

# 40V 入力、3.5A 降圧 Silent Switcher $\mu$ Module レギュレータ

## 特長

- 降圧スイッチ・モード電源
- 低ノイズ Silent Switcher<sup>®</sup> アーキテクチャ
- 広い入力電圧範囲: 3.4V ~ 40V
- 広い出力電圧範囲: 0.97V ~ 18V
- 広い温度範囲 -40°C ~ 150°C (Hグレード)
- 3.5A の連続出力電流、6A のピーク電流
- FMEA 準拠のピン配置 (LTM8003-3.3)  
隣接ピンが短絡しているか、ピンがフロート状態のままの場合でも出力はレギュレーション電圧以下の状態を維持
- 選択可能なスイッチング周波数: 200kHz ~ 3MHz
- 外部同期
- 低静止電流: 25  $\mu$ A (5V<sub>OUT</sub>)
- 高さの低い小型 (6.25mm x 9mm x 3.32mm) の RoHS 準拠の BGA パッケージ

## アプリケーション

- 自動車用バッテリーのレギュレーション
- 携帯型製品の電源
- 分散電源のレギュレーション
- 産業用電源
- AC アダプタ・トランスのレギュレーション

## 概要

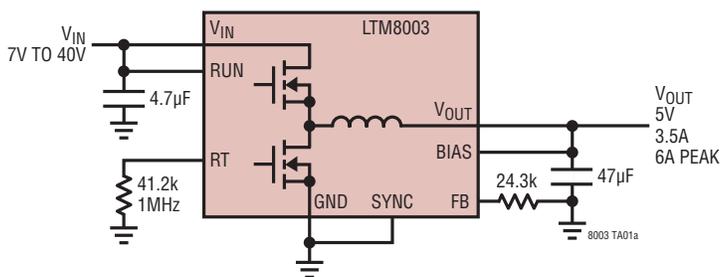
LTM<sup>®</sup>8003 は、40V 入力の 3.5A (連続) 降圧 Silent Switcher  $\mu$ Module<sup>®</sup> (パワーモジュール) レギュレータです。スイッチング・コントローラ、パワー・スイッチ、インダクタ、および全ての周辺部品がパッケージに搭載されています。LTM8003 は、3.4V ~ 40V の入力電圧範囲で動作し、0.97V ~ 18V の出力電圧範囲および 200kHz ~ 3MHz のスイッチング周波数範囲をサポートしており、それぞれ 1 本の抵抗で設定されます。設計を完了するために必要なのは、入力と出力のフィルタ・コンデンサだけです。

高さの低いパッケージなので、プリント回路基板裏面の未使用スペースを利用して、高密度のポイントオブロード・レギュレーションが可能です。LTM8003 は、熱特性が改善された小型オーバーモールド・ボール・グリッド・アレイ (BGA) パッケージに収容されているので、標準の表面実装装置による自動組み立てに適しています。LTM8003 は RoHS に準拠しています。

LT、LT、LTC、LTM、Linear Technology、Linear のロゴ、 $\mu$ Module、Silent Switcher、および Burst Mode はリニアテクノロジー社の登録商標です。その他全ての商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

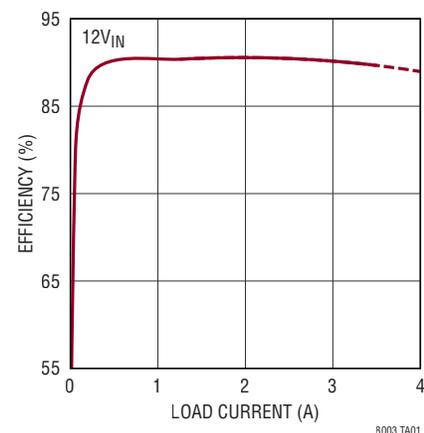
## 標準的応用例

入力 7V ~ 40V、出力 5V の降圧コンバータ



PINS NOT USED IN THIS CIRCUIT: TR/SS, PG

効率、V<sub>OUT</sub> = 5V



8003 TA01

# LTM8003

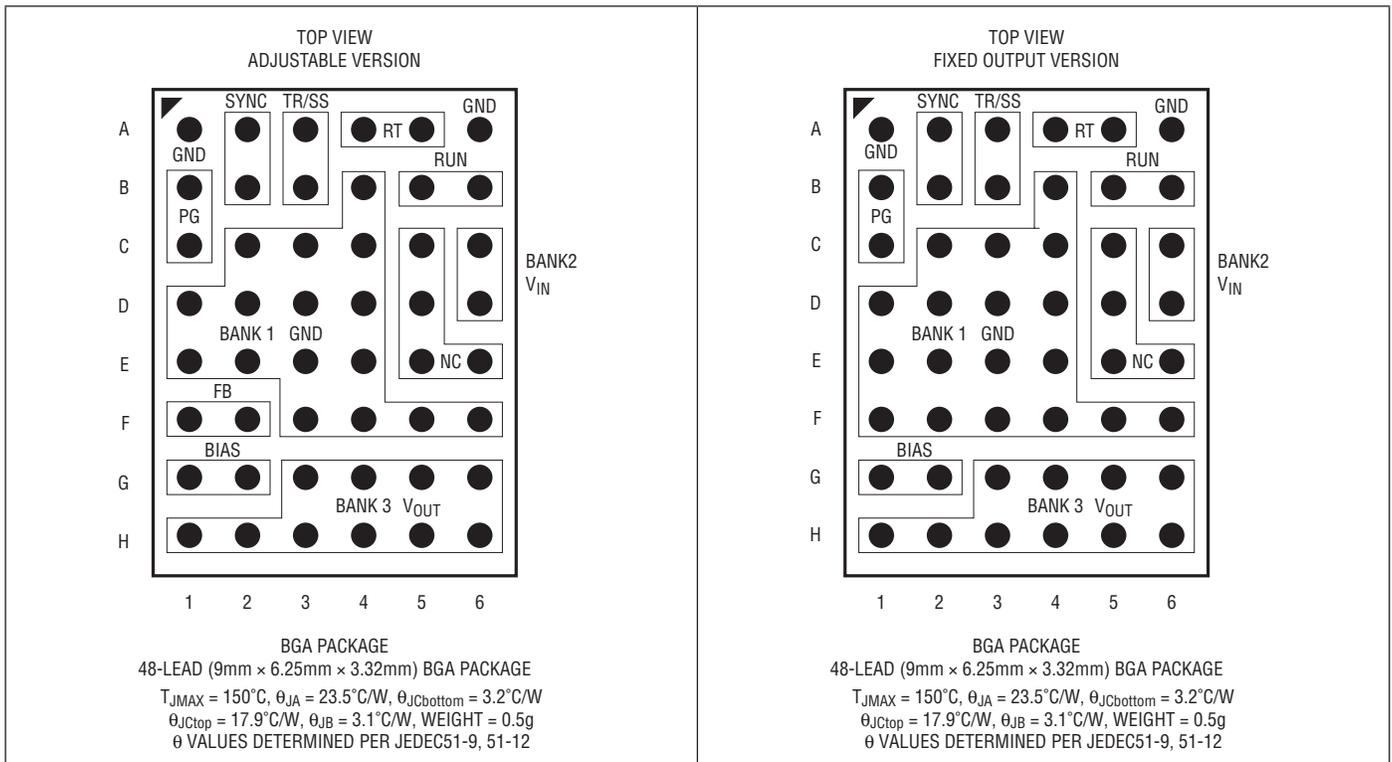
## 絶対最大定格

(Note 1, 2)

$V_{IN}$ 、RUN、PGの電圧 .....	42V
$V_{OUT}$ 、BIASの電圧 .....	19V
FB、TR/SSの電圧 .....	4V
SYNCの電圧 .....	6V

最大内部温度 (Iグレード) .....	125°C
最大内部温度 (Hグレード) .....	150°C
保存温度 (Iグレード) .....	125°C
保存温度 (Hグレード) .....	-50°C ~ 150°C
半田リフローのピーク・ボディ温度 .....	260°C

## ピン配置



## 発注情報 (<http://www.linear-tech.co.jp/product/LTM8003#orderinfo>)

製品番号	端子仕上げ	製品マーキング*		パッケージ・タイプ	MSL 定格	温度範囲
		デバイス	仕上げコード			
LTM8003IY#PBF	SAC305 (RoHS)	LTM8003	e1	BGA	3	-40°C to 125°C
LTM8003HY#PBF	SAC305 (RoHS)	LTM8003	e1	BGA	3	-40°C to 150°C
LTM8003-3.3IY#PBF	SAC305 (RoHS)	LTM8003-3.3	e1	BGA	3	-40°C to 125°C
LTM8003-3.3HY#PBF	SAC305 (RoHS)	LTM8003-3.3	e1	BGA	3	-40°C to 150°C

• さらに広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。\* デバイスの温度グレードは出荷時のコンテナのラベルに表示されます。パッドまたはボールの仕上げコードはIPC/JEDEC J-STD-609に準拠しています。

• 端子仕上げの製品マーキングの参照先: [www.linear-tech.co.jp/leadfree](http://www.linear-tech.co.jp/leadfree)

• 推奨のBGA PCBアセンブリ手順および製造手順についての参照先: [www.linear-tech.co.jp/umodule/pcbassembly](http://www.linear-tech.co.jp/umodule/pcbassembly)

• BGAパッケージおよびトレイの図面の参照先: [www.linear-tech.co.jp/packaging](http://www.linear-tech.co.jp/packaging)

## 電气的特性

●は規定された動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外は  $T_J = 25^\circ\text{C}$  での値。注記がない限り、 $V_{IN} = 12\text{V}$ 、 $\text{RUN} = 2\text{V}$ 。

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Minimum Input Voltage	$V_{IN}$ Rising	●			3.4	V
Output DC Voltage	LTM8003, $R_{FB}$ Open LTM8003, $R_{FB} = 5.62\text{k}\Omega$ , $V_{IN} = 40\text{V}$ LTM8003-3.3			0.97 18 3.3		V
Peak Output DC Current	$V_{OUT} = 3.3\text{V}$ , $f_{SW} = 1\text{MHz}$		6			A
Quiescent Current into $V_{IN}$	$\text{RUN} = 0\text{V}$ $\text{BIAS} = 0\text{V}$ , No Load, $\text{SYNC} = 0\text{V}$ , Not Switching				3 8	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
Quiescent Current into BIAS	$\text{BIAS} = 5\text{V}$ , $\text{RUN} = 0\text{V}$ $\text{BIAS} = 5\text{V}$ , No Load, $\text{SYNC} = 0\text{V}$ , Not Switching $\text{BIAS} = 5\text{V}$ , $V_{OUT} = 3.3\text{V}$ , $I_{OUT} = 3.5\text{A}$ , $f_{SW} = 1\text{MHz}$				1 5 12	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$ mA
Line Regulation	$5.5\text{V} < V_{IN} < 36\text{V}$ , $I_{OUT} = 1\text{A}$			0.5		%
Load Regulation	$0.1\text{A} < I_{OUT} < 3.5\text{A}$			0.5		%
Output Voltage Ripple	$I_{OUT} = 3.5\text{A}$			10		mV
Switching Frequency	$R_T = 232\text{k}\Omega$ $R_T = 41.2\text{k}\Omega$ $R_T = 10.7\text{k}\Omega$			200 0.95 3		kHz MHz MHz
Voltage at FB	LTM8003	●	950	970	980	mV
Minimum BIAS Voltage	(Note 5)				3.2	V
RUN Threshold Voltage			0.9		1.06	V
RUN Current					1	$\mu\text{A}$
TR/SS Current	$\text{TR/SS} = 0\text{V}$			2		$\mu\text{A}$
TR/SS Pull Down	$\text{TR/SS} = 0.1\text{V}$			200		$\Omega$
PG Threshold Voltage at FB (Upper)	FB Falling (Note 6, LTM8003)			1.05		V
PG Threshold Voltage at FB (Lower)	FB Rising (Note 6, LTM8003)			0.89		V
PG Threshold Voltage at $V_{OUT}$ (Upper)	$V_{OUT}$ Falling (Note 6, LTM8003-3.3)			3.57		V
PG Threshold Voltage at $V_{OUT}$ (Lower)	$V_{OUT}$ Rising (Note 6, LTM8003-3.3)			3.03		V
PG Leakage Current	$\text{PG} = 42\text{V}$				1	$\mu\text{A}$
PG Sink Current	$\text{PG} = 0.1\text{V}$			150		$\mu\text{A}$
SYNC Threshold Voltage	Synchronization		0.4		1.5	V
SYNC Voltage	To Enable Spread Spectrum		2.9		4.2	V
SYNC Current	$\text{SYNC} = 0\text{V}$				35	$\mu\text{A}$

**Note 1:** 絶対最大定格に記載された値を超えるストレスはデバイスに回復不可能な損傷を与える可能性がある。また、長期にわたって絶対最大定格条件に曝すと、デバイスの信頼性と寿命に悪影響を与える可能性がある。

**Note 2:** 注記がない限り、絶対最小電圧は0である。

**Note 3:** LTM8003Iは $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の全内部動作温度範囲で仕様に適合することが保証されている。LTM8003Hは $-40^\circ\text{C} \sim 150^\circ\text{C}$ の全内部動作温度範囲で仕様に適合することが保証されている。最大内部温度は、基板レイアウト、パッケージの定格熱抵抗および他の環境要因と関連した特定の動作条件によって決まることに注意。接合部温度が高いと、動作寿命は短くなる。125°Cを超える接合部温度では動作寿命がデレーティングされる。

**Note 4:** LTM8003は、瞬時の過負荷状態の間デバイスを保護するための過熱保護回路を内蔵している。過熱保護が動作しているとき、内部温度は最大動作接合部温度を超える。規定された最大動作接合部温度を超えた状態で動作が継続すると、デバイスの信頼性を損なう恐れがある。

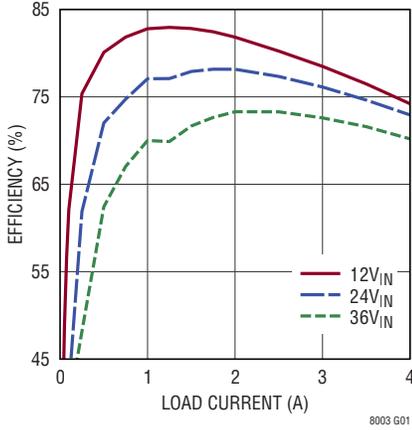
**Note 5:** この規定された電圧を下回ると、内部回路は $V_{IN}$ から給電される。

**Note 6:** PGは"L"から"H"に移る。

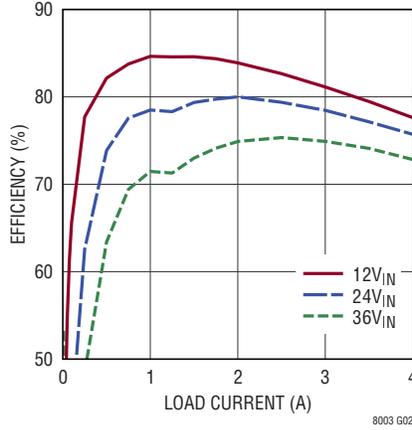
# LTM8003

標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

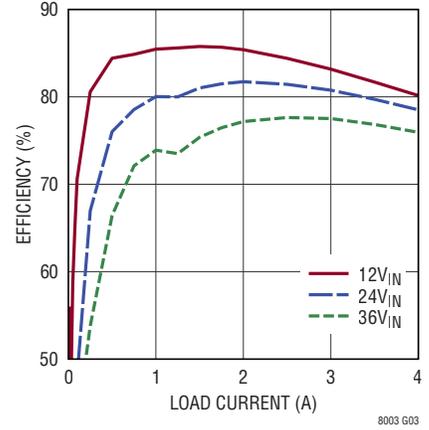
効率と負荷電流  
( $V_{OUT} = 0.97\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$ )



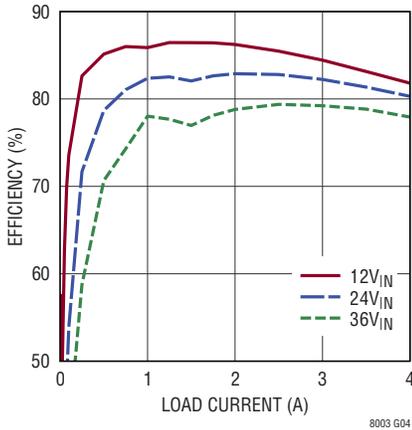
効率と負荷電流  
( $V_{OUT} = 1.2\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$ )



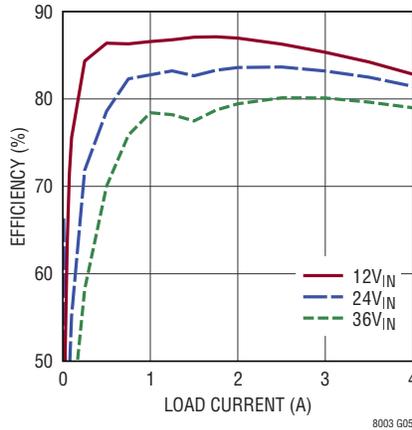
効率と負荷電流  
( $V_{OUT} = 1.5\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$ )



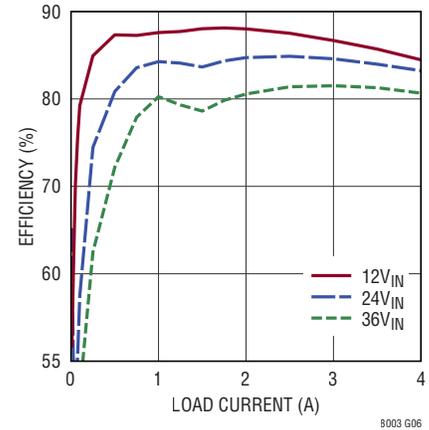
効率と負荷電流  
( $V_{OUT} = 1.8\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$ )



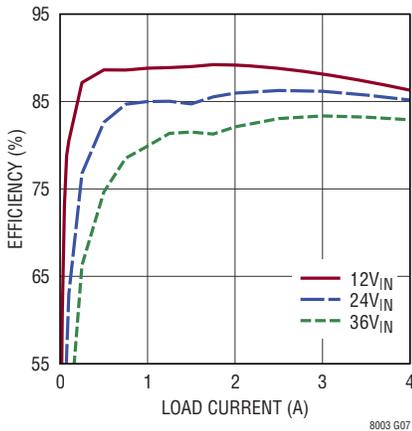
効率と負荷電流  
( $V_{OUT} = 2\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$ )



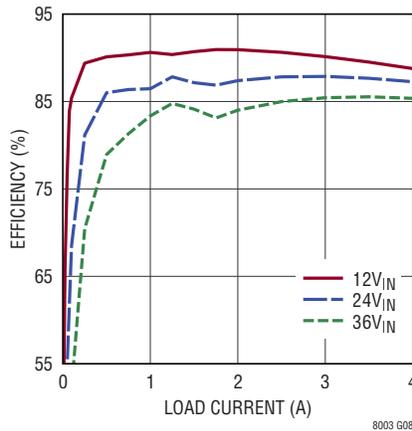
効率と負荷電流  
( $V_{OUT} = 2.5\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$ )



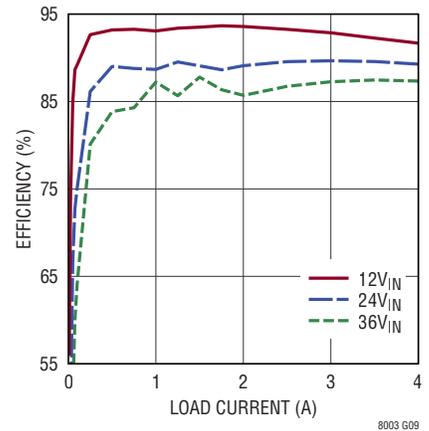
効率と負荷電流  
( $V_{OUT} = 3.3\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$ )



効率と負荷電流  
( $V_{OUT} = 5\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$ )



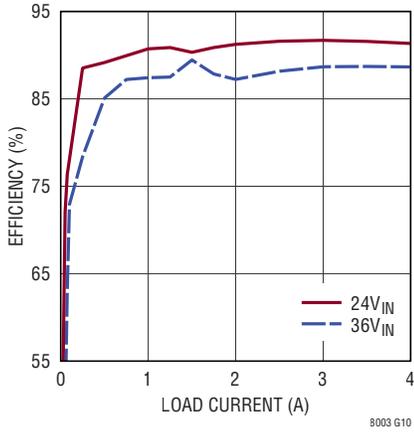
効率と負荷電流  
( $V_{OUT} = 8\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$ )



8003fa

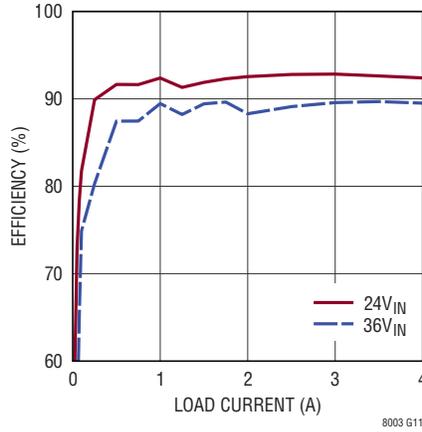
標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

効率と負荷電流  
( $V_{OUT} = 12\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$ )



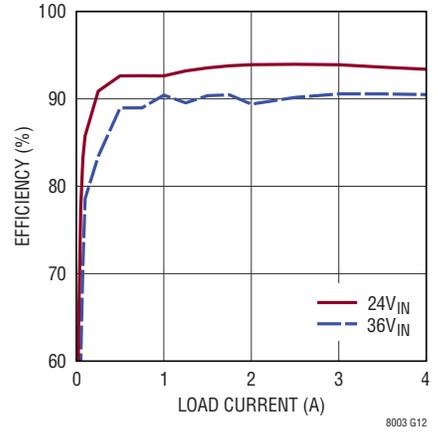
8003 G10

効率と負荷電流  
( $V_{OUT} = 15\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$ )



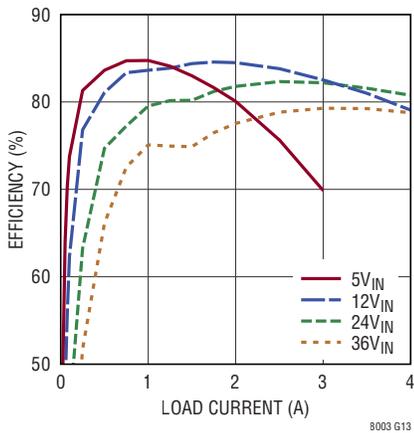
8003 G11

効率と負荷電流  
( $V_{OUT} = 18\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$ )



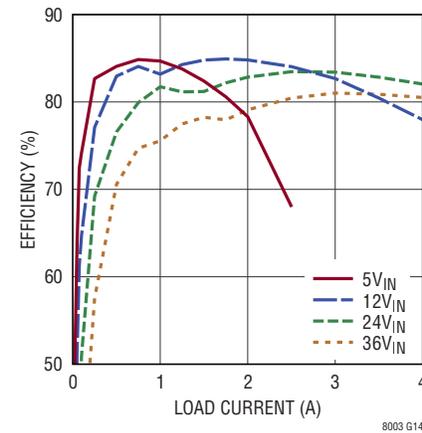
8003 G12

効率と負荷電流  
( $V_{OUT} = -3.3\text{V}$ ,  $\text{BIAS}$  は開放)



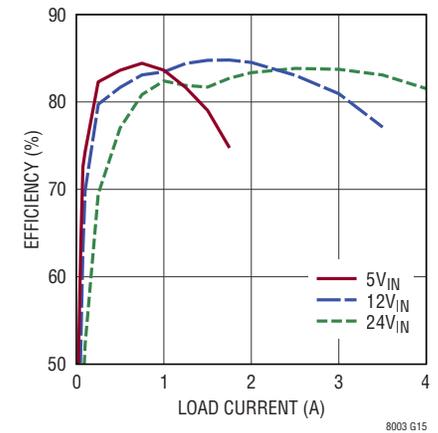
8003 G13

効率と負荷電流  
( $V_{OUT} = -5\text{V}$ ,  $\text{BIAS}$  は開放)



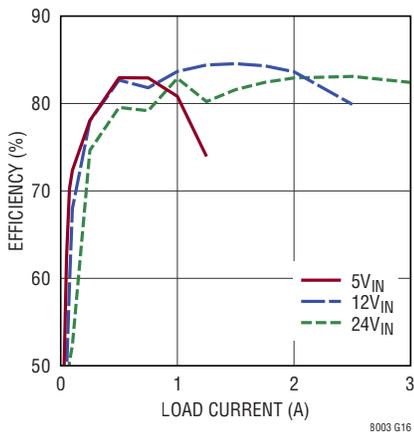
8003 G14

効率と負荷電流  
( $V_{OUT} = -8\text{V}$ ,  $\text{BIAS}$  は開放)



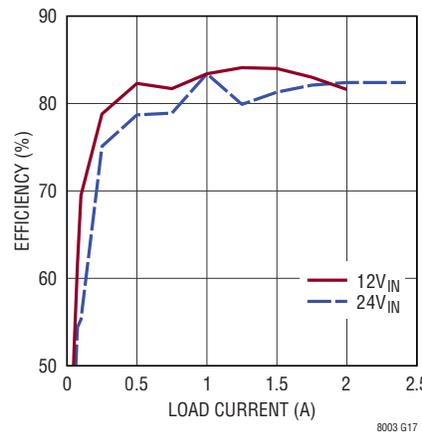
8003 G15

効率と負荷電流  
( $V_{OUT} = -12\text{V}$ ,  $\text{BIAS}$  は開放)



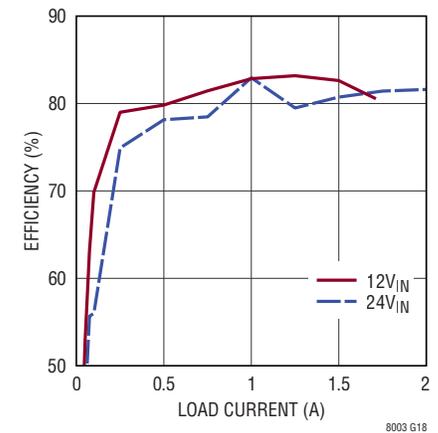
8003 G16

効率と負荷電流  
( $V_{OUT} = -15\text{V}$ ,  $\text{BIAS}$  は開放)



8003 G17

効率と負荷電流  
( $V_{OUT} = -18\text{V}$ ,  $\text{BIAS}$  は開放)

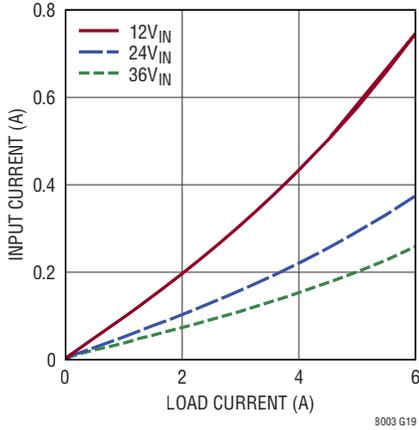


8003 G18

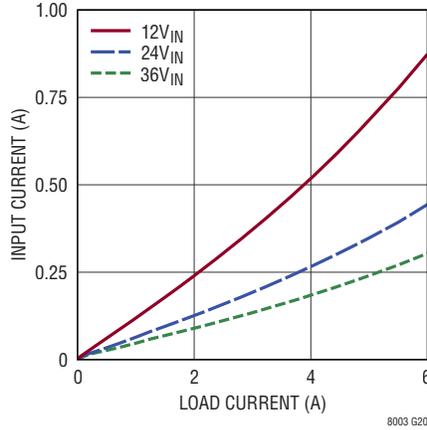
# LTM8003

標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

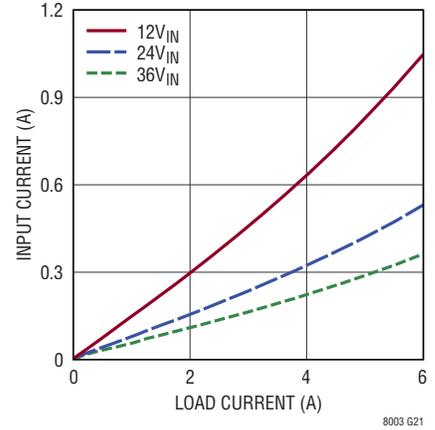
入力電流と負荷電流  
( $V_{OUT} = 0.97\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$ )



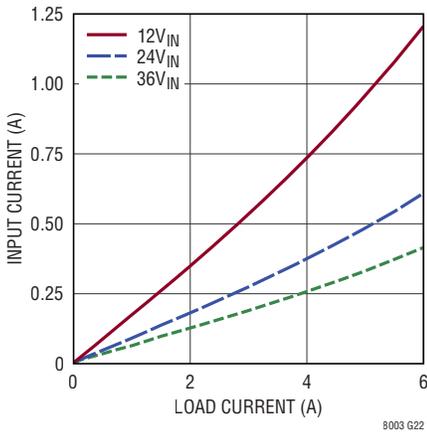
入力電流と負荷電流  
( $V_{OUT} = 1.2\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$ )



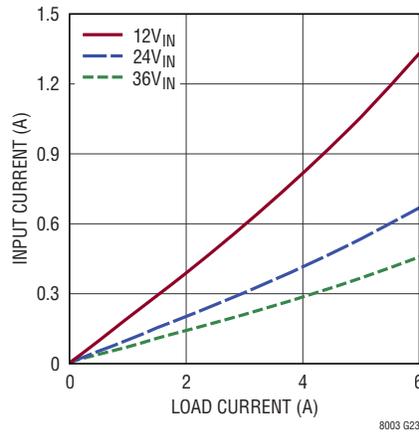
入力電流と負荷電流  
( $V_{OUT} = 1.5\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$ )



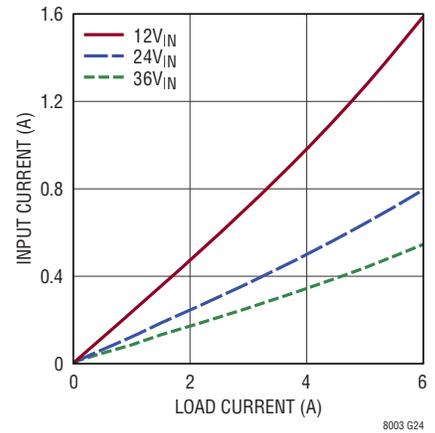
入力電流と負荷電流  
( $V_{OUT} = 1.8\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$ )



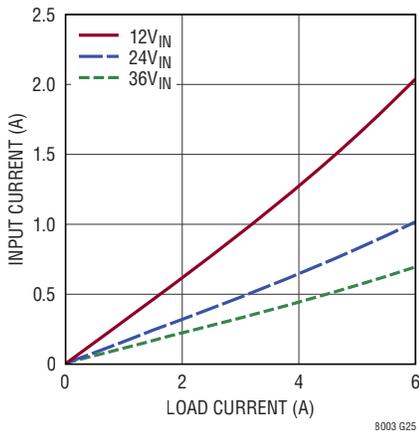
入力電流と負荷電流  
( $V_{OUT} = 2\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$ )



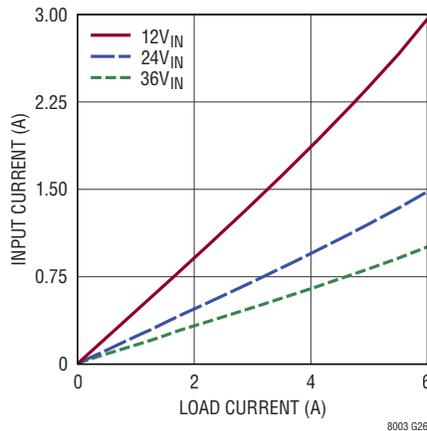
入力電流と負荷電流  
( $V_{OUT} = 2.5\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$ )



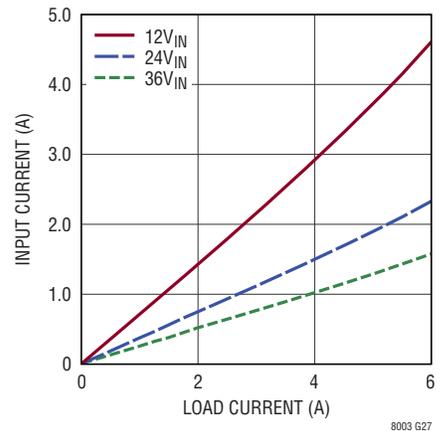
入力電流と負荷電流  
( $V_{OUT} = 3.3\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$ )



入力電流と負荷電流  
( $V_{OUT} = 5\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$ )



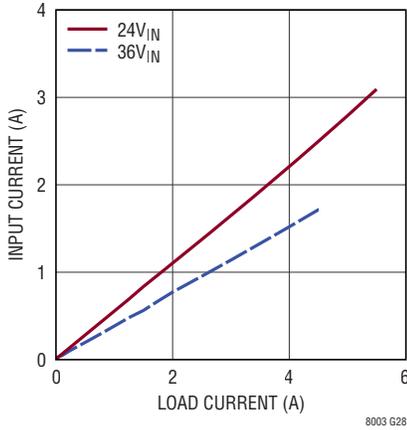
入力電流と負荷電流  
( $V_{OUT} = 8\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$ )



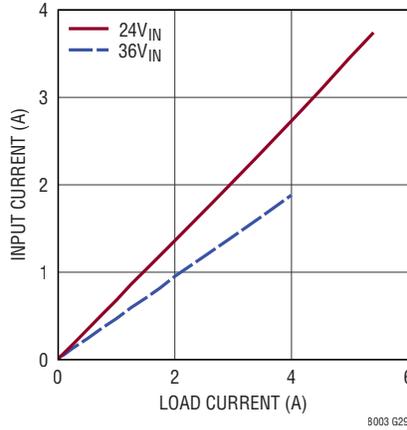
8003fa

標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

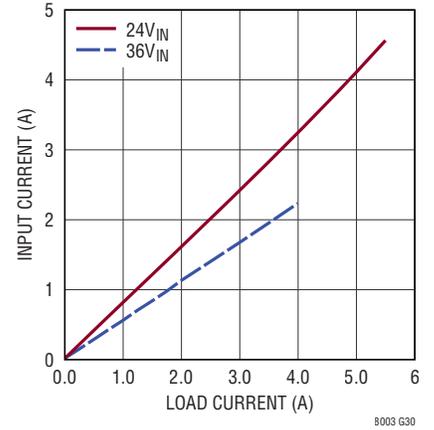
入力電流と負荷電流  
( $V_{OUT} = 12\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$ )



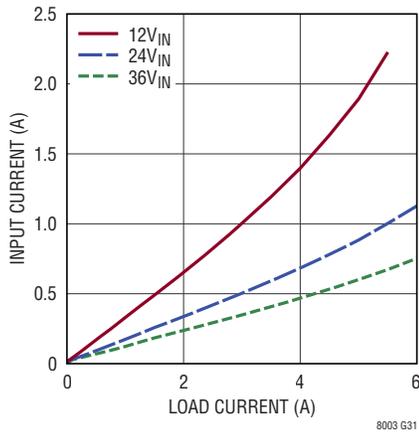
入力電流と負荷電流  
( $V_{OUT} = 15\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$ )



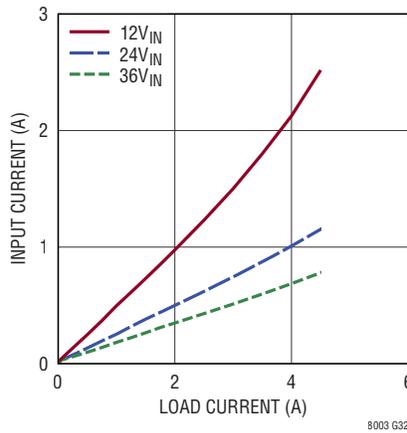
入力電流と負荷電流  
( $V_{OUT} = 18\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$ )



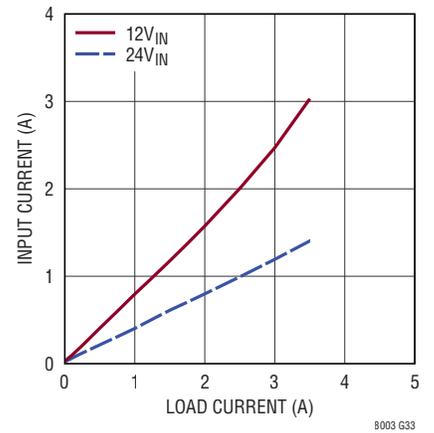
入力電流と負荷電流  
( $V_{OUT} = -3.3\text{V}$ ,  $\text{BIAS}$  は開放)



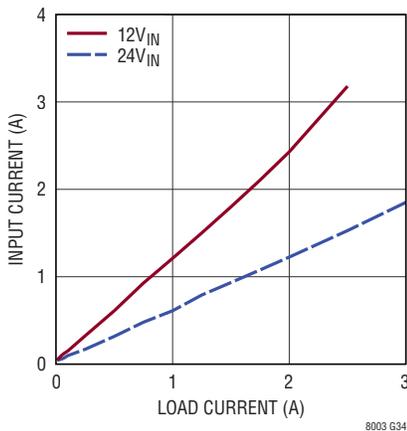
入力電流と負荷電流  
( $V_{OUT} = -5\text{V}$ ,  $\text{BIAS}$  は開放)



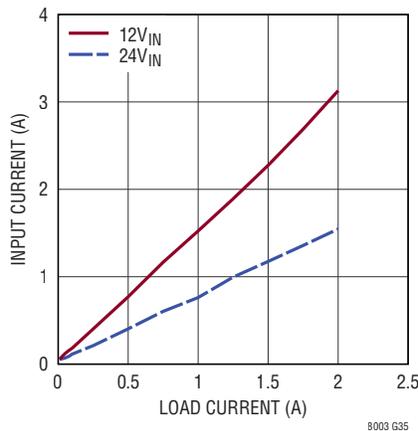
入力電流と負荷電流  
( $V_{OUT} = -8\text{V}$ ,  $\text{BIAS}$  は開放)



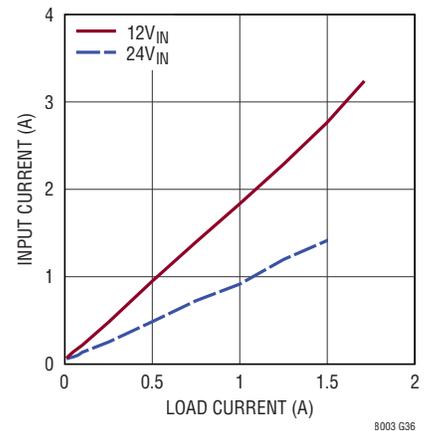
入力電流と負荷電流  
( $V_{OUT} = -12\text{V}$ ,  $\text{BIAS}$  は開放)



入力電流と負荷電流  
( $V_{OUT} = -15\text{V}$ ,  $\text{BIAS}$  は開放)



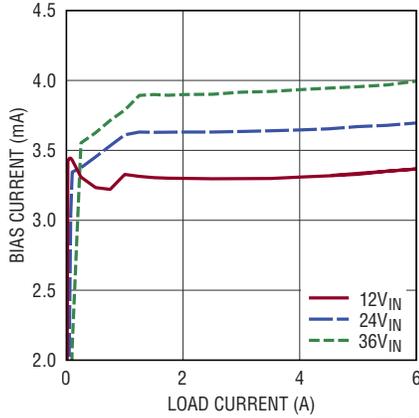
入力電流と負荷電流  
( $V_{OUT} = -18\text{V}$ ,  $\text{BIAS}$  は開放)



# LTM8003

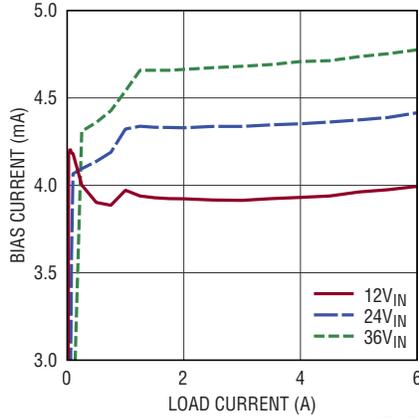
標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

BIAS 電流と負荷電流  
( $V_{OUT} = 0.97\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$ )



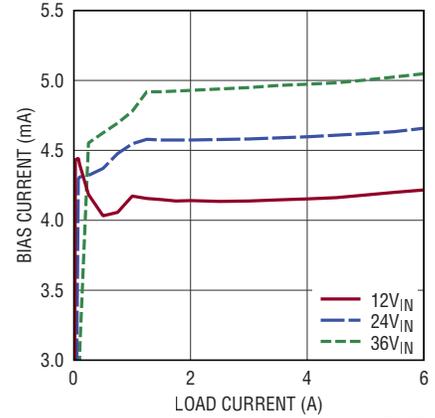
8003 G37

BIAS 電流と負荷電流  
( $V_{OUT} = 1.2\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$ )



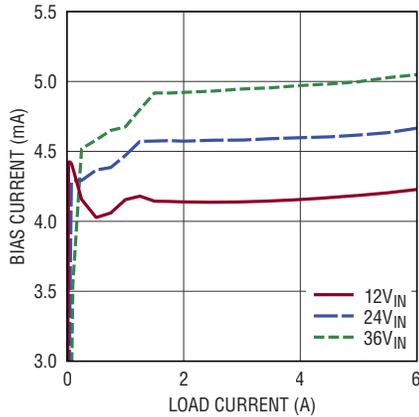
8003 G38

BIAS 電流と負荷電流  
( $V_{OUT} = 1.5\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$ )



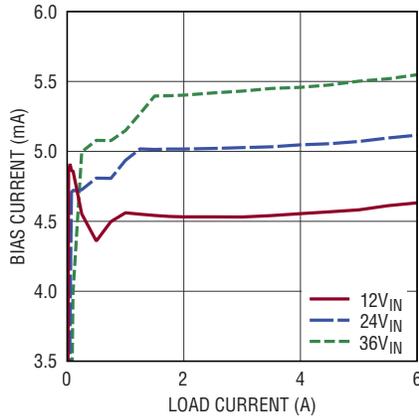
8003 G39

BIAS 電流と負荷電流  
( $V_{OUT} = 1.8\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$ )



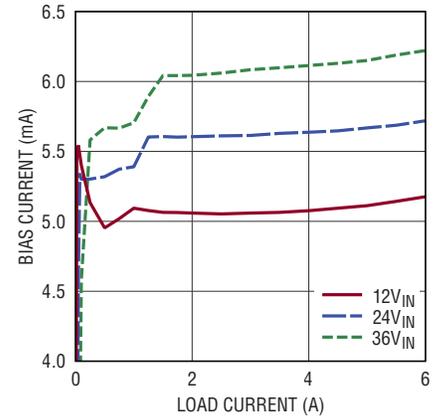
8003 G40

BIAS 電流と負荷電流  
( $V_{OUT} = 2\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$ )



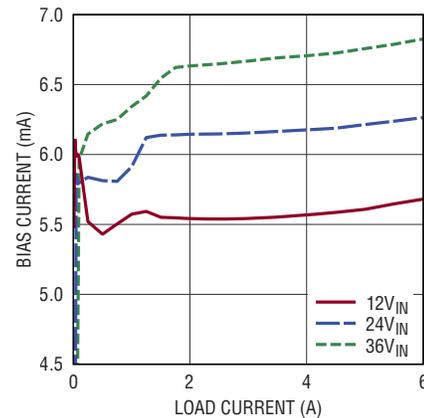
8003 G41

BIAS 電流と負荷電流  
( $V_{OUT} = 2.5\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$ )



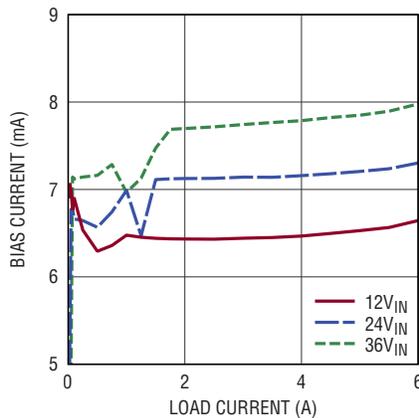
8003 G42

BIAS 電流と負荷電流  
( $V_{OUT} = 3.3\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$ )



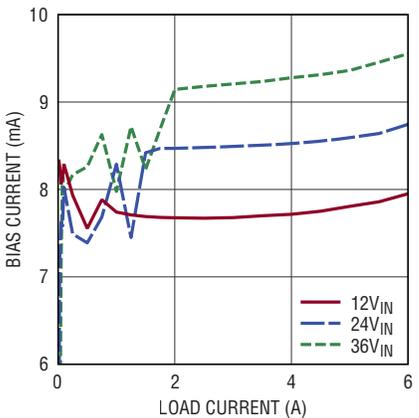
8003 G43

BIAS 電流と負荷電流  
( $V_{OUT} = 5\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$ )



8003 G44

BIAS 電流と負荷電流  
( $V_{OUT} = 8\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$ )

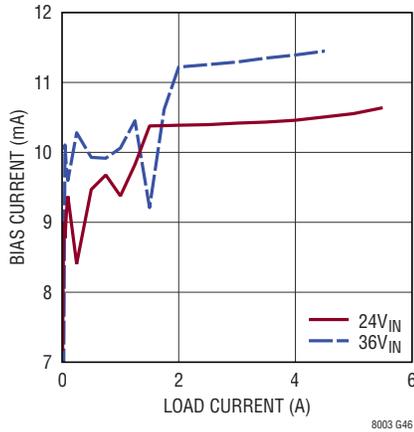


8003 G45

8003fa

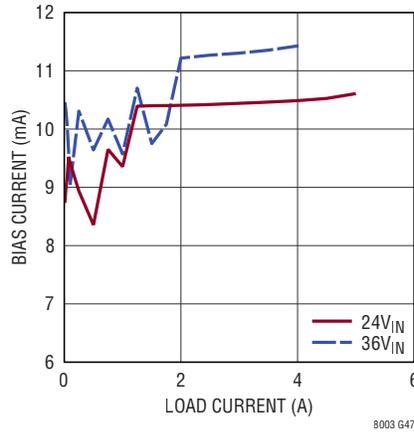
標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

BIAS 電流と負荷電流  
( $V_{OUT} = 12\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$ )



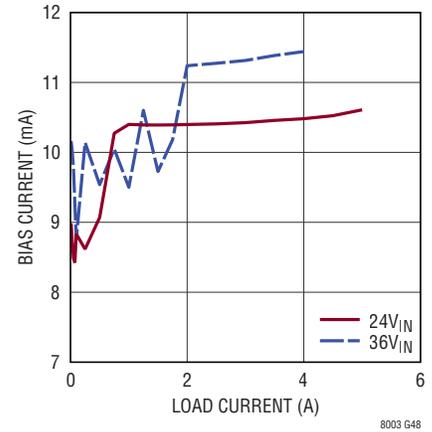
8003 G46

BIAS 電流と負荷電流  
( $V_{OUT} = 15\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$ )



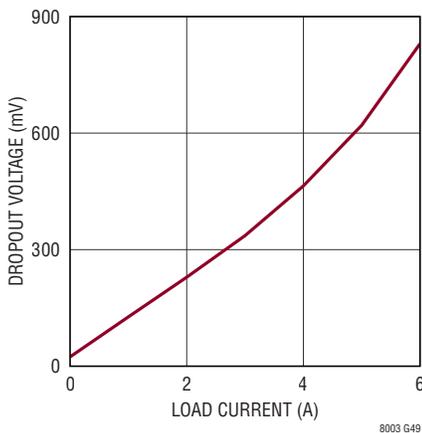
8003 G47

BIAS 電流と負荷電流  
( $V_{OUT} = 18\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$ )



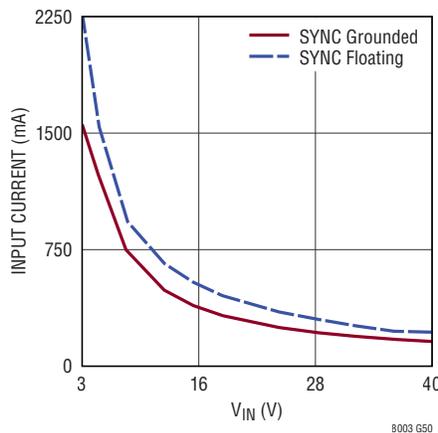
8003 G48

ドロップアウト電圧と負荷電流  
( $V_{OUT} = 5\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$ )



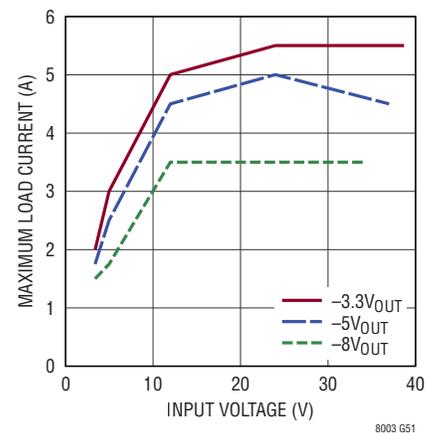
8003 G49

入力電流と  $V_{IN}$   
 $V_{OUT}$  は短絡



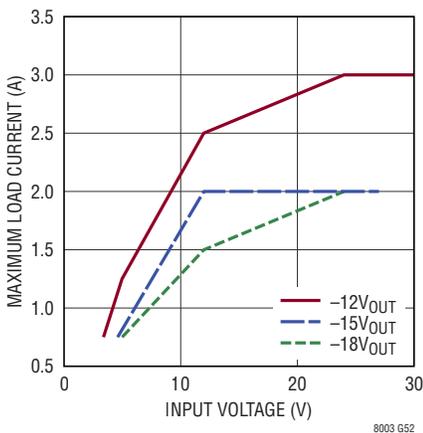
8003 G50

最大負荷電流と  $V_{IN}$  ( $\text{BIAS}$  は開放)



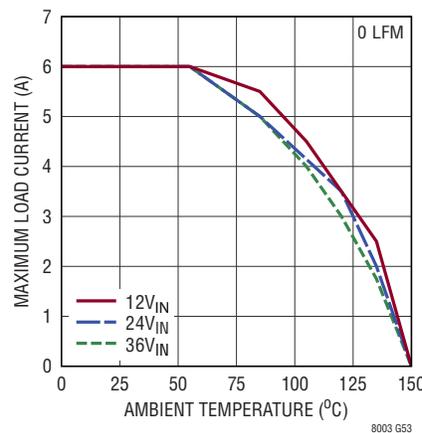
8003 G51

最大負荷電流と  $V_{IN}$  ( $\text{BIAS}$  は開放)



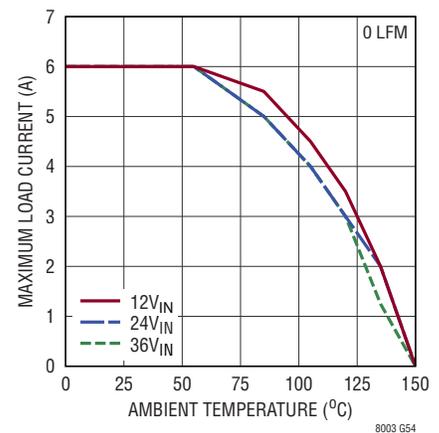
8003 G52

ディレーティング、Hグレード、 $V_{OUT} = 0.97\text{V}$ 、 $\text{BIAS} = 5\text{V}$ 、DC2416A デモボード



8003 G53

ディレーティング、Hグレード、 $V_{OUT} = 1.2\text{V}$ 、 $\text{BIAS} = 5\text{V}$ 、DC2416A デモボード

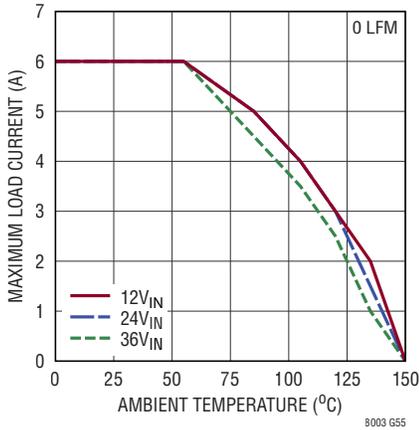


8003 G54

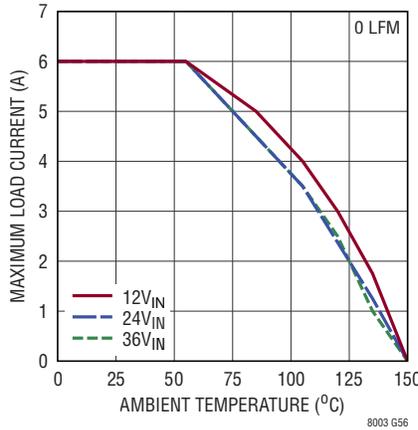
# LTM8003

## 標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

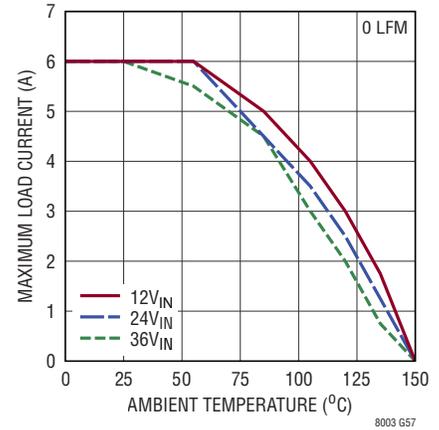
ディレーティング、Hグレード、 $V_{OUT} = 1.5\text{V}$ 、 $\text{BIAS} = 5\text{V}$ 、DC2416A デモボード



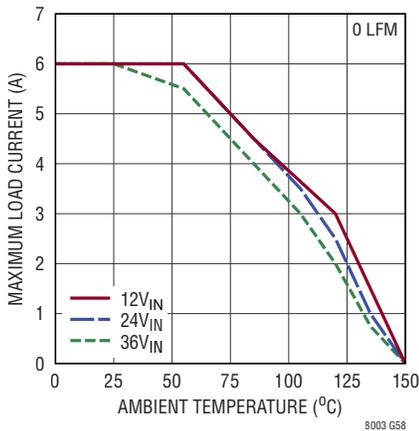
ディレーティング、Hグレード、 $V_{OUT} = 1.8\text{V}$ 、 $\text{BIAS} = 5\text{V}$ 、DC2416A デモボード



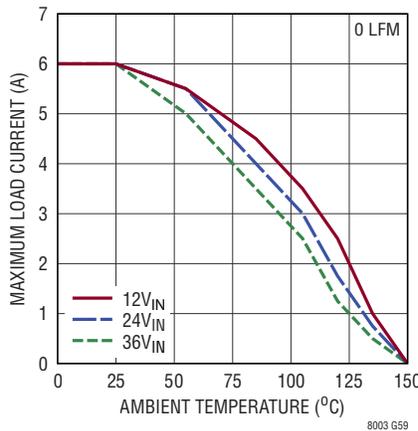
ディレーティング、Hグレード、 $V_{OUT} = 2\text{V}$ 、 $\text{BIAS} = 5\text{V}$ 、DC2416A デモボード



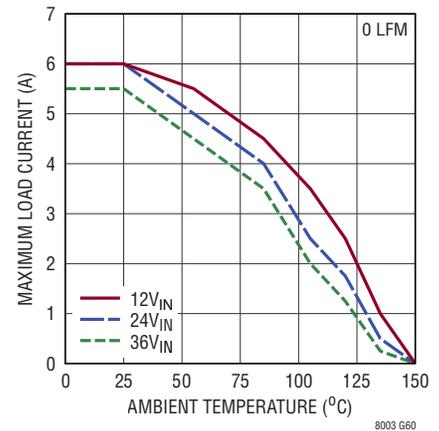
ディレーティング、Hグレード、 $V_{OUT} = 2.5\text{V}$ 、 $\text{BIAS} = 5\text{V}$ 、DC2416A デモボード



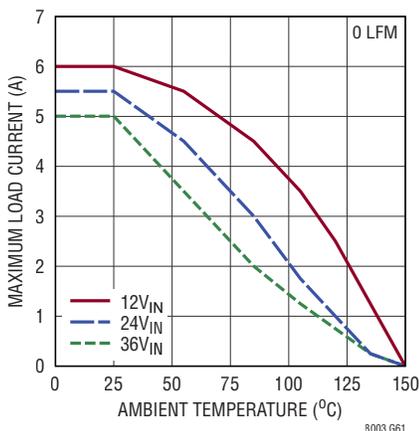
ディレーティング、Hグレード、 $V_{OUT} = 3.3\text{V}$ 、 $\text{BIAS} = 5\text{V}$ 、DC2416A デモボード



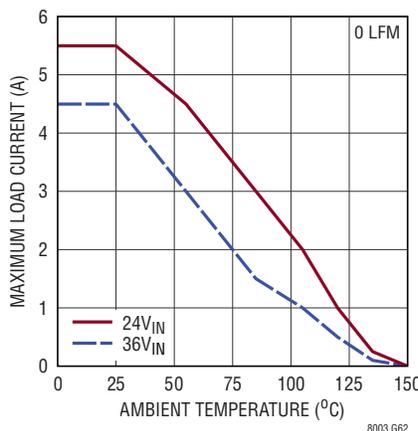
ディレーティング、Hグレード、 $V_{OUT} = 5\text{V}$ 、 $\text{BIAS} = 5\text{V}$ 、DC2416A デモボード



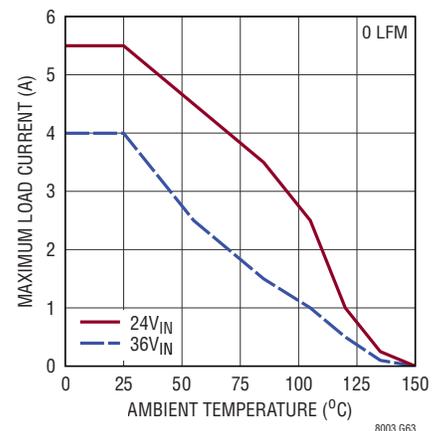
ディレーティング、Hグレード、 $V_{OUT} = 8\text{V}$ 、 $\text{BIAS} = 5\text{V}$ 、DC2416A デモボード



ディレーティング、Hグレード、 $V_{OUT} = 12\text{V}$ 、 $\text{BIAS} = 5\text{V}$ 、DC2416A デモボード



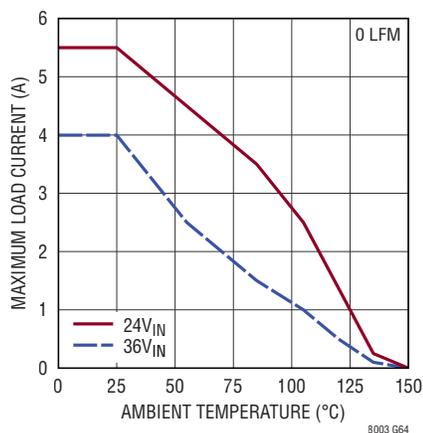
ディレーティング、Hグレード、 $V_{OUT} = 15\text{V}$ 、 $\text{BIAS} = 5\text{V}$ 、DC2416A デモボード



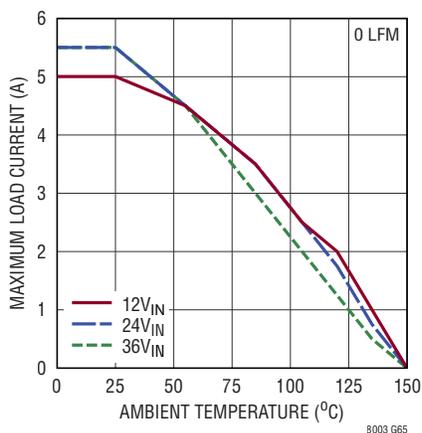
8003fa

## 標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

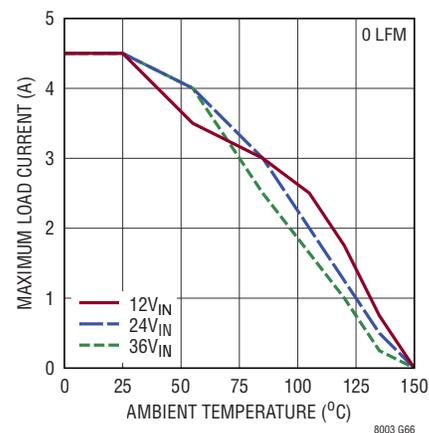
ディレーティング、Hグレード、 $V_{OUT} = 18\text{V}$ 、 $\text{BIAS} = 5\text{V}$ 、DC2416A デモボード



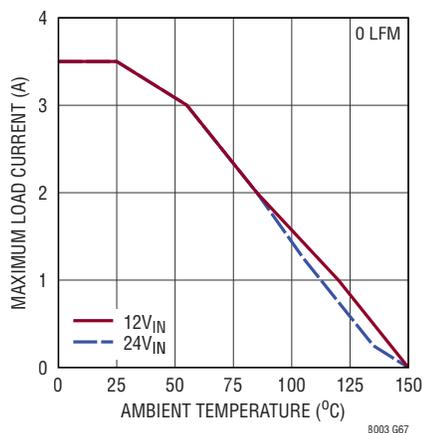
ディレーティング、Hグレード、 $V_{OUT} = -3.3\text{V}$ 、 $\text{BIAS}$  は開放、DC2416A デモボード



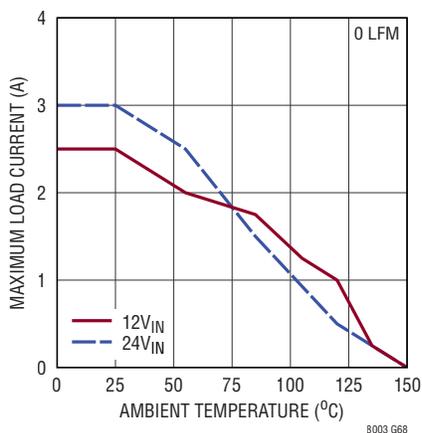
ディレーティング、Hグレード、 $V_{OUT} = -5\text{V}$ 、 $\text{BIAS}$  は開放、DC2416A デモボード



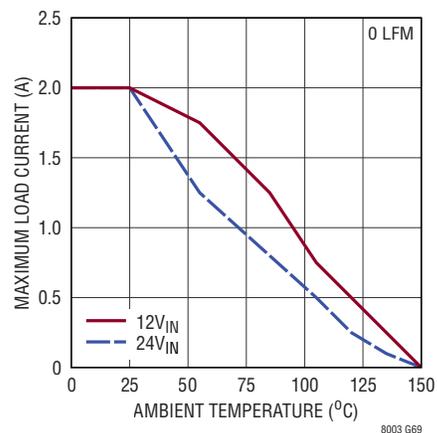
ディレーティング、Hグレード、 $V_{OUT} = -8\text{V}$ 、 $\text{BIAS}$  は開放、DC2416A デモボード



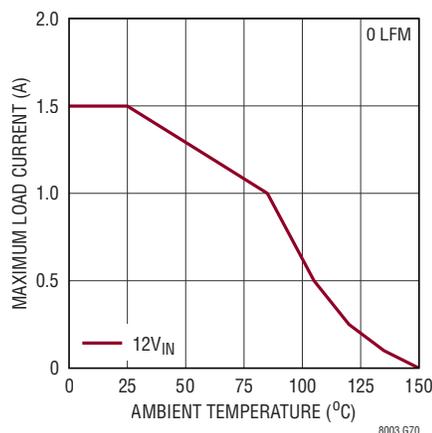
ディレーティング、Hグレード、 $V_{OUT} = -12\text{V}$ 、 $\text{BIAS}$  は開放、DC2416A デモボード



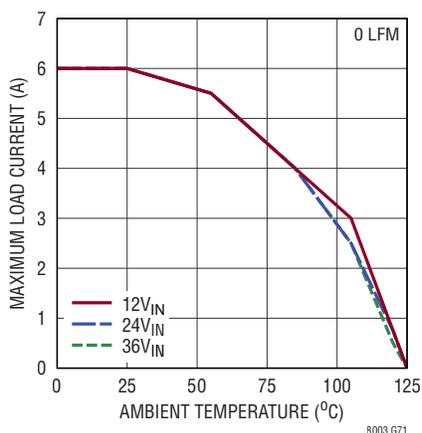
ディレーティング、Hグレード、 $V_{OUT} = -15\text{V}$ 、 $\text{BIAS}$  は開放、DC2416A デモボード



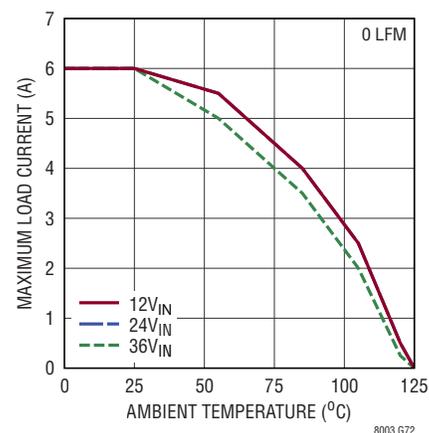
ディレーティング、Hグレード、 $V_{OUT} = -18\text{V}$ 、 $\text{BIAS}$  は開放、DC2416A デモボード



ディレーティング、Iグレード、 $V_{OUT} = 0.97\text{V}$ 、 $\text{BIAS} = 5\text{V}$ 、DC2416A デモボード



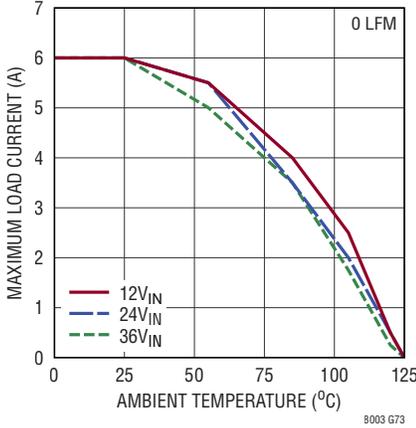
ディレーティング、Iグレード、 $V_{OUT} = 1.2\text{V}$ 、 $\text{BIAS} = 5\text{V}$ 、DC2416A デモボード



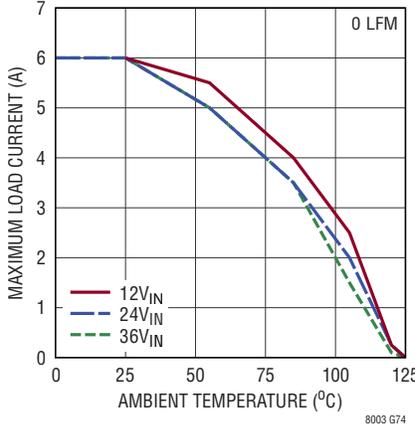
# LTM8003

## 標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

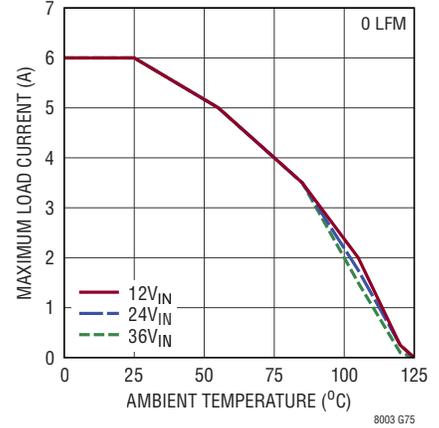
ディレーティング、1グレード、 $V_{OUT} = 1.5\text{V}$ 、 $\text{BIAS} = 5\text{V}$ 、DC2416A デモボード



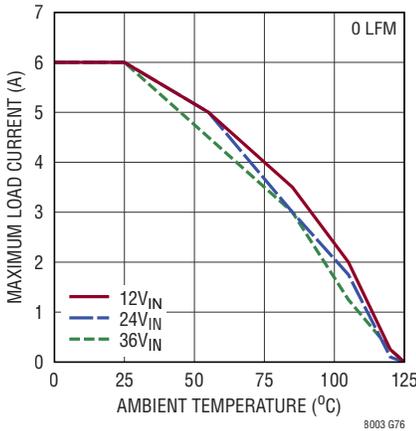
ディレーティング、1グレード、 $V_{OUT} = 1.8\text{V}$ 、 $\text{BIAS} = 5\text{V}$ 、DC2416A デモボード



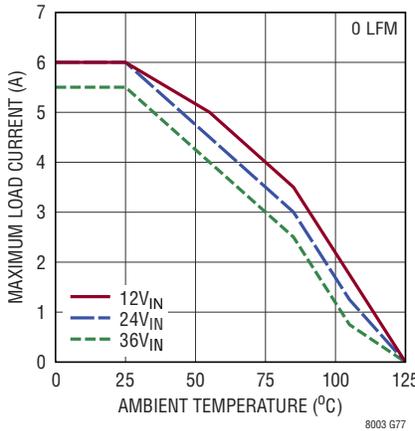
ディレーティング、1グレード、 $V_{OUT} = 2\text{V}$ 、 $\text{BIAS} = 5\text{V}$ 、DC2416A デモボード



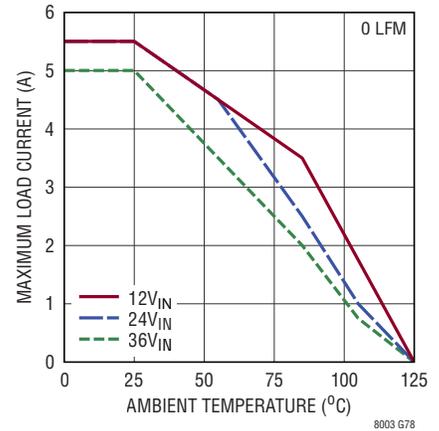
ディレーティング、1グレード、 $V_{OUT} = 2.5\text{V}$ 、 $\text{BIAS} = 5\text{V}$ 、DC2416A デモボード



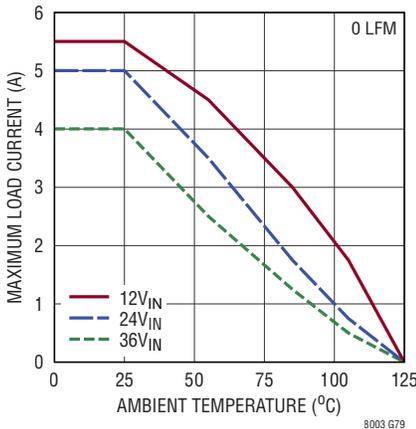
ディレーティング、1グレード、 $V_{OUT} = 3.3\text{V}$ 、 $\text{BIAS} = 5\text{V}$ 、DC2416A デモボード



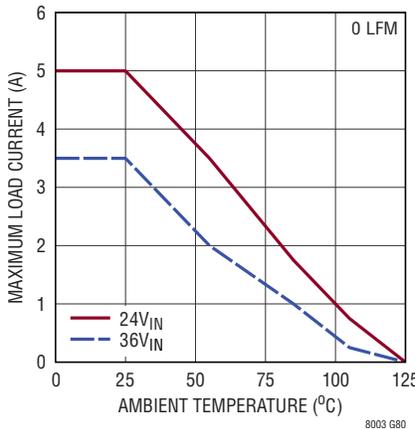
ディレーティング、1グレード、 $V_{OUT} = 5\text{V}$ 、 $\text{BIAS} = 5\text{V}$ 、DC2416A デモボード



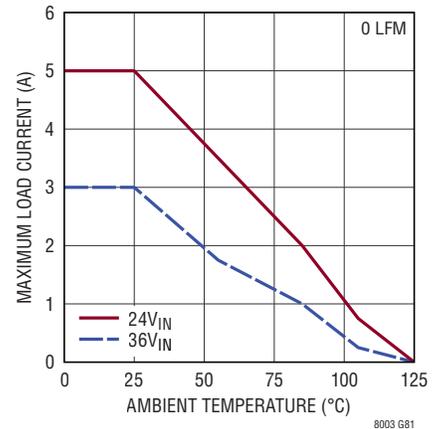
ディレーティング、1グレード、 $V_{OUT} = 8\text{V}$ 、 $\text{BIAS} = 5\text{V}$ 、DC2416A デモボード



ディレーティング、1グレード、 $V_{OUT} = 12\text{V}$ 、 $\text{BIAS} = 5\text{V}$ 、DC2416A デモボード



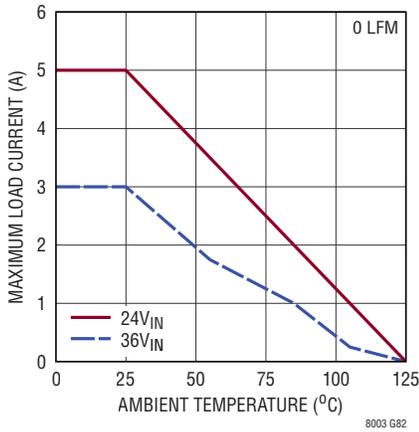
ディレーティング、1グレード、 $V_{OUT} = 15\text{V}$ 、 $\text{BIAS} = 5\text{V}$ 、DC2416A デモボード



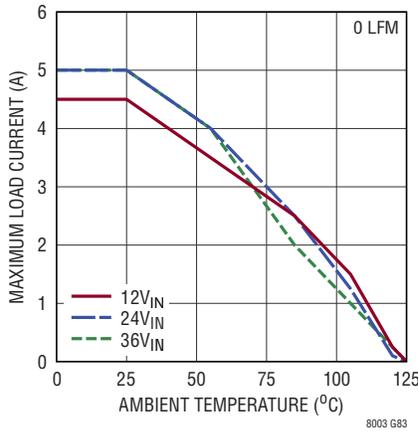
8003fa

標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

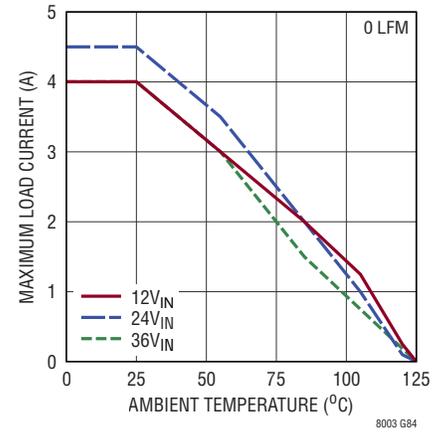
ディレーティング、1グレード、 $V_{OUT} = 18\text{V}$ 、 $\text{BIAS} = 5\text{V}$ 、DC2416A デモボード



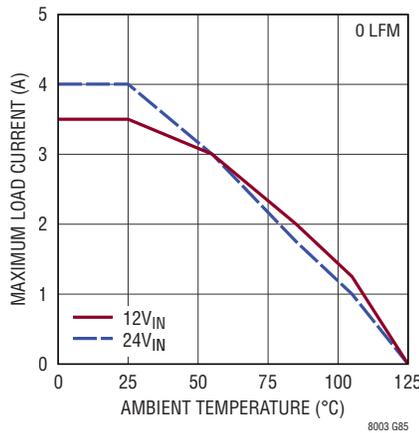
ディレーティング、1グレード、 $V_{OUT} = -3.3\text{V}$ 、 $\text{BIAS}$  は開放、DC2416A デモボード



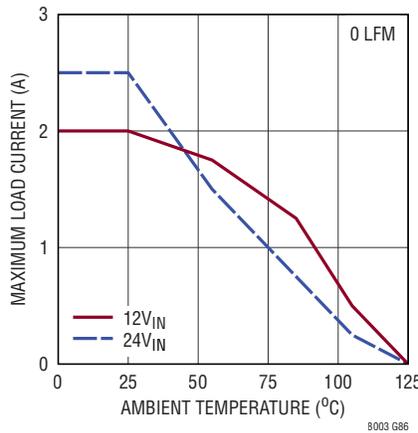
ディレーティング、1グレード、 $V_{OUT} = -5\text{V}$ 、 $\text{BIAS}$  は開放、DC2416A デモボード



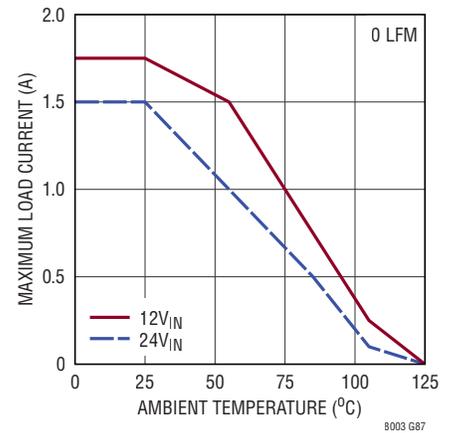
ディレーティング、1グレード、 $V_{OUT} = -8\text{V}$ 、 $\text{BIAS}$  は開放、DC2416A デモボード



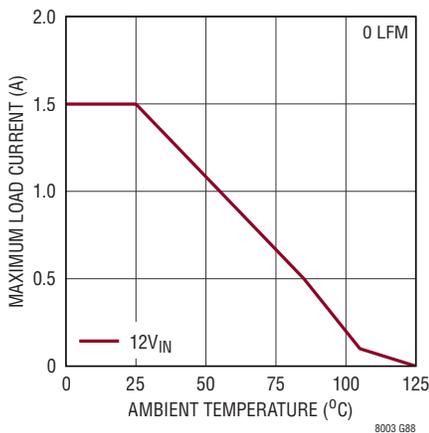
ディレーティング、1グレード、 $V_{OUT} = -12\text{V}$ 、 $\text{BIAS}$  は開放、DC2416A デモボード



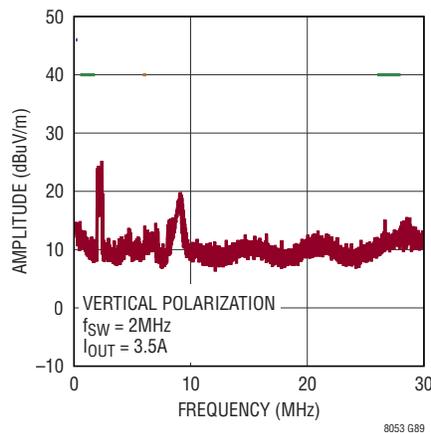
ディレーティング、1グレード、 $V_{OUT} = -15\text{V}$ 、 $\text{BIAS}$  は開放、DC2416A デモボード



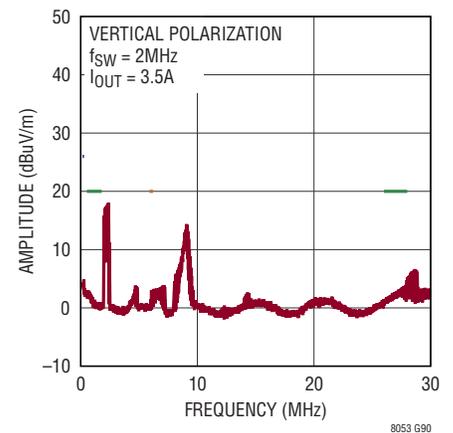
ディレーティング、1グレード、 $V_{OUT} = -18\text{V}$ 、 $\text{BIAS}$  は開放、DC2416A デモボード



CISPR25 クラス 5 規格のピーク放射値、DC2416A デモボード、 $V_{OUT} = 5\text{V}$ 、スペクトラム拡散動作はイネーブル状態

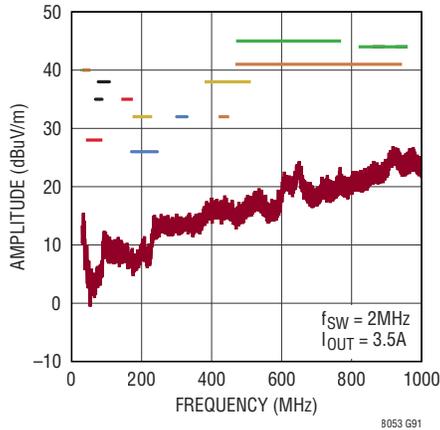


CISPR25 クラス 5 規格の平均放射値、DC2416A デモボード、 $V_{OUT} = 5\text{V}$ 、スペクトラム拡散動作はイネーブル状態

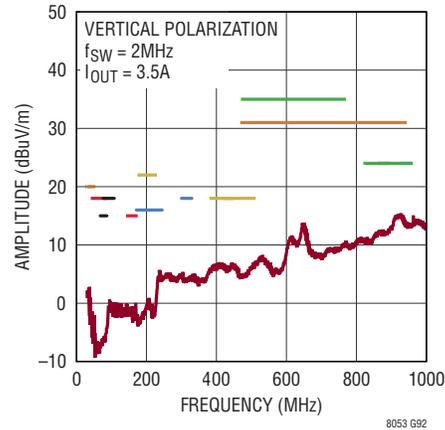


標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

CISPR25 クラス5 規格のピーク放射値、  
DC2416A デモボード、 $V_{OUT} = 5\text{V}$ 、  
スペクトラム拡散動作はイネーブル状態



CISPR25 クラス5 規格の平均放射値、  
DC2416A デモボード、 $V_{OUT} = 5\text{V}$ 、  
スペクトラム拡散動作はイネーブル状態



## ピン機能

**GND (バンク1、A1、A6) :** これらのGNDピンはLTM8003および回路部品の下にあるローカル・グランド・プレーンに接続します。ほとんどのアプリケーションでは、LTM8003からの熱流の大半がこれらのパッドを通るので、プリント回路の設計がデバイスの熱性能に大きく影響します。詳細については「プリント回路基板のレイアウト」と「熱に関する検討事項」のセクションを参照してください。

**$V_{IN}$  (バンク2) :**  $V_{IN}$ ピンは、LTM8003の内部レギュレータと内部パワー・スイッチに電流を供給します。これらのピンは低ESRの外付けコンデンサを使ってデバイスの近くでバイパスする必要があります(推奨値については表1を参照)。

**$V_{OUT}$  (バンク3) :** 電源の出力ピン。これらのピンとGNDピンの間に出力フィルタ・コンデンサと出力負荷を接続します。

**BIAS (ピンG1、G2) :** BIASピンは内部電源バスに接続されます。3.2V以上、18V未満の電源に接続してください。 $V_{OUT}$ が3.2Vより高い場合は、このピンをそこに接続します。出力電圧が3.2Vより低い場合は、3.2Vより高い電源にこのピンを接続します。BIASの電圧源が離れている場合、このピンは1 $\mu\text{F}$ 以上でデカップリングしてください。

**RUN (ピンB5、B6) :** LTM8003をシャットダウンするには、RUNピンの電圧を0.9Vより低くします。通常動作時は1.06V以上の電圧に接続します。シャットダウン機能を使用しない場合は、このピンを $V_{IN}$ に接続してください。

**RT (ピンA4、A5) :** RTピンの使用目的は、RTピンとグランドの間に抵抗を接続することによってLTM8003のスイッチング周波数を設定することです。このデータシートの「アプリケーション情報」のセクションには、目的のスイッチング周波数に基づいて抵抗値を決めるための表が含まれています。このピンの容量は最小限に抑えてください。このピンは駆動しないでください。

**SYNC (ピンA2、B2) :** 外部クロック同期入力および動作モード。このピンは、以下の4種類の動作モードを設定します。

1. Burst Mode<sup>®</sup>。低出力負荷でのBurst Mode動作の場合、このピンをグランドに接続します。これによって、超低静止電流が得られます。
2. パルススキップ・モード。このピンをフロート状態にすると、パルススキップ・モードになります。このモードでは、パルススキップが発生する前の低い出力負荷まで、最大周波数で動作します。
3. スペクトラム拡散モード。スペクトラム拡散変調を伴うパルススキップ・モードの場合、このピンを“H”(2.9V~4.2Vの範囲)に接続します。
4. 同期モード。外部周波数に同期させるには、このピンをクロック信号源で駆動します。同期中に、デバイスはパルススキップ・モードで動作します。

**PG (ピンB1、C1) :** PGピンは内部コンパレータのオープンコレクタ出力です。PGはFBピンの電圧が最終安定化電圧の約10%以内に入るまで“L”に保たれます。 $V_{IN}$ が3.4Vより高い

## ピン機能

場合、PG 信号は有効です。V<sub>IN</sub>が3.4Vを超えてRUNが“L”になると、PGは“L”になります。この機能を使用しない場合、このピンをフロート状態のままにします。

**FB (ピンF1、F2) :** LTM8003はFBピンを0.97Vに安定化します。このピンとグラウンドの間に調整抵抗を接続します。R<sub>FB</sub>の値は、式 $R_{FB} = 97 / (V_{OUT} - 0.97)$ によって得られます。ここで、R<sub>FB</sub>の単位はkΩです。

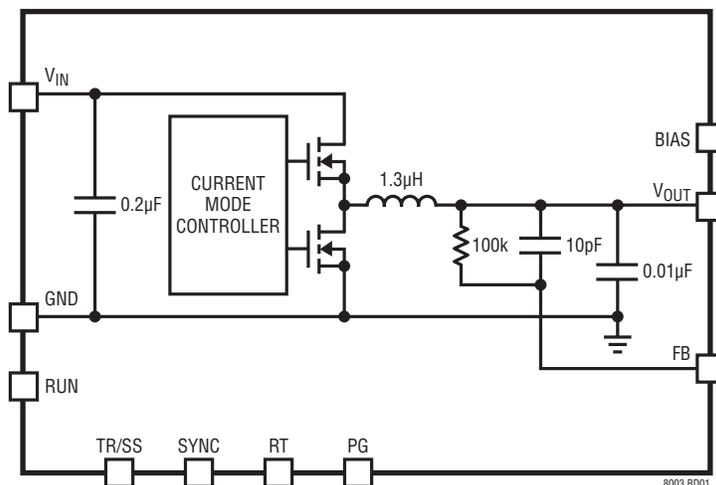
**TR/SS (ピンA3、B3) :** TR/SSピンはソフトスタートまたはトラッキング機能を提供するために使用されます。2μAの内部プルアップ電流と、このピンに接続した外部コンデンサを組み合わせると、

電圧ランプが発生します。TR/SSの電圧が0.97Vより低い場合、出力電圧はこの電圧に追従します。トラッキングを行う場合は、抵抗分割器をこのピンとトラッキング対象出力の間に接続します。このピンは、シャットダウン時およびフォルト状態では内部MOSFETによってグラウンド電位になるので、低インピーダンス出力で駆動する場合は直列抵抗を使用してください。トラッキング機能が必要ない場合は、このピンをフロート状態のままにしておいてもかまいません。

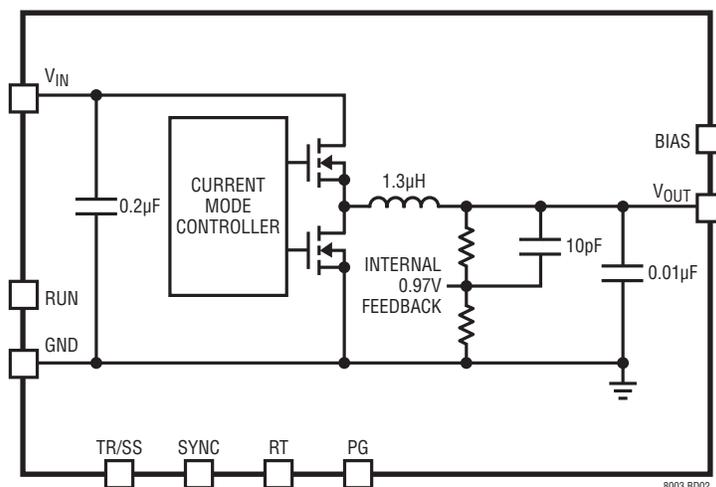
**NC (ピンC5、D5、E5、E6) :** これらのピンは、他のどのネットにも接続せず、相互にも接続しません。

## ブロック図

LTM8003のブロック図



LTM8003-3.3のブロック図



8003fa

## 動作

LTM8003は、最大6Aを供給できる独立した非絶縁型の降圧スイッチングDC/DC電源です。連続電流は、内部動作温度によって決定されます。このデバイスは、1個の外付け抵抗によってプログラム可能な0.97V～18Vの精密に安定化された出力電圧を供給します。入力電圧範囲は3.4V～40Vです。LTM8003は降圧コンバータなので、入力電圧が目的の出力電圧と負荷電流を支えるのに十分な高さになるようにしてください。簡略ブロック図を前のページに示します。

LTM8003は、電流モード・コントローラ、パワー・スイッチング素子、パワー・インダクタ、および比較的小容量の入力容量と出力容量を内蔵しています。LTM8003は固定周波数PWMレギュレータです。スイッチング周波数は、単に適当な値の抵抗をRTピンからGNDに接続して設定します。

内部レギュレータが制御回路に電力を供給します。このバイアス・レギュレータは、通常はV<sub>IN</sub>ピンから電力を供給されますが、3.2Vより高い外部電圧にBIASピンを接続すると、バイアス電力は外部電源(通常は安定化出力電圧)から供給されます。これにより効率が改善されます。RUNピンは、LTM8003をシャットダウン状態にして出力を切り離し、入力電流を数μAに低減する目的で使用します。

効率を向上するため、LTM8003は軽負荷状態または無負荷状態ではBurst Mode動作に自動的に切り替わります。バーストとバーストの間は、出力スイッチの制御に関連した全ての回路がシャットダウンし、入力電源電流がわずかに数μAに減少します。

FBピンの電圧が低いと、発振器がLTM8003の動作周波数を低下させます。この周波数フォールドバックは起動時および過負荷時の出力電流を制御するのに役立ちます。

TR/SSノードはエラーアンプの補助入力として機能します。FBの電圧は、TR/SSの電圧が約0.97Vを超えるまで、TR/SSの電圧にサーボ制御されます。ソフトスタートは、内部定電流によって充電される外付けコンデンサを使用してTR/SSピンで電圧ランプを生成することによって実装されます。あるいは、信号源または抵抗回路網を使用してTR/SSピンを駆動して、トラッキング機能を提供します。TR/SSピンは低インピーダンスの電圧源で駆動しないでください。詳細については、「アプリケーション情報」のセクションを参照してください。

LTM8003は、FBピンが安定化電圧値の約90%～110%になると作動するパワーグッド・コンパレータを内蔵しています。PG出力はオープンドレイン・トランジスタであり、出力が安定化しているときはオフしているので、外付け抵抗によりPGピンを“H”に引き上げることができます。V<sub>IN</sub>が3.4Vより高い場合、PG信号は有効です。V<sub>IN</sub>が3.4Vを超えてRUNが“L”になると、PGは“L”になります。

LTM8003は、接合部温度が高いときにパワー・スイッチの動作を抑制するサーマル・シャットダウン機能を備えています。この機能の作動しきい値は、通常動作に影響しないよう最大温度定格より高くなっているため、サーマル・シャットダウンが作動する条件で長時間動作させるか、繰り返し動作させると、デバイスが損傷するか、デバイスの信頼性が低下する恐れがあります。

## アプリケーション情報

ほとんどのアプリケーションでは、設計手順は簡単であり、以下のようにまとめられます。

1. 表1を参照し、目的の入力範囲と出力電圧に該当する行を見つけます。
2.  $C_{FF}$ 、 $C_{IN}$ 、 $C_{OUT}$ 、 $R_{FB}$ 、および $R_T$ の推奨値を適用します。
3. 必要に応じて $C_{FF}$  ( $V_{OUT} \sim F_B$ )を適用します。
4. 表示どおりにBIASを接続します。

これらの部品の組み合わせは正しく動作するかテストされていますが、目的のシステムの電源ライン、負荷および環境条件で正しく動作することをユーザーの側で検証してください。最大

出力電流は、接合部温度、入力電圧と出力電圧の大きさおよび極性の関係、その他の要因によって制限されることに注意してください。手引きとして、「標準的性能特性」のセクションのグラフを参照してください。

LTM8003がスイッチング可能な最大周波数(および対応する $R_T$ の値)は表1の最大 $f_{sw}$ の列に示されており、与えられた入力条件で最適な効率を得るための推奨の周波数(および $R_T$ の値)は $f_{sw}$ の列に記載されています。同期機能を使用する場合は、その他の条件も満足する必要があります。詳細については、「同期」のセクションを参照してください。

表1. 部品の推奨値と推奨構成 ( $T_A = 25^\circ\text{C}$ )

$V_{IN}$	$V_{OUT}$ (V)	$R_{FB}$ (k $\Omega$ )	$C_{IN}^2$	$C_{OUT}$	$C_{FF}$ ( $\mu\text{F}$ )	BIAS (V)	$f_{sw}$	$R_T$ (k $\Omega$ )	最大 $f_{sw}$	最小 $R_T$ (k $\Omega$ )
3.4V~40V	0.97	Open	4.7 $\mu\text{F}$ 50V 1206 X5R	2x 100 $\mu\text{F}$ 6.3V 1210 X5R	47	5	450kHz	97.6	675kHz	63.4
3.4V to 40V	1.2	402	4.7 $\mu\text{F}$ 50V 1206 X5R	2x 100 $\mu\text{F}$ 6.3V 1210 X5R	47	5	550kHz	78.7	850kHz	49.9
3.4V to 40V	1.5	174	4.7 $\mu\text{F}$ 50V 1206 X5R	100 $\mu\text{F}$ 6.3V 1210 X5R	27	5	600kHz	71.5	1.1MHz	36.5
3.4V to 40V	1.8	115	4.7 $\mu\text{F}$ 50V 1206 X5R	100 $\mu\text{F}$ 6.3V 1210 X5R	10	5	600kHz	71.5	1.3MHz	30.9
3.4V to 40V	2.0	90.9	4.7 $\mu\text{F}$ 50V 1206 X5R	100 $\mu\text{F}$ 0805 4V X5R		5	650kHz	64.9	1.4MHz	28.0
4V to 40V <sup>1</sup>	2.5	63.4	4.7 $\mu\text{F}$ 50V 1206 X5R	100 $\mu\text{F}$ 0805 4V X5R		5	750kHz	56.2	1.8MHz	20.5
5V to 40V <sup>1</sup>	3.3	41.2	4.7 $\mu\text{F}$ 50V 1206 X5R	100 $\mu\text{F}$ 0805 4V X5R		5	850kHz	48.7	2.3MHz	14.7
7V to 40V <sup>1</sup>	5	24.3	4.7 $\mu\text{F}$ 50V 1206 X5R	47 $\mu\text{F}$ 6.3V 0805 X5R		5	1MHz	40.2	3MHz	10.7
11V to 40V <sup>1</sup>	8	13.7	4.7 $\mu\text{F}$ 50V 1206 X5R	22 $\mu\text{F}$ 1206 10V X7R		5	1.2MHz	33.2	3MHz	10.7
16V to 40V <sup>1</sup>	12	8.66	4.7 $\mu\text{F}$ 50V 1206 X5R	10 $\mu\text{F}$ 0805 16V X7S		5	1.5MHz	25.5	3MHz	10.7
19.5 to 40V <sup>1</sup>	15	6.81	4.7 $\mu\text{F}$ 50V 1206 X5R	10 $\mu\text{F}$ 0805 16V X7S		5	1.5MHz	25.5	3MHz	10.7
23.5V to 40V <sup>1</sup>	18	5.62	4.7 $\mu\text{F}$ 50V 1206 X5R	10 $\mu\text{F}$ 1206 25V X5R		5	1.5MHz	25.5	3MHz	10.7
5V to 22V <sup>1</sup>	-18	5.62	4.7 $\mu\text{F}$ 50V 1206 X5R	10 $\mu\text{F}$ 1206 25V X5R		Open	1.5MHz	25.5	3MHz	10.7
4.5V to 25V <sup>1</sup>	-15	6.81	4.7 $\mu\text{F}$ 50V 1206 X5R	10 $\mu\text{F}$ 0805 16V X7S		Open	1.5MHz	25.5	3MHz	10.7
3.4V to 28V <sup>1</sup>	-12	8.66	4.7 $\mu\text{F}$ 50V 1206 X5R	10 $\mu\text{F}$ 0805 16V X7S		Open	1.5MHz	25.5	3MHz	10.7
3.4V to 32V <sup>1</sup>	-8	13.7	4.7 $\mu\text{F}$ 50V 1206 X5R	22 $\mu\text{F}$ 1206 10V X7R		Open	1.2MHz	33.2	3MHz	10.7
3.4V to 35V <sup>1</sup>	-5	24.3	4.7 $\mu\text{F}$ 50V 1206 X5R	47 $\mu\text{F}$ 6.3V 0805 X5R		Open	1MHz	40.2	3MHz	10.7
3.4V to 36V <sup>1</sup>	-3.3	41.2	4.7 $\mu\text{F}$ 50V 1206 X5R	100 $\mu\text{F}$ 0805 4V X5R		Open	850kHz	48.7	2.3MHz	14.7

1. LTM8003は、さらに低い入力電圧で動作できるが、スイッチング・サイクルをスキップする可能性がある。

2. 入力パルク・コンデンサが必要。

## アプリケーション情報

### コンデンサの選択に関する検討事項

表1のC<sub>IN</sub>およびC<sub>OUT</sub>コンデンサの値は、該当する動作条件に対する最小推奨値です。表1に示されているコンデンサ値より小さな値を適用することは推奨されておらず、望ましくない動作を引き起こす可能性があります。大きな値を使うことは一般に問題なく、必要に応じてダイナミック応答を改善することができます。ここでも、目的のシステムの電源ライン、負荷および環境条件で正しく動作することをユーザーの側で検証してください。

セラミック・コンデンサは小さく堅牢で、ESRが非常に小さいコンデンサです。ただし、全てのセラミック・コンデンサが適しているわけではありません。X5RとX7Rのタイプは全温度範囲と印加電圧で安定しており、安心して使えます。Y5VやZ5Uなど他のタイプは容量の温度係数と電圧係数が非常に大きくなります。アプリケーション回路ではそれらの容量が公称値の数分の1に減少することがあるため、電圧リップルが予想したよりもはるかに大きくなる可能性があります。

また、セラミック・コンデンサには圧電特性があります。Burst Mode動作では、LTM8003のスイッチング周波数は負荷電流に依存し、セラミック・コンデンサを可聴周波数で励起して、可聴ノイズを発生することがあります。LTM8003はBurst Mode動作では低い電流制限値で動作するので、通常は非常に静かでノイズが気になることはありません。

この可聴ノイズでも許容できない場合は、高性能電解コンデンサを出力に使用します。セラミック・コンデンサと低価格の電解コンデンサを並列接続した構成でもかまいません。

セラミック・コンデンサに関する最後の注意点はLTM8003の最大入力電圧定格に関係します。セラミックの入力コンデンサは、トレースやケーブルのインダクタンスと結合して、Q値の高い(減衰しにくい)タンク回路を形成します。LTM8003の回路を通電中の電源に差し込むと、入力電圧に公称値の2倍のリングングが生じて、デバイスの定格を超える恐れがあります。この状況は容易に避けられます。「安全な活線挿入」のセクションを参照してください。

### 周波数の選択

LTM8003には固定周波数PWMアーキテクチャが使われており、RTピンとグランドの間に接続した1本の抵抗を使って200KHz～3MHzの範囲でスイッチングするように設定することができます。R<sub>T</sub>の抵抗値と対応する周波数を表2に示します。

表2. スイッチング周波数とR<sub>T</sub>の値

f <sub>sw</sub> (MHz)	R <sub>T</sub> (kΩ)
0.2	232
0.3	150
0.4	110
0.5	88.7
0.6	71.5
0.7	60.4
0.8	52.3
1.0	40.2
1.2	33.2
1.4	28.0
1.6	23.7
1.8	20.5
2.0	18.2
2.2	15.8
3.0	10.7

### 動作周波数の妥協点

入力と出力の動作条件に合わせて、表1に示す最適なR<sub>T</sub>値を適用することを推奨します。ただし、システム・レベルや他の検討事項により、異なる動作周波数が必要になることがあります。LTM8003には十分な柔軟性があり、広い範囲の動作周波数に対応しますが、無計画に周波数を選ぶと、特定の動作条件やフォルト条件で望ましくない動作を示すことがあります。周波数が高すぎると効率が低下し、過度の熱が生じることがあり、出力に過負荷や短絡が生じるとLTM8003が損傷を受けることさえあります。周波数が低すぎると最終デザインの出力リップルが大きくなりすぎたり、出力コンデンサが大きくなりすぎることがあります。

## アプリケーション情報

### BIASピンに関する検討事項

BIASピンは、内部パワー・スイッチング段に駆動電力を供給し、他の内部回路を動作させるのに使われます。正しく動作させるには、少なくとも3.2Vでこのピンに電力を供給する必要があります。出力電圧を3.2V以上に設定している場合は、BIASをそのままV<sub>OUT</sub>に接続することができます。V<sub>OUT</sub>が3.2Vより低い場合は、BIASをV<sub>IN</sub>または他の電圧源に接続することができます。BIASピンの電圧が高すぎると、LTM8003の効率が低下することがあります。最適なBIASの電圧は、負荷電流、入力電圧、出力電圧、スイッチング周波数など多くの要因に依存します。全ての場合で、BIASピンの最大電圧が19V未満になるようにします。BIASの電力が遠くの電圧源またはノイズの多い電圧源から供給される場合は、ピンの近くにデカップリング・コンデンサを接続することが必要なことがあります。1 $\mu$ Fのセラミック・コンデンサを使用すれば十分です。BIASピンを開放のままにすることもできますが、効率が少し低下します。

### 最大負荷

LTM8003が駆動できる実用的な最大連続負荷は、3.5Aに定格が定められていますが、実際は、内部電流制限および内部温度の両方によって決まります。内部電流制限は、過負荷または短絡が発生した場合にLTM8003に対する損傷を防ぐように設計されています。LTM8003の内部温度は、周囲温度、供給される電力、およびシステムの放熱能力などの動作条件によって決まります。例えば、LTM8003Hは、1.2Vで安定化するように構成された場合、周囲温度が50°C未満に制御されると、12V<sub>IN</sub>から連続的に6Aを供給することができます。これは、3.5Aの連続電流定格よりもかなり高い電流です。「標準的性能特性」セクションの「ディレーティング、Hグレード、V<sub>OUT</sub> = 1.2V」のグラフを参照してください。同様に出力電圧が18V、周囲温度が100°Cである場合、LTM8003Hは24V<sub>IN</sub>から最大で2.7Aを供給します。これは、3.5Aの連続電流定格よりも低い電流です。

### 負荷の分担

LTM8003もLTM8003-3.3も、負荷を分担するように設計されていません。

### Burst Mode動作

軽負荷での効率を向上させるため、LTM8003はBurst Mode動作に自動的に切り替わり、入力静止電流を最小に抑えながら、出力コンデンサを適切な電圧に充電された状態に保ちます。LTM8003は、Burst Mode動作の間1サイクルのバーストで電流を出力コンデンサに供給し、それに続くスリープ期間には、ほとんどの内部回路の電源をオフにし、出力コンデンサからエネルギーを負荷に供給します。スリープ時には、V<sub>IN</sub>とBIASの静止電流が大幅に減少するため、負荷電流が無負荷状態に向かって減少するにつれて、LTM8003がスリープ・モードで動作する時間の割合は増加し、平均入力電流が大きく減少して軽負荷時の効率が高くなります。

Burst Mode動作をイネーブルするには、SYNCをGNDに接続します。

### 最小入力電圧

LTM8003は降圧コンバータなので、出力をレギュレーション状態に保つため、最小量の余裕が必要です。正しく動作させるためには、入力が3.4Vより高く維持されるようにします。入力の電圧を3.4V未満にする電圧トランジェントまたはリップルの谷は、LTM8003をオフにする可能性があります。

### 出力電圧トラッキングとソフトスタート

LTM8003では、TR/SSピンによって出力電圧のランプ・レートを調整できます。内蔵の2 $\mu$ A電流源により、TR/SSピンの電圧は約2.4Vになります。外付けコンデンサをTR/SSピンに接続すると、出力をソフトスタートさせて入力電源の電流サージを低減することができます。ソフトスタート・ランプの間、出力電圧はTR/SSピンの電圧に比例して追従します。出力トラッキング・アプリケーションでは、別の電圧源によってTR/SSピンを外部から駆動することができます。0V~0.97Vの範囲では、エラーアンプに入力される0.97Vの内部リファレンスよりTR/SSピンの電圧の方が優先されるので、FBピンの電圧はTR/SSピンの電圧に安定化されます。TR/SSピンの電圧が0.97Vより高くなるとトラッキングはディスエーブルされ、帰還電圧は内部リファレンス電圧に安定化されるようになります。この機能が不要な場合は、TR/SSピンをフロート状態のままにしておいてもかまいません。

## アプリケーション情報

TR/SS ピンにはアクティブなプルダウン回路が接続されています。この回路は、フォルト状態が発生すると外付けのソフトスタート・コンデンサを放電し、フォルト状態が解消すると電圧の上昇を再開します。ソフトスタート・コンデンサが放電されるフォルト状態になるのは、RUN ピンが“L”へ遷移した場合、 $V_{IN}$  の電圧が低下しすぎた場合、またはサーマル・シャットダウンが発生した場合です。

### 状態までのソフトスタート

「出力電圧トラッキングとソフトスタート」のセクションで説明したように、LTM8003 は、TR/SS が 0.97V 未満の場合に、必ず出力を TR/SS によって決定される FB 電圧に安定化します。LTM8003 の出力が目標出力電圧よりも高い場合、LTM8003 は、少量のエネルギーを入力電源に戻すことによって、出力を目標電圧に安定化しようとします。入力電源に対する負荷が存在しない場合、その電圧が上昇することがあります。入力電圧が LTM8003 の絶対最大定格を越えるほど高くないように、注意してください。

### 周波数フォールドバック

LTM8003 は、短絡時または出力過負荷状態で内部パワー素子の熱応力とエネルギー応力を軽減する、周波数フォールドバック機能を備えています。出力がレギュレーションの範囲から外れて低下したことを LTM8003 が検出すると、出力がターゲット電圧をどの程度下回っているかに応じてスイッチング周波数が下げられます。これにより、フォルト発生時の負荷に供給可能なエネルギー量が制限されます。起動時にも周波数フォールドバックがアクティブになり、大きな出力容量の負荷に供給されるエネルギーが制限されます。SYNC ピンにクロックを入力するか、SYNC ピンがフロート状態になるか、“H”に保持されると、周波数フォールドバックはディスエーブルされ、スイッチング周波数は過電流状態のときにのみ低下するようになります。

### 同期

低リップルの Burst Mode 動作を選択するには、SYNC ピンを約 0.4V より低い電圧に接続します（これはグランドまたはロジック“L”の出力のいずれでもかまいません）。LTM8003 の発振器を外部周波数に同期させるには、(デューティ・サイクルが約 20%～80% の) 方形波を SYNC ピンに接続します。方形波の振幅には、0.4V より低い谷と 1.5V より高い山が必要です。

LTM8003 は外部クロックに同期しているときは低出力負荷で Burst Mode 動作に入らず、代わりにパルスをスキップしてレギュレーションを維持します。LTM8003 は 200kHz～3MHz の範囲にわたって同期させることができます。 $R_T$  抵抗は、スイッチング周波数を最低同期入力以下に設定するように選択します。例えば、同期信号が 500kHz 以上になる場合は、(スイッチング周波数が) 500kHz になるように  $R_T$  を選択します。

アプリケーションによっては、LTM8003 がパルススキップ・モードで動作することが望ましいことがあります。Burst Mode 動作と大きく異なる点が 2 つあるからです。1 つ目は、クロックが常時動作していて、全てのスイッチング・サイクルがクロックに同期していることです。2 つ目は、Burst Mode 動作よりも軽い出力負荷で最大スイッチング周波数に達することです。これら 2 つの違いが生じる代償として、静止電流が増加します。パルススキップ・モードをイネーブルするには、SYNC ピンをフロート状態にします。

LTM8003 は、EMI/EMC 放射をさらに低減するためのスペクトラム拡散動作を備えています。スペクトラム拡散動作をイネーブルするには、2.9V～4.2V の電圧を SYNC ピンに加えます。このモードでは、 $R_T$  によって設定された値とこれを約 20% 上回る値の間でスイッチング周波数を変動させるために、三角波周波数変調が使用されます。変調周波数は約 3kHz です。例えば、LTM8003 を 2MHz に設定した場合、周波数は 2MHz～2.4MHz の範囲内を 3kHz のレートで変化します。スペクトラム拡散動作が選択されている場合、Burst Mode 動作はディスエーブルされ、デバイスはパルススキップ・モードで動作します。

LTM8003 は、SYNC ピンの信号には関係なく、強制連続モードでは動作しません。

## アプリケーション情報

### 負の出力

LTM8003は、 $V_{OUT}$ をシステムのGNDに接続し、LTM8003のGNDを負電圧レールに接続することによって、負出力電圧を生成することができます。この一例は「標準的応用例」のセクションに示されています。負出力を生成するための最も多用途の方法は、負電圧を生成するように設計された専用レギュレータを使用することですが、LTM8003のような降圧レギュレータを使用して負電圧を生成することは、特定の制限に注意している限り、シンプルかつコスト効率の良い解決策になります。

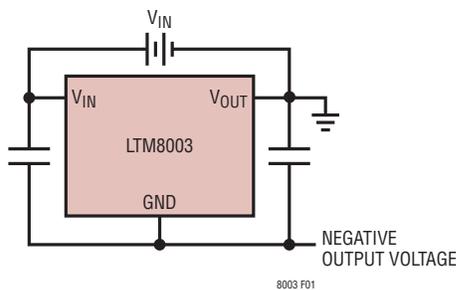


図1. LTM8003を使用して負電圧を生成できる

図1に、標準的な負出力電圧アプリケーションを示します。LTM8003の $V_{OUT}$ がシステムのGNDに接続されており、入力電力が $V_{IN}$ からLTM8003の $V_{OUT}$ に供給されていることに注意してください。その結果、LTM8003は真の降圧レギュレータとしては動作せず、最大出力電流は入力電圧によって決まります。「標準的応用例」のセクションに示した例には、LTM8003が特定の入力電圧で供給できる電流量を示す関連するグラフがあります。

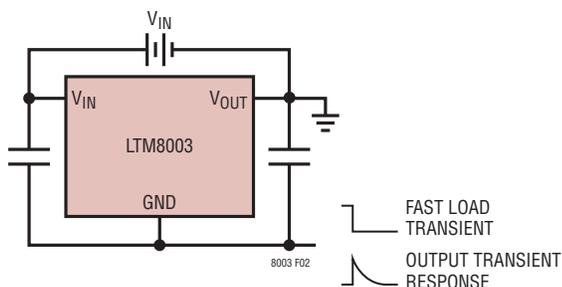


図2. 出力電圧トランジェントがLTM8003のGNDに発生する

この構成では、図2に示すように、負荷電流トランジェントがトランジェント電圧をLTM8003のGNDに直接加える必要があるため、高速な負荷トランジェントはLTM8003の動作を中断させる可能性があり、損傷を引き起こすことさえあるということに注意してください。

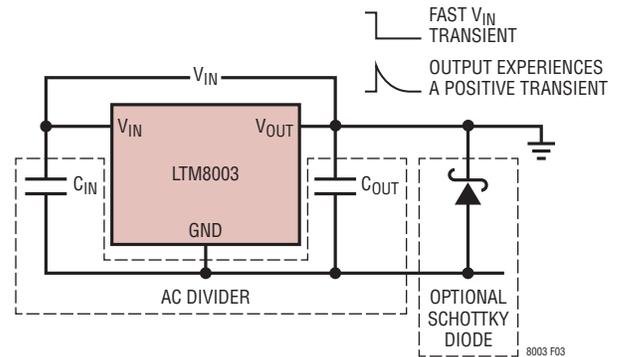


図3. ショットキ・ダイオードは、高速な $V_{IN}$ の上昇によって生じたトランジェント電圧を安全なレベルに制限できる

図3の $C_{IN}$ および $C_{OUT}$ コンデンサは、負出力電圧ノードでのAC分圧器を形成します。 $V_{IN}$ が活線挿入されるか、または急速に上昇すると、生成された $V_{OUT}$ が正のトランジェント電圧になり、アプリケーションの負荷にとって有害になる場合があります。非並列のショットキ・ダイオードは、この正のトランジェント電圧が負荷に損傷を与えるのを防ぐことができる場合があります。このショットキ・ダイオードの位置が重要です。例えば、LTM8003が負荷から離れているシステムでは、ショットキ・ダイオードを、最も影響を受けやすい負荷部品にできるだけ近づけて配置することは、最良の設計の選択肢になる場合があります。負の降圧構成がアプリケーションに適しているかどうかを慎重に評価してください。

### 短絡入力保護

LTM8003に入力が加わっていないときに出力が高く保持されるシステムでは、注意が必要です。その状況が発生する可能性があるのは、バッテリーや他の電源がLTM8003の出力とダイオードOR接続されている、バッテリー充電アプリケーションやバッテリー・バックアップ・システムです。 $V_{IN}$ ピンをフロート状態にすることができる場合で、RUNピンが(ロジック信号によって、または $V_{IN}$ に接続されているために)“H”に保持されていると、LTM8003の内部回路には内部のパワー・スイッチを介して静止電流が流れます。この状態で数ミリアンペアの電流を許容できるシステムであればこれは問題ありません。RUNピンを接地すると、内部電流は実質的に0に低下します。ただし、出力を高く保持した状態で $V_{IN}$ ピンを接地すると、出力から $V_{IN}$ ピンを通過してLTM8003内部の寄生ダイオードに大電流が流れる可能性があります。入力電圧が存在するときのみ動作し、短絡入力や逆入力から保護する回路を図4に示します。

## アプリケーション情報

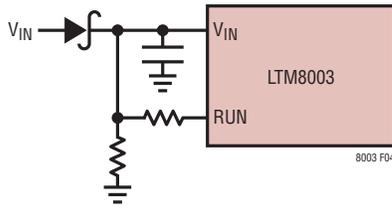


図4. 入力ダイオードは、出力に接続されたバックアップ用バッテリーが短絡入力によって放電するのを防ぐ。また、逆入力から回路を保護する。LTM8003は入力が与えられているときだけ動作する

### プリント回路基板のレイアウト

プリント回路基板のレイアウトに関連した困難な問題のほとんどは、LTM8003による高度の集積化によって軽減されるか、解消されました。とはいえ、LTM8003はスイッチング電源なので、EMIを最小限に抑えて正しい動作を保証するには注意を払う必要があります。高度に集積化されていても、レイアウトが無計画だったり不適切だったりすると、規定された動作を実現できないことがあります。推奨レイアウトを図5に示します。接地と放熱に問題がないことを確認します。

留意すべきいくつかの原則は以下のとおりです。

1.  $C_{FF}$ 、 $R_{FB}$ 、および $R_T$ をそれぞれのピンのできるだけ近くに配置します。
2.  $C_{IN}$ コンデンサをLTM8003の $V_{IN}$ およびGND接続箇所のできるだけ近くに配置します。
3.  $C_{OUT}$ コンデンサをLTM8003の $V_{OUT}$ およびGND接続箇所のできるだけ近くに配置します。
4.  $C_{IN}$ および $C_{OUT}$ の各コンデンサのグラウンド電流がLTM8003のすぐ近くか下を流れるようにこれらのコンデンサを配置します。
5. 全てのGND接続をトップ層のできるだけ大きな銅領域またはプレーン領域に接続します。外付け部品とLTM8003の間でグラウンド接続を切り離さないようにします。
6. ビアを使って、GND銅領域をボードの内部グラウンド・プレーンに接続します。これらのGNDビアを多数分散配置して、プリント回路基板の内部プレーンへの十分なグラウンド接続と熱経路の両方を与えます。図5のサーマル・ビアの位置と密度に注意してください。これらのビアは内部の電力を処理する部品に近接しているので、これらの位置で内部GNDプレーンに接続されているビアによって与えられるヒートシンク機能からLTM8003は恩恵を得ることができます。サーマル・ビアの最適個数はプリント回路基板の設計に依存します。例えば、ある基板では非常に小さなビア孔を使うことがあります。この場合、大きな孔を使う基板に比べて多くのサーマルビアを採用します。

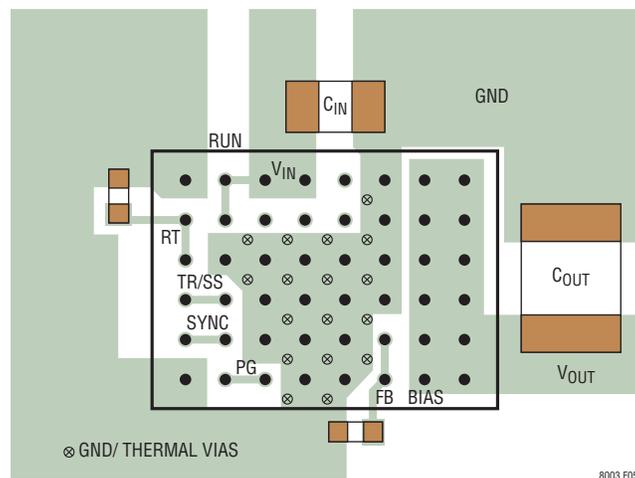


図5. 推奨の外付け部品、GNDプレーンおよびサーマル・ビアを示すレイアウト

## アプリケーション情報

### 安全な活線挿入

セラミック・コンデンサはサイズが小さく、堅牢でインピーダンスが低いので、LTM8003の回路の入力バイパス・コンデンサに最適です。ただし、LTM8003が給電中の電源に挿入されると、これらのコンデンサでは問題を生じることがあります(詳細については、リアテクノロジー社の「アプリケーションノート88」を参照)。低損失のセラミック・コンデンサは電源に直列の浮遊インダクタンスと結合して減衰しにくいタンク回路を形成し、LTM8003の $V_{IN}$ ピンの電圧に公称入力電圧の2倍を超えるリングングが生じる可能性があり、このリングングがLTM8003の定格を超えてデバイスを損傷する恐れがあります。入力電源の制御が十分でない場合や、LTM8003を通電中の電源に活線挿入する場合、このようなオーバーシュートを防ぐように入力回路網を設計する必要があります。これは、小さな抵抗を $V_{IN}$ に直列に接続することによって実現できますが、入力電圧のオーバーシュートを抑える最も一般的な方法は、 $V_{IN}$ の回路網に大容量の電解コンデンサを追加することです。このコンデンサは等価直列抵抗が比較的大きいので回路のトランジェント応答が減衰し、電圧オーバーシュートが抑えられます。コンデンサの追加により低周波リップルのフィルタ機能が改善され、回路の効率がわずかに改善されますが、このコンデンサはおそらく回路内で最大の部品になるとみられます。

### 熱に関する検討事項

LTM8003を高い周囲温度で動作させることが必要な場合は、LTM8003の出力電流を軽減することが必要な場合があります。電流軽減の程度は、入力電圧、出力電力および周囲温度に依存します。「標準的性能特性」のセクションに与えられているディレーティング曲線を目安として使うことができます。これらの曲線は $58\text{cm}^2$ の4層FR4プリント回路基板に実装したLTM8003によって得られました。寸法や層数の異なる基板では異なった熱的挙動を示すことがあるので、目的のシステムの電源ライン、負荷および環境動作条件で正しく動作することをユーザーが検証してください。

実際のアプリケーションに対する精度と品質を向上させるため、多くの設計者はFEA(有限要素解析)を使って熱性能を予測します。その目的で、データシートの2ページ目には通常4種類の熱係数を示しています。

$\theta_{JA}$ : 接合部から周囲までの熱抵抗。

$\theta_{JCbottm}$ : 接合部から製品のケースの底面までの熱抵抗。

$\theta_{JCTop}$ : 接合部から製品のケースの上面までの熱抵抗。

$\theta_{JB}$ : 接合部からプリント回路基板までの熱抵抗。

これらの係数のそれぞれの意味は直感的に理解できそうですが、JEDECでは混乱や不整合を防ぐために、それぞれを定義しています。これらの定義はJESD 51-12に記載されています。以下のように引用されるか、または言い換えた文を掲載します。

$\theta_{JA}$ は1立方フィートの密閉された筐体内で測定された、接合部から自然対流する周囲の空気までの熱抵抗です。この環境は、自然対流により空気が移動しますが、「静止空気」と呼ばれることがあります。この値は、JESD 51-9で定義されているテストボードに実装したデバイスを使って決定されます。このテストボードは実際のアプリケーションまたは実現可能な動作条件を反映するものではありません。

$\theta_{JCbottm}$ は、デバイスの電力損失による熱が全てパッケージの底面を通して流れる状態での接合部から基板までの熱抵抗です。標準的な $\mu\text{Module}$ レギュレータでは、熱の大半がパッケージの底面から流出しますが、周囲の環境への熱の流出が必ず発生します。その結果、この熱抵抗値はパッケージの比較には役立ちますが、このテスト条件は一般にユーザーのアプリケーションに合致しません。

$\theta_{JCTop}$ は、デバイスの電力損失による熱がほとんど全てパッケージの上面を通して流れる状態で決定されます。標準的な $\mu\text{Module}$ レギュレータの電氣的接続はパッケージの底面なので、接合部からデバイスの上面に熱の大半が流れるようにアプリケーションが動作することは稀です。 $\theta_{JCbottm}$ の場合のように、この値はパッケージの比較には役立ちますが、このテスト条件は一般にユーザーのアプリケーションに合致しません。

## アプリケーション情報

$\theta_{JB}$  は、熱の大部分が $\mu$ Moduleレギュレータの底面を通過して基板に流れ出すときの接合部から基板までの熱抵抗であり、実際には、 $\theta_{JCbottom}$ と、デバイスの底面から半田接合部を通り、基板の一部までの熱抵抗の和です。基板の温度は、両面の2層基板を使って、パッケージからの規定された距離で測定されます。この基板はJESD 51-9に記載されています。

これらの定義を見れば、これらの熱係数のいずれも $\mu$ Moduleレギュレータの実際の物理的動作条件を反映していないことは明らかです。したがって、これらを個々に使ってデバイスの熱性能を正確に予測することはできません。同様に、いずれか1つの係数をデバイスのデータシートに記載されている接合部温度と負荷のグラフに関連付けようとするのは適切ではありません。これらの係数を適切に使用できるのは、全ての熱抵抗を同時に考慮する (FEAのような) 詳細な熱解析を行う場合だけです。

これらの熱抵抗をグラフで表したものを図6に示します。青色の熱抵抗は $\mu$ Moduleレギュレータ内部に含まれ、緑色の熱抵抗は外部にあります。

LTM8003のダイ温度は最大定格より低くなければならないので、回路のレイアウトに注意してLTM8003の十分な放熱を確保します。LTM8003からの熱流の大半はパッケージ底面およびパッドを通過してプリント回路基板に達します。したがって、プリント回路基板の設計が適切でないと過度の熱が生じ、性能や信頼性が損なわれることがあります。プリント回路基板設計の推奨事項については、「プリント回路基板のレイアウト」のセクションを参照してください。

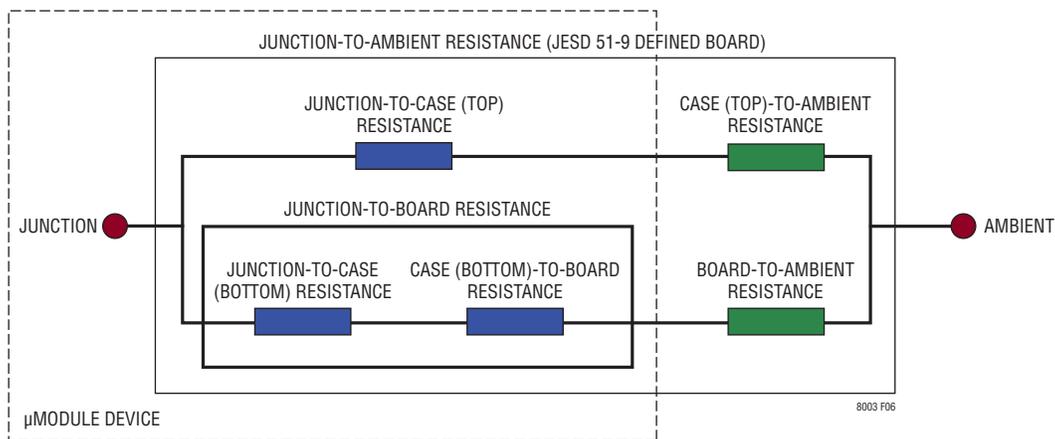


図6. デバイスの接合部と周囲の間の熱抵抗のグラフィック表現

## フォルト耐性

LTM8003の固定出力電圧バージョンは、単一のフォルト状態に耐えるように設計されています。隣接する2つのピンを互いに短絡したり、1つのピンをフロート状態のままにしても、 $V_{OUT}$ が上昇することやLTM8003  $\mu$ Moduleレギュレータが損傷することはありません。

隣接ピンの短絡による影響を表3に示します。全てのピンが冗長になっているので、1つのピンだけが開放状態になったときの影響を説明する解析は行われていません。フォルト耐性を確保するため、NCピンはフロート状態のままにしておく必要があります。

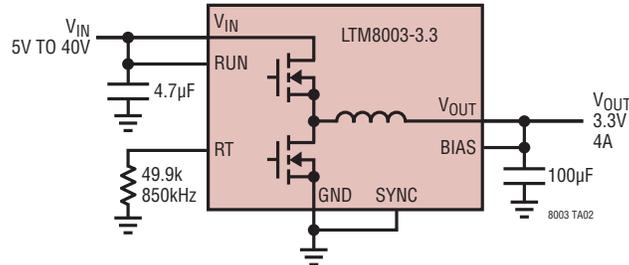
表3. FMEA解析 — 隣接ピンの短絡テスト

ピン名称	発熱	発煙	影響
$V_{IN}$ -NC	なし	なし	回路は正常に動作します。
$V_{IN}$ -RUN	なし	なし	回路は正常に動作します。
RUN-NC	なし	なし	回路は正常に動作します。
RUN-RT	なし	なし	$V_{OUT}$ は0Vまで低下します。EN/UVの電圧がRTの絶対最大定格より高い場合は、デバイスが損傷する可能性があります。
RUN-GND	なし	なし	$V_{OUT}$ は0Vまで低下します。
RT-GND	なし	なし	スイッチング周波数が増加します。 $V_{OUT}$ がレギュレーション電圧より低くなる可能性があります。
RT-GND BANK1	なし	なし	スイッチング周波数が増加します。 $V_{OUT}$ がレギュレーション電圧より低くなる可能性があります。
RT-TRSS	なし	なし	$V_{OUT}$ がレギュレーション電圧より低くなります。
TR/SS-SYNC	なし	なし	$V_{OUT}$ がレギュレーション電圧より低くなります。
TR/SS-GND BANK1	なし	なし	$V_{OUT}$ がレギュレーション電圧より低くなります。
SYNC-GND	なし	なし	回路は正常に動作します。
SYNC-PG	なし	なし	回路は正常に動作します。
SYNC-GND BANK1	なし	なし	回路は正常に動作します。
BIAS-GND BANK1	なし	なし	効率が低下することがあります。
BIAS- $V_{OUT}$ BANK3	なし	なし	効率が低下することがあります。 $V_{OUT}$ より電圧の高い電源にBIASを接続すると、 $V_{OUT}$ が上昇することがあります。 $V_{OUT}$ より電圧の低い電源にBIASを接続すると、 $V_{OUT}$ が低下することがあります。
$V_{OUT}$ BANK3-GND BANK1	なし	なし	$V_{OUT}$ は0Vまで低下します。

# LTM8003

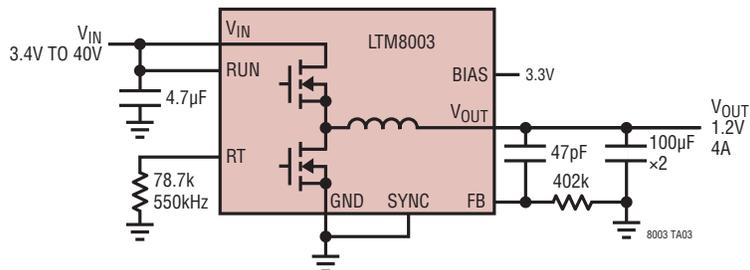
## 標準的応用例

入力 5V ~ 40V、出力 3.3V の降圧コンバータ。BIAS は  $V_{OUT}$  に接続される。



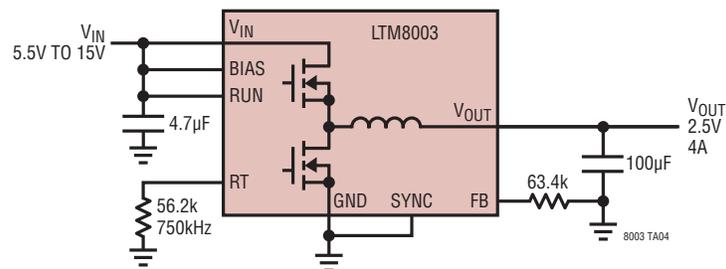
PINS NOT USED IN THIS CIRCUIT: TR/SS, PG

入力 3.4V ~ 40V、出力 1.2V の降圧コンバータ。BIAS は外部 3.3V 電源に接続される。



PINS NOT USED IN THIS CIRCUIT: TR/SS, PG

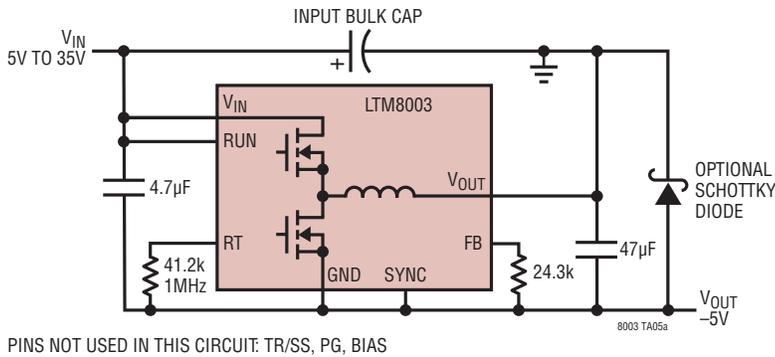
入力 5.5V ~ 15V、出力 2.5V の降圧コンバータ。BIAS は  $V_{IN}$  に接続される。



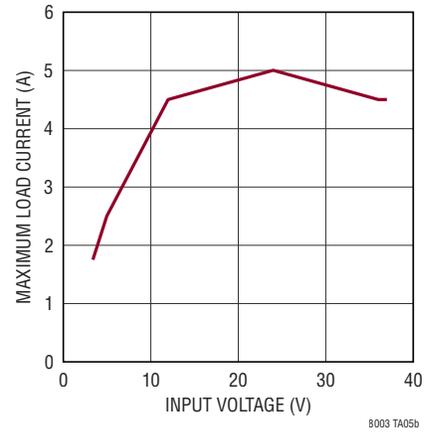
PINS NOT USED IN THIS CIRCUIT: TR/SS, PG

標準的応用例

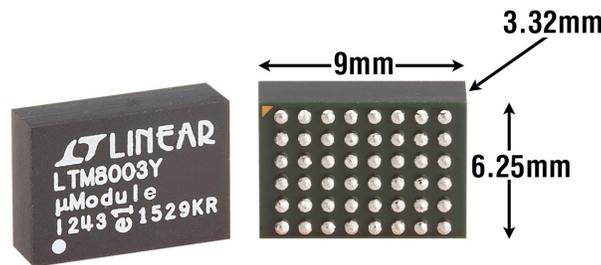
入力5V~35V、出力-5Vの正-負コンバータ。



最大負荷電流とVIN、BIASは開放



パッケージの写真



パッケージ

表4.

LTM8003のピン配置(調整可能なバージョン、ピン番号順)

ピン番号	ピン名称														
A 1	GND	B 1	PG	C 1	PG	D 1	GND	E 1	GND	F 1	FB	G 1	BIAS	H 1	VOUT
A 2	SYNC	B 2	SYNC	C 2	GND	D 2	GND	E 2	GND	F 2	FB	G 2	BIAS	H 2	VOUT
A 3	SS	B 3	SS	C 3	GND	D 3	GND	E 3	GND	F 3	GND	G 3	VOUT	H 3	VOUT
A 4	RT	B 4	GND	C 4	GND	D 4	GND	E 4	GND	F 4	GND	G 4	VOUT	H 4	VOUT
A 5	RT	B 5	RUN	C 5	NC	D 5	NC	E 5	NC	F 5	GND	G 5	VOUT	H 5	VOUT
A 6	GND	B 6	RUN	C 6	VIN	D 6	VIN	E 6	NC	F 6	GND	G 6	VOUT	H 6	VOUT

LTM8003のピン配置(固定出力電圧、ピン番号順)

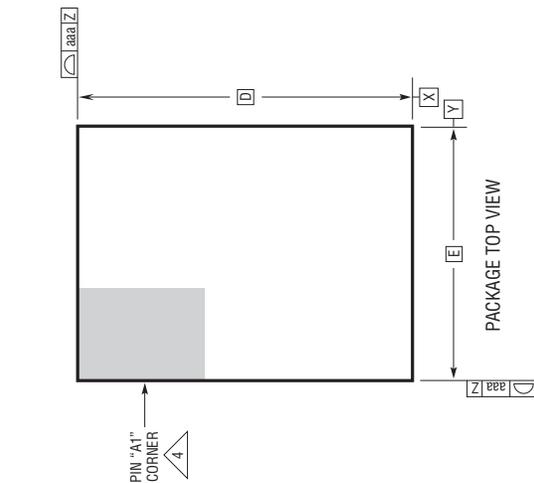
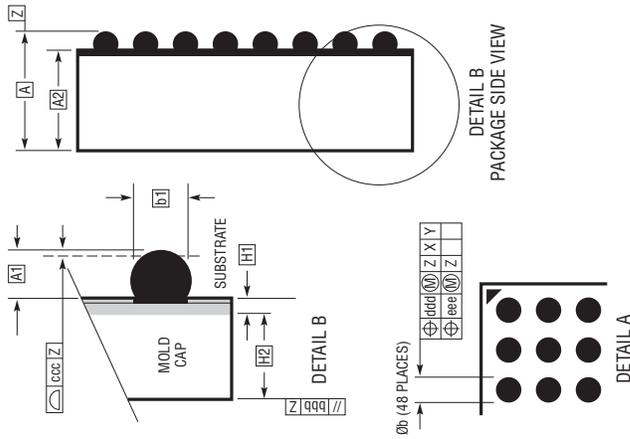
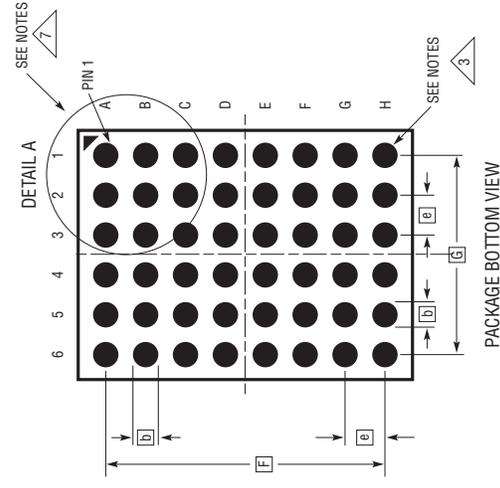
ピン番号	ピン名称														
A 1	GND	B 1	PG	C 1	PG	D 1	GND	E 1	GND	F 1	GND	G 1	BIAS	H 1	VOUT
A 2	SYNC	B 2	SYNC	C 2	GND	D 2	GND	E 2	GND	F 2	GND	G 2	BIAS	H 2	VOUT
A 3	SS	B 3	SS	C 3	GND	D 3	GND	E 3	GND	F 3	GND	G 3	VOUT	H 3	VOUT
A 4	RT	B 4	GND	C 4	GND	D 4	GND	E 4	GND	F 4	GND	G 4	VOUT	H 4	VOUT
A 5	RT	B 5	RUN	C 5	NC	D 5	NC	E 5	NC	F 5	GND	G 5	VOUT	H 5	VOUT
A 6	GND	B 6	RUN	C 6	VIN	D 6	VIN	E 6	NC	F 6	GND	G 6	VOUT	H 6	VOUT

8003fa

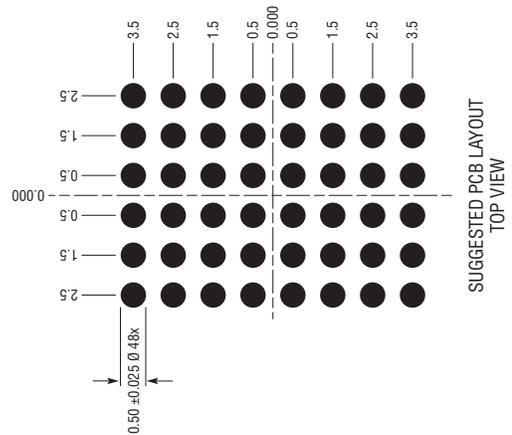
## パッケージ

最新のパッケージ図面については、<http://www.linear-tech.co.jp/product/LTM8003#packaging> を参照してください。

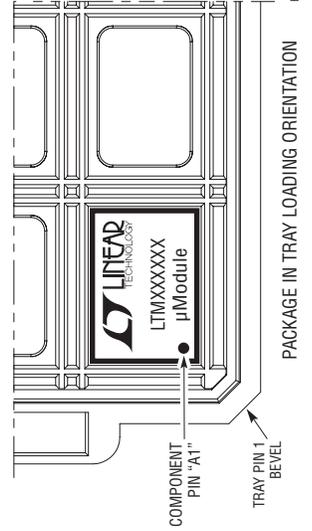
### BGA Package 48-Lead (9mm × 6.25mm × 3.32mm) (Reference LTC DWG # 05-08-1999 Rev 0)



DIMENSIONS			
SYMBOL	MIN	NOM	MAX
A	3.12	3.32	3.52
A1	0.40	0.50	0.60
A2	2.72	2.82	2.92
b	0.50	0.60	0.70
b1	0.47	0.50	0.53
D		9.00	
E		6.25	
e		1.00	
F		7.00	
G		5.00	
H1	0.27	0.32	0.37
H2	2.45	2.50	2.55
aaa			0.15
bbb			0.10
ccc			0.20
ddd			0.25
eee			0.10
TOTAL NUMBER OF BALLS: 48			



- 注記:
- 寸法と許容誤差は ASME Y14.5M-1994 による
  - 全ての寸法はミリメートル
  - ボールの指定は JEP95 による
  - ピン #1 の識別マークの詳細はオプションだが、示された領域内になければならない  
ピン #1 の識別マークはモールドまたはマーキングにすることができる
  - 主データム Z<sub>1</sub> はシーティングプレーン
  - 半田ボールは、元素構成比がスズ (Sn) 96.5%、銀 (Ag) 3.0%、銅 (Cu) 0.5% の合金とする
- ⚠️ パッケージの行と列のラベルは、  
µModule 製品間で異なります。  
各パッケージのレイアウトを十分にご確認ください



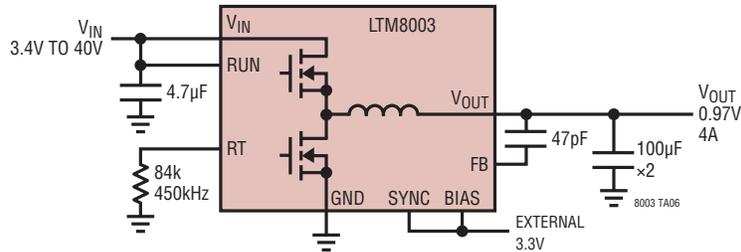
## 改訂履歴

バージョン	日付	説明	ページ番号
A	2/17	製品の概要および特長に「Silent Switcher」を追加 EMI性能のグラフを追加 「フォルト耐性」のセクションとFMEA解析の表を追加	1 13、14 25

# LTM8003

## 標準的応用例

スペクトラム拡散を備える入力3.4V~40V、出力0.97Vの降圧コンバータ。BIASは外部3.3V電源に接続される。



PINS NOT USED IN THIS CIRCUIT: TR/SS, PG

## デザイン・リソース

主題	説明
<a href="#">µModule の設計 / 製造リソース</a>	<p>設計:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 選択ガイド</li> <li>• デモボードおよび Gerber ファイル</li> <li>• 無料シミュレーション・ツール</li> </ul> <p>製造:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• クイック・スタート・ガイド</li> <li>• PCB の設計、組立、および製造ガイドライン</li> <li>• パッケージおよびボード・レベルの信頼性</li> </ul>
<a href="#">µModule レギュレータ製品の検索</a>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 製品の表をパラメータによって並べ替え、結果をスプレッドシートとしてダウンロードする</li> <li>2. <a href="#">Quick Power Search</a> パラメトリック・テーブルを使って検索を実行する</li> </ol> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>Quick Power Search</p> <p>Input <math>V_{in}</math> (Min) <input type="text"/> V <math>V_{in}</math> (Max) <input type="text"/> V</p> <p>Output <math>V_{out}</math> <input type="text"/> V <math>I_{out}</math> <input type="text"/> A</p> <p style="text-align: center;"><input type="button" value="Search"/></p> </div>
<a href="#">TechClip ビデオ</a>	µModule 製品の電気的特性と熱特性のベンチマーク・テストの方法を詳しく説明した短いビデオ
<a href="#">デジタル・パワーシステム・マネージメント</a>	リニアテクノロジーのデジタル電源管理デバイス・ファミリは、電源の監視、管理、マージン制御およびシーケンス制御などの基本機能を提供する高度に集積されたソリューションであり、ユーザーの構成とフォルト・ログを保存する EEPROM を搭載しています。

## 関連製品

製品番号	説明	注釈
<a href="#">LTM8053</a>	40V、4A 降圧 µModule レギュレータ	$3.4V \leq V_{IN} \leq 40V$ 、 $0.97V \leq V_{OUT} \leq 15V$ 。 6.25mm×9mm×3.32mm BGA パッケージ。
<a href="#">LTM8032</a>	36V、2A 低 EMI 降圧 µModule レギュレータ	$3.6V \leq V_{IN} \leq 36V$ 、 $0.8V \leq V_{OUT} \leq 10V$ 。EN55022B 準拠。
<a href="#">LTM8033</a>	36V、3A 低 EMI 降圧 µModule レギュレータ	$3.6V \leq V_{IN} \leq 36V$ 、 $0.8V \leq V_{OUT} \leq 24V$ 。EN55022B 準拠。
<a href="#">LTM8026</a>	36V、5A CVCC 降圧 µModule レギュレータ	$6V \leq V_{IN} \leq 36V$ 、 $1.2V \leq V_{OUT} \leq 24V$ 。定電圧 / 定電流動作。
<a href="#">LTM4613</a>	36V、8A 低 EMI 降圧 µModule レギュレータ	$5V \leq V_{IN} \leq 36V$ 、 $3.3V \leq V_{OUT} \leq 15V$ 。EN55022B 準拠。
<a href="#">LTM8027</a>	60V、4A 降圧 µModule レギュレータ	$4.5V \leq V_{IN} \leq 60V$ 、 $2.5V \leq V_{OUT} \leq 24V$
<a href="#">LTM8050</a>	58V、2A 降圧 µModule レギュレータ	$3.6V \leq V_{IN} \leq 58V$ 、 $0.8V \leq V_{OUT} \leq 24V$ 。

8003fa

30

リニアテクノロジー株式会社

〒102-0094 東京都千代田区紀尾井町3-6紀尾井町パークビル8F

TEL 03-5226-7291 • FAX 03-5226-0268 • [www.linear-tech.co.jp/LTM8003](http://www.linear-tech.co.jp/LTM8003)

LT0217 REV A • PRINTED IN JAPAN

**LINEAR**  
TECHNOLOGY

© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2014