

# LM2825

*Application Note 1038 LM2825 Application Information Guide*



Literature Number: JAJA270

# LM2825 アプリケーション 情報ガイド

National Semiconductor  
Application Note 1038  
Luc Van de Perre  
1999 年 11 月



## はじめに

LM2825 は、24 ピン・モールド型 DIP IC パッケージに封止され、必要な機能をすべて備えた 1A DC/DC 降圧型コンバータです。

パッケージには、高効率降圧型（バック）スイッチング・レギュレータに必要なすべての能動および受動部品が含まれています。固定出力電圧の 3.3V、5V、12V と可変出力電圧のバージョンがあり、最大 1A の負荷電流の供給が電気的特性として完全に保証されています。

このアプリケーション・ノートは、LM2825 の能力を最大限に引き出すために必要な情報とアプリケーション例の提供を目的としています。

項目は、次のとおりです。

- ・ 各ピンの機能
- ・ 入力コンデンサの選択
- ・ 出力電圧リップル成分とトランジェント
- ・ シャットダウン / ソフトスタート機能の使用を含む、スタートアップに関する考慮事項
- ・ アプリケーション回路
- ・ 熱に関する考慮事項とボード・レイアウト

## 各ピンの機能 (Figure 1 参照)

入力 (ピン 16 ~ 21) LM2825 の正電源入力です。メインのバイパス・コンデンサが LM2825 から 6 インチ以上離れている場合、適切なバイパス・コンデンサをこのピンに接続して過渡電圧を最小限に抑え、LM2825 が必要とするスイッチング電流を供給するようにしなければなりません。詳細は「入力コンデンサの選択」を参照してください。

グラウンド (ピン 1、2、11、12、23) 回路のグラウンドです。詳細は「熱に関する考慮事項とボード・レイアウト」を参照してください。

出力 (ピン 4 ~ 8) LM2825 からの調節された正電源出力です。詳細は「出力電圧リップル成分とトランジェント」と「熱に関する考慮事項とボード・レイアウト」を参照してください。

シャットダウン / ソフトスタート (ピン 13、14) このピンは次の 2 つの機能を提供します。(a) ロジック・レベルの信号を使って、スイッチング・レギュレータ回路をシャットダウンし、全入力消費電流を約 65  $\mu$ A に下げる。(b) このピンにコンデンサを接続して、起動電流を最小に抑え、出力電圧の上昇を抑制するソフトスタート機能を実現する。詳細は「シャットダウン / ソフトスタート機能の使用を含む、スタートアップに関する考慮事項」を参照してください。

NC (未使用) (ピン 3、9、10、15、22、24) これらのピンには、電氣的に何も接続しません。どんな信号も接続してはなりません。これらを PCB に接続するのは、熱抵抗を減少させるためです。詳細は「熱に関する考慮事項とボード・レイアウト」を参照してください。

特記事項：シャットダウン / ソフトスタート機能を使用しない場合、この機能のピンには何も接続しないでください。内部のプルアップ電流によって LM2825 が確実にオンします。

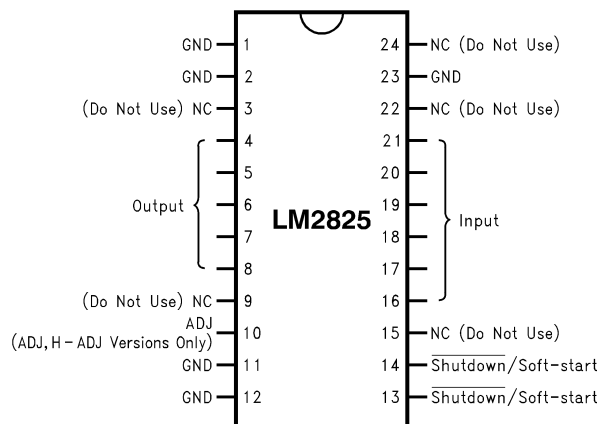


FIGURE 1. Connection Diagram

## 入力コンデンサの選択

LM2825 をメイン・フィルタまたはバイパス・コンデンサから 6 インチ以上離して配置する場合は、入力ピンとグラウンド・ピンの間に、低 ESR (等価直列抵抗) のアルミまたはタンタルの入力コンデンサが必要になります。この入力コンデンサは、入力に生じる大きな過渡電圧を抑制し、スイッチのターンオン時の瞬時的な電流を供給します。

入力コンデンサの重要なパラメータは、定格電圧と許容リップル電流です。降圧型レギュレータでは、入力コンデンサに比較的大きなリップル電流が流れます。そのため、このコンデンサは、容量や定格電圧と同様に、許容リップル電流に注意して選ばなければなりません。また、容量と定格電圧は、許容リップル電流に直接影響します。

コンデンサの許容リップル電流は、コンデンサの定格電力と見なすこともできます。リップル電流はコンデンサの内部 ESR に流れ、電力消費が発生し、コンデンサの内部温度を上昇させます。コンデンサの許容リップル電流は、周囲温度が 105 °C のときに、周囲温度が約 10 °C 上昇する電流の量として定義されます。この熱を周囲の空気に放散する能力により、コンデンサを安全に使用できる電流の量が決まります。物理的に大きく、表面積も大きなコンデンサは、通常、大きな許容リップル電流を持ちます。同じ容量の場合、定格電圧の高い電解コンデンサは、定格電圧の低いコンデンサより物理的に大きく、したがって、より多くの熱を周囲の空気へ放散できるため、さらに高い許容リップル電流を持てます。

電解コンデンサを許容リップル電流を超えて動作させると、動作寿命が短くなります。高温ではコンデンサの電解質の蒸発が加速され、不良の原因となります。

## 入力コンデンサの選択 (つづき)

入力コンデンサを選択する場合は、コンデンサ・メーカーのデータシートで、最大許容 RMS リップル電流を確認する必要があります。最大周囲温度が 40 の場合、一般のガイドラインでは許容リップル電流が DC 負荷電流の約 50% であるコンデンサを選択します。周囲温度が 70 までは許容リップル電流が DC 負荷電流の 75% のコンデンサを、余裕を見込んで選択します。許容リップル電流についてさらに正確な数字が必要な場合は、次の公式を使用してください。

$$I_{CAP\_RMS} = \sqrt{D \cdot (I_{OUT}^2 - D \cdot I_{OUT}^2 + \frac{\Delta I_{LOAD}^2}{12})}$$

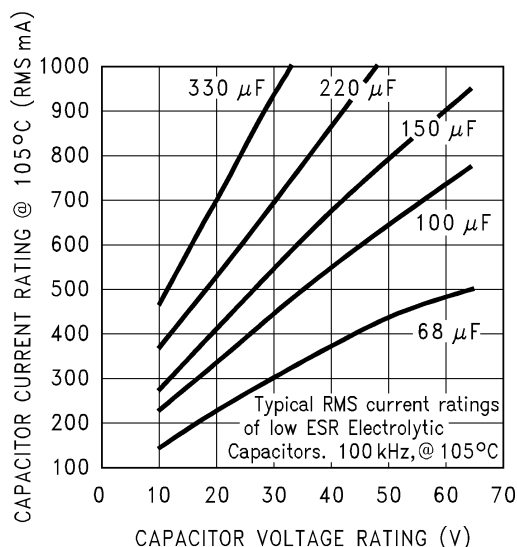
$$\Delta I_{LOAD} = \frac{(V_{IN} - V_{SAT}) D}{10.2}$$

$$D = \frac{(V_{OUT} - V_D)}{(V_{IN} - V_{SAT}) + (V_{OUT} + V_D)}$$

$$V_D = 0.5V \quad V_{SAT} = 1V$$

コンデンサの定格電圧は、最大入力電圧の少なくとも 1.25 倍は必要です。リップル電流の必要条件を満たすため、それ以上の定格電圧のコンデンサが必要になる場合もあります。

Figure 2 のグラフに、電解コンデンサの容量、定格電圧、許容リップル電流の相互関係を示します。これらの曲線は、スイッチング・レギュレータ用に設計された高信頼性の電解コンデンサである、ニチコンの低 ESR シリーズから得たものです。他のコンデンサ・メーカーも似たタイプのコンデンサを提供しています。



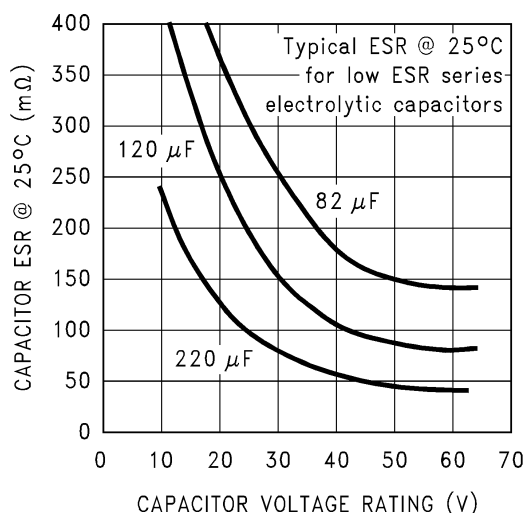
**FIGURE 2. RMS Current Ratings for Low ESR Electrolytic Capacitors (typical)**

標準の電解コンデンサの場合、低 ESR の電解コンデンサに比べて一般に ESR 値が非常に高く、許容リップル電流は低く、動作寿命は一般に短くなります。

表面実装型固体タンタル電解コンデンサは、サイズが小さく、性能が優れているので、入力バイパス用によく使われますが、注意点がいくつかあります。固体タンタル電解コンデンサの中には、突入電流が定格を超えると短絡してしまうものが、少ない比率ですが存在します。入力の  $dV/dt$  の大きなアプリケーションでは、低 ESR のタンタル電解コンデンサに過大な充電電流が流れることがあります。この大きな充電電流によって、コンデンサ内部が短絡する可能性があります。一部のコンデンサ・メーカーでは、全数、

サージ電流テストを実施して、問題が発生するのを最小限に抑えています。スタートアップ時などに大きな突入電流が予想される場合は、タンタル電解コンデンサの前に抵抗かインダクタを挿入して電流を制限するか、定格電圧の高いコンデンサを選ぶ必要があります。アルミ電解コンデンサの場合と同様に、許容 RMS リップル電流は負荷電流に見合った大きさにしなければなりません。

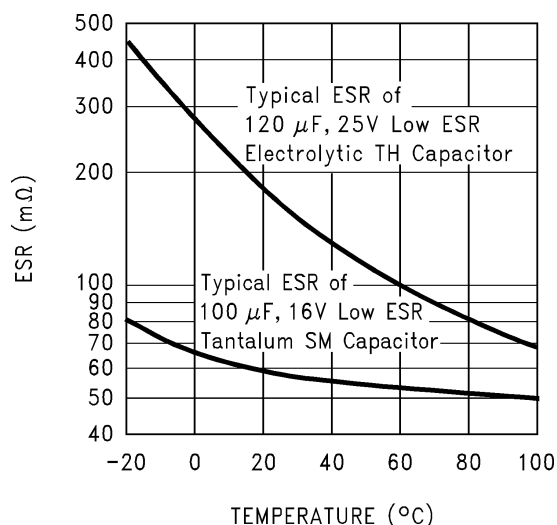
アルミ電解コンデンサの ESR の値は、容量と定格電圧に関係します。ほとんどの場合、高耐圧の電解コンデンサの ESR の値は低くなります (Figure 3 参照)。ESR の値を低くし、許容リップル電流を大きくするには、高耐圧のコンデンサが必要になります。



**FIGURE 3. Capacitor ESR vs Capacitor Voltage Rating (Typical Low ESR Electrolytic Capacitor)**

- 25 以下の温度では、電解コンデンサは推奨できません。低温では ESR が急激に増加し、- 25 では 3 倍に、- 40 では 10 倍にもなります (Figure 4 参照)。幸い、アプリケーション回路の中ではコンデンサを流れる電流によってコンデンサの温度が上がるため、ESR が幾分減少します。

固体タンタル電解コンデンサは低温での ESR が非常に良く、- 25 以下で使用する場合推奨します。



**FIGURE 4. Capacitor ESR Changes vs Temperature**

## 入力コンデンサの選択 (つづき)

スレーホールド設計には、電解コンデンサ (パナソニックの HFQ シリーズ、ニチコンの PL シリーズ、または同等品) が適しています。他のタイプのコンデンサでも、他のメーカーのコンデンサでも、許容リップル電流が適切であれば使用できます。

表面実装設計では、固体タンタル電解コンデンサを使用できますが、コンデンサの定格サージ電流について注意が必要です。AVX 社の TPS シリーズ、Sprague 社の 593D シリーズは、両方ともサージ電流のテストが行われています。

入力のバイパスにセラミック・コンデンサを使用する場合は、 $V_{IN}$  ピンで激しいリンギングが発生する原因となるので注意してください。

## 出力電圧リップル成分とトランジェント

連続モードで動作しているスイッチング電源の出力電圧にはスイッチング周波数ののこぎり波リップル電圧が含まれており、のこぎり波のピークには短い電圧スパイクを含んでいます。LM2825 スイッチング電源は、負荷電流が 0.25A 以上のときは連続モードで動作します。

一般の出力リップル電圧は、出力電圧の約 0.5 ~ 3% の範囲にあります。出力リップル電圧を非常に小さく (15mV 以下) しなければならない場合は、外付けのリップル・フィルタを推奨します (Figure 5、6 参照)。良好なロード・レギュレーションを維持するには、インダクタンスは通常、2 $\mu$ H から 3 $\mu$ H の間で、DC 抵抗の低いものが必要です。

47 $\mu$ F のコンデンサは、出力インピーダンスを低くし、過渡応答を向上させるために使用します。負荷がこのような特性を要求しない場合は、コンデンサの容量を小さくできます。

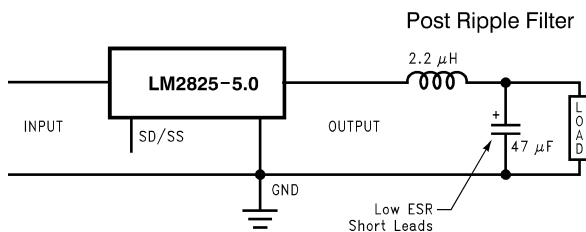


FIGURE 5. Post Ripple Filter

外付けのリップル・フィルタがある場合とない場合の出力リップル電圧を Figure 6 の写真に示します。

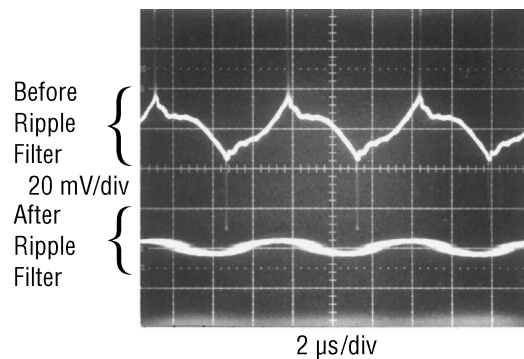


FIGURE 6. Post Ripple Filter Waveform

電圧スパイクは、スイッチの高速動作、ダイオード、出力フィルタ・コンデンサの寄生インダクタンスにより生じます。これらの部品は、いずれも LM2825 に内蔵されているものです。このトランジェントの測定に使用されたオシロスコプのプローブのインダクタンスのほかに、配線のインダクタンスや浮遊容量もこのスパイクの振幅に影響を与えます。

オシロスコプで出力リップルを観察するときは、プローブのグラウンド結線を短くして、インダクタンスを小さくすることが重要です (「熱に関する考慮事項とボード・レイアウト」も参照)。オシロスコプのプローブ・メーカーの多くは、レギュレータ基板の上のできるだけ出力コンデンサの位置にハンダ付けする特殊なプローブ・ターミネータを用意しています。これを使用するとオシロスコプのグラウンドが非常に短くなり、プローブが通常持っている 3 インチのグラウンド・リードに付随する問題が取り除かれ、非常に明瞭で正確なリップル電圧波形が得られます。

レギュレータが連続モードで動作しているとき、インダクタ電流の波形は、のこぎり波となります (入出力電圧の比、デューティ・サイクルによっては三角波)。ある一定の入力電圧と出力電圧では、インダクタ電流の波形のピーク・ツー・ピーク振幅は一定です。負荷電流が増加または減少すると、のこぎり波の波形全体が上下します。この電流波形の平均値 (つまり中線) が DC 負荷電流に等しくなります。

負荷電流が小さくなると、のこぎり波電流波形の最下点がゼロに達し、スイッチャの動作は連続モードから不連続モードへスムーズに移行します。LM2825 は、負荷が軽いときは不連続動作になります。この動作モードにも、LM2825 は完全に対応しています。

## シャットダウン/ソフトスタート機能の使用を含む、スタートアップに関する考慮事項

### 通常のスタートアップ

通常の動作条件では、LM2825 はスタートアップ時に大きな入力電流を必要とする場合があります。Figure 7 は、負荷電流がわずか 250mA であるのに対して、入力電流のピークがほぼ 2A に達している様子を示しています。出力電圧は約 400μs 後に定格に達しています。多くの場合、入力ピーク電流と出力電圧のトランジェントは非常に大きいのですが、LM2825 は何ら問題なく立ち上がります。

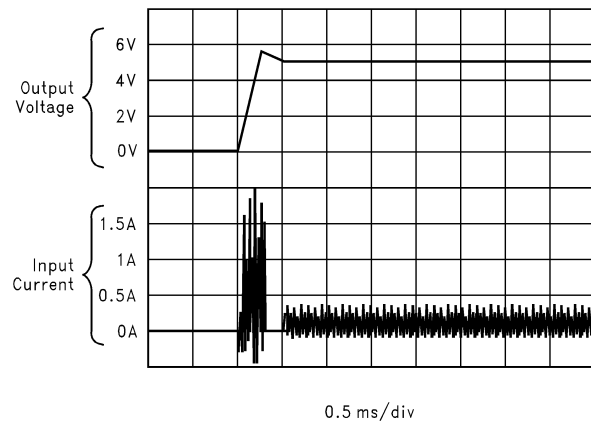


FIGURE 7. Output Voltage and Input Current during Start-Up

しかし、一部の電源ユニットはこのように大きなスタートアップ電流（ラッシュ電流）を供給できません。そのような場合、LM2825 がスタートアップしにくくなることがあります。

### スタートアップしにくくなる条件

LM2825 の入力に印加される電圧が大きな  $dV/dt$  を持ち、しかも次の条件で使用されると、LM2825 はスタートアップしにくくなります。

- ・ 高い入力電圧（> 20V）

および/または

- ・ 高温（ $T_J > 75^\circ\text{C}$ ）

このような条件下では入力に大きなスタートアップ電流が必要になるので、LM2825 は第 2 段の電流制限を受け（発振周波数が低下し、出力電圧も低下する）、この状態を脱け出せなくなります。立ち上がり電流は、次のように計算します。

$$dI = ((V_{IN} - V_{OUT})/L) * dt$$

例：

$$V_{IN} = 35V$$

$$V_{OUT} = 5V \quad (\text{目標値})$$

$$I_{OUT} = 1A$$

$$f_{OSC} = 150 \text{ kHz} \rightarrow dt = 6.67 \mu s$$

$$L = 68 \mu H$$

LM2825 がオンするときの出力電圧は 0V なので、デューティ・サイクルは最大になるようにします。初期電流ランプは次のようになります。

$$dI = ((35V - 0V)/68 \mu H) * 6.67 \mu s$$

$$dI = 3.43A$$

入力電圧が高くなると  $dI$  も大きくなります。LM2825 の電流制限値は 1.4A (typ) なので、LM2825 は電流制限を受けます。インダクタ電流と時間の関係を Figure 9 に示します。インダクタが飽和すると、LM2825 はさらに早く電流制限を受けます。インダクタの設計上の最大電流は 1.3A です。温度が上昇すると、Figure 9 に破線で示すようにインダクタの飽和が早まります。

オフ時間中は、次のようになります。

$$dI = ((0.5V + 0V)/68 \mu H) * \text{small } t_{off}$$

結果： $dI$  = 非常に小さい

インダクタは、蓄積されたエネルギーを放出できません。次の ON サイクルになると、電流は再び制限を受けるまで急速に上昇します。LM2825 は、リセットされるまでこの状態を脱け出せません。

### ソフトスタート・コンデンサを使った、スタートアップの改善

スタートアップは、ソフトスタート・コンデンサを使用すると改善できます。ソフトスタート・コンデンサ（ $C_{SS}$ ）が必要になる入力電圧と周囲温度の範囲を Figure 8 に示します。この曲線は最大定格出力負荷電流の代表特性で、ガイドラインとして使用できます。出力電流が減少すると、ソフトスタート・コンデンサを必要とする動作領域が減少します。温度が  $70^\circ\text{C}$  を超えると、一般にソフトスタート・コンデンサが必要になります。このコンデンサには、 $0.1 \mu F \sim 1 \mu F$  の容量を推奨します。コンデンサのタイプは、タンタルまたはセラミックが適します。

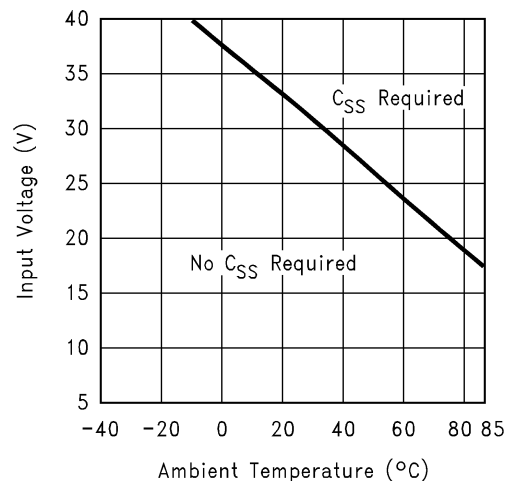


FIGURE 8. Usage of The Soft-Start Capacitor

シャットダウン/ソフトスタート機能の使用を含む、  
スタートアップに関する考慮事項 (つづき)

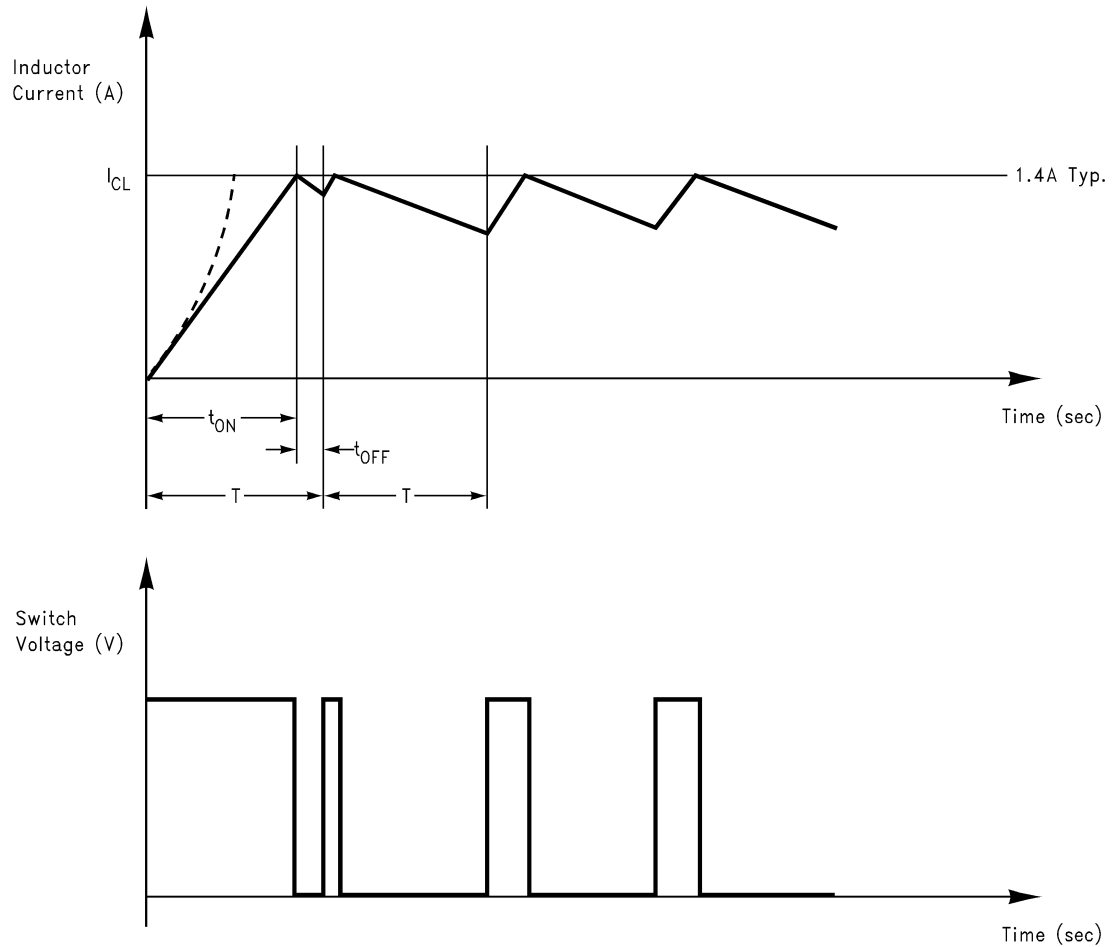


FIGURE 9. Inductor Current and Switch Voltage vs Time, during Current-Limited Start-Up

$\overline{\text{SD}}/\text{SS}$  ピンに接続したコンデンサにより、LM2825 にソフトスタート機能 (スロー・スタートアップ) が付加されます。DC 入力電圧が LM2825 に印加されるか、あるいはシャットダウン/ソフトスタートピンがロジック・レベルの HIGH になると、一定の電流 (約  $5\mu\text{A}$ ) がこのコンデンサに流れて充電が開始されます。コンデンサの電圧が上昇するにつれて、LM2825 は 4 種類の動作領域を遷移していきます (Figure 10 の下側の曲線を参照)。

## シャットダウン/ソフトスタート機能の使用を含む、 スタートアップに関する考慮事項 (つづき)

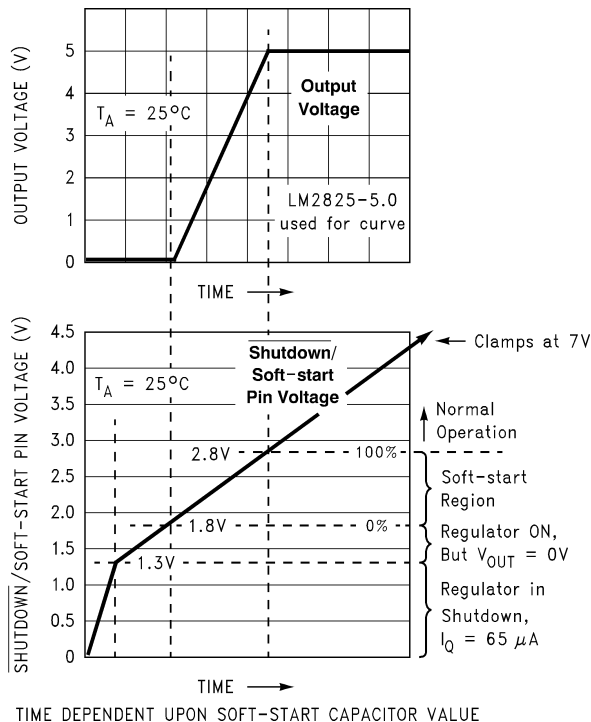


FIGURE 10. Soft-Start and Output Voltage Waveforms

1. レギュレータはシャットダウン状態。SD/SS ピンの電圧が 0V ~ 1.3V のとき、LM2825 はシャットダウン状態にあり、出力電圧は 0V、待機時消費電流は約 65  $\mu$ A になっています。
2. レギュレータは ON であるが、出力電圧は 0V。SD/SS ピンの電圧が約 1.3V ~ 1.8V のとき、内部レギュレータ回路は動作し、待機時消費電流は約 5mA に上昇しますが、出力電圧は 0V のままです。また、1.3V のスレッシュホルドを超えたため、ソフトスタート・コンデンサの充電電流は 5  $\mu$ A から約 1.6  $\mu$ A へと減少します。これにより、コンデンサの電圧ランプの傾きも緩やかになります。
3. ソフトスタート領域。SD/SS ピンの電圧が 1.8V ~ 2.8V のとき (@25 $^{\circ}$ C)、LM2825 はソフトスタート状態にあります。出力 (ピン 4 ~ 8) のデューティ・サイクルは、パルス幅の狭い非常に低い電圧から始まり、コンデンサ (SD/SS ピン) の電圧が 2.8V に向かって上昇するにつれて、徐々に幅広くなります。デューティ・サイクルが増加すると、出力電圧も制御された状態で上昇します。Figure 10 の上側の曲線を参照してください。必要な入力消費電流も、パルス幅が狭いときの低電流から始まり、制御された状態で上昇していきます。入力電源が過負荷になるほど大きなスタートアップ電流を必要とするスイッチャ回路では、この機能が非常に役立ちます。

Figure 10 の下側に示す曲線は、0 ~ 100% のソフトスタート領域を表しています。これはデューティ・サイクルのパーセンテージではなく、出力電圧のパーセンテージになっています。また、ソフトスタート電圧範囲は、負の温度ドリフト係数を持っています。

4. 通常動作。2.8V を超えると、LM2825 は通常のパルス幅変調スイッチング・レギュレータとして動作します。コンデンサは、内部クランプ電圧である約 7V に達するまで充電が続きます。

Figure 11 の回路は、シャットダウン / ソフトスタート機能を備えた LM2825 です。さまざまなロジック信号を使用して LM2825 をシャットダウンできると同時に、ソフトスタートも使用可能です。LM2825 がシャットダウンしているときの待機時消費電流は 65  $\mu$ A (typ) まで減少します。

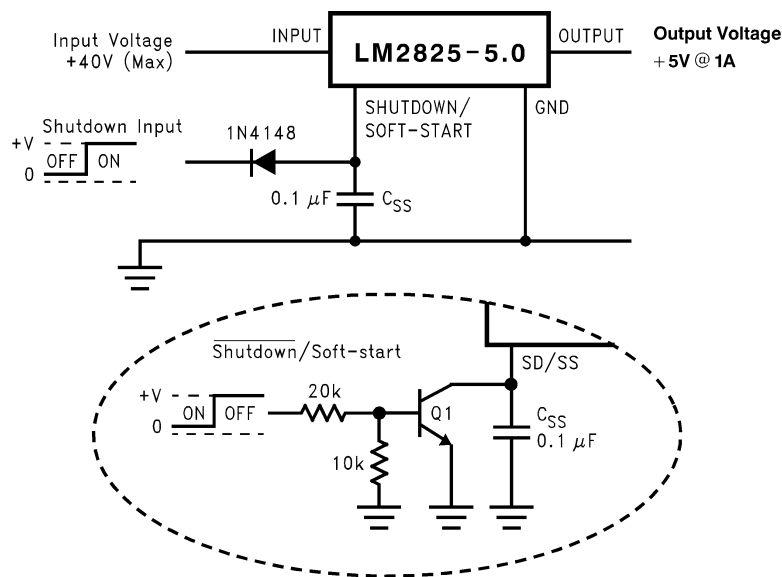


FIGURE 11. Typical Circuits Using Shutdown/Soft-Start Features

## シャットダウン/ソフトスタート機能の使用を含む、スタートアップに関する考慮事項 (つづき)

Figure 12、13 の特性図は、ソフトスタート・コンデンサがある場合とない場合について、ソフトスタートが出力電圧と入力電流に与える効果を表しています。2 つの図を比較すると、スタートアップ時に必要な入力電流が減少していることが明らかにわかります。ソフトスタート機能により、スタートアップ電流は約 2A から数百 mA まで減少し ( $V_{IN} = 10V$ 、 $V_{OUT} = 5V$ 、 $I_{load} = 250mA$ 、 $C_{SS} = 0.1\mu F$ )、出力電圧の立ち上がり時間が遅れ、立ち上がり勾配は緩やかになっています。

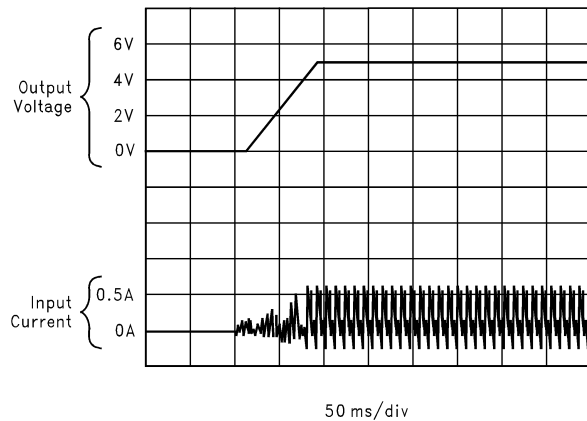


FIGURE 12. Output Voltage and Input Current at Start-Up, with Soft-Start

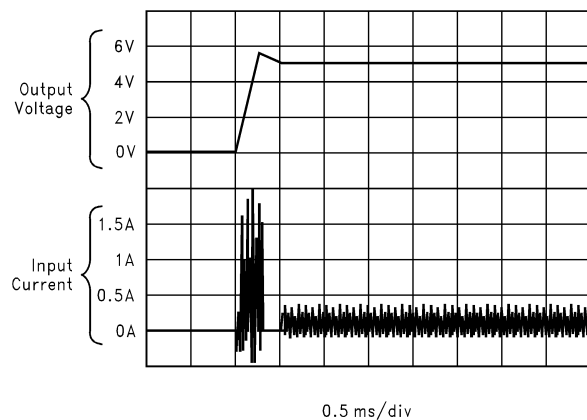


FIGURE 13. Output Voltage and Input Current at Start-Up, without Soft-Start

このスタートアップ電流が減少するのは、入力電源が供給できる電流の量に制限がある場合に役立ちます。

出力電圧ランプを非常に遅くしたい場合は、ソフトスタート・コンデンサの容量を増やします。数十秒でも、数分でも可能です。ソフトスタート時間は次式で求めます。

$$\Delta t = (C_{SS}) (2 \times 10^6) \text{ sec}$$

これは、入力電圧を供給してから出力電圧が定格に達するまでの時間です。

このピンを電圧源でドライブするときは、電流を約 1mA 以下に抑える必要があります。

## アンダーボルテージ・ロックアウト

アプリケーションによっては、入力電圧があらかじめ決められた値に達するまで LM2825 が OFF でなければならない場合があります。アンダーボルテージ・ロックアウトの例を、Figure 14 に示します。ツェナー・ダイオードで、LM2825 が動作を始めるスレッショルド電圧を決定します。入力電圧がツェナー電圧より低いときは、抵抗 R1 と R2 でシャットダウン/ソフトスタートピンをロジック・レベルの LOW に保ち、LM2825 をシャットダウン・モードに保持します。入力電圧がツェナー電圧を超えると、ツェナー・ダイオードが導通状態になり、シャットダウン/ソフトスタートピンがロジック・レベルの HIGH にプルアップされ、LM2825 がスイッチングを開始します。アンダーボルテージ・ロックアウト機能のスレッショルド電圧は、ツェナー電圧より約 1.5V 高くなります。

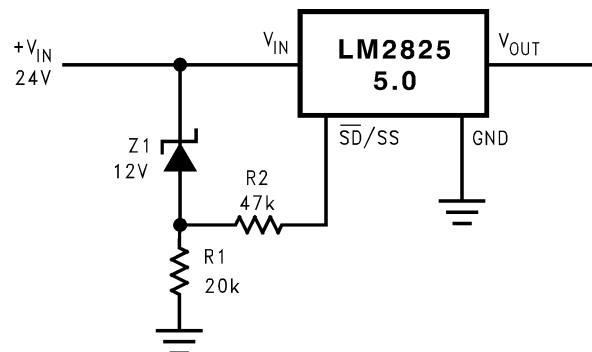


FIGURE 14. Undervoltage Lockout Circuit

この方法は安価で簡単ですが、同時に精度も低くなります。高精度のアンダーボルテージ・ロックアウト回路が必要な場合は、Figure 15 のようにできます。

与えられた入力電圧に対して、抵抗 R1 は次の式で計算します。

$$R1 = \frac{5.1 \left[ 1 - \left( \frac{1.225}{V_{IN}} - \frac{R_3}{R_3 + R_4 + R_5} \right) \right]}{\left( \frac{1.225}{V_{IN}} - \frac{R_3}{R_3 + R_4 + R_5} \right)}$$

この回路図と式は、ヒステリシス特性を持ったアンダーボルテージ・ロックアウト回路用です。ヒステリシス・バンドは約 10mV です。

この回路を実際の電源回路や電力回路に組み込んだ後、R1、R2、R3、R4、R5 の値を最適化します。



## アンダーボルテージ・ロックアウト (つづき)

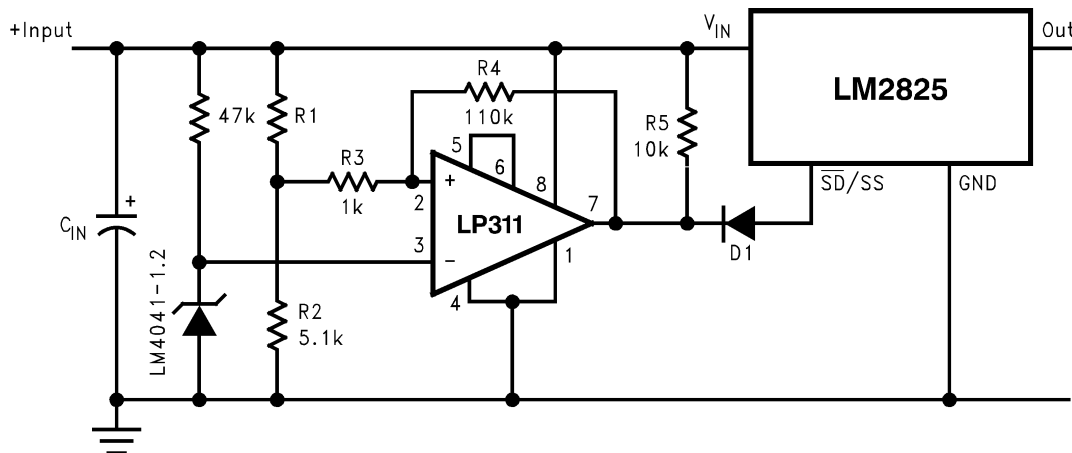


FIGURE 15. Precision Undervoltage Lockout Circuit

## 反転型レギュレータ

Figure 16 に示す回路は、共通グラウンドを持つ正入力電圧から負出力電圧への変換を行います。この回路は、LM2825 のグラウンド・ピンを負出力電圧にブートストラップしてから、出力ピンをグラウンドして動作します。レギュレータは反転された出力電圧を検出し、それを調節します。

この例では、LM2825-5.0 で -5V の出力を発生させていますが、可変電圧バージョンを含めて、他の出力電圧バージョンを使用すればその出力電圧にすることも可能です。

このレギュレータ構成では、入力電圧より高い出力電圧でも、低い出力電圧でも発生できます。最大出力電流は、入力電圧と出力電圧の両方に大幅に左右されます。Figure 17 の曲線は、さまざまな入出力電圧条件に対して、実現可能な出力負荷電流の参考値を示しています。

LM2825 に印加される最大電圧は、入力電圧と出力電圧の絶対値の和になります。この電圧は、40V に制限する必要があります。

たとえば +20V を -12V へ変換する場合、LM2825 の入力ピンと出力ピンの間には 32V が印加されます。LM2825 の最大入力電圧規格は 40V です。

反転型レギュレータ構成では、ダイオードを追加する必要があります。ダイオード D1 は、軽負荷または無負荷時に、入力電圧リップルまたはノイズが  $C_{IN}$  コンデンサを介して出力側へ結合するのを絶つ目的に使用します。また、このダイオードによる絶縁で構成が降圧型構成に近くなり、閉ループ安定度が向上します。入力電圧が低い場合はショットキ・ダイオードを推奨しますが (ダイオードによる電圧降下が小さいため)、入力電圧が高い場合はファスト・リカバリ・ダイオードでも使用できます。

ダイオード D2 が無い場合、入力電圧が初めて供給されたときに、短時間ではあるが、 $C_{IN}$  の充電電流により出力が正側に数 V 引き上げられる可能性があります。D2 を追加すると、出力がダイオード電圧以上、正になるのを防止できます。

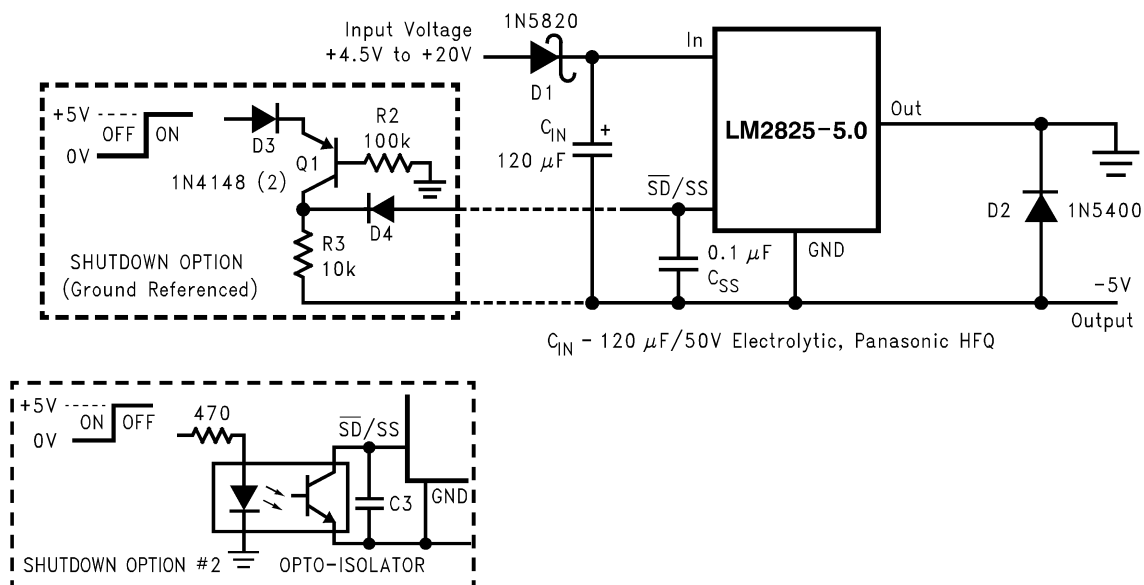


FIGURE 16. Inverting Regulator

## 反転型レギュレータ (つづき)

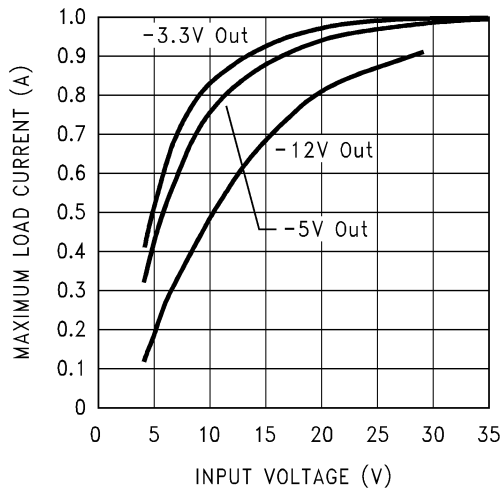


FIGURE 17. Inverting Regulator Typical Load Current

この種の反転型レギュレータは、負荷が軽いときでも、立ち上がり時に比較的大きな入力電流を必要とする場合があります。出力電圧が定格に達するまでに少なくとも2ms以上は、LM2825の電流制限値(約1.4A)に近い入力電流が必要です。実際の時間は、出力電圧によって変わります。電流制限が行われている入力電源や、過負荷状態で電流を供給している入力電源は、正常に動作しません。このように反転型構成では、必要とする立ち上がり電流の量が比較的大きいので、Figure 16に示すようなソフトスタート機能を推奨します。

また、Figure 16に示すように、反転構成にはシャットダウンする方法が複数あります。反転構成では、LM2825のグラウンド・ピンはグラウンドされず、負出力電圧になっているため、レベル・シフトが必要になります。ここに示すシャットダウン方法は、グラウンド基準のシャットダウン信号を受け付けます。

Figure 18、19は、反転型回路にアンダーボルテージ・ロックアウト機能を付加した回路を示しています。Figure 18は、オンおよびオフ時のスレッシュホールド電圧(ツェナー電圧+約1V)が一定なのが特長です。 $\overline{\text{SD/SS}}$ ピンは内部で7Vにツェナー・クランプされているので、Q1がオンしたときにこのピンに流れ込む電流を約1mAに制限するためにR2が必要です。ヒステリシス特性を必要とする場合、Figure 19の回路では、オン電圧とオフ電圧に差が出ます。ヒステリシスの大きさは、出力電圧にほぼ等しくなります。

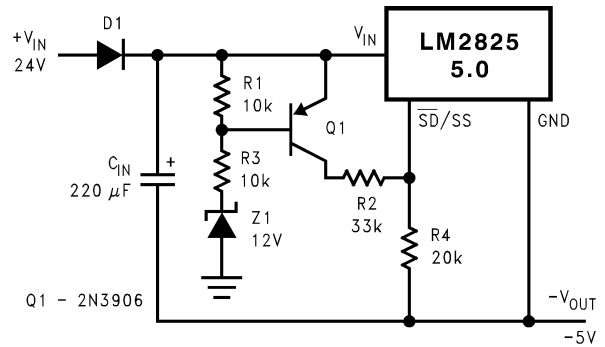


FIGURE 18. Undervoltage Lockout Without Hysteresis for an Inverting Regulator

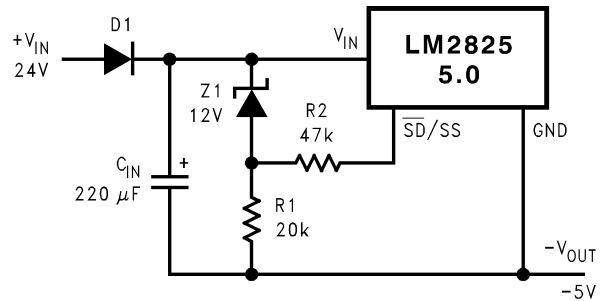


FIGURE 19. Undervoltage Lockout With Hysteresis for an Inverting Regulator

## 熱に関する考慮事項とボード・レイアウト

放熱を最大にするには、広い(数mm)銅パターンを使用します。各ピンは、PCボードの広い銅パターンにハンダ付けします(未使用(NC)ピンは除く)。面積が大きい銅パターンは周囲の空気へ熱をよく伝え(熱抵抗が小さくなる)、両面または多層ボードはさらに周囲の空気へ放熱します。電力が小さい場合を除き、ソケットは推奨できません。熱抵抗が増加して、接合部温度が上昇するためです。

## 熱に関する考慮事項とボード・レイアウト (つづき)

さまざまなPCBの面積と2種類の出力電力に対する  $\theta_{JA}$  を Figure 20 に示します。

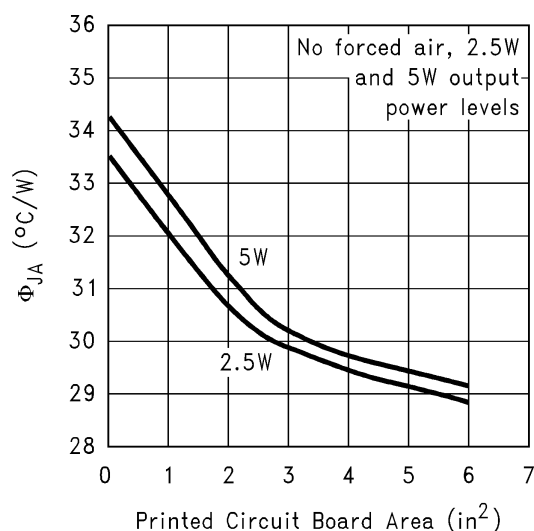


FIGURE 20.  $\theta_{JA}$  vs Board Area for 2 Output Power Levels

強制空冷の効果と  $\theta_{JA}$  の関係を Figure 21 に示します。風速が大きくなると、ボード面積の影響が小さくなります。

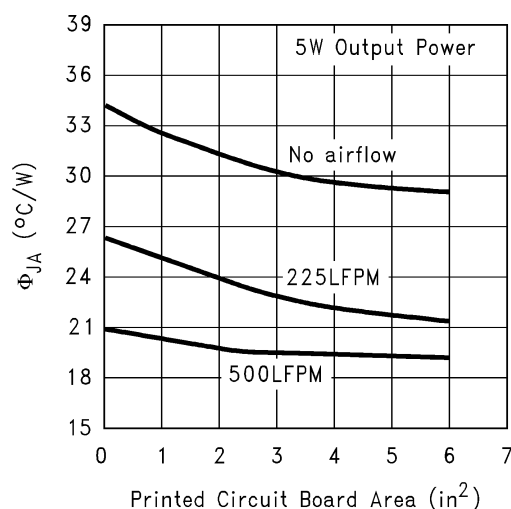


FIGURE 21.  $\theta_{JA}$  vs Board Area for 3 Windspeed Levels

パッケージの熱抵抗の数値はすべて概算値です。また、接合部温度に影響を与える要因は多数あります。このような要因にはボードの大きさや形状、厚さ、位置、ボードの温度などがあります。その他の要因としては、パターンの幅、プリント基板の銅の面積、銅の厚さ、片面か両面か多層か、さらにボード上のハンダの量があります。

最高のリップル性能を得るには、ピン 23 を入力グラウンド、11 と 12 を出力グラウンドとして使用します。これで、出力のスパイクが最小になります。できればピン 1、2、23 は出力のグラウンド・ピンとして使用しないでください。出力電圧のスパイクが最小になる PCB レイアウトを Figure 22 に示します。

出力のリップル電圧をオシロスコープのプロブで測定する場合 (「出力電圧リップル成分とトランジェント」も参照)、プロブのグラウンドを接続する場所によって差が出ます。Figure 23 の写真 a) は、グラウンドをピン 1、2、または 23 に接続した場合の出力電圧のリップルを示しています。写真 b) は、グラウンドをピン 11 および 12 に接続した場合です。したがって、良好な AC 特性を得るには、入力電源のグラウンドをピン 23 に接続し、LM2825 の出力に接続されるシステムのグラウンドをピン 11 と 12 に接続するとよいでしょう。

## 熱に関する考慮事項とボード・レイアウト (つづき)

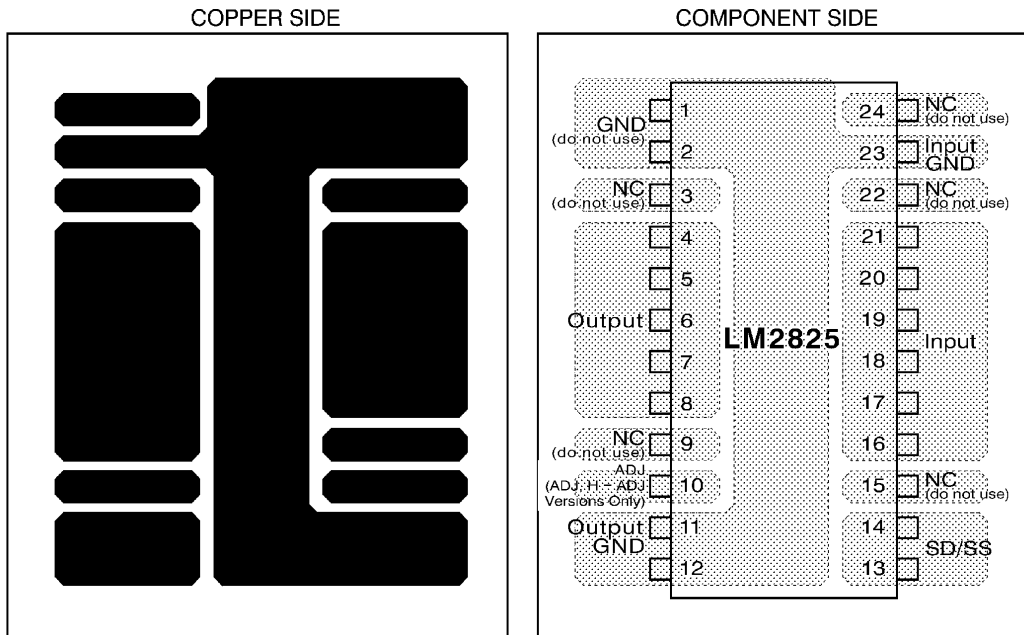


FIGURE 22. PCB Layout for Better Ripple and Spikes Performance (2 x Size)

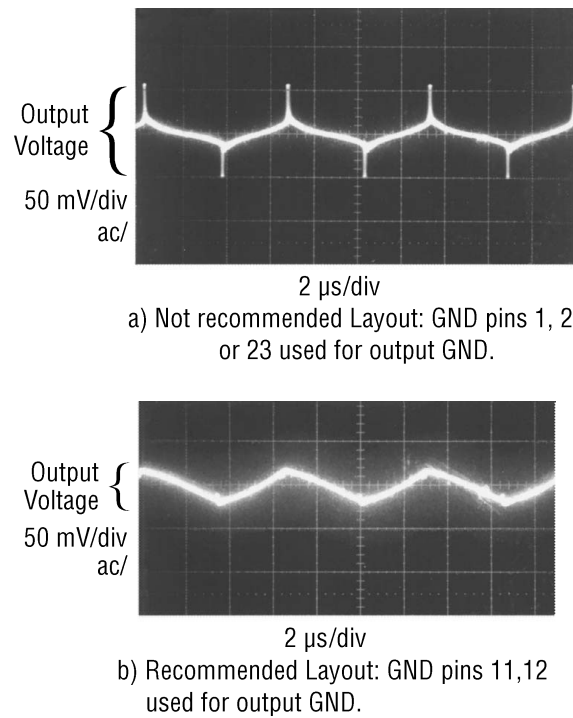


FIGURE 23. Ripple and Spikes at the Output Voltage

### 生命維持装置への使用について

弊社の製品はナショナル セミコンダクター社の書面による許可なくしては、生命維持用の装置またはシステム内の重要な部品として使用することはできません。

1. 生命維持用の装置またはシステムとは (a) 体内に外科的に使用されることを意図されたもの、または (b) 生命を維持あるいは支持するものをいい、ラベルにより表示される使用法に従って適切に使用された場合に、これの不具合が使用者に身体的障害を与えると予想されるものをいいます。
2. 重要な部品とは、生命維持にかかわる装置またはシステム内のすべての部品をいい、これの不具合が生命維持用の装置またはシステムの不具合の原因となりそれらの安全性や機能に影響を及ぼすことが予想されるものをいいます。

### ナショナル セミコンダクター ジャパン株式会社

本社 / 〒 135-0042 東京都江東区木場 2-17-16 TEL.(03)5639-7300

技術資料（日本語 / 英語）はホームページより入手可能です。

[www.national.com/jpn/](http://www.national.com/jpn/)

その他のお問い合わせはフリーダイヤルをご利用下さい。



0120-666-116

# ご注意

日本テキサス・インスツルメンツ株式会社（以下TIJといいます）及びTexas Instruments Incorporated（TIJの親会社、以下TIJないしTexas Instruments Incorporatedを総称してTIといいます）は、その製品及びサービスを任意に修正し、改善、改良、その他の変更をし、もしくは製品の製造中止またはサービスの提供を中止する権利を留保します。従いまして、お客様は、発注される前に、関連する最新の情報を取得して頂き、その情報が現在有効かつ完全なものであるかどうかご確認下さい。全ての製品は、お客様とTIJとの間に取り引契約が締結されている場合は、当該契約条件に基づき、また当該取引契約が締結されていない場合は、ご注文の受諾の際に提示されるTIJの標準販売契約約款に従って販売されます。

TIは、そのハードウェア製品が、TIの標準保証条件に従い販売時の仕様に対応した性能を有していること、またはお客様とTIJとの間で合意された保証条件に従い合意された仕様に対応した性能を有していることを保証します。検査およびその他の品質管理技法は、TIが当該保証を支援するのに必要とみなす範囲で行なわれております。各デバイスの全てのパラメーターに関する固有の検査は、政府がそれ等の実行を義務づけている場合を除き、必ずしも行なわれておりません。

TIは、製品のアプリケーションに関する支援もしくはお客様の製品の設計について責任を負うことはありません。TI製部品を使用しているお客様の製品及びそのアプリケーションについての責任はお客様にあります。TI製部品を使用したお客様の製品及びアプリケーションについて想定されうる危険を最小のものとするため、適切な設計上および操作上の安全対策は、必ずお客様にてお取り下さい。

TIは、TIの製品もしくはサービスが使用されている組み合わせ、機械装置、もしくは方法に関連しているTIの特許権、著作権、回路配置利用権、その他のTIの知的財産権に基づいて何らかのライセンスを許諾するということは明示的にも黙示的にも保証も表明もしておりません。TIが第三者の製品もしくはサービスについて情報を提供することは、TIが当該製品もしくはサービスを使用することについてライセンスを与えるとか、保証もしくは是認するということを意味しません。そのような情報を使用するには第三者の特許その他の知的財産権に基づき当該第三者からライセンスを得なければならない場合もあり、またTIの特許その他の知的財産権に基づきTI からライセンスを得て頂かなければならない場合もあります。

TIのデータ・ブックもしくはデータ・シートの中にある情報を複製することは、その情報に一切の変更を加えること無く、かつその情報と結び付けられた全ての保証、条件、制限及び通知と共に複製がなされる限りにおいて許されるものとします。当該情報に変更を加えて複製することは不正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような変更された情報や複製については何の義務も責任も負いません。

TIの製品もしくはサービスについてTIにより示された数値、特性、条件その他のパラメーターと異なる、あるいは、それを超えてなされた説明で当該TI製品もしくはサービスを再販売することは、当該TI製品もしくはサービスに対する全ての明示的保証、及び何らかの黙示的保証を無効にし、かつ不正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような説明については何の義務も責任もありません。

TIは、TIの製品が、安全でないことが致命的となる用途ないしアプリケーション（例えば、生命維持装置のように、TI製品に不良があった場合に、その不良により相当な確率で死傷等の重篤な事故が発生するようなもの）に使用されることを認めておりません。但し、お客様とTIの双方の権限有る役員が書面でそのような使用について明確に合意した場合は除きます。たとえTIがアプリケーションに関連した情報やサポートを提供したとしても、お客様は、そのようなアプリケーションの安全面及び規制面から見た諸問題を解決するために必要とされる専門的知識及び技術を持ち、かつ、お客様の製品について、またTI製品をそのような安全でないことが致命的となる用途に使用することについて、お客様が全ての法的責任、規制を遵守する責任、及び安全に関する要求事項を満足させる責任を負っていることを認め、かつそのことに同意します。さらに、もし万一、TIの製品がそのような安全でないことが致命的となる用途に使用されたことによって損害が発生し、TIないしその代表者がその損害を賠償した場合は、お客様がTIないしその代表者にその全額の補償をするものとします。

TI製品は、軍事的用途もしくは宇宙航空アプリケーションないし軍事的環境、航空宇宙環境にて使用されるようには設計もされていませんし、使用されることを意図されておられません。但し、当該TI製品が、軍需対応グレード品、若しくは「強化プラスチック」製品としてTIが特別に指定した製品である場合は除きます。TIが軍需対応グレード品として指定した製品のみが軍需品の仕様書に合致いたします。お客様は、TIが軍需対応グレード品として指定していない製品を、軍事的用途もしくは軍事的環境下で使用することは、もっぱらお客様の危険負担においてなされるということ、及び、お客様がもっぱら責任をもって、そのような使用に関して必要とされる全ての法的要求事項及び規制上の要求事項を満足させなければならないことを認め、かつ同意します。

TI製品は、自動車用アプリケーションないし自動車の環境において使用されるようには設計されていませんし、また使用されることを意図されておられません。但し、TIがISO/TS 16949の要求事項を満たしていると特別に指定したTI製品は除きます。お客様は、お客様が当該TI指定品以外のTI製品を自動車用アプリケーションに使用しても、TIは当該要求事項を満たしていなかったことについて、いかなる責任も負わないことを認め、かつ同意します。

Copyright © 2011, Texas Instruments Incorporated  
日本語版 日本テキサス・インスツルメンツ株式会社

## 弊社半導体製品の取り扱い・保管について

半導体製品は、取り扱い、保管・輸送環境、基板実装条件によっては、お客様での実装前後に破壊/劣化、または故障を起こすことがあります。

弊社半導体製品のお取り扱い、ご使用にあたっては下記の点を遵守して下さい。

### 1. 静電気

- 素手で半導体製品単体を触らないこと。どうしても触る必要がある場合は、リストストラップ等で人体からアースをとり、導電性手袋等をして取り扱うこと。
- 弊社出荷梱包単位（外装から取り出された内装及び個装）又は製品単品で取り扱いを行う場合は、接地された導電性のテーブル上で（導電性マットにアースをとったもの等）、アースをした作業者が行うこと。また、コンテナ等も、導電性のものを使うこと。
- マウンタやはんだ付け設備等、半導体の実装に関わる全ての装置類は、静電気の帯電を防止する措置を施すこと。
- 前記のリストストラップ・導電性手袋・テーブル表面及び実装装置類の接地等の静電気帯電防止措置は、常に管理されその機能が確認されていること。

### 2. 温・湿度環境

- 温度：0～40℃、相対湿度：40～85%で保管・輸送及び取り扱いを行うこと。（但し、結露しないこと。）

- 直射日光が当たる状態で保管・輸送しないこと。

### 3. 防湿梱包

- 防湿梱包品は、開封後は個別推奨保管環境及び期間に従い基板実装すること。

### 4. 機械的衝撃

- 梱包品（外装、内装、個装）及び製品単品を落下させたり、衝撃を与えないこと。

### 5. 熱衝撃

- はんだ付け時は、最低限260℃以上の高温状態に、10秒以上さらさないこと。（個別推奨条件がある時はそれに従うこと。）

### 6. 汚染

- はんだ付け性を損なう、又はアルミ配線腐食の原因となるような汚染物質（硫黄、塩素等ハロゲン）のある環境で保管・輸送しないこと。
- はんだ付け後は十分にフラックスの洗浄を行うこと。（不純物含有率が一定以下に保証された無洗浄タイプのフラックスは除く。）

以上