

# LM2578A,LM3578A

*LM2578A/LM3578A Switching Regulator*



Literature Number: JAJSB1



2005年2月

## LM2578A/LM3578A

### スイッチング・レギュレータ

#### 概要

LM2578A は降圧 (バック)、昇圧 (ブースト)、反転 (インバート) 構成などの DC/DC コンバータが簡単に作れるスイッチング・レギュレータです。LM2578A の特長は、そのコンバータ入力段にあります。これは、反転入力と非反転入力に別々のピンを用意しているだけでなく、それぞれの入力に 1.0V の内部基準電圧を備えているので、回路設計の融通性があり、PC 基板のレイアウトが容易です。出力は 750mA のスイッチングが可能で、コレクタおよびエミッタ出力ピンを持つことにより設計上の柔軟性を確保しています。外部電流制限端子は用途に応じ、グラウンドまたは  $V_{in}$  より基準電圧を取れます。さらに、LM2578A は発振器を内蔵しており、1 個の外部コンデンサを使って 1Hz ~ 100kHz (標準) の範囲でスイッチング周波数を設定できます。

LM2578A は、LM2578 を改善したもので、総合供給電圧と出力トランジスタのエミッタおよびコレクタ電圧の最大定格が向上しています。

#### 特長

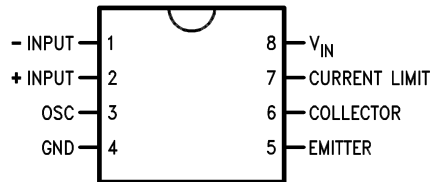
- 反転、非反転フィードバック入力
- 1.0V の基準電圧
- 電源電圧範囲 2V ~ 40V
- 最大出力電流 750mA、飽和電圧 0.9V 以下
- 電流制限保護、熱暴走保護内蔵
- デューティ・サイクル 90%まで可能

#### アプリケーション

- 設計自由度大 (降圧、昇圧、反転、シングルエンド、トランス構成)
- オンボード・レギュレータ
- モータ速度制御
- ランプ点滅装置

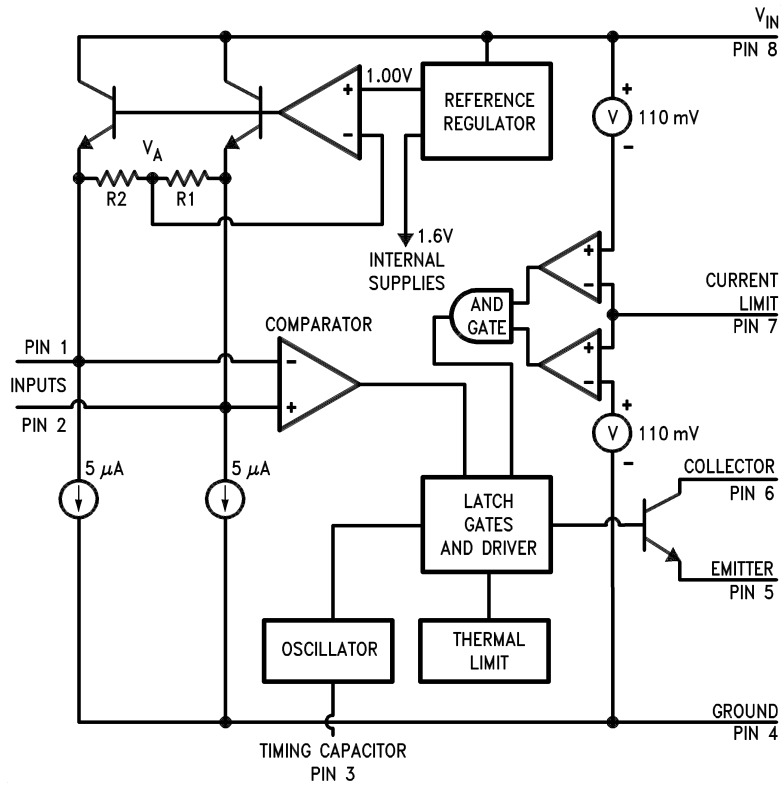
#### ピン配置図および製品情報

##### Dual-In-Line Package



Order Number LM3578AM, LM2578AN or LM3578AN  
See NS Package Number M08A or N08E

機能図



## 絶対最大定格 (Note 1)

本データシートには軍用・航空宇宙用の規格は記載されていません。  
関連する電気的信頼性試験方法の規格を参照ください。

最大接合部温度 150  
ESD 耐圧 (Note 4) 2 kV

電源電圧 50V  
コレクタ出力 - GND 間電圧 - 0.3V ~ + 50V  
エミッタ出力 - GND 間電圧 (Note 2) - 1V ~ + 50V  
消費電力 (Note 3) 内部制限  
出力電流 750 mA  
保存温度範囲 - 65 ~ + 150  
リード温度 (ハンダ付け、10 秒) 260

## 動作定格

周囲温度範囲  
LM2578A - 40 T<sub>A</sub> + 85  
LM3578A 0 T<sub>A</sub> + 70  
接合部温度範囲  
LM2578A - 40 T<sub>J</sub> + 125  
LM3578A 0 T<sub>J</sub> + 125

## 電気的特性

特記のない限り、これらの仕様は、2V V<sub>IN</sub> 40V (T<sub>J</sub> = 25 °C のときは 2.2V V<sub>IN</sub> 40V)、タイミング・コンデンサ C<sub>T</sub> = 3900pF、25% デューティ・サイクル、75% が適用されます。標準文字の規格値は T<sub>J</sub> = 25 °C に対するもので、太字は規定の動作接合部温度範囲の動作に適用されます。

Symbol	Parameter	Conditions	Typical (Note 5)	LM2578A/ LM3578A Limit (Note 6)	Units
<b>OSCILLATOR</b>					
f <sub>OSC</sub>	Frequency		20	24 16	kHz kHz (max) kHz (min)
Δf <sub>OSC</sub> /ΔT	Frequency Drift with Temperature		-0.13		%/°C
	Amplitude		550		mV <sub>p-p</sub>
<b>REFERENCE/COMPARATOR (Note 7)</b>					
V <sub>R</sub>	Input Reference Voltage	I <sub>1</sub> = I <sub>2</sub> = 0 mA and I <sub>1</sub> = I <sub>2</sub> = 1 mA ±1% (Note 8)	1.0	1.050/1.070 0.950/0.930	V V (max) V (min)
ΔV <sub>R</sub> /ΔV <sub>IN</sub>	Input Reference Voltage Line Regulation	I <sub>1</sub> = I <sub>2</sub> = 0 mA and I <sub>1</sub> = I <sub>2</sub> = 1 mA ±1% (Note 8)	0.003	0.01/0.02	%/V %/V (max)
I <sub>INV</sub>	Inverting Input Current	I <sub>1</sub> = I <sub>2</sub> = 0 mA, duty cycle = 25%	0.5		μA
	Level Shift Accuracy	Level Shift Current = 1 mA	1.0	10/13	% % (max)
ΔV <sub>R</sub> /Δt	Input Reference Voltage Long Term Stability		100		ppm/1000h
<b>OUTPUT</b>					
V <sub>C</sub> (sat)	Collector Saturation Voltage	I <sub>C</sub> = 750 mA pulsed, Emitter grounded	0.7	0.90/1.2	V V (max)
V <sub>E</sub> (sat)	Emitter Saturation Voltage	I <sub>O</sub> = 80 mA pulsed, V <sub>IN</sub> = V <sub>C</sub> = 40V	1.4	1.7/2.0	V V (max)
I <sub>CES</sub>	Collector Leakage Current	V <sub>IN</sub> = V <sub>CE</sub> = 40V, Emitter grounded, Output OFF	0.1	200/250	μA μA (max)
BV <sub>CEO(SUS)</sub>	Collector-Emitter Sustaining Voltage	I <sub>SUST</sub> = 0.2A (pulsed), V <sub>IN</sub> = 0	60	50	V V (min)
<b>CURRENT LIMIT</b>					
V <sub>CL</sub>	Sense Voltage Shutdown Level	Referred to V <sub>IN</sub> or Ground (Note 9)	110	80 160	mV mV (min) mV (max)

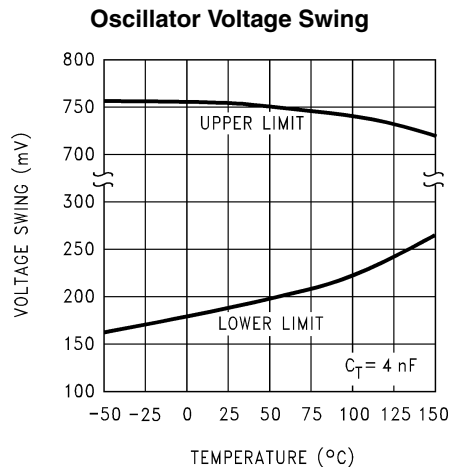
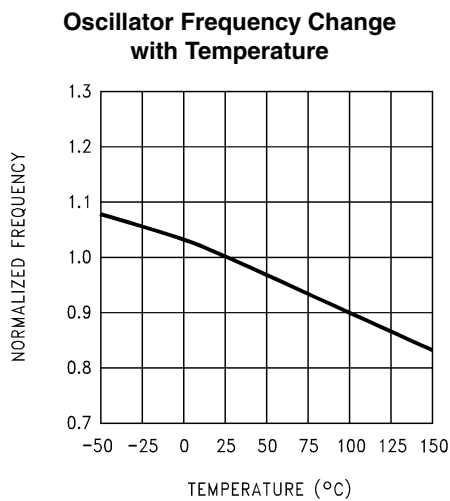
**電気的特性 (つぎ)**

特記のない限り、これらの仕様は、2V  $V_{IN}$  40V ( $T_J$  - 25 のときは 2.2V  $V_{IN}$  40V)、タイミング・コンデンサ  $C_T = 3900\text{pF}$ 、25% デューティ・サイクル 75%が適用されます。標準文字の規格値は  $T_J = 25$  に対するもので、太字は規定の動作接合温度範囲の動作に適用されます。

Symbol	Parameter	Conditions	Typical (Note 5)	LM2578A/ LM3578A Limit (Note 6)	Units
<b>CURRENT LIMIT</b>					
$\Delta V_{CL}/\Delta T$	Sense Voltage Temperature Drift		<b>0.3</b>		%/°C
$I_{CL}$	Sense Bias Current	Referred to $V_{IN}$	4.0		$\mu\text{A}$
		Referred to ground	0.4		$\mu\text{A}$
<b>DEVICE POWER CONSUMPTION</b>					
$I_S$	Supply Current	Output OFF, $V_E = 0\text{V}$	2.0	<b>3.5/4.0</b>	mA mA (max)
		Output ON, $I_C = 750\text{ mA pulsed}$ , $V_E = 0\text{V}$	14		mA

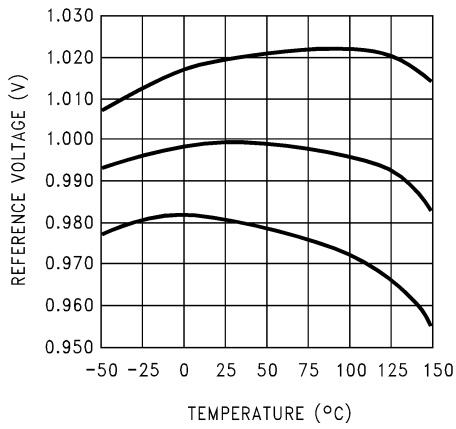
- Note 1:** 「絶対最大定格」とは、IC に破壊が発生する可能性のある制限値をいいます。規定された動作条件を超えて動作させている IC には、DC 特性、AC 特性のいずれの規格も適用されません。
- Note 2:**  $T_J$  100 のとき、エミッタ・ピン電圧をグラウンドより 0.6V 以上低くしてはいけません (アプリケーション・ノートを参照してください)。
- Note 3:** デバイスはパッケージの熱抵抗に基づき、設計しなければなりません。8 ピン DIP の接合部と外気間の熱抵抗は 95 /W で、8 ピン SO パッケージの接合部 - 外気間は 150 /W となります。
- Note 4:** 使用した回路は、人体モデルに基づき、1.5k と 100pF の直列コンデンサからなる回路を使用しています。
- Note 5:** 代表値 (Typical) は  $T_J = 25$  で得られる最も多い数値です。
- Note 6:** すべての制限値は室温 (標準文字) および全動作温度範囲 (太字) で保証されます。室温の制限値は、100%製造時にテストされます。全動作温度範囲の制限値は、標準的な統計的品質管理 (SQC) 手法を用い相関関係によって保証されます。すべての制限値は、弊社工場出荷検査時の品質レベルの計算に使用されます。
- Note 7:** 入力端子は偶発的なグラウンドへの短絡から保護されていますが、基準電圧より高い外部電圧を印加すると過度の電流が流れるので、5mA 未満に制限しなければなりません。
- Note 8:**  $I_1$  および  $I_2$  は入力における外部シンク電流です (「テスト回路」を参照してください)。
- Note 9:** 10k の抵抗をピン 1、ピン 4 間に接続すると、デューティ・サイクルが最大 90% (代表値) になります。ピン 7 に最小電流制限検出電圧を加えた場合、デューティ・サイクルは 50%以下に低下しません。ピン 7 に最大電流制限検出電圧を加えると、デューティ・サイクルは確実に 50%以下に低下します。コレクタ出力が 40V 以上にスイングする場合デューティ・サイクルを 0%に下げると、この電圧を 15mV 以上増加させる必要が生じるときがあります (「Ground Referred Current Limit Sense Voltage」のグラフを参照してください)。

**代表的な性能特性**

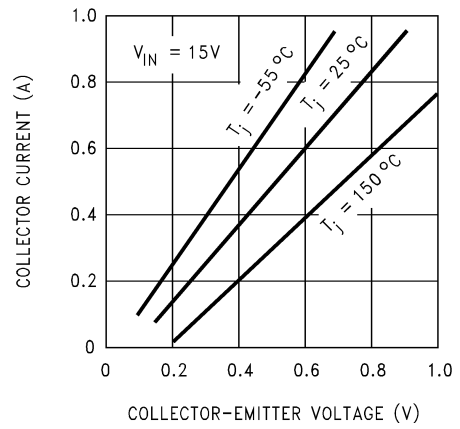


代表的な性能特性 (つづき)

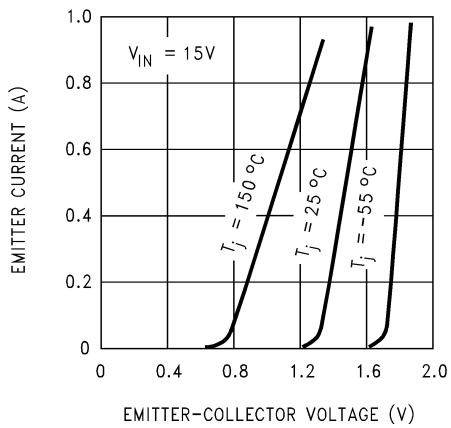
**Input Reference Voltage Drift with Temperature**



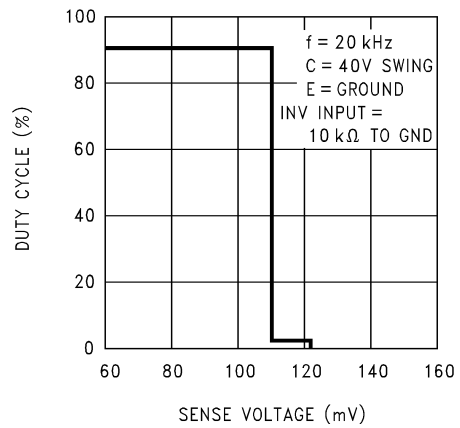
**Collector Saturation Voltage (Sinking Current, Emitter Grounded)**



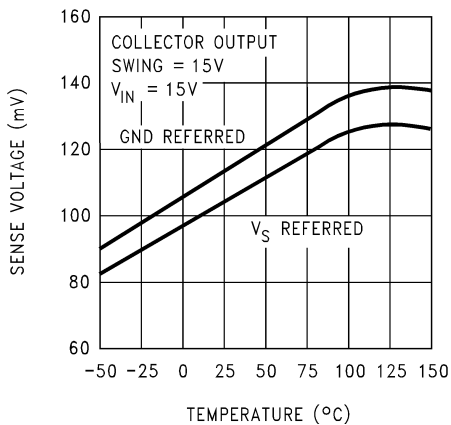
**Emitter Saturation Voltage (Sourcing Current, Collector at  $V_{in}$ )**



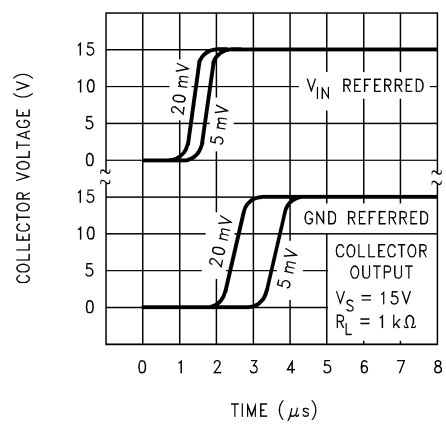
**Ground Referred Current Limit Sense Voltage**



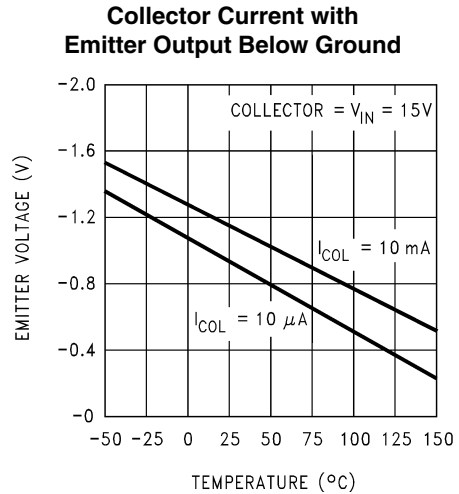
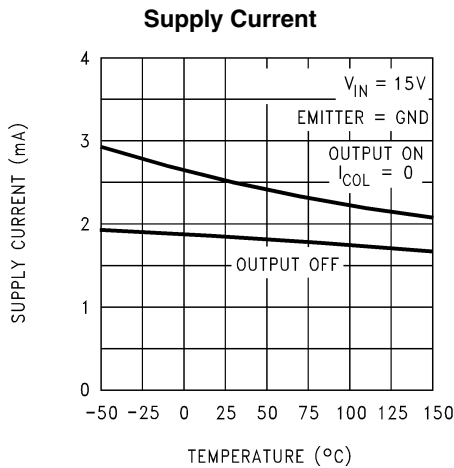
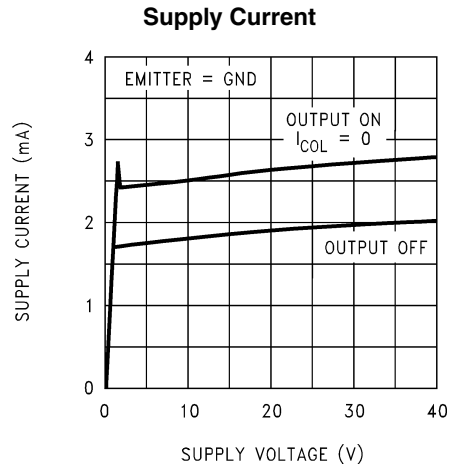
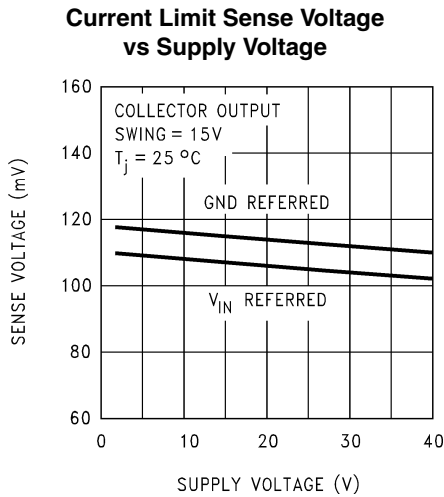
**Current Limit Sense Voltage Drift with Temperature**



**Current Limit Response Time for Various Over Drives**



代表的な性能特性 (つづき)



テスト回路 \*

各パラメータのテストは次のテスト回路によって行います。各部電源を調整して希望の  $V_{in}$ 、コレクタ電圧およびデューティ・サイクルに設定します。以下の測定には入力抵抗が 100M 以上のデジタル電圧計を用いてください。

入力基準電圧 (対グラウンド)、S1 はどちらかの位置に設定。

レベル・シフト精度 (%) =  $(T_{P3} (V)/1V) \times 100\%$ ;

S1 は  $I_1 = I_2 = 1mA$  に設定。

入力電流 (mA) =  $(1V - T_{P3} (V))/1M$  ;

S1 は  $I_1 = I_2 = 0mA$  に設定。

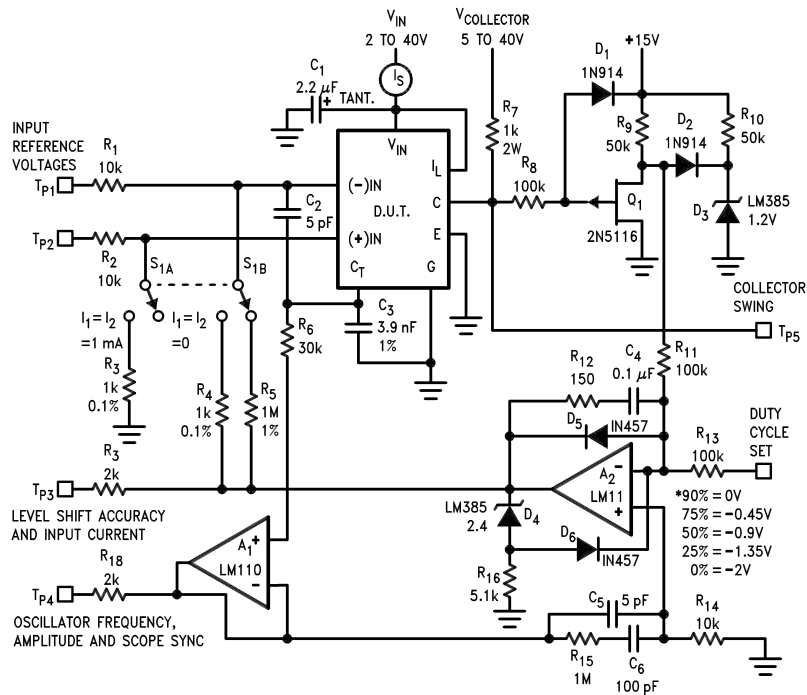
発振器周波数  $T_{P4}$  は周波数カウンタかオシロスコープを用いて測定できます。

電流制御検出電圧は  $V_{in}$  端子かグラウンド端子のどちらかを基準にし、その基準端子と電流制御端子間に 0V ~ 1V まで可変できるフローティング電源を直列に接続して測定します。デューティ・サイクルを 90% に設定して、テストポイント  $T_{P5}$  をモニターしながら LM2578A のデューティ・サイクルがちょうど 0% になるまでフローティング電源電圧を可変します。この電圧が電流制限感知電圧です。

電源電圧はデューティ・サイクルを 0% に、S1 を  $I_1 = I_2 = 0mA$  の位置に設定して測定します。

\* LM2578A 仕様は、自動テスト装置を使って測定します。ここに示した回路でユーザーがパラメータを検査する時、テスト・コンディションの違いにより検査方法で得られた値は工場検査された値と一致しない場合があります。

## テスト回路\*(つづき)



オペアンプの電源は、 $\pm 15V$

DVM 入力抵抗  $> 100M$

\* LM2578 の最大デューティ・サイクルは 90%

## 用語の定義

## 入力基準電圧

グラウンドを基準にします。出力をオンにあるいはオフに切り換える反転入力あるいは非反転入力の基準電圧です。

## 入力基準電流

出力をオンあるいはオフに切り換える反転入力あるいは非反転入力の電流です。

## 入力レベル・シフト精度

反転入力と非反転入力から等しい電流が流れることにより制御されるレギュレータについて規定されます。(Figure 21 の反転型レギュレータおよび Figure 23 の RS-232 ラインドライバ用電源を参照してください。)

反転と非反転端子から電流を流し込む 2 つの等しい抵抗がある場合、入力レベル・シフト精度は出力のデューティ・サイクルを生成する抵抗間の電圧比です。

## コレクタ飽和電圧

反転入力端子を  $10k$  の抵抗でグラウンドに接続し、出力トランジスタのエミッタもグラウンドに接続します。コレクタの飽和電圧は、コレクタ電流を与えるためのコレクタ・エミッタ間の電圧です。

## エミッタ飽和電圧

反転入力端子を  $10k$  の抵抗でグラウンドに接続し、出力トランジスタのコレクタを  $V_{in}$  に接続します。エミッタの飽和電圧は、エミッタ電流を与えるためのコレクタ・エミッタ間の電圧です。

## コレクタ・エミッタ保持電圧

出力トランジスタのコレクタ・エミッタ間降伏電圧で、特定の電流で測定します。

## 電流制限検出電圧

電流制限ピンの電源またはグラウンド端子を基準にした電圧で、(論理回路を通じて)出力トランジスタをオフにし、発振器周波数のサイクルごとリセットします。

## 電流制限検出電流

電流制限検出電圧と等しい電圧を印加したときの、電流制限端子のバイアス電流。

## 電源電流

IC 電源電流で、出力トランジスタのコレクタ電流を除いた、発振器動作時の電流。

## 機能説明

LM2578A はパルス幅変調整のスイッチング・レギュレータのコントローラとして設計され、また、各種の制御パルス幅電圧ドライブを必要とする用途にも利用できます。

LM2578A のコンバータに加えられた制御信号(通常は出力電圧を示す)を内蔵された基準電圧と比較し、生成されたエラー信号と発振器の出力が論理回路に供給され、この回路が出力トランジスタのオン、オフするタイミングを決定します。以下は LM2578A の各機能の簡単な説明です。

## コンパレータ入力段

LM2578A のコンパレータ入力段の特長は、ユーザーが反転および非反転入力の両方を利用でき、また、どちらも  $1.0V$  基準電圧を持っていることです。これは次の方式で実現されています。 $1.0V$  基準電圧は電圧フォロワ回路にフィードバックされています(「機能図」を参照してください)。両入力ピンが浮いている時は、 $R1$  と  $R2$  のどちらにもまったく電流は流れません。したがって、コンパレータの両入力は  $1.0V$  の基準電圧  $V_A$  と同一の電位になります。一方の入力(例えば非反転入力)が  $V_A$  から  $V$  動くと、



## 機能説明 (つづき)

R1 を  $V/R1$  の電流が流れます。これと同じ電流が R2 にも流れ、その結果コンパレータの 2 入力間に 2 V の電圧差が現れます。高利得のシステムが、フィードバックを通じて、この不均衡を修正し、両入力を 1.0V のレベルに戻します。

このユニークなコンパレータの入力段回路は柔軟性を増し、電圧レギュレータシステムでの外付け部品数を最小限にします。例えば、反転スイッチング・レギュレータ構成をセットアップするために、フィードバック極性を反転するための外部オペアンプを使用する必要はありません（「代表的なアプリケーション」を参照してください）。

## 発振器

LM2578A は内部発振器により 100kHz まで可変できます。Figure 1 で示すように、1 つの外部コンデンサ  $C_1$  によって周波数が決定し、下記の式で表されます。

$$f_{OSC} = 8 \times 10^{-5} / C_1$$

発振器は最大デューティ・サイクルを 90% に制限するためにブランキング・パルスと、内部回路へのリセット・パルスを提供します。

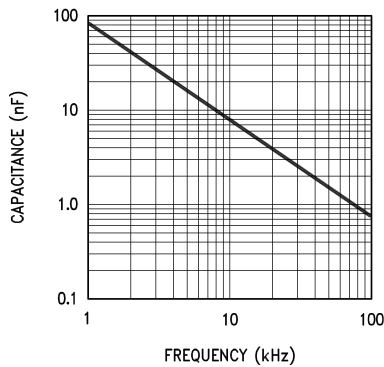


FIGURE 1. Value of Timing Capacitor vs Oscillator Frequency

## 出力トランジスタ

出力トランジスタは、0.9V 未満の飽和電圧で最大 750mA の電流を供給できます。「Collector Saturation Voltage (Sinking Current, Emitter Grounded)」のグラフを参照してください。

エミッタはグラウンドより 1V 以上低くできません（この制限は、 $T_j$  100 では 0.6V になります）。この制限により、負の出力電圧を得るためには外部トランジスタを使用します（「代表的なアプリケーション」の「反転レギュレータ」を参照してください）。その他の構成でも、この制限に反しないような保護措置が必要になる場合があります。（「アプリケーション情報」の「エミッタ出力」を参照してください）。

## 電流制限

LM2578A の電流制限は、グラウンドまたは  $V_{in}$  ピンのどちらかを基準にでき、1 サイクルごとに動作します。

電流制限部は 2 つのコンパレータによって構成されています。1 つは  $V_{in}$  から 110mV 低下させた電圧を基準とする非反転入力を持ち、他方は、グラウンドから 110mV 上がった電圧を基準とする反転入力を持ちます（「機能図」を参照）。電流制限は、電流制限端子電圧が  $V_{in}$  がグラウンドのどちらかから 110mV 以上離れたとき動作します。

## アプリケーション情報

## 電流制限

機能説明で述べたように、電流制限端子は  $V_{in}$  またはグラウンド端子のどちらかを基準にできます。制限電流を検出するために、R3 レジスタは検出する電流を電圧に変換します。

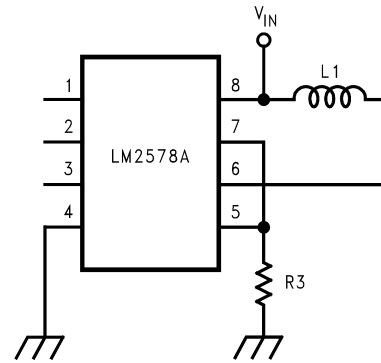


FIGURE 2. Current Limit, Ground Referred

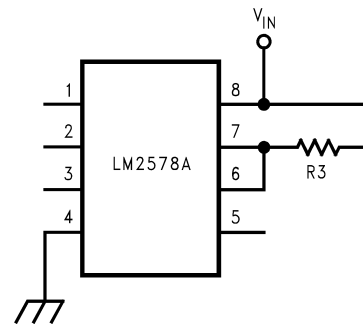


FIGURE 3. Current Limit,  $V_{in}$  Referred

## 電流制限回路のトランジェント抑制

スパイク・ノイズやスイッチング・トランジェントによって誤動作を防ぎ正常な制限動作をするため、ローパスフィルタとして R1 と C1 が電流制限回路の応答時間を制御します。

電流制限端子の検出電流はどこを基準にとるかによって変わります。R1 はグラウンドを基準にするときは 2k 未満、 $V_{in}$  を基準にするときは 100 未満でなければなりません。

## アプリケーション情報 (つづき)

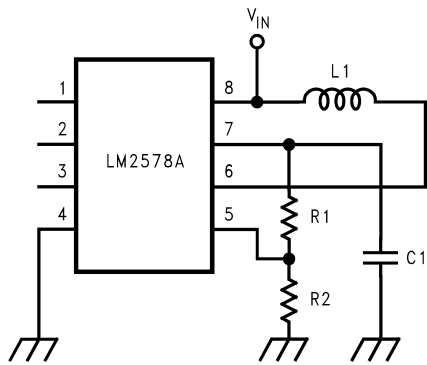
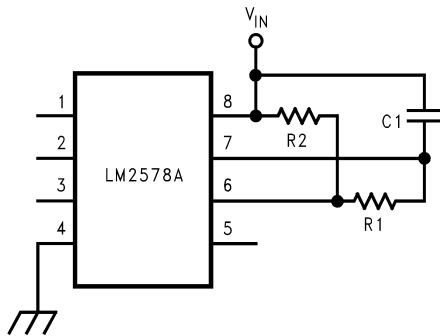


FIGURE 4. Current Limit Transient Suppressor, Ground Referred

FIGURE 5. Current Limit Transient Suppressor, V<sub>in</sub> Referred

## C.L. 検出電圧の増加

R1 と R2 から構成される抵抗分割により、検出抵抗値を大きくできます。これにより、検出電圧を  $(1 + R1/R2)$  の割合で有効に増加できます。また、R1 の代わりにダイオードを利用すれば、電流制限検出電圧を約 800mV に (ダイオードの  $V_f + 110mV$ ) 増やせます。

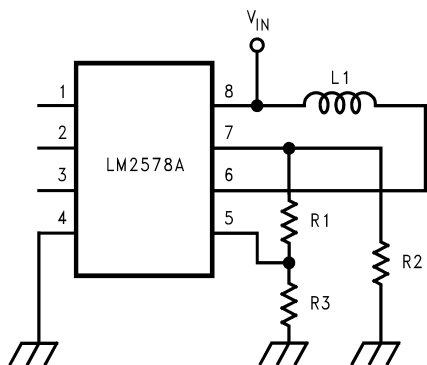
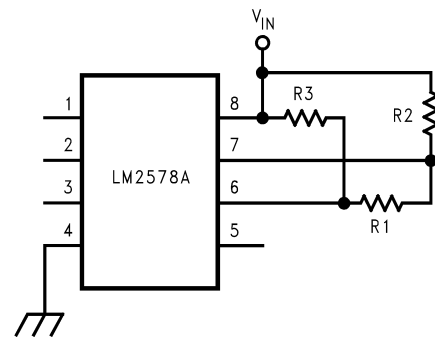


FIGURE 6. Current Limit Sense Voltage Multiplication, Ground Referred

FIGURE 7. Current Limit Sense Voltage Multiplication, V<sub>in</sub> Referred

## 低電圧停止機能 (アンダーボルテージ・ロックアウト)

低電圧停止機能は、わずかの外付け部品を使って実現できます。V<sub>in</sub> がツェナ・ダイオードの降伏電圧より低くなると、出力トランジスタがオフになります。これは、このときダイオード D1 が順方向バイアスされ、R3 が非反転入力から、反転端子での R1 および R2 の並列接続によるシンクより大きなシンク電流を生成するからです。R3 は R1 と R2 の並列抵抗値の 1/5 にします。

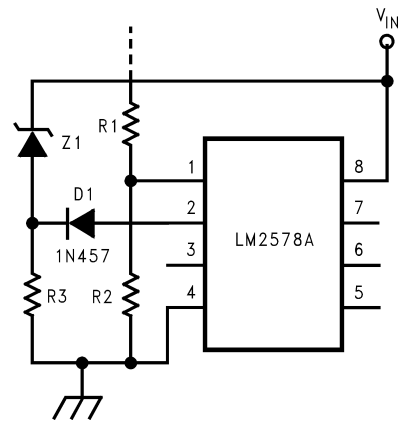


FIGURE 8. Under-Voltage Lockout

## 最大デューティ・サイクルの制限

発振コンデンサと1個の外部抵抗の充放電比を調整して、最大デューティ・サイクルを外部で制限できます。充電電流は通常 50μA、放電電流は 450μA、そして電圧振幅は 200mV ~ 750mV です。したがって R1 は希望する充放電の傾斜から選択します。そして、C1 を調整して発振器周波数を設定します。

アプリケーション情報 (つづき)

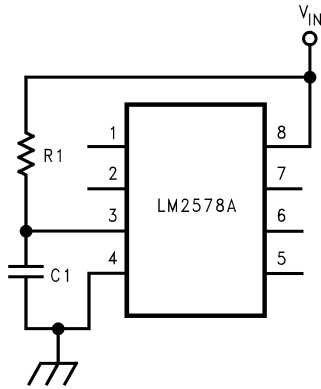


FIGURE 9. Maximum Duty Cycle Limiting

デューティ・サイクルの調整

出力トランジスタのデューティ・サイクルを必要に応じて手動または、機械的に選ぶ時は以下の回路を使用します。出力は発振器の各サイクルのはじめでオンになり、R2 および R3 へ非反転端子から引き込まれるシンク電流が反転端子からのシンク電流より大きくなったときにオフになります。

抵抗値を図のように設定したとき、R3 を使ってデューティ・サイクルを 0% ~ 90% に調整できます。

R2 と R3 の和が R1 の値の 2 倍になるとき、デューティ・サイクルは約 50% になります。発振器の周波数を 1Hz 未満に下げたため、C1 に大きな電解コンデンサも使えます。

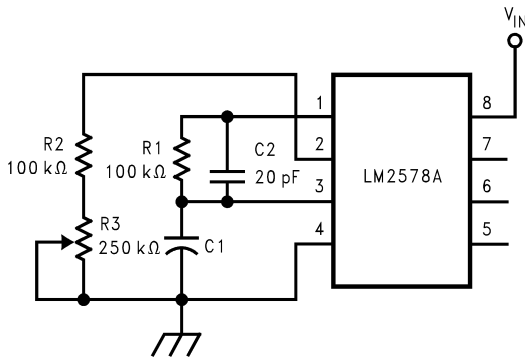


FIGURE 10. Duty Cycle Adjustment

リモート・シャットダウン

LM2578A は非反転入力から反転入力より大きい電流をシンクすることによってシャットダウンを遠隔操作します。これは R3 を R1 と R2 の並列抵抗の約半分を選ぶと行われます。

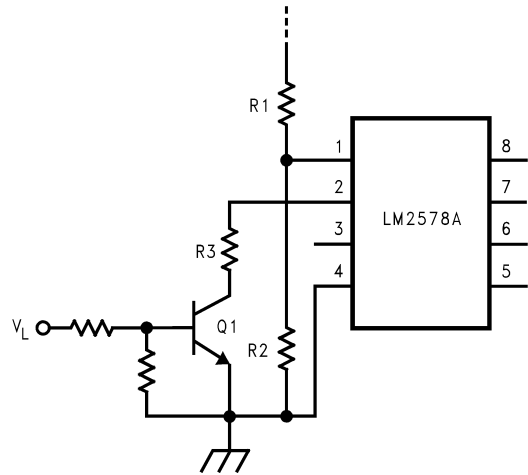


FIGURE 11. Shutdown Occurs when  $V_L$  is High

エミッタ出力

LM2578A の出力トランジスタがオフ状態のときに、エミッタ出力がグラウンド・ピン電圧より先下に振幅した場合、出力トランジスタはオンになります。これは、ベースがグラウンド電圧付近でクランプされるからです。「Collector Current with Emitter Output Below Ground」のグラフはこのモードで生成されるコレクタ電流の量と温度およびエミッタ電圧の関係を示しています。コレクタ・エミッタ電圧が高い場合、この電流は出力トランジスタで高電力損失を引き起こすので、避けてください。

高出力電流、高入力電圧の降圧型の用途では、エミッタ出力を使用して、キャッチ・ダイオードの順方向電圧降下が 0.6V 以上の場合にこの状態が発生する場合があります。キャッチ・ダイオードの順方向電圧降下に対応するためにファーストリカバリ・ダイオードをエミッタ出力と直列に接続できます (Figure 12 を参照してください)。高出力電流降圧型レギュレータの効率をさらに高めるために外部 PNP トランジスタを Figure 17 に示すように使用してください。

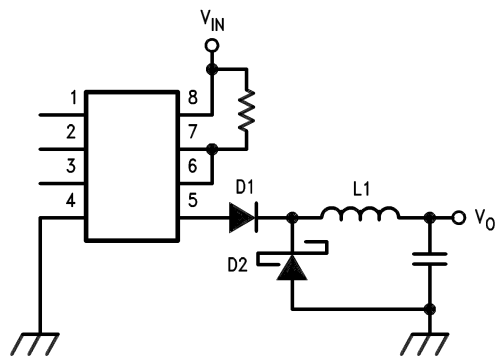


FIGURE 12. D1 Prevents Output Transistor from Improperly Turning ON due to D2's Forward Voltage

## アプリケーション情報 (つづき)

## デバイスの同期化

いくつかのデバイスを同時に動作させる場合、外部信号でそれらのデバイスの発振器を同期化できます。これを駆動する信号は最小パルス幅が  $2\mu\text{s}$  で振幅がおよそ  $1.5 \sim 2.0\text{V}$  のパルス波形でなければなりません。信号源は、1) 容量性負荷を駆動し、2) 各 LM2578A について最高  $500\mu\text{A}$  を供給できなければなりません。

コンデンサ  $C1 \sim CN$  の周波数は同期周波数より 20% 低い値にします。

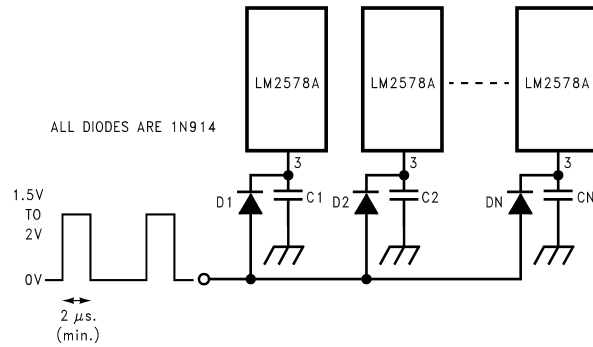


FIGURE 13. Synchronizing Devices

## 代表的なアプリケーション

LM2578A は、連続または不連続モードのどちらでも動作します。以下のアプリケーションは (反転型レギュレータを除く) 連続モードで動作するように設計されています。つまり、インダクタ電流はゼロに下がることがないので、高効率で不連続モードより EMI 特性が良くなります。

## 降圧型 (バック) レギュレータ

降圧型レギュレータは入力電圧を低い電圧レベルに変換するために用います。Figure 14 のトランジスタ Q1 は、DC 入力電圧をスイッチングし矩形波にします。次にこの矩形波は  $L1$  と  $C1$  からなるローパス・フィルタによって低い電圧値の DC 電圧に変換されます。矩形波のデューティ・サイクル  $D$  によって、出力電圧と入力電圧は次の等式で表される関係になります。

$$V_{out} = D \times V_{in} = V_{in} \times (t_{on}) / (t_{on} + t_{off})$$

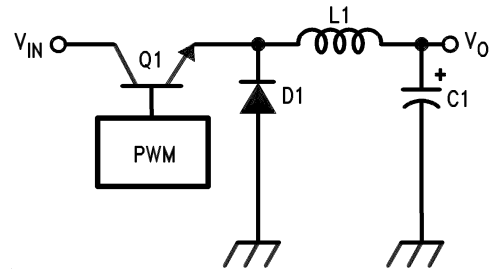


FIGURE 14. Basic Buck Regulator

Figure 15 は  $15\text{V}$  入力の  $5\text{V}/350\text{mA}$  出力の降圧型レギュレータです。この回路は  $I_{O(max)}$  の 20% で不連続動作モードになります。出力電圧リップルが  $10\text{mV}$ 、効率が 75%、ロード・レギュレーションが  $30\text{mV}$  ( $70\text{mA} \sim 350\text{mA}$ )、ライン・レギュレーションが  $10\text{mV}$  ( $12 \sim 18\text{V}$ ) です。

部品の値は次のように選択されます。

$$R1 = (V_o - 1) \times R2 \quad \text{ただし、} R2 = 10\text{k}$$

$$R3 = V / I_{sw(max)}$$

$$R3 = 0.15$$

ここで、 $V$  は電流制限検出電圧  $0.11\text{V}$ 、 $I_{sw(max)}$  は出力トランジスタの最大許容電流、 $L1$  はインダクタで、インダクタンス計算表 (Figure 16) から以下の方法で求められます。

$$V_{in} = 15\text{V}$$

$$V_o = 5\text{V}$$

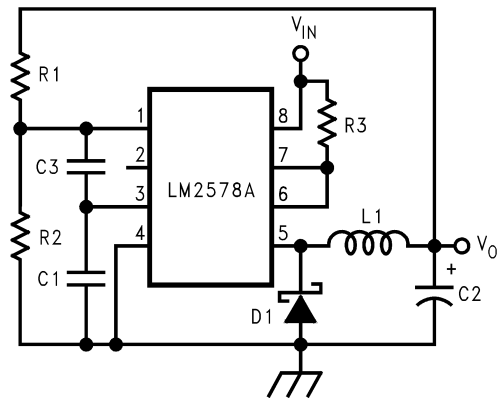
$$I_{O(max)} = 350\text{mA}$$

$$f_{OSC} = 50\text{kHz}$$

$$I_{O(max)} \text{ の } 20\% \text{ で不連続}$$

この回路は  $I_{O(max)}$  の 20% で不連続動作になるため、この部品定数では負荷電流を  $70\text{mA}$  より下げてはなりません。

アプリケーション情報 (つづき)



$V_{in} = 15V$	$R3 = 0.15$
$V_o = 5V$	$C1 = 1820\text{ pF}$
$V_{ripple} = 10\text{ mV}$	$C2 = 220\text{ }\mu\text{F}$
$I_o = 350\text{ mA}$	$C3 = 20\text{ pF}$
$f_{osc} = 50\text{ kHz}$	$L1 = 470\text{ }\mu\text{H}$
$R1 = 40\text{ k}$	$D1 = 1N5818$
$R2 = 10\text{ k}$	

**FIGURE 15. Buck or Step-Down Regulator**

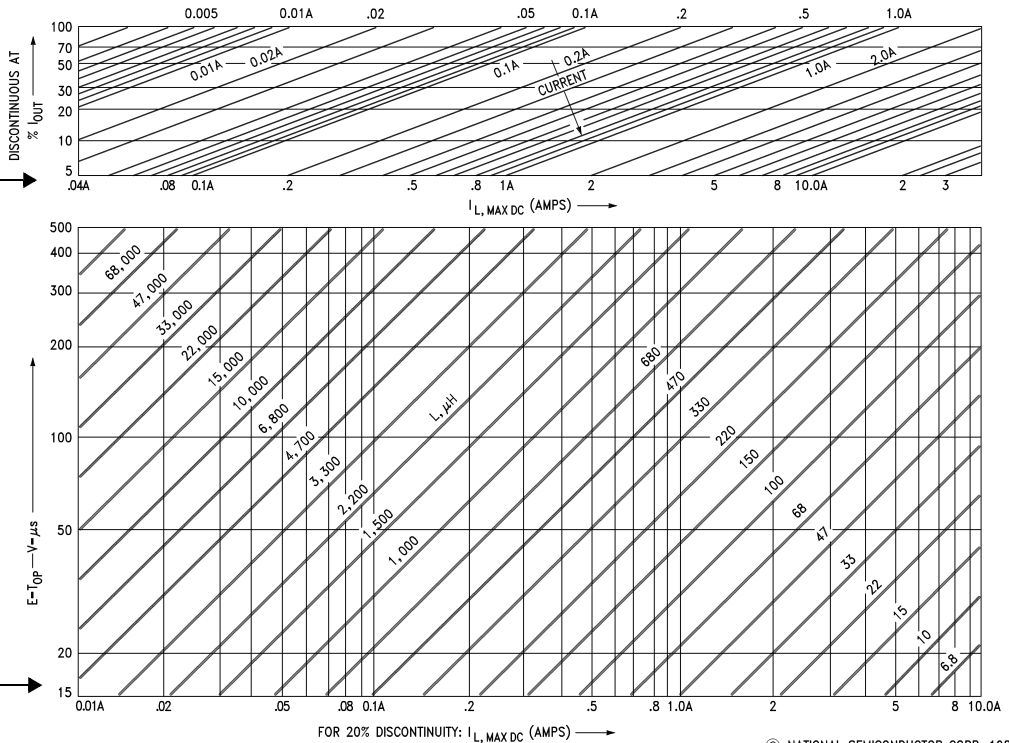
代表的なアプリケーション (つぎ)

本チャートの使用法

$I_{L, MAX DC}$  を計算  
 $E-T_{OP}$  を計算  
 希望する不連続の割合%  

$$= \frac{I_L \cdot 100\%}{2I_{L, MAX DC}}$$
  
 を入力。  
 20%でよければ進む。  
 で得た  $I_{L, MAX DC}$  値の点まで水平に移動  
 $I_{L, MAX DC}$  値の点から、  
 で得た  $E-T_{OP}$  値の点まで垂直に移動  
 $I_{L, MAX DC}$  が  $E-T_{OP}$  と  
 交差する点のインダクタ値を探す。  
 で得た  $I_{L, MAX DC}$  の  
 値を探す。  
 $I_{L, MAX DC}$  が  $E-T_{OP}$  値と  
 交差する点のインダクタ値を探す。

BUCK	BOOST	INVERT	
$I_L = I_{LOAD}$	$I_L = I_{LOAD} \frac{V_O}{V_{IN}}$	$I_L = I_{LOAD} \cdot \frac{V_{IN} +  V_O }{V_{IN}}$	$I_L$
$(V_{IN} - V_O) \cdot \frac{V_O}{V_{IN}} \cdot \frac{1000}{F, kHz}$	$(V_O - V_{IN}) \cdot \frac{V_{IN}}{V_O} \cdot \frac{1000}{F, kHz}$	$V_{IN} \cdot \frac{ V_O }{V_{IN} +  V_O } \cdot \frac{1000}{F, kHz}$	$E-T_{OP}$



© NATIONAL SEMICONDUCTOR CORP. 1988

FIGURE 16. DC/DC Inductance Calculator

## 代表的なアプリケーション ( つづき )

ステップ 1: インダクタ  $I_{L(max)}$  から最大 DC 電流を計算します。必要な式は表の上部に示されており、降圧型 ( バック ) 構成では  $I_{L(max)} = I_{O(max)}$  により  $I_{L(max)} = 350\text{mA}$  になります。

ステップ 2: 表に示されている式を使って、インダクタの電圧と時間の積  $E-T_{op}$  を計算します。降圧型では以下ようになります。

$$\begin{aligned} E-T_{op} &= (V_{in} - V_o) (V_o/V_{in}) (1000/f_{osc}) \\ &= (15 - 5) (5/15) (1000/50) \\ &= 66\text{V}\cdot\mu\text{s} \end{aligned}$$

発振器の周波数  $f_{osc}$  は kHz で表しています。

ステップ 3: “ Discontinuous At %  $I_{OUT}$  ” ( 不連続の割合 ) と “  $I_{L(max, DC)}$  ” の軸を持つグラフで最大インダクタ電流 “  $I_{L(max, DC)}$  ” が不連続の割合 (%) と交わる点を探します。

この例で、0.35A の線と 20% の線が交差する点は、横軸のほぼ中央に位置しています。

ステップ 4: この最後のステップでは、ステップ 3 で見つけた点をそのすぐ下のグラフに変換するだけです。そのためには、単にこの点を希望する  $E-T_{op}$  と交わる点まで真下に移動します。この例では、 $E-T_{op}$  は  $66\text{V}\cdot\mu\text{s}$  で、希望するインダクタ値は  $470\mu\text{H}$  です。この例では不連続の割合は 20% なので、表の説明のステップ 3 で示すように、下の表を直接に利用できます。

標準インダクタ値の完全なリストは、Pulse Engineering ( カリフォルニア州サンディエゴ ) に同社の PE526XX シリーズについて照会するか、または A.I.E.Magnetics ( テネシー州ナッシュビル ) に照会してください。

バック、ブースト、反転型レギュレータについて、より正確なインダクタンスは以下の方法で計算できます。

バック

$$L = V_o (V_{in} - V_o) / ( I_L V_{in} f_{osc} )$$

ブースト

$$L = V_{in} (V_o - V_{in}) / ( I_L f_{osc} V_o )$$

インバート

$$L = V_{in} |V_o| / [ I_L (V_{in} + |V_o|) f_{osc} ]$$

ここで、 $I_L$  はインダクタに流れる電流リップルです。通常、 $I_L$  は回路の予想最小負荷電流をもとに選択します。降圧型レギュレータでは、インダクタ電流  $I_L$  が負荷電流  $I_O$  に等しいので、次のようになります。

$$I_L = 2 \cdot I_{O(min)}$$

この回路では  $I_L = 140\text{mA}$  です。  $I_L$  はまた、次のように解釈することもできます。

$$I_L = 2 \cdot ( \text{不連続係数} ) \cdot I_L$$

不連続係数は最小負荷電流の最大負荷電流に対する比です。この例では不連続係数は 20% です。

その他の Figure 15 の外付部品の値は以下のように選択します。C1 は Figure 1 のタイミング・コンデンサです。

$$C2 = V_o (V_{in} - V_o) / ( 8f_{osc}^2 V_{in} V_{ripple} L )$$

ただし  $V_{ripple}$  はピーク・ツー・ピーク出力電圧リップルです。

C3 は連続動作のために必要で、一般的には  $10\text{pF} \sim 30\text{pF}$  の範囲です。

D1 は 1N5818 または 1N5819 などのショットキ・タイプのダイオードです。

### 降圧型電流ブースト・レギュレータ

大きな出力電流を要求するアプリケーションでは、図 17 に示すように、外部トランジスタを使用します。この回路は電源 15V を 5V に降圧し、出力電流 1.5A を得られます。出力リップルは  $50\text{mV}$  で、効率 80%、ロードレギュレーションが  $40\text{mV}$  ( $150\text{mA} \sim 1.5\text{A}$ )、ラインレギュレーションが  $20\text{mV}$  ( $12\text{V} \sim 18\text{V}$ ) です。

外付部品の値は降圧型レギュレータと同様に選択し、不連続係数は 10% とし、さらに R4 と R5 を追加します。

$$R4 = 10V_{BE1} B_f I_p$$

$$R5 = (V_{in} - V - V_{BE1} - V_{sat}) B_f / ( I_{L(max, DC)} + I_{R4} )$$

$V_{BE1}$  はトランジスタ Q1 の  $V_{BE}$  です。

$V_{sat}$  は LM2578A 出力トランジスタの飽和電圧です。

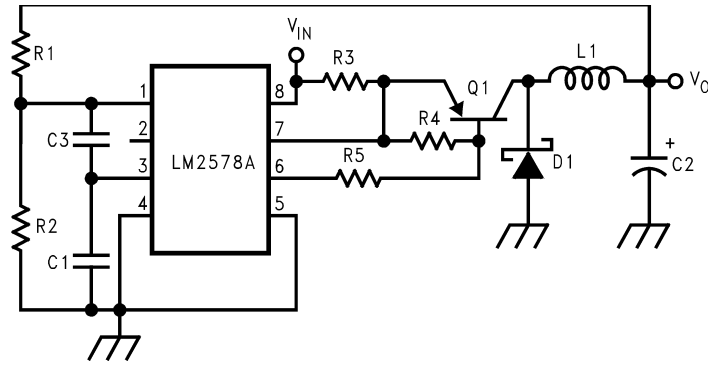
V は電流制限検出電圧です。

$B_f$  はトランジスタ Q1 の強制電流利得 (forced B) です。(Figure 17 では  $B_f = 30$ )

$$I_{R4} = V_{BE1} / R4$$

$$I_p = I_{L(max, DC)} + 0.5 I_L$$

代表的なアプリケーション (つぎ)



$V_{in} = 15V$	$R4 = 200$	$f_{osc} = 50\text{ kHz}$	$C3 = 20\text{ pF}$
$V_o = 5V$	$R5 = 330$	$R1 = 40\text{ k}$	$L1 = 220\text{ }\mu\text{H}$
$V_{ripple} = 50\text{ mV}$	$C1 = 1820\text{ pF}$	$R2 = 10\text{ k}$	$D1 = 1N5819$
$I_o = 1.5A$	$C2 = 330\text{ }\mu\text{F}$	$R3 = 0.05$	$Q1 = D45$

FIGURE 17. Buck Converter with Boosted Output Current

昇圧型 (ブースト) レギュレータ

昇圧型レギュレータは低入力電圧を高出力電圧に変換します。基本的な構成は Figure 18 に示します。エネルギーは、トランジスタがオンのときインダクタに蓄えられ、トランジスタがオフになったときに蓄えられたエネルギーと入力電圧が出力コンデンサに加われば動作します。したがって

$$V_o = V_{in} + V_{in}(t_{on}/t_{off})$$

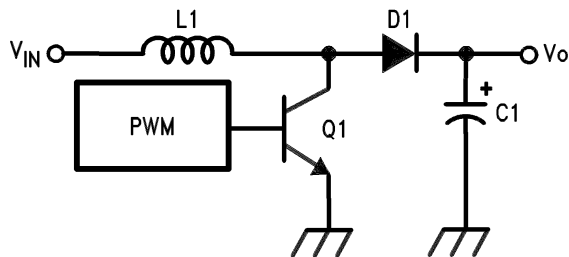
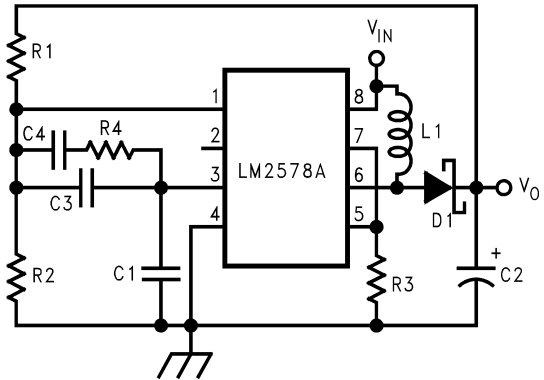


FIGURE 18. Basic Boost Regulator

Figure 19 の回路は 5V 電源電圧を 15V に変換し、出力電流は 150mA 得られます。その際のロード・レギュレーションは 14mV (30mA ~ 140mA)、ライン・レギュレーションは 35mV (4.5V  $V_{in}$  8.5V) です。



$V_{in} = 5V$	$R4 = 200\text{ k}$
$V_o = 15V$	$C1 = 1820\text{ pF}$
$V_{ripple} = 10\text{ mV}$	$C2 = 470\text{ }\mu\text{F}$
$I_o = 140\text{ mA}$	$C3 = 20\text{ pF}$
$f_{osc} = 50\text{ kHz}$	$C4 = 0.0022\text{ }\mu\text{F}$
$R1 = 140\text{ k}$	$L1 = 330\text{ }\mu\text{H}$
$R2 = 10\text{ k}$	$D1 = 1N5818$
$R3 = 0.15$	

FIGURE 19. Boost or Step-Up Regulator

$$R1 = (V_o - 1) R2 \text{ ただし、} R2 = 10\text{ k}$$

$$R3 = V / (I_{L(max, DC)} + 0.5 I_L)$$

$$\text{ここで、} I_L = 2(I_{LOAD(min)})(V_o/V_{in})$$

この例では、 $I_L$  は 200mA です。

R4、C3、C4 は連続動作モードのために必要であり、通常それぞれ 220k、20pF および 0.0022 $\mu$ F です。

C1 は Figure 1 に示すタイミング・コンデンサです。

$$C2 = I_o (V_o - V_{in}) / (f_{osc} V_o V_{ripple})$$

D1 は 1N5818 または 1N5819 のようなショットキ・タイプのダイオードです。

L1 は Figure 16 にあるブースト構成のインダクタンスの表と不連続係数 20%を使用して求めます。



代表的なアプリケーション (つぎ)

反転型レギュレータ

Figure 20 は反転型レギュレータの基本構成を示しています。入力電圧は正極性ですが、出力電圧は負極性です。出力電圧は入力より小さい電圧、同一電圧、または高い電圧です。入力電圧と出力電圧の大きさの関係は  $V_o = V_{in} (t_{on}/t_{off})$  となります。

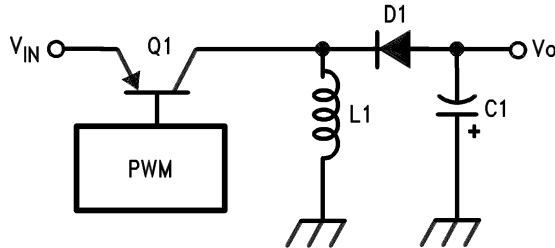


FIGURE 20. Basic Inverting Regulator

Figure 21 は LM2578A を 5V から -15V の極性反転型で使用した場合を示しており、300mA の出力電流が得られます。ロードレギュレーションは 44mV (60mA ~ 300mA)、そしてラインレギュレーションは 50mV (4.5V  $V_{in}$  8.5V) です。

$$R1 = (|V_o| + 1) R2 \text{ ただし、} R2 = 10k$$

$$R3 = V / (I_{L(max, DC)} + 0.5 I_L)$$

$$R4 = 10V_{BE1} B_f (I_{L(max, DC)} + 0.5 I_L)$$

$V$ 、 $V_{BE1}$ 、 $V_{sat}$ 、 $B_f$  は「降圧型電流ブーストレギュレータ」の項で定義するとおりです。

$$I_L = 2(I_{LOAD(min)})(V_{in} + |V_o|) / V_{IN}$$

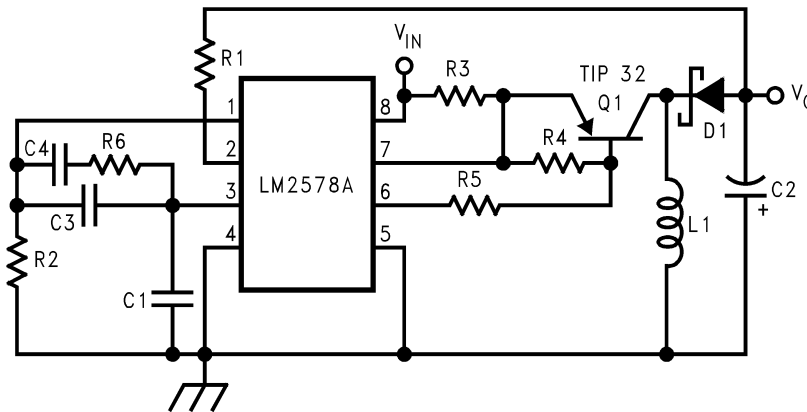
R5 は「降圧型電流ブーストレギュレータ」の項で定義するとおりです。

R6 は昇圧型レギュレータの R4 と同じ役割をもち、通常 220k です。

C1、C3、C4 は「昇圧型レギュレータ」の項で定義するとおりです。

$$C2 = I_o |V_o| / [f_{osc} (|V_o| + V_{in}) V_{ripple}]$$

L1 はバックコンバータの項で概略を示しています。Figure 16 にあるインバート構成のインダクタンス表と不連続係数 20% を使用して求めます。



$V_{in} = 5V$   
 $V_o = -15V$   
 $V_{ripple} = 5mV$   
 $I_o = 300mA$   
 $I_{min} = 60mA$

$R4 = 190$   
 $R5 = 82$   
 $R6 = 220k$   
 $C1 = 1820pF$   
 $C2 = 1000\mu F$

$f_{osc} = 50kHz$   
 $R1 = 160k$   
 $R2 = 10k$   
 $R3 = 0.01$

$C3 = 20pF$   
 $C4 = 0.0022\mu F$   
 $L1 = 150\mu H$   
 $D1 = 1N5818$

FIGURE 21. Inverting Regulator

昇降圧型 (バックブースト) レギュレータ

Figure 22 で示す昇降圧型レギュレータは、希望する出力電圧が入力電圧より高いか低いかによって降圧あるいは昇圧動作をします。この場合、入力電圧 9V ~ 15V で出力電圧は 12V です。この回路は効率が 75%、ロードレギュレーションが 60mV (10mA ~ 100mA)、ラインレギュレーションが 52mV です。

$$R1 = (V_o - 1) R2 \text{ ただし、} R2 = 10k$$

$$R3 = V / 0.75A$$

R4、C1、C3、C4 は「昇圧型 (ブースト) レギュレータ」の項で定義するとおりです。

D1 と D2 は 1N5818 または 1N5819 のようなショットキ・タイプのダイオードです。

$$C2 \geq \frac{(I_o / V_{ripple})(V_o + 2V_d)}{[f_{osc}(V_{in} + V_o + 2V_d - V_{sat} - V_{sat1})]}$$

$V_d$  はダイオードの順方向電圧降下です。

$V_{sat}$  は LM2578A の出力トランジスタ飽和電圧です。

$V_{sat1}$  はトランジスタ Q1 の飽和電圧です。

$$L1 = (V_{in} - V_{sat} - V_{sat1})(t_{on} / I_p)$$

代表的なアプリケーション (つぎ)

ここで、

$$t_{on} = \frac{(1/f_{osc})(V_o + 2V_d)}{(V_o + V_{in} + 2V_d - V_{sat} - V_{sat1})}$$

$$I_p = \frac{2I_o(V_{in} + V_o + 2V_d - V_{sat} - V_{sat1})}{(V_{in} - V_{sat} - V_{sat1})}$$

**RS-232 ライン・ドライバ電源**

Figure 23 で示す電源は、4.2V (標準 5V) の低入力電圧で動作し、70%以上の効率で± 40mA、± 12V の出力電圧を供給します。この回路のロード・レギュレーションは± 150mV (全負荷の10%~ 100%)、ライン・レギュレーションは± 10mV です。このほかに、1 サイクルごとに動作する電流制限と 40mVp-p 未満の出力電圧リップルなどの特長があります。

この回路の独自の特長として、両出力からフィードバックをかけています。このデュアル・フィードバック構成によって、出力電圧レギュレーションは両出力に分配されるので、シングル・フィードバック・システムのように、一方がアンバランスになることがありません。また、両出力ともレギュレートされているので出力レギュレーションのためにシリーズ・レギュレータを追加する必要はありません。

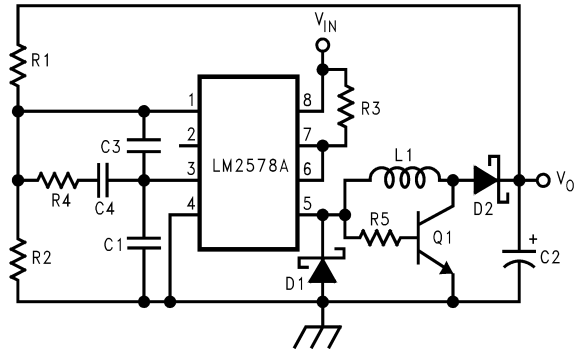
R1 を 10k にすると、フィードバック抵抗 R2 と R3 の値は次のようになります。

$$R2 = (|V_o| - 1V)/45.8 \mu A = 240 k$$

$$R3 = (|V_o| + 1V)/54.2 \mu A = 240 k$$

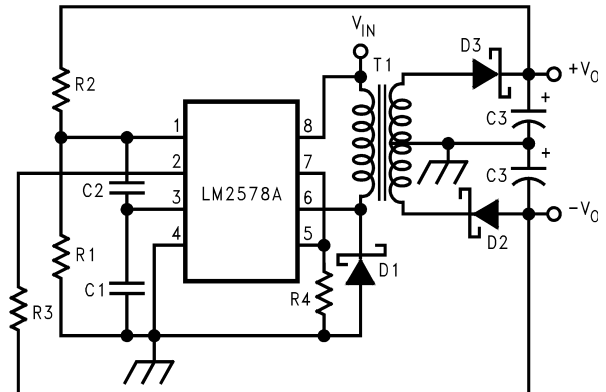
実際には、フィードバック抵抗の値を求めるために用いる電流は、40μA から 60μA の範囲で選べます。ただし、その合計は R1 の両端に 1V を発生するのに必要な 100μA にならなければなりません。理想的にはこれらの電流を等しい大きさ (それぞれ 50μA) にすれば最も適切な制御が得られます。しかし、この例のように、標準の抵抗値を使用するために、等しくならなくても構いません。この結果生じる2出力間のレギュレーションのミスマッチはごくわずかです。

電流制限抵抗 R4 は、電流制限スレッシュホールド電圧を出力スイッチの最大ピーク電流レベルで割れば選択されます。したがって、R4 = 110mV/750mA = 0.15 です。0.1 の値を使用します。



- 9V  $V_{in}$  15V  $R5 = 270$
- $V_o = 12V$   $C1 = 1820 pF$
- $I_o = 100 mA$   $C2 = 220 \mu F$
- $V_{ripple} = 50 mV$   $C3 = 20 pF$
- $f_{osc} = 50 kHz$   $C4 = 0.0022 \mu F$
- $R1 = 110k$   $L1 = 220 \mu H$
- $R2 = 10k$   $D1, D2 = 1N5819$
- $R3 = 0.15$   $Q1 = D44$
- $R4 = 220k$

**FIGURE 22. Buck-Boost Regulator**



- $V_{in} = 5V$   $R4 = 0.15$
- $V_o \pm 12V$   $C1 = 820 pF$
- $I_o = \pm 40 mA$   $C2 = 10 pF$
- $f_{osc} = 80 kHz$   $C3 = 220 \mu F$
- $R1 = 10 k$   $D1, D2, D3 = 1N5819$
- $R2 = 240 k$   $T1 = PE-64287$
- $R3 = 240 k$

**FIGURE 23. RS-232 Line Driver Power Supply**

コンデンサ C1 は発振周波数を決定します。これは Figure 1 から選択できます。

コンデンサ C2 は同期動作のための補償コンデンサとして動作します。ほとんどのアプリケーションでは 10 ~ 50pF で充分です。

### 代表的なアプリケーション (つぎ)

出力コンデンサ C3 の最小値は理想コンデンサとした場合  $C = I_o \times t / V$  として計算されます。ここでは、 $I_o$  は負荷電流、 $t$  はトランジスタのオン時間 (一般的には  $0.4/f_{osc}$ ) であり、 $V$  はピーク・ツー・ピーク出力電圧リップルです。電解コンデンサは高周波特性が悪いので、この論理値より大きい出力コンデンサを使用しなければなりません。経験的に、計算値の 5 ~ 10 倍の値を使用すべきです。

効率を良くするためには、ダイオードの順方向電圧降下が低く、高速スイッチング特性を持ったダイオードを使用しなければなりません。1N5819 ショットキ・ダイオードがこれに適しています。

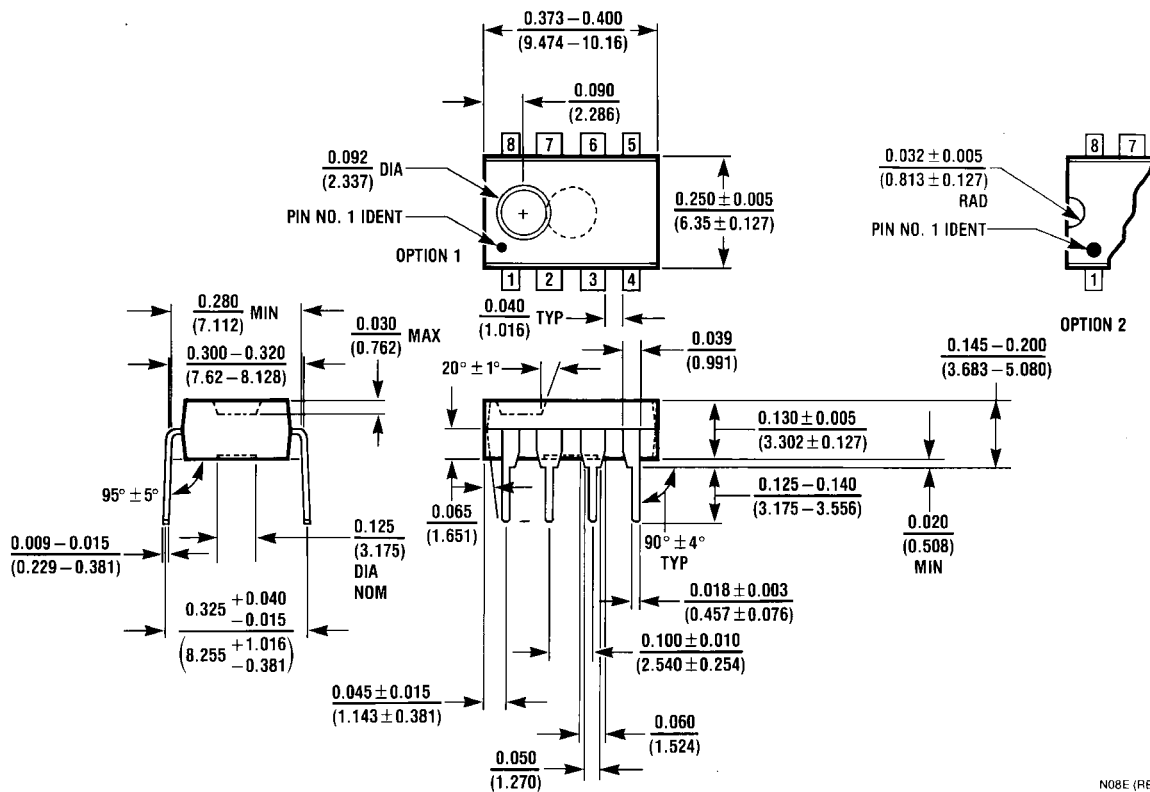
トランスの選択では、出力トランジスタ「オン」タイム  $0.4/f_{osc}$  間に出力トランジスタの定格電流 750mA を越えないよう一次インダクタンスを十分に高く選びます。さらに、Pulse Engineering (カリフォルニア州サンティエゴ) と Renco Electronics 社 (ニューヨーク州デアー・パーク) から、特定のアプリケーション・ニーズに合わせた適切なトランスの選択に役立つ情報が入手できます。Figure 23 で使用したトランスは、Pulse Engineering の PE-64287 です。

### 基板レイアウト

スイッチング・レギュレータを設計する上で、パターン設計は重要です。AN-1149、AN-1229 (いずれも和文あり) に記載されているパターン設計のガイドラインをご参照ください。



外形寸法図 特記のない限り inches (millimeters) (つづき)



N08E (REV F)

Molded Dual-In-Line Package (N)  
Order Number LM2578AN or LM3578AN  
NS Package Number N08E

このドキュメントの内容はナショナル セミコンダクター 社製品の関連情報として提供されます。ナショナル セミコンダクター 社は、この発行物の内容の正確性または完全性について、いかなる表明または保証もいたしません。また、仕様と製品説明を予告なく変更する権利を有します。このドキュメントはいかなる知的財産権に対するライセンスも、明示的、黙示的、禁反言による惹起、またはその他を問わず、付与するものではありません。

試験や品質管理は、ナショナル セミコンダクター 社が自社の製品保証を維持するために必要と考える範囲に用いられます。政府が課す要件によって指定される場合を除き、各製品のすべてのパラメータの試験を必ずしも実施するわけではありません。ナショナル セミコンダクター 社は製品適用の援助や購入者の製品設計に対する義務は負いかねます。ナショナル セミコンダクター 社の部品を使用した製品および製品適用の責任は購入者にあります。ナショナル セミコンダクター 社の製品を用いたいかなる製品の使用または供給に先立ち、購入者は、適切な設計、試験、および動作上の安全手段を講じなければなりません。

それら製品の販売に関するナショナル セミコンダクター 社との取引条件で規定される場合を除き、ナショナル セミコンダクター 社は一切の義務を負わないものとし、また、ナショナル セミコンダクター 社の製品の販売が使用、またはその両方に関連する特定目的への適合性、商品の機能性、ないしは特許、著作権、または他の知的財産権の侵害に関連した義務または保証を含むいかなる表明または黙示的保証も行いません。

#### 生命維持装置への使用について

ナショナル セミコンダクター 社の製品は、ナショナル セミコンダクター 社の最高経営責任者 (CEO) および法務部門 (GENERAL COUNSEL) の事前の書面による承諾がない限り、生命維持装置または生命維持システム内のきわめて重要な部品に使用することは認められていません。

ここで、生命維持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。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。

National Semiconductor とナショナル セミコンダクター のロゴはナショナル セミコンダクター コーポレーションの登録商標です。その他のブランドや製品名は各権利所有者の商標または登録商標です。

Copyright © 2007 National Semiconductor Corporation  
製品の最新情報については [www.national.com](http://www.national.com) をご覧ください。

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/)

本資料に掲載されているすべての回路の使用に起因する第三者の特許権その他の権利侵害に関して、弊社ではその責を負いません。また掲載内容は予告無く変更されることがありますのでご了承ください。

# 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たり、保証もしくは是認するということの意味しません。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 © 2012, 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。）

- 直射日光があたる状態で保管・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