

LM2673

*Application Note 1157 Positive to Negative Buck-Boost Converter Using
LM267X SIMPLE SWITCHER® Regulators*



Literature Number: JAJA249

LM267X SIMPLE SWITCHER® レギュレータを使用した正入力・ 負出力の昇降圧型コンバータ

National Semiconductor
Application Note 1157
2000年11月



概要

SIMPLE SWITCHER の第3世代となる LM267X シリーズ・レギュレータは、MOSFET スイッチを内蔵したモノリシック集積回路です。このシリーズのレギュレータ各製品は使い方が簡単で、ま

た、わずかな外付け部品しか必要としません。本アプリケーション・ノートでは LM267X を使用した極性反転コンバータの設計について説明します。

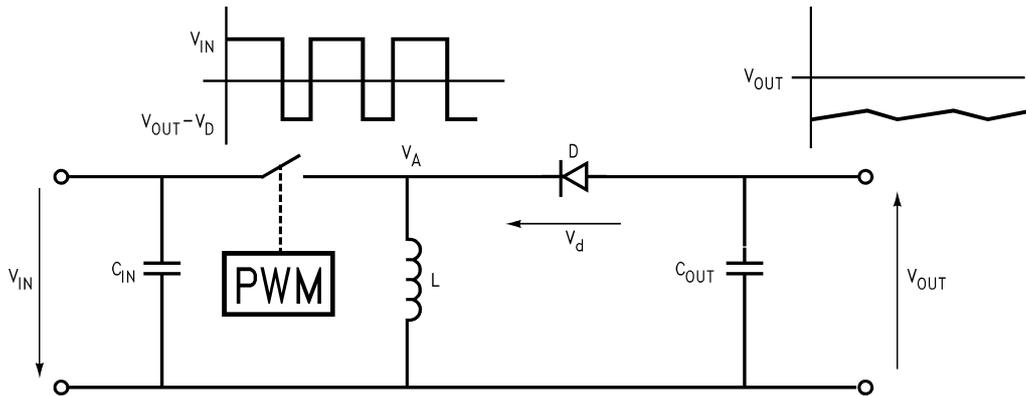


FIGURE 1. Basic Configuration of a Polarity Inverting Converter (Buck-Boost Converter)

動作原理

Figure 1 に示す極性反転コンバータは、動作期間の前半にインダクタ L にエネルギーを蓄積し、後半にフリーホイール・ダイオード（還流ダイオード）D を介してエネルギーを出力するという基本原理で動作します。スイッチがターンオンするとダイオードは逆バイアスとなってインダクタ電流はリアに増加します。スイッチがターンオフするとインダクタの極性はピーク・スイッチ電流を維持するために反転します。そのため、フリーホイール・ダイオードは順バイアスとなり、インダクタに蓄積されていたエネルギーは負荷とコンデン

サに伝達されます。（スイッチング波形は Figure 3、4 を参照してください。）

インダクタ上端のノード V_A の電位はグラウンドに対して負となるため、コンデンサの両端の出力電圧は負になります。

重要な点として、このタイプのコンバータは入力電圧振幅の昇圧または降圧の両方が可能であることが挙げられます。そのためこの回路は、昇降圧（バック・ブースト）コンバータとしても知られています。

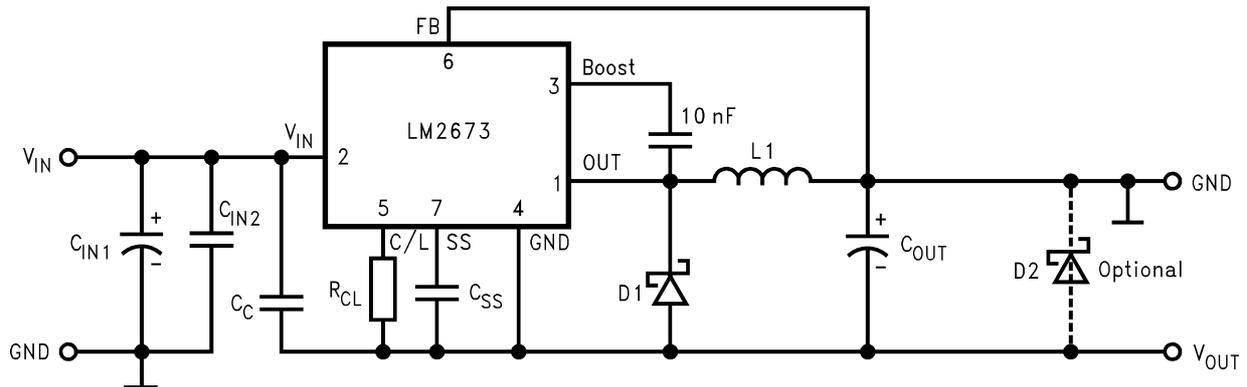


FIGURE 2. LM2673 Positive to Negative Converter

設計上の注意

Figure 2 は LM2673 を使用した極性反転レギュレータの代表的な回路です。LM2673 の GND 端子が負出力として接続される一方で、グラウンドを基準として帰還が行われている点に注意してく

ださい。そのため、負出力の適切なレギュレーションを得るために、外付けのレベルシフト回路や帰還信号の反転は必要ありません。LM2673 の出力電圧調整可能タイプをこのアプリケーションに適用する場合は、帰還抵抗を GND から V_{OUT} の間（出力コンデンサの両端）に接続して構成します。

SIMPLE SWITCHER® はナショナル セミコンダクター社の登録商標です。

設計上の注意 (つづき)

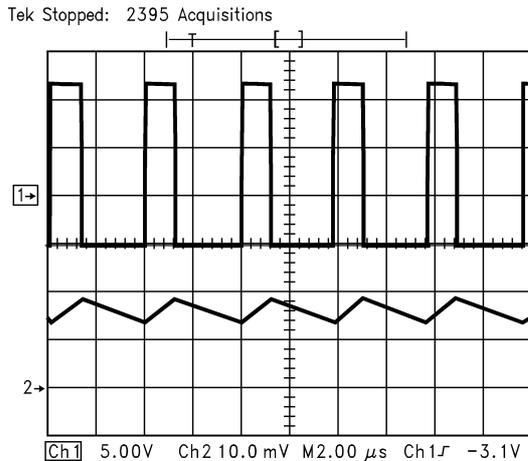
通常このような回路は出力伝達関数の制御に右半面ゼロを持っているため、安定な動作を得るのが難しい性質を持っています。そのため、入力コンデンサ容量に対して比較的小容量となるコンデンサ C_C を入力と負出力の間に接続し、位相余裕を増やしてレギュレータ・ループの安定化を図る必要があります。100 μF 以下の小容量コンデンサによって最適な性能が得られます。

出力電流が 100mA 以下と小さい場合は、レギュレータを不連続モードで動作させればコンデンサ C_C は必要ありません。

コンデンサ C_C を使用している場合、回路に電圧を印加したときにコンデンサの初期充電電流によって出力に正の電圧スパイクが生じます。ただし通常は、電圧スパイクの大きさは何らかの問題を引き起こすほどではありません。

コンデンサへの初期充電時に、充電電流によってコンデンサが持つ ESR (等価直列抵抗) 両端に電圧降下が生じます。コンデンサ C_C と出力コンデンサが分圧回路を構成するため、初期電圧スパイクはコンデンサ C_C と出力コンデンサの各 ESR の大きさによって決まります。通常、出力コンデンサの ESR 値は補償コンデンサ C_C の ESR より先はるかに小さいため、初期電圧スパイクは 500mV 程度の低い電圧となります。インダクタの DC 抵抗分が大きく (2 以上)、かつ、初期スタートアップ電流が大きい場合は、高いスパイク電圧が生じることがあります。ショットキ・ダイオードを D2 に挿入すれば 300mV 程度以上の正の出力電圧スパイクをクランプできます。ただし、一般的にはこのクランプは必要なく、ダイオード D2 は省略して構いません。

Figure 3 と Figure 4 にスイッチング・レギュレータの代表的な波形を示します。



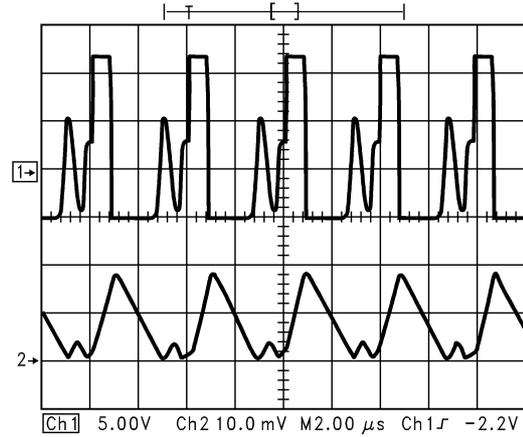
上側の波形 : スイッチ電圧、5V/div

下側の電圧 : インダクタ電流、2A/div

横軸 : 2 μs /div

FIGURE 3. Continuous Mode

Tek Stopped: 2613 Acquisitions



上側の波形 : スイッチ電圧、5V/div

下側の電圧 : インダクタ電流、0.5A/div

横軸 : 2 μs /div

FIGURE 4. Discontinuous Mode

部品の選定

以下の項で回路に使用する部品定数の計算方法と選定方法について詳しく説明します。計算は連続モード動作を対象としています。

インダクタの選定

デューティ・サイクルは次のように計算されます。

$$D = \frac{|V_{\text{OUT}}| + V_d}{V_{\text{IN}} + |V_{\text{OUT}}| + V_d - V_{\text{SW}}}$$

V_d = ダイオードの順方向電圧

V_{sw} = トランジスタのスイッチ・オン電圧 ($R_{\text{DS(on)}}$ はデータシートを参照してください。また I_{swmax} については後述の式を参照してください)。

$$V_{\text{sw}} = I_{\text{swmax}} \cdot R_{\text{DS(on)}}$$

平均インダクタ電流 I_L は以下の式で表わされます。

$$I_L = \frac{I_{\text{OUT}}}{1 - D}$$

インダクタンスの算出にはさまざまな方法があります。1 つの方法は、平均インダクタ電流 I_L の 20% から 30% にリップル電流 I_L が収まるように選択することです。このようなインダクタンス値を選択すれば、レギュレータは連続モードで動作するとともに、負荷変動に対しても、許容できる出力リップル電圧の範囲で良好な応答が得られます。

インダクタの選定 (つづき)

そこで、インダクタのリップル電流 I_L のピーク・ツー・ピークを次のように選択します。

$$I_L \cong 0.2 \text{ to } 0.3 \cdot I_L$$

必要なインダクタンス値は次のようになります。

$$L = \frac{V_{IN} \cdot D}{f \cdot \Delta I_L}$$

f = スイッチング周波数です。

インダクタは、インダクタンスの飽和を回避するために、最大スイッチ電流 $I_{SW_{max}}$ 以上の RMS 電流定格を備えていなければなりません。また、インダクタの volt-second 定格は、少なくとも、

$$E \cdot T = V_{IN} / D \cdot f$$

でなければなりません。

IC デバイスの定格

DC/DCコンバータは最大電流定格と最大電圧定格から選択します。

ピーク・スイッチ電流は以下の式で表わされます。

$$I_{SW_{max}} = I_L + \frac{\Delta I_L}{2}$$

デバイスの GND 端子は出力に接続されているため、デバイスの最大入力電圧定格は、アプリケーションの公称入力電圧に出力電圧を加えた電圧以上でなければなりません。

IC のピーク・スイッチ電圧と入力電圧定格には以下の関係があります。

$$V_{SW_{max}} = V_{IN} + |V_{OUT}|$$

消費電力は以下の式で表わされます。

$$P_D = V_{IN} \cdot I_q + I_{SW_{max}}^2 \cdot R_{DS(on)}$$

$R_{DS(on)}$ はデータシートを参照してください。

最大スイッチ電流はデューティ・サイクル D とインダクタの値によって決まります。なお、このような回路トポロジーでは、LM2673 のような 3A 降圧型レギュレータであっても、Figure 5 に示すように定常的には 3A の負荷電流を供給できない点に注意が必要です。

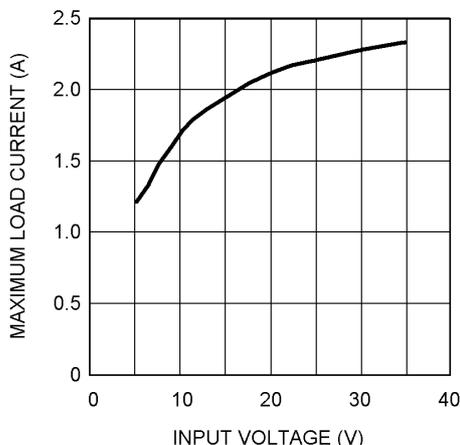


FIGURE 5. LM2673 Input Voltage vs. Load Current ($V_{OUT} = -5V$, $L = 33\mu H$)

ダイオード定格

フリーホイール・ダイオード $D1$ は次のパラメータに対応した定格を備えていなければなりません。

$$I_{D_{max}} = I_{SW_{max}}$$

$$V_{D_{max}} = V_{IN} + |V_{OUT}|$$

$$P_D = I_{D_{max}} \cdot V_D \cdot (1 - D)$$

一般にショットキ・ダイオードの中から順方向電圧定格が低い品種を選択すると良好なコンバータ効率を得られます。

出力コンデンサの選定

出力コンデンサの選定では主に ESR 値を考慮し、またスイッチ・オン時の負荷電流を供給できるように容量を決定します。出力電圧リップルは ESR 値を主なパラメータとして決まります。フリーホイール・ダイオードが順方向にバイアスされた瞬間は出力コンデンサの ESR 値のみによって負荷インピーダンスが決まり、その結果リップル電圧が決まります。

すなわち、所望の出力リップル電圧を実現する ESR 値は次のように計算されます。

$$ESR = \frac{\Delta V_{OUT}}{I_{SW_{max}}};$$

V_{OUT} = 出力リップル電圧の要求値

要求出力リップルと負荷電流から最小容量を以下の式で求めます。

$$C_{OUT_{min}} = \frac{I_{OUT} \cdot D}{f \cdot \Delta V_{OUT}}$$

入力コンデンサの選定

入力コンデンサは、入力の大きな電流変化に対応できるように、主に ESR 値と RMS 電流定格から選択します。入力電圧リップルと他の回路への干渉を最小限に抑えるために低 ESR コンデンサの使用を推奨します。EMI に敏感なアプリケーションでは LC 入力フィルタの追加を検討してください。

効率

次の式を使って詳細な効率を求めます。この計算では、インダクタ、銅線、コンデンサで生じる各損失を考慮していませんが、実際のアプリケーションで得られる値と大きく異なることはありません。

$$\eta = \frac{V_{IN} - V_{SW}}{V_{IN}} \cdot \frac{|V_{OUT}|}{|V_{OUT}| + V_D}$$

設計例：反転レギュレータ、12V 入力から - 5V 出力、負荷電流 1.5A

この例ではフリーホイール・ダイオード D1 を順方向電圧が 0.5V のショットキ型であると仮定しています。スイッチ電圧の推定値は 0.5V となりますが、この電圧も同様に、実際のアプリケーションと大きく異なることは通常はありません。

デューティ・サイクルは次のとおりです。

$$D = (5V + 0.5V)/(12V + 5V + 0.5V - 0.5V) = 0.32$$

インダクタに関連するパラメータは次のように計算されます。

$$I_L = 1.5A/(1 - 0.33) = 2.21A$$

$$I_L = 0.2 \cdot I_{OUT} = 0.44A$$

$$L = (12V \cdot 0.32)/(260kHz \cdot 0.44A) = 33.6\mu H$$

$$E \cdot T = (12V + 5V)/(0.32 \cdot 260kHz) = 204V \cdot \mu s$$

ピーク・インダクタ電流はピーク・スイッチ電流と同一です。

$$I_{SWmax} = 2.21A + (0.44A/2) = 2.43A$$

適切なインダクタは、3A で $210V \cdot \mu s$ の定格を持つ $33\mu H$ となります。スイッチング・レギュレータ IC には、3A/40V のスイッチ定格と 40V の入力定格を持つ LM2673-5.0 が適当です。このポロジータでは - 5.0V 出力を得るように LM2673-5.0 を構成します。

LM2673 の R_{DSon} は 0.15 なので、スイッチ電圧の推定値は、

$$V_{SWmax} = 2.43A \cdot 0.15 = 0.37V$$

となります。

スイッチ電圧がわずかに低いいためピーク・スイッチ電流もわずかに小さくなりますが、その他の計算結果が大きく変わることはありません。

以上から得られる回路を Figure 6 に示します。全負荷のとき、効率の代表値は 82% となります。

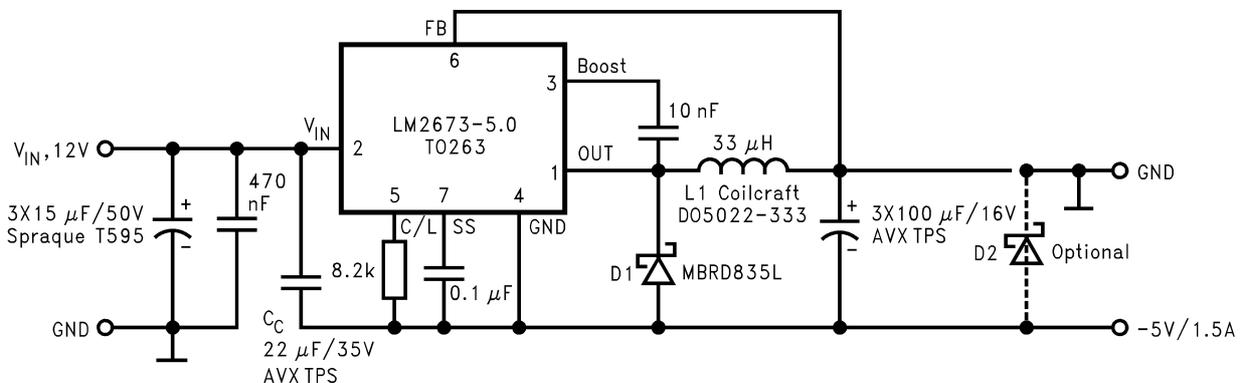


FIGURE 6. 5V to -15V/150mA Buck Boost Converter

プリント基板レイアウト・ガイドライン

LM267X を使った反転レギュレータの回路に対して、プリント基板 (PCB) の推奨レイアウトを Figure 7 に示します。

入力コンデンサはレギュレータの入力ピンの可能な限り近くに配置することが重要です。最高性能を得るにはグラウンド設計に特別な注意が必要となります。通常は、専用のグラウンド層を設けるか一点アース式の配線を行えば良好な結果が得られます。出力電流が 1A を超えるような場合、基板上配線と部品配置にさらに注意が必要となります。その理由は、スイッチング電流が大きいと PCB 配線で生じる電圧降下が大きくなること、また、260kHz 以上のスイッチング周波数では、配線長や部品リード線が長い場合に好ましくない寄生インダクタンスが発生することです。寄生イ

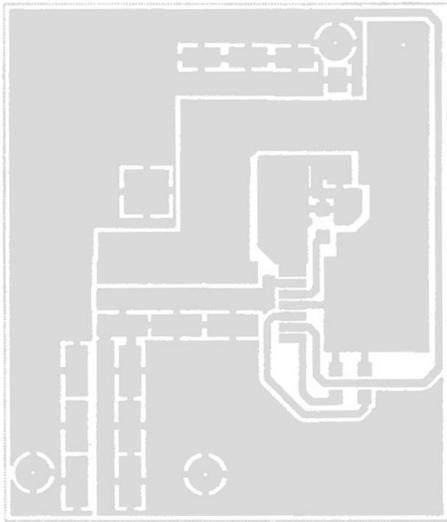
ンダクタは、しばしば入力配線や出力配線で大きな電圧スパイクを生じさせる原因となり、結果として EMI 問題を引き起こします。

そのため、インダクタとフリーホイール・ダイオード、また、とくに入力コンデンサは、それぞれ IC のできるだけ近くに配置してください。これら部品との接続には幅広 (または銅箔厚の厚い) 配線を使用してください。

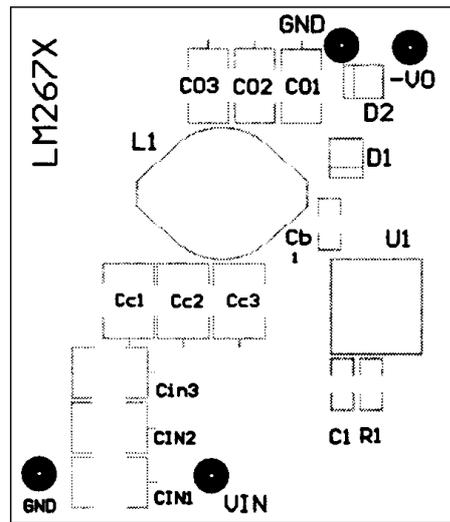
帰還回路は、磁束との交差を避けるために、インダクタから離して配線してください。コアをシールドしたインダクタを使用すると EMI 性能の改善につながります。

ノイズに敏感なアプリケーションの場合、入力フィルタ・コンデンサと出力フィルタ・コンデンサの ESR が小さくても、入力電圧スパイクと出力電圧スパイクの影響を排除できないときがあります。そのような場合、入力と出力に LC フィルタの挿入を検討してください。

プリント基板レイアウト・ガイドライン (つづき)



Top Layer



Silk Screen

- L1 = Coilcraft 社 DO5022-333
- C_{IN} = Sprague 社 T595、15μF/50V × 3 個
- C_{OUT} = AVX 社 TPS シリーズ、100μF/16V × 3 個
- D1 = オン・セミコンダクター社 MBRD835L
- C_C = AVX 社 TPS シリーズ、22μF/35V

FIGURE 7. LM2673 Demo Board 12V to -5V/1.5A;
Please refer to Figure 6 for the application circuit

安定性のための考慮事項

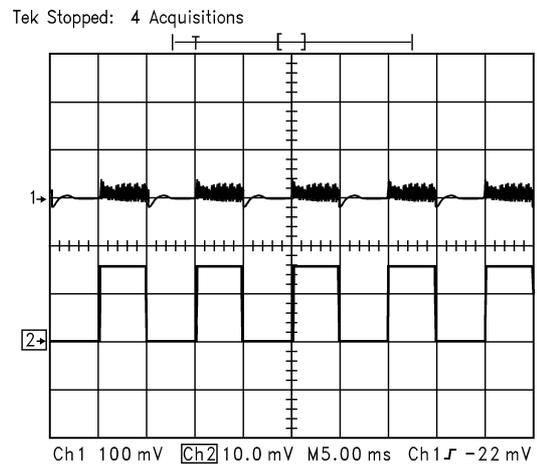
パルス幅変調のスイッチ・モード DC/DC コンバータは周波数応答制御ループを構成しているため、制御ループの安定性要件を満たすように設計しなければなりません。インダクタ値、および出力コンデンサと補償コンデンサ C_C の容量と ESR 値それぞれがレギュレータのループ安定性に影響を与えるため、コンバータの安定性を必ず検証してください。

最初に確認する項目は LM2673 の出力ピンから出力される半導体スイッチ両端のスイッチ電圧波形です。Figure 3、4 に示すように、連続動作と不連続動作の両方で波形が安定していることとジッタがないことが求められます。

設計が安定していればすべての入力電圧範囲と負荷電流範囲に対して良好な波形が観測されます。

次に脈動的な負荷変動に対する応答を測定します。この試験では最小負荷と最大負荷の間でパルス状 (矩形波で高速な立ち上がり) となるように負荷電流を制御します。オシロスコープを用いて出力電圧波形を観測します。結果の例を Figure 8 に示します。この動作条件下で出力電圧は、負荷電流の変動に対して発振を示してはなりません。すべての入力電圧範囲に対してこの試験を行ってください。

これらの試験でレギュレータ動作に不安定な挙動が観測された場合、その結果に従って、出力コンデンサが補償 C_C コンデンサ、またはその両方の容量を変更する必要があります。LM267x の反転昇降圧アプリケーションでは、通常、コンデンサ容量 C_C を大きくすると安定性の改善が図れます (低 ESR コンデンサを使用してください)。



上側波形 : 出力電圧、100mV/div
下側波形 : 負荷電流、1A/div
横軸 : 2μs/div

FIGURE 8. Load Transient Response Shows Stable Operation

スタートアップ時の考慮事項

入力電圧が低い場合 (5V まで) でも、昇降圧トポロジーの利点を全面的に活用して、LM267X シリーズのスイッチング・レギュレータで回路を構成できます。LM267X シリーズの一部のデバイスでは、内部 5V レギュレータから IC 内部にバイアスを与える必要があるため、最低入力電圧要件は $V_{IN} = 6.5V$ となっています。

デバイスの GND 端子は出力に接続されているため、 V_{IN} と GND との電圧差は入力電圧に出力電圧を加えた値となり、通常は合計で 8V より高くなります。「IC デバイスの定格」の項を参照し

てください。デバイスの入力には最初の段階でデバイスをスタートアップさせる 5V が印加されますが、直後に入力電圧から負の電圧が生成されるため、最終的にデバイスの V_{IN} は見かけ上 ($V_{IN} + V_{OUT}$) となって 6.5V を超え、仕様範囲内で動作することになります。

反転レギュレータは、多くの場合、スタートアップ時に大きなピーク入力電流が発生します。スイッチング・レギュレータ IC が持つソフトスタート機能を使用すれば、そのような突入電流を緩和できます。

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方法に従って適切に使用された場合に、これの不具合が使用者に身体的障害を与えると予想されるものをいいます。
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/

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をご確認下さい。全ての製品は、お客様とTIJとの間取引契約が締結されている場合は、当該契約条件に基づき、また当該取引契約が締結されていない場合は、ご注文の受諾の際に提示されるTIJの標準販売契約約款に従って販売されます。

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

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

TIは、TIの製品もしくはサービスが使用されている組み合わせ、機械装置、もしくは方法に関連しているTIの特許権、著作権、回路配置利用権、その他のTIの知的財産権に基づいて何らかのライセンスを許諾するということは明示的にも黙示的にも保証も表明もしていません。TIが第三者の製品もしくはサービスについて情報を提供することは、TIが当該製品もしくはサービスを使用することについてライセンスを与えるとか、保証もしくは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いません。但し、当該TI製品が、軍需対応グレード品、若しくは「強化プラスチック」製品としてTIが特別に指定した製品である場合は除きます。TIが軍需対応グレード品として指定した製品のみが軍需品の仕様書に合致いたします。お客様は、TIが軍需対応グレード品として指定していない製品を、軍事的用途もしくは軍事的環境下で使用することは、もっぱらお客様の危険負担においてなされるということ、及び、お客様がもっぱら責任をもって、そのような使用に関して必要とされる全ての法的要求事項及び規制上の要求事項を満足させなければならないことを認め、かつ同意します。

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

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

弊社半導体製品の取り扱い・保管について

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

弊社半導体製品のお取り扱い、ご使用にあたっては下記の点を遵守して下さい。

1. 静電気

- 素手で半導体製品単体を触らないこと。どうしても触る必要がある場合は、リストストラップ等で人体からアースをとり、導電性手袋等をして取り扱うこと。
- 弊社出荷梱包単位（外装から取り出された内装及び個装）又は製品単品で取り扱いを行う場合は、接地された導電性のテーブル上で（導電性マットにアースをとったもの等）、アースをした作業者が行うこと。また、コンテナ等も、導電性のものを使うこと。
- マウンタやんだ付け設備等、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