

**特長**

- 最大 96%の効率
- 入力電圧範囲: 0.8 V ~  $V_{OUT}$
- 低い入カスタートアップ電圧: 0.9 V
- 出力電圧範囲: 1.8 V ~ 3.3 V
- 静止時電源電流: 23  $\mu$ A
- 固定 PWM モードと軽負荷時の PFM モードを切り替え可能
- 同期式整流
- 真のシャットダウンによる出力アイソレーション
- ソフトスタート機能、補償機能、電流制限機能を内蔵
- 2 mm  $\times$  2 mm の 6 ピン LFCSP パッケージ
- 小型ソリューション・サイズ

**アプリケーション**

- 1セルおよび2セルのアルカリおよび NiMH/NiCd 電池で駆動されるデバイス
- ポータブル・オーディオ・プレーヤ、計測機器、医用機器
- 太陽電池のアプリケーション
- 超小型ハードディスク用電源
- パワーLED による状態インジケータ

**概要**

ADP1607 は、高効率、同期型、固定周波数の昇圧 DC/DC スイッチング・コンバータで、携帯用アプリケーションで使うために出力電圧を 1.8 V ~ 3.3 V の範囲で調整可能です。

2 MHz の動作周波数により、フットプリントが小さく高さの低い外付け部品を使用可能です。さらに、同期式整流、内部補償、内部の固定電流制限および電流モードのアーキテクチャにより、優れた過渡応答を実現し、外付け部品数を最小限に抑えます。

その他の特長として、固定 PWM モードと軽負荷時の PFM モードの選択、真の出力アイソレーション、サーマル・シャットダウン(TSD)機能、ロジック制御によるイネーブルなどがあります。鉛フリーの薄型 6 ピン LFCSP パッケージで供給される ADP1607 は、携帯用デバイスにおいて効率の良い電力変換を実現します。

代表的なアプリケーション回路

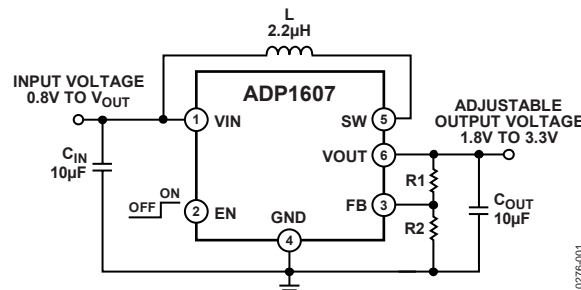


図 1.

アナログ・デバイセズ社は、提供する情報が正確で信頼できるものであることを期していますが、その情報の利用に関して、あるいは利用によって生じる第三者の特許やその他の権利の侵害に関して一切の責任を負いません。また、アナログ・デバイセズ社の特許または特許の権利の使用を明示的または暗示的に許諾するものでもありません。仕様は、予告なく変更される場合があります。本紙記載の商標および登録商標は、各社の所有に属します。※日本語データシートは REVISION が古い場合があります。最新の内容については、英語版をご参照ください。©2012 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

Rev. A

## 目次

特長.....	1	イネーブル/シャットダウン.....	10
アプリケーション.....	1	動作モード.....	10
概要.....	1	内部制御機能.....	11
代表的なアプリケーション回路.....	1	アプリケーション情報.....	12
改訂履歴.....	2	出力電圧の設定.....	12
仕様.....	3	インダクタの選択.....	12
絶対最大定格.....	4	入力コンデンサの選択.....	13
ESD の注意.....	4	出力コンデンサの選択.....	13
ピン配置およびピン機能説明.....	5	レイアウトのガイドライン.....	14
代表的な性能特性.....	6	外形寸法.....	15
動作原理.....	10	オーダー・ガイド.....	15
概要.....	10		

## 改訂履歴

## 12/12—Rev. 0 to Rev. A

Changes to Features Section.....	1
Changed $T_J$ to $T_A$ in Specifications Section.....	3
Changed Figure 6, Figure 7, and Figure 8 Captions.....	6
Changes to Table 5.....	12
Changes to Choosing the Output Capacitor Section.....	13

## 10/12—Revision 0: Initial Version

## 仕様

特に指定がない限り、 $V_{IN} = V_{EN} = 1.2V$ 、 $V_{OUT} = 3.3V$ 、最小仕様/最大仕様では  $T_A = -40^{\circ}C \sim +85^{\circ}C$ 、typ 仕様では  $T_A = 25^{\circ}C$ 。

表 1.

Parameter	Symbol	Test Conditions/Comments	Min	Typ	Max	Unit
SUPPLY						
Minimum Start-Up Voltage <sup>2</sup>	$V_{IN}$	$R_{MIN} = 22 \Omega$	0.9			V
Operating Input Voltage Range <sup>3</sup>			0.8		$V_{OUT}$	V
Shutdown Current	$I_{QSD}$	$V_{EN} = GND, V_{OUT} = GND, T_A = -40^{\circ}C$ to $+45^{\circ}C^4$		0.06	0.67	$\mu A$
Quiescent Current		Nonswitching, measured on VOUT, auto operating mode part only $T_A = -40^{\circ}C$ to $+45^{\circ}C$ $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$ Measured on VIN $T_A = -40^{\circ}C$ to $+45^{\circ}C$ $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$				
				23	29	$\mu A$
				23	40	$\mu A$
				6	11	$\mu A$
Soft Start Time			6		14.6	$\mu A$
				1.3		ms
SWITCH						
Current Limit	$I_{CL}$		0.8	1	1.3	A
NMOS On Resistance	$R_{DSON\_N}$	$I_{SW} = 500 \text{ mA}$		116	165	m $\Omega$
PMOS On Resistance	$R_{DSON\_P}$	$I_{SW} = 500 \text{ mA}$		155	225	m $\Omega$
SW Leakage Current		$V_{SW} = 1.2 \text{ V}, V_{OUT} = 0 \text{ V}, T_A = -40^{\circ}C$ to $+45^{\circ}C^4$		0.18	2	$\mu A$
OSCILLATOR						
Switching Frequency	$f_{SW}$		1.8	2	2.2	MHz
Maximum Duty Cycle	$D_{MAX}$		85	90		%
OUTPUT						
VOUT Range	$V_{OUT}$		1.8		3.3	V
FB Pin Voltage	$V_{FB}$	PWM mode	1.2338	1.259	1.2842	V
FB Pin Current	$I_{FB}$	$V_{FB} = 1.26 \text{ V}$		0.1	0.25	$\mu A$
EN/MODE LOGIC						
Input Voltage Threshold Low	$V_{IL}$				0.25	V
Input Voltage Threshold High	$V_{IH}$		0.8			V
EN/MODE Leakage Current		$V_{EN} = GND$ or $VIN, V_{OUT} = 0 \text{ V}$		0.001	0.25	$\mu A$
THERMAL SHUTDOWN <sup>5</sup>						
Thermal Shutdown Threshold				150		$^{\circ}C$
Thermal Shutdown Hysteresis				15		$^{\circ}C$

1. 温度限界におけるすべての規定値は、標準の統計的品質管理手法(SQC)を使う相関により保証。仕様は予告なく変更される場合があります。
2. 設計によって保証していますが、製造テストは実施していません。ADP1607はいったんイネーブルされると、VINがVOUTを上回ることはありません。
3. 最小値は設計理論値で、最大値はベンチマーク実測値で規定しています。
4. このパラメータは半導体のリーク電流です。半導体のリーク電流は、温度が10 $^{\circ}C$ 上昇するごとに2倍になります。この最大値も全温度範囲で同様に上昇します。
5. サーマル・シャットダウン保護機能はPWMモードでのみ有効です。

## 絶対最大定格

表 2.

Parameter	Rating
VIN, VOUT to GND	-0.3 V to +3.6 V
FB to GND	-0.3 V to +1.4 V
EN, SW to GND (when VIN ≥ VOUT)	-0.3 V to VIN + 0.3 V
EN, SW to GND (when VIN < VOUT)	-0.3 V to VOUT + 0.3 V
EPAD to GND	-0.3 V to +0.3 V
Operating Ambient Temperature Range	-40°C to +85°C
Operating Junction Temperature Range	-40°C to +90°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Soldering Conditions	JEDEC J-STD-020

上記の絶対最大定格を超えるストレスを加えると、デバイスに恒久的な損傷を与えることがあります。この規定はストレス定格の規定のみを目的とするものであり、この仕様の動作のセクションに記載する規定値以上でのデバイス動作を定めたものではありません。デバイスを長時間絶対最大定格状態に置くとデバイスの信頼性に影響を与えます。

絶対最大定格は、組み合わせではなく個別に適用されません。

## 動作温度範囲

ADP1607 は、ジャンクション温度の範囲を超えると損傷を受けることがあります。最大動作ジャンクション温度 ( $T_{J(MAX)}$ ) は最大動作周囲温度 ( $T_{A(MAX)}$ ) より優先されます。周囲温度を監視しても、ジャンクション温度 ( $T_J$ ) が規定温度範囲内にあることは保証できません。

消費電力が大きくプリント回路基板 (PCB) の熱抵抗が大きいアプリケーションでは、最大周囲温度を下げる必要があります。中程度の消費電力で PCB の熱抵抗が小さいアプリケーションでは、ジャンクション温度が規定範囲内にある限り最大周囲温度はその最大値を超えても問題ありません。

デバイスのジャンクション温度 ( $T_J$ ) は、周囲温度 ( $T_A$ )、デバイスの消費電力 ( $P_D$ )、パッケージのジャンクション-周

囲間の熱抵抗 ( $\theta_{JA}$ ) に依存します。最大ジャンクション温度 ( $T_J$ ) は、次式を使って周囲温度 ( $T_A$ ) と消費電力 ( $P_D$ ) から計算します。

$$T_J = T_A + (P_D \times \theta_{JA})$$

## 熱抵抗

パッケージのジャンクションと周囲温度間の熱抵抗値 ( $\theta_{JA}$ ) は、ワーストケース条件で規定。すなわち表面実装パッケージの場合、デバイスを回路ボードにハンダ付けした状態で規定しています。ジャンクションと周囲温度間の熱抵抗値はアプリケーションとボードのレイアウトに大きく依存します。最大消費電力の大きいアプリケーションでは、ボードの熱設計に注意が必要です。 $\theta_{JA}$  の値は、PCB の素材、レイアウト、および環境条件によって異なります。

$\theta_{JA}$  および  $\theta_{JC}$  (ジャンクションとケース間) は、自然対流冷却方式の 4 層 PCB 上で、JESD51-9 規格に基づいて測定し、エクスポーズド・パッドは、サーマル・ビアを持つボードにハンダ付けします。

表 3.

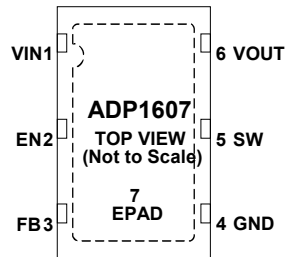
Package Type	$\theta_{JA}$	$\theta_{JC}$	Unit
6-Lead LFCSP	66.06	4.3	°C/W

## ESD の注意



ESD (静電放電) の影響を受けやすいデバイスです。電荷を帯びたデバイスや回路ボードは、検知されないまま放電することがあります。本製品は当社独自の特許技術である ESD 保護回路を内蔵してはいますが、デバイスが高エネルギーの静電放電を被った場合、損傷を生じる可能性があります。したがって、性能劣化や機能低下を防止するため、ESD に対する適切な予防措置を講じることをお勧めします。

## ピン配置およびピン機能説明



注  
1. エクスポーズド・パッドは、GND に接続してください。

10276-002

図 2. ピン配置

表 4. ピン機能の説明

ピン番号	記号	説明
1	VIN	電源ピン。
2	EN	シャットダウン制御ピン。このピンをハイ・レベルにすると、同期整流昇圧が動作し、ロー・レベルにすると同期整流昇圧は動作停止します。
3	FB	出力電圧帰還ピン。
4	GND	電源グラウンド・ピン。
5	SW	NMOS および PMOS のドレイン接続。
6	VOUT	出力電圧および PMOS スイッチのソース接続。
7	EPAD	エクスポーズド・パッド。GND に接続します。

## 代表的な性能特性

特に指定がない限り、 $V_{IN} = 1.2\text{ V}$ 、 $V_{OUT} = 3.3\text{ V}$ 、 $L = 2.2\text{ }\mu\text{H}$  ( $\text{DCR}_{\text{MAX}} = 66\text{ m}\Omega$ 、VLF302512MT-2R2M)、 $C_{IN} = 10\text{ }\mu\text{F}$ 、 $C_{OUT} = 10\text{ }\mu\text{F}$  (10 V、20%、LMK107BJ106MALT)、 $V_{EN} = V_{IN}$ 、および  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

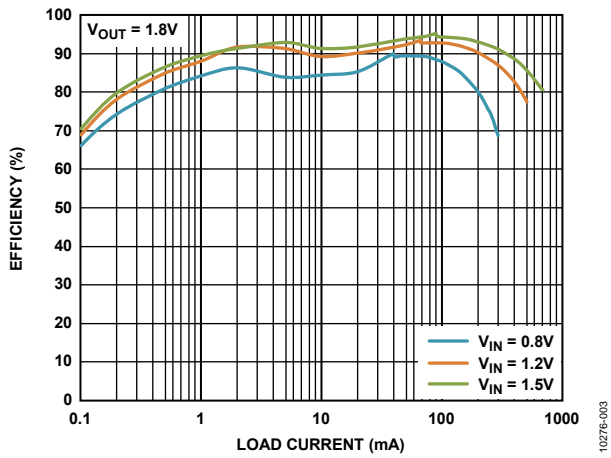


図 3. 自動モードでの負荷電流 対 効率、 $V_{OUT} = 1.8\text{ V}$

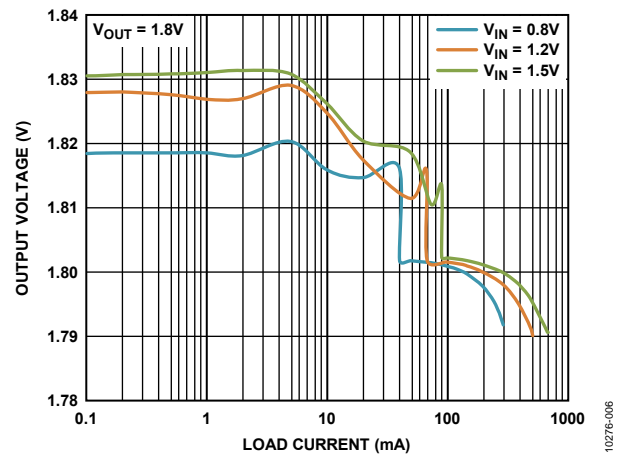


図 6. 自動モードでの出力電圧の負荷レギュレーション、 $V_{OUT} = 1.8\text{ V}$

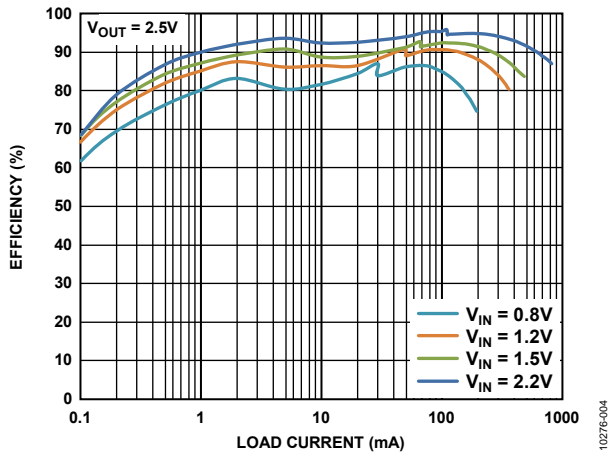


図 4. 自動モードでの負荷電流 対 効率、 $V_{OUT} = 2.5\text{ V}$

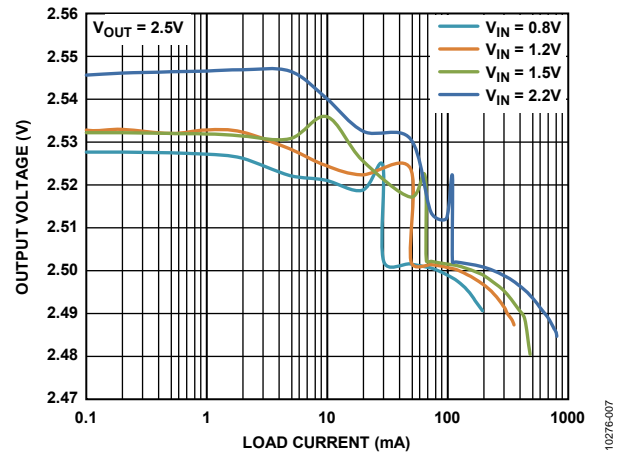


図 7. 自動モードでの出力電圧の負荷レギュレーション、 $V_{OUT} = 2.5\text{ V}$

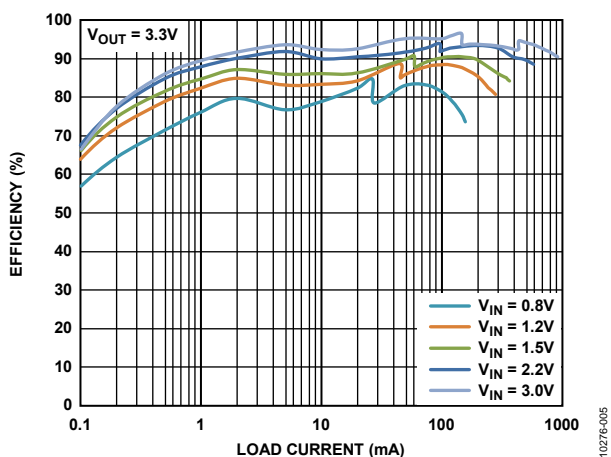


図 5. 自動モードでの負荷電流 対 効率、 $V_{OUT} = 3.3\text{ V}$

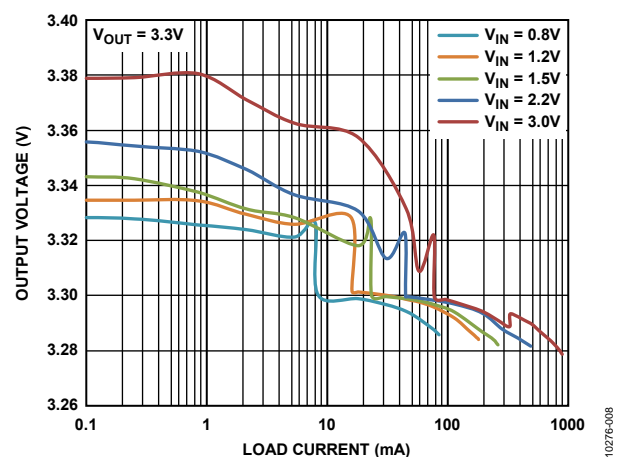


図 8. 自動モードでの出力電圧の負荷レギュレーション、 $V_{OUT} = 3.3\text{ V}$

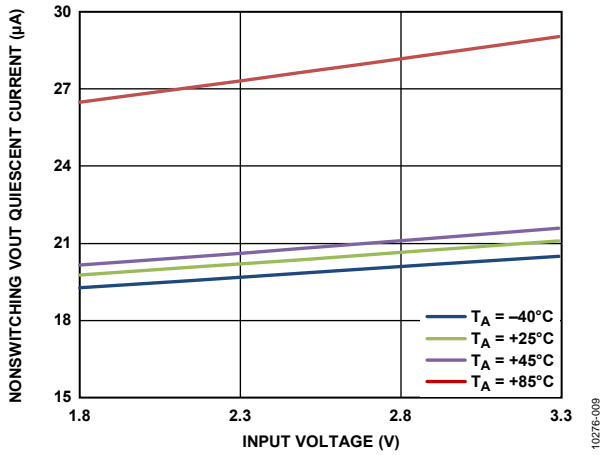


図 9. PFM モードでの入力電圧 対 非スイッチング静止時電流

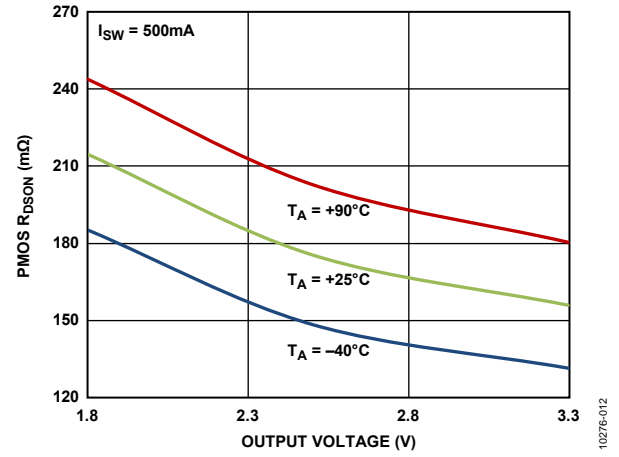


図 12. PMOS ドレイン-ソース間オン抵抗

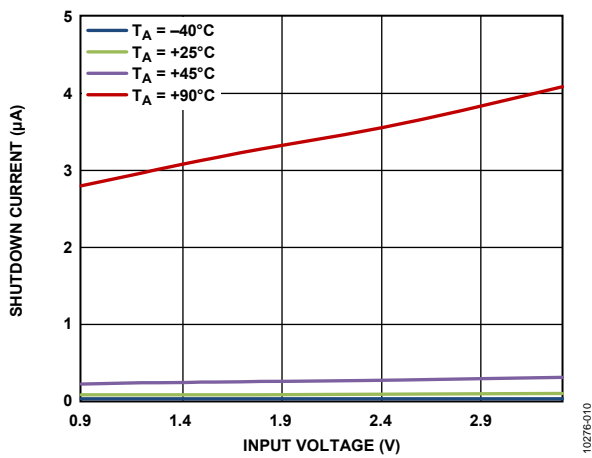


図 10. 入力電圧 対 シャットダウン電流

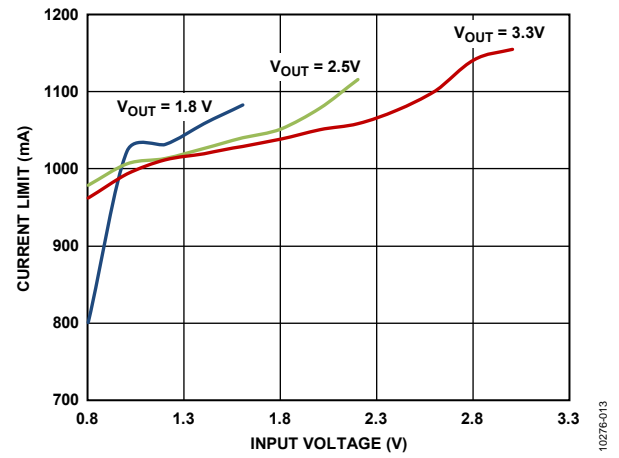


図 13. 入力電圧 対 過電流制限

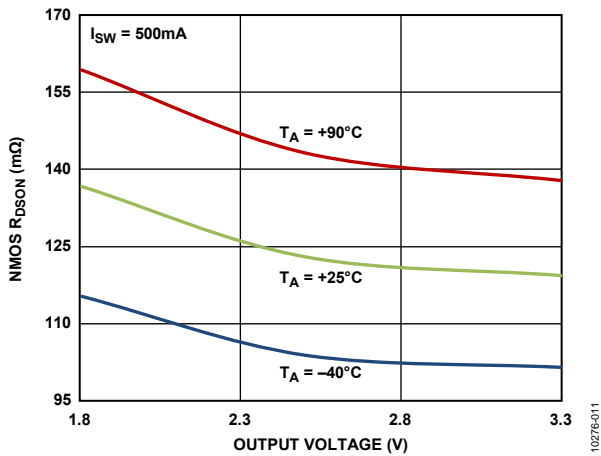


図 11. NMOS ドレイン-ソース間オン抵抗

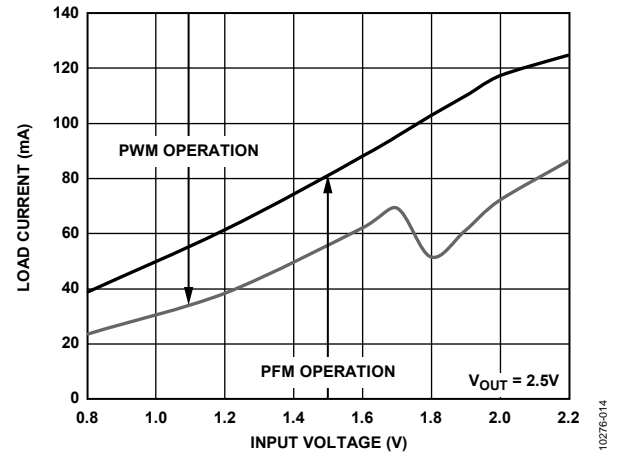


図 14. 自動モード遷移時の閾値

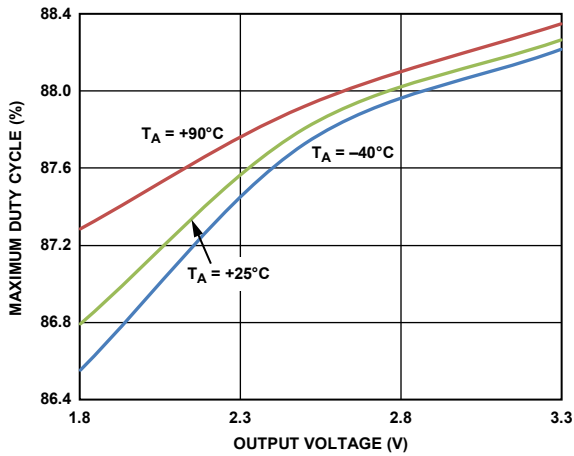


図 15. 出力電圧 対 最大デューティサイクル

10276-015

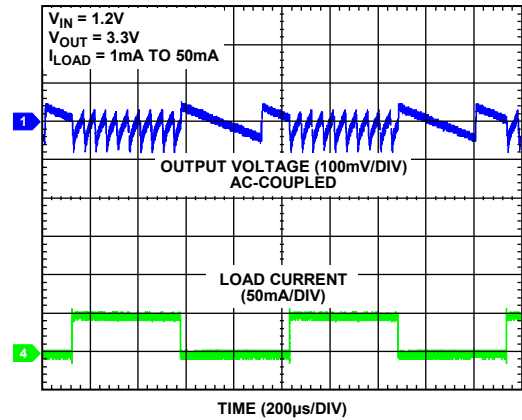


図 18. PFM モードでの負荷過渡応答 (自動モード)

10276-018

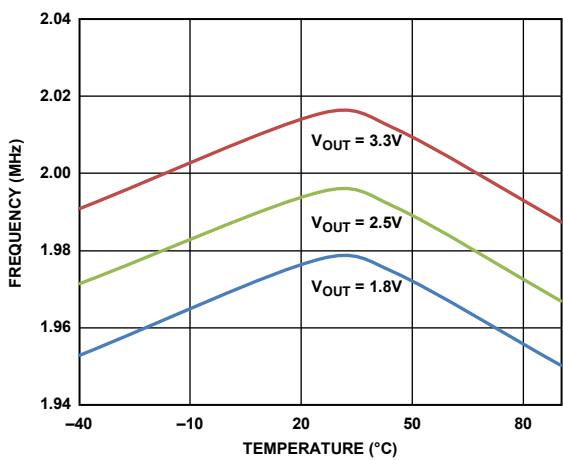


図 16. 温度 対 周波数

10276-016

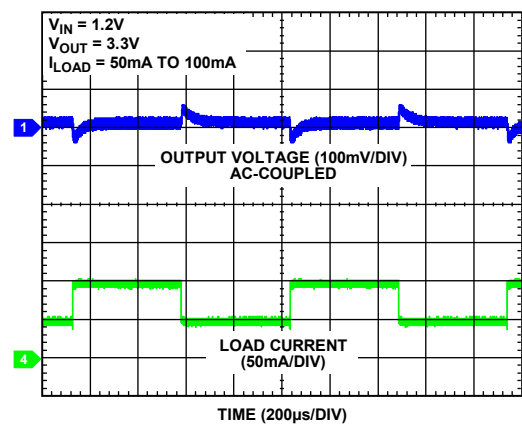


図 19. PWM モードでの負荷過渡応答 (固定 PWM モード)

10276-019

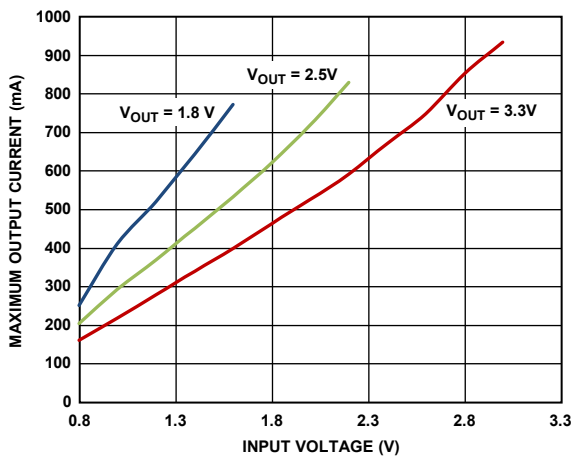


図 17. 入力電圧 対 最大出力電流

10276-017

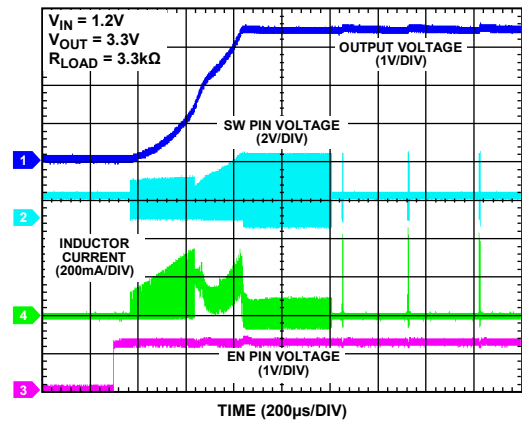


図 20. スタートアップ、 $R_{LOAD} = 3.3\text{ k}\Omega$

10276-020



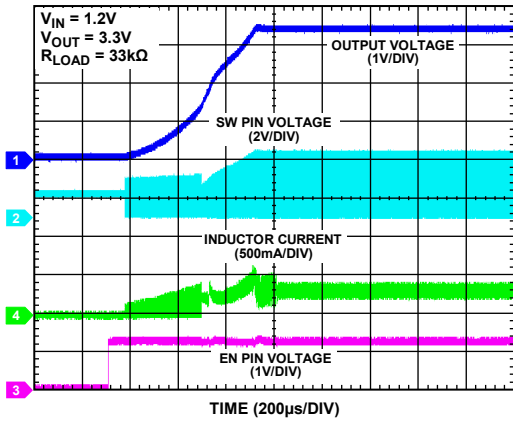


図 21. スタートアップ、 $R_{LOAD} = 33 \Omega$

10276-021

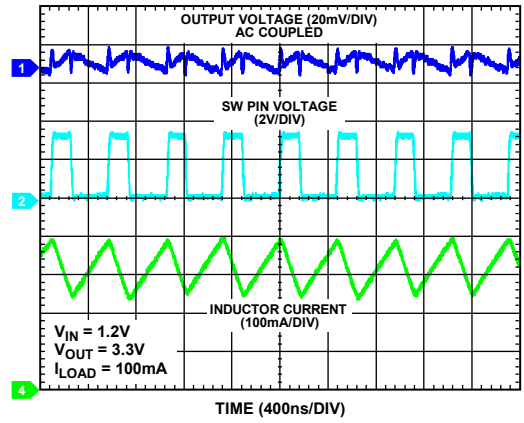


図 23. 代表的な PWM モード動作、 $I_{LOAD} = 100 \text{ mA}$

10276-023

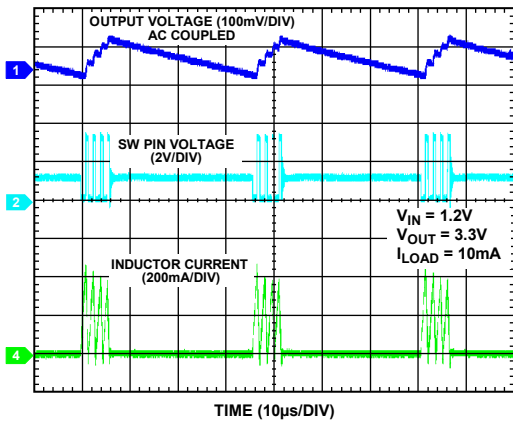


図 22. 代表的な PFM モード動作、 $I_{LOAD} = 10 \text{ mA}$

10276-022

動作原理

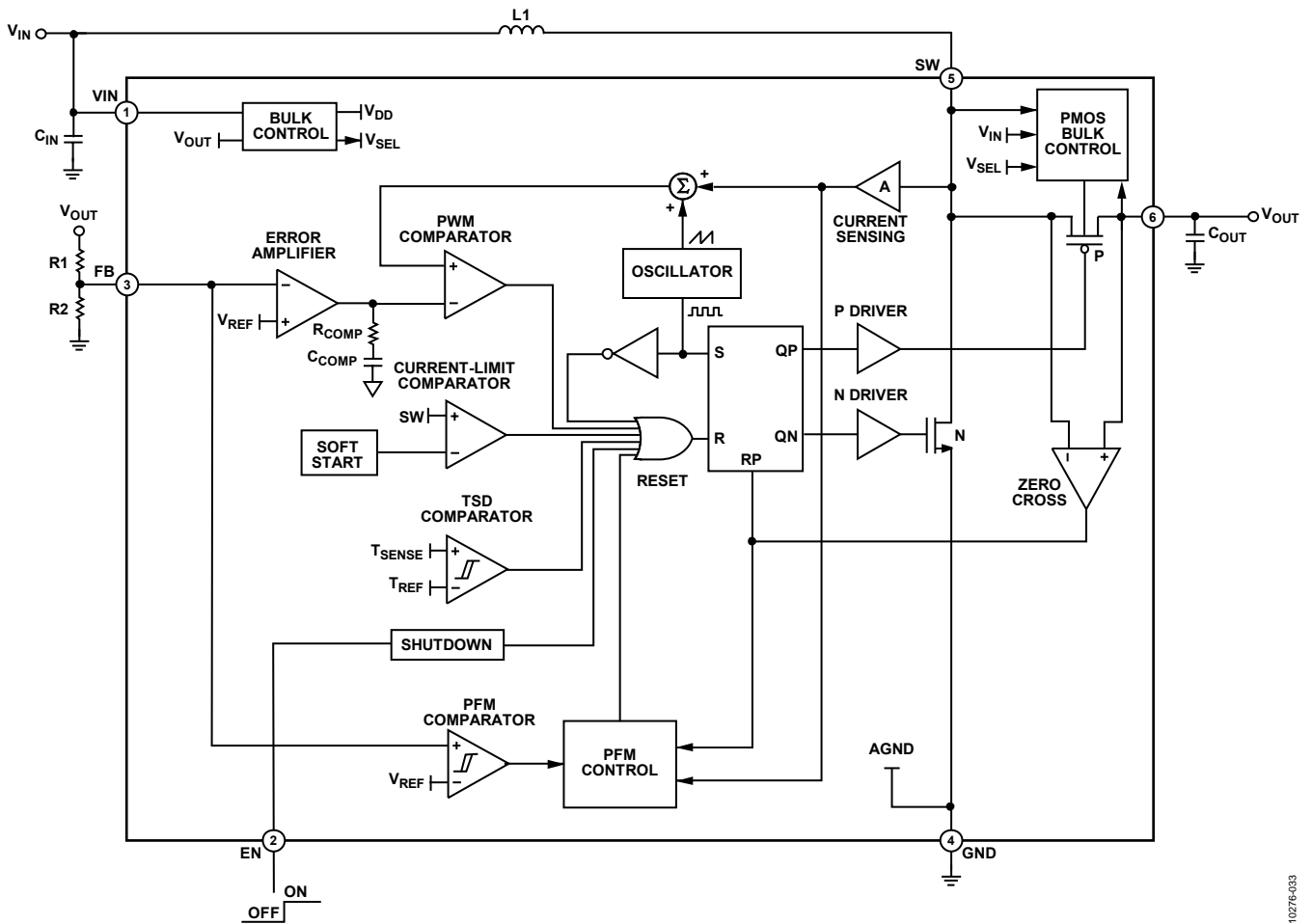


図 24. ブロック図

概要

ADP1607 は、高効率の同期整流型、固定周波数の昇圧 DC/DC スwitchング・コンバータで、携帯用アプリケーション向けに出力電圧を 1.8 V~3.3 V の範囲で調整可能です。

2 MHz の動作周波数により、フットプリントが小さく高さの低い外付け部品を使用可能です。さらに、同期整流、内部補償、内部の固定電流制限および電流モードのアーキテクチャにより、優れた過渡応答を実現し、外付け部品数を最小限に抑えます。その他の特長として、固定 PWM モードと軽負荷時の PFM モードの選択、真の出力アイソレーション、サーマル・シャットダウン(TSD)機能、ロジック制御によるイネーブルなどがあります。

イネーブル/シャットダウン

EN 入力は ADP1607 をオン/オフします。このデバイスをシャットダウンするには EN を GND またはロジック・ローに接続して消費電流を 0.06  $\mu$ A(typ)に減らします。デバイスをイネーブルするには、EN を VIN またはロジック・ハイに接続します。VIN を超えないように注意してください。また、このピンをフロート状態にしないでください。

動作モード

ADP1607 は、ノイズに敏感なアプリケーション向けに固定 PWM モードのみのバージョンと、軽負荷時に電力を最適化するために PFM から PWM へ自動遷移するモードを備えたどちらかのバージョンを選択できます。

パルス幅変調 (PWM) モード

ADP1607 の PWM バージョンは電流モード PWM 制御方式を採用し、デバイスの動作周波数を強制的に 2MHz に固定しながら、あらゆる負荷条件下で出力電圧を安定化します。ADP1607 の自動モード・バージョンは、負荷電流が大きい場合、PWM モードで動作します。PWM モードでは、FB ピンに外付けした抵抗分圧器により出力電圧を監視します。この FB の電圧は、内部の誤差アンプで 1.259V の内部リファレンスと比較されます。この電流モードの PWM レギュレーション・システムにより、高速な過渡応答と極めて安定した出力電圧が実現します。軽負荷の場合は、PWM モード動作時の効率 は PFM モードより低くなります。

自動モード

自動モードは、ADP1607 の自動バージョンのモードを出力負荷の程度に応じて PFM と PWM を自動で切り替える省電力機能です。ADP1607 の自動バージョンは負荷電流

が小さいときは PFM モードで動作し、負荷電流が中程度以上のときは PWM モードに切り替わります。

### パルス周波数変調 (PFM)

自動モード・バージョンの ADP1607 が軽負荷で動作している場合、出力電圧を安定化するために PFM を使用して実効スイッチング周波数を下げ消費電流を減らします。この結果、効率が上がり、静止時電流が抑えられます。PFM モードではコンバータは、出力電圧を PFM コンバータの出力電圧の上限閾値と下限閾値の間を維持するようにスイッチングします。出力電圧が PFM の上限値に達するとスイッチングが停止し、下限閾値に達すると再開されます。

$V_{OUT}$  が PFM の上限閾値を超えると、スイッチングを停止してスリープ・モードに入ります。スリープ・モードでは、ADP1607 はシャットダウン状態とほとんど同じで、静止時電流が大幅に減少します。この後、出力電圧は下限閾値に達するまでスリープ・モードを維持し出力電圧負荷により低下します。出力電圧が下限閾値を下回ると、スリープ・モードが終了し、スイッチングを再開します。このプロセスが繰り返されます。

### モード遷移

自動モード・バージョンの ADP1607 は、最適な効率を維持するために PFM モードと PWM モード間で自動的に切り替わります。PFM に切り替わると、コンバータはスイッチング・サイクル数を減らして負荷電流の供給を抑えることにより、省電力を図ることができます。モード遷移ポイントは動作条件によって異なります。 $V_{OUT} = 2.5\text{ V}$  時の代表的な遷移レベルを図 14 に示します。固定の入力電圧と負荷電流で PFM と PWM が切り替わる際にコンバータが発振した場合に不安定になり効率が低下するのを防ぐために、遷移ポイントにヒステリシスが設けられています。

PWM モードでの出力電圧は、そのデバイスの PFM モードでの出力電圧より高くあるいは低くなる可能性があります。

### 内部制御機能

#### 入出力間アイソレーション

シャットダウン時、ADP1607 は PMOS のバルク電圧を制御して強制的にオフし、内部で入力から出力への経路を遮断します。これにより出力がグラウンドまで下がり、シャットダウン時のアプリケーションの消費電流が低減されます。

### ソフトスタート

ADP1607 のソフトスタート・シーケンスは、デバイスを最適に制御するための機能です。EN がハイになるか、デバイスがサーマル・シャットダウン (TSD) から回復すると、スタートアップ・シーケンスが開始します。出力電圧が最終的な値まで上昇するまでに、内部回路が正しい順序でパワーアップするように、出力電圧は一連のステージを経て上昇します。

### 電流制限

ADP1607 は標準 1 A の固定電流制限機能を備えています。この制限値は、デューティサイクルによって変わることはありません。

### 同期整流

ADP1607 は N チャネル MOSFET スイッチに加え、同期整流器を構成するために P チャネル MOSFET スイッチを備えています。この同期整流器は、とりわけ負荷電流が大きい場合に効率を高めます。また、外付けのショットキー・ダイオードが不要なため、コストとボード・スペースを削減します。

### 補償

ADP1607 の PWM 制御ループは、外付け部品を追加せずに最大限の性能を提供するために内部で補償されています。ADP1607 は 2.2  $\mu\text{H}$  のチップ・インダクタおよび 10  $\mu\text{F}$  のセラミック・コンデンサで動作するように設計されています。これ以外の値の部品を使用した場合、性能や安定性が低下する場合があります。

### サーマル・シャットダウン (TSD) 保護

ADP1607 には、PWM モード時のみ機能するサーマル・シャットダウン (TSD) 保護が組み込まれています。ダイ温度が 150°C (typ) を超えると TSD 保護が有効になり、パワー・デバイスをオフします。パワー・デバイスは、ダイ温度が 135°C (typ) より下がるまでオフのまま、この温度を下回るとコンバータが再起動します。

## アプリケーション情報

### 出力電圧の設定

ADP1607では、出力電圧を1.8V～3.3Vの範囲で設定できます。出力電圧( $V_{OUT}$ )とFBの1.259Vの帰還入力の間接続した抵抗分圧器R1と、FBとGNDの間接続した抵抗分圧器R2によって出力電圧を設定します(図24参照)。100k $\Omega$ ～1M $\Omega$ の抵抗を推奨します。

R1とR2の値が大きくなると、R1に流れるFBピンの電流( $I_{FB}$ )による電圧降下がそれに比例して大きくなるので考慮する必要があります。

R1とR2の値に関わらず $I_{FB}$ の影響を考慮するには、次式を使って所望の $V_{OUT}$ が得られるようにR1とR2を決定します。

$$V_{OUT} = \left(1 + \frac{R1}{R2}\right) V_{FB} + I_{FB}(R1) \quad (1)$$

ここで、

$$V_{FB} = 1.259 \text{ V (typ)}$$

$$I_{FB} = 0.1 \mu\text{A (typ)}$$

### インダクタの選択

ADP1607の動作周波数は2MHzなので、ソリューションのサイズに制約のあるアプリケーションに理想的な小型のチップ・インダクタを使用することができます。

ADP1607は2.2 $\mu\text{H}$ のインダクタで最高の性能が得られるように設計されています。この値のインダクタを所定の物理サイズに対して使用した場合、適切な飽和電流で、直列抵抗が低くなります。

表 5. 推奨インダクタ

Manufacturer	Part Number	Inductance ( $\mu\text{H}$ )	DCR (m $\Omega$ ) Typ	Current Rating (A)	Saturation Current (A)	Size (L $\times$ W $\times$ H) (mm)	Package
TDK	MLP2016S2R2M	2.2 $\pm$ 20%	110	1.20		2.00 $\times$ 1.60 $\times$ 1.00	0806
	MLP2520S2R2S	2.2 $\pm$ 20%	110	1.20	1.20	2.50 $\times$ 2.00 $\times$ 1.00	1008
	VLF252012MT-2R2M	2.2 $\pm$ 20%	57	1.67	1.04	2.50 $\times$ 2.00 $\times$ 1.00	1008
	VLF302510MT-2R2M	2.2 $\pm$ 20%	70	1.23	1.37	3.00 $\times$ 2.50 $\times$ 1.00	
	VLF302515MT-2R2M	2.2 $\pm$ 20%	42	2.71	1.57	3.00 $\times$ 2.50 $\times$ 1.40	
Murata	LQM2HPN2R2MG0	2.2 $\pm$ 20%	80	1.30		2.50 $\times$ 2.00 $\times$ 0.90	1008
	LQH32PN2R2NNC	2.2 $\pm$ 30%	64	1.85		3.20 $\times$ 2.50 $\times$ 1.55	1210
Würth	74479787222	2.2 $\pm$ 20%	80	1.50	0.70	2.50 $\times$ 2.00 $\times$ 1.00	1008
	7440430022	2.2 $\pm$ 30%	23	2.50	2.35	4.80 $\times$ 48.0 $\times$ 2.80	
Taiyo Yuden	BRC2012T2R2MD	2.2 $\pm$ 20%	110	1.00	1.10	2.00 $\times$ 1.25 $\times$ 1.40	0805
Toko	MDT2520-CR2R2M	2.2 $\pm$ 20%	90	1.35		2.50 $\times$ 2.00 $\times$ 1.00	1008
	DEM2810C (1224AS-H-2R2M)	2.2 $\pm$ 20%	85	1.10	1.40	3.20 $\times$ 3.00 $\times$ 1.00	
	DEM2815C (1226AS-H-2R2M)	2.2 $\pm$ 20%	43	1.40	2.20	3.20 $\times$ 3.00 $\times$ 1.50	
Coilcraft	XFL3012-222	2.2 $\pm$ 20%	81	1.9	1.6	3.00 $\times$ 3.00 $\times$ 1.20	1212
	XFL4020-222	2.2 $\pm$ 10%	21	8.0	3.1	4.00 $\times$ 4.00 $\times$ 2.10	1515

ADP1607で高い効率と安定した性能を保証するには、十分な電流定格と飽和電流を持ち、DC抵抗(DCR)の小さい適切なインダクタを選択する必要があります。

インダクタの最大定格RMS電流は、レギュレータへの最大入力電流より大きくなければなりません。同様に、選択したインダクタの飽和電流は、アプリケーションのピーク・インダクタ電流(最大入力電流にインダクタ・リップル電流の半分を加えたもの)に対応できなければなりません。

定常状態の連続モードにおけるインダクタのリップル電流( $\Delta I_L$ )は、次式で計算できます。

$$\Delta I_L = \frac{V_{IN} \times D}{L \times f_{SW}} \quad (2)$$

ここで、

Dはアプリケーションのデューティサイクル、

Lはインダクタ値、

$f_{SW}$ はADP1607のスイッチング周波数です。

スイッチのデューティサイクル(D)は、次式により入力( $V_{IN}$ )と出力( $V_{OUT}$ )から求めます。

$$D = \frac{V_{OUT} - V_{IN}}{V_{OUT}} \quad (3)$$

DCRが小さいインダクタは、電力損失を最小限に抑え、効率を高めます。100m $\Omega$ 未満のDCRを推奨します。

### 入力コンデンサの選択

ADP1607には、一定の入力電圧を維持しながら過渡電流を供給するために、VINとGNDの間に10 $\mu$ F以上の入力バイパス・コンデンサ(C<sub>IN</sub>)が必要です。入力コンデンサの値は制限なく大きくすることが可能で、入力電圧リップルを小さく抑え、入力電圧のフィルタリングを向上させることができます。最大入力動作電圧に対応するには、コンデンサの電圧定格が4V以上でなければなりません。C<sub>IN</sub>はできるだけADP1607の近くに配置することを推奨します。

種類の異なるコンデンサも検討可能ですが、バッテリー駆動アプリケーションの場合、小型で等価直列抵抗(ESR)と等価直列インダクタンス(ESL)が小さい点で、多層セラミック・コンデンサが最良の選択肢と言えます。X5RまたはX7Rのセラミック・コンデンサを推奨します。Y5Vコンデンサは容量が温度によって変動するので、使用に適しません。代わりに、容量が大きくESRが中程度のコンデンサを0.1 $\mu$ Fの低ESRコンデンサと並列に接続して使用してください。

### 出力コンデンサの選択

ADP1607には、出力電圧を維持し、負荷に電流を供給するために、10 $\mu$ Fの出力コンデンサ(C<sub>OUT</sub>)も必要です。この出力コンデンサは、Nチャンネル・スイッチがオンすると負荷に電流を供給します。C<sub>OUT</sub>には、C<sub>IN</sub>と同様に電圧定格が4V以上で低ESRのX5RまたはX7Rセラミック・コンデンサを推奨します。出力コンデンサを選択するときは、出力電圧のDCバイアスに起因する容量損失を考慮することも重要です。この結果、所望の容量値を得るために定格電圧の高いコンデンサを使用することになる場合があります。10 $\mu$ Fのセラミック・コンデンサの容量がDCバイアス電圧の変化とともに変化する様子を、図25に示します。

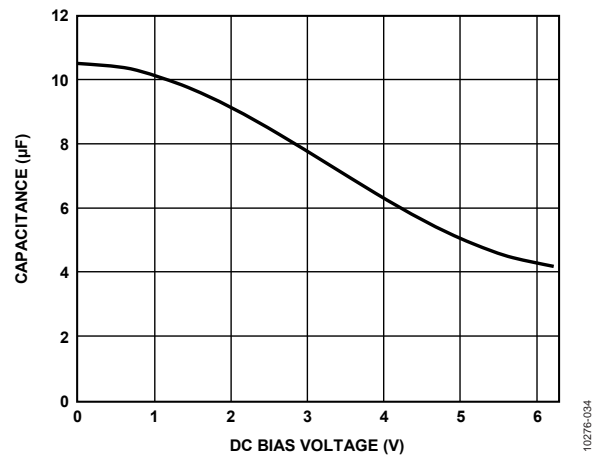


図 25. セラミック・コンデンサの代表的な性能

出力コンデンサの値と特性は、レギュレータの出力電圧リップル、過渡性能および安定性に大きく影響します。連続動作における出力電圧リップル( $\Delta V_{OUT}$ )は、次式で計算できます。

$$\Delta V_{OUT} = \frac{Q_C}{C_{OUT}} = \frac{I_{OUT} \times t_{ON}}{C_{OUT}} \quad (4)$$

ここで、

Q<sub>C</sub>はコンデンサから放出された電荷、  
t<sub>ON</sub>はNチャンネル・スイッチのオン時間、  
C<sub>OUT</sub>は実効出力容量、  
I<sub>OUT</sub>は出力負荷電流です。

$$t_{ON} = \frac{D}{f_{SW}} \quad (5)$$

また、

$$D = \frac{V_{OUT} - V_{IN}}{V_{OUT}} \quad (6)$$

デューティサイクルの式と出力リップル電圧の式に示すように、出力電圧リップルは負荷電流に応じて増加します。

## レイアウトのガイドライン

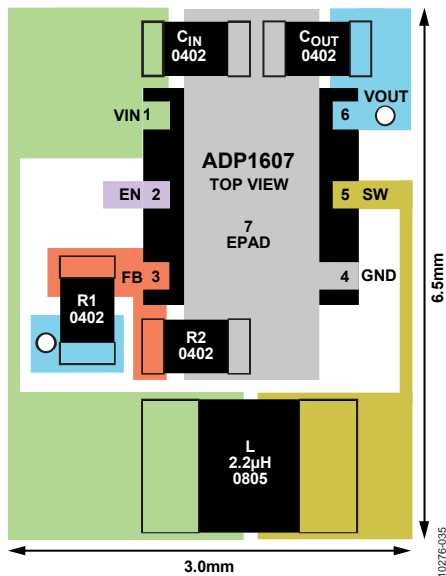


図 26. フットプリントが最小となる ADP1607 の推奨レイアウト

高効率で優れたレギュレーションと安定性を実現するには、プリント回路基板 (PCB) に対して適切なレイアウト設計が必要です。

PCB を設計する際は、以下のガイドラインに従ってください (図 24 のブロック図と図 2 のピン配置も参照)。

- 低 ESR の入力コンデンサ ( $C_{IN}$ ) は、VIN と GND の近くに配置します。これにより、ボードの寄生インダクタンスによりデバイスに生じるノイズが最小限に抑えられます。
- $C_{IN}$  から L1 インダクタを経由して SW に至る大電流パスをできるだけ短くします。
- ノイズを拾わないように、帰還抵抗 R1 および R2 はできるだけ FB の近くに配置します。帰還ネットワークのグラウンドは AGND プレーンに直接接続してください。これにより、GND ピンとのケルビン接続が形成されます。
- 放射ノイズの侵入を防ぐため、SW に接続するノードやインダクタの近くに、帰還抵抗からの高インピーダンス・トレースを配線しないようにしてください。
- 低 ESR の出力コンデンサ ( $C_{OUT}$ ) は、VOUT と GND の近くに配置します。これにより、ボードの寄生インダクタンスによりデバイスに進入するノイズが最小限に抑えられます。
- 放熱が適切に行われるように、ピン 7 (EPAD) と GND を大きな銅プレーンに接続します。

外形寸法

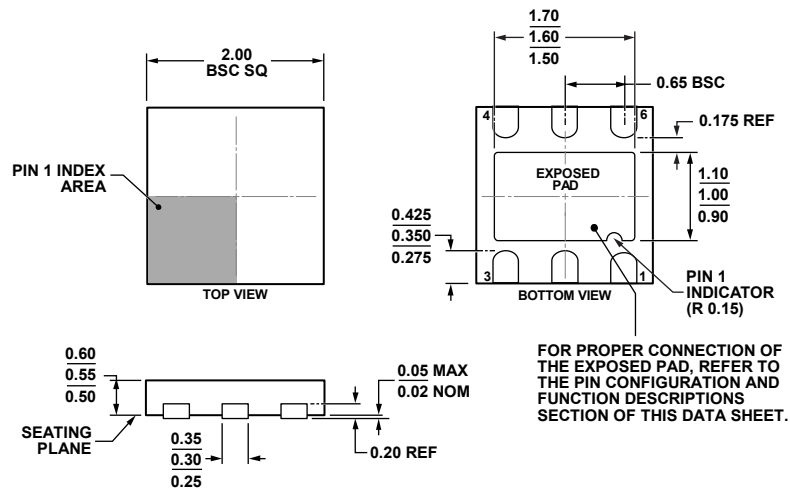


図 27.6 ピン・リードフレーム・チップ・スケール・パッケージ [LFCSP\_UD]  
 2.00 mm × 2.00 mm ボディ、極薄、デュアル・リード  
 (CP-6-3)  
 寸法 : mm

07-11-2011-B

オーダー・ガイド

Model <sup>1</sup>	Output Voltage	Operating Modes	Temperature Range	Package Description	Package Option	Branding
ADP1607ACPZN-R7	Adjustable	Auto	-40°C to +85°C	6-Lead LFCSP_UD	CP-6-3	LJ5
ADP1607ACPZN001-R7	Adjustable	PWM	-40°C to +85°C	6-Lead LFCSP_UD	CP-6-3	LJ1
ADP1607-EVALZ		Auto		Evaluation Board, Automatic PFM/PWM Switching Modes		
ADP1607-001-EVALZ		PWM		Evaluation Board, PWM Mode Only		

1. Z = RoHS 準拠製品