

LM3674

LM3674 2MHz, 600mA Step-Down DC-DC Converter in SOT 23-5



Literature Number: JAJ3AG3

LM3674

2MHz、600mA 降圧型 DC/DC コンバータ、SOT23-5 パッケージ

概要

LM3674 は、単一のリチウムイオン・セル・バッテリーから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 2.7V ~ 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。固定出力電圧仕様および可変出力電圧仕様があります。

携帯電話、その他の携帯用システムにおいて優れた機能と性能を発揮します。このデバイスは、固定周波数 2MHz (代表値) の PWM モードで動作します。内部の同期整流回路によって高効率の動作が可能です。シャットダウン・モードにするとデバイスがオフになり、バッテリーの消費電流が 0.01 μ A (代表値) に低下します。

LM3674 の SOT23-5 パッケージには鉛使用および鉛フリー仕様があります。2MHz (代表値) という高いスイッチング周波数により、外付けの表面実装部品として必要なのは小型のインダクタ 1 個とセラミック・コンデンサ 2 個だけです。

特長

- 最大負荷電流 : 600mA
- 入力電圧範囲 : 2.7V ~ 5.5V
- 1.0V ~ 3.3V の固定および可変出力電圧範囲
- 単一のリチウムイオン・セル・バッテリーにより動作可能
- 内部の同期整流回路による高い効率
- 内部ソフトスタート
- 0.01 μ A のシャットダウン電流 (代表値)
- 2MHz 固定の PWM スwitching 周波数 (代表値)
- SOT23-5 パッケージ
- 過電流保護およびサーマル・シャットダウン保護

アプリケーション

- 携帯電話
- PDA
- MP3 プレーヤ
- 携帯機器
- W-LAN
- デジタル・カメラ
- ポータブル・ハードディスク

代表的なアプリケーション

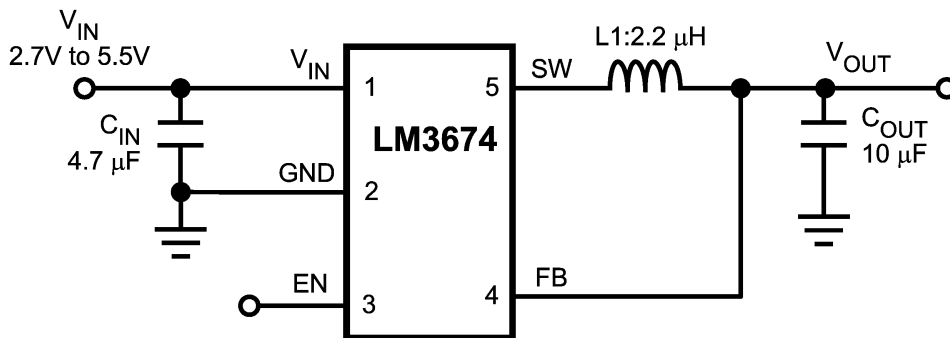


FIGURE 1. Typical Application Circuit

代表的なアプリケーション (つづき)

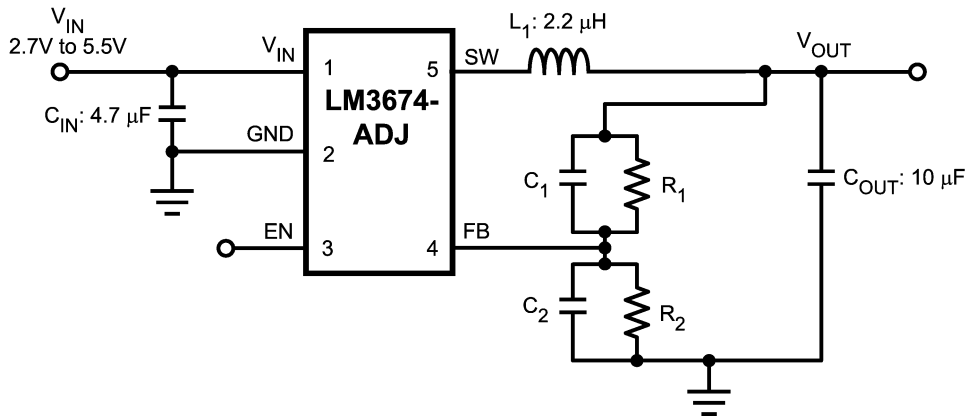
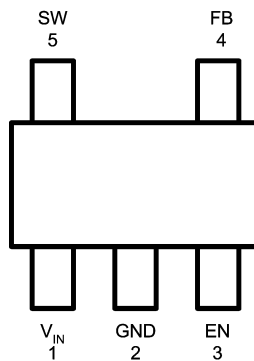


FIGURE 2. Typical Application Circuit

ピン配置図およびパッケージ・マーキング情報

SOT23-5 Package
NS Package Number MF05A



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。

FIGURE 3. Top View

ピン説明

ピン番号	ピン名	説明
1	V _{IN}	電源入力。入力フィルタ・コンデンサを接続します (Figure 1)。
2	GND	グラウンド・ピン。
3	EN	イネーブル入力。このピンの電圧を < 0.4V にするとデバイスはシャットダウン・モードに移行し、> 1.0V 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。
4	FB	帰還アナログ入力ピン。固定電圧仕様の製品の場合は、出力フィルタ・コンデンサに接続します。可変電圧仕様の製品の場合は、外付けの抵抗ディバイダが必要です (Figure 2)。可変電圧仕様では内部の抵抗ディバイダは使用不能になっています。
5	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。

製品情報

Voltage Option (V)	Order Number (Level 95)	SPEC	Package Marking	Supplied As (#/reel)
1.2	LM3674MF-1.2	NO PB	SLRB	1000
	LM3674MFX-1.2	NO PB		3000
	LM3674MF-1.2			1000
	LM3674MFX-1.2			3000
1.5	LM3674MF-1.5	NO PB	SLSB	1000
	LM3674MFX-1.5	NO PB		3000
	LM3674MF-1.5			1000
	LM3674MFX-1.5			3000
1.8	LM3674MF-1.8	NO PB	SLHB	1000
	LM3674MFX-1.8	NO PB		3000
	LM3674MF-1.8			1000
	LM3674MFX-1.8			3000
1.875	LM3674MF-1.875	NO PB	SNNB	1000
	LM3674MF-1.875	NO PB		3000
	LM3674MF-1.875			1000
	LM3674MF-1.875			3000
2.8	LM3674MF-2.8	NO PB	SLZB	1000
	LM3674MFX-2.8	NO PB		3000
	LM3674MF-2.8			1000
	LM3674MFX-2.8			3000
ADJ	LM3674MF-ADJ	NO PB	SLTB	1000
	LM3674MFX-ADJ	NO PB		3000
	LM3674MF-ADJ			1000
	LM3674MFX-ADJ			3000

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 : GND に対する電圧	- 0.2V ~ 6.0V
EN、FB、SW ピン :	(GND - 0.2V) ~ (V_{IN} + 0.2V)
連続消費電力	内部制限
接合部温度 (T_{J-MAX})	+ 125
保存温度範囲	- 65 ~ + 150
最大リード温度 (ハンダ付け、10 秒)	260
ESD 耐圧 (Note 3)	
人体モデル: 全ピン	2 kV
マシン・モデル: 全ピン	200V

動作定格 (Note 1、2)

入力電圧範囲 (Note 11)	2.7V ~ 5.5V
推奨負荷電流	0A ~ 600mA
接合部温度範囲 (T_J)	- 30 ~ + 125
周囲温度範囲 (T_A)	- 30 ~ + 85

放熱特性

接合部 - 周囲間の熱抵抗 (J_A)

2 層基板実装時 (Note 6)	250	/W
4 層基板実装時 (Note 6)	130	/W

電気的特性 (Note 2、9、10)

標準字体で記載されたリミット値は $T_J = 25$ での値です。太字で記載されたリミット値は、動作温度の全範囲 (- 30 T_J + 125) に適用されます。特記のない限り、仕様は LM3674 を $V_{IN} = EN = 3.6V$ とした場合のもので。

Symbol	Parameter	Condition	Min	Typ	Max	Units
V_{FB}	Feedback Voltage (Note 12, 13)	$I_O = 10mA$	-4		+4	%
	Line Regulation	$2.7V \leq V_{IN} \leq 5.5V$ $I_O = 100 mA$		0.083		%/V
	Load Regulation	$100 mA \leq I_O \leq 600 mA$ $V_{IN} = 3.6V$		0.0010		%/mA
V_{REF}	Internal Reference Voltage	(Note 7)		0.5		V
I_{SHDN}	Shutdown Supply Current	EN = 0V		0.01	1	μA
I_Q	DC Bias Current into V_{IN}	No load, device is not switching (FB=0V)		300	600	μA
$R_{DSON (P)}$	Pin-Pin Resistance for PFET	$I_{SW} = 200mA$		380	500	m Ω
$R_{DSON (N)}$	Pin-Pin Resistance for NFET	$I_{SW} = 200mA$		250	400	m Ω
I_{LIM}	Switch Peak Current Limit	Open Loop (Note 8)	830	1020	1200	mA
V_{IH}	Logic High Input		1.0			V
V_{IL}	Logic Low Input				0.4	V
I_{EN}	Enable (EN) Input Current			0.01	1	μA
F_{OSC}	Internal Oscillator Frequency	PWM Mode	1.6	2	2.6	MHz

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、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: 人体モデルの場合、100pF のコンデンサから直列抵抗 1.5k を通して各ピンに放電させます。マシン・モデルでは、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)。ナショナル セミコンダクターは、集積回路を取り扱う際には常に適切な注意を払うことを推奨します。ESD に関してデバイスを正しく取扱わないと、破損するおそれがあります。

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。 $T_J = 150$ (代表値) でサーマル・シャットダウン状態に入り、 $T_J = 130$ (代表値) で解除されます。

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})、使用時のデバイス最大消費電力 (P_{D-MAX})、使用時の部品 / パッケージの接合部 - 周囲間の熱抵抗 (J_A) により、式 $T_{A-MAX} = T_{J-MAX} - (J_A \times P_{D-MAX})$ で与えられます。周囲温度ごとの P_{D-MAX} の値は、定格消費電力の表を参照してください。

Note 6: 接合部 - 周囲間の熱抵抗は、アプリケーションとボード・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。ここに示した 250 /W という値は、JEDEC 規格に準拠した、4 × 3 インチ、2 オンス銅箔 (102 × 76mm、70 μm 銅箔) の 2 層基板による測定に基づいています。JEDEC 規格に準拠した、4 × 3 インチ、2/1/1/2 オンス銅箔 (102 × 76mm、70/35/35/70 μm 銅箔) の 4 層基板の場合の J_A は 130 /W になります。

Note 7: 可変出力電圧仕様では、目的とする出力電圧において FB ピンの電圧が 0.5V になるように抵抗ディバイダを選定してください。

Note 8: 電源電圧と温度に対する開ループのデータとその変動はデータシートのグラフを参照してください。「電気的特性」の表は、開ループのデータです。(FB = 0V とし、SW ピンから流れる電流を電流リミッタが作動するまでサイクルごと上昇させます。) 開ループの電流リミット値は、アプリケーション回路において出力電圧が 10% 低下するまで出力電流を増加させた場合の、インダクタのピーク電流を測定したものです。

Note 9: 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。代表値は保証されていませんが、最も標準的と考えられる値を表しています。

Note 10: 特記のない限り、「電気的特性」の表のパラメータは $V_{IN} = 3.6V$ として測定したものです。入力電圧範囲を超えた場合の性能はデータシートのグラフを参照してください。

電気的特性 (Note 2、9、10) (つづき)

標準字体で記載されたリミット値は $T_J = 25$ での値です。太字で記載されたリミット値は、動作温度の全範囲 (-30 T_J $+125$) に適用されます。特記のない限り、仕様は LM3674 を $V_{IN} = EN = 3.6V$ とした場合のものであります。

Note 11: 特定の出力電圧に対して理想的なアプリケーション性能を得るための推奨入力電圧範囲を以下に示します。

1.0V $V_{OUT} < 1.8V$ の場合、 $V_{IN} = 2.7V \sim 5.5V$

1.8V $V_{OUT} = 3.3V$ の場合、 $V_{IN} = (V_{OUT} + V_{DROPOUT}) \sim 5.5V$

ここで、 $V_{DROPOUT} = I_{LOAD} \times (R_{DS(on)} + R_{INDUCTOR})$ です。

Note 12: 可変出力電圧を 1.5V に設定した場合。

Note 13: $V_{OUT} < 2.5V$ の場合、 $V_{IN} = 3.6V$ 、 $V_{OUT} = 2.5V$ の場合、 $V_{IN} = V_{OUT} + 1$ とします。

定格消費電力

θ_{JA}	$T_A \leq 25^\circ C$ (Power Rating)	$T_A = 60^\circ C$ (Power Rating)	$T_A = 85^\circ C$ (Power Rating)
250°C/W (2 layer board)	400mW	260mW	160mW
130°C/W (4 layer board)	770mW	500mW	310mW

ブロック図

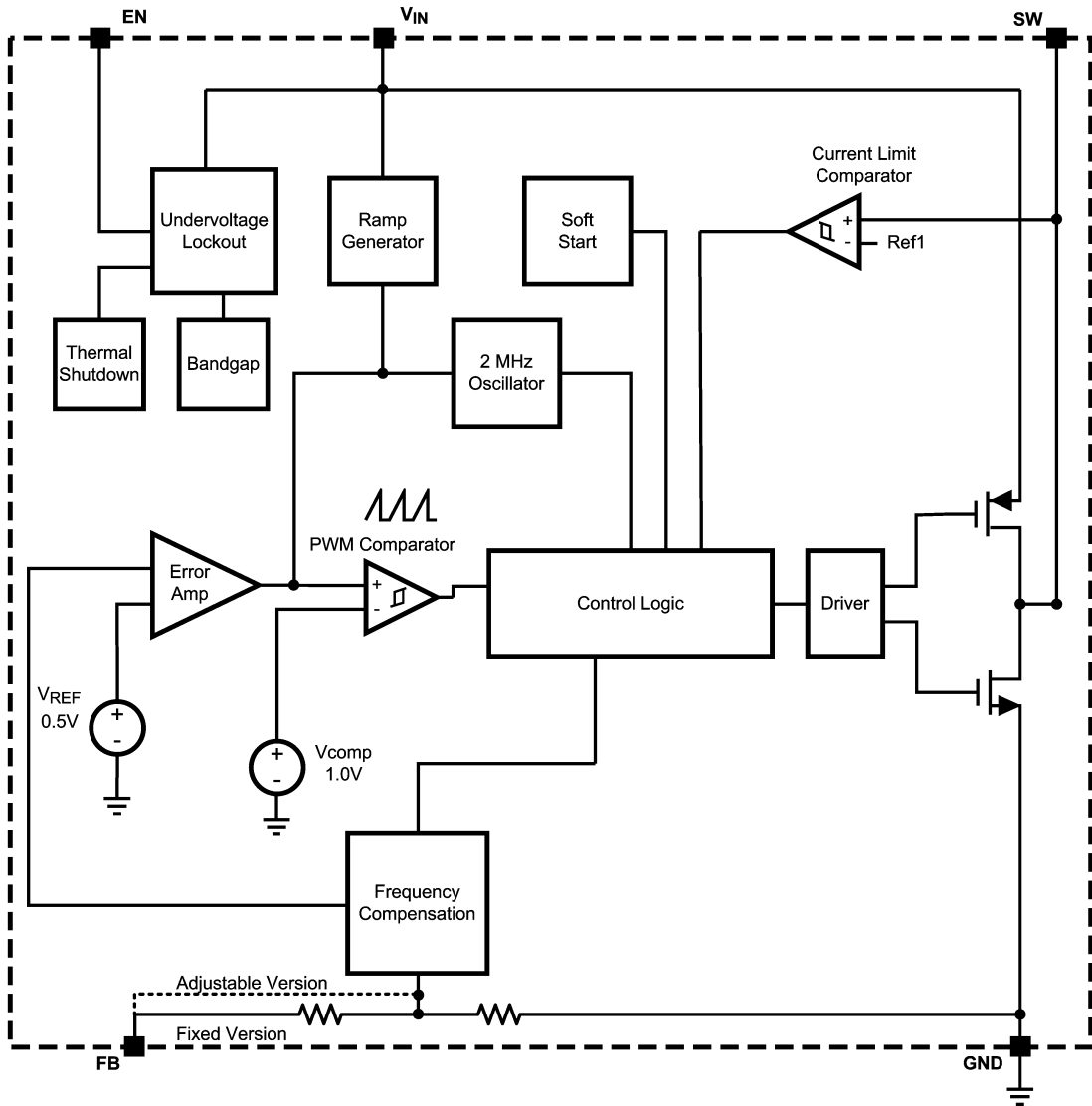
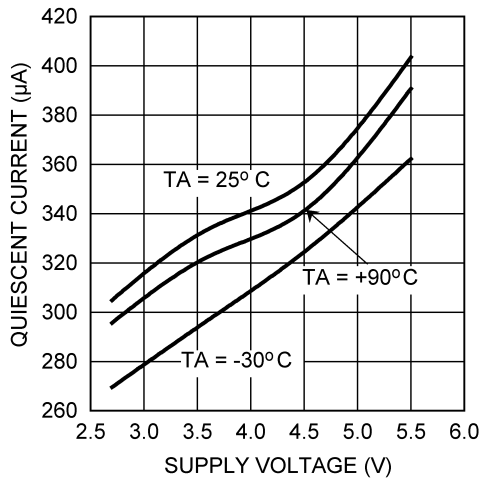


FIGURE 4. Simplified Functional Diagram

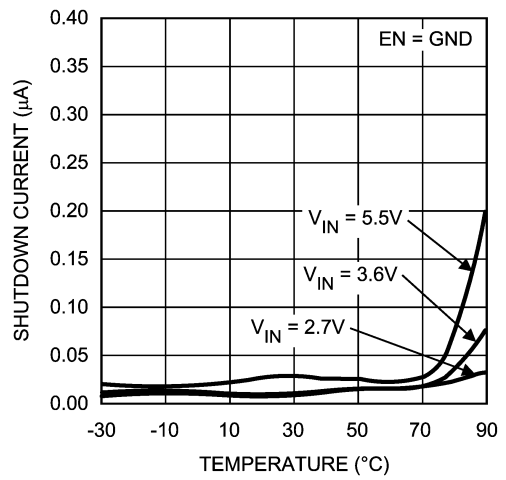
代表的な性能特性

(特記のない限り、 $V_{IN} = 3.6V$ 、 $V_{OUT} = 1.5V$ 、 $T_A = 25^\circ C$)

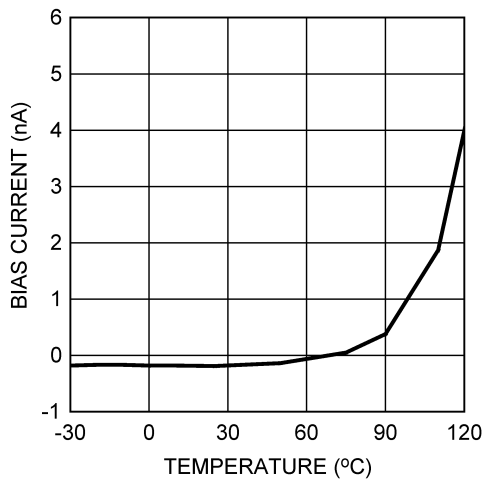
Quiescent Current vs. Supply Voltage
(FB = 0V, No Switching)



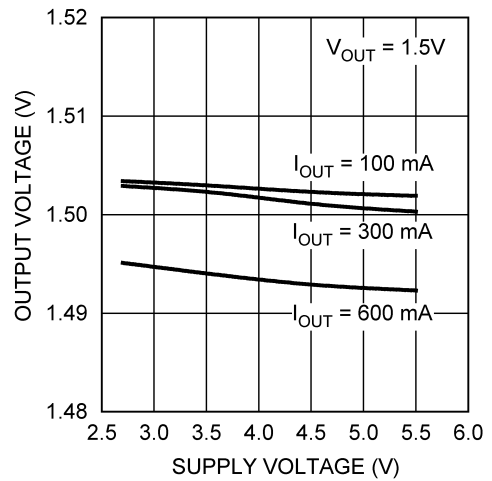
I_Q Shutdown vs. Temp



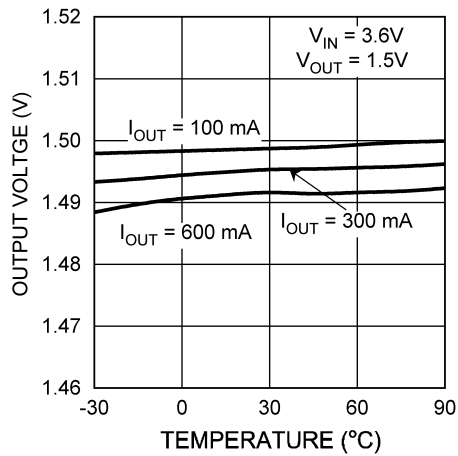
Feedback Bias Current vs. Temp



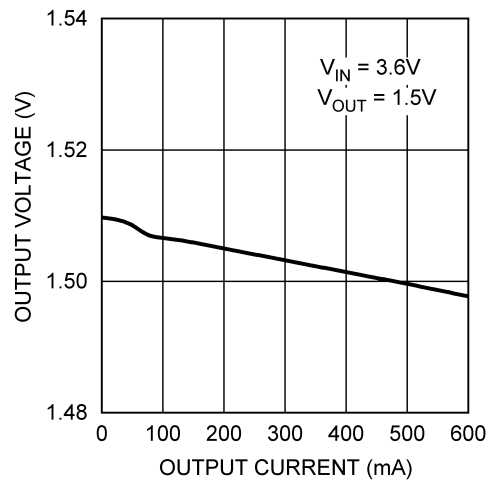
Output Voltage vs. Supply Voltage



Output Voltage vs. Temperature



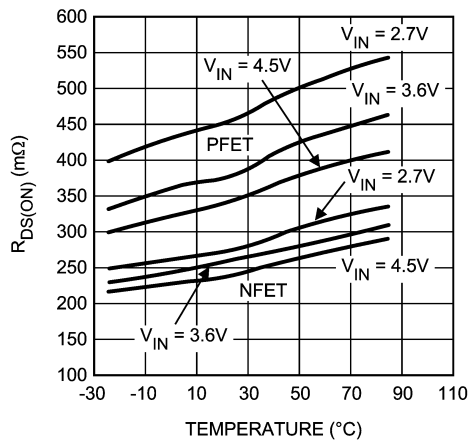
Output Voltage vs. Output Current



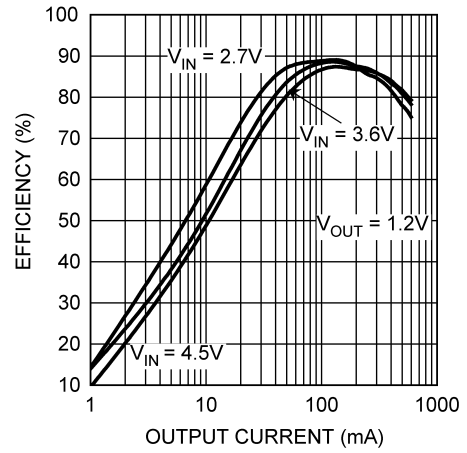
代表的な性能特性 (つぎ)

(特記のない限り、 $V_{IN} = 3.6V$ 、 $V_{OUT} = 1.5V$ 、 $T_A = 25^\circ C$)

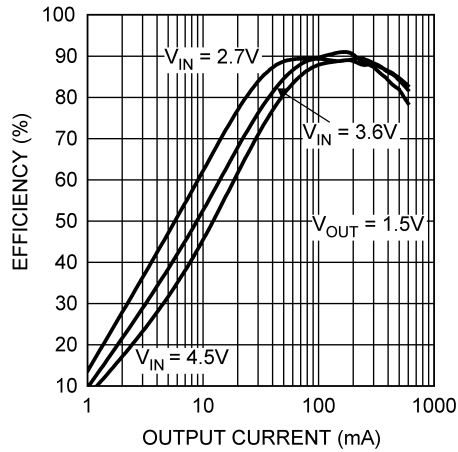
$R_{DS(ON)}$ vs. Temperature



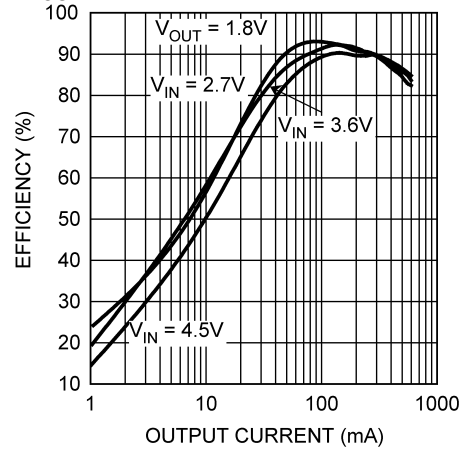
Efficiency vs. Output Current
($V_{OUT} = 1.2V$, $L = 2.2\mu H$, $DCR = 200m$)



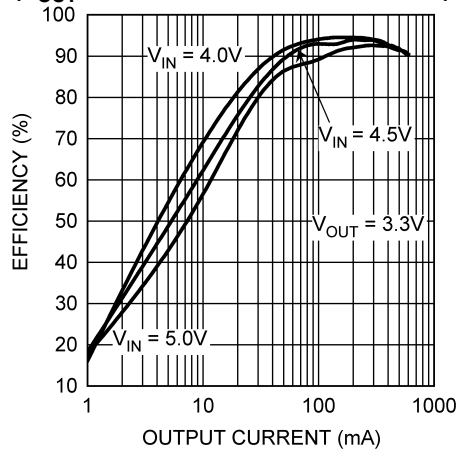
Efficiency vs. Output Current
($V_{OUT} = 1.5V$, $L = 2.2\mu H$, $DCR = 200m$)



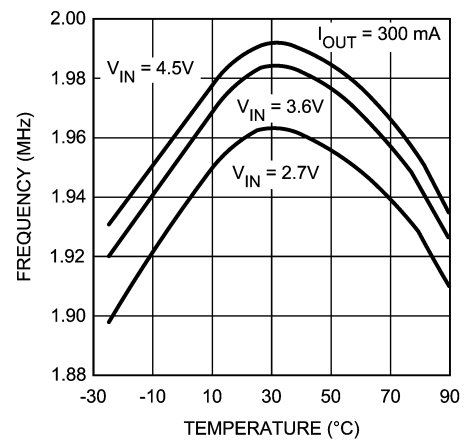
Efficiency vs. Output Current
($V_{OUT} = 1.8V$, $L = 2.2\mu H$, $DCR = 200m$)



Efficiency vs. Output Current
($V_{OUT} = 3.3V$, $L = 2.2\mu H$, $DCR = 200m$)



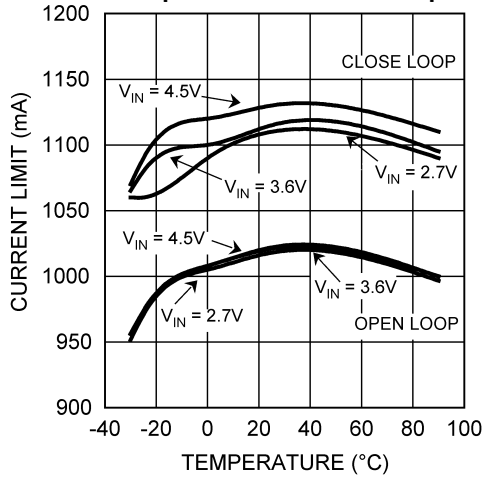
Switching Frequency vs. Temperature



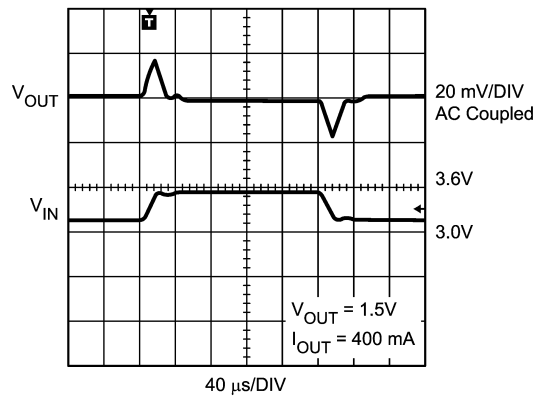
代表的な性能特性 (つぎ)

(特記のない限り、 $V_{IN} = 3.6V$ 、 $V_{OUT} = 1.5V$ 、 $T_A = 25^\circ C$)

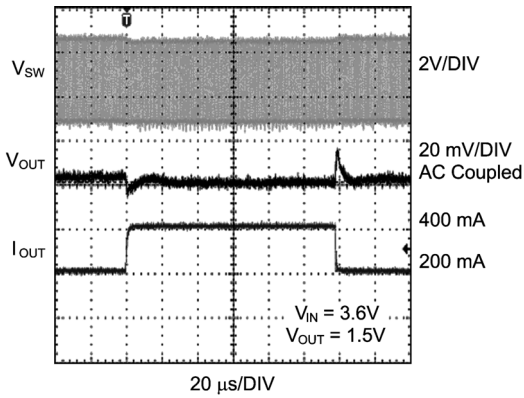
Open/Closed Loop Current Limit vs. Temperature



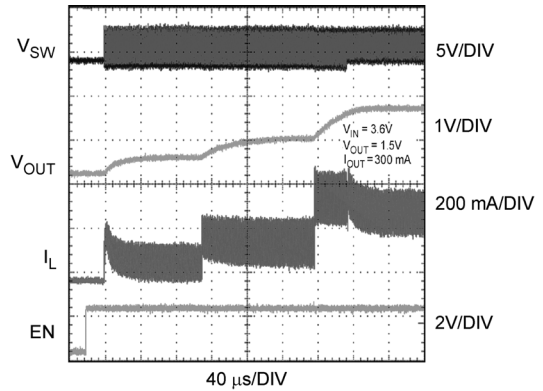
Line Transient Response



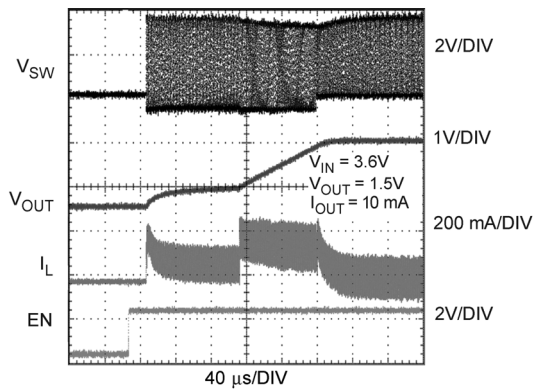
Load Transient



Start Up
(Output Current = 300mA)



Start Up
(Output Current = 10mA)



動作説明

デバイス情報

LM3674 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・バッテリーから一定電圧を供給する、入力電圧範囲 2.7V ~ 5.5V の降圧型 DC/DC スイッチング・コンバータ (バック型コンバータ) です。LM3674 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、および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。

LM3674 には 2 つの動作モード、PWM (パルス幅変調) モードとシャットダウン・モードがあります。デバイスは、 I_{OUT} の全範囲にわたり PWM モードで動作します。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。 $(I_{SHUTDOWN} = 0.01 \mu A \text{ (代表値)})$

その他にも、ソフトスタート、アンダーボルテージ保護、過電流保護、過熱保護の各機能を備えています。Figure 1 に示すとおり、実装時に必要となる外付けの電源部品は 3 つだけです。

デバイスは 0.5V の内部基準電圧を使用します。入力電圧が 2.7V 以上になるまで、シャットダウン・モードに保っておくことを推奨します。

回路動作

各スイッチング・サイクルの前半で、LM3674 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。インダクタはエネルギーを磁界に蓄えることにより、電流立ち上がり傾斜が以下の式で表されるように電流を制限します。

$$\frac{V_{IN} - V_{OUT}}{L}$$

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、NFET の同期整流器を起動します。インダクタが NFET 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。インダクタ電流は次式で表される傾斜で立ち下がります。

$$\frac{-V_{OUT}}{L}$$

出力フィルタ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。

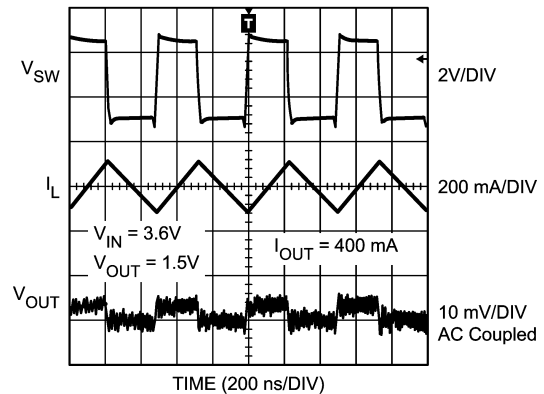
P-FET スイッチを時間とともに変調させることにより出力電圧を調節して、負荷に供給する平均電流を制御します。その効果は、スイッチおよび同期整流器によって生成し、SW ピンに出力されるデューティ・サイクル比に変調された矩形波をインダクタとフィルタ・コンデンサで構成されるローパス・フィルタに供給するのと同じです。出力電圧は SW ピンの平均電圧に等しくなります。

PWM 動作

このコンバータの PWM (パルス幅変調) 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スイッチングすることにより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ることにより、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、コンバータが作動して制御論理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。



内部の同期整流

PWM モードの LM3674 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、高い効率を得ることができます。

電流制限

LM3674 は、過負荷の状態になると電流制限機能によりチップ本体および外付け部品を保護します。PWM モードには、1020mA (代表値) で作動する内部コンパレータを使った電流制限機能を実装されています。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 NFET 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。

ソフトスタート

LM3674 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 2.7V に達した後に、EN がロジック LOW から HIGH に遷移した場合のみ動作します。ソフトスタート回路には、スイッチ電流のリミット値を 70mA、140mA、280mA、1020mA (それぞれスイッチ電流リミット値の代表値) のように、段階的に増加させる機能があります。したがって、スタートアップ時間は出力コンデンサとスタートアップ時に必要とされる負荷電流によって決まります。代表的なスタートアップ時間は、出力コンデンサ 10 μF 、負荷電流 300mA の場合に 350 μs 、負荷電流が 10mA の場合は 240 μs です。

動作説明 (つづき)

LDO - 低ドロップアウト動作

LM3674-ADJ は、低ドロップアウトの出力電圧に対応した 100% デューティ・サイクル (スイッチングなし、PMOS スイッチが常時オン) の動作が可能です。このようにして、できる限り低い入力電圧まで出力電圧を制御できます。デバイスを 100% 近いデューティ・サイクルで動作させると、出力電源のリップルが若干大きく 25mV ほどになります。

出力電圧を保持するために必要な最小入力電圧は次式で与えられます。

$$V_{IN,MIN} = I_{LOAD} * (R_{DS(on),PFET} + R_{INDUCTOR}) + V_{OUT}$$

- I_{LOAD} 負荷電流
- $R_{DS(on),PFET}$ トライオード部分の P-FET スイッチのドレイン・ソース間抵抗
- $R_{INDUCTOR}$ インダクタの抵抗

アプリケーション情報

可変出力電圧仕様 (LM3674-ADJ) の出力電圧選定

可変出力電圧仕様のデバイスの出力電圧は $V_{OUT} \sim FB \sim GND$ 間に接続された抵抗ネットワークによって設定できます。 V_{OUT} は FB が 0.5V になるように調節されます。FB \sim GND 間の抵抗 (R_2) は 200k として、このネットワークを介して流れる電流をノイズの影響を受けない程度に小さくします。 R_2 が 200k、 V_{FB} が 0.5V とすると、抵抗帰還回路を流れる電流は 2.5 μ A となります。出力電圧の式は次の通りです。

$$V_{OUT} = V_{FB} * \left(\frac{R_1}{R_2} + 1 \right)$$

- V_{OUT} = 出力電圧 (V)
- V_{FB} = 帰還電圧 (代表値 0.5V)
- R_1 = $V_{OUT} \sim FB$ 間の抵抗 ()
- R_2 = FB \sim GND 間の抵抗 ()

出力電圧が 1.0V 以上の場合、安定化のためにゼロ周波数を 45kHz に置きます。式は次の通りです。

$$C_1 = \frac{1}{2 * \pi * R_1 * 45 \text{ kHz}}$$

出力電圧が 2.5V 以上の場合、ポール周波数も 45kHz に置きます。ポールおよびゼロが同じ周波数の場合、 C_2 の計算式は次のようになります。

$$C_2 = \frac{1}{2 * \pi * R_2 * 45 \text{ kHz}}$$

C_1 と C_2 を追加することにより形成されるゼロ周波数およびポール周波数の位置は下記の式で表されます。 C_1 を追加することにより、ゼロ周波数に加えて、より高い周波数のポールも生じることがわかります。

$$F_z = \frac{1}{(2 * \pi * R_1 * C_1)}$$

$$F_p = \frac{1}{2 * \pi * (R_1 || R_2) * (C_1 + C_2)}$$

表「Adjustable LM3674 Configurations for Various V_{OUT} 」を参照してください。

TABLE 1. Adjustable LM3674 Configurations for Various V_{OUT}

VOUT (V)	R1 (K Ω)	R2 (K Ω)	C1 (pF)	C2 (pF)	L (μ H)	CIN (μ F)	COU (μ F)
1.0	200	200	18	None	2.2	4.7	10
1.1	191	158	18	None	2.2	4.7	10
1.2	280	200	12	None	2.2	4.7	10
1.5	357	178	10	None	2.2	4.7	10
1.6	442	200	8.2	None	2.2	4.7	10
1.7	432	178	8.2	None	2.2	4.7	10
1.8	464	178	8.2	None	2.2	4.7	10
1.875	523	191	6.8	None	2.2	4.7	10
2.5	402	100	8.2	None	2.2	4.7	10
2.8	464	100	8.2	33	2.2	4.7	10
3.3	562	100	6.8	33	2.2	4.7	10

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。一つはインダクタが飽和しないこと、もう一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直流電流 I_{LIM} (代表値) において 1.76 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。

アプリケーション情報 (つづき)

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。

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

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

- 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 : 許容誤差の最悪ケース (方法 1 では 30% の低下を見込むことができます) 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 (1.6MHz)
- 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 1200mA より大きな定格飽和電流を持つインダクタを選択することです。

定格飽和電流が最低 1200mA の 2.2µH のインダクタは、ほとんどのアプリケーションに推奨できます。高効率を得るために、インダクタの抵抗は約 0.3 Ω 以下でなければなりません。Table 2 に、推奨インダクタとそのメーカーを示します。コスト優先のアプリケーションには、シールドされていないボビン・インダクタを推奨します。一方ノイズ低減が重要なアプリケーションでは、トロイダル・インダクタ、もしくはシールド付きボビン・インダクタを使用する必要があります。

ます。基板設計時に、両タイプのインダクタで兼用できるフットプリントをレイアウトすることにより、設計の柔軟性を持たせておくといでしょう。このような設計を行えば、仮に低コストのボビン・インダクタがノイズの問題で使用できないことがわかった場合でも、低ノイズのトロイダル・インダクタに置き換えることができます。

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、4.7µF、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なるために、より大きな容量値の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。0805 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。良好な性能を得るための入力コンデンサは、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 3V** バイアス時に **2.2µF**、**DC 5V** バイアス時に **1.5µF** となるものです。入力フィルタ・コンデンサは、各サイクルの前半で LM3674 の P-FET 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。

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

$$r = \frac{(V_{IN} - V_{OUT}) \times V_{OUT}}{L \times f \times I_{OUTMAX} \times V_{IN}} \quad \text{The worst case is when } V_{IN} = 2 \times V_{OUT}$$

TABLE 2. Suggested Inductors and Their Suppliers

Model	Vendor	Dimensions LxWxH(mm)	D.C.R (max)
DO3314-222MX	Coilcraft	3.3 x 3.3 x 1.4	200 mΩ
LPO3310-222MX	Coilcraft	3.3 x 3.3 x 1.0	150 mΩ
ELL5GM2R2N	Panasonic	5.2 x 5.2 x 1.5	53 mΩ
CDRH2D14NP-2R2NC	Sumida	3.2 x 3.2 x 1.55	94 mΩ

アプリケーション情報 (つぎ)

出力コンデンサの選択

ほとんどのアプリケーションでは、10 μ F、6.3V のセラミック・コンデンサで十分です。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。0805 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。コンデンサの DC バイアス特性はメーカーごとに異なるため、コンデンサ選択時に DC バイアス特性のグラフをメーカーに要求してください。

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 5.75 μ F 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、 R_{ESR} による出力コンデンサの充放電によって生じ、下記の式のように表されます。

コンデンサ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。

$$V_{PP-C} = \frac{I_{ripple}}{f \times 4 \times C}$$

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。

$$V_{OUT} = V_{PP-ESR} = I_{PP} * R_{ESR}$$

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。

TABLE 3. Suggested Capacitors and Their Suppliers

Model	Type	Vendor	Voltage Rating	Case size inch (mm)
10 μF for C_{OUT}				
GRM21BR60J106K	Ceramic, X5R	Murata	6.3V	0805 (2012)
C2012X5R0J106K	Ceramic, X5R	TDK	6.3V	0805 (2012)
JMK212BJ106K	Ceramic, X5R	Taiyo-Yuden	6.3V	0805 (2012)
4.7 μF for C_{IN}				
GRM21BR60J475K	Ceramic, X5R	Murata	6.3V	0805 (2012)
JMK212BJ475K	Ceramic, X5R	Taiyo-Yuden	6.3V	0805 (2012)
C2012X5R0J475K	Ceramic, X5R	TDK	6.3V	0805 (2012)

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。

アプリケーション情報 (つづき)

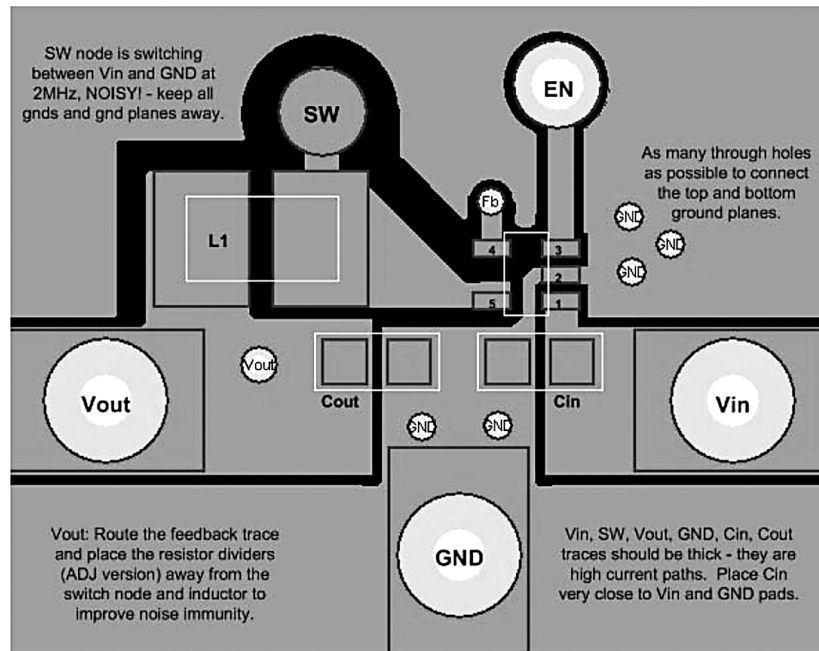


FIGURE 5. Board Layout Design Rules for the LM3674

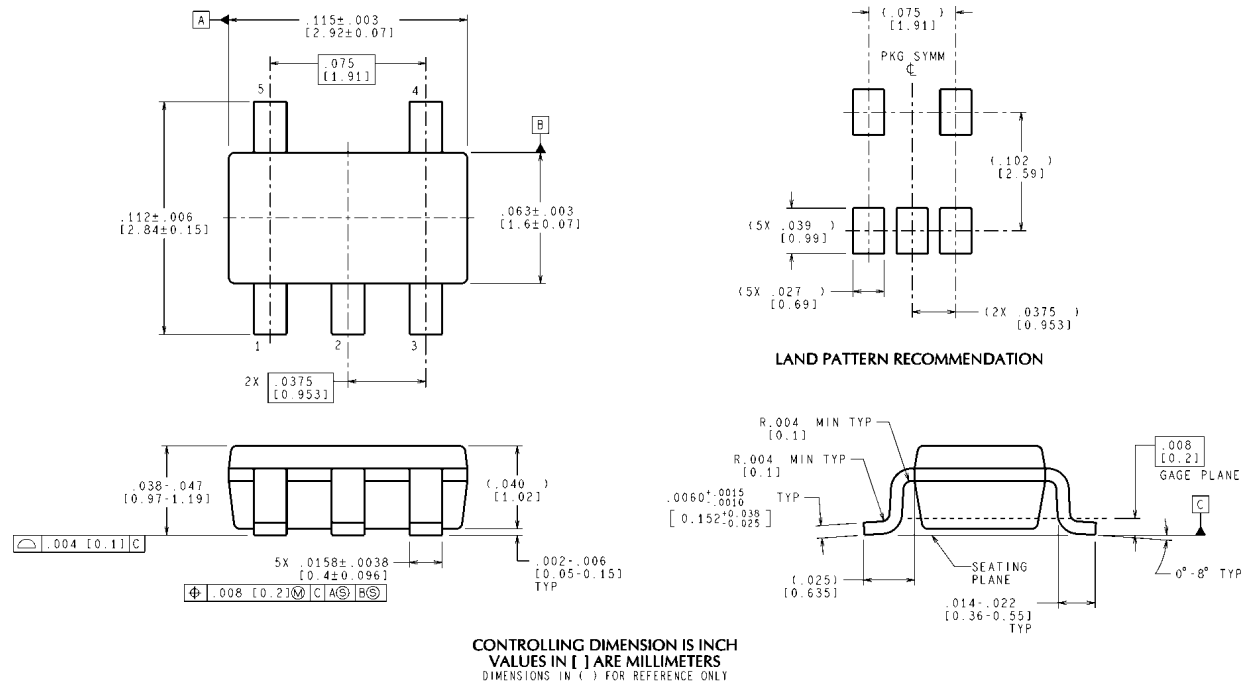
LM3674 を実装する際は、次に述べる基本的な設計ルールに従い、適切なプリント基板設計を行ってください。

1. LM3674 とインダクタおよびフィルタ・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。これらの部品間には比較的大きなスイッチング電流が流れるため、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。
2. スwitching電流が一方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itching・サイクルの前半で、電流は入力フィルタ・コンデンサから LM3674 とインダクタを通して出力フィルタ・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 LM3674 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、第二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。
3. LM3674 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、LM3674 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。

4. DC/DC コンバータ回路の出力と電源部品間にはなるべく広い配線パターンを用いてください。配線パターンの抵抗損失によって生じる電圧誤差を低減します。
5. 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電源部品間の信号からなるべく離して配線します。電圧帰還信号は常に LM3674 の回路の近くを通るように配線し、また直接接続しなければなりません。ノイズを出す部品からは遠ざけて配線する必要があります。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。帰還信号の配線を別層として、最上層と帰還信号の層の間にグラウンド層を挟む方法を推奨します。同様に可変出力電圧仕様のデバイスでは、帰還デバイスを最下層に配置するとよいでしょう。
6. 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)



CONTROLLING DIMENSION IS INCH
VALUES IN [] ARE MILLIMETERS
DIMENSIONS IN () FOR REFERENCE ONLY

MF05A (Rev D)

5-Lead SOT23-5 Package
NS Package Number MF05A

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