

LM2678 SIMPLE SWITCHER® 電力コンバータ、高効率、5A、降圧型電圧レギュレータ

1 特長

- 最大効率: 92%
- 既製品の外付け部品を使用して単純かつ簡単に設計可能
- 120mΩ DMOS 出力スイッチ
- 3.3V、5V、12V の固定出力および調整可能 (1.2V ~ 37V) バージョン
- スイッチ OFF 時の待機電流は 50μA
- 入力電圧および負荷の全条件範囲に対して最大 ±2% までの出力耐圧
- 8V~40V の広い入力電圧範囲
- 260kHz の固定周波数内蔵発振器
- 動作時接合部温度範囲: -40°C ~ 125°C
- WEBENCH® Power Designer により、LM2678 を使用するカスタム設計を作成

2 アプリケーション

- 設計が簡単で高効率 (90% 以上) の降圧スイッチングレギュレータ
- リニア電圧レギュレータ用の効率的なシステム プリレギュレータ
- バッテリー チャージャ

3 説明

LM2678 シリーズのレギュレータはモノリシックな IC で、降圧型 (バック) スwitchング レギュレータのすべてのアクティブ機能が搭載されており、優れたラインおよび負荷レギュレーション特性で 5A までの負荷を駆動できます。低オン抵抗の DMOS パワー スwitch を使用して、高い効率 (90% 超) を実現しています。このシリーズには、3.3V、5V、12V の固定出力電圧のバージョンと、可変出力電圧のバージョンがあります。

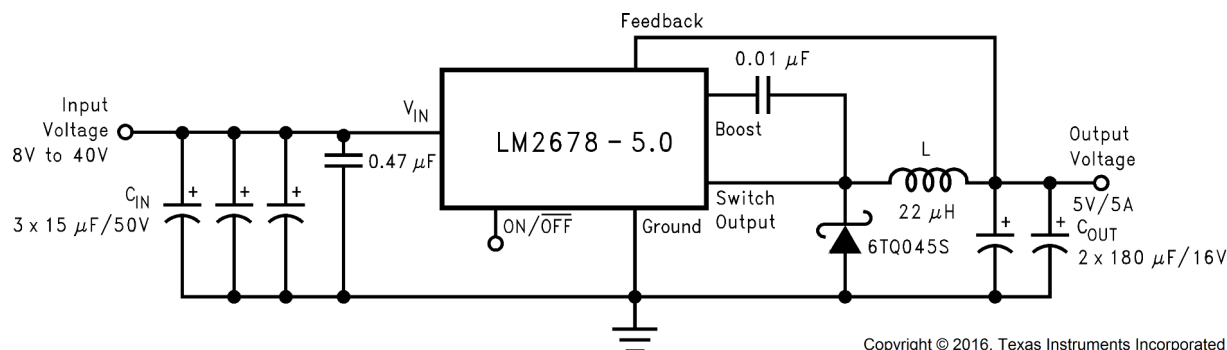
SIMPLE SWITCHER 電力コンバータのコンセプトにより、最小限の外付け部品を使用した完全な設計が可能になります。高い固定周波数の発振器 (260kHz) により、物理的なサイズが小さい部品を使用できます。LM2678 で使用する標準インダクタのファミリーは、いくつかの製造元から入手可能で、設計プロセスを大幅に簡素化できます。

また、LM2678 シリーズは、サーマル シャットダウン、電流制限、オン / オフ制御入力が入蔵されており、レギュレータの電源を切断して静止電流が 50μA のスタンバイ状態へ移行できます。出力電圧の定格許容率は ±2% に規定されています。クロック周波数は ±11% の許容率内に制御されます。

パッケージ情報

部品番号	パッケージ ⁽¹⁾	パッケージ サイズ ⁽²⁾
LM2678	KTW (TO-263, 7)	10.1mm × 15.24mm
	NDZ (TO-220, 7)	10.16mm × 8.13mm
	NHM (VSON, 14)	6mm × 5mm

- (1) 詳細については、[セクション 10](#) を参照してください。
 (2) パッケージ サイズ (長さ × 幅) は公称値であり、該当する場合はピンを含みます。



Copyright © 2016, Texas Instruments Incorporated

代表的なアプリケーション



目次

1 特長	1	6.3 機能説明	11
2 アプリケーション	1	6.4 デバイスの機能モード	12
3 説明	1	7 アプリケーションと実装	13
4 ピン構成および機能	3	7.1 アプリケーション情報	13
5 仕様	4	7.2 代表的なアプリケーション	15
5.1 絶対最大定格.....	4	7.3 電源に関する推奨事項	26
5.2 ESD 定格.....	4	7.4 レイアウト	27
5.3 推奨動作条件.....	4	8 デバイスおよびドキュメントのサポート	29
5.4 熱に関する情報.....	4	8.1 デバイス サポート.....	29
5.5 電気的特性 - 3.3V.....	5	8.2 ドキュメントのサポート.....	29
5.6 電気的特性 - 5V.....	5	8.3 ドキュメントの更新通知を受け取る方法.....	29
5.7 電気的特性 - 12V.....	5	8.4 サポート・リソース.....	29
5.8 電気的特性 - 可変.....	6	8.5 商標.....	29
5.9 電気的特性 - すべての出力電圧バージョン.....	6	8.6 静電気放電に関する注意事項.....	30
5.10 代表的特性.....	7	8.7 用語集.....	30
6 詳細説明	11	9 改訂履歴	31
6.1 概要.....	11	10 メカニカル、パッケージ、および注文情報	31
6.2 機能ブロック図.....	11	10.1 VSON パッケージのデバイス.....	31

4 ピン構成および機能

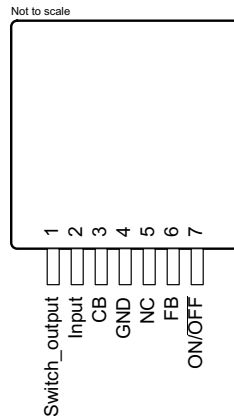


図 4-1. KTW パッケージ、7 ピン TO-263 (上面図)

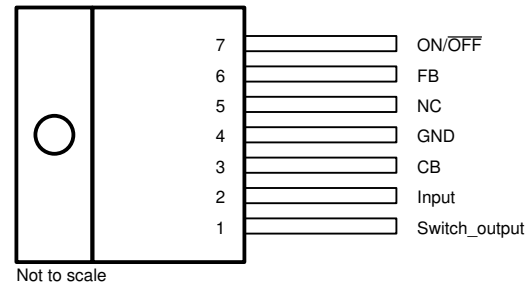
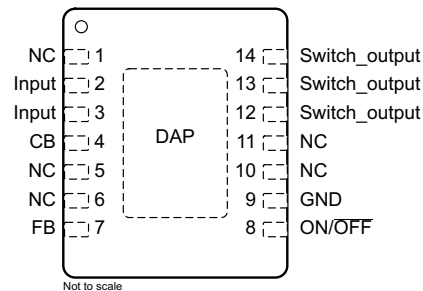


図 4-2. NDZ パッケージ、7 ピン TO-220 (上面図)



DAP はピン 9 に接続します

図 4-3. NHM パッケージ、14 ピン VSON (上面図)

表 4-1. ピンの機能

名称	ピン		種類 ⁽¹⁾	説明
	TO-263, TO-220	VSON		
スイッチ出力	1	12, 13, 14	O	内部ハイサイド パワー FET のソース。これはスイッチング ノードです。このピンをインダクタと外部ダイオードのカソードに接続します。
入力	2	2, 3	I	電源入力ピンはハイサイド FET のコレクタ ピンに接続します。電源および入力バイパス コンデンサ C_{IN} に接続します。 V_{IN} ピンから高周波バイパス C_{IN} および GND へのパスは、できる限り短くする必要があります。
CB	3	4	I	ハイサイドドライバ用のブートストラップ コンデンサを接続。CB から VSW ピンへ高品質の 100nF コンデンサを接続します。
GND	4	9	—	電源グランドピン。システム グランドに接続。 C_{IN} および C_{OUT} のグランドピン。 C_{IN} へのパスは、できる限り短くする必要があります。
FB	6	7	I	帰還検出力ピン。帰還分圧器の midpoint に接続して、ADJ バージョンの場合は V_{OUT} を設定するか、固定出力バージョンの場合は出力コンデンサに直接接続します。
ON/ OFF	7	8	I	電圧レギュレータへのイネーブル入力。High = ON、Low = OFF。このピンを High にプルするか、未接続のままにすると、レギュレータが有効になります。
NC	5	1, 5, 6, 10, 11	—	未接続ピン
DAP	—	—	—	すべての DAP、タブ、およびパドルの接続はグランド電位にあり、適切な熱および電気性能を確保するためにシステム グランドに接続する必要があります。

(1) I = 入力、O = 出力

5 仕様

5.1 絶対最大定格

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)^{(1) (2)}

		最小値	最大値	単位
入力電源電圧			45	V
ソフトスタートピン電圧		-0.1	6	V
スイッチ電圧をグラウンドへ ⁽³⁾		-1	V_{IN}	V
昇圧ピン電圧			$V_{SW} + 8$	V
フィードバックピンの電圧		-0.3	14	V
消費電力		内部的に制限		
はんだ付け温度	波形 (4 秒)		260	°C
	赤外線 (10 秒)		240	
	気相 (75 秒)		219	
保管温度、 T_{stg}		-65	150	°C

- (1) 絶対最大定格を上回るストレスが加わった場合、デバイスに永続的な損傷が発生する可能性があります。これらはあくまでもストレス定格であり、推奨動作条件に示されている条件を超える当該の条件またはその他のいかなる条件下での、デバイスの正常な動作を保証するものではありません。絶対最大定格の状態が長時間続くと、デバイスの信頼性に影響を与える可能性があります。
- (2) 軍用/航空宇宙用仕様のデバイスをお求めの場合は、供給状況および仕様についてテキサス・インスツルメンツの販売特約店または営業所にお問い合わせください。
- (3) グラウンドに対するスイッチ電圧の絶対最大仕様は、DC 電圧に適用されます。最大で 20ns のパルスに対しては -10V の拡張された負電圧制限が適用され、60ns の場合は -6V、最大 100ns の場合は -3V となります。

5.2 ESD 定格

		値	単位
$V_{(ESD)}$ 静電放電	人体モデル (HBM)、ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 準拠 ^{(1) (2)}	±2000	V

- (1) JEDEC ドキュメント JEP155 には、500V HBM であれば標準的な ESD 管理プロセスにより安全な製造が可能であると記載されています。
- (2) ESD は、人体モデルを用いて適用されました。これは、100pF のコンデンサを 1.5kΩ の抵抗を通して各ピンに放電する方法です。

5.3 推奨動作条件

		最小値	最大値	単位
電源電圧		8	40	V
接合部温度、 T_J		-40	125	°C

5.4 熱に関する情報

熱評価基準 ⁽¹⁾		LM2678			単位
		NDZ (TO-220)	KTW (TO-263)	NHM (VSON)	
		7 ピン	7 ピン	14 ピン	
$R_{\theta JA}$ 接合部から周囲への熱抵抗	(2) を参照	65	—	—	°C/W
	(3) を参照	45	—	—	
	(4) を参照	—	56	—	
	(5) を参照	—	35	—	
	(6) を参照	—	26	—	
	(7) を参照	—	—	55	
	(8) を参照	—	—	29	

5.4 熱に関する情報 (続き)

熱評価基準 ⁽¹⁾	LM2678			単位
	NDZ (TO-220)	KTW (TO-263)	NHM (VSON)	
	7 ピン	7 ピン	14 ピン	
$R_{\theta JC(top)}$ 接合部からケース (上面) への熱抵抗	2	2	—	°C/W

- (1) 従来および最新の熱評価基準の詳細については、『[半導体および IC パッケージの熱評価基準](#)』アプリケーション ノートを参照してください。
- (2) 7 リード TO-220 パッケージ (外部ヒートシンクなし) を垂直に取り付け、1/2 インチのリードをソケットに装着した場合、または最小銅箔面積の PCB 上に実装した場合の接合部から周囲への熱抵抗。
- (3) 7 リード TO-220 パッケージ (外部ヒートシンクなし) を垂直に取り付け、1/2 インチのリードをはんだ付けし、リード周辺に約 4 平方インチの (1 オンス) 銅箔面積を持つ PCB 上に実装した場合の接合部周囲間の熱抵抗。
- (4) 7 ピン DDPAK を水平に取り付け、1 オンス (厚さ 0.0014 インチ) の銅箔が 0.136 平方インチ (DDPAK パッケージと同サイズ) の PCB 上にある場合の、接合部周囲間の熱抵抗。
- (5) 7 ピン DDPAK を水平に取り付け、1 オンス (厚さ 0.0014 インチ) の銅箔が 0.4896 平方インチ (DDPAK パッケージの面積の 3.6 倍) の PCB 上にある場合の、接合部周囲間の熱抵抗。
- (6) 7 ピン DDPAK を水平に取り付け、1 オンス (厚さ 0.0014 インチ) の銅箔が 1.0064 平方インチ (DDPAK 3 パッケージの 7.4 倍の面積) の PCB 上にある場合の、接合部周囲間の熱抵抗。追加の銅箔面積により、熱抵抗はさらに低減されます。
- (7) 14 ピン VSON パッケージがダイアタッチパドルと同じ面積の PCB 銅箔上に実装された場合の接合部周囲間の熱抵抗。
- (8) 14 ピン VSON パッケージが、ダイアタッチパドルと同じ面積の銅箔を持つ第 2 層の PCB 銅箔へ 12 個のビアで接続された銅箔面積上に実装された場合の接合部周囲間の熱抵抗。追加の銅箔面積により、熱抵抗はさらに低減されます。レイアウトの推奨については、[AN-1187 リードレスリッドフレームパッケージ \(LLP\) アプリケーション ノート](#)を参照してください。

5.5 電気的特性 - 3.3V

すべての限界値は $T_A = T_J = 25^\circ\text{C}$ です (特に注記のない限り)。

パラメータ	テスト条件		最小値 ⁽²⁾	標準値 ⁽¹⁾	最大値 ⁽²⁾	単位
V_{OUT} 出力電圧	$V_{IN} = 8V \sim 40V$ 、 $100mA \leq I_{OUT} \leq 5A$	$T_J = 25^\circ\text{C}$	3.234	3.3	3.366	V
		$T_J = -40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$	3.201		3.399	
η 効率	$V_{IN} = 12V$ 、 $I_{LOAD} = 5A$		82%			

- (1) 標準値は $T_A = T_J = 25^\circ\text{C}$ で決定され、最も可能性の高い基準値を表します。
- (2) 室温の制限値はすべて、 $T_A = T_J = 25^\circ\text{C}$ の条件で、製造中に 100% テスト済みです。温度の上限値での制限値は、標準の品質管理 (SQC) 手法を使用した相関により規定されています。すべての制限値を使って、平均出検品質水準 (AOQL) を計算しています。

5.6 電気的特性 - 5V

すべての限界値は $T_A = T_J = 25^\circ\text{C}$ です (特に注記のない限り)。

パラメータ	テスト条件		最小値 ⁽²⁾	標準値 ⁽¹⁾	最大値 ⁽²⁾	単位
V_{OUT} 出力電圧	$V_{IN} = 8V \sim 40V$ 、 $100mA \leq I_{OUT} \leq 5A$	$T_J = 25^\circ\text{C}$	4.9	5	5.1	V
		$T_J = -40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$	4.85		5.15	
η 効率	$V_{IN} = 12V$ 、 $I_{LOAD} = 5A$		84%			

- (1) 標準値は $T_A = T_J = 25^\circ\text{C}$ で決定され、最も可能性の高い基準値を表します。
- (2) 室温の制限値はすべて、 $T_A = T_J = 25^\circ\text{C}$ の条件で、製造中に 100% テスト済みです。温度の上限値での制限値は、標準の品質管理 (SQC) 手法を使用した相関により規定されています。すべての制限値を使って、平均出検品質水準 (AOQL) を計算しています。

5.7 電気的特性 - 12V

すべての限界値は $T_A = T_J = 25^\circ\text{C}$ です (特に注記のない限り)。

パラメータ	テスト条件		最小値 ⁽²⁾	標準値 ⁽¹⁾	最大値 ⁽²⁾	単位
V_{OUT} 出力電圧	$V_{IN} = 15V \sim 40V$ 、 $100mA \leq I_{OUT} \leq 5A$	$T_J = 25^\circ\text{C}$	11.76	12	12.24	V
		$T_J = -40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$	11.64		12.36	
η 効率	$V_{IN} = 24V$ 、 $I_{LOAD} = 5A$		92%			

- (1) 標準値は $T_A = T_J = 25^\circ\text{C}$ で決定され、最も可能性の高い基準値を表します。

- (2) 室温の制限値はすべて、 $T_A = T_J = 25^\circ\text{C}$ の条件で、製造中に 100% テスト済みです。温度の上限値での制限値は、標準の品質管理 (SQC) 手法を使用した相関により規定されています。すべての制限値を使って、平均出検品質水準 (AOQL) を計算しています。

5.8 電気的特性 - 可変

すべての限界値は $T_A = T_J = 25^\circ\text{C}$ です (特に注記のない限り)。

パラメータ	テスト条件		最小値 ⁽²⁾	標準値 ⁽¹⁾	最大値 ⁽²⁾	単位
V_{FB} 帰還電圧	$V_{IN} = 8\text{V} \sim 40\text{V}$ 、 $100\text{mA} \leq I_{OUT} \leq 5\text{A}$ 、 V_{OUT} は 5V に設定されています	$T_J = 25^\circ\text{C}$	1.186	1.21	1.234	V
		$T_J = -40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$	1.174		1.246	
η 効率	$V_{IN} = 12\text{V}$ 、 $I_{LOAD} = 5\text{A}$		84%			

- (1) 標準値は $T_A = T_J = 25^\circ\text{C}$ で決定され、最も可能性の高い基準値を表します。
(2) 室温の制限値はすべて、 $T_A = T_J = 25^\circ\text{C}$ の条件で、製造中に 100% テスト済みです。温度の上限値での制限値は、標準の品質管理 (SQC) 手法を使用した相関により規定されています。すべての制限値を使って、平均出検品質水準 (AOQL) を計算しています。

5.9 電気的特性 - すべての出力電圧バージョン

仕様は、 $T_A = T_J = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{IN} = 12\text{V}$ (3.3V、5V、および調整可能バージョンの場合)、および $V_{IN} = 24\text{V}$ (12V バージョンの場合) に基づいています (特に注記がない限り)。

パラメータ	テスト条件		最小値	標準値	最大値	単位
I_Q 静止時電流	$V_{FEEDBACK} = 3.3\text{V}$ 、5V、および調整可能バージョンの場合は 8V、 $V_{FEEDBACK} = 12\text{V}$ バージョンの場合は 15V			4.2	6	mA
I_{STBY} スタンバイ静止時電流	ON/ OFF ピン = 0V	$T_J = 25^\circ\text{C}$		50	100	μA
		$T_J = -40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$			150	
I_{CL} 電流制限		$T_J = 25^\circ\text{C}$	6.1	7	8.3	A
		$T_J = -40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$	5.75		8.75	
I_L 出力リーク電流	$V_{IN} = 40\text{V}$ 、ON/ OFF ピン = 0V	$V_{SWITCH} = 0\text{V}$			200	μA
		$V_{SWITCH} = -1\text{V}$		16	15	mA
$R_{DS(ON)}$ スイッチ オン抵抗	$I_{SWITCH} = 5\text{A}$	$T_J = 25^\circ\text{C}$		0.12	0.14	Ω
		$T_J = -40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$			0.225	
f_O オシレータの周波数	スイッチ ピンで測定	$T_J = 25^\circ\text{C}$		260		kHz
		$T_J = -40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$	225		280	
D デューティ サイクル	最大デューティ サイクル			91%		
	最小デューティ サイクル			0%		
I_{BIAS} 帰還バイアス電流	$V_{FEEDBACK} = 1.3\text{V}$ (可変バージョンのみ)			85		nA
$V_{ON/OFF}$ ON/OFF のスレッショルド電圧		$T_J = 25^\circ\text{C}$		1.4		V
		$T_J = -40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$	0.8		2	
$I_{ON/OFF}$ ON/OFF の入力電流	ON/OFF 入力 = 0V	$T_J = 25^\circ\text{C}$		20		μA
		$T_J = -40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$			45	

5.10 代表的特性

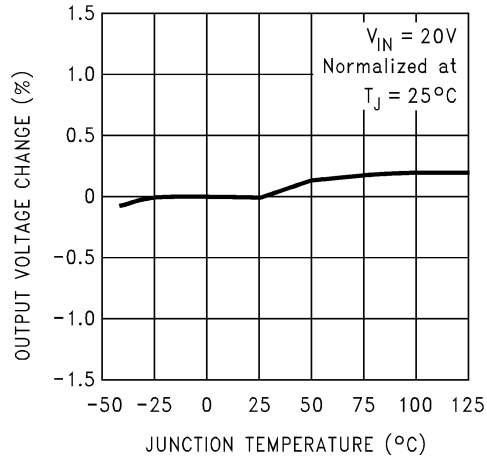


図 5-1. 正規化された出力電圧

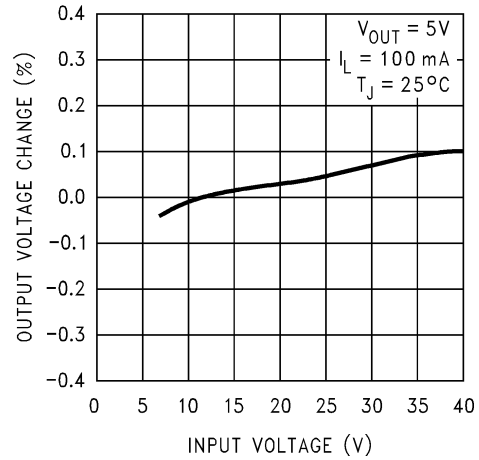


図 5-2. ラインレギュレーション

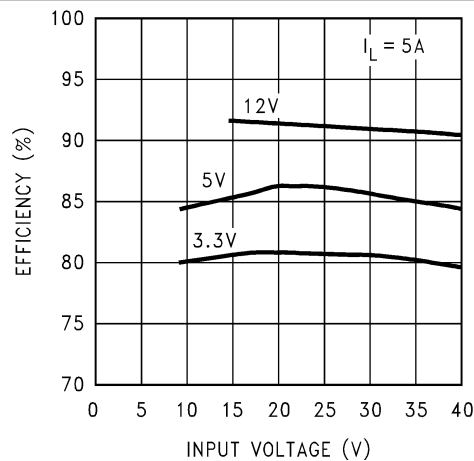


図 5-3. 効率と入力電圧との関係

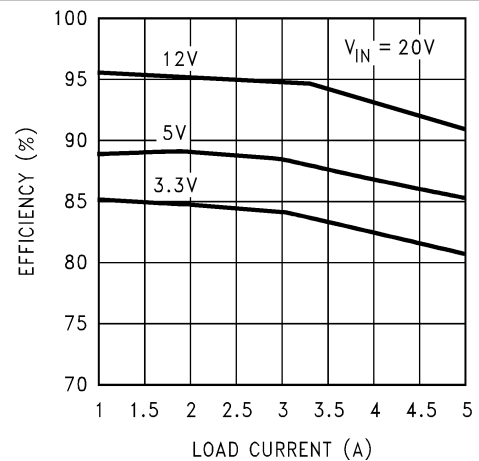


図 5-4. 効率と I_{LOAD} との関係

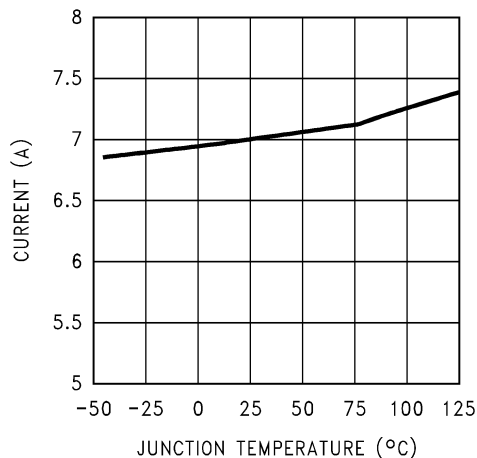


図 5-5. スイッチの電流制限

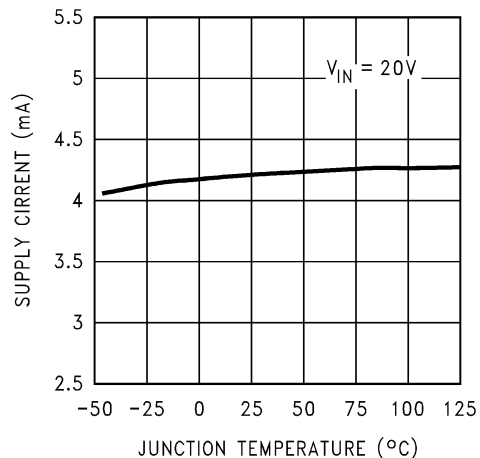


図 5-6. 動作時の静止電流

5.10 代表的特性 (続き)

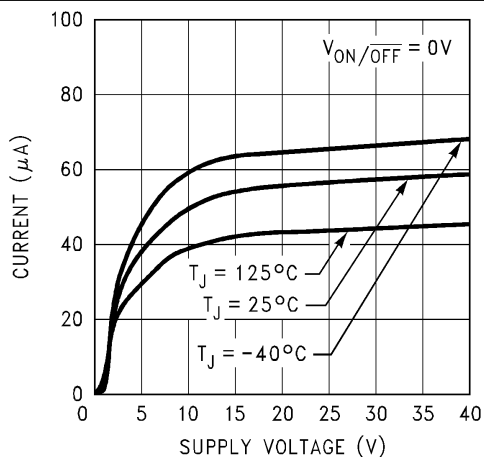


図 5-7. スタンバイ静止時電流

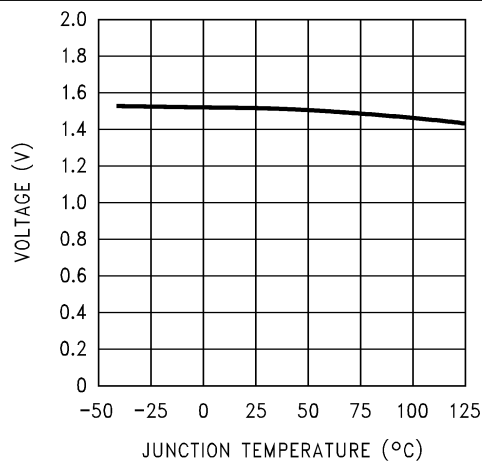


図 5-8. ON/OFF のスレッシュホルド電圧

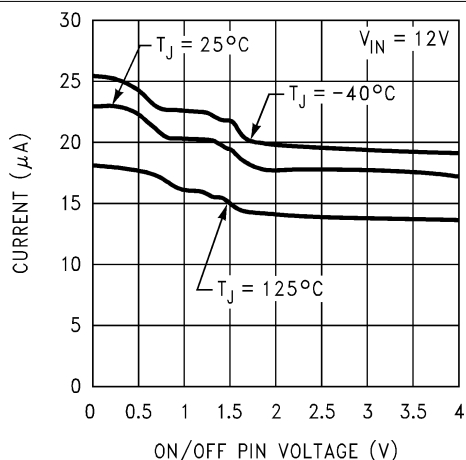


図 5-9. ON/OFF ピンの電流 (ソーシング)

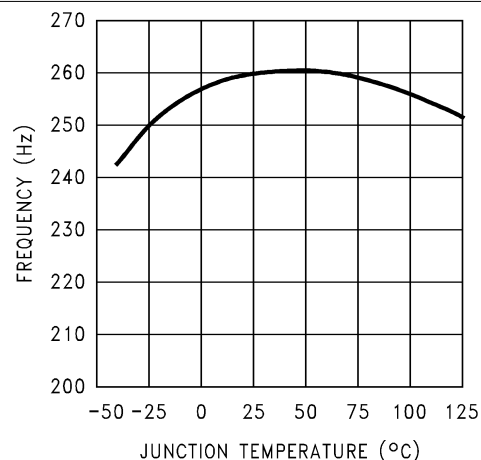


図 5-10. スイッチング周波数

5.10 代表的特性 (続き)

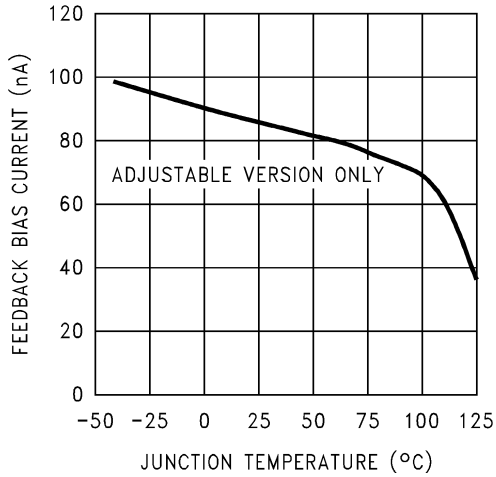
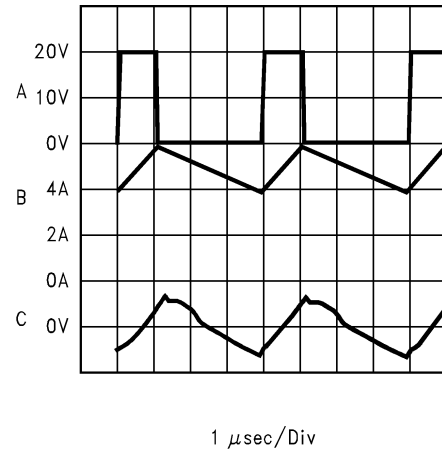


図 5-11. フィードバック ピンのバイアス電流



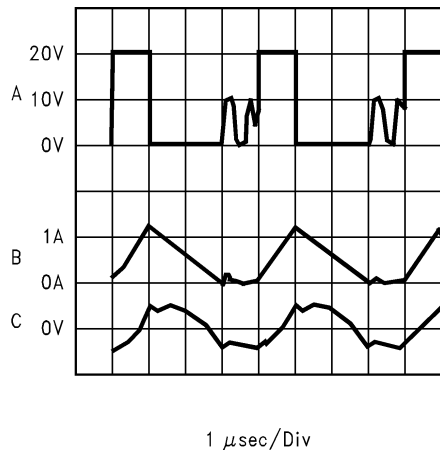
連続モードのスイッチング波形、 $V_{IN} = 20V$ 、 $V_{OUT} = 5V$ 、 $I_{LOAD} = 5A$ 、 $L = 10\mu H$ 、 $C_{OUT} = 400\mu F$ 、 $C_{OUT} ESR = 13m\Omega$

A. V_{SW} ピン電圧 = 10V/div

B. インダクタ電流 = 2A/div

C. 出力リップル電圧 = 20mV/div AC 結合

図 5-12. 水平時間ベース : 1μs/div



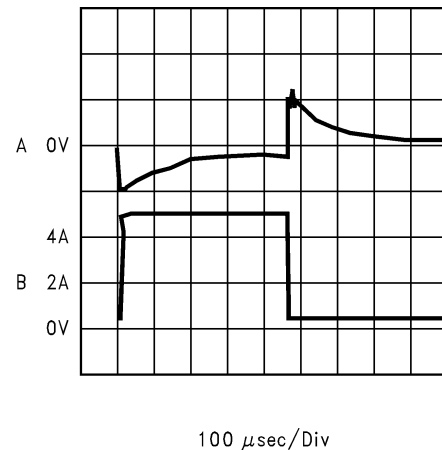
不連続モードのスイッチング波形、 $V_{IN} = 20V$ 、 $V_{OUT} = 5V$ 、 $I_{LOAD} = 500mA$ 、 $L = 10\mu H$ 、 $C_{OUT} = 400\mu F$ 、 $C_{OUT} ESR = 13m\Omega$

A. V_{SW} ピン電圧 = 10V/div

B. インダクタ電流 = 1A/div

C. 出力リップル電圧 = 20mV/div AC 結合

図 5-13. 水平時間ベース : 1μs/div



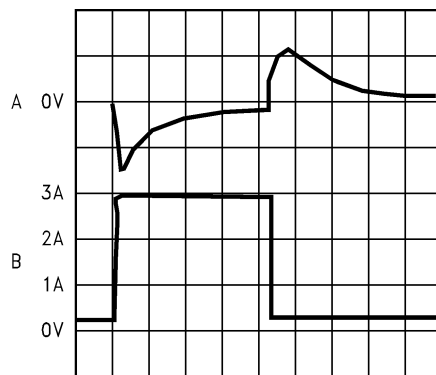
連続モードの負荷過渡応答、 $V_{IN} = 20V$ 、 $V_{OUT} = 5V$ 、 $L = 10\mu H$ 、 $C_{OUT} = 400\mu F$ 、 $C_{OUT} ESR = 13m\Omega$

A. 出力電圧 = 100mV/div, AC 結合

B. 負荷電流 = 500mA から 5A 負荷パルス

図 5-14. 水平時間ベース : 100μs/div

5.10 代表的特性 (続き)



200 μ sec/Div

不連続モードの負荷過渡応答、 $V_{IN} = 20V$ 、 $V_{OUT} = 5V$ 、vs $L = 10\mu H$ 、 $C_{OUT} = 400\mu F$ 、 $C_{OUT}ESR = 13m\Omega$

A. 出力電圧 = 100mV/div、AC 結合

B. 負荷電流 = 200mA から 3A 負荷パルス

図 5-15. 水平時間ベース : 200 μ s/div

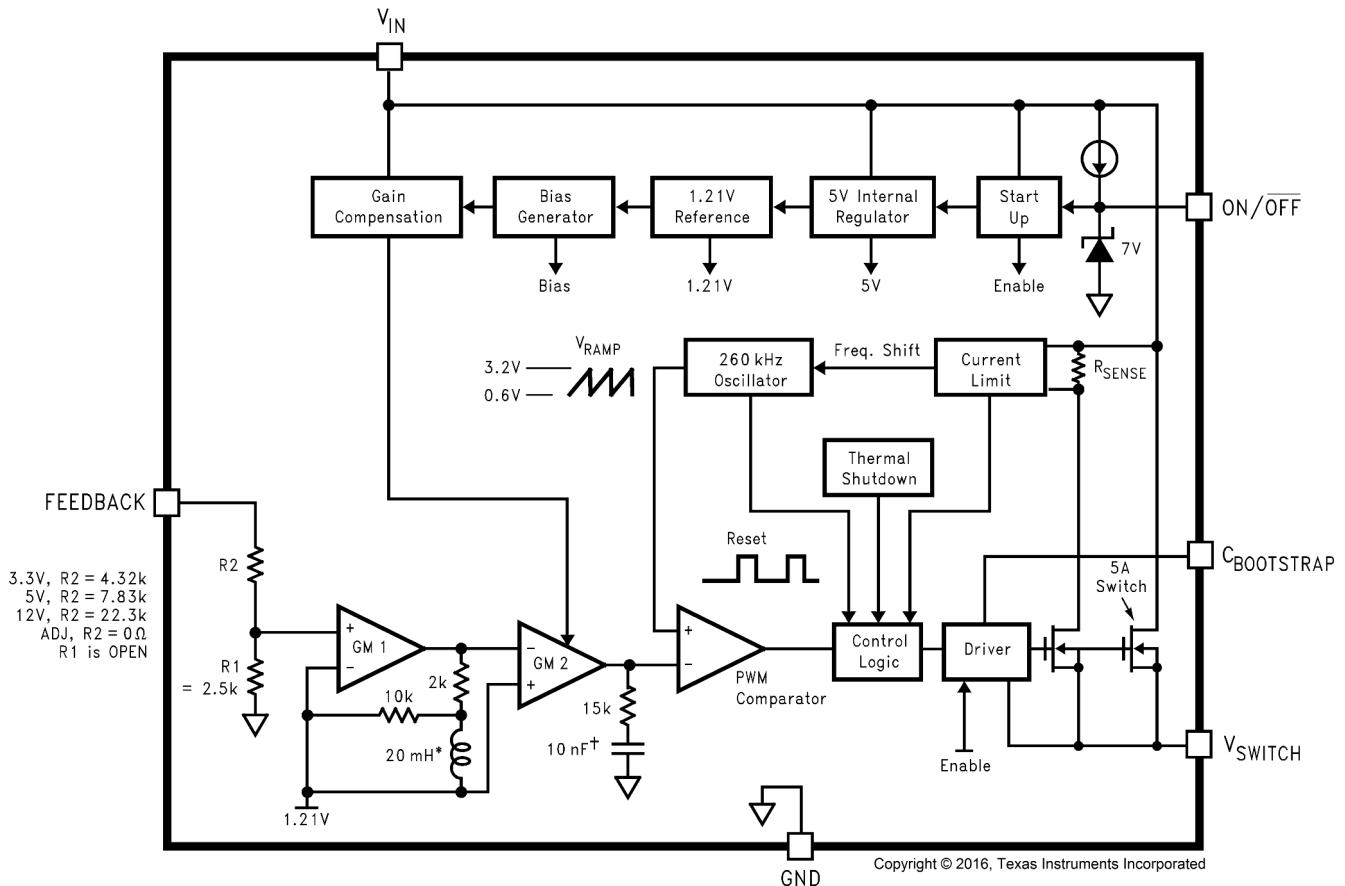
6 詳細説明

6.1 概要

LM2678 は、ステップダウン (降圧) スイッチング レギュレータに必要なすべてのアクティブ機能を提供します。内部のパワー スイッチは DMOS パワー MOSFET であり、最大 5A までの大電流能力と高効率な動作を実現する電源設計に対応しています。

LM2678 は SIMPLE SWITCHER パワー コンバータ ファミリの一部です。設計支援ツールの WEBENCH を使用すると、LM2678 に関して、即時の部品選定、回路性能の計算評価、部品表の作成、回路図の生成が可能です。

6.2 機能ブロック図



6.3 機能説明

6.3.1 スイッチ出力

これは、入力電圧に直接接続されたパワー MOSFET スイッチの出力です。このスイッチは、内部のパルス幅変調 (PWM) 制御のもと、インダクタ、出力コンデンサ、および負荷回路にエネルギーを供給します。PWM コントローラは内部で固定周波数 260kHz の発振器によってクロック駆動されています。標準的な降圧回路では、パワー スイッチのデューティ サイクル (ON 時間/OFF 時間の比率) は、電源の出力電圧と入力電圧の比率に比例します。ピン 1 の電圧は、VIN (スイッチ ON 時) と、外部ショットキー ダイオードの電圧降下によって接地より低い電圧 (スイッチ OFF 時) の間で切り替わります。

6.3.2 入力

電源の入力電圧はピン 2 に接続されます。負荷にエネルギーを供給することに加えて、入力電圧は LM2678 の内部回路のバイアスも供給します。性能を確保するために、入力電圧は 8V から 40V の範囲内である必要があります。電源の最適な性能を得るためには、入力ピン 2 付近に入力コンデンサを配置し、必ずバイパスする必要があります。

6.3.3 C 昇圧

ピン 3 からスイッチ出力のピン 1 へコンデンサを接続する必要があります。このコンデンサは、内部 MOSFET のゲート駆動電圧を V_{IN} 以上にブーストし、完全に ON にする役割を果たします。これにより、パワー スwitch の導通損失が最小限に抑えられ、高効率が維持されます。C 昇圧に推奨される値は $0.01\mu F$ です。

6.3.4 グランド

これは、電源内のすべての部品グラウンドの基準接続です。LM2678 を使用した高速スイッチング、大電流アプリケーションでは、TI は回路全体の信号結合を最小限に抑えるために、広いグラウンド プレーンの使用を推奨しています。

6.3.5 帰還

これは、PWM コントローラを駆動する 2 段階の高利得アンプへの入力です。DC 出力電圧を設定するために、ピン 6 を電源の実際の出力に接続する必要があります。固定出力デバイス (3.3V、5V、12V 出力) の場合、LM2678 内部に利得設定用抵抗が組み込まれているため、出力への直接配線接続だけで十分です。可変出力バージョンでは、DC 出力電圧を設定するために 2 つの外付け抵抗が必要です。電源の安定動作のためには、インダクタの磁束がフィードバック入力に結合するのを防ぐことが重要です。

6.3.6 オン/オフ

この入力は、電源の電氣的なオン/オフ制御を提供します。このピンを接地または 0.8V 未満の任意の電圧に接続すると、レギュレータは完全にオフになります。オフ時の入力電源からの電流消費はわずか $50\mu A$ です。ピン 7 には約 $20\mu A$ の内部プルアップ電流ソースと、グラウンドに対して 7V の保護用クランプ Zener ダイオードが内蔵されています。ON/OFF ピンを電氣的に駆動する場合、ON 状態の高電圧レベルは絶対最大定格の 6V を超えないものとします。オン/オフ制御が不要な場合、ピン 7 を開路のままにする必要があります。

6.4 デバイスの機能モード

6.4.1 シャットダウンモード

ON/ $\overline{\text{OFF}}$ ピンは、LM2678 の電氣的な ON および OFF 制御を提供します。このピンの電圧が 1.4V 未満になると、デバイスはシャットダウン モードに入ります。このモードの標準スタンバイ電流は $45\mu A$ です。

6.4.2 アクティブモード

ON/ $\overline{\text{OFF}}$ ピンの電圧が 1.4V を上回ると、デバイスはスイッチングを開始し、出力電圧は通常の制御電圧に達するまで上昇します。

7 アプリケーションと実装

注

以下のアプリケーション情報は、TI の製品仕様に含まれるものではなく、TI ではその正確性または完全性を保証いたしません。個々の目的に対する製品の適合性については、お客様の責任で判断していただくことになります。お客様は自身の設計実装を検証しテストすることで、システムの機能を確認する必要があります。

7.1 アプリケーション情報

7.1.1 設計上の考慮事項

LM2678 を使用した電源設計は、推奨される外付け部品を用いることで大幅に簡素化されます。LM2678 の全範囲の能力 (入力電圧、出力電圧、負荷電流) をカバーする設計で使用可能な、複数のメーカー製の幅広いインダクタ、コンデンサ、ショットキー ダイオードが評価されています。このデータシートに掲載されているノモグラフと部品表を使用した簡単な設計手順により、非常に少ない労力で動作する設計が得られます。

指定された各メーカーの個々の部品は、業界で利用可能な膨大な種類の部品のごく一部に過ぎません。これらの部品は推奨されていますが、設計で使用できる唯一の部品というわけではありません。部品仕様を詳細に比較した後、他のメーカーの同等品を代替品として使用することが可能です。

各外付け部品に関する重要な考慮事項と、ノモグラフおよび選定表がどのように作成されたかの説明を以下に示します。

7.1.2 インダクタ

インダクタは、スイッチングレギュレータの主要な部品です。効率を高めるために、インダクタはスイッチが ON の間にエネルギーを蓄え、スイッチが OFF の間にそのエネルギーを負荷へと供給します。

ノモグラフは、所定の動作条件に必要なインダクタンス値を選定するために使用されます。ノモグラフは、回路が連続モード (インダクタを流れる電流がゼロにならない動作) で動作していることを前提としています。インダクタンスの大きさは、リップル電流が最大負荷電流の 30% を超えないように選定します。リップル電流がこの 30% の制限を超える場合は、ひとつ大きい値のインダクタンスを選択します。

提供されているインダクタは、入力電圧、出力電圧および負荷電流のあらゆる動作条件下で適切に動作するように特別に製造されています。特定のインダクタンス量に対して、複数のパーツタイプが提供されています。表面実装型デバイスとスルーホール型デバイスの両方が利用可能です。3 つのメーカーのそれぞれのインダクタには固有の特性があります。

- **Renco** : フェライト スティック コア インダクタ。主な利点は、一般的にコストが最も低く、定格値を超えるリップル電流や過渡ピーク電流にも耐えられることです。これらのインダクタは外部磁界を発生させるため、EMI を引き起こす可能性があります。
- **Pulse Engineering** : パウダーアイアントロイダルコア インダクタ。これらも定格以上の電流に耐えることができ、トロイダル型インダクタであるため、EMI が低いという特長があります。
- **Coilcraft** : フェライトドラムコア インダクタ。これらは物理的サイズが最も小さいインダクタであり、表面実装部品としてのみ提供されています。これらのインダクタも EMI を発生しますが、スティック型インダクタよりは少なくなっています。

7.1.3 出力コンデンサ

出力コンデンサは、DC 出力電圧を平滑化する役割を果たすとともに、エネルギーの蓄積も担います。出力コンデンサの選定において、その等価直列抵抗 (ESR) も含めて考慮することは、出力リップル電圧の大きさや制御ループの安定性の両方に影響を与えます。

電源の出力リップル電圧は、コンデンサの ESR とインダクタのリップル電流の積によって決まります。表で推奨されているコンデンサの種類は、ESR の値が低いものが選ばれています。

さらに、表では表面実装型タンタル コンデンサと、リード型アルミ電解コンデンサの両方が選択肢として提示されています。

出力容量はインダクタと組み合わせることで、フィードバック ループ内に二重極を作り出し、これが全体の制御ループの周波数安定性に影響を与えます。キャパシタンスと ESR の値に加えてゼロが生成されます。これらの周波数応答への影響は、LM2678 の内部周波数補償回路と相まって、閉ループ システムのゲインおよび位相シフトを変化させます。

一般的なルールとして、スイッチング レギュレータ回路を安定動作させるには、回路のユニティ ゲイン帯域幅をコントローラのスイッチング周波数の 6 分の 1 以下に制限することが望ましいとされています。LM2678 のスイッチング周波数が 260kHz に固定されている場合、出力コンデンサはユニティ ゲイン帯域幅が最大 40kHz となるように選定します。この結果を得るために、各推奨コンデンサの値が選択されています。

場合によっては、出力コンデンサの ESR を低減したり、出力リップル (V_{OUT} の 1% 以下を想定性能とする) を最小限に抑えるため、または閉ループのユニティ ゲイン帯域幅を 40kHz 未満に下げするために、複数のコンデンサが必要となる場合があります。複数のコンデンサを並列に組み合わせる必要がある場合は、それぞれがまったく同じ型式の部品であることを前提としています。

出力コンデンサの RMS 電流定格および定格作動電圧 (WV) も、重要な考慮事項です。一般的な降圧型スイッチング レギュレータでは、インダクタのリップル電流 (インダクタ選定時に最大負荷電流の 30% 以下に設定) が出力コンデンサを流れる電流となります。コンデンサの RMS 電流定格は、このリップル電流より大きい必要があります。出力コンデンサの耐圧は、電源の最大出力電圧の 1.3 倍以上である必要があります。高温環境でシステムを動作させる必要がある場合、コンデンサの耐圧は、室温での定格よりも低く設定することができます。動作電圧の温度のデレーティングに関するメーカー仕様を十分に確認することが重要です。

7.1.4 入力コンデンサ

大電流のスイッチング レギュレータでは、急速に変化する電流が未調整電源に大きな動的負荷をかけます。入力コンデンサは、電源に追加の電流を供給する役割を果たすとともに、入力電圧の変動を平滑化するのにも役立ちます。

出力コンデンサと同様に、入力コンデンサの主要な仕様は RMS 電流定格および定格耐圧です。入力コンデンサを流れる RMS 電流は、最大 DC 負荷電流の半分に等しいため、コンデンサはこの電流に対応できる定格である必要があります。複数のコンデンサを並列に接続することで、合計静電容量の電流定格が比例して増加します。電圧定格は、最大入力電圧の 1.3 倍に設定する必要があります。無調整の入力電源によっては、軽負荷時に最大入力電圧が通常の動作時よりも大幅に高くなることがあり、入力コンデンサ選定時にこれを考慮する必要があります。

入力コンデンサは、LM2678 の入力ピンのごく近くに配置する必要があります。急激な過渡変化を伴う比較的高い電流の動作により、入力接続ワイヤや PCB トレースの直列インダクタンスが入力端子でリングング信号を発生させることがあり、これが出力や回路の他の部分に伝播する可能性があります。リングングを防止または最小限に抑えるために、設計によっては入力コンデンサと並列に 0.1 μ F から 0.47 μ F 程度のセラミック コンデンサを追加する必要がある場合があります。

7.1.5 キャッチ ダイオード

LM2678 のパワー スイッチが OFF になると、インダクタを流れる電流は流れ続けます。この電流の経路は、スイッチの出力端子とグラウンド間に接続されたダイオードを通ります。この順方向バイアスされたダイオードは、スイッチの出力をグラウンドよりも低い電圧にクランプします。この負の電圧は -1 V より大きくなければならないため、特に大電流時に低い電圧降下を持つショットキーダイオードの使用が推奨されます。電源全体の総合的な効率、出力キャッチ ダイオードでの電力損失の影響を大きく受けます。キャッチ ダイオードを流れる平均電流はスイッチのデューティ サイクル (D) に依存し、負荷電流に (1-D) を乗じた値と等しくなります。実際の用途で必要とされる電流よりもはるかに高い定格のダイオードを使用することで、ダイオード内の電圧降下と電力損失を最小限に抑えるのに役立ちます。

スイッチの ON 時間中、ダイオードは入力電圧によって逆バイアスされます。ダイオードの逆方向耐圧定格は、最大入力電圧の少なくとも 1.3 倍以上である必要があります。

7.1.6 ブースト コンデンサ

ブースト コンデンサは、内部パワー MOSFET のゲートを過駆動させるための電圧を生成します。これにより、スイッチのオン抵抗とそれに関連する電力損失を最小化して、効率を向上させることができます。すべての用途において、0.01 μ F、50V のセラミック コンデンサの使用が推奨されます。

7.1.7 補足アプリケーション情報

出力電圧が約 6V を超え、かつ最小入力電圧でのデューティ サイクルが約 50% を超える場合は、設計者は出力フィルタ部品の選定に十分注意する必要があります。これらの特定の動作条件で設計されたアプリケーションが電流制限の障害状態にさらされると、電流制限に大きなヒステリシスが生じる場合があります。このことにより、出力電圧に影響が及ぶ可能性があり、負荷電流が十分に低下して電流リミット保護回路がリセットされるまで、その影響が続くことがあります。

電流制限条件では、LM267x は次の方法で応答するように設計されています：

1. インダクタ電流が電流制限のスレッシュホールドに達した瞬間、ON パルスは直ちに終了します。これは、すべてのアプリケーション条件で発生します。
2. しかし、電流制限回路は、インダクタの飽和を引き起こす可能性のあるサブハーモニック振動を回避するため、一時的にデューティ サイクルを 50% 未満に下げようにも設計されています。
3. その後、インダクタ電流が電流制限のスレッシュホールドを下回ると、デューティ サイクルが徐々に 50% を超えて、定電圧動作を維持するために必要な値まで戻るまでの短い緩和時間があります。

出力容量が十分に大きい場合、出力が回復しようとするときに出力コンデンサへの充電電流が大きくなり、出力が完全に安定する前に電流制限回路が繰り返し再び動作してしまう可能性があります。この状況は、出力電圧の設定値が高くなるほど悪化します。なぜなら、出力コンデンサが必要とするエネルギー量は出力電圧の二乗 ($\frac{1}{2}CV^2$) に比例して増加し、それに伴って充電電流も増加するためです。

この状況が疑われるアプリケーションでその可能性を判断するための簡単なテスト方法は、コンバータの出力に短絡を加え、その後、短絡状態を解除することです。外付け部品が適切に選定されているアプリケーションでは、出力はスムーズに回復します。

これらの特定の動作条件で実験的に適切に動作することがわかった外付け部品の実用値は、 $C_{OUT} = 47\mu F$ 、 $L = 22\mu H$ です。注意すべき点として、これらの部品を使用しても、デバイスの電流制限値 I_{CLIM} の場合、大きな電流制限ヒステリシスの可能性を最小化できる最大負荷電流は $I_{CLIM}/2$ であることに注意する必要があります。たとえば、入力が 24V で設定された出力電圧が 18V の場合、希望する最大電流が 1.5A であれば、選択したスイッチング素子の電流制限値が少なくとも 3A であることを確認する必要があります。

極端な過電流や短絡状態では、LM267X は電流制限に加えて周波数フォールドバックも採用します。サイクルごとにインダクタ電流が電流制限のスレッシュホールドを超えた場合（たとえば短絡やインダクタの飽和による場合など）、IC を保護するためにスイッチング周波数が自動的に低下します。極端な短絡状態では、周波数が 100kHz 未満になるのが一般的です。

7.2 代表的なアプリケーション

7.2.1 全出力電圧バージョン

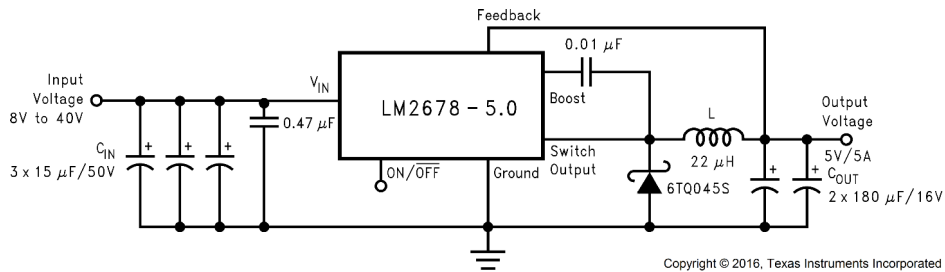


図 7-1. 全出力電圧バージョンの典型的な応用例

7.2.1.1 設計要件

電源の動作条件と最大出力電流を選択し、以下の手順に従って LM2678 用の外付け部品を決定します。

7.2.1.2 詳細な設計手順

7.2.1.2.1 WEBENCH® ツールによるカスタム設計

[ここをクリック](#)すると、WEBENCH® Power Designer により、LM2678 デバイスを使用するカスタム設計を作成できます。

1. 最初に、入力電圧 (V_{IN})、出力電圧 (V_{OUT})、出力電流 (I_{OUT}) の要件を入力します。
2. オプティマイザのダイヤルを使用して、効率、占有面積、コストなどの主要なパラメータについて設計を最適化します。
3. 生成された設計を、テキサス・インスツルメンツが提供する他の方式と比較します。

WEBENCH Power Designer では、カスタマイズされた回路図と部品リストを、リアルタイムの価格と部品の在庫情報と併せて参照できます。

通常、次の操作を実行可能です。

- 電氣的なシミュレーションを実行し、重要な波形と回路の性能を確認する
- 熱シミュレーションを実行し、基板の熱特性を把握する
- カスタマイズされた回路図やレイアウトを、一般的な CAD フォーマットで出力する
- 設計のレポートを PDF で印刷し、設計を共有する

WEBENCH ツールの詳細は、www.ti.com/ja-jp/WEBENCH でご覧になれます。

このデータシートのノモグラフおよび表 (または www.ti.com で利用可能な設計ソフトウェア) を使用すると、数ステップで完全な降圧レギュレータを設計できます。

ステップ 1: 電源の動作条件を定義します:

- 必要な出力電圧
- 最大 DC 入力電圧
- 最大出力負荷電流

ステップ 2: 出力電圧は、固定出力の LM2678 (3.3V、5V、または 12V 用途) を選択して設定するか、調整可能な LM2678-ADJ を使用する場合は必要なフィードバック抵抗を決定して設定します

ステップ 3: 4 つのノモグラフのいずれかを使用して、図 7-2 から図 7-5 までに必要なインダクタを決定します。表 7-3 はインダクタのメーカーと型番に固有の情報を提供します。

ステップ 4: 表 7-5 (固定出力電圧) または 表 7-9 (調整可能出力電圧) を使用して、安定動作に必要な出力コンデンサ容量を決定します。表 7-1 に、選択したメーカーの特定のコンデンサのタイプを示します。

ステップ 5: 固定出力電圧アプリケーションについて、表 7-5 から入力コンデンサを決定します。特定のコンデンサタイプを見つけるには、表 7-1 を使用します。整可能出力回路の場合は、最大入力電圧 V_{IN} を超える十分な耐電圧 (WV) を持ち、最大負荷電流の半分以上の RMS 電流定格を備えたコンデンサを表 7-1 の中から選択します (並列に 2 個以上のコンデンサが必要となる場合があります)。

ステップ 6: 表 7-4 からダイオードを選択します。ダイオードの電流定格は $I_{LOAD\ max}$ より大きくし、逆電圧定格は $V_{IN\ max}$ より大きくする必要があります。

ステップ 7: 設計では、 C_{BOOST} に対して 0.01 μ F、50V コンデンサを含めます。

7.2.1.2.2 コンデンサ選定ガイド

表 7-1. 入力および出力コンデンサ コード - 表面実装

コンデンサのリファレンスコード	表面実装								
	AVX TPS シリーズ			SPRAGUE 594D シリーズ			KEMET T495 シリーズ		
	C (μF)	WV (V)	Irms (A)	C (μF)	WV (V)	Irms (A)	C (μF)	WV (V)	Irms (A)
C1	330	6.3	1.15	120	6.3	1.1	100	6.3	0.82
C2	100	10	1.1	220	6.3	1.4	220	6.3	1.1
C3	220	10	1.15	68	10	1.05	330	6.3	1.1
C4	47	16	0.89	150	10	1.35	100	10	1.1
C5	100	16	1.15	47	16	1	150	10	1.1
C6	33	20	0.77	100	16	1.3	220	10	1.1
C7	68	20	0.94	180	16	1.95	33	20	0.78
C8	22	25	0.77	47	20	1.15	47	20	0.94
C9	10	35	0.63	33	25	1.05	68	20	0.94
C10	22	35	0.66	68	25	1.6	10	35	0.63
C11	—	—	—	15	35	0.75	22	35	0.63
C12	—	—	—	33	35	1	4.7	50	0.66
C13	—	—	—	15	50	0.9	—	—	—

表 7-2. 入力および出力コンデンサ コード - スルーホール

コンデンサのリファレンスコード	スルーホール											
	SANYO OS-CON SA シリーズ			SANYO MV-GX シリーズ			NICHICON PL シリーズ			PANASONIC HFQ シリーズ		
	C (μF)	WV (V)	Irms (A)	C (μF)	WV (V)	Irms (A)	C (μF)	WV (V)	Irms (A)	C (μF)	WV (V)	Irms (A)
C1	47	6.3	1	1000	6.3	0.8	680	10	0.8	82	35	0.4
C2	150	6.3	1.95	270	16	0.6	820	10	0.98	120	35	0.44
C3	330	6.3	2.45	470	16	0.75	1000	10	1.06	220	35	0.76
C4	100	10	1.87	560	16	0.95	1200	10	1.28	330	35	1.01
C5	220	10	2.36	820	16	1.25	2200	10	1.71	560	35	1.4
C6	33	16	0.96	1000	16	1.3	3300	10	2.18	820	35	1.62
C7	100	16	1.92	150	35	0.65	3900	10	2.36	1000	35	1.73
C8	150	16	2.28	470	35	1.3	6800	10	2.68	2200	35	2.8
C9	100	20	2.25	680	35	1.4	180	16	0.41	56	50	0.36
C10	47	25	2.09	1000	35	1.7	270	16	0.55	100	50	0.5
C11	—	—	—	220	63	0.76	470	16	0.77	220	50	0.92
C12	—	—	—	470	63	1.2	680	16	1.02	470	50	1.44
C13	—	—	—	680	63	1.5	820	16	1.22	560	50	1.68
C14	—	—	—	1000	63	1.75	1800	16	1.88	1200	50	2.22
C15	—	—	—	—	—	—	220	25	0.63	330	63	1.42
C16	—	—	—	—	—	—	220	35	0.79	1500	63	2.51
C17	—	—	—	—	—	—	560	35	1.43	—	—	—
C18	—	—	—	—	—	—	2200	35	2.68	—	—	—
C19	—	—	—	—	—	—	150	50	0.82	—	—	—
C20	—	—	—	—	—	—	220	50	1.04	—	—	—
C21	—	—	—	—	—	—	330	50	1.3	—	—	—
C22	—	—	—	—	—	—	100	63	0.75	—	—	—
C23	—	—	—	—	—	—	390	63	1.62	—	—	—
C24	—	—	—	—	—	—	820	63	2.22	—	—	—
C25	—	—	—	—	—	—	1200	63	2.51	—	—	—

表 7-3. インダクタ メーカーの部品番号

インダクタの参照番号	インダクタンス (μH)	電流 (A)	RENCO		PULSE ENGINEERING		COILCRAFT
			スルーホール	表面実装	スルーホール	表面実装	表面実装
L23	33	1.35	RL-5471-7	RL1500-33	PE-53823	PE-53823S	DO3316-333
L24	22	1.65	RL-1283-22-43	RL1500-22	PE-53824	PE-53824S	DO3316-223
L25	15	2	RL-1283-15-43	RL1500-15	PE-53825	PE-53825S	DO3316-153
L29	100	1.41	RL-5471-4	RL-6050-100	PE-53829	PE-53829S	DO5022P-104
L30	68	1.71	RL-5471-5	RL6050-68	PE-53830	PE-53830S	DO5022P-683
L31	47	2.06	RL-5471-6	RL6050-47	PE-53831	PE-53831S	DO5022P-473
L32	33	2.46	RL-5471-7	RL6050-33	PE-53932	PE-53932S	DO5022P-333
L33	22	3.02	RL-1283-22-43	RL6050-22	PE-53933	PE-53933S	DO5022P-223
L34	15	3.65	RL-1283-15-43	—	PE-53934	PE-53934S	DO5022P-153
L38	68	2.97	RL-5472-2	—	PE-54038	PE-54038S	—
L39	47	3.57	RL-5472-3	—	PE-54039	PE-54039S	—
L40	33	4.26	RL-1283-33-43	—	PE-54040	PE-54040S	—
L41	22	5.22	RL-1283-22-43	—	PE-54041	P0841	—
L44	68	3.45	RL-5473-3	—	PE-54044	—	—
L45	10	4.47	RL-1283-10-43	—	—	P0845	DO5022P-103HC
L46	15	5.6	RL-1283-15-43	—	—	P0846	DO5022P-153HC
L47	10	5.66	RL-1283-10-43	—	—	P0847	DO5022P-103HC
L48	47	5.61	RL-1282-47-43	—	—	P0848	—
L49	33	5.61	RL-1282-33-43	—	—	P0849	—

表 7-4. ショットキー ダイオードの選択表

逆電圧 (V)	表面実装		スルーホール	
	3A	5A 以上	3A	5A 以上
20	SK32	—	1N5820	—
			SR302	
30	SK33	MBRD835L	1N5821	—
	30WQ03F		31DQ03	
40	SK34	MBRD1545CT	1N5822	1N5825
	30BQ040	6TQ045S	MBR340	MBR745
	30WQ04F	—	31DQ04	80SQ045
	MBRS340	—	SR403	6TQ045
	MBRD340	—	—	—
50 以上	SK35	—	MBR350	—
	30WQ05F	—	31DQ05	—
	—	—	SR305	—

7.2.1.3 アプリケーション曲線

連続モード動作の場合

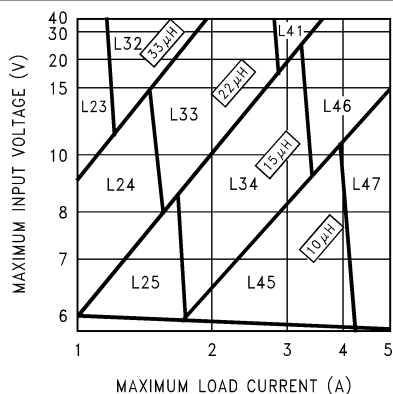


図 7-2. LM2678-3.3

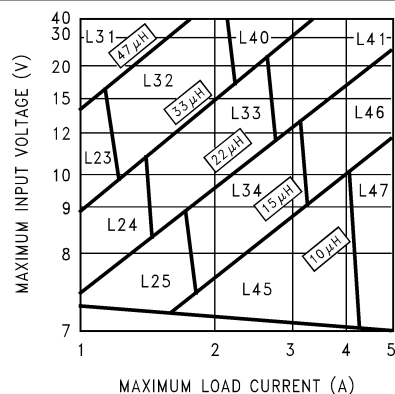


図 7-3. LM2678-5

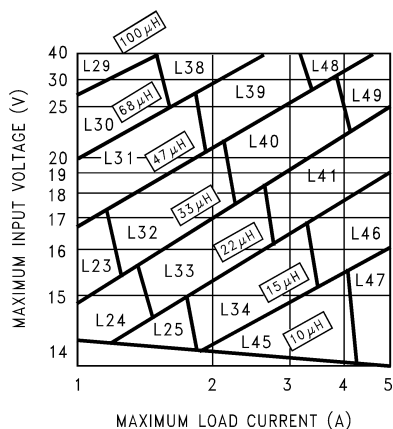


図 7-4. LM2678-12

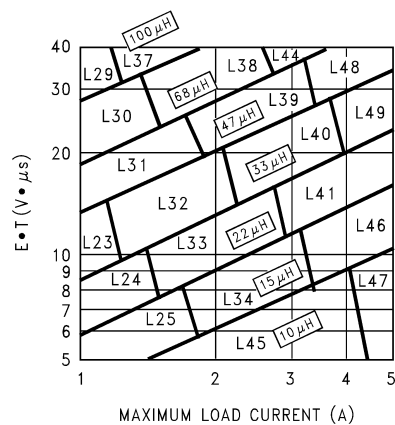


図 7-5. LM2678 - 可変

7.2.2 固定出力電圧の設計例

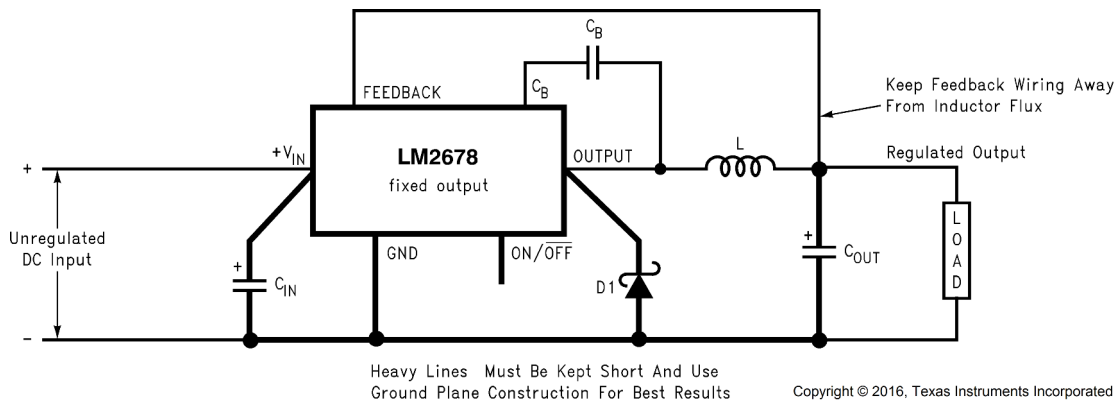


図 7-6. 固定出力電圧アプリケーション用の基本的な回路

7.2.2.1 詳細な設計手順

システムのロジック用電源バスとして 3.3V を生成する必要があります。電源として使用するのは、13V ~ 16V の範囲で変動する非安定化 DC 電圧を供給するウォール アダプターです。最大負荷電流は 4A です。スルーホール部品が推奨されます。

ステップ 1: 動作条件は次のとおりです。

- $V_{OUT} = 3.3V$
- $V_{IN\ max} = 16V$
- $I_{LOAD\ max} = 4A$

ステップ 2: LM2678 3.3V を選択します。出力電圧の許容範囲は、室温で $\pm 2\%$ 、動作温度範囲全体で $\pm 3\%$ です。

ステップ 3: 3.3V デバイスのノモグラフを使用します 図 7-2。16V の水平線 (V_{in} 最大) と 4A の垂直線 (I_{load} 最大) が交差する点から、L46 (15 μ H のインダクタ) が必要であることが示されています。

表 7-3 から、スルーホール部品の L46 は、Renco 社の部品番号 RL-1283-15-43 で入手可能です。

ステップ 4: 出力コンデンサを決定するには、表 7-5 を使用します。3.3V 出力および 15 μ H インダクタを使用する場合、同じ種類のコンデンサを並列に接続する数と識別用のコンデンサ コードが示された、スルーホール タイプの出力コンデンサの解決策が 4 つあります。表 7-1 に、コンデンサの実際の特性を示します。回路では、次のいずれかの選択肢が機能します:

- 2 \times 220 μ F、10V Sanyo OS-CON (コード C5)
- 2 \times 820 μ F、16V Sanyo MV-GX (コード C5)
- 1 \times 3900 μ F、10V Nichicon PL (コード C7)
- 2 \times 560 μ F、35V Panasonic HFQ (コード C5)

ステップ 5: 入力コンデンサを選択するには、表 7-5 を使用します。3.3V 出力と 15 μ H の組み合わせには 3 つのスルーホール ソリューションがあります。これらのコンデンサは、十分な電圧定格と RMS 電流定格が 2A (1/2 $I_{load\ max}$) より大きくなります。特定のコンポーネント特性について再度 表 7-1 を参照すると、次の選択肢が適しています。

- 2 \times 680 μ F、63V Sanyo MV-GX (コード C13)
- 1 \times 1200 μ F、63V Nichicon PL (コード C25)
- 1 \times 1500 μ F、63V Panasonic HFQ (コード C16)

ステップ 6: 表 7-4 から、5A 以上のショットキー ダイオードを選定する必要があります。スルーホール部品の場合は、40V 定格のダイオードのみが示されており、以下の 4 種類の部品が適しています。

- 1N5825
- MBR745

- 80SQ045
- 6TQ045

ステップ 7: C_{BOOST} には 0.01μF のコンデンサが使用されます。

7.2.2.1.1 コンデンサの選択

表 7-5. 固定出力電圧用アプリケーション向け出力コンデンサ - 表面実装 (1) (2)

出力電圧 (V)	インダクタンス (μH)	表面実装					
		AVX TPS シリーズ		SPRAGUE 594D シリーズ		KEMET T495 シリーズ	
		番号	C コード	番号	C コード	番号	C コード
3.3	10	5	C1	5	C1	5	C2
	15	4	C1	4	C1	4	C3
	22	3	C2	2	C7	3	C4
	33	1	C1	2	C7	3	C4
5	10	4	C2	4	C6	4	C4
	15	3	C3	2	C7	3	C5
	22	3	C2	2	C7	3	C4
	33	2	C2	2	C3	2	C4
	47	2	C2	1	C7	2	C4
12	10	4	C5	3	C6	5	C9
	15	3	C5	2	C7	4	C9
	22	2	C5	2	C6	3	C8
	33	2	C5	1	C7	3	C8
	47	2	C4	1	C6	2	C8
	68	1	C5	1	C5	2	C7
	100	1	C4	1	C5	1	C8

- (1) No. は、同一タイプのコンデンサを並列に接続する個数を表します。
 (2) C コードは、表 7-1 および表 7-2 のコンデンサの参照番号を示し、メーカーの特定の部品を識別します。

表 7-6. 固定出力電圧用途向け出力コンデンサ - スルーホール (1) (2)

出力電圧 (V)	インダクタンス (μH)	スルーホール							
		SANYO OS-CON SA シリーズ		SANYO MV-GX シリーズ		NICHICON PL シリーズ		PANASONIC HFQ シリーズ	
		番号	C コード	番号	C コード	番号	C コード	番号	C コード
3.3	10	2	C5	2	C6	1	C8	2	C6
	15	2	C5	2	C5	1	C7	2	C5
	22	1	C5	1	C10	1	C5	1	C7
	33	1	C5	1	C10	1	C5	1	C7
5	10	2	C4	2	C5	1	C6	2	C5
	15	1	C5	1	C10	1	C5	1	C7
	22	1	C5	1	C9	1	C5	1	C5
	33	1	C4	1	C5	1	C4	1	C4
	47	1	C4	1	C4	1	C2	2	C4
12	10	2	C7	1	C10	1	C14	2	C4
	15	1	C8	1	C6	1	C17	1	C5
	22	1	C7	1	C5	1	C13	1	C5
	33	1	C7	1	C4	1	C12	1	C4
	47	1	C7	1	C3	1	C11	1	C3
	68	1	C6	1	C2	1	C10	1	C3
	100	1	C6	1	C2	1	C9	1	C1

- (1) No. は、同一タイプのコンデンサを並列に接続する個数を表します。
 (2) C コードは、表 7-1 および表 7-2 のコンデンサの参照番号を示し、メーカーの特定の部品を識別します。

表 7-7. 固定出力電圧用途向け入力コンデンサ - 表面実装 (1) (2) (3)

出力電圧 (V)	インダクタンス (μH)	表面実装					
		AVX TPS シリーズ		SPRAGUE 594D シリーズ		KEMET T495 シリーズ	
		番号	C コード	番号	C コード	番号	C コード
3.3	10	3	C7	2	C10	3	C9
	15	(4) を参照	(4) を参照	3	C13	4	C12
	22	(4) を参照	(4) を参照	2	C13	3	C12
	33	(4) を参照	(4) を参照	2	C13	3	C12
5	10	3	C4	2	C6	3	C9
	15	4	C9	3	C12	4	C10
	22	(4) を参照	(4) を参照	3	C13	4	C12
	33	(4) を参照	(4) を参照	2	C13	3	C12
	47	(4) を参照	(4) を参照	1	C13	2	C12
12	10	4	C9	2	C10	4	C10
	15	4	C8	2	C10	4	C10
	22	4	C9	3	C12	4	C10
	33	(4) を参照	(4) を参照	3	C13	4	C12
	47	(4) を参照	(4) を参照	2	C13	3	C12
	68	(4) を参照	(4) を参照	2	C13	2	C12
	100	(4) を参照	(4) を参照	1	C13	2	C12

- (1) No. は、同一タイプのコンデンサを並列に接続する個数を表します。
 (2) C コードは、表 7-1 および表 7-2 のコンデンサの参照番号を示し、メーカーの特定の部品を識別します。
 (3) 指定されたインダクタンス値に対して、最悪の場合の最大入力電圧および負荷電流を想定しています。
 (4) コンデンサの定格電圧が、使用される入力電圧よりも高いことを確認してください。

表 7-8. 固定出力電圧用途の入力コンデンサ - スルー ホール (1) (2) (3)

出力電圧 (V)	インダクタンス (μH)	スルーホール							
		SANYO OS-CON SA シリーズ		SANYO MV-GX シリーズ		NICHICON PL シリーズ		PANASONIC HFQ シリーズ	
		番号	C コード	番号	C コード	番号	C コード	番号	C コード
3.3	10	2	C9	2	C8	1	C18	1	C8
	15	(4) を参照	(4) を参照	2	C13	1	C25	1	C16
	22	(4) を参照	(4) を参照	1	C14	1	C24	1	C16
	33	(4) を参照	(4) を参照	1	C14	1	C24	1	C16
5	10	2	C7	2	C8	1	C25	1	C8
	15	(4) を参照	(4) を参照	2	C8	1	C25	1	C8
	22	(4) を参照	(4) を参照	2	C13	1	C25	1	C16
	33	(4) を参照	(4) を参照	1	C14	1	C23	1	C13
	47	(4) を参照	(4) を参照	1	C12	1	C19	1	C11
12	10	2	C10	2	C8	1	C18	1	C8
	15	2	C10	2	C8	1	C18	1	C8
	22	(4) を参照	(4) を参照	2	C8	1	C18	1	C8
	33	(4) を参照	(4) を参照	2	C12	1	C24	1	C14
	47	(4) を参照	(4) を参照	1	C14	1	C23	1	C13
	68	(4) を参照	(4) を参照	1	C13	1	C21	1	C15
	100	(4) を参照	(4) を参照	1	C11	1	C22	1	C11

- (1) No. は、同一タイプのコンデンサを並列に接続する個数を表します。
 (2) C コードは、表 7-1 および表 7-2 のコンデンサの参照番号を示し、メーカーの特定の部品を識別します。
 (3) 指定されたインダクタンス値に対して、最悪の場合の最大入力電圧および負荷電流を想定しています。
 (4) コンデンサの定格電圧が、使用される入力電圧よりも高いことを確認してください。

7.2.3 可変出力設計の例

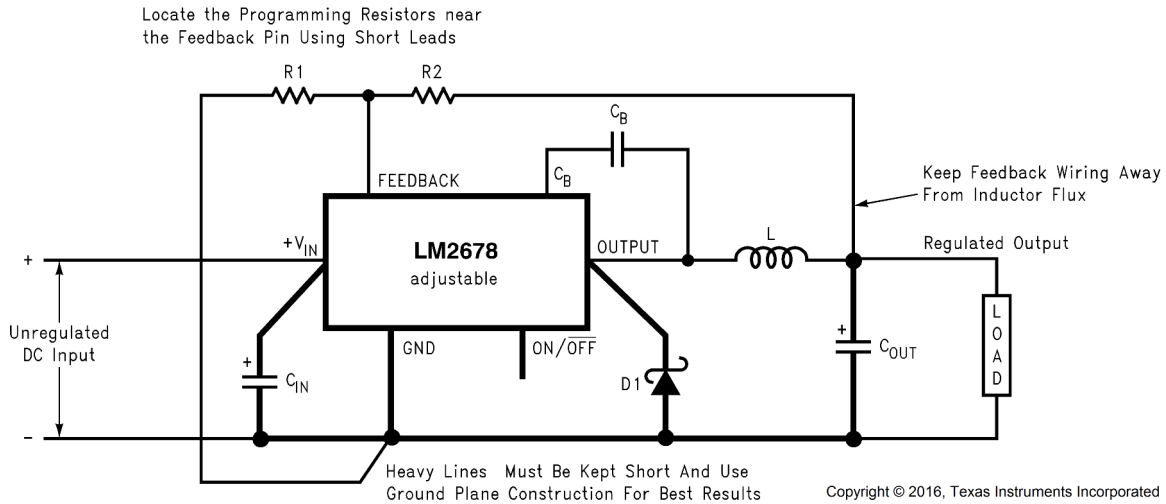


図 7-7. 可変出力電圧アプリケーション向け基本回路

7.2.3.1 詳細な設計手順

この例では、大型トラックなどで一般的な 2 バッテリー式車両用電源 (電圧範囲: 20V ~ 28V) から、通常 12V 車両の 1 バッテリーシステムで電子機器の電源として使われる 14.8VDC のオルタネータ電源へ電圧を変換することを目的としています。必要な負荷電流は最大 3.5A です。また、電源回路はすべて表面実装部品で構成することも求められています。

ステップ 1: 動作条件は次のとおりです。

- $V_{OUT} = 14.8V$
- $V_{IN \text{ max}} = 28V$
- $I_{LOAD \text{ max}} = 3.5A$

ステップ 2: LM2678S-ADJ を選択します。出力電圧を 14.9V に設定するには、2 つの抵抗 (図 7-7 の R1 および R2) を選択する必要があります。可変デバイスの場合、出力電圧は式 1 で設定されます。

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

ここで、

- V_{FB} は、通常 1.21V のフィードバック電圧です。

R1 には 1k を使用することが推奨されています。この例では、R2 は式 2 で決定されます。

$$R_2 = R_1 \left(\frac{V_{OUT}}{V_{FB}} - 1 \right) = 1 \text{ k}\Omega \left(\frac{14.8V}{1.21V} - 1 \right) \quad (2)$$

ここで、

- $R_2 = 11.23 \text{ k}\Omega$

使用する際の標準的な 1% 許容誤差の最も近い値は 11.3kΩ です。

これにより、公称出力電圧は 14.88V に設定され、目標値の 0.5% 以内となります。

ステップ 3: 可変型デバイス用のノモグラフ 図 7-5 を使用するには、式 3 からインダクタのボルト マイクロ秒定数 ($E \cdot T$ 、 $V \cdot \mu S$ で表記) を計算する必要があります。

$$E \cdot T = (V_{IN(MAX)} - V_{OUT} - V_{SAT}) \cdot \frac{V_{OUT} + V_D}{V_{IN(MAX)} - V_{SAT} + V_D} \cdot \frac{1000}{260} (V \cdot \mu s) \quad (3)$$

ここで、

- V_{SAT} は、内部パワースイッチにかかる電圧降下であり、 $R_{ds(ON)}$ と I_{load} の積となります。

この例では、これは通常 $0.12\Omega \times 3.5A$ 、すなわち $0.42V$ となります。また、 V_D は順方向バイアスがかかったショットキーダイオードでの電圧降下で、通常 $0.5V$ です。スイッチング周波数 $260kHz$ は、スイッチの ON 時間 (その間にインダクタにエネルギーが蓄えられる) を見積もる際に用いる標準的な値です。

この例では、 $E \cdot T$ は式 4 と式 5 で見つかります。

$$E \cdot T = (28 - 14.8 - 0.42) \cdot \frac{14.8 + 0.5}{28 - 0.42 + 0.5} \cdot \frac{1000}{260} (V \cdot \mu s) \quad (4)$$

$$E \cdot T = (12.78V) \cdot \frac{15.3V}{28.08V} \cdot 3.85 (V \cdot \mu s) = 26.8 (V \cdot \mu s) \quad (5)$$

図 7-5 を用いると、横軸の $27V \cdot \mu s$ と縦軸の $3.5A$ (I_{LOAD} 最大値) の交点から、L48 ($47\mu H$ インダクタ) または L49 ($33\mu H$ インダクタ) が使用できることが示されています。どちらのインダクタも使用可能ですが、この例ではより大きなインダクタンスを選択することでリップル電流を低減できます。

表 7-3 から、表面実装部品の L48 は、Pulse Engineering 社の型番 P0848 として入手可能です。

ステップ 4: 出力コンデンサを決定するには、表 7-9 を使用します。出力が $14.8V$ の場合は「12.5 ~ 15V」の行を使用し、 $47\mu H$ のインダクタを選択すると、表の中で表面実装型出力コンデンサの解決策が 3 つあります。表 7-1 に、C コード番号に基づいて、実際のコンデンサの特性を提供します。次のいずれの選択肢も使用できます。

- 1 × $33\mu F$ 、20V AVX TPS (コード C6)
- 1 × $47\mu F$ 、20V Sprague 594 (コード C8)
- 1 × $47\mu F$ 、20V Kemet T495 (コード C8)

注

可変型デバイスを低電圧用途 (出力 $3V$ 未満) で使用する場合、ノモグラフ 図 7-5 によって $22\mu H$ 以下のインダクタンスが選択された場合は、表 7-9 および表 7-10 のいずれも出力コンデンサの解決策を提供しません。これらの条件下では、安定動作のために必要となる出力コンデンサの数が現実的ではなくなります。TI は $33\mu H$ または $47\mu H$ のインダクタと、表 7-9 と表 7-10 の出力コンデンサを使用することを推奨します。

ステップ 5: この例で使用する入力コンデンサには、少なくとも $35V$ の WV 定格と、

$1.75A$ (最大出力電流 I_{OUT} の $1/2$) の RMS 定格が必要です。表 7-1 は、Sprague 社の $33\mu F$ 、 $35V$ コンデンサ (C12) は、表面実装部品の中で最も高い電圧および電流定格を持ち、このコンデンサを 2 個並列に使用すれば十分であることが示されています。

ステップ 6: 表 7-4 から、 $5A$ 以上のショットキーダイオードを選定する必要があります。電圧定格に十分な余裕を持たせた表面実装型ダイオードの場合、2 つのダイオードのうちいずれかを使用できます。

- MBRD1545CT
- 6TQ045S

ステップ 7: C_{BOOST} には $0.01\mu F$ のコンデンサが使用されます。

7.2.3.1.1 コンデンサの選択

表 7-9. 可変出力電圧用途向け出力コンデンサ - 表面実装 (1) (2)

出力電圧 (V)	インダクタンス (μH)	表面実装					
		AVX TPS シリーズ		SPRAGUE 594D シリーズ		KEMET T495 シリーズ	
		番号	C コード	番号	C コード	番号	C コード
1.21~2.5	33 ⁽³⁾	7	C1	6	C2	7	C3
	47 ⁽³⁾	5	C1	4	C2	5	C3
2.5~3.75	33 ⁽³⁾	4	C1	3	C2	4	C3
	47 ⁽³⁾	3	C1	2	C2	3	C3
3.75~5	22	4	C1	3	C2	4	C3
	33	3	C1	2	C2	3	C3
	47	2	C1	2	C2	2	C3
5~6.25	22	3	C2	3	C3	3	C4
	33	2	C2	2	C3	2	C4
	47	2	C2	2	C3	2	C4
	68	1	C2	1	C3	1	C4
6.25~7.5	22	3	C2	1	C4	3	C4
	33	2	C2	1	C3	2	C4
	47	1	C3	1	C4	1	C6
	68	1	C2	1	C3	1	C4
7.5~10	33	2	C5	1	C6	2	C8
	47	1	C5	1	C6	2	C8
	68	1	C5	1	C6	1	C8
	100	1	C4	1	C5	1	C8
10~12.5	33	1	C5	1	C6	2	C8
	47	1	C5	1	C6	2	C8
	68	1	C5	1	C6	1	C8
	100	1	C5	1	C6	1	C8
12.5~15	33	1	C6	1	C8	1	C8
	47	1	C6	1	C8	1	C8
	68	1	C6	1	C8	1	C8
	100	1	C6	1	C8	1	C8
15~20	33	1	C8	1	C10	2	C10
	47	1	C8	1	C9	2	C10
	68	1	C8	1	C9	2	C10
	100	1	C8	1	C9	1	C10
20~30	33	2	C9	2	C11	2	C11
	47	1	C10	1	C12	1	C11
	68	1	C9	1	C12	1	C11
	100	1	C9	1	C12	1	C11
30~37	10	使用可能な値がありません		4	C13	8	C12
	15			3	C13	5	C12
	22			2	C13	4	C12
	33			1	C13	3	C12
	47			1	C13	2	C12
	68			1	C13	2	C12

- (1) No. は、同一タイプのコンデンサを並列に接続する個数を表します。
 (2) C コードは、表 7-1 および表 7-2 のコンデンサの参照番号を示し、メーカーの特定の部品を識別します。
 (3) 実用的な設計ソリューションの場合、より大きな値に設定します。

表 7-10. 調整可能出力電圧用途向け出力コンデンサ - スルーホール タイプ ⁽¹⁾ ⁽²⁾

出力電圧 (V)	インダクタンス (μH)	スルーホール							
		SANYO OS-CON SA シリーズ		SANYO MV-GX シリーズ		NICHICON PL シリーズ		PANASONIC HFQ シリーズ	
		番号	C コード	番号	C コード	番号	C コード	番号	C コード
1.21~2.5	33 ⁽³⁾	2	C3	5	C1	5	C3	3	C
	47 ⁽³⁾	2	C2	4	C1	3	C3	2	C5
2.5~3.75	33 ⁽³⁾	1	C3	3	C1	3	C1	2	C5
	47 ⁽³⁾	1	C2	2	C1	2	C3	1	C5
3.75~5	22	1	C3	3	C1	3	C1	2	C5
	33	1	C2	2	C1	2	C1	1	C5
	47	1	C2	2	C1	1	C3	1	C5
5~6.25	22	1	C5	2	C6	2	C3	2	C5
	33	1	C4	1	C6	2	C1	1	C5
	47	1	C4	1	C6	1	C3	1	C5
	68	1	C4	1	C6	1	C1	1	C5
6.25~7.5	22	1	C5	1	C6	2	C1	1	C5
	33	1	C4	1	C6	1	C3	1	C5
	47	1	C4	1	C6	1	C1	1	C5
	68	1	C4	1	C2	1	C1	1	C5
7.5~10	33	1	C7	1	C6	1	C14	1	C5
	47	1	C7	1	C6	1	C14	1	C5
	68	1	C7	1	C2	1	C14	1	C2
	100	1	C7	1	C2	1	C14	1	C2
10~12.5	33	1	C7	1	C6	1	C14	1	C5
	47	1	C7	1	C2	1	C14	1	C5
	68	1	C7	1	C2	1	C9	1	C2
	100	1	C7	1	C2	1	C9	1	C2
12.5~15	33	1	C9	1	C10	1	C15	1	C2
	47	1	C9	1	C10	1	C15	1	C2
	68	1	C9	1	C10	1	C15	1	C2
	100	1	C9	1	C10	1	C15	1	C2
15~20	33	1	C10	1	C7	1	C15	1	C2
	47	1	C10	1	C7	1	C15	1	C2
	68	1	C10	1	C7	1	C15	1	C2
	100	1	C10	1	C7	1	C15	1	C2
20~30	33	使用可能な値がありません		1	C7	1	C16	1	C2
	47			1	C7	1	C16	1	C2
	68			1	C7	1	C16	1	C2
	100			1	C7	1	C16	1	C2
30~37	10	使用可能な値がありません		1	C12	1	C20	1	C10
	15			1	C11	1	C20	1	C11
	22			1	C11	1	C20	1	C10
	33			1	C11	1	C20	1	C10
	47			1	C11	1	C20	1	C10
	68			1	C11	1	C20	1	C10

(1) No. は、同一タイプのコンデンサを並列に接続する個数を表します。

(2) C コードは、表 7-1 および表 7-2 のコンデンサの参照番号を示し、メーカーの特定の部品を識別します。

(3) 実用的な設計ソリューションの場合、より大きな値に設定します。

7.3 電源に関する推奨事項

LM2678 は、最高 40V の入力電源電圧で動作するように設計されています。この入力電源は適切にレギュレートされ、最大入力電流に耐えて、安定した電圧を維持する必要があります。

7.4 レイアウト

7.4.1 レイアウトのガイドライン

スイッチング電源の適切な動作には、基板レイアウトが非常に重要です。まず、グランドプレーンの面積は熱の放散目的で十分な大きさである必要があります。次に、スイッチング ノイズの影響を減らすために、適切な指針に従う必要があります。スイッチング コンバータは超高速スイッチング デバイスです。そのような場合、入力電流の急激な増加と寄生トレースインダクタンスが組み合わさり、不要な $L di/dt$ ノイズ スパイクを発生させます。このノイズの大きさは、出力電流が大きくなるにつれて増大する傾向があります。このノイズは電磁干渉 (EMI) に変わることがあり、またデバイスの性能に問題を引き起こすこともあります。したがって、このスイッチング ノイズの影響を最小限に抑えるために、レイアウトには注意を払う必要があります。レイアウトの最も重要なルールは、AC 電流ループをできるだけ小さくすることです。図 7-8 に、昇圧コンバータの電流フローを示します。上の回路図では、点線がトップ スイッチが ON 状態のときの電流の流れを示しています。中央の回路図は、トップ スイッチが OFF 状態のときの電流の流れを示しています。下側の回路図は AC 電流と呼ばれる電流を示しています。この AC 電流は非常に短い期間で変化するため、最も重要です。下部の回路図の点線は、できるだけ短く広く保つべき配線を示しています。また、ループ面積が小さくなり、ループ インダクタンスが減少します。レイアウトによる機能の問題を回避するため、PCB レイアウト例を参照してください。最良の結果を得るには、LM2679 デバイス、バイパスコンデンサ、ショットキー ダイオード、RFBB、RFBT、およびインダクタを例のように配置することが望ましいです。ここに示すレイアウトでは、R1 = RFBB、R2 = RFBT となっています。熱の放散を助け、基板の配線に生じる寄生インダクタンスを低減するために、2 オンス銅以上の厚さの銅箔基板を使用することも推奨されます。詳細については、AN-1229 **SIMPLE SWITCHER® PCB レイアウト ガイドライン**を参照してください。

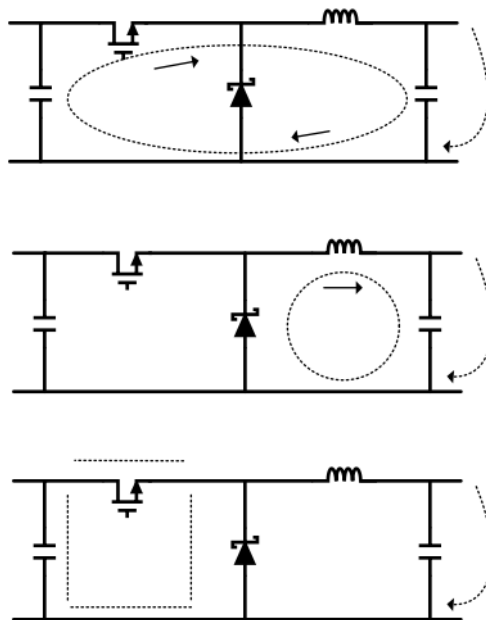


図 7-8. 降圧レギュレータの標準的な電流フロー

7.4.2 レイアウト例

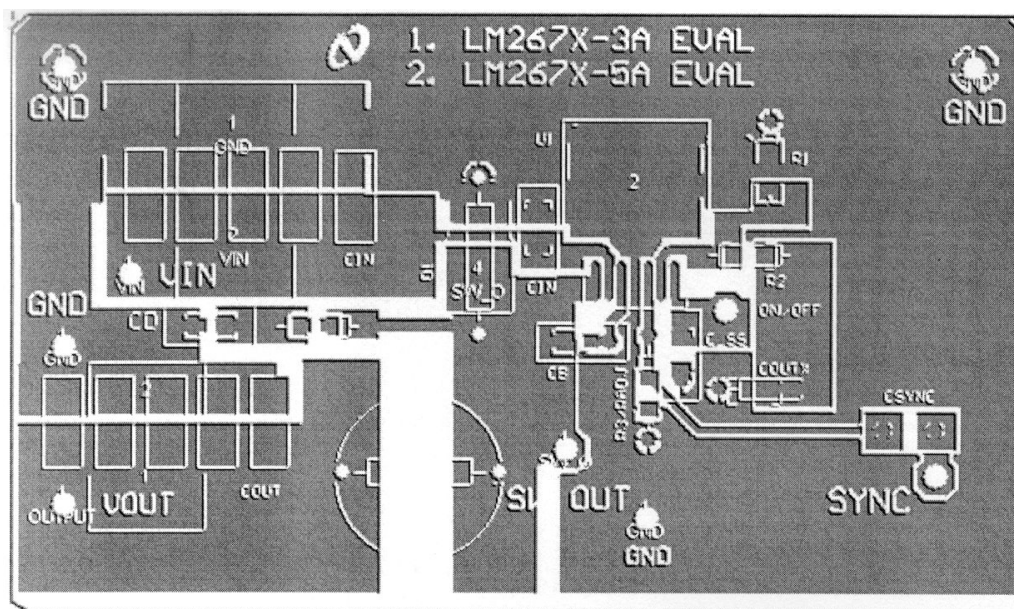


図 7-9. プリント回路基板のトップ層フォイルパターン

8 デバイスおよびドキュメントのサポート

8.1 デバイス サポート

8.1.1 開発サポート

8.1.1.1 WEBENCH® ツールによるカスタム設計

[ここをクリック](#)すると、WEBENCH® Power Designer により、LM2678 デバイスを使用するカスタム設計を作成できます。

1. 最初に、入力電圧 (V_{IN})、出力電圧 (V_{OUT})、出力電流 (I_{OUT}) の要件を入力します。
2. オプティマイザのダイヤルを使用して、効率、占有面積、コストなどの主要なパラメータについて設計を最適化します。
3. 生成された設計を、テキサス・インスツルメンツが提供する他の方式と比較します。

WEBENCH Power Designer では、カスタマイズされた回路図と部品リストを、リアルタイムの価格と部品の在庫情報と併せて参照できます。

通常、次の操作を実行可能です。

- 電氣的なシミュレーションを実行し、重要な波形と回路の性能を確認する
- 熱シミュレーションを実行し、基板の熱特性を把握する
- カスタマイズされた回路図やレイアウトを、一般的な CAD フォーマットで出力する
- 設計のレポートを PDF で印刷し、設計を共有する

WEBENCH ツールの詳細は、www.ti.com/ja-jp/WEBENCH でご覧になれます。

8.2 ドキュメントのサポート

8.2.1 関連資料

関連資料については、以下を参照してください。

- テキサス・インスツルメンツ、[『AN-1187 リードレス リード フレーム パッケージ \(LLP\)』アプリケーション ノート](#)
- テキサス・インスツルメンツ、[『AN-1229 SIMPLE SWITCHER® PCB レイアウト ガイドライン』アプリケーション ノート](#)

8.3 ドキュメントの更新通知を受け取る方法

ドキュメントの更新についての通知を受け取るには、www.tij.co.jp のデバイス製品フォルダを開いてください。[通知] をクリックして登録すると、変更されたすべての製品情報に関するダイジェストを毎週受け取ることができます。変更の詳細については、改訂されたドキュメントに含まれている改訂履歴をご覧ください。

8.4 サポート・リソース

テキサス・インスツルメンツ E2E™ サポート・フォーラムは、エンジニアが検証済みの回答と設計に関するヒントをエキスパートから迅速かつ直接得ることができる場所です。既存の回答を検索したり、独自の質問をしたりすることで、設計に必要な支援を迅速に得ることができます。

リンクされているコンテンツは、各寄稿者により「現状のまま」提供されるものです。これらはテキサス・インスツルメンツの仕様を構成するものではなく、必ずしもテキサス・インスツルメンツの見解を反映したものではありません。テキサス・インスツルメンツの[使用条件](#)を参照してください。

8.5 商標

テキサス・インスツルメンツ E2E™ is a trademark of Texas Instruments.

SIMPLE SWITCHER® and WEBENCH® are registered trademarks of Texas Instruments.

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

8.6 静電気放電に関する注意事項



この IC は、ESD によって破損する可能性があります。テキサス・インスツルメンツは、IC 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。正しい取り扱いおよび設置手順に従わない場合、デバイスを破損するおそれがあります。

ESD による破損は、わずかな性能低下からデバイスの完全な故障まで多岐にわたります。精密な IC の場合、パラメータがわずかに変化するだけで公表されている仕様から外れる可能性があるため、破損が発生しやすくなっています。

8.7 用語集

テキサス・インスツルメンツ用語集

この用語集には、用語や略語の一覧および定義が記載されています。

9 改訂履歴

資料番号末尾の英字は改訂を表しています。その改訂履歴は英語版に準じています。

Changes from Revision K (February 2017) to Revision L (June 2025)	Page
• ドキュメント全体にわたって表、図、相互参照の採番方法を更新.....	1
• 文書全体にわたって SIMPLE SWITCHER の商標の後に承認された名詞追加済み.....	1
• DAP 接続の推奨事項を追加.....	3
• RADIJ 仕様を削除.....	5
• RADIJ 仕様を削除.....	5
• RADIJ 仕様を削除.....	5
• RADIJ 仕様を削除.....	6

Changes from Revision J (June 2016) to Revision K (February 2017)	Page
• RADIJ = 5.6kΩ を削除.....	6
• Min、Typ、Max の値を削除して更新.....	6
• Min と Max の値を削除および更新.....	6
• ソフト スタート ピンを ON/OFF ピンに変更.....	6
• 1.5mA から 200μA に変更.....	6
• typ と max の値をそれぞれ 16mA と 15mA に変更.....	6

10 メカニカル、パッケージ、および注文情報

以降のページには、メカニカル、パッケージ、および注文に関する情報が記載されています。この情報は、指定のデバイスに使用できる最新のデータです。このデータは、予告なく、このドキュメントを改訂せずに変更される場合があります。本データシートのブラウザ版を使用されている場合は、画面左側の説明をご覧ください。

10.1 VSON パッケージのデバイス

LM2678 は、DDPAK に比べて同等の消費電力でフットプリントを大幅に小さくできる 14 ピン VSON 表面実装パッケージで提供されています。実装およびハンダ付けの仕様の詳細については、『[AN-1187 リードレス リードフレーム パッケージ \(LLP\)](#)』を参照してください。

重要なお知らせと免責事項

テキサス・インスツルメンツは、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、テキサス・インスツルメンツ製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した テキサス・インスツルメンツ製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとします。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている テキサス・インスツルメンツ製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、テキサス・インスツルメンツはその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。テキサス・インスツルメンツや第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、テキサス・インスツルメンツおよびその代理人を完全に補償するものとし、テキサス・インスツルメンツは一切の責任を拒否します。

テキサス・インスツルメンツの製品は、[テキサス・インスツルメンツの販売条件](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかる テキサス・インスツルメンツ製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用されるテキサス・インスツルメンツの保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、テキサス・インスツルメンツはそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated

PACKAGING INFORMATION

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package Pins	Package qty Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
LM2678S-12/NOPB	Active	Production	DDPAK/TO-263 (KTW) 7	45 TUBE	ROHS Exempt	SN	Level-3-245C-168 HR	-40 to 125	LM2678 S-12
LM2678S-12/NOPB.B	Active	Production	DDPAK/TO-263 (KTW) 7	45 TUBE	ROHS Exempt	SN	Level-3-245C-168 HR	-40 to 125	LM2678 S-12
LM2678S-3.3/NOPB	Active	Production	DDPAK/TO-263 (KTW) 7	45 TUBE	ROHS Exempt	SN	Level-3-245C-168 HR	-40 to 125	LM2678 S-3.3
LM2678S-3.3/NOPB.B	Active	Production	DDPAK/TO-263 (KTW) 7	45 TUBE	ROHS Exempt	SN	Level-3-245C-168 HR	-40 to 125	LM2678 S-3.3
LM2678S-5.0/NOPB	Active	Production	DDPAK/TO-263 (KTW) 7	45 TUBE	ROHS Exempt	SN	Level-3-245C-168 HR	-40 to 125	LM2678 S-5.0
LM2678S-5.0/NOPB.B	Active	Production	DDPAK/TO-263 (KTW) 7	45 TUBE	ROHS Exempt	SN	Level-3-245C-168 HR	-40 to 125	LM2678 S-5.0
LM2678S-ADJ/NOPB	Active	Production	DDPAK/TO-263 (KTW) 7	45 TUBE	ROHS Exempt	SN	Level-3-245C-168 HR	-40 to 125	LM2678 S-ADJ
LM2678S-ADJ/NOPB.B	Active	Production	DDPAK/TO-263 (KTW) 7	45 TUBE	ROHS Exempt	SN	Level-3-245C-168 HR	-40 to 125	LM2678 S-ADJ
LM2678SD-12/NOPB	Active	Production	VSON (NHM) 14	250 SMALL T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	S0003BB
LM2678SD-12/NOPB.B	Active	Production	VSON (NHM) 14	250 SMALL T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	S0003BB
LM2678SD-3.3/NOPB	Active	Production	VSON (NHM) 14	250 SMALL T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	S0003CB
LM2678SD-3.3/NOPB.B	Active	Production	VSON (NHM) 14	250 SMALL T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	S0003CB
LM2678SD-5.0/NOPB	Active	Production	VSON (NHM) 14	250 SMALL T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	S0003DB
LM2678SD-5.0/NOPB.B	Active	Production	VSON (NHM) 14	250 SMALL T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	S0003DB
LM2678SD-ADJ/NOPB	Active	Production	VSON (NHM) 14	250 SMALL T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	S0003EB
LM2678SD-ADJ/NOPB.B	Active	Production	VSON (NHM) 14	250 SMALL T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	S0003EB
LM2678SDX-3.3/NOPB	Active	Production	VSON (NHM) 14	2500 LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	S0003CB
LM2678SDX-3.3/NOPB.B	Active	Production	VSON (NHM) 14	2500 LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	S0003CB
LM2678SDX-5.0/NOPB	Active	Production	VSON (NHM) 14	2500 LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	S0003DB
LM2678SDX-5.0/NOPB.B	Active	Production	VSON (NHM) 14	2500 LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	S0003DB
LM2678SDX-ADJ/NOPB	Active	Production	VSON (NHM) 14	2500 LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	S0003EB
LM2678SDX-ADJ/NOPB.B	Active	Production	VSON (NHM) 14	2500 LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	S0003EB

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package Pins	Package qty Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
LM2678SX-12/NOPB	Active	Production	DDPAK/TO-263 (KTW) 7	500 LARGE T&R	ROHS Exempt	SN	Level-3-245C-168 HR	-40 to 125	LM2678 S-12
LM2678SX-12/NOPB.B	Active	Production	DDPAK/TO-263 (KTW) 7	500 LARGE T&R	ROHS Exempt	SN	Level-3-245C-168 HR	-40 to 125	LM2678 S-12
LM2678SX-3.3/NOPB	Active	Production	DDPAK/TO-263 (KTW) 7	500 LARGE T&R	ROHS Exempt	SN	Level-3-245C-168 HR	-40 to 125	LM2678 S-3.3
LM2678SX-3.3/NOPB.B	Active	Production	DDPAK/TO-263 (KTW) 7	500 LARGE T&R	ROHS Exempt	SN	Level-3-245C-168 HR	-40 to 125	LM2678 S-3.3
LM2678SX-5.0/NOPB	Active	Production	DDPAK/TO-263 (KTW) 7	500 LARGE T&R	ROHS Exempt	SN	Level-3-245C-168 HR	-40 to 125	LM2678 S-5.0
LM2678SX-5.0/NOPB.B	Active	Production	DDPAK/TO-263 (KTW) 7	500 LARGE T&R	ROHS Exempt	SN	Level-3-245C-168 HR	-40 to 125	LM2678 S-5.0
LM2678SX-ADJ/NOPB	Active	Production	DDPAK/TO-263 (KTW) 7	500 LARGE T&R	ROHS Exempt	SN	Level-3-245C-168 HR	-40 to 125	LM2678 S-ADJ
LM2678SX-ADJ/NOPB.B	Active	Production	DDPAK/TO-263 (KTW) 7	500 LARGE T&R	ROHS Exempt	SN	Level-3-245C-168 HR	-40 to 125	LM2678 S-ADJ
LM2678T-12/NOPB	Active	Production	TO-220 (NDZ) 7	45 TUBE	Yes	SN	Level-1-NA-UNLIM	-40 to 125	LM2678 T-12
LM2678T-12/NOPB.B	Active	Production	TO-220 (NDZ) 7	45 TUBE	Yes	SN	Level-1-NA-UNLIM	-40 to 125	LM2678 T-12
LM2678T-3.3/NOPB	Active	Production	TO-220 (NDZ) 7	45 TUBE	Yes	SN	Level-1-NA-UNLIM	-40 to 125	LM2678 T-3.3
LM2678T-3.3/NOPB.B	Active	Production	TO-220 (NDZ) 7	45 TUBE	Yes	SN	Level-1-NA-UNLIM	-40 to 125	LM2678 T-3.3
LM2678T-5.0/NOPB	Active	Production	TO-220 (NDZ) 7	45 TUBE	Yes	SN	Level-1-NA-UNLIM	-40 to 125	LM2678 T-5.0
LM2678T-5.0/NOPB.B	Active	Production	TO-220 (NDZ) 7	45 TUBE	Yes	SN	Level-1-NA-UNLIM	-40 to 125	LM2678 T-5.0
LM2678T-ADJ/NOPB	Active	Production	TO-220 (NDZ) 7	45 TUBE	Yes	SN	Level-1-NA-UNLIM	-40 to 125	LM2678 T-ADJ
LM2678T-ADJ/NOPB.B	Active	Production	TO-220 (NDZ) 7	45 TUBE	Yes	SN	Level-1-NA-UNLIM	-40 to 125	LM2678 T-ADJ

⁽¹⁾ **Status:** For more details on status, see our [product life cycle](#).

⁽²⁾ **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without limitation quality assurance, reliability performance testing, and/or process qualification, may not yet be complete, and this item is subject to further changes or possible discontinuation. If available for ordering, purchases will be subject to an additional waiver at checkout, and are intended for early internal evaluation purposes only. These items are sold without warranties of any kind.

⁽³⁾ **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the [TI RoHS Statement](#) for additional information and value definition.

⁽⁴⁾ **Lead finish/Ball material:** Parts may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.

⁽⁵⁾ **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will be used to mount the part to the printed circuit board.

⁽⁶⁾ **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

Important Information and Disclaimer: The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

TAPE AND REEL INFORMATION



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
LM2678SD-12/NOPB	VSON	NHM	14	250	178.0	16.4	5.3	6.3	1.5	12.0	16.0	Q1
LM2678SD-3.3/NOPB	VSON	NHM	14	250	178.0	16.4	5.3	6.3	1.5	12.0	16.0	Q1
LM2678SD-5.0/NOPB	VSON	NHM	14	250	178.0	16.4	5.3	6.3	1.5	12.0	16.0	Q1
LM2678SD-ADJ/NOPB	VSON	NHM	14	250	178.0	16.4	5.3	6.3	1.5	12.0	16.0	Q1
LM2678SDX-3.3/NOPB	VSON	NHM	14	2500	330.0	16.4	5.3	6.3	1.5	12.0	16.0	Q1
LM2678SDX-5.0/NOPB	VSON	NHM	14	2500	330.0	16.4	5.3	6.3	1.5	12.0	16.0	Q1
LM2678SDX-ADJ/NOPB	VSON	NHM	14	2500	330.0	16.4	5.3	6.3	1.5	12.0	16.0	Q1
LM2678SX-12/NOPB	DDPAK/TO-263	KTW	7	500	330.0	24.4	10.75	14.85	5.0	16.0	24.0	Q2
LM2678SX-3.3/NOPB	DDPAK/TO-263	KTW	7	500	330.0	24.4	10.75	14.85	5.0	16.0	24.0	Q2
LM2678SX-5.0/NOPB	DDPAK/TO-263	KTW	7	500	330.0	24.4	10.75	14.85	5.0	16.0	24.0	Q2
LM2678SX-ADJ/NOPB	DDPAK/TO-263	KTW	7	500	330.0	24.4	10.75	14.85	5.0	16.0	24.0	Q2

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
LM2678SD-12/NOPB	VSON	NHM	14	250	210.0	185.0	35.0
LM2678SD-3.3/NOPB	VSON	NHM	14	250	208.0	191.0	35.0
LM2678SD-5.0/NOPB	VSON	NHM	14	250	208.0	191.0	35.0
LM2678SD-ADJ/NOPB	VSON	NHM	14	250	208.0	191.0	35.0
LM2678SDX-3.3/NOPB	VSON	NHM	14	2500	367.0	367.0	35.0
LM2678SDX-5.0/NOPB	VSON	NHM	14	2500	367.0	367.0	35.0
LM2678SDX-ADJ/NOPB	VSON	NHM	14	2500	367.0	367.0	35.0
LM2678SX-12/NOPB	DDPAK/TO-263	KTW	7	500	356.0	356.0	45.0
LM2678SX-3.3/NOPB	DDPAK/TO-263	KTW	7	500	356.0	356.0	45.0
LM2678SX-5.0/NOPB	DDPAK/TO-263	KTW	7	500	356.0	356.0	45.0
LM2678SX-ADJ/NOPB	DDPAK/TO-263	KTW	7	500	356.0	356.0	45.0

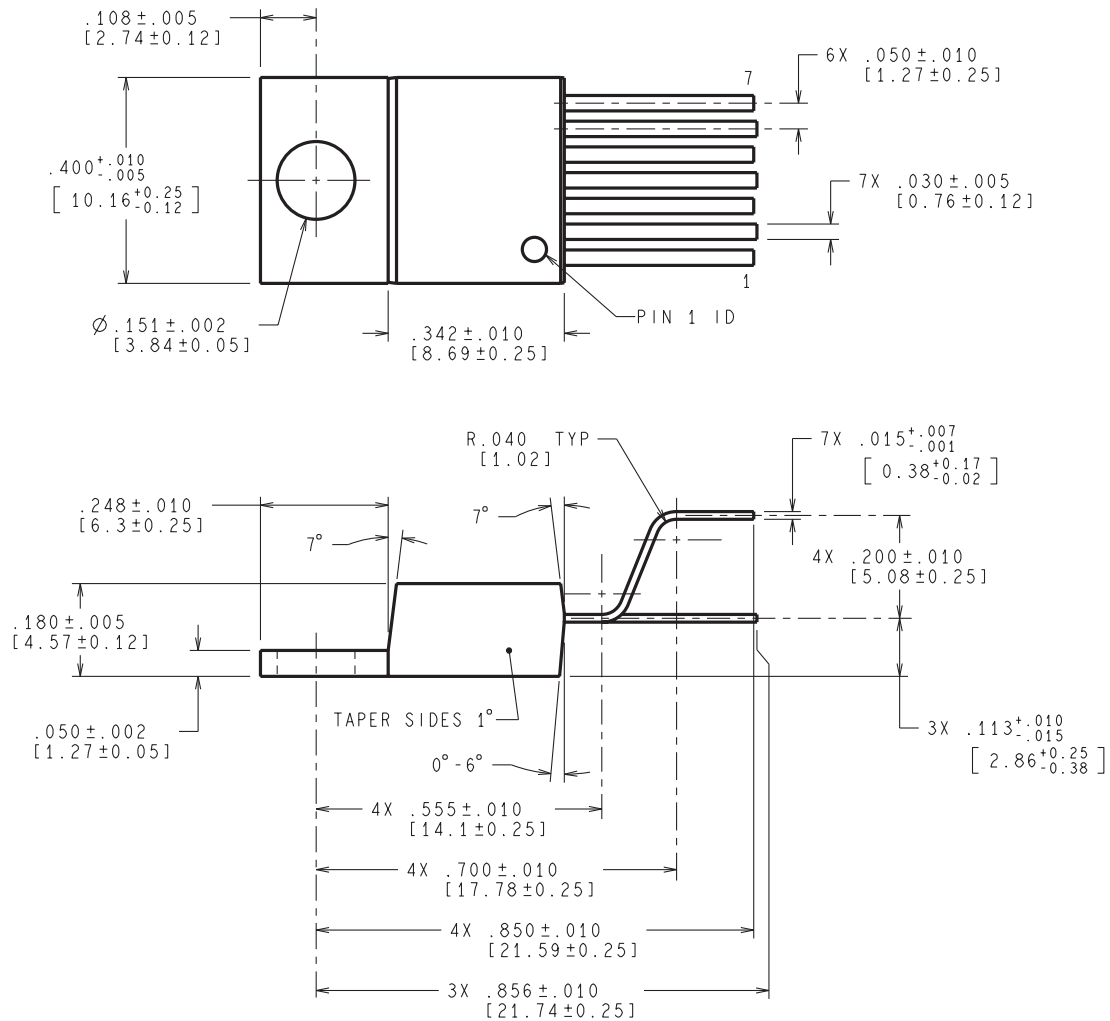
TUBE



*All dimensions are nominal

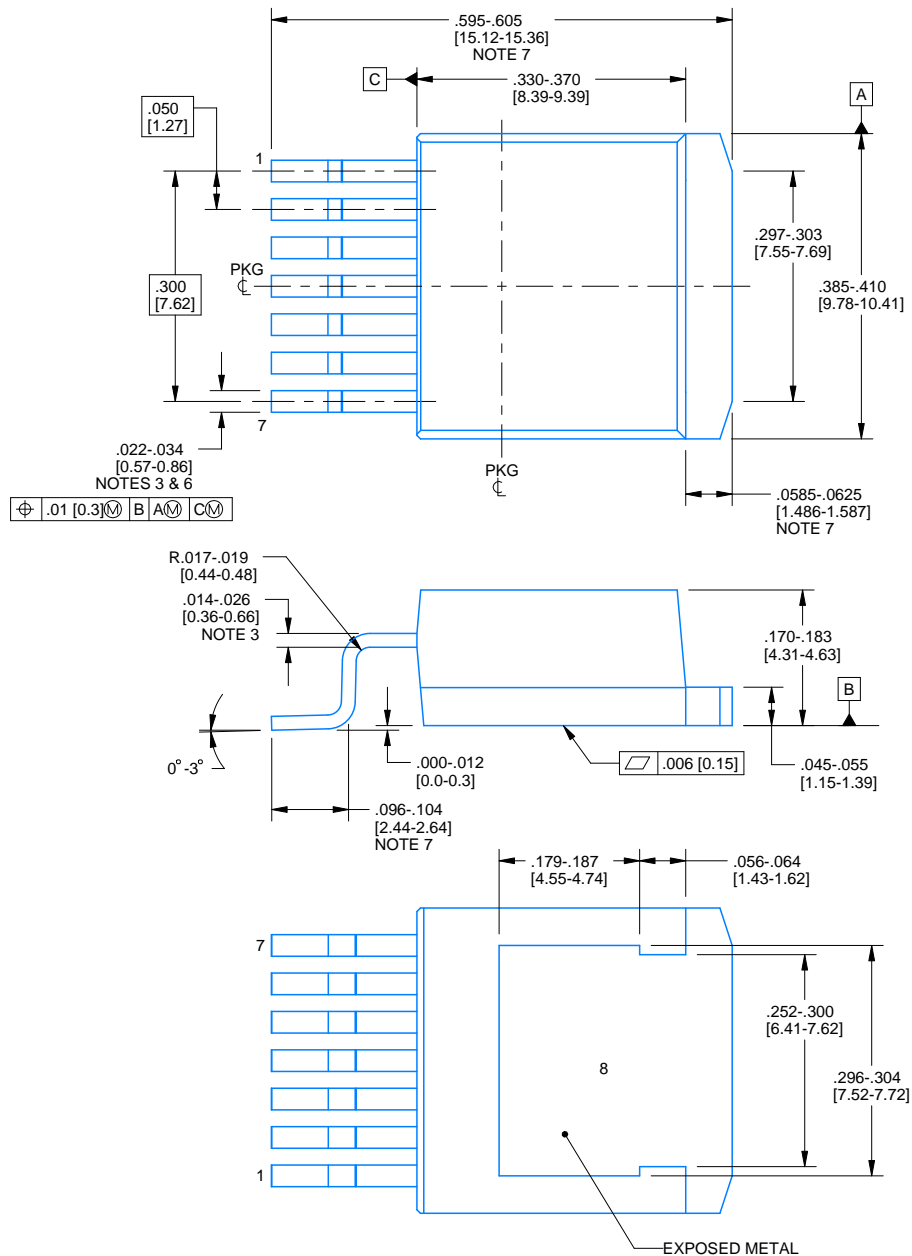
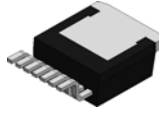
Device	Package Name	Package Type	Pins	SPQ	L (mm)	W (mm)	T (μm)	B (mm)
LM2678S-12/NOPB	KTW	TO-263	7	45	502	25	8204.2	9.19
LM2678S-12/NOPB.B	KTW	TO-263	7	45	502	25	8204.2	9.19
LM2678S-3.3/NOPB	KTW	TO-263	7	45	502	25	8204.2	9.19
LM2678S-3.3/NOPB.B	KTW	TO-263	7	45	502	25	8204.2	9.19
LM2678S-5.0/NOPB	KTW	TO-263	7	45	502	25	8204.2	9.19
LM2678S-5.0/NOPB.B	KTW	TO-263	7	45	502	25	8204.2	9.19
LM2678S-ADJ/NOPB	KTW	TO-263	7	45	502	25	8204.2	9.19
LM2678S-ADJ/NOPB.B	KTW	TO-263	7	45	502	25	8204.2	9.19
LM2678T-12/NOPB	NDZ	TO-220	7	45	502	30	30048.2	10.74
LM2678T-12/NOPB.B	NDZ	TO-220	7	45	502	30	30048.2	10.74
LM2678T-3.3/NOPB	NDZ	TO-220	7	45	502	30	30048.2	10.74
LM2678T-3.3/NOPB.B	NDZ	TO-220	7	45	502	30	30048.2	10.74
LM2678T-5.0/NOPB	NDZ	TO-220	7	45	502	30	30048.2	10.74
LM2678T-5.0/NOPB.B	NDZ	TO-220	7	45	502	30	30048.2	10.74
LM2678T-ADJ/NOPB	NDZ	TO-220	7	45	502	30	30048.2	10.74
LM2678T-ADJ/NOPB.B	NDZ	TO-220	7	45	502	30	30048.2	10.74

NDZ0007B



CONTROLLING DIMENSIONS IS INCH
VALUES IN [] ARE MILLIMETERS

TA07B (Rev E)



4232469/A 11/2025

NOTES:

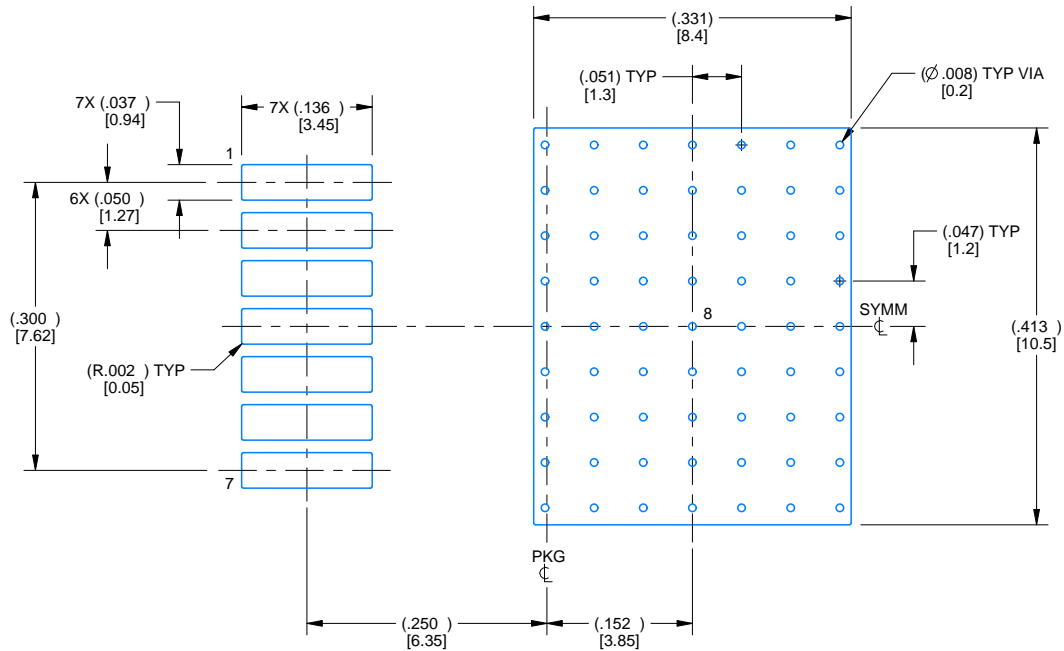
1. All linear dimensions are in inches [millimeters]. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. Lead width and height dimensions apply to the plated lead.
4. Leads are not allowed above the Datum B.
5. Stand-off height is measured from lead tip with reference to Datum B.
6. Lead width dimension does not include dambar protrusion. Allowable dambar protrusion shall not cause the lead width to exceed the maximum dimension by more than 0.003".
7. Falls within JEDEC MO-169 with the exception of the dimensions indicated.

EXAMPLE BOARD LAYOUT

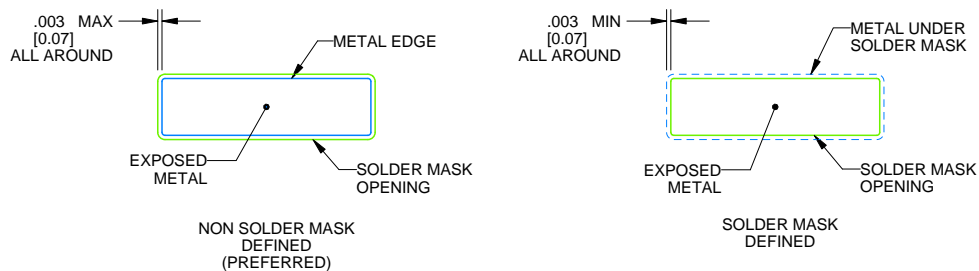
KTW0007A

TO-263 - 5 mm max height

TRANSISTOR OUTLINE



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE: 5X



SOLDER MASK DETAILS

4232469/A 11/2025

NOTES: (continued)

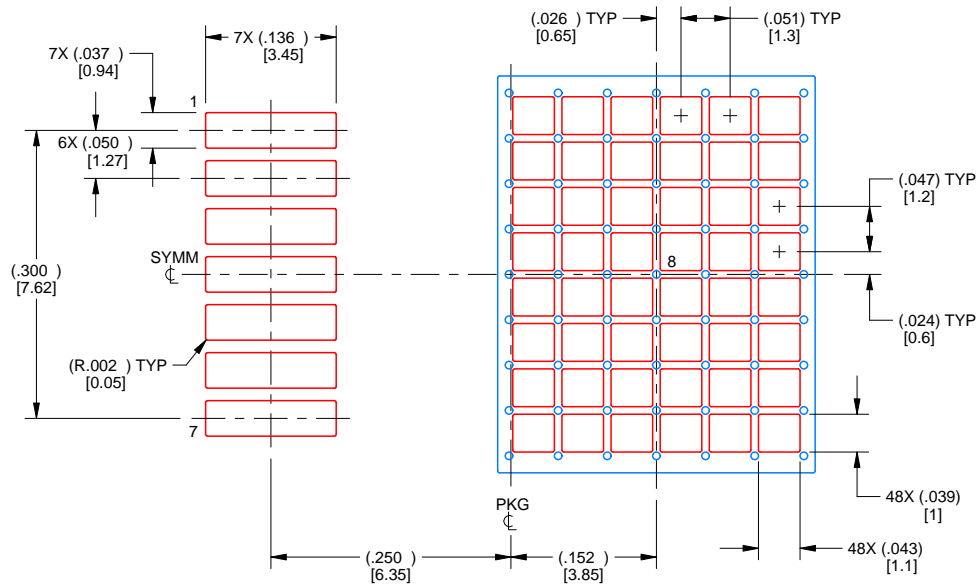
8. This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature numbers SLMA002(www.ti.com/lit/slm002) and SLMA004 (www.ti.com/lit/slma004).
9. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.

EXAMPLE STENCIL DESIGN

KTW0007A

TO-263 - 5 mm max height

TRANSISTOR OUTLINE



SOLDER PASTE EXAMPLE
 BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL
 SCALE: 5X
 PRINTED SOLDER COVERAGE BY AREA UNDER PACKAGE
 PAD 8: 60%

4232469/A 11/2025

NOTES: (continued)

10. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.
11. Board assembly site may have different recommendations for stencil design.



重要なお知らせと免責事項

TI は、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとし、TI は一切の責任を拒否します。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI はその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。TI や第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、[TI の販売条件](#)、[TI の総合的な品質ガイドライン](#)、[ti.com](#) または TI 製品などに関連して提供される他の適用条件に従い提供されます。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI の保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。TI がカスタム、またはカスタマー仕様として明示的に指定していない限り、TI の製品は標準的なカタログに掲載される汎用機器です。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案する場合も、TI はそれらに異議を唱え、拒否します。

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月