

LM1575,LM2575,LM2575HV

LM1575/LM2575/LM2575HV SIMPLE SWITCHER 1A Step-Down Voltage Regulator



Literature Number: JAJ5781

LM2575/LM2575HV

SIMPLE SWITCHER[®] 1A 降圧型電圧レギュレータ

概要

LM2575 シリーズは、降圧型（バック）スイッチング・レギュレータのアクティブ機能のすべてを内蔵したモノリシック集積回路で、1A の負荷を駆動でき、優れたラインおよびロード・レギュレーション能力を持っています。これらのデバイスは、3.3V、5V、12V、15V の固定出力電圧、および可変出力電圧タイプがあります。

外付け部品は必要最小限となっており、これらのレギュレータは使い易く、内部で周波数補償され、固定周波数発振器を内蔵しています。

LM2575 シリーズは、通常の 3 端子リニア・レギュレータに代わる高効率レギュレータです。その高効率によって、ヒートシンクのサイズを大幅に減らすことができ、ほとんどの場合ヒートシンクを必要としません。

標準インダクタは、メーカー数社から発売されており、LM2575 シリーズを使用するにあたって最も適当と思われるものを購入することができます。そのため、スイッチング電源の設計が大幅に簡略化されています。

その他の特長としては、規定入力電圧と出力負荷条件内で $\pm 4\%$ の出力電圧許容誤差、および $\pm 10\%$ の発振器周波数許容誤差が保証されています。また外部シャットダウン機能を内蔵しており、50 μA （代表値）のスタンバイ電流を実現しています。また、異常条件でも完全に保護動作の保証される熱暴走保護機能（サーマル・シャットダウン）とサイクルごとの電流制限回路も内蔵しています。

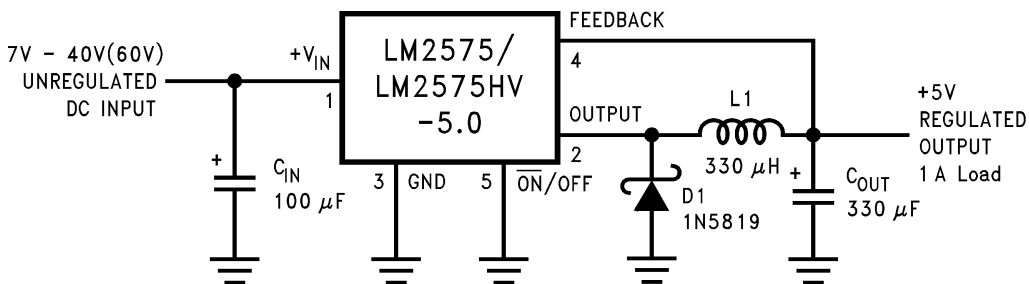
特長

- 3.3V、5V、12V、15V、および可変出力電圧バージョン
- 可変出力電圧バージョンは 1.23V ~ 37V (HV バージョンは 57V) の出力電圧範囲で、ラインおよび負荷条件に対して最大 $\pm 4\%$ の出力誤差
- 出力電流 1A 保証
- 広入力電圧範囲、40V、HV バージョンでは最大 60V
- 4 個の外付け部品で動作可能
- 52kHz の固定周波数発振器内蔵
- TTL レベルのシャットダウン機能
- 低消費スタンバイモード
- 高効率
- 入手が容易な標準インダクタ
- 熱暴走保護および電流制限保護回路内蔵

アプリケーション

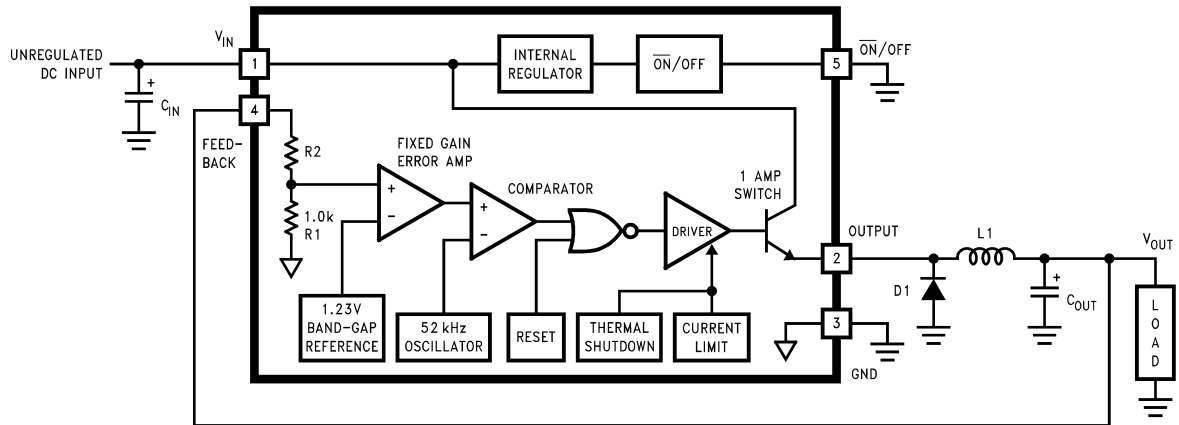
- シンプルな高効率降圧型（バック）レギュレータ
- リニアレギュレータのための高効率プリレギュレータ
- オンボード・スイッチング・レギュレータ
- 反転型コンバータ（バックブースト）

代表的なアプリケーション（固定出力電圧バージョン）



Note: ヒン番号は TO-220 パッケージ用です。

ブロック図と代表的なアプリケーション



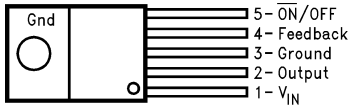
3.3V, R2 = 1.7k
 5V, R2 = 3.1k
 12V, R2 = 8.84k
 15V, R2 = 11.3k
 For ADJ. Version
 R1 = Open, R2 = 0

Note: ピン番号は TO-220 パッケージ用です。

FIGURE 1.

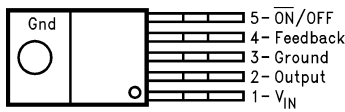
ピン配置図 (XX は出力電源オプションを示します。全部品番号については「製品情報」を参照ください。)

**Straight Leads
5-Lead TO-220 (T)**

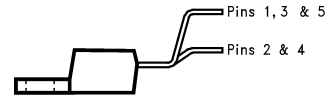


Top View
LM2575T-XX or LM2575HVT-XX
See NS Package Number T05A

**Bent, Staggered Leads
5-Lead TO-220 (T)**

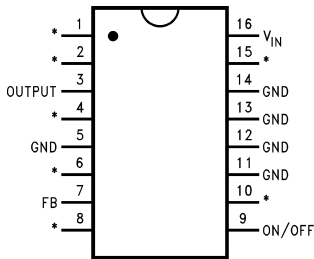


Top View



Side View
LM2575T-XX Flow LB03 or
LM2575HVT-XX Flow LB03
See NS Package Number T05D

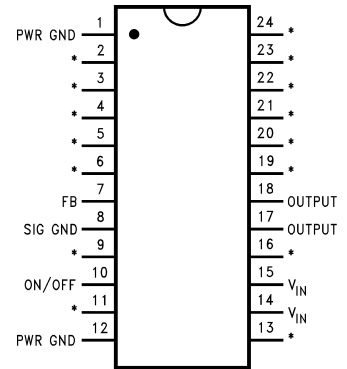
16-Lead DIP (N)



* 内部接続なし

Top View
LM2575N-XX or LM2575HVN-XX
See NS Package Number N16A

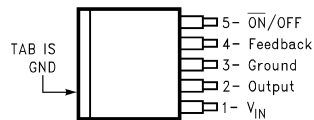
24-Lead Surface Mount (M)



* 内部接続なし

Top View
LM2575M-XX or LM2575HVM-XX
See NS Package Number M24B

**TO-263(S)
5-Lead Surface-Mount Package**



Top View



Side View
LM2575S-XX or LM2575HVS-XX
See NS Package Number TS5B

製品情報

Package Type	NSC Package Number	Standard Voltage Rating (40V)	High Voltage Rating (60V)	Temperature Range
5-Lead TO-220 Straight Leads	T05A	LM2575T-3.3 LM2575T-5.0 LM2575T-12 LM2575T-15 LM2575T-ADJ	LM2575HVT-3.3 LM2575HVT-5.0 LM2575HVT-12 LM2575HVT-15 LM2575HVT-ADJ	-40°C ≤ T _J ≤ +125°C
5-Lead TO-220 Bent and Staggered Leads	T05D	LM2575T-3.3 Flow LB03 LM2575T-5.0 Flow LB03 LM2575T-12 Flow LB03 LM2575T-15 Flow LB03 LM2575T-ADJ Flow LB03	LM2575HVT-3.3 Flow LB03 LM2575HVT-5.0 Flow LB03 LM2575HVT-12 Flow LB03 LM2575HVT-15 Flow LB03 LM2575HVT-ADJ Flow LB03	
16-Pin Molded DIP	N16A	LM2575N-5.0 LM2575N-12 LM2575N-15 LM2575N-ADJ	LM2575HVN-5.0 LM2575HVN-12 LM2575HVN-15 LM2575HVN-ADJ	
24-Pin Surface Mount	M24B	LM2575M-5.0 LM2575M-12 LM2575M-15 LM2575M-ADJ	LM2575HVM-5.0 LM2575HVM-12 LM2575HVM-15 LM2575HVM-ADJ	
5-Lead TO-263 Surface Mount	TS5B	LM2575S-3.3 LM2575S-5.0 LM2575S-12 LM2575S-15 LM2575S-ADJ	LM2575HVS-3.3 LM2575HVS-5.0 LM2575HVS-12 LM2575HVS-15 LM2575HVS-ADJ	

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。

最小 ESD 耐圧 (C = 100pF, R = 1.5k) 2 kV
 リード温度 (ハンダ付け、10 秒) 260

最大電源電圧

LM2575 45V
 LM2575HV 63V

ON/OFF ピン入力電圧 - 0.3V V + V_{IN}
 グラウンドに対する出力電圧 (定常状態) - 1V

消費電力 内部制限

保存温度範囲 - 65 ~ + 150

最大接合部温度 150

動作定格

動作温度範囲

LM2575/LM2575HV - 40 T_J + 125

電源電圧

LM2575 40V

LM2575HV 60V

電気的特性 - LM2575-3.3、LM2575HV-3.3

標準文字で表記される規格値は、T_J = 25 に対するもので、太字は全動作温度範囲に適用されます。

Symbol	Parameter	Conditions	Typ	LM2575-3.3	Units (Limits)
				LM2575HV-3.3	
				Limit (Note 3)	
SYSTEM PARAMETERS (Note 4) Test Circuit <i>Figure 2</i>					
V _{OUT}	Output Voltage	V _{IN} = 12V, I _{LOAD} = 0.2A Circuit of <i>Figure 2</i>	3.3	3.234 3.366	V V(Min) V(Max)
V _{OUT}	Output Voltage LM1575/LM2575	4.75V ≤ V _{IN} ≤ 40V, 0.2A ≤ I _{LOAD} ≤ 1A Circuit of <i>Figure 2</i>	3.3	3.168/ 3.135 3.432/ 3.465	V V(Min) V(Max)
V _{OUT}	Output Voltage LM2575HV	4.75V ≤ V _{IN} ≤ 60V, 0.2A ≤ I _{LOAD} ≤ 1A Circuit of <i>Figure 2</i>	3.3	3.168/ 3.135 3.450/ 3.482	V V(Min) V(Max)
η	Efficiency	V _{IN} = 12V, I _{LOAD} = 1A	75		%

電気的特性 - LM2575-5.0、LM2575HV-5.0

標準文字で表記される規格値は、T_J = 25 に対するもので、太字は全動作温度範囲に適用されます。

Symbol	Parameter	Conditions	Typ	LM2575-5.0	Units (Limits)
				LM2575HV-5.0	
				Limit (Note 3)	
SYSTEM PARAMETERS (Note 4) Test Circuit <i>Figure 2</i>					
V _{OUT}	Output Voltage	V _{IN} = 12V, I _{LOAD} = 0.2A Circuit of <i>Figure 2</i>	5.0	4.900 5.100	V V(Min) V(Max)
V _{OUT}	Output Voltage LM1575/LM2575	0.2A ≤ I _{LOAD} ≤ 1A, 8V ≤ V _{IN} ≤ 40V Circuit of <i>Figure 2</i>	5.0	4.800/ 4.750 5.200/ 5.250	V V(Min) V(Max)

電气的特性 - LM2575-5.0、LM2575HV-5.0 (つづき)

標準文字で表記される規格値は、 $T_j = 25$ に対するもので、太字は全動作温度範囲に適用されます。

Symbol	Parameter	Conditions	Typ	LM2575-5.0 LM2575HV-5.0	Units (Limits)
				Limit (Note 3)	
V_{OUT}	Output Voltage LM2575HV	$0.2A \leq I_{LOAD} \leq 1A$, $8V \leq V_{IN} \leq 60V$ Circuit of <i>Figure 2</i>	5.0		V
				4.800/ 4.750 5.225/ 5.275	V(Min) V(Max)
η	Efficiency	$V_{IN} = 12V, I_{LOAD} = 1A$	77		%

電气的特性 - LM2575-12、LM2575HV-12

標準文字で表記される規格値は、 $T_j = 25$ に対するもので、太字は全動作温度範囲に適用されます。

Symbol	Parameter	Conditions	Typ	LM2575-12 LM2575HV-12	Units (Limits)
				Limit (Note 3)	
SYSTEM PARAMETERS (Note 4) Test Circuit <i>Figure 2</i>					
V_{OUT}	Output Voltage	$V_{IN} = 25V, I_{LOAD} = 0.2A$ Circuit of <i>Figure 2</i>	12		V
				11.76 12.24	V(Min) V(Max)
V_{OUT}	Output Voltage LM1575/LM2575	$0.2A \leq I_{LOAD} \leq 1A$, $15V \leq V_{IN} \leq 40V$ Circuit of <i>Figure 2</i>	12		V
				11.52/ 11.40 12.48/ 12.60	V(Min) V(Max)
V_{OUT}	Output Voltage LM2575HV	$0.2A \leq I_{LOAD} \leq 1A$, $15V \leq V_{IN} \leq 60V$ Circuit of <i>Figure 2</i>	12		V
				11.52/ 11.40 12.54/ 12.66	V(Min) V(Max)
η	Efficiency	$V_{IN} = 15V, I_{LOAD} = 1A$	88		%

LM2575-15、LM2575HV-15

標準文字で表記される規格値は、 $T_j = 25$ に対するもので、太字は全動作温度範囲に適用されます。

Symbol	Parameter	Conditions	Typ	LM2575-15 LM2575HV-15	Units (Limits)
				Limit (Note 3)	
SYSTEM PARAMETERS (Note 4) Test Circuit <i>Figure 2</i>					
V_{OUT}	Output Voltage	$V_{IN} = 30V, I_{LOAD} = 0.2A$ Circuit of <i>Figure 2</i>	15		V
				14.70 15.30	V(Min) V(Max)
V_{OUT}	Output Voltage LM1575/LM2575	$0.2A \leq I_{LOAD} \leq 1A$, $18V \leq V_{IN} \leq 40V$ Circuit of <i>Figure 2</i>	15		V
				14.40/ 14.25 15.60/ 15.75	V(Min) V(Max)
V_{OUT}	Output Voltage LM2575HV	$0.2A \leq I_{LOAD} \leq 1A$, $18V \leq V_{IN} \leq 60V$ Circuit of <i>Figure 2</i>	15		V
				14.40/ 14.25 15.68/ 15.83	V(Min) V(Max)
η	Efficiency	$V_{IN} = 18V, I_{LOAD} = 1A$	88		%

電气的特性 - LM2575-ADJ、LM2575HV-ADJ

標準文字で表記される規格値は、 $T_j = 25$ に対するもので、太字は全動作温度範囲に適用されます。

Symbol	Parameter	Conditions	Typ	LM2575-ADJ	Units (Limits)
				LM2575HV-ADJ	
Limit (Note 3)					
SYSTEM PARAMETERS (Note 4) Test Circuit <i>Figure 2</i>					
V_{OUT}	Feedback Voltage	$V_{IN} = 12V, I_{LOAD} = 0.2A$ $V_{OUT} = 5V$ Circuit of <i>Figure 2</i>	1.230	1.217 1.243	V V(Min) V(Max)
V_{OUT}	Feedback Voltage LM1575/LM2575	$0.2A \leq I_{LOAD} \leq 1A,$ $8V \leq V_{IN} \leq 40V$ $V_{OUT} = 5V, \text{Circuit of } Figure 2$	1.230	1.193/ 1.180 1.267/ 1.280	V V(Min) V(Max)
V_{OUT}	Feedback Voltage LM2575HV	$0.2A \leq I_{LOAD} \leq 1A,$ $8V \leq V_{IN} \leq 60V$ $V_{OUT} = 5V, \text{Circuit of } Figure 2$	1.230	1.193/ 1.180 1.273/ 1.286	V V(Min) V(Max)
η	Efficiency	$V_{IN} = 12V, I_{LOAD} = 1A, V_{OUT} = 5V$	77		%

出力電圧の全タイプの電气的特性

標準文字で表記される規格値は、 $T_j = 25$ に対するもので、太字は全動作温度範囲に適用されます。特記のない限り、3.3V、5V、可変出力電圧バージョンでは $V_{IN} = 12V$ 、12Vバージョンでは $V_{IN} = 25V$ 、15Vバージョンでは $V_{IN} = 30V$ であり、 $I_{LOAD} = 200mA$ です。

Symbol	Parameter	Conditions	Typ	LM2575-XX	Units (Limits)
				LM2575HV-XX	
Limit (Note 3)					
DEVICE PARAMETERS					
I_b	Feedback Bias Current	$V_{OUT} = 5V$ (Adjustable Version Only)	50	100/ 500	nA
f_o	Oscillator Frequency	(Note 13)	52	47/ 42 58/ 63	kHz kHz(Min) kHz(Max)
V_{SAT}	Saturation Voltage	$I_{OUT} = 1A$ (Note 5)	0.9	1.2/ 1.4	V V(Max)
DC	Max Duty Cycle (ON)	(Note 6)	98	93	% %(Min)
I_{CL}	Current Limit	Peak Current (Notes 5, 13)	2.2	1.7/ 1.3 3.0/ 3.2	A A(Min) A(Max)
I_L	Output Leakage Current	(Notes 7, 8) Output = 0V Output = -1V Output = -1V	7.5	2 30	mA(Max) mA mA(Max)
I_Q	Quiescent Current	(Note 7)	5	10	mA mA(Max)
I_{STBY}	Standby Quiescent Current	\overline{ON} /OFF Pin = 5V (OFF)	50	200	μA μA (Max)

出力電圧の全タイプの電气的特性 (つづき)

標準文字で表記される規格値は、 $T_J = 25$ に対するもので、太字は全動作温度範囲に適用されます。特記のない限り、3.3V、5V、可変出力電圧バージョンでは $V_{IN} = 12V$ 、12V バージョンでは $V_{IN} = 25V$ 、15V バージョンでは $V_{IN} = 30V$ であり、 $I_{LOAD} = 200mA$ です。

Symbol	Parameter	Conditions	Typ	LM2575-XX	Units (Limits)
				LM2575HV-XX	
				Limit (Note 3)	
θ_{JA}	Thermal Resistance	T Package, Junction to Ambient (Note 9)	65		°C/W
θ_{JA}		T Package, Junction to Ambient (Note 10)	45		
θ_{JC}		T Package, Junction to Case	2		
θ_{JA}		N Package, Junction to Ambient (Note 11)	85		
θ_{JA}		M Package, Junction to Ambient (Note 11)	100		
θ_{JA}		S Package, Junction to Ambient (Note 12)	37		

ON/OFF CONTROL Test Circuit Figure 2

V_{IH}	ON/OFF Pin Logic	$V_{OUT} = 0V$	1.4	2.2/2.4	V(Min)
V_{IL}	Input Level	$V_{OUT} = \text{Nominal Output Voltage}$	1.2	1.0/0.8	V(Max)
I_{IH}	ON/OFF Pin Input Current	ON/OFF Pin = 5V (OFF)	12	30	μA $\mu A(\text{Max})$
I_{IL}		ON/OFF Pin = 0V (ON)	0	10	μA $\mu A(\text{Max})$

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。「動作定格」とは IC が動作する条件を示し、特定の性能リミット値を保証するものではありません。保証される仕様および試験条件については、「電气的特性」を参照ください。

Note 2: (省略)

Note 3: 室温におけるリミット値 (標準文字) および全動作温度範囲におけるリミット値 (太字) は保証されます。室温におけるリミット値は 100% 検査されます。全動作温度範囲におけるリミット値は、標準統計品質管理 (SQC) 手法を用い、相関関係により保証されます。

Note 4: キャッチ・ダイオード、インダクタ、入出力コンデンサなどの外付け部品は、スイッチング・レギュレータのシステム性能に影響します。したがって、LM2575 を Figure 2 のテスト回路に示すように使用すると、システム性能は「電气的特性」の "System Parameters" に示すようになります。

Note 5: 出力ピン (ピン 2) のソース電流。出力ピンにはダイオード、インダクタまたはコンデンサを接続しません。

Note 6: フィードバック・ピン (ピン 4) は出力から外し、0V に接続します。

Note 7: フィードバック・ピン (ピン 4) は出力から外し、可変/3.3V/5V バージョンでは +12V、12V/15V バージョンでは +25V に接続、出力トランジスタをオフにします。

Note 8: $V_{IN} = 40V$ (HV バージョンの場合、60V)。

Note 9: 5 リード TO-220 パッケージの接合部・周囲間熱抵抗 (外付けヒートシンクなし)。IC ソケットに装着、または最小の銅エリアを備えたプリント基板上に 1/2 インチのリード長で垂直実装。

Note 10: 5 リード TO-220 パッケージの接合部・周囲間熱抵抗 (外付けヒートシンクなし)。リードを囲む約 4 平方インチの銅エリアを備えたプリント基板上に 1/4 インチのリード長で垂直実装。

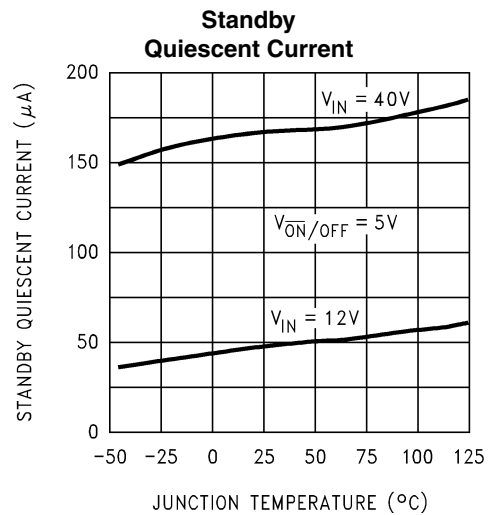
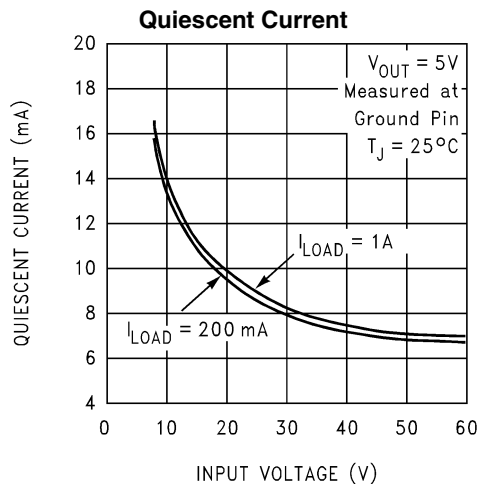
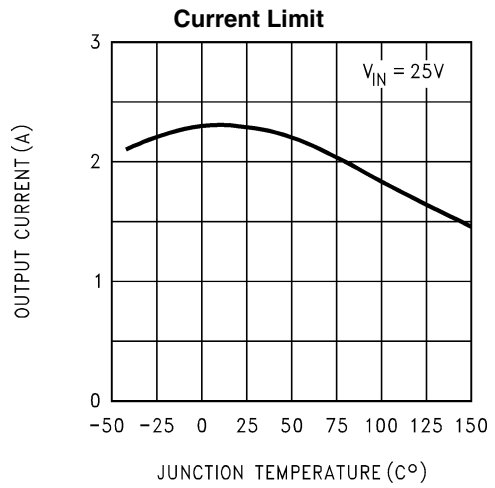
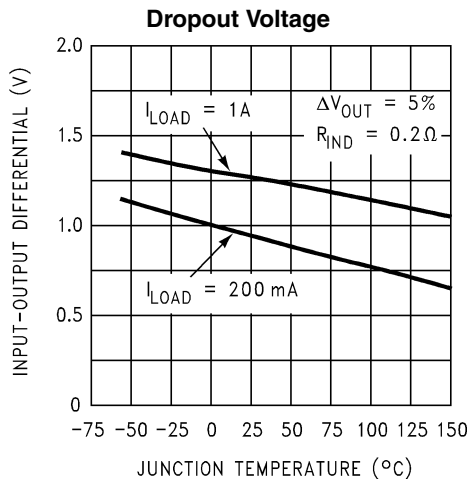
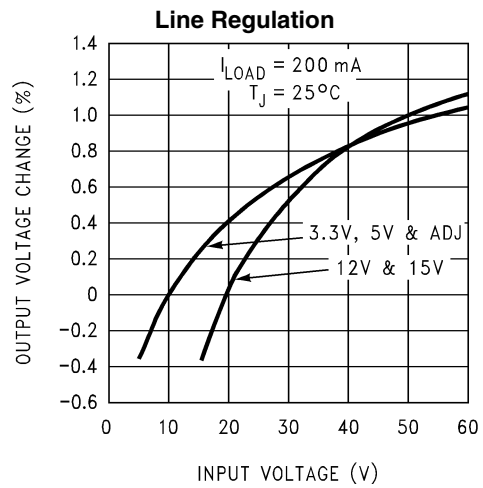
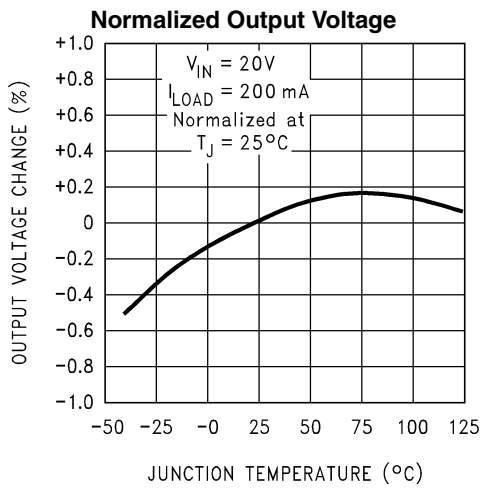
Note 11: リードを囲む約 1 平方インチの PC ボード銅エリアの接合部・周囲間熱抵抗。銅エリアを追加すると、さらに熱抵抗が低下します。「Switchers Made Simple」ソフトウェアの熱モデルを参照ください。

Note 12: TO-263 パッケージでは、デバイスを PC ボードの銅エリアにハンダ付けする事によって、熱抵抗を下げることができます。0.5 平方インチでは $J_A = 50$ /W、1 平方インチでは $J_A = 37$ /W、1.6 平方インチ以上では $J_A = 32$ /W となります。

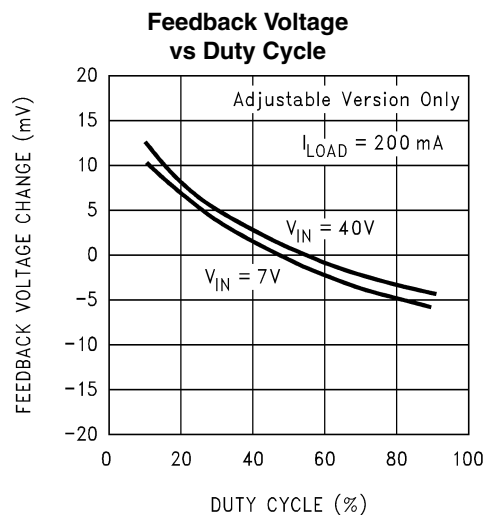
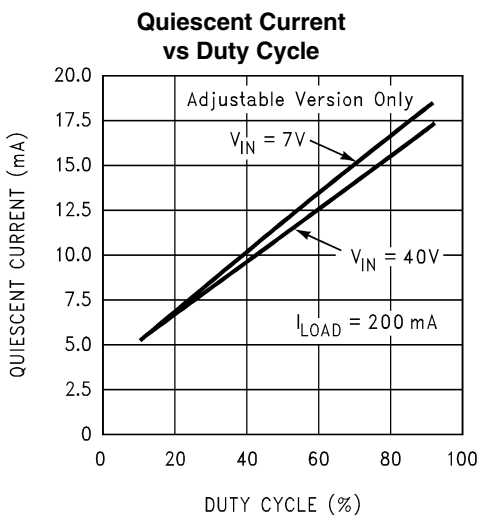
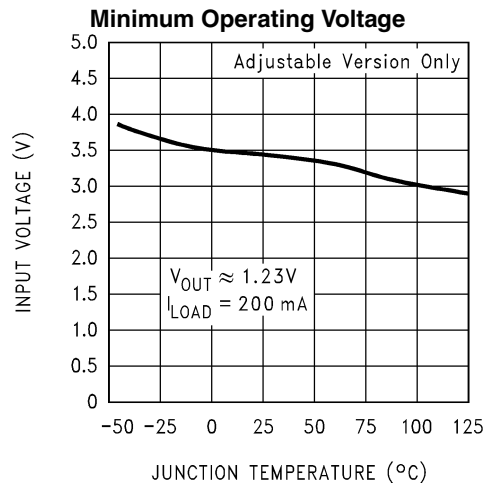
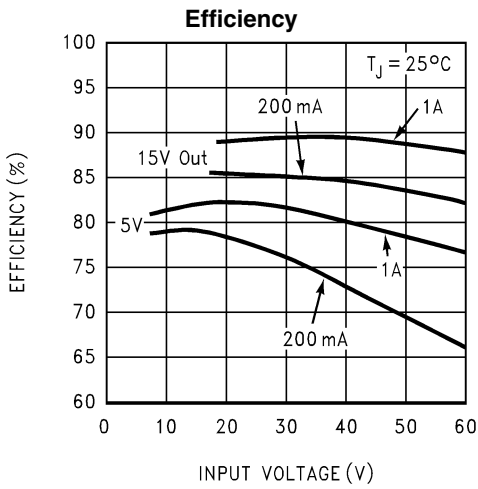
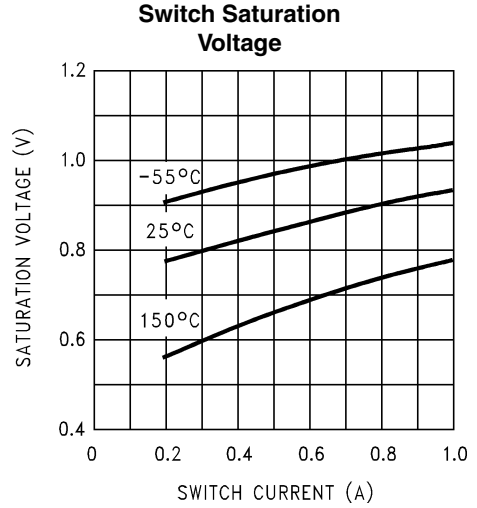
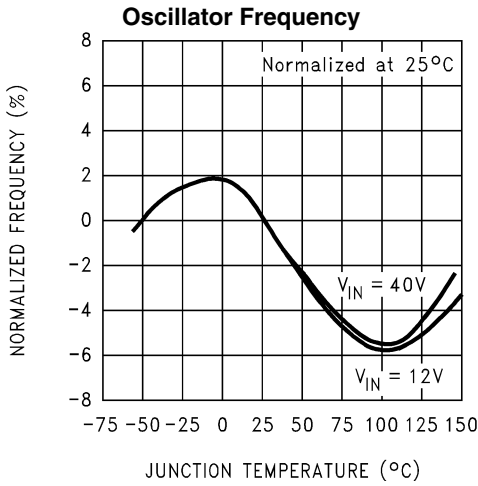
Note 13: 発振器周波数は出力短絡時あるいは過負荷時に約 18kHz に下がり、その結果、安定出力電圧が公称出力電圧の約 40% に低下します。この自己保護機能により最小デューティ・サイクルを 5% から約 2% に低下させることで平均消費電力が低下します。

Note 14: (省略)

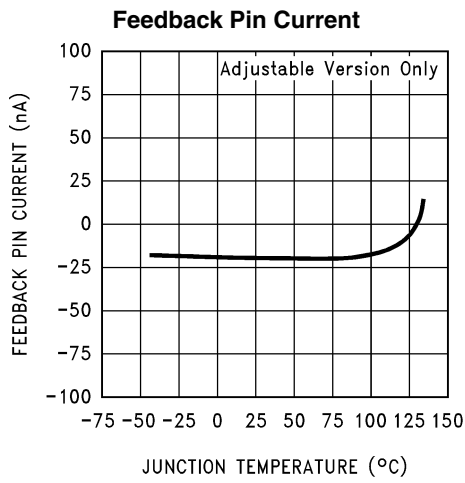
代表的な性能特性 (Figure 2 の回路)



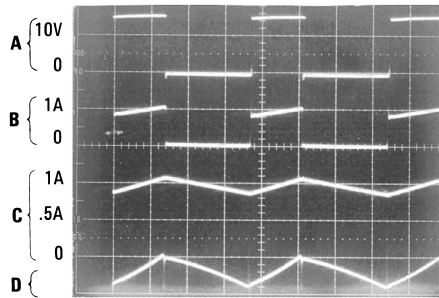
代表的な性能特性 (Figure 2 の回路) (つづき)



代表的な性能特性 (Figure 2 の回路) (つづき)

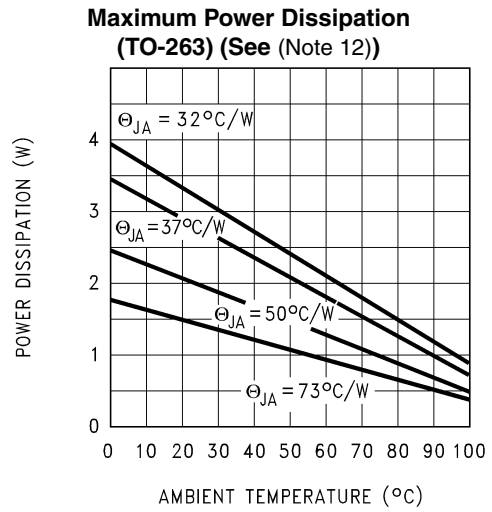


Switching Waveforms

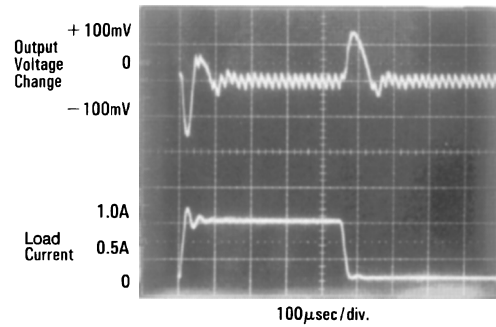


$V_{OUT} = 5V$

- A: Output Pin Voltage, 10V/div
 - B: Output Pin Current, 1A/div
 - C: Inductor Current, 0.5A/div
 - D: Output Ripple Voltage, 20 mV/div, AC-Coupled
- Horizontal Time Base: 5 μ s/div**



Load Transient Response

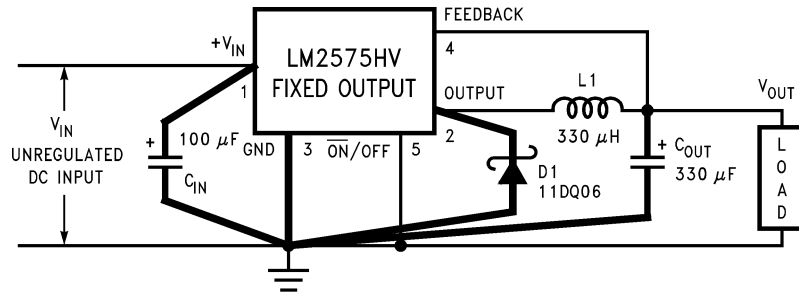


テスト回路とレイアウトのガイドライン

他のスイッチング・レギュレータと同様に、レイアウトは極めて重要です。配線のインダクタンスに伴う急激なスイッチング電流がトランジェント電圧を発生し、問題を起すことがあります。インダクタンスおよびグラウンド・ループを最小にするためには、太線で表したリードの長さをできる限り短くしなければなりません。一点接

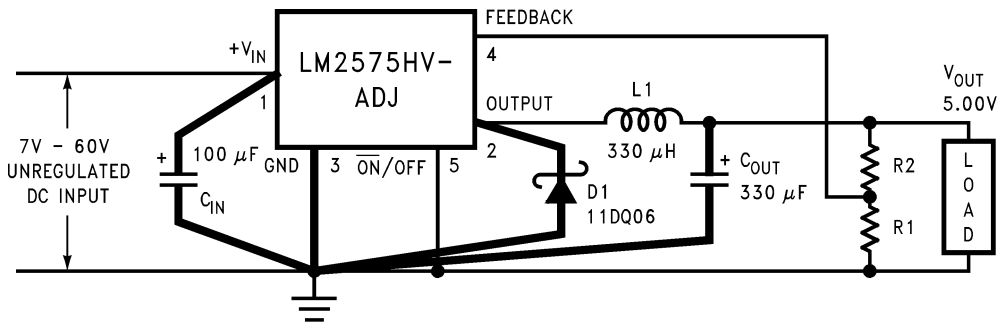
地（図示の通り）するか、グラウンド・プレーンの構成により、最良の結果が得られます。可変出力電圧タイプを使用する際には、出力の分割抵抗をレギュレータの近くに配置し、帰還用の配線パターンをできる限り短くします。

Fixed Output Voltage Versions



- C_{IN} 100 μF, 75V, Aluminum Electrolytic
- C_{OUT} 330 μF, 25V, Aluminum Electrolytic
- D1 Schottky, 11DQ06
- L1 330 μH, PE-52627 (for 5V in, 3.3V out, use 100 μH, PE-92108)

Adjustable Output Voltage Version



$$V_{OUT} = V_{REF} \left(1 + \frac{R2}{R1} \right)$$

$$R2 = R1 \left(\frac{V_{OUT}}{V_{REF}} - 1 \right)$$

- V_{REF} = 1.23V, R1 は 1k ~ 5k
- R1 2k, 0.1%
- R2 6.12k, 0.1%

Note: ピン番号は TO-220 パッケージ用です。

FIGURE 2.

LM2575 シリーズ降圧型 (バック) レギュレータ設計手順

【手順】(固定出力電圧バージョン)	【例】(固定出力電圧バージョン)
<p>与式: V_{OUT} = 出力電圧 (3.3V、5V、12V、または 15V)</p> <p>$V_{IN(Max)}$ = 最大入力電圧</p> <p>$I_{LOAD(Max)}$ = 最大負荷電流</p> <p>1. インダクタの選択 (L1)</p> <p>A. Figure 3、4、5、6 から正しいインダクタ値選択チャートを選択します (各々、出力電圧 3.3V、5V、12V、15V)。他の出力電圧については、「可変出力電圧バージョン」の設計手順を参照ください。</p> <p>B. インダクタ値選択チャートから、$V_{IN(Max)}$ と $I_{LOAD(Max)}$ の交差するインダクタンス領域を求めます。その領域のインダクタ・コードを書き留めます。</p> <p>C. インダクタ・コードからインダクタ値を求め、Figure 9 の表から適切なインダクタを選択します。表には、インダクタ・メーカー 3 社の部品番号が記載されています。選択したインダクタは、LM2575 のスイッチング周波数 (52kHz) における動作と $1.15 \times I_{LOAD}$ に対して定格を満足するものでなければなりません。インダクタの詳細情報については、本データシートの「アプリケーション・ヒント」のインダクタの項を参照ください。</p> <p>2. 出力コンデンサの選択 (C_{OUT})</p> <p>A. 出力コンデンサは、インダクタとともにスイッチングレギュレータのループにポールを形成します。安定動作と許容可能な出力リップル電圧 (出力電圧の約 1%) を得るためには、$100\mu\text{F} \sim 470\mu\text{F}$ の数値を推奨します。</p> <p>B. コンデンサの定格電圧は、少なくとも出力電圧の 1.5 倍でなくてはなりません。5V のレギュレータには最低 8V の定格が適切であり、10V または 15V の定格を推奨します。</p> <p>高電圧電解コンデンサは一般に ESR 値が低く、そのために回路に最低限必要とされる電圧より高い定格電圧のコンデンサを選択する必要があります。</p> <p>3. キャッチ・ダイオードの選択 (D1)</p> <p>A. キャッチ・ダイオードの定格電流は、少なくとも最大負荷電流の 1.2 倍でなくてはなりません。また電源の設計上、連続的な出力の短絡状態に耐えなければならない場合、ダイオード定格電流は LM2575 の最大定格電流の 1/3 以下でなくてはなりません。このダイオードにとって最も過酷な状態は、過負荷や短絡状態です。</p> <p>B. ダイオードの定格逆電圧は、少なくとも最大入力電圧の 1.25 倍でなくてはなりません。</p> <p>4. 入力コンデンサ (C_{IN})</p> <p>レギュレータの近くに配置されたアルミニウムまたはタンタル電解バイパス・コンデンサは、安定動作のために必要です。</p>	<p>与式: V_{OUT} = 5V</p> <p>$V_{IN(Max)}$ = 20V</p> <p>$I_{LOAD(Max)}$ = 0.8A</p> <p>1. インダクタの選択 (L1)</p> <p>A. Figure 4 に示す選択チャートを使用します。</p> <p>B. 選択チャートから、20V のラインと、0.8A のラインの交差するインダクタンス領域は L330 です。</p> <p>C. 要求されるインダクタ値は $330\mu\text{H}$ です。Figure 9 の表、AIE 社の 415-0926、Pulse Engineering 社の PE-52627、Renco Electronics Incorporated 社の RL-1952 から選択します。</p> <p>2. 出力コンデンサの選択 (C_{OUT})</p> <p>A. $C_{OUT} = 100\mu\text{F} \sim 470\mu\text{F}$ の標準アルミニウム電解</p> <p>B. コンデンサ定格電圧 = 20V</p> <p>3. キャッチ・ダイオードの選択 (D1)</p> <p>A. この例では、1A の電流定格が適切です。</p> <p>B. 30V 1N5818 または SR103 ショットキ・ダイオード、または Figure 8 に示す推奨ファースト・リカバリ・ダイオードのいずれかを使用します。</p> <p>4. 入力コンデンサ (C_{IN})</p> <p>$47\mu\text{F}$ の 25V アルミニウム電解コンデンサを、十分なバイパス機能を得るために入力ピンとグラウンドピンに近く配置します。</p>

インダクタ値の選択ガイド (連続動作モード)

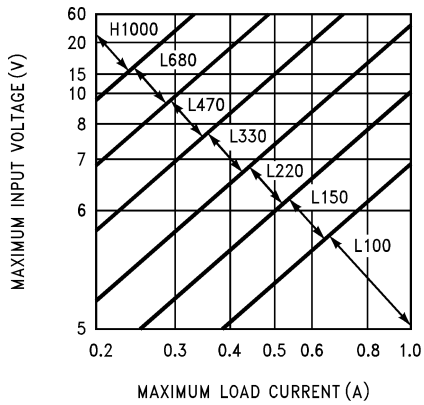


FIGURE 3. LM2575(HV)-3.3

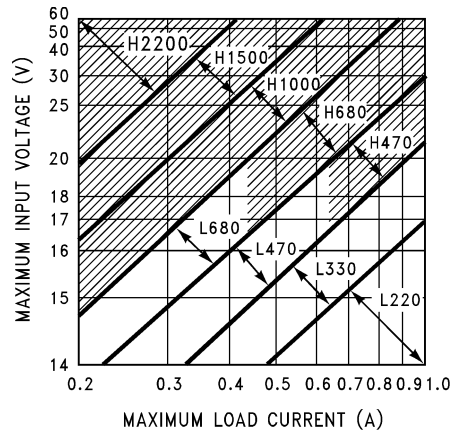


FIGURE 5. LM2575(HV)-12

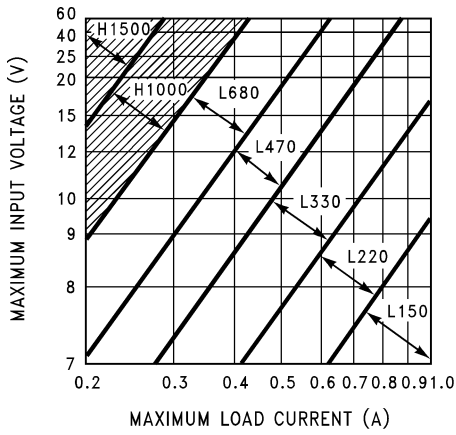


FIGURE 4. LM2575(HV)-5.0

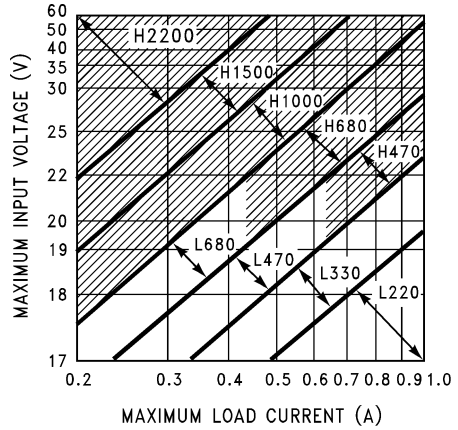


FIGURE 6. LM2575(HV)-15

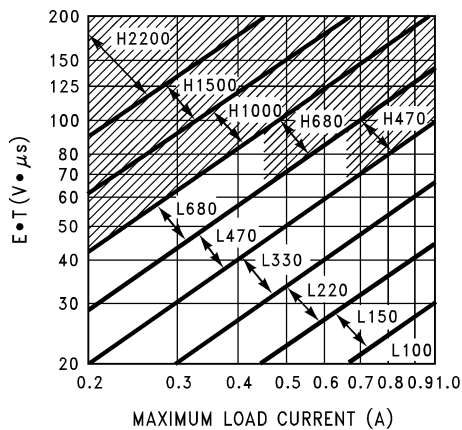


FIGURE 7. LM2575(HV)-ADJ

インダクタ値の選択ガイド (連続動作モード) (つづき)

[手順] (可変出力電圧バージョン)	[例] (可変出力電圧バージョン)
<p>与式:</p> <p>V_{OUT} = 出力電圧</p> <p>$V_{IN(Max)}$ = 最大入力電圧</p> <p>$I_{LOAD(Max)}$ = 最大負荷電流</p> <p>F = スイッチング周波数 (52kHz で固定)</p> <p>1. プログラミング出力電圧 (R1 および R2 を選択、Figure 2 参照) 適切な抵抗値を選択する際には以下の式を用います。</p> $V_{OUT} = V_{REF} \left(1 + \frac{R2}{R1} \right) \quad \text{where } V_{REF} = 1.23V$ <p>R₁ は 1k と 5k の間を選択します (最適温度係数および時間に対する安定した精度を得るために、1% の金属皮膜抵抗を使用します)。</p> $R2 = R1 \left(\frac{V_{OUT}}{V_{REF}} - 1 \right)$ <p>2. インダクタの選択 (L1)</p> <p>A. インダクタのボルト・マイクロ秒定数、E・T (V・μs) を以下の式から計算します。</p> $E \cdot T = (V_{IN} - V_{OUT}) \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \cdot \frac{1000}{F \text{ (in kHz)}} \text{ (V} \cdot \mu\text{s)}$ <p>B. 上記の式の E・T 値を用いて、Figure 7 に示すインダクタ値選択ガイドの縦軸の E・T 値を選択します。</p> <p>C. 横軸から、最大負荷電流を選択します。</p> <p>D. E・T 値および最大負荷電流値の交点からインダクタンス領域を求めて、その領域のインダクタ値を選択します。</p> <p>E. Figure 9 の表から適切なインダクタを選択します。表には、インダクタ・メーカー 3 社の部品番号が記載されています。選択したインダクタは、LM2575 のスイッチング周波数 (52kHz) における動作と $1.15 \times I_{LOAD}$ に対して定格を満足するものでなければなりません。インダクタの詳細情報については、本データシートの「アプリケーション・ヒント」のインダクタの項を参照ください。</p> <p>3. 出力コンデンサの選択 (C_{OUT})</p> <p>A. 出力コンデンサは、インダクタとともにスイッチング・レギュレータのループにポールを形成します。安定動作のために、コンデンサは以下の条件を満たさなければなりません。</p> $C_{OUT} \geq 7,785 \frac{V_{IN(Max)}}{V_{OUT} \cdot L(\mu H)} \text{ (}\mu\text{F)}$ <p>上記の式は、安定動作のためのループ条件を満たす 10μF と 2000μF の間のコンデンサ値が得られます。しかし、許容可能な出力リップル電圧 (出力電圧の約 1%) および変動する負荷に対するトランジエント応答を達成するためには、出力コンデンサは、上記の式の解より数倍大きな値でなければなりません。</p> <p>B. コンデンサの定格電圧は、少なくとも出力電圧の 1.5 倍でなくてはなりません。10V のレギュレータには最低 15V の定格が適切です。</p> <p>高電圧電解コンデンサは一般に ESR 値が低く、そのために回路に最低限必要とされる電圧より高い定格電圧のコンデンサを選択する必要があります。</p>	<p>与式:</p> <p>$V_{OUT} = 10V$</p> <p>$V_{IN(Max)} = 25V$</p> <p>$I_{LOAD(Max)} = 1A$</p> <p>F = 52 kHz</p> <p>1. プログラミング出力電圧 (R1 および R2 を選択)</p> $V_{OUT} = 1.23 \left(1 + \frac{R2}{R1} \right) \quad \text{Select } R1 = 1k \text{ を選択}$ $R2 = R1 \left(\frac{V_{OUT}}{V_{REF}} - 1 \right) = 1k \left(\frac{10V}{1.23V} - 1 \right)$ <p>R2 = 1k (8.13 - 1) = 7.13k、1% の誤差で最も近い値 7.15k を用います。</p> <p>2. インダクタの選択 (L1)</p> <p>A. E・T (V・μs) を計算します。</p> $E \cdot T = (25 - 10) \cdot \frac{10}{25} \cdot \frac{1000}{52} = 115 V \cdot \mu s$ <p>B. E・T = 115 V・μs</p> <p>C. $I_{LOAD(Max)} = 1A$</p> <p>D. インダクタンス領域 = H470</p> <p>E. インダクタ値 = 470 μH。AIE 部品番号 430-0634、Pulse Engineering 部品番号 PE-53118、または Renco 部品番号 RL-1961 から選択します。</p> <p>3. 出力コンデンサの選択 (C_{OUT})</p> $C_{OUT} > 7,785 \frac{25}{10 \cdot 150} = 130 \mu F$ <p>しかし、許容可能な出力リップル電圧を得るには、C_{OUT} = 220 μF を選択します。</p> <p>C_{OUT} = 220 μF 電解コンデンサ</p>

インダクタ値の選択ガイド (連続動作モード) (つづき)

[手順] (可変出力電圧バージョン) (つづき)	[例] (可変出力電圧バージョン) (つづき)
<p>4. キャッチ・ダイオードの選択 (D1)</p> <p>A. キャッチ・ダイオードの定格電流は、少なくとも最大負荷電流の 1.2 倍でなければなりません。また電源の設計上、連続的な出力の短絡状態に耐えなければならない場合、ダイオード定格電流は LM2575 の最大定格電流のリミット値と同じでなければなりません。このダイオードにとって最も過酷な状態は、過負荷や短絡状態です。Figure 8 の選択ガイドから適切なダイオードを選択します。</p> <p>B. ダイオードの定格逆電圧は、少なくとも最大入力電圧の 1.25 倍でなくてはなりません。</p> <p>5. 入力コンデンサ (C_{IN})</p> <p>レギュレータの近くに配置されたアルミニウムまたはタンタル電解バイパス・コンデンサは、安定動作のために必要です。</p>	<p>4. キャッチ・ダイオードの選択 (D1)</p> <p>A. この例では、3A の定格電流が適切です。</p> <p>B. 40V 耐圧の MBR340 または 31DQ04 ショットキ・ダイオード、または Figure 8 に示す推奨ファースト・リカバリ・ダイオードのいずれかを使用します。</p> <p>5. 入力コンデンサ (C_{IN})</p> <p>100 μF のアルミニウム電解コンデンサを、十分なバイパス機能を得るために入力ピンとグラウンドピンに近く配置します。</p>

降圧型 (バック) レギュレータの設計手順をさらに簡素化するために、ナショナル セミコンダクターは、スイッチング・レギュレータの SIMPLE SWITCHER® シリーズ用にコンピュータ設計を支援するソフトウェアを用意しています。IBM 互換パーソナルコンピュータ対応のソフトウェア「Switchers Made Simple」(バージョン 3.3) をディスク (3.5 インチ) で提供しています。ナショナル セミコンダクターの代理店にお問い合わせください。また、本ソフトウェアは power.national.com/jpn からダウンロード可能です。

インダクタ値の選択ガイド (連続動作モード)(つづき)

V_R	Schottky		Fast Recovery	
	1A	3A	1A	3A
20V	1N5817 MBR120P SR102	1N5820 MBR320 SR302	The following diodes are all rated to 100V 11DF1 MUR110 HER102	The following diodes are all rated to 100V 31DF1 MURD310 HER302
30V	1N5818 MBR130P 11DQ03 SR103	1N5821 MBR330 31DQ03 SR303		
40V	1N5819 MBR140P 11DQ04 SR104	1N5822 MBR340 31DQ04 SR304		
50V	MBR150 11DQ05 SR105	MBR350 31DQ05 SR305		
60V	MBR160 11DQ06 SR106	MBR360 31DQ06 SR306		

FIGURE 8. Diode Selection Guide

Inductor Code	Inductor Value	Schott (Note 15)	Pulse Eng. (Note 16)	Renco (Note 17)
L100	100 μ H	67127000	PE-92108	RL2444
L150	150 μ H	67127010	PE-53113	RL1954
L220	220 μ H	67127020	PE-52626	RL1953
L330	330 μ H	67127030	PE-52627	RL1952
L470	470 μ H	67127040	PE-53114	RL1951
L680	680 μ H	67127050	PE-52629	RL1950
H150	150 μ H	67127060	PE-53115	RL2445
H220	220 μ H	67127070	PE-53116	RL2446
H330	330 μ H	67127080	PE-53117	RL2447
H470	470 μ H	67127090	PE-53118	RL1961
H680	680 μ H	67127100	PE-53119	RL1960
H1000	1000 μ H	67127110	PE-53120	RL1959
H1500	1500 μ H	67127120	PE-53121	RL1958
H2200	2200 μ H	67127130	PE-53122	RL2448

Note 15: Schott Corp., (612) 475-1173, 1000 Parkers Lake Rd., Wayzata, MN 55391.

Note 16: Pulse Engineering, (619) 674-8100, P.O. Box 12236, San Diego, CA 92112.

Note 17: Renco Electronics Inc., (516) 586-5566, 60 Jeffryn Blvd. East, Deer Park, NY 11729.

FIGURE 9. Inductor Selection by Manufacturer's Part Number

アプリケーション・ヒント

入力コンデンサ (C_{IN})

安定性を保つために、最低 47µF の電解コンデンサでレギュレータの入力ピンをバイパスしてください。コンデンサのリードは短くしてレギュレータの近くに設けます。

動作温度範囲に - 25 以下の温度が含まれる場合は、入力コンデンサの値を大きくする必要があります。通常の電解コンデンサは、より低温で、製造されてからの期間が長いほど容量値が減少し、ESR (等価直列抵抗) が増加します。セラミック・コンデンサまたは固体タンタル・コンデンサを並列接続すると、低温でのレギュレータの安定性が増します。コンデンサの動作寿命を最大限に高めるために、コンデンサの RMS リップル定格電流を次式の値より大きくします。

$$1.2 \times \left(\frac{t_{ON}}{T} \right) \times I_{LOAD}$$

$$\frac{t_{ON}}{T} = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \quad \text{降圧型 (バック) レギュレータ}$$

$$\frac{t_{ON}}{T} = \frac{|V_{OUT}|}{|V_{OUT}| + V_{IN}} \quad \text{反転型 (バックブースト) レギュレータ}$$

インダクタの選択

すべてのスイッチング・レギュレータの動作モードには、連続と不連続の 2 つの基本モードがあります。この 2 つのモードの相違点は、インダクタの電流が連続して流れるか、あるいは通常のスイッチング・サイクルの一定周期間にゼロに降下することにあります。これらのモードの特長はそれぞれ明確に異なり、レギュレータの性能およびアプリケーションにより選択します。

LM2575 (あるいはシンプル・スイッチャ・ファミリのデバイス) は、連続および不連続の両動作モードで使用可能です。

Figure 3 ~ Figure 7 のインダクタ値の選択ガイドは、連続動作領域の降圧型 (バック) レギュレータを設計するためのものです。このインダクタ選択ガイドに記載のインダクタ値を使用する場合、ピーク・ツー・ピークのインダクタ・リップル電流成分は、最大 DC 電流の約 20% ~ 30% になります。回路は、比較的大きな負荷電流では連続モード (常にインダクタ電流が流れている) で動作しますが、小さな負荷条件下では不連続モード (ある一定時間インダクタ電流がゼロになる) になります。この不連続モードの動作はまったく問題ありません。小さな負荷 (約 200mA 以下) の場合、不連続モードでレギュレータを動作させることが望ましく、これは一般に連続モードでは大きなインダクタ値が必要なためです。

選択ガイドには連続モードに適したインダクタ値が記載されていますが、選択したインダクタ値が極端に高ければ、設計の際、不連続モードの検討が必要になります。コンピュータ設計ソフトウェア「Switchers Made Simple」(バージョン 3.3) は、不連続モード (および連続モード) 動作におけるすべての構成部品値に対応しています。

インダクタには、ポットコア、トロイダル、E 型コア、ボビンコアなどの各種タイプがあり、またフェライトやパウダー・アイアンなどの各種コア材料があります。最も安価なボビンコア・タイプは、フェライトのロッドコアにワイヤを巻いた構造をしています。このインダクタ・タイプは安価ですが、コア内に完全なマグネティック・フラックスループを備えていないため、多くの電磁妨害 (EMI) を発生させます。この EMI は、ノイズにシビアな応用回路で問題が起こる原因になったり、プローブの誘導電圧によりオシロスコープの読み出しが正しく行われない原因にもなります。

選択表に記載のインダクタには、AIE 社のフェライト・ポットコア、パルス・エンジニアリング社のパウダー・アイアン・トロイダル、Renco 社のフェライト・ボビンコアがあります。

インダクタは、飽和するおそれがあるため、最大定格電流を超えて動作させないようにしてください。インダクタが飽和し始めると、インダクタンス値は急激に減少し、インダクタは抵抗成分 (巻線の DC 抵抗) に近くなります。この結果、スイッチ電流が急激に上がります。各インダクタ・タイプの飽和特性は異なるため、インダクタの選択には注意が必要です。

インダクタ・メーカーのデータシートには、インダクタの飽和を防ぐために、電流とエネルギーのリミット値が記載されています。

インダクタ電流のリップル成分

SIMPLE SWITCHER[®] が連続モードで動作しているとき、入力電圧に応じて、インダクタの電流波形は三角波形あるいは鋸歯形になります。入力電圧と出力電圧が一定していれば、インダクタの電流波形のピーク・ツー・ピーク時の振幅も一定状態に保たれます。負荷電流の増加 / 低下に応じて、鋸歯電流波形全体も上昇 / 降下します。この波形の平均 DC 値は DC 負荷電流に一致します (降圧型レギュレータ構成の場合)。

負荷電流が最低レベルまで下がると、鋸歯電流波形の底部がゼロに達してスイッチャは不連続動作モードに移行しますが、レギュレータの動作にはまったく問題ありません。負荷電流が非常に小さくなると、すべての降圧型スイッチング・レギュレータは (インダクタ値の大きさに関係なく) 不連続動作モードになります。

出力コンデンサ

出力コンデンサは出力電圧のフィルタとしての役割と、ループを安定させるために必要です。コンデンサはプリント基板のパターンを短くして LM2575 の近くに配置します。一般に、スイッチング用のアルミニウム電解コンデンサで十分ですが、ESR の低いコンデンサを選ぶと、出力電圧のリップル成分が低くなり優れた安定性が得られます。コンデンサの ESR 値はさまざまな要因で決まり、例えばその要因としてコンデンサの容量値、定格電圧、物理的サイズ、構造タイプなどがあります。一般に、電解コンデンサの場合、容量値または電圧が低い (12V 以下) と ESR 値は高くなります。

出力電圧のリップル成分は主に、出力コンデンサの ESR 値とインダクタ電流のリップル成分 (I_{IND}) の大きさにより決まります。「アプリケーション・ヒント」の「インダクタ電流のリップル成分」を参照ください。

出力電圧のリップル成分は、小容量のコンデンサ (220µF ~ 680µF) だと 50mV ~ 150mV (代表値) になりますが、大容量のコンデンサを使用することにより約 20mV ~ 50mV まで減少します。

出力電圧のリップル成分 = (I_{IND}) × (出力コンデンサの ESR 値)

出力電圧のリップル成分をさらに減少させるには、いくつかの通常の電解コンデンサを並列接続するか、あるいはグレードの高いコンデンサを使用してください。これらのコンデンサは通常、「高周波」、「低インダクタンス」、または「低 ESR」型と呼ばれます。これらを使用すると、出力電圧のリップル成分は 10mV ~ 20mV の範囲まで減少します。ただし、連続動作モードで ESR を 0.05 以下にすると、レギュレータ動作が不安定になる場合があります。

アプリケーション・ヒント (つづき)

タンタルコンデンサを使用する場合、ESR 値を非常に低くできますが、単一の出力コンデンサとして使用する際には動作の安定性上十分な注意が必要です。タンタルコンデンサは、優れた低温特性を備えているため、アプリケーションにより低温の動作が必要とされる場合、トータルコンデンサ容量の 10 ~ 20% の値のものを並列に接続することにより最良の性能が得られます。

コンデンサの 52kHz における定格電流リップル成分は、インダクタ電流のピーク・ツー・ピーク・リップル成分より少なくとも 50% 高くなければなりません。

キャッチ・ダイオード

降圧型 (バック) レギュレータには、スイッチのターンオフ時にインダクタ電流の帰還パス用として、1 個のダイオードが必要です。この帰還パス用のダイオードは、リードとプリント基板パターンを短く配線し LM2575 の近くに配置します。

ショットキ・ダイオードは、その高速スイッチング機能と低順方向電圧降下により、特に 5V 以下 (低出力電圧) のスイッチング・レギュレータで最高の効率を發揮します。ファーストリカバリ・ダイオード、高効率ダイオード、またはウルトラファーストリカバリ・ダイオードも適していますが、これらの中には急激なターンオフ (ハードリカバリ) 特性をもつタイプがあり、不安定動作と EMI 問題を起こすことがあります。穏やかな回復 (ソフトリカバリ) 特性を備えたファーストリカバリ・ダイオードを選択する方が賢明であるといえます。標準的な電源整流用のダイオード (1N4001、1N5400 など) も適していません。ショットキ・ダイオードと「ソフト」ファーストリカバリ・ダイオードの選択ガイドについては、Figure 8 を参照ください。

出力電圧リップル成分とトランジェント

スイッチング電源の出力電圧は、スイッチング周波数の鋸波リップル電圧 (出力電圧の約 1%) を含み、また、鋸波形のピーク時にける短い電圧スパイクも含んでいます。

出力電圧のリップル成分は主に、インダクタの鋸波電流リップル成分に出力コンデンサの ESR を乗じて得られます («アプリケーション・ヒント」の「インダクタの選択」を参照)。

電圧スパイクは、出力スイッチの急激なスイッチング動作、出力フィルタ・コンデンサに派生するインダクタ成分が原因で起こります。この電圧スパイクを最小限に抑えるためには、低インダクタンス・タイプのコンデンサを使用し、リードの長さを極力短くします。配線インダクタンス、浮遊容量、またこれらのトランジェントの測定に使用するオシロスコープ・プローブなど、すべてがこの電圧スパイクの振幅の原因になります。

小容量の LC フィルタ (20µH と 100µF) を出力に加えると、出力リップルとトランジェントの量をさらに低減できます (Figure 15 参照)。このフィルタにより、出力電圧のリップル成分とトランジェントの量を約 1/10 に低減できます。

フィードバックの接続

LM2575 (固定出力電圧バージョン) のフィードバック・ピンは、スイッチング電源の出力電圧ポイントに結線します。可変出力電圧バージョンを使用する場合、LM2575 の近くに両方の出力電圧分割抵抗を配置し、不要なノイズの検出を避けます。100k 以上の抵抗の使用は、ノイズによる誤動作の可能性が高くなるので避けてください。

ON/OFF 入力

通常動作では、ON/OFF ピンを接地するか、または L レベルの TTL 電圧 (代表値 1.6V 以下) で駆動します。レギュレータをスタンバイ・モードにするには、このピンを H レベルの TTL 信号、あるいは CMOS 信号で駆動します。ON/OFF ピンは抵抗を使用しないで直接 +V_{IN} にプルアップできますが、オープン状態にしないでください。

接地

出力電圧の安定性を維持するため、電源グラウンド接続を低インピーダンスにしなければなりません (Figure 2 参照)。5 リードの TO-220 スタイルのパッケージでは、タブとピン 3 の両方がグラウンドであり、銅の同じリードフレームなので、どちらかを接地してください。

N パッケージあるいは M パッケージの場合、放熱用のグラウンド、パワー・グラウンド、シグナル・グラウンドのピンはすべて、プリント基板の幅広い同じパターンに直接ハンダ付けしてください。これにより、低インダクタンス接続と優れた熱特性が確保できます。

ヒートシンク / 熱の考慮事項

多くの場合、LM2575 の接合部温度を許容動作範囲に維持するためのヒートシンクは必要ありません。各アプリケーションで、ヒートシンクが必要か否かを決めるには、次の事項を明確にしなければなりません。

1. 最大周囲温度 (アプリケーションにおける)。
2. レギュレータの最大消費電力 (アプリケーションにおける)。
3. 最大許容接合部温度 (LM2575 では 125)。安全に対する設計上の配慮から、最大温度より約 15 低い温度を選択しなければなりません。
4. LM2575 パッケージ熱抵抗 J_A と J_C

LM2575 による全消費電力は、次式から計算します。

$$P_D = (V_{IN}) (I_Q) + (V_O/V_{IN}) (I_{LOAD}) (V_{SAT})$$

I_Q (待機時消費電流) と V_{SAT} は前出の特性曲線に示され、 V_{IN} は入力最小電圧、 V_O が安定化出力電圧、また I_{LOAD} は負荷電流です。ターンオンおよびターンオフ間のダイナミック損失は、キャッチダイオードにショットキを使用した場合は無視できます。ヒートシンクを使用しない場合、接合部温度上昇は次式から求めます。

$$T_J = (P_D) (J_A)$$

実際の動作接合部温度を得るには、最大周囲温度に接合部温度の上昇分を加算します。

$$T_J = T_A + T_A$$

実際の動作接合部温度がステップ 3 で設定した安全動作接合部温度より高い場合は、ヒートシンクが必要になります。ヒートシンクを使用する場合、接合部温度上昇は次式から求めます。

$$T_J = (P_D) (J_C + \text{interface} + \text{Heat sink})$$

動作接合部温度は次のようになります。

$$T_J = T_A + T_J$$

上記のように、設定した安全動作接合部温度より実際の動作接合部温度が高い場合は、大きなヒートシンク (熱抵抗が低いもの) が必要です。

アプリケーション・ヒント(つづき)

プラスチック DIP (N) パッケージ、あるいは表面実装 (M) パッケージの LM2575 を使用する場合、パッケージの熱特性に関するいくつかの点を考慮しなければなりません。大部分の熱はリードを通してパッケージの外に放出され、残りの熱はパッケージのプラスチック部分から放出されます。放熱用のリードフレームは IC 内部まで配置されているため、ダイからの熱は直ちに放熱用のリードからヒートシンクとして機能しているプリント回路の銅部分に伝導します。

優れた熱特性を得るには、グラウンド・ピンとすべての非接続ピンをグラウンドプレーンなどのかなりの範囲にわたるプリント基板の銅パターンにハンダ付けしなければなりません。銅面積が広いと空気中への放熱が高まります。両面基板の場合、両面が直接接触していてもパッケージから放熱するのに役立ちます。十分に配慮してプリント基板を設計すると、SO パッケージで 40 W、N パッケージでは 30 W の低い熱抵抗値が得られます。

設計ソフトウェア「Switchers Made Simple」(バージョン 3.3) は更に正確(非線形)な熱モデルが含まれており、異なる入出力パラメータ、または異なる成分の数値を用いて接合部温度を求められます。また、レギュレータの接合部温度を最大動作温度以下に維持するのに必要なヒートシンクの熱抵抗値も計算できます。

他の応用回路

反転型レギュレータ

Figure 10 は、反転型(バックブースト)構成の LM2575-12 を示しており、正の入力電圧から -12V の負出力が得られます。この回路では、レギュレータのグラウンド・ピンを負出力電圧にブートストラップし、フィードバック・ピンを接地するとレギュレータが反転出力電圧を検出して -12V に安定させます。

この構成では、12V 以上の入力電圧を印加すると約 0.35A の最大許容出力電流が得られます。軽負荷時には、必要とする最小入力電圧が約 4.7V に下がります。

この反転型(バックブースト)構成では、標準的な降圧型(バック)モードの構成と比べてスイッチ電流が高いため、許容出力電流が低減します。また、起動時の入力ラッシュ電流も降圧型(バック)モード・レギュレータより高くなり、電流制限値が 1.5A 以下の入力側電源を過負荷状態にするときがあります。遅延ターンオン回路または低電圧ロックアウト回路の使用(次項参照)により、スイッチがターンオン可能になる前に、入力電圧を十分に高いレベルに上げることができます。

反転型(バックブースト)レギュレータは降圧型(バック)構成のレギュレータと構造が異なるために、「降圧型レギュレータの設計手順」を参照してインダクタまたは出力コンデンサの選択はできません。反転型設計のためのインダクタ値の推奨範囲は、68μH ~ 220μH の間になります。また、降圧型の設計で一般に必要な値より大きな値の出力コンデンサを選択してください。低入力電圧または高出力電流に対しては、大容量(数千μF)の出力コンデンサが必要です。

ピーク・スイッチ電流と同じピーク・インダクタ電流は次式より求められます。

$$I_p \approx \frac{I_{LOAD}(V_{IN} + |V_O|)}{V_{IN}} + \frac{V_{IN}|V_O|}{V_{IN} + |V_O|} \times \frac{1}{2L_1 f_{osc}}$$

$f_{osc} = 52\text{kHz}$ 。通常の連続したインダクタ電流(連続モード)の動作条件で、最小 V_{IN} は最悪値を表します。上式より得られたピーク電流定格を満足できるインダクタを選択してください。

また、レギュレータ上の最大電圧は入出力電圧の絶対的和を示します。-12V の負出力電圧に対する最大入力電圧は、LM2575 では +28V、LM2575HV では +48V になります。

「Switchers Made Simple」設計ソフトウェア・バージョン 3.3 により、各種動作モード、入出力パラメータ、異なった外付構成部品の数値などを用いてレギュレータ設計の可能性を検討できます。

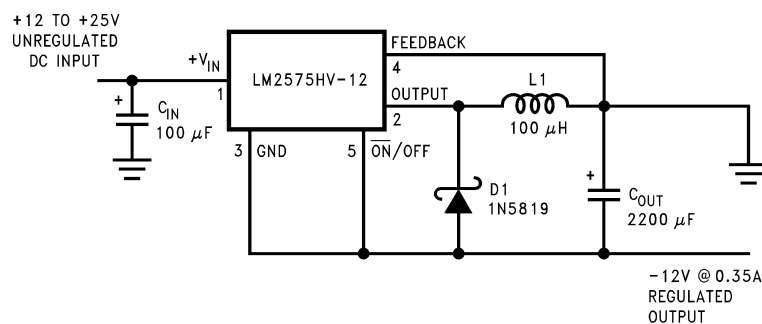


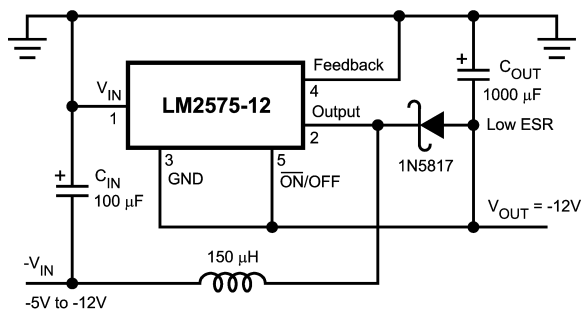
FIGURE 10. Inverting Buck-Boost Develops - 12V

他の応用回路 (つづき)

負昇圧型 (ネガティブブースト) レギュレータ

反転型 (バックブースト) 構成のもう1つのタイプには、負の昇圧型 (ネガティブブースト) 構成があります。Figure 11 の回路は - 5V ~ - 12V の入力電圧範囲を許容し、- 12V の安定化出力電圧が得られます。入力電圧が - 12V 以上になると、出力電圧は - 12V を超える場合がありますが、レギュレータに悪影響はありません。

この種のブースト構成のレギュレータは標準的な降圧型 (バック) モードの構成と比べスイッチ電流は高くなり、特に低入力電圧の場合顕著となります。出力負荷電流は定格最大スイッチング電流によって決まります。しかし、ネガティブブースト・レギュレータの回路構成 (Figure 11) は、負荷短絡時、電流はグラウンドより負荷やダイオードを経由して - V_{IN} へ直接流れるため、IC の電流制限はきかず、負荷保護機能を必要とする場合、ヒューズまたは他の保護回路を付加しなければなりません。



Typical Load Current
 200 mA for $V_{IN} = - 5.2V$
 500 mA for $V_{IN} = - 7V$

Note: ピン番号は TO-220 パッケージ用です。

FIGURE 11. Negative Boost

低電圧ロックアウト

アプリケーションによっては、入力電圧が一定のスレッシュホールドに達するまでレギュレータをオフにする方が望ましく、これを低電圧ロックアウト回路により実現しています (Figure 12)。Figure 13 は反転型構成の同一回路を示しています。この回路によって、入力電圧が所定のレベルに達するまでレギュレータをオフにできます。

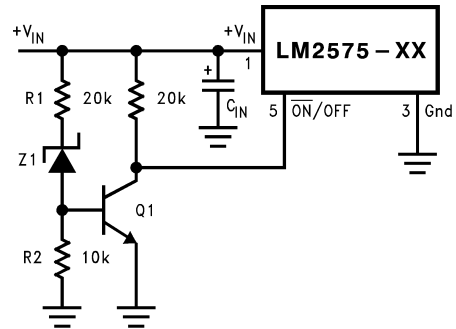
$$V_{TH} \approx V_{Z1} + 2V_{BE} (Q1)$$

遅延スタートアップ機能 (ソフトスタート機能)

ON/OFF ピンを使用すると、遅延スタートアップ機能が可能になります (Figure 14 参照)。20V の入力電圧と回路図に記載の数値では、回路がスイッチング動作をする前に約 10msec の遅延時間が得られます。RC 時間の定数を大きくすると、さらに長い遅延時間が得られます。ただし、RC 時間の定数を大きくし過ぎると、ON/OFF ピンに対しリップル成分のカップリングが生じるため、60Hz (電源周波数) または 120Hz でリップル成分が高くなるなど障害が起こります。

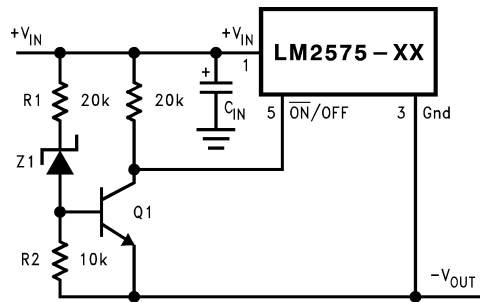
可変出力、低リップル電源

Figure 15 は可変出力電圧バージョンの 1A 電源回路例です。この回路では外付け L-C フィルタを追加し、1/10 以下に出力リップルを低減しています。



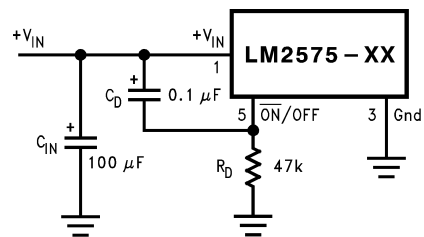
Note: 回路の一部を示しています。
 Note: ピン番号は TO-220 パッケージ用です。

FIGURE 12. Undervoltage Lockout for Buck Circuit



Note: 回路の一部を示しています (Figure 10 参照)
 Note: ピン番号は TO-220 パッケージ用です。

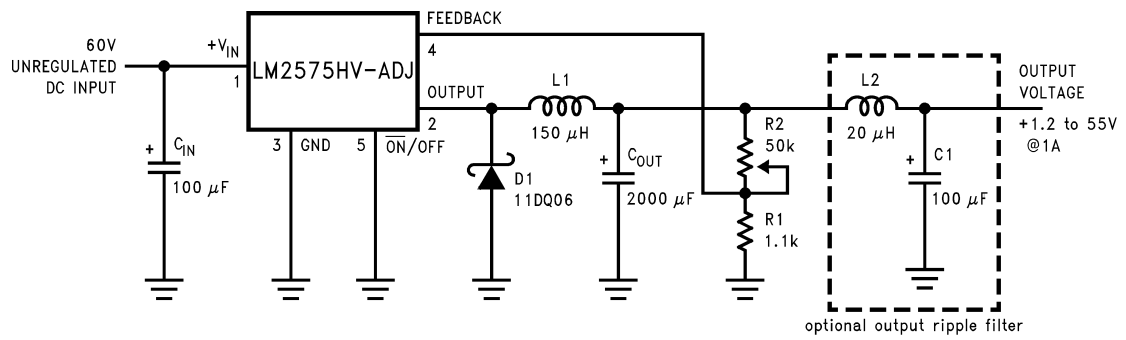
FIGURE 13. Undervoltage Lockout for Buck-Boost Circuit



Note: 回路の一部を示しています。
 Note: ピン番号は TO-220 パッケージ用です。

FIGURE 14. Delayed Startup

他の応用回路(つぎ)



Note: ヒン番号は TO-220 パッケージ用です。

FIGURE 15. 1.2V to 55V Adjustable 1A Power Supply with Low Output Ripple

用語の定義

バック・レギュレータ

高電圧を低電圧に変換するスイッチング・レギュレータの 1 種であり、降圧型スイッチング・レギュレータとしても知られています。

バックブースト・レギュレータ

トランスなしに正電圧を負電圧に変換するスイッチング・レギュレータの一種。

デューティ・サイクル

発振器周期に対する出力スイッチのオン・タイム比率。

$$\text{降圧型 (バック) レギュレータ } D = \frac{t_{\text{ON}}}{T} = \frac{V_{\text{OUT}}}{V_{\text{IN}}}$$

$$\text{反転 (バックブースト) 型レギュレータ } D = \frac{t_{\text{ON}}}{T} = \frac{|V_{\text{O}}|}{|V_{\text{O}}| + V_{\text{IN}}}$$

キャッチ・ダイオード (電流ステアリング・ダイオード)

LM2575 の SW トランジスタがスイッチ・オフ時に、負荷電流にリターンパスを与えるダイオード。

効率 ()

負荷に実際に供給された入力電圧の比率。

$$\eta = \frac{P_{\text{OUT}}}{P_{\text{IN}}} = \frac{P_{\text{OUT}}}{P_{\text{OUT}} + P_{\text{LOSS}}}$$

等価直列抵抗 (ESR)

コンデンサのインピーダンスの純粋な抵抗成分 (Figure 16 参照)。ESR はコンデンサを加熱する電力損失を招き、コンデンサの動作寿命に直接影響します。スイッチング・レギュレータ出力フィルタとして使用する場合、ESR 値が高ければ、出力電圧のリプル成分も高くなります。

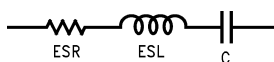


FIGURE 16. Simple Model of a Real Capacitor

100 μF ~ 1000 μF 容量範囲のコンデンサの ESR 値は、最も標準的なアルミニウム電解コンデンサで 0.5 ~ 0.1、ハイグレードのコンデンサ (低 ESR、高周波、低インダクタンス) で一般に 0.15 以下です。

等価直列インダクタンス (ESL)

コンデンサの純粋なインダクタンス成分 (Figure 16 参照)。インダクタンスの量は、多くはコンデンサの構造により決まります。降圧型 (バック) レギュレータでは、この不要なインダクタンスによって出力上に電圧スパイクが生じます。

出力リップル電圧

スイッチング・レギュレータの出力電圧の AC 成分。通常、出力コンデンサの ESR をインダクタ電流のリプル成分 (I_{IND}) で乗じて得られます。この鋸波リップル電流のピーク・ツー・ピーク値を求めるには、「アプリケーション・ヒント」の「インダクタ電流のリプル成分」を参照ください。

コンデンサ・リップル電流

規定温度でコンデンサを連続して動作させることのできる最大許容交流電流の RMS 値。

スタンバイ・クワイゼント (待機時消費) 電流 (I_{STBY})

スタンバイ・モード時 ($\overline{\text{ON/OFF}}$ ピンが H レベルの TTL 電圧) に LM2575 が必要とする電源電流で、出力スイッチがオフの状態です。

インダクタ電流のリプル成分 (I_{IND})

インダクタ電流波形のピーク・ツー・ピーク値。通常はレギュレータの動作が連続 (不連続に対比) しているときの鋸波の値を示します。

連続 / 不連続動作モード

インダクタ電流の動作モード。連続モードでは、インダクタ電流は常に流れており、決してゼロに降下しません。不連続モードでは、インダクタ電流は通常のスイッチング・サイクルの一定周期間ゼロに降下します。

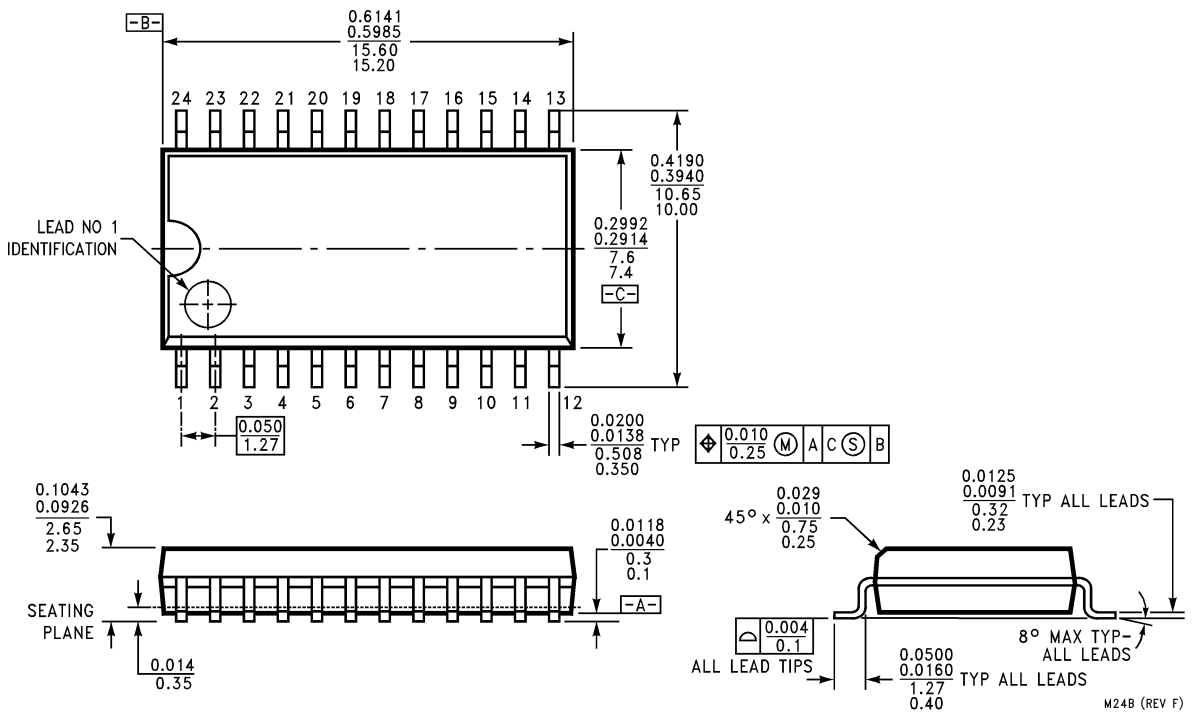
インダクタ飽和

インダクタがマグネティック・フラックスに耐えられない状態。インダクタが飽和状態になると誘導性を失い抵抗成分が増し、インダクタ電流は巻線の DC 抵抗成分と供給可能なソース電流によって制限を受けます。

ボルト・マイクロ秒動作定数 ($E \cdot T_{\text{op}}$)

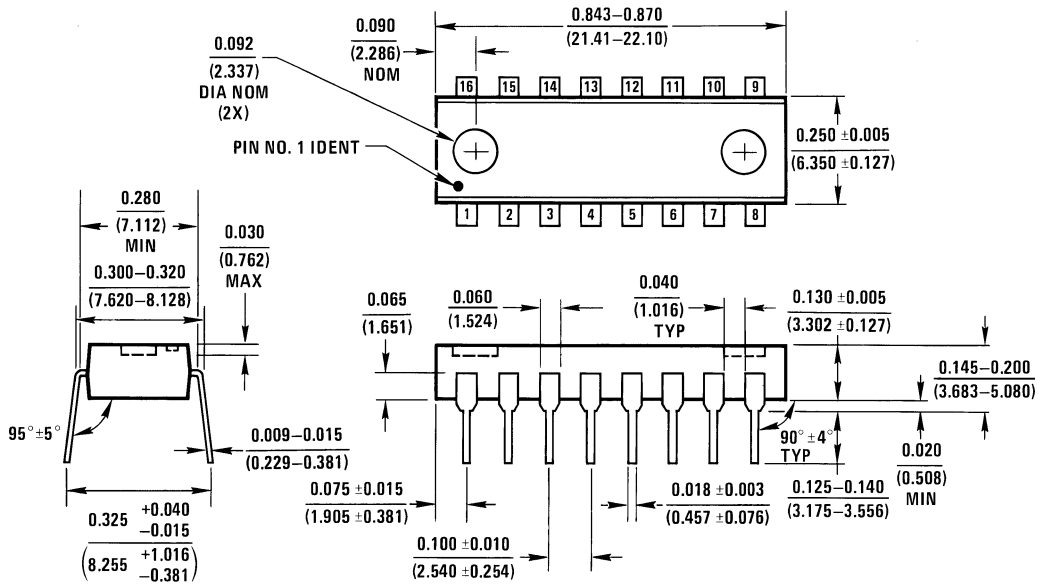
インダクタの印加電圧と印加時間の積 (ボルト・マイクロ秒)。 $E \cdot T_{\text{op}}$ 定数は、インダクタの機能処理に費やすエネルギーを表し、コアタイプ、コア面積、コア巻数、デューティ・サイクルによって異なります。

外形寸法図 特記のない限り inches (millimeters)



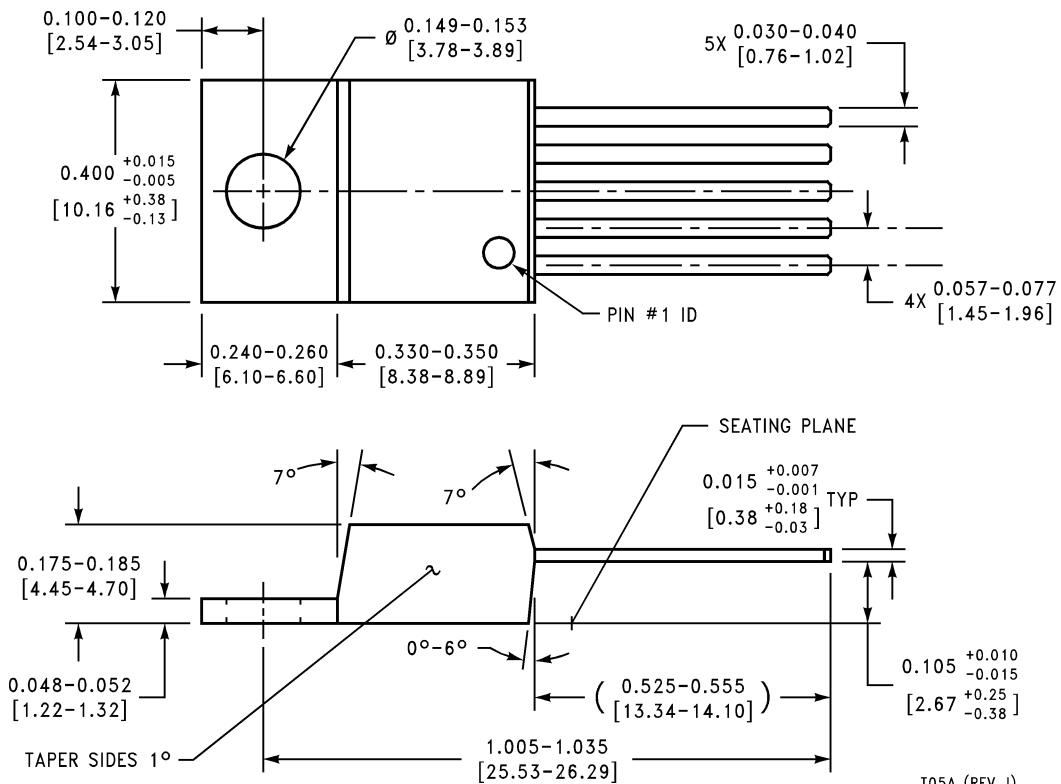
24-Lead Wide Surface Mount (WM)
Order Number LM2575M-5.0, LM2575HVM-5.0, M2575M-12,
LM2575HVM-12, LM2575M-15, LM2575HVM-15,
LM2575M-ADJ or LM2575HVM-ADJ
NS Package Number M24B

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



N16A (REV E)

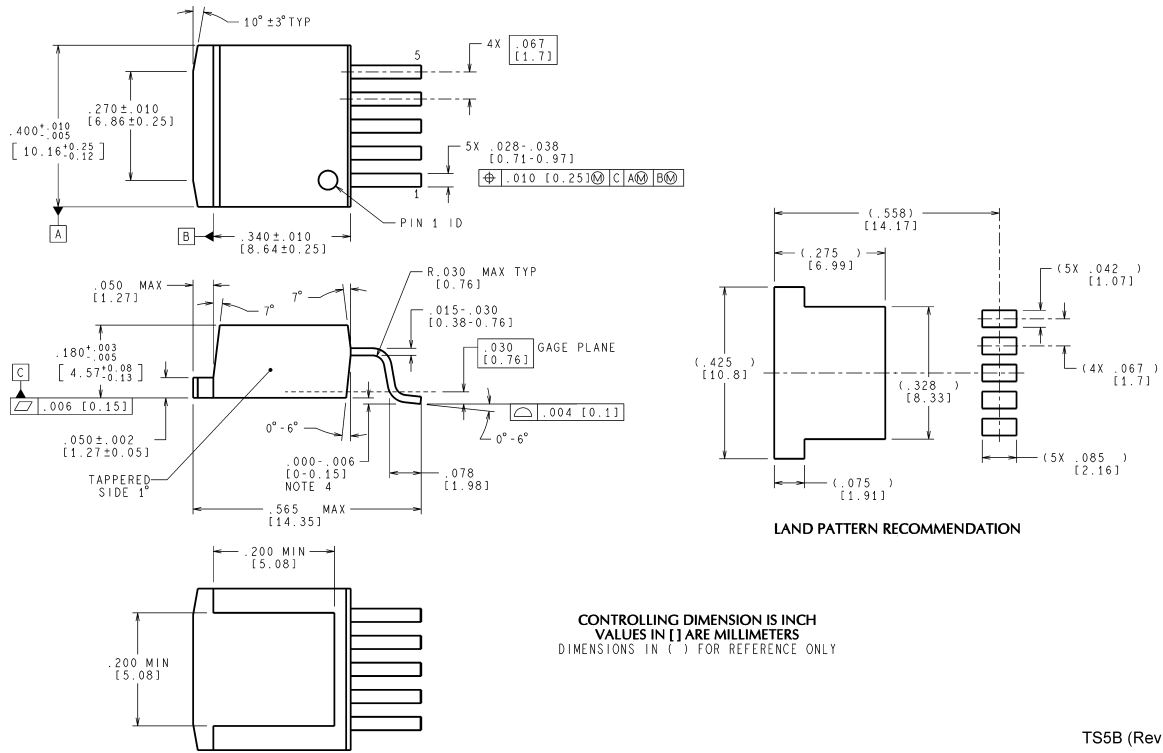
16-Lead Molded DIP (N)
Order Number LM2575N-5.0, LM2575HVN-5.0,
LM2575N-12, LM2575HVN-12,
LM2575N-15, LM2575HVN-15, LM2575N-ADJ or LM2575HVN-ADJ
NS Package Number N16A



T05A (REV J)

5-Lead TO-220 (T)
Order Number LM2575T-3.3, LM2575HVT-3.3, LM2575T-5.0, LM2575HVT-5.0, LM2575T-12,
LM2575HVT-12, LM2575T-15, LM2575HVT-15, LM2575T-ADJ or LM2575HVT-ADJ
NS Package Number T05A

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

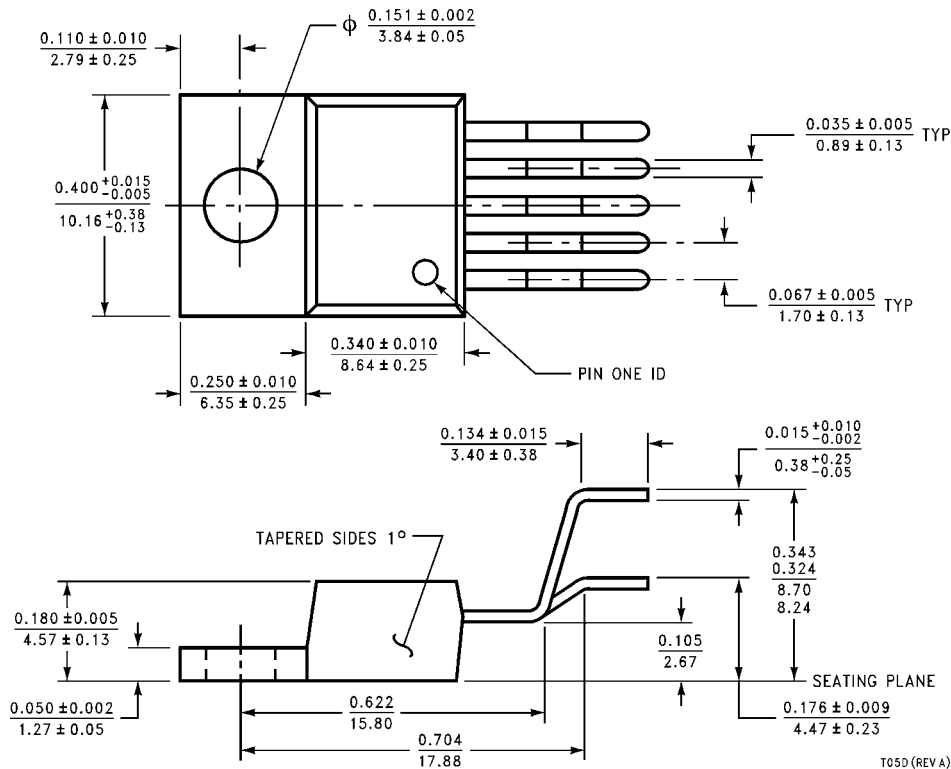


CONTROLLING DIMENSION IS INCH
VALUES IN [] ARE MILLIMETERS
DIMENSIONS IN () FOR REFERENCE ONLY

TS5B (Rev D)

TO-263, Molded, 5-Lead Surface Mount
Order Number LM2575S-3.3, LM2575HVS-3.3, LM2575S-5.0, LM2575HVS-5.0, LM2575S-12,
LM2575HVS-12, LM2575S-15, LM2575HVS-15, LM2575S-ADJ or LM2575HVS-ADJ
NS Package Number TS5B

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

**Bent, Staggered 5-Lead TO-220 (T)**

**Order Number LM2575T-3.3 Flow LB03, LM2575HVT-3.3 Flow LB03,
LM2575T-5.0 Flow LB03, LM2575HVT-5.0 Flow LB03,
LM2575T-12 Flow LB03, LM2575HVT-12 Flow LB03,
LM2575T-15 Flow LB03, LM2575HVT-15 Flow LB03,
LM2575T-ADJ Flow LB03 or LM2575HVT-ADJ Flow LB03
NS Package Number T05D**

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 社の製品の販売か使用、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 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/

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