ラウンドに流れて電流ループが形成されます。サイクルの後半に LM8801 を介してインダクタがグラウンドから引き込んだ電流は、出力フィルタ・コンデンサへと流れ、リターンはグラウンドへと戻り、第 2 の電流ループを形成します。2 つのループを流れる電流がサイクルの前後半で同じ向きになるようにレイアウトして、サイクル内での磁界の反転を防ぎ、放射ノイズを低減します。

- LM8801 の GND ピンとフィルタ・コンデンサは、まず基板の部品側の面に十分な銅箔の仮のグラウンド・パターンを設けて接続してください。さらに、グラウンド層がある場合は、この仮のグラウンド・パターンとグラウンド層を複数のビアで接続してください。これは、スイッチング電流がグラウンド層に回り込むのを防ぎ、グラウンド層のノイズを低減するためです。また、LM8801 のグラウンド接続を低インピーダンスとすることにより、グラウンド・バウンスを抑える効果もあります。

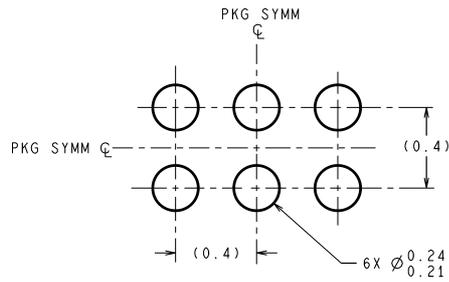
アプリケーション情報 (つづき)

5. DC/DCコンバータ回路の出力と電源部品間になるべく広い配線パターンを用いてください。配線パターンが持つ抵抗成分で生じる電圧降下を低減できます。
6. 電圧帰還信号などノイズの影響を受けやすい信号はノイズを出すパワー部品間の信号からなるべく離して配線します。電圧帰還トレースは LM8801 回路の近くに配置し、FB から出力コンデンサの V_{OUT} へ直接ルーティングし、かつ、ノイズの多い部品からは離してルーティングしてください。こうすることにより、EMI ノイズが DC/DC コンバータの電圧帰還信号配線に乗らないようにします。

7. 無線 IF 部などのノイズに敏感な回路は、DC/DC コンバータや CMOS デジタル回路その他のノイズを発生しやすい部品から離して配置します。距離を保つことでシステム内のノイズの影響を受けやすい回路に対する干渉を低減できます。

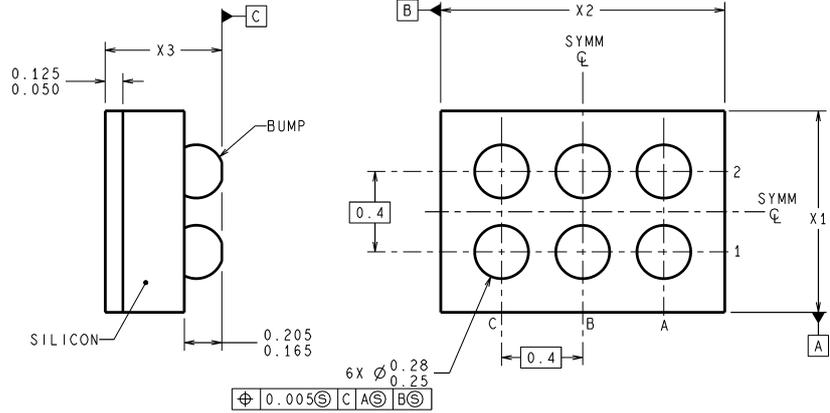
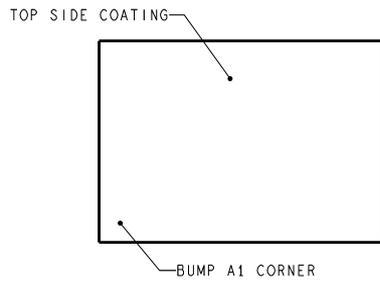
例えば、携帯電話の基板においては、DC/DC コンバータを隅に置き、やはりノイズ源となり得る CMOS デジタル回路をその周囲に配置します。一方、ノイズに敏感なプリアンプや IF 段は、基板の対角の隅に置くようにします。ノイズの影響を受けやすい回路は蓋状の金属でシールドしたり、伝導性ノイズを低減するために、電源を低ドロップアウト・リニア・レギュレータを用いて再度レギュレートする手法も採られます。

外形寸法図 特記のない限り inches (millimeters)



DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
DIMENSIONS IN () FOR REFERENCE ONLY

LAND PATTERN RECOMMENDATION



TMD06XXX (Rev B)

6-bump (Large) micro SMD, 0.4 mm pitch
NS Package Number TMD06LCA
X1 = 1.065 mm \pm 0.030 μ m
X2 = 1.265 mm \pm 0.030 μ m
X3 = 0.6 mm \pm 0.075 mm

* Pin A1 is established by lower left corner with respect to text orientation

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 © 2010 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