

特長

- 高速過渡応答に対して最適化
- 出力電流: 3A
- ドロップアウト電圧: 340mV/3A
- 低ノイズ: 40 μ V_{RMS} (10Hz~100kHz)
- 消費電流: 1mA
- 広い入力電圧範囲: 2.7V~20V
- 保護ダイオード不要
- ドロップアウト時に消費電流を制御
- 固定出力電圧: 1.5V、1.8V、2.5V、3.3V
- 可変出力: 1.21V~20V
- シャットダウン時の消費電流: <1 μ A
- 10 μ Fの出力コンデンサで安定*
- セラミック・コンデンサで安定*
- 逆バッテリー保護
- 逆電流なし
- 熱制限

アプリケーション

- 3.3V~2.5Vのロジック電源
- スイッチング電源用ポスト・レギュレータ

概要

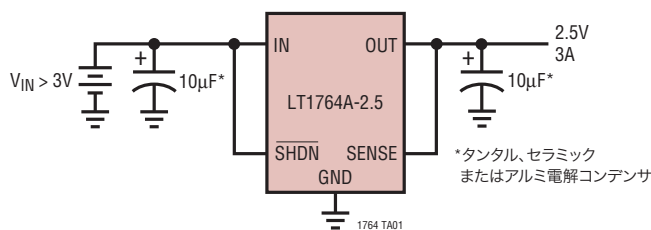
LT[®]1764Aは、高速過渡応答に対して最適化された低ドロップアウト・レギュレータです。このデバイスは340mVのドロップアウト電圧で3Aの出力電流を供給できます。消費電流は動作時1mA、シャットダウン時には1 μ A以下まで低減されます。他の多くのレギュレータと異なり、消費電流は十分制御され、ドロップアウト時に増大することはありません。LT1764Aは高速過渡応答に加え、出力電圧ノイズが非常に低いので、敏感なRF電源アプリケーションに最適です。

出力電圧範囲は1.21Vから20Vです。LT1764Aレギュレータは10 μ Fという低い出力容量で安定します。内蔵の保護回路は逆バッテリー保護、電流制限、熱制限、逆電流保護などを行います。このデバイスは1.5V、1.8V、2.5V、3.3Vの固定出力電圧と1.21Vのリファレンス電圧による可変出力電圧を装備しています。LT1764Aレギュレータは5ピンTO-220およびDDパッケージ、16ピンFEパッケージで供給されます。

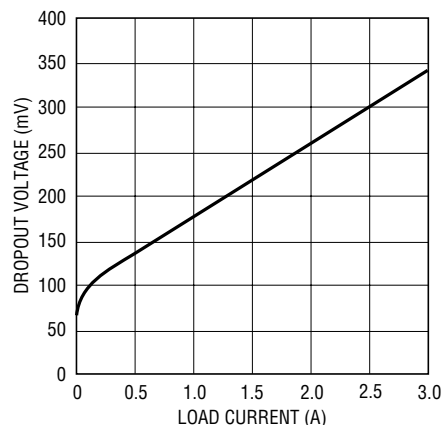
LT、LT、LTCおよびLTMはリニアテクノロジー社の登録商標です。
他の全ての商標はそれぞれの所有者に所有権があります。
*「アプリケーション情報」のセクションを参照してください。

標準的応用例

3.3V_{IN}から2.5V_{OUT}へのレギュレータ



ドロップアウト電圧



1764 TA02

LT1764A シリーズ

絶対最大定格 (Note 1)

INピンの電圧.....	±20V	出力短絡時間.....	無期限
OUTピンの電圧.....	±20V	動作接合部温度範囲	
入力から出力への電圧差 (Note 12).....	±20V	Eグレード.....	-40°C~125°C
SENSEピンの電圧.....	±20V	MPグレード.....	-55°C~125°C
ADJピンの電圧.....	±7V	保存温度範囲.....	-65°C~150°C
SHDNピンの電圧.....	±20V	リード温度 (半田付け、10秒).....	300°C

パッケージ/発注情報

<p>FRONT VIEW</p> <p>Q PACKAGE 5-LEAD PLASTIC DD</p> <p>*PIN 5 = SENSE FOR LT1764A-1.5/LT1764A-1.8/ LT1764A-2.5/LT1764A-3.3 = ADJ FOR LT1764A T_{JMAX} = 150°C, θ_{JA} = 30°C/W</p>	<p>FRONT VIEW</p> <p>T PACKAGE 5-LEAD PLASTIC TO-220</p> <p>*PIN 5 = SENSE FOR LT1764A-1.5/LT1764A-1.8/ LT1764A-2.5/LT1764A-3.3 = ADJ FOR LT1764A T_{JMAX} = 150°C, θ_{JA} = 50°C/W</p>	<p>TOP VIEW</p> <p>FE PACKAGE 16-LEAD PLASTIC TSSOP PIN 17 IS GND T_{JMAX} = 150°C, θ_{JA} = 38°C/W</p> <p>*PIN 6 = SENSE FOR LT1764A-1.5/ LT1764A-1.8/LT1764A-2.5/ LT1764A-3.3 = ADJ FOR LT1764A</p>	
ORDER PART NUMBER	ORDER PART NUMBER	ORDER PART NUMBER	FE PART MARKING
LT1764AEQ LT1764AEQ-1.5 LT1764AEQ-1.8 LT1764AEQ-2.5 LT1764AEQ-3.3 LT1764AMPQ	LT1764AET LT1764AET-1.5 LT1764AET-1.8 LT1764AET-2.5 LT1764AET-3.3	LT1764AEFE LT1764AEFE-1.5 LT1764AEFE-1.8 LT1764AEFE-2.5 LT1764AEFE-3.3	LT1764AEFE LT1764AEFE-1.5 LT1764AEFE-1.8 LT1764AEFE-2.5 LT1764AEFE-3.3
Order Options Tape and Reel: Add #TR Lead Free: Add #PBF Lead Free Tape and Reel: Add #TRPBF Lead Free Part Marking: http://www.linear-tech.co.jp/leadfree/			

より広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社へお問い合わせください。

電気的特性

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外はT_A = 25°Cでの値。(Note 2)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
Minimum Input Voltage (Notes 3, 11)	I _{LOAD} = 0.5A		1.7		V	
	I _{LOAD} = 1.5A		1.9		V	
	E Grade: I _{LOAD} = 3A	●	2.3	2.7	V	
	MP Grade: I _{LOAD} = 3A	●	2.3	2.8	V	
Regulated Output Voltage (Note 4)	LT1764A-1.5 V _{IN} = 2.21V, I _{LOAD} = 1mA 2.7V < V _{IN} < 20V, 1mA < I _{LOAD} < 3A	●	1.477	1.500	1.523	V
		●	1.447	1.500	1.545	V
	LT1764A-1.8 V _{IN} = 2.3V, I _{LOAD} = 1mA 2.8V < V _{IN} < 20V, 1mA < I _{LOAD} < 3A	●	1.773	1.800	1.827	V
		●	1.737	1.800	1.854	V

1764afb

電気的特性

 ●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。(Note 2)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
	LT1764A-2.5 $V_{IN} = 3\text{V}$, $I_{LOAD} = 1\text{mA}$ $3.5\text{V} < V_{IN} < 20\text{V}$, $1\text{mA} < I_{LOAD} < 3\text{A}$	●	2.462	2.500	2.538	V
			2.412	2.500	2.575	V
	LT1764A-3.3 $V_{IN} = 3.8\text{V}$, $I_{LOAD} = 1\text{mA}$ $4.3\text{V} < V_{IN} < 20\text{V}$, $1\text{mA} < I_{LOAD} < 3\text{A}$	●	3.250	3.300	3.350	V
			3.183	3.300	3.400	V
ADJ Pin Voltage (Notes 3, 4)	LT1764A $V_{IN} = 2.21\text{V}$, $I_{LOAD} = 1\text{mA}$ E Grade: $2.7\text{V} < V_{IN} < 20\text{V}$, $1\text{mA} < I_{LOAD} < 3\text{A}$ MP Grade: $2.8\text{V} < V_{IN} < 20\text{V}$, $1\text{mA} < I_{LOAD} < 3\text{A}$	●	1.192	1.210	1.228	V
		●	1.168	1.210	1.246	V
		●	1.168	1.210	1.246	V
Line Regulation	LT1764A-1.5 $\Delta V_{IN} = 2.21\text{V}$ to 20V , $I_{LOAD} = 1\text{mA}$	●		2.5	10	mV
	LT1764A-1.8 $\Delta V_{IN} = 2.3\text{V}$ to 20V , $I_{LOAD} = 1\text{mA}$	●		3	10	mV
	LT1764A-2.5 $\Delta V_{IN} = 3\text{V}$ to 20V , $I_{LOAD} = 1\text{mA}$	●		4	10	mV
	LT1764A-3.3 $\Delta V_{IN} = 3.8\text{V}$ to 20V , $I_{LOAD} = 1\text{mA}$	●		4.5	10	mV
	LT1764A (Note 3) $\Delta V_{IN} = 2.21\text{V}$ to 20V , $I_{LOAD} = 1\text{mA}$	●		2	10	mV
Load Regulation	LT1764A-1.5 $V_{IN} = 2.7\text{V}$, $\Delta I_{LOAD} = 1\text{mA}$ to 3A $V_{IN} = 2.7\text{V}$, $\Delta I_{LOAD} = 1\text{mA}$ to 3A	●		3	7	mV
					23	mV
	LT1764A-1.8 $V_{IN} = 2.8\text{V}$, $\Delta I_{LOAD} = 1\text{mA}$ to 3A $V_{IN} = 2.8\text{V}$, $\Delta I_{LOAD} = 1\text{mA}$ to 3A	●		4	8	mV
					25	mV
	LT1764A-2.5 $V_{IN} = 3.5\text{V}$, $\Delta I_{LOAD} = 1\text{mA}$ to 3A $V_{IN} = 3.5\text{V}$, $\Delta I_{LOAD} = 1\text{mA}$ to 3A	●		4	10	mV
LT1764A-3.3 $V_{IN} = 4.3\text{V}$, $\Delta I_{LOAD} = 1\text{mA}$ to 3A $V_{IN} = 4.3\text{V}$, $\Delta I_{LOAD} = 1\text{mA}$ to 3A	●		4	12	mV	
LT1764A (Note 3) $V_{IN} = 2.7\text{V}$, $\Delta I_{LOAD} = 1\text{mA}$ to 3A E Grade: $V_{IN} = 2.7\text{V}$, $\Delta I_{LOAD} = 1\text{mA}$ to 3A MP Grade: $V_{IN} = 2.8\text{V}$, $\Delta I_{LOAD} = 1\text{mA}$ to 3A	●		2	5	mV	
	●			20	mV	
	●			20	mV	
Dropout Voltage $V_{IN} = V_{OUT(\text{NOMINAL})}$ (Notes 5, 6, 11)	$I_{LOAD} = 1\text{mA}$ $I_{LOAD} = 1\text{mA}$	●		0.02	0.05	V
					0.10	V
	$I_{LOAD} = 100\text{mA}$ $I_{LOAD} = 100\text{mA}$	●		0.07	0.13	V
					0.18	V
	$I_{LOAD} = 500\text{mA}$ $I_{LOAD} = 500\text{mA}$	●		0.14	0.20	V
				0.27	V	
$I_{LOAD} = 1.5\text{A}$ $I_{LOAD} = 1.5\text{A}$	●		0.25	0.33	V	
				0.40	V	
$I_{LOAD} = 3\text{A}$ $I_{LOAD} = 3\text{A}$	●		0.34	0.45	V	
				0.66	V	
GND Pin Current $V_{IN} = V_{OUT(\text{NOMINAL})} + 1\text{V}$ (Notes 5, 7)	$I_{LOAD} = 0\text{mA}$	●		1	1.5	mA
	$I_{LOAD} = 1\text{mA}$	●		1.1	1.6	mA
	$I_{LOAD} = 100\text{mA}$	●		3.5	5	mA
	$I_{LOAD} = 500\text{mA}$	●		11	18	mA
	$I_{LOAD} = 1.5\text{A}$	●		40	75	mA
	$I_{LOAD} = 3\text{A}$	●		120	200	mA
Output Voltage Noise	$C_{OUT} = 10\mu\text{F}$, $I_{LOAD} = 3\text{A}$, $\text{BW} = 10\text{Hz}$ to 100kHz			40		μV_{RMS}
ADJ Pin Bias Current	(Notes 3, 8)			3	10	μA
Shutdown Threshold	$V_{OUT} = \text{Off to On}$	●		0.9	2	V
	$V_{OUT} = \text{On to Off}$	●	0.25	0.75		V
SHDN Pin Current (Note 9)	$V_{\text{SHDN}} = 0\text{V}$			0.01	1	μA
	$V_{\text{SHDN}} = 20\text{V}$			7	30	μA
Quiescent Current in Shutdown	$V_{IN} = 6\text{V}$, $V_{\text{SHDN}} = 0\text{V}$			0.01	1	μA
Ripple Rejection	$V_{IN} - V_{OUT} = 1.5\text{V}$ (Avg), $V_{\text{RIPPLE}} = 0.5\text{V}_{\text{P-P}}$, $f_{\text{RIPPLE}} = 120\text{Hz}$, $I_{LOAD} = 1.5\text{A}$		55	63		dB

LT1764A シリーズ

電気的特性

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。(Note 2)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Current Limit	$V_{IN} = 7V, V_{OUT} = 0V$		4		A
	E Grade: LT1764A; LT1764A-1.5; $V_{IN} = 2.7V, \Delta V_{OUT} = -0.1V$	●	3.1		A
	MP Grade: LT1764A $V_{IN} = 2.8V, \Delta V_{OUT} = -0.1V$	●	3.1		A
Input Reverse Leakage Current	$V_{IN} = -20V, V_{OUT} = 0V$	●		1	mA
Reverse Output Current (Note 10)	LT1764A-1.5 $V_{OUT} = 1.5V, V_{IN} < 1.5V$		600	1200	μA
	LT1764A-1.8 $V_{OUT} = 1.8V, V_{IN} < 1.8V$		600	1200	μA
	LT1764A-2.5 $V_{OUT} = 2.5V, V_{IN} < 2.5V$		600	1200	μA
	LT1764A-3.3 $V_{OUT} = 3.3V, V_{IN} < 3.3V$		600	1200	μA
	LT1764A (Note 3) $V_{OUT} = 1.21V, V_{IN} < 1.21V$		300	600	μA

Note 1: 絶対最大定格に記載された値を超えるストレスはデバイスに永続的損傷を与える可能性がある。長期にわたって絶対最大定格条件に曝すと、デバイスの信頼性と寿命に悪影響を与える可能性がある。

Note 2: LT1764Aレギュレータは T_J が T_A にほぼ等しくなるようにパルス負荷条件のもとでテストされ、仕様が規定されている。LT1764A (Eグレード) は $T_A = 25^\circ\text{C}$ で100%テストされる。 -40°C および 125°C の性能は設計、特性評価および統計学的なプロセス・コントロールとの相関で確認されている。LT1764A (MPグレード) は100%テストされ、 $-55^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の温度範囲で保証されている。

Note 3: LT1764A (可変バージョン) はADJピンがOUTピンに接続されたこれらの条件でテストされ、仕様が規定されている。

Note 4: 動作条件は最大接合部温度によって制限される。安定化された出力電圧の仕様は、入力電圧と出力電流の全ての可能な組合せに対して適用されるわけではない。最大入力電圧で動作しているときは、出力電流範囲を制限しなければならない。最大出力電流で動作しているときは、入力電圧範囲を制限しなければならない。

Note 5: 最小入力電圧の条件を満たすため、LT1764A (可変バージョン) は、2.42Vの出力電圧で外部抵抗分割器 (2個の4.12k抵抗) を使ったこれらの条件でテストされ、仕様が規定されている。外部抵抗分割器により300 μA DCの負荷が出力に追加される。

Note 6: ドロップアウト電圧は、規定出力電流でレギュレーションを維持するのに必要な、入力から出力への最小電圧差である。ドロップアウトでは、出力電圧は $V_{IN} - V_{DROPOUT}$ に等しくなる。

Note 7: GNDピンの電流は $V_{IN} = V_{OUT(NOMINAL)} + 1V$ または $V_{IN} = 2.7V$ (Eグレード) または $V_{IN} = 2.8V$ (MPグレード) のどちらか大きい方および電流源負荷でテストされる。さらに高い入力電圧では、GNDピンの電流は減少する。

Note 8: ADJピンのバイアス電流はADJピンに流れ込む。

Note 9: SHDNピンの電流はSHDNピンに流れ込む。

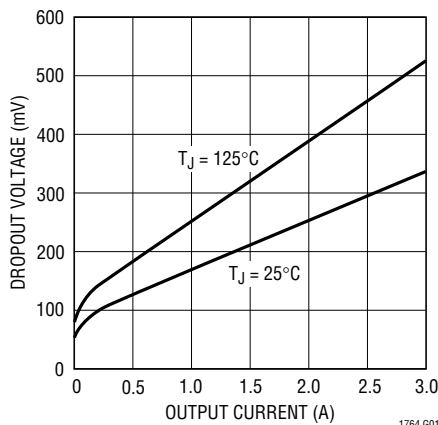
Note 10: 逆出力電流は、INピンをグランドに接続し、OUTピンを定格出力電圧に強制した状態でテストされる。この電流はOUTピンに流れ込み、GNDピンから流れ出す。

Note 11: LT1764A、LT1764A-1.5およびLT1764A-1.8の場合、ドロップアウト電圧は、出力電圧/負荷の条件によっては最小入力電圧の仕様によって制限される。

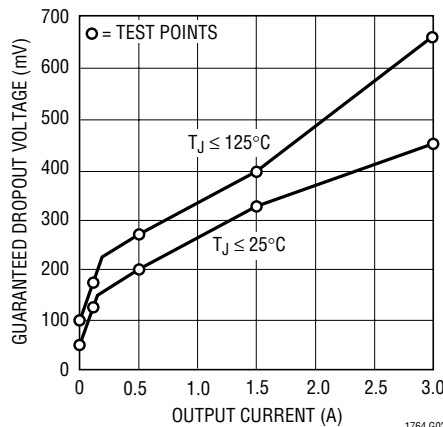
Note 12: 絶対最大入力電圧と絶対最大出力電圧の全ての組合せが実現できるわけではない。入力から出力への絶対最大電圧差は $\pm 20V$ である。たとえば、 $V_{IN} = 20V$ では、 V_{OUT} をグランドより下に引き下げることができない。

標準的性能特性

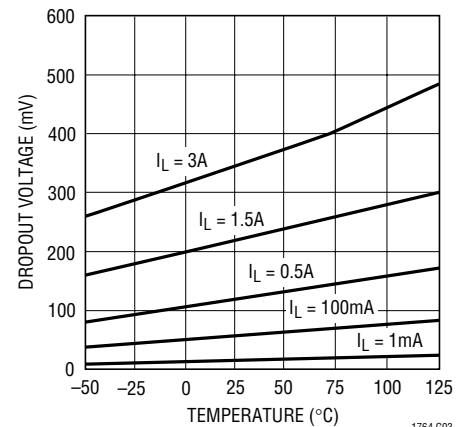
標準ドロップアウト電圧



保証されたドロップアウト電圧

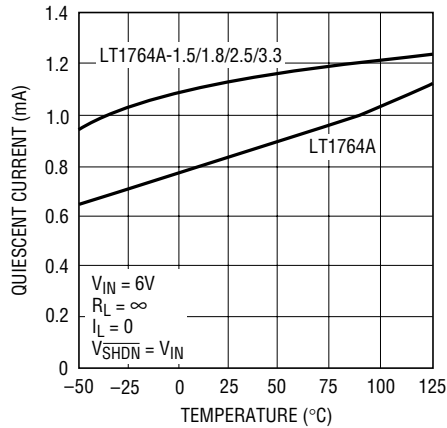


ドロップアウト電圧



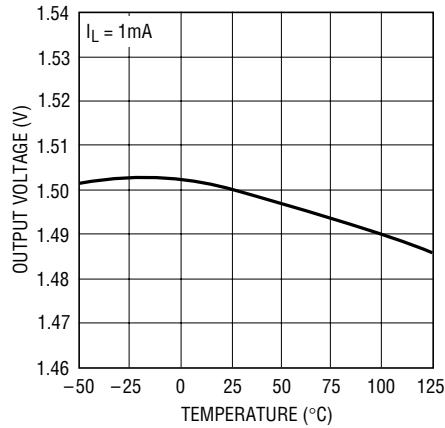
標準的性能特性

静止電流



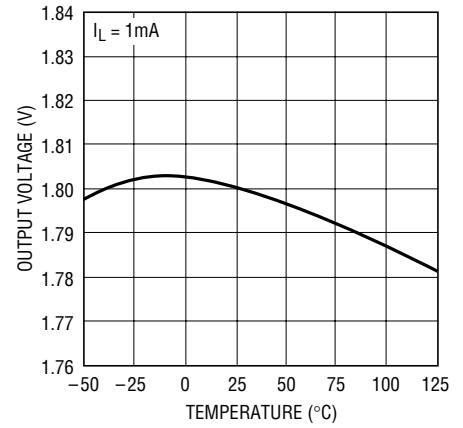
1764 G04

LT1764A-1.5の出力電圧



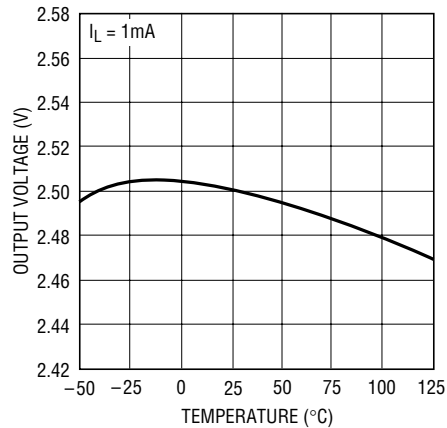
1764A G40

LT1764A-1.8の出力電圧



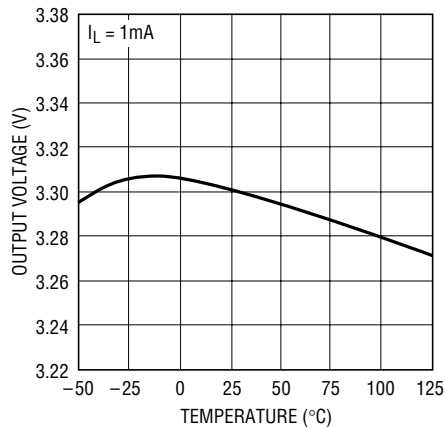
1756 G05

LT1764A-2.5の出力電圧



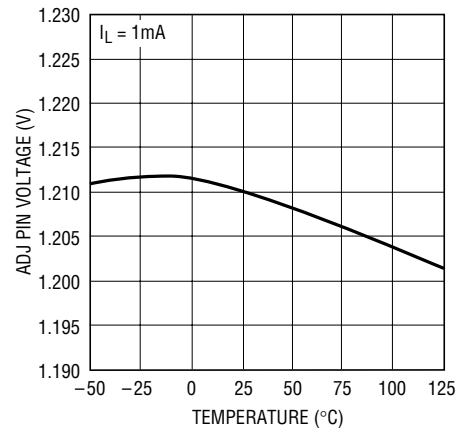
1756 G06

LT1764A-3.3の出力電圧



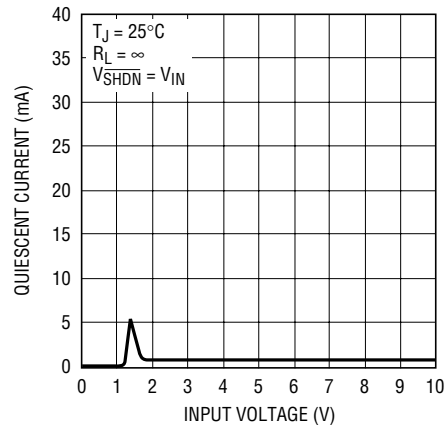
1756 G07

LT1764AのADJピンの電圧



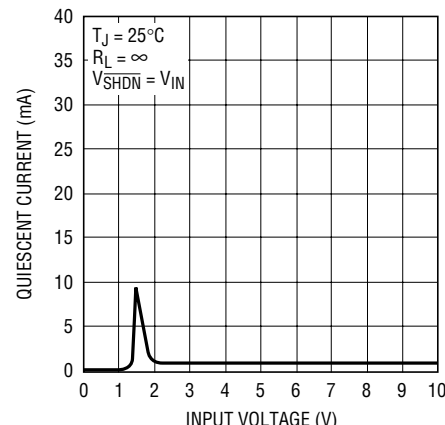
1756 G08

LT1764A-1.5の静止電流



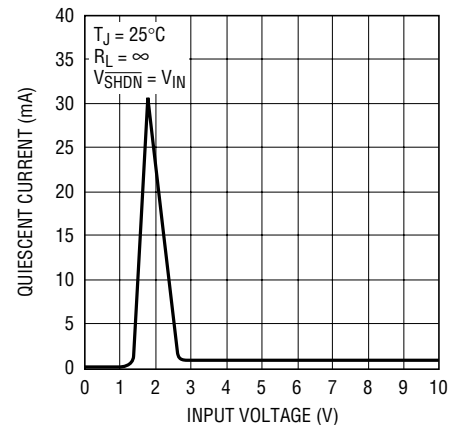
1764 G41

LT1764A-1.8の静止電流



1764 G09

LT1764A-2.5の静止電流

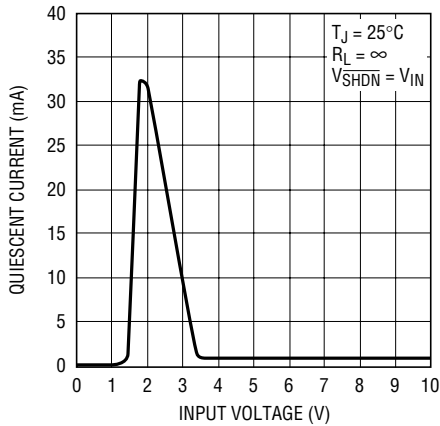


1764 G10
1764afb

LT1764A シリーズ

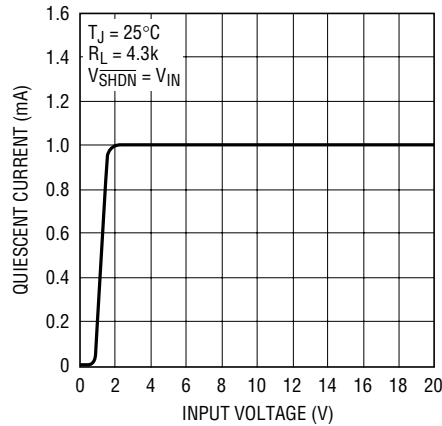
標準的性能特性

LT1764A-3.3の静止電流



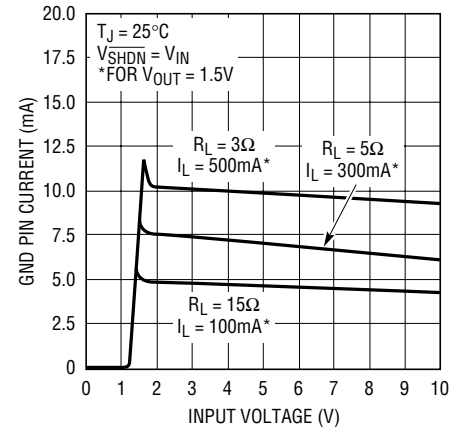
1764 G11

LT1764Aの静止電流



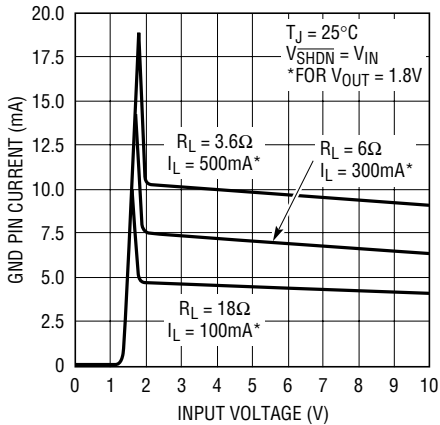
1764 G12

LT1764A-1.5のGNDピンの電流



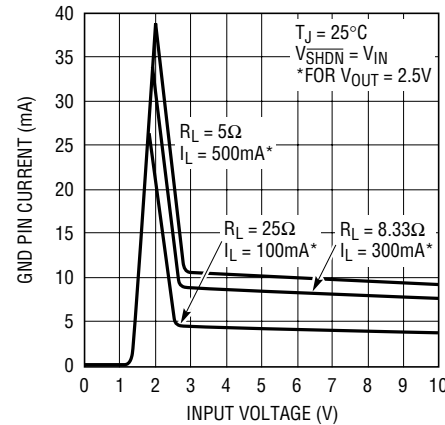
1764 G42

LT1764A-1.8のGNDピンの電流



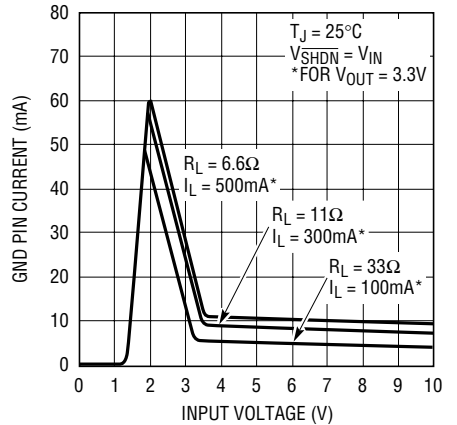
1764 G13

LT1764A-2.5のGNDピンの電流



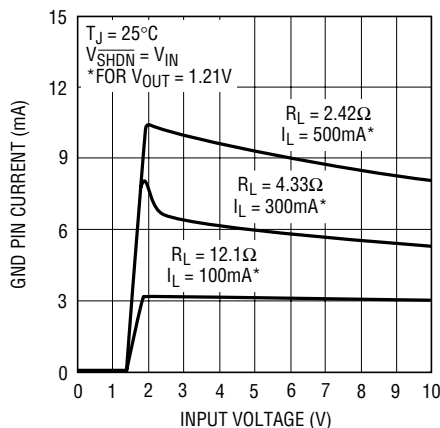
1764 G14

LT1764A-3.3のGNDピンの電流



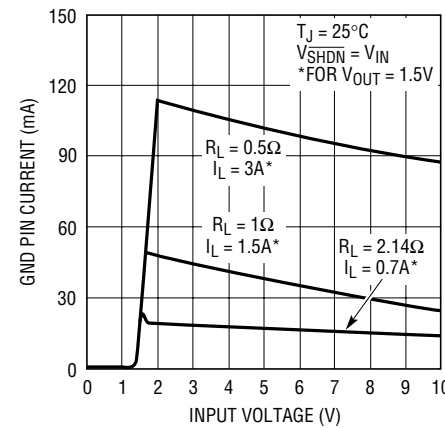
1764 G15

LT1764AのGNDピンの電流



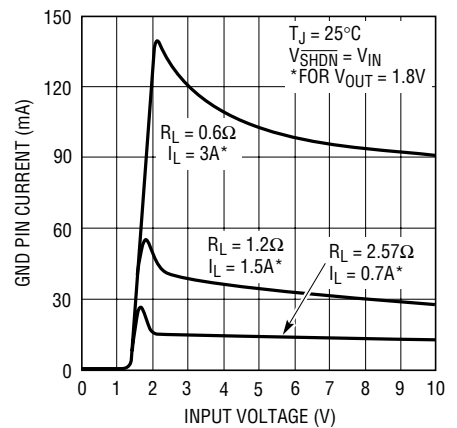
1764 G16

LT1764A-1.5のGNDピンの電流



1764A G43

LT1764A-1.8のGNDピンの電流

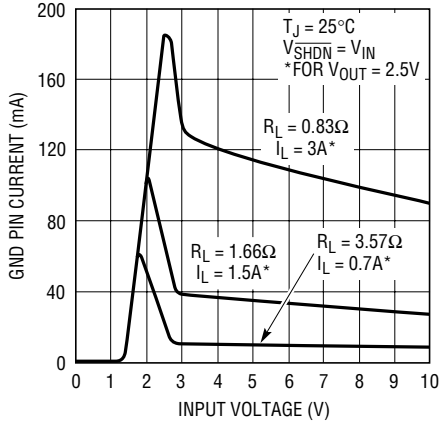


1764 G17

1764afb

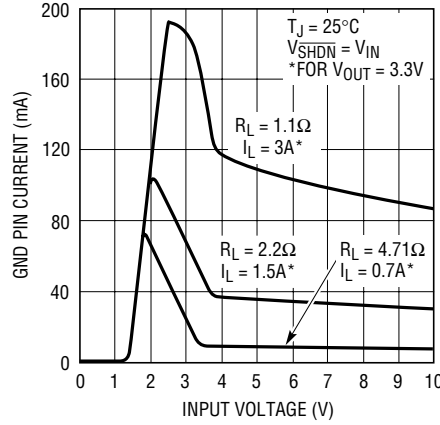
標準的性能特性

LT1764A-2.5のGNDピンの電流



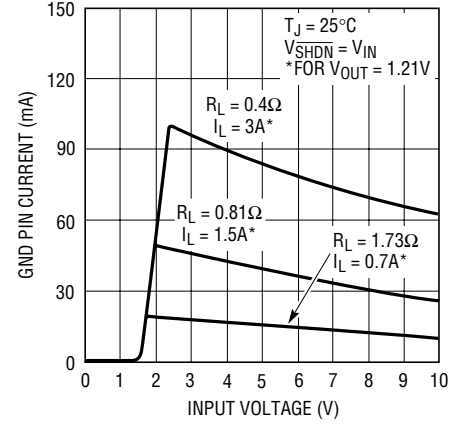
1764 G18

LT1764A-3.3のGNDピンの電流



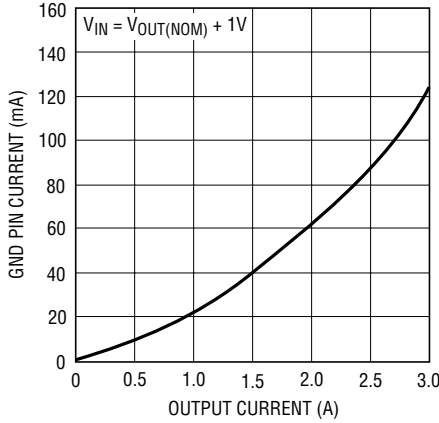
1764 G19

LT1764AのGNDピンの電流



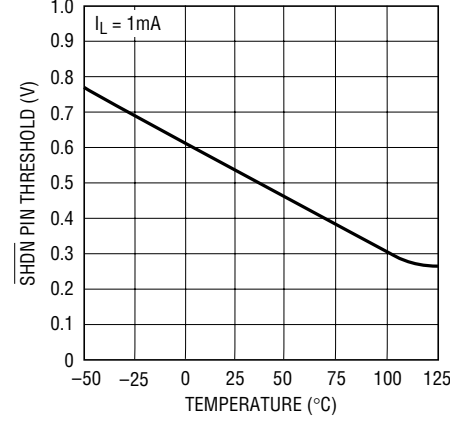
1764 G20

GNDピンの電流と I_{LOAD}



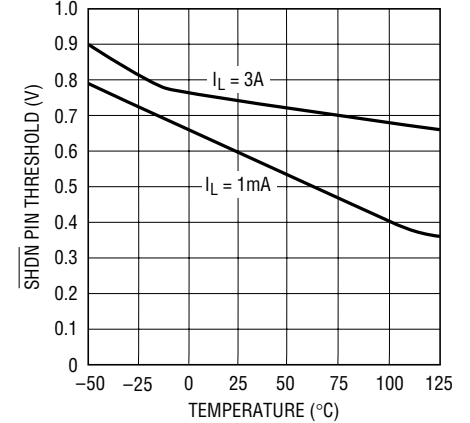
1764 G21

SHDNピン・スレッシュホールド (オンからオフ)



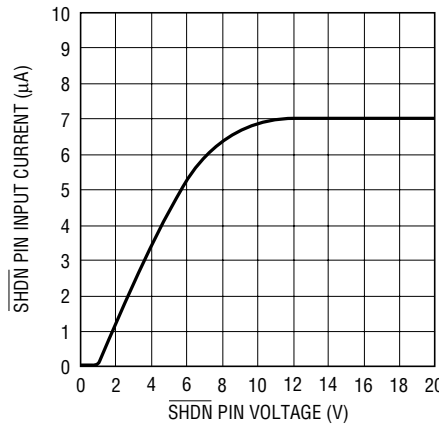
1764 G22

SHDNピン・スレッシュホールド (オフからオン)



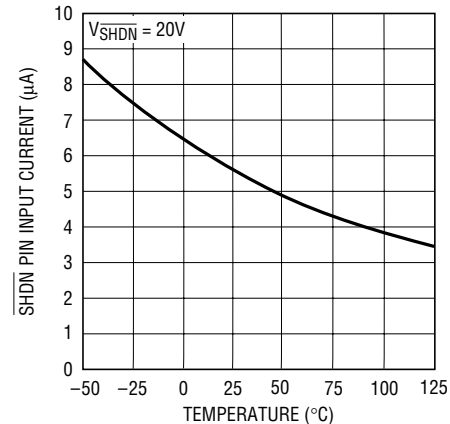
1764 G23

SHDNピンの入力電流



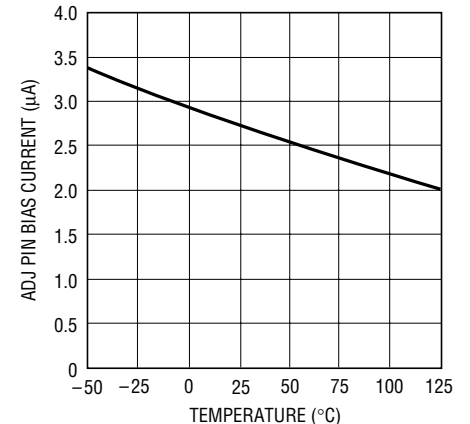
1764 G24

SHDNピンの入力電流



1764 G25

ADJピンのバイアス電流

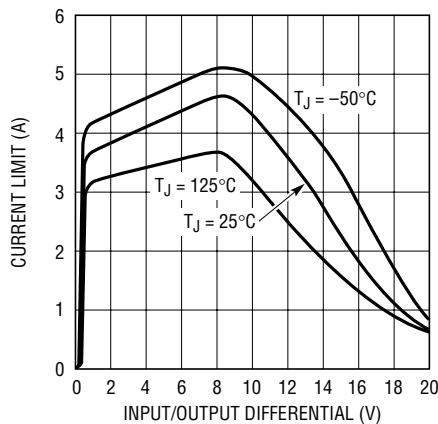


1764 G26

LT1764A シリーズ

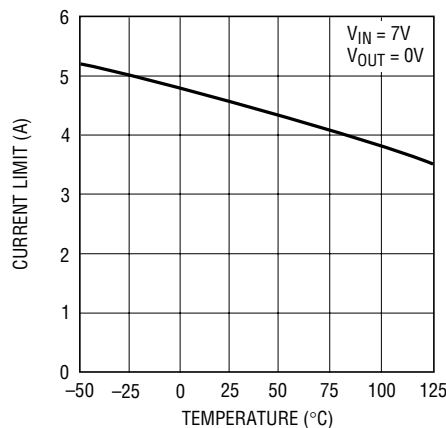
標準的性能特性

電流制限



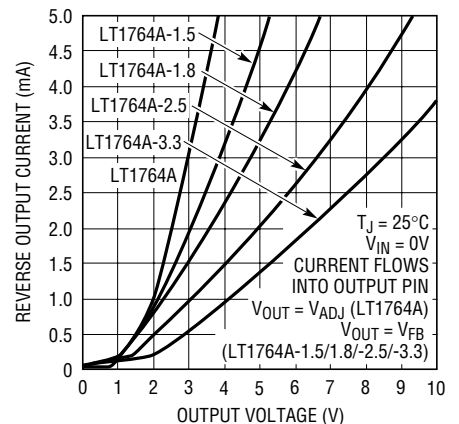
1764 G27

電流制限



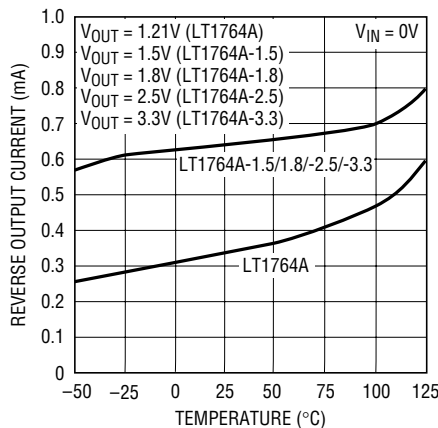
1764 G28

逆出力電流



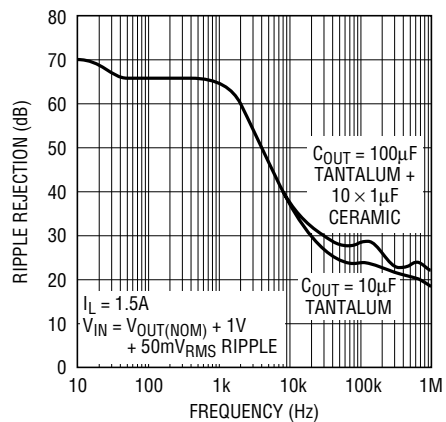
1764 G29

逆出力電流



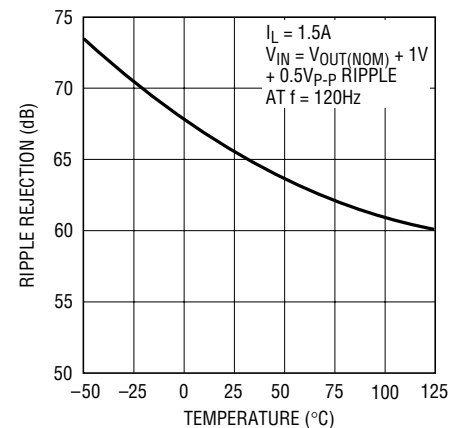
1764 G30

リップル除去



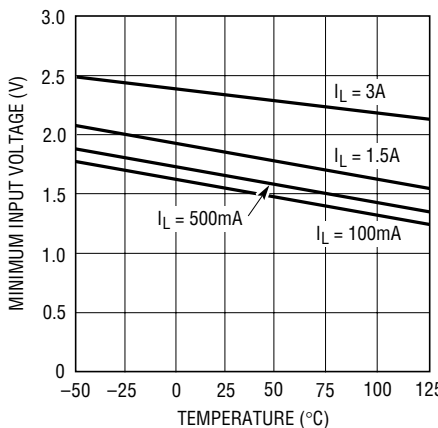
1764 G31

リップル除去



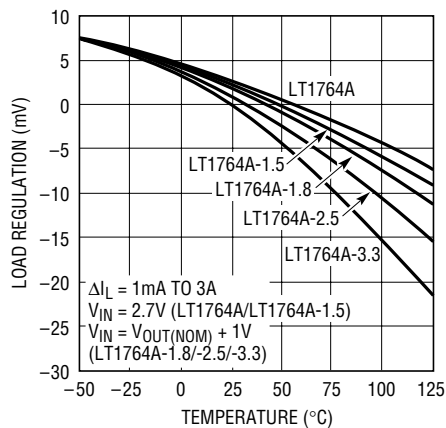
1764 G32

LT1764Aの最小入力電圧



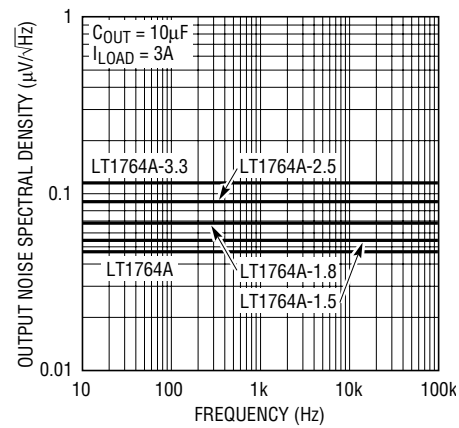
1764 G33

負荷レギュレーション



1764 G34

出力ノイズ・スペクトル密度

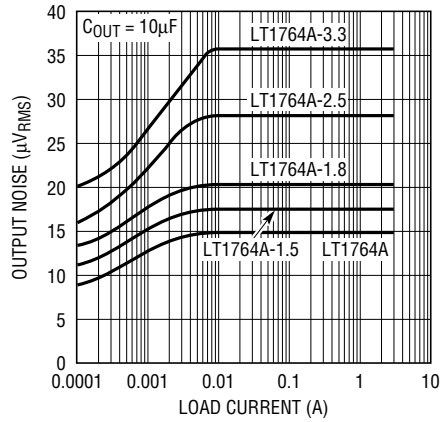


1764 G35

1764afb

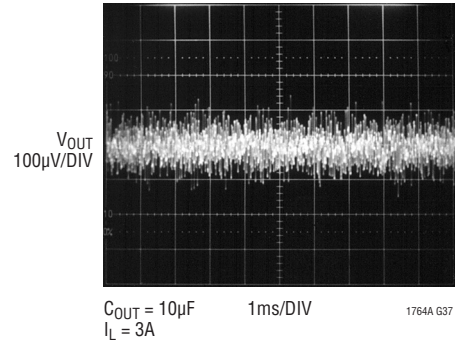
標準的性能特性

RMS出力ノイズと負荷電流
(10Hz~100kHz)



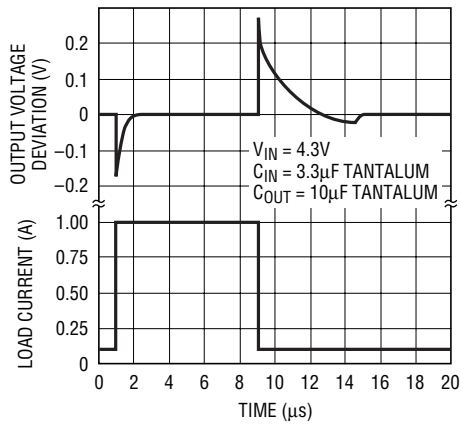
1764 G36

LT1764A-3.3の10Hz~100kHz
出カノイズ



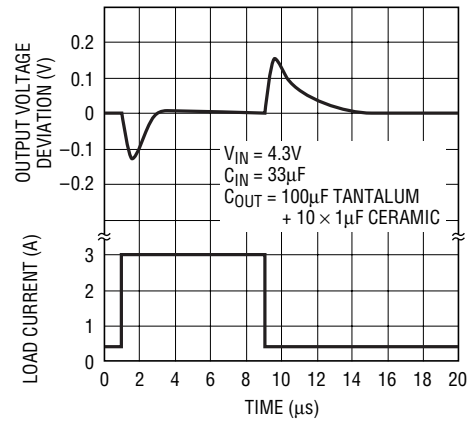
1764A G37

LT1764A-3.3の過渡応答



1764 G38

LT1764A-3.3の過渡応答



1764 G39

LT1764A シリーズ

ピン機能 DD/TO-220/TSSOP

SHDN (ピン1/ピン10) : シャットダウン。SHDNピンはLT1764Aレギュレータを低電力シャットダウン状態にするのに使われます。SHDNピンが“L”に引き下げられると、出力がオフします。SHDNピンは5Vロジックでドライブするか、プルアップ抵抗付きのオープンコレクタ・ロジックでドライブすることができます。プルアップ抵抗はオープンコレクタ・ゲートのプルアップ電流(通常数マイクロアンペア)とSHDNピン電流(標準7 μ A)を供給するのに必要です。使用しない場合、SHDNピンはV_{IN}に接続する必要があります。SHDNピンが接続されていないと、デバイスは低電力のシャットダウン状態になります。

IN (ピン2/ピン2/ピン12、13、14) : 入力。電力はINピンを通してデバイスに供給されます。デバイスが主入力フィルタ・コンデンサから6インチ以上離れている場合は、このピンにバイパス・コンデンサが必要です。一般に、バッテリーの出力インピーダンスは周波数とともに増加しますので、バッテリー駆動の回路にはバイパス・コンデンサを接続することを推奨します。1 μ F~10 μ Fのバイパス・コンデンサで十分です。LT1764Aレギュレータは、グラウンドとOUTピンに対してINピンに逆電圧が加わっても耐えるように設計されています。逆入力の場合(これはバッテリーを逆に差し込むと起きます)、デバイスはダイオードが入力に直列に接続されているかのように振る舞います。逆電流がレギュレータに流れ込むことはなく、逆電圧が負荷に加わることはありません。デバイスは自己と負荷の両方を保護します。

NC (ピン2、11、15) TSSOPのみ: NC。

GND (ピン3/ピン3/ピン1、7、8、9、16、17) : グラウンド。

OUT (ピン4/ピン4/ピン3、4、5) : 出力。出力は電力を負荷に供給します。発振を防ぐには最小10 μ Fの出力コンデンサが必要です。大きな過渡負荷をとまなうアプリケーションでピーク過渡電圧を制限するには大きな出力コンデンサが必要です。出力容量と逆出力特性の詳細については、「アプリケーション情報」のセクションを参照してください。

SENSE (ピン5/ピン5/ピン6) : 検出。LT1764Aの固定電圧バージョン(LT1764A-1.5/LT1764A-1.8/LT1764A-2.5/LT1764A-3.3)の場合、SENSEピンは誤差アンプの入力です。SENSEピンがレギュレータのOUTピンに接続されている場合に最適レギュレーションが得られます。要求の厳しいアプリケーションでは、レギュレータと負荷の間のPCトレースの抵抗(R_p)によって小さな電圧降下が生じます。このような電圧降下は、図1に示されているように(ケルビン検出回路)、SENSEピンを負荷のところで出力に接続することにより除去することができます。外部PCトレースに生じる電圧降下はレギュレータのドロップアウト電圧を増加させることに注意してください。SENSEピンのバイアス電流は公称定格出力電圧で600 μ Aです。SENSEピンを(レギュレータの負荷が負電源に戻される両電源システムの場合のように)グラウンドより下に引き下げることができ、それでもデバイスを起動して動作させることができます。

ADJ (ピン5/ピン5/ピン6) : 調節。可変LT1764Aの場合、これは誤差アンプへの入力です。このピンは内部で ± 7 Vにクランプされています。3 μ Aのバイアス電流がこのピンに流れ込みます。ADJピンの電圧は1.21Vでグラウンドを基準にしており、出力電圧の範囲は1.21V~20Vです。

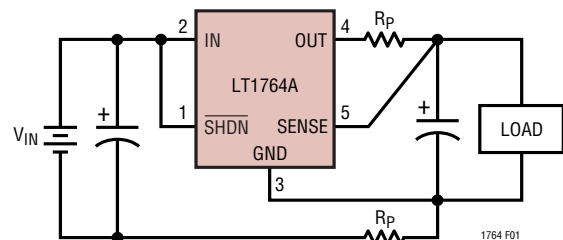


図1. ケルビン検出接続

アプリケーション情報

LT1764Aシリーズは、高速過渡応答に最適化された3A低ドロップアウト・レギュレータです。これらのデバイスは340mVのドロップアウト電圧で3Aを供給できます。動作時の消費電流は1mAと低く、シャットダウン時には1μA未満になります。低消費電流に加えて、LT1764Aレギュレータはいくつかの保護機能を備えているので、バッテリー駆動のシステムで使用するのに最適です。デバイスは逆入力電圧と逆出力電圧の両方に対して保護されています。入力がグラウンドに引き下げられたときバックアップ・バッテリーによって出力を保つことができるバッテリー・バックアップのアプリケーションでは、LT1764A-Xは出力に直列にダイオードが接続されているかのように振る舞って逆電流が流れるのを防ぎます。さらに、レギュレータの負荷が負電源に戻される両電源のアプリケーションでは、出力をグラウンドより最大20V下に引き下げることができ、それでもデバイスを起動して動作させることができます。

調節可能な動作

LT1764Aの可変バージョンの出力電圧範囲は1.21V~20Vです。出力電圧は、図2に示されているように、2個の外部抵抗の比によって設定されます。デバイスは出力をサーボ制御して、グラウンドを基準にしたADJピンの電圧を1.21Vに維持します。したがって、R1の電流は1.21V/R1に等しく、R2の電流はR1の電流にADJピンのバイアス電流を加えたものです。ADJピンのバイアス電流(25°Cで3μA)はR2を通してADJピンに流れ込みます。出力電圧は図2の式を使って計算することができます。R1の値は4.17kより小さくして、ADJピンのバイアス電流によって生じる出力電圧の誤差を小さく抑えます。シャットダウン時には出力がオフし、分割器の電流はゼロになることに注意してください。

可変デバイスは、出力電圧が1.21VになるようにADJピンをOUTピンに接続した状態でテストされ、仕様が規定されています。1.21Vを超える出力電圧の場合の仕様は望みの出力電圧と1.21Vの比($V_{OUT}/1.21V$)に比例します。たとえば、1mAから3Aへの出力電流の変化に対する負荷レギュレーションは $V_{OUT} = 1.21V$ では標準で-3mVです。 $V_{OUT} = 5V$ では、負荷レギュレーションは次のとおりです。

$$(5V/1.21V)(-3mV) = -12.4mV$$

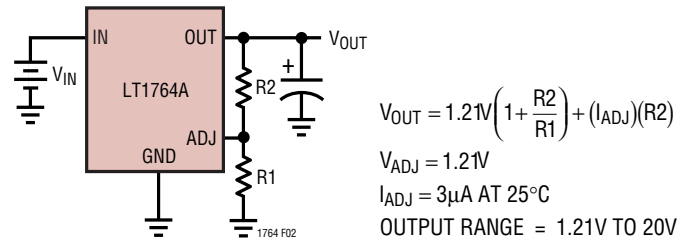


図2. 調節可能な動作

出力コンデンサと安定性

LT1764Aレギュレータは帰還回路です。どんな帰還回路とも同様に、それを安定化するには周波数補償が必要です。LT1764Aの場合、周波数補償は内部と外部(出力コンデンサ)の両方があります。出力コンデンサのサイズ、出力コンデンサの種類、および特定の出力コンデンサのESRの全てが安定性に影響を与えます。

安定性に加えて、出力コンデンサは高周波過渡応答にも影響を与えます。レギュレータのループの帯域幅は有限です。高周波過渡負荷の場合、過渡からの回復は出力コンデンサとレギュレータの帯域幅の組合せに依存します。LT1764Aは使いやすいように、また多様な出力コンデンサを受け入れるように設計されました。ただし、周波数補償は出力コンデンサの影響を受け、最適周波数安定性は(特にセラミック・コンデンサの場合)いくらかのESRを必要とすることがあります。

使いやすさのため、低ESRのPOSCAPはレギュレータの過渡応答と安定性の両方に最適です。これらのコンデンサ本来のESRは安定性を改善します。セラミック・コンデンサのESRは非常に小さく、これらのコンデンサは多くの場合最適ですが、小さな直列抵抗を追加すると安定性が最適化され、リングングが最小に抑えられることがあります。全ての場合、最小10μFが必要ですが、許容できる最大ESRは3Ωです。

セラミック・コンデンサでESRが最も役立つのは出力電圧が低い場合です。2.5Vより下の低出力電圧では、セラミックの出力コンデンサが使われる場合、いくらかのESRにより安定性が改善されます。また、いくらかのESRにより、小さな値のコンデンサを使うことが可能になります。セラミック・コンデンサでESRが不十分なために小信号のリングングが生じる場合、ESRを追加するか、またはコンデンサの値を大きくすると、安定性が改善され、リングングが減少します。

LT1764A シリーズ

アプリケーション情報

高速の厳しい電流過渡によって生じるリングングを最小に抑えるためのESRの推奨値を表1に示します。

表1. コンデンサの最小ESR

V _{OUT}	10 μ F	22 μ F	47 μ F	100 μ F
1.2V	10m Ω	5m Ω	3m Ω	0m Ω
1.5V	7m Ω	5m Ω	3m Ω	0m Ω
1.8V	5m Ω	5m Ω	3m Ω	0m Ω
2.5V	0m Ω	0m Ω	0m Ω	0m Ω
3.3V	0m Ω	0m Ω	0m Ω	0m Ω
\geq 5V	0m Ω	0m Ω	0m Ω	0m Ω

レギュレータの過渡応答に対するESRの影響を図3～図8に示します。これらのオシロスコプの写真は、いろいろなコンデンサとさまざまなESRの値を使ったときの、3つの異なる出力電圧でのLT1764Aの過渡応答を示しています。全てのトレースの出力負荷条件は同じです。全ての場合、1AのDC負荷が与えられています。最初の遷移で負荷が2Aにステップし、2番目の遷移で1Aに戻ります。

10 μ FのC_{OUT}で1.2V_{OUT}のワーストケースのポイントで(図3)、最小の大きさのESRが必要です。ほとんどのリングングを除去するのに5m Ω で十分ですが、20m Ω に最も近い値だと応答がもっと最適化されます。10 μ FのC_{OUT}の2.5V出力では(図4)、0 Ω のESRでは過渡で出力リングングが生じますが、それでも1Aの負荷ステップ後20 μ sで10mV以内にセトリングします。ここでも、小さな値のESRによって応答がもっと最適化されません。

10 μ FのC_{OUT}の5V_{OUT}では(図5)、0 Ω のESRで応答が十分減衰します。

0 Ω のESRの100 μ FのC_{OUT}で1.2Vの出力では(図6)、わずか10mV_{p-p}の振幅ですが出力にリングングが生じます。100 μ FのC_{OUT}では、わずか5m Ω ～20m Ω のESRで1.2Vの出力が十分減衰します。100 μ FのC_{OUT}を使った2.5Vと5Vの出力の性能は10 μ Fの場合と似た特性を示します(図7と図8を参照)。2.5V_{OUT}では、5m Ω ～20m Ω で過渡応答を改善することができます。5V_{OUT}では、0 Ω のESRで応答が十分減衰します。

本来ESRの高い種類のコンデンサをESRが0m Ω のセラミック・コンデンサと組み合わせて、十分な高周波数バイパスと高速セトリング時間の両方を実現することができます。セラミック・コンデンサとPOSCAPコンデンサを並列に組み合わせて使用すると実現することができる改善された過渡応答を図9に示します。出力電圧はワーストケースの値である1.2Vです。トレースAは10 μ Fのセラミック出力コンデンサの場合で、ピーク振幅が25mVの大きなリングングが見られます。トレースBでは、22 μ F/45m Ω のPOSCAPが10 μ Fのセラミック・コンデンサに並列に追加されています。出力は十分減衰し、5 μ s以内に10mV以内にセトリングします。

トレースCでは、100 μ F/35m Ω のPOSCAPが10 μ Fのセラミック・コンデンサに並列に接続されています。この場合、ピーク出力変動は20mV未満で、出力は約5 μ sでセトリングします。過渡応答を改善するには、バルク・コンデンサ(タンタルまたはアルミ電解)の値をセラミック・コンデンサの値の2倍以上にします。

タンタル・コンデンサとポリタンタル・コンデンサ

ESRの仕様が広い範囲にわたる多様な種類のタンタル・コンデンサが供給されています。古いタイプのものESRの仕様は数百ミリオームから数オームです。複数の電極を持ったポリタンタルの新しいタイプには最大ESRの仕様がわずか5m Ω のものもあります。一般に、ESRの規定値が小さくなると、サイズが大きくなり、価格が上がります。ポリタンタル・コンデンサのサージ耐性は古いタイプのものより良く、一般にESRが小さくなります。三洋電機のTPEシリーズやTPBシリーズなど、いくつかのタイプのESRの規定値は20m Ω ～50m Ω の範囲ですが、最適に近い過渡応答を与えます。

アルミ電解コンデンサ

アルミ電解コンデンサもLT1764Aで使うことができます。これらのコンデンサはセラミック・コンデンサと組み合わせて使うこともできます。これらはどちらかというとも最も安価で性能の低いタイプのコンデンサです。種類によってはESRが3 Ω の最大値を簡単に超えることがありますので、これらのコンデンサの選択に際しては注意を払う必要があります。

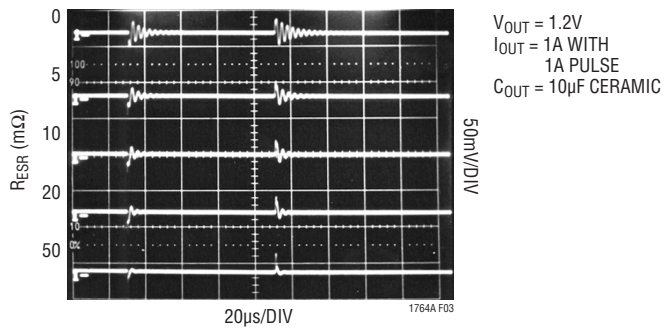


図3

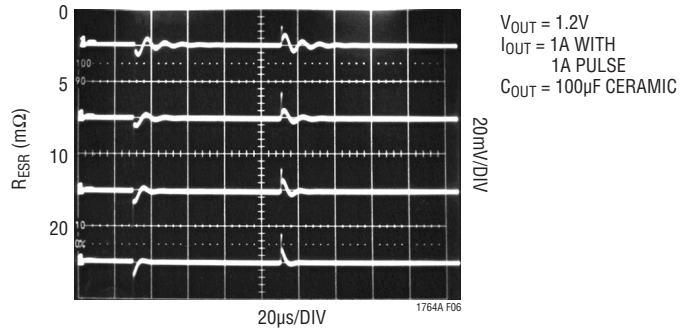


図6

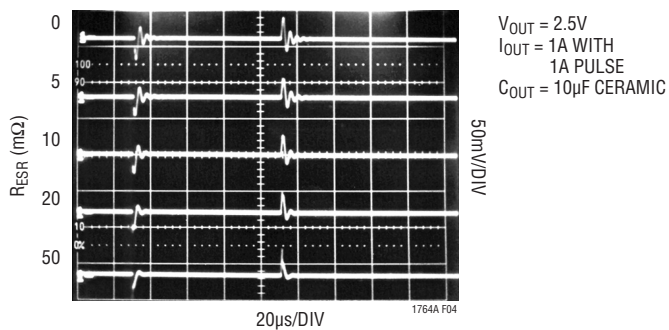


図4

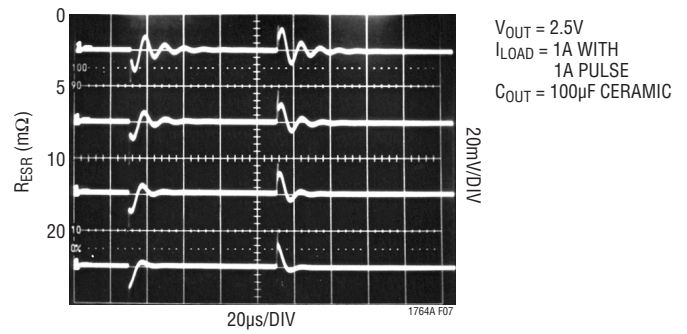


図7

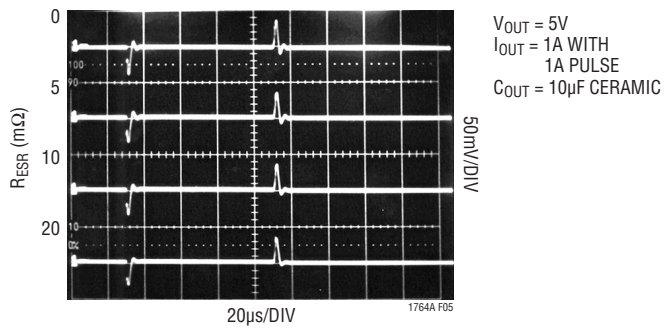


図5

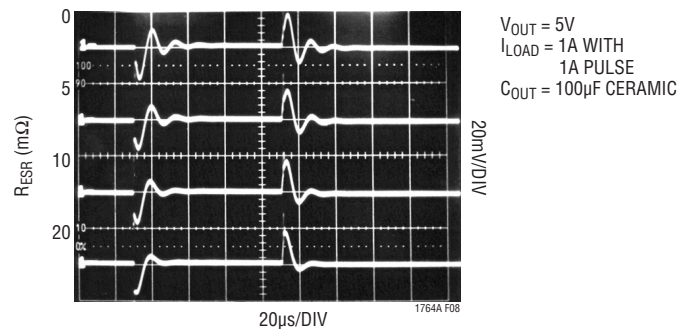


図8

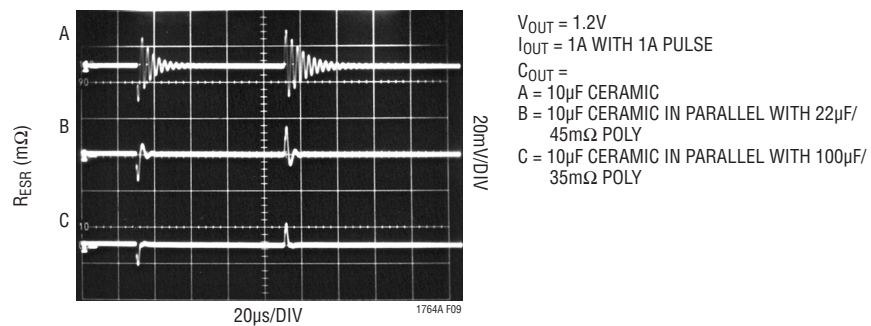


図9

LT1764A シリーズ

アプリケーション情報

セラミック・コンデンサ

セラミック・コンデンサを使用するには特に配慮が必要です。セラミック・コンデンサは多様な誘電体を使って製造されており、それぞれ温度や電圧によって動作が異なります。最も広く使われている誘電体はZ5U、Y5V、X5R、X7Rなどです。Z5UとY5Vの誘電体は小型のパッケージで高い容量を実現するには適していますが、図3と図4に示されているように、大きな電圧係数と温度係数を示します。5Vのレギュレータに使用する場合、10 μ FのY5Vコンデンサは動作温度範囲でわずか1 μ F~2 μ Fの実効値を示す可能性があります。X5RとX7Rの誘電体を使うともっと特性が安定し、出力コンデンサとして使うのに適しています。X7Rタイプは全温度範囲にわたって安定性が優れており、X5Rタイプは安価で、大きな値のものが入手可能です。

電圧係数と温度係数だけが問題なのではありません。セラミック・コンデンサの中には圧電効果を示すものがあります。圧電デバイスは、圧電加速度計やマイクロホンの動作原理と同様、機械的応力によって端子間に電圧を発生します。セラミック・コンデンサの場合、システムの振動や熱的過渡現象によって応力が生じることがあります。

PCトレースによる「無償」抵抗

表1に示されている抵抗値は出力コンデンサに直列なPCトレースの小部分を使って簡単に作ることができます。広い範囲のESRは精密さを要求されないので、PCトレースを簡単に利用できます。トレース幅は負荷に関連したRMSリップル電流を扱える大きさにします。高速出力電流過渡の間、出力コンデンサは数マイクロ秒の間電流をソースまたはシンクするだけです。

表2. PCボードのトレースの抵抗

		10m Ω	20m Ω	30m Ω
0.5oz Cu	Width	0.011" (0.28mm)	0.011" (0.28mm)	0.011" (0.28mm)
	Length	0.102" (2.6mm)	0.204" (5.2mm)	0.307" (7.8mm)
1.0oz Cu	Width	0.006" (0.15mm)	0.006" (0.15mm)	0.006" (0.15mm)
	Length	0.110" (2.8mm)	0.220" (5.6mm)	0.330" (8.4mm)
2.0oz Cu	Width	0.006" (0.15mm)	0.006" (0.15mm)	0.006" (0.15mm)
	Length	0.224" (5.7mm)	0.450" (11.4mm)	0.670" (17mm)

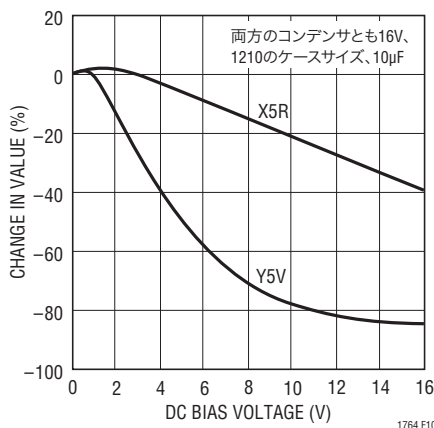


図3. セラミック・コンデンサのDCバイアス特性

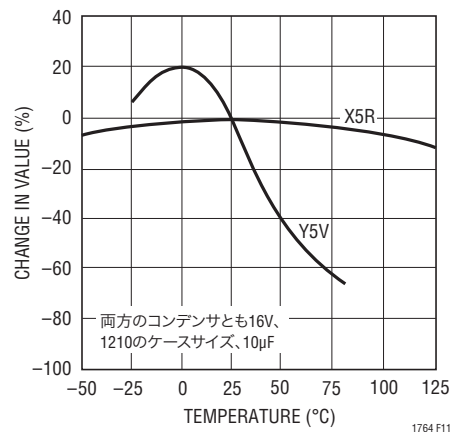


図4. セラミック・コンデンサの温度特性

アプリケーション情報

出力コンデンサにDC電流は流れません。出力負荷が高いピーク値と高速エッジ (< 1 μ s) の高周波数 (>100kHz) 方形波のときワーストケースのリップル電流が生じます。この場合のRMS測定値はピーク・トゥ・ピーク電流変化の0.5倍です。エッジが遅いかまたは周波数が低いと、コンデンサを流れるRMSリップル電流が大幅に減少します。

この抵抗は境界をはっきり定めたPCボードの内部レイヤの1つを使って作ります。抵抗値は主に銅薄片のシート抵抗によって決まり、追加のメッキ工程は使いません。さまざまな銅厚に対する0.75A RMS電流のためのサイズを表2に示します。PCトレースで作られる抵抗の詳細に関しては、「アプリケーションノート69」の付録Aを参照してください。

過負荷からの回復

多くのICパワー・レギュレータと同様、LT1764A-Xには安全な動作領域の保護が備わっています。安全領域保護により、入力から出力への電圧が増加するにつれて電流制限が減少し、入出力間の全ての電圧値に対してパワー・トランジスタを安全動作領域内に保ちます。この保護機能は、デバイスが降伏するまでの入力から出力への全ての電圧値でいくらかの出力電流を供給するように設計されています。

電源が最初に投入される時、入力電圧が上昇するにつれて出力が入力に追随するので、非常に重い負荷に対してレギュレータは起動することができます。起動時に入力電圧が上昇しているとき、入力から出力への電圧差が小さいので、レギュレータは大きな出力電流を供給することができます。入力電圧が高いと、出力の短絡状態を取り除いても出力電圧が回復しないという問題が起きる可能性があります。LT1085など他のレギュレータもこの現象を示し、LT1764Aシリーズに固有の問題ではありません。

この問題は、入力電圧が高く出力電圧が低いとき、重い出力負荷で発生します。よくある状況は、短絡状態が解消した直後、または入力電圧が既にオンした後にSHDNピンが“H”に引き上げられるときです。このような負荷の負荷曲線は出力電流曲線と2点で交わる可能性があります。これが起きると、レギュレータの安定な出力動作点が2個存在します。このように2つの交点があると、出力を回復するために、入力電源を一旦ゼロにして再度立ち上げることが必要になることがあります。

出力電圧ノイズ

LT1764Aレギュレータは全負荷動作時に10Hz～100kHzの帯域幅にわたって低い出力電圧ノイズになるように設計されています。出力電圧ノイズはLT1764A(可変バージョン)の場合この周波数帯域幅で標準50nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ です。(抵抗分割器を使って発生させた)もっと高い出力電圧では、それに従って出力電圧ノイズが増大します。このため、10Hz～100kHzの帯域幅にわたるRMSノイズは、LT1764Aの場合の15 μ V_{RMS}から、LT1764A-3.3の場合の37 μ V_{RMS}に増加します。

回路のレイアウトとテストに関して注意を払わないと、さらに大きな出力電圧ノイズが測定されるかもしれません。近くのトレースからのクロストークにより、不要のノイズがLT1764A-Xの出力に誘起されることがあります。電源のリップル除去についても検討する必要があります。LT1764Aレギュレータの電源除去は無限ではなく、入力ノイズの小部分を出力に通過させます。

熱に関する検討事項

デバイスの電力処理能力は最大定格接合部温度(125°C)によって制限されます。デバイスによって消費される電力には2つの成分があります。

1. 入力/出力の電圧差と出力電流の積、つまり($I_{\text{OUT}} \cdot (V_{\text{IN}} - V_{\text{OUT}})$)、および
2. GNDピンの電流と入力電圧の積、つまり($I_{\text{GND}}(V_{\text{IN}})$)。

GNDピンの電流は「標準的性能特性」のGNDピンの電流曲線を使って求めることができます。電力損失は上記の2つの成分の和に等しくなります。

LT1764Aシリーズのレギュレータには過負荷状態でデバイスを保護するように設計された熱制限機能が内蔵されています。継続する通常状態では、125°Cの最大定格接合部温度を超えてはいけません。接合部から周囲までの全ての熱抵抗源について注意深く検討することが重要です。

LT1764A シリーズ

アプリケーション情報

近くに実装される他の熱源についても検討する必要があります。

表面実装デバイスの場合、PCボードとその銅トレースの熱拡散能力を使ってヒートシンクを実現します。パワー・デバイスの発生する熱を拡散するのに、表面実装型ヒートシンクとメッキ・スルーホールを使うこともできます。

いくつかの異なったボード寸法と銅面積に対する熱抵抗を以下の表に示します。全ての測定は、静止空気中で、1オンス銅の1/16" FR-4基板で行いました。

表3. Qパッケージ (5ピンDDパッケージ)

銅面積		基板面積	熱抵抗 (接合部から周囲)
トップサイド*	バックサイド		
2500mm ²	2500mm ²	2500mm ²	23°C/W
1000mm ²	2500mm ²	2500mm ²	25°C/W
125mm ²	2500mm ²	2500mm ²	33°C/W

*デバイスはトップサイドに実装。

Tパッケージ、5ピンT0-220パッケージ

熱抵抗 (接合部からケース) = 2.5°C/W

接合部温度の計算

例: 出力電圧が3.3V、入力電圧範囲が4V~6V、出力電流範囲が30mA~500mA、最大周囲温度が50°Cだとすると、最大接合部温度はいくらになるでしょうか?

デバイスの消費する電力は次式に等しくなります。

$$I_{OUT(MAX)}(V_{IN(MAX)} - V_{OUT}) + I_{GND}(V_{IN(MAX)})$$

ここで、

$$I_{OUT(MAX)} = 500\text{mA}$$

$$V_{IN(MAX)} = 6\text{V}$$

$$I_{GND}(I_{OUT} = 500\text{mA}, V_{IN} = 6\text{V}) = 10\text{mA}$$

したがって、次のようになります。

$$P = 500\text{mA}(6\text{V} - 3.3\text{V}) + 10\text{mA}(6\text{V}) = 1.41\text{W}$$

DDパッケージを使うと、熱抵抗は銅面積に従って23°C/W~33°C/Wの範囲になります。したがって、周囲温度を超える接合部温度の上昇はおよそ次のようになります。

$$1.41\text{W}(28^\circ\text{C/W}) = 39.5^\circ\text{C}$$

したがって、最大接合部温度は、周囲温度を超える接合部温度の最大上昇分と最大周囲温度の和に等しくなります。つまり、次のようになります。

$$T_{JMAX} = 50^\circ\text{C} + 39.5^\circ\text{C} = 89.5^\circ\text{C}$$

保護機能

LT1764Aレギュレータはいくつかの保護機能を備えているので、バッテリー駆動の回路で使用するのに最適です。電流制限や熱制限など、モノリシック・レギュレータに関連した通常の保護機能に加えて、このシリーズのデバイスは逆入力電圧、逆出力電圧、さらに出力から入力への逆電圧に対して保護されています。

電流制限保護と熱過負荷保護により、デバイスの出力の電流過負荷状態に対してデバイスを保護することが意図されています。通常の動作では、接合部温度は125°Cを超えてはいけません。

デバイスの入力には20Vの逆電圧に耐えます。デバイスに流れ込む電流は1mA以下に制限され、出力に負電圧は現われません。デバイスは自己と負荷の両方を保護します。これにより、逆方向に差し込まれるおそれのあるバッテリーに対して保護されます。

LT1764A-Xの出力はデバイスに損傷を与えることなしにグランドより下に引き下げることができます。入力が開放状態か、または接地されていると、出力はグランドより20V下に引き下げることができます。固定電圧バージョンの場合、出力は通常5kまたはそれ以上の大きな抵抗のように振る舞い、電流を標準で600μA以下に制限します。可変バージョンの場合、出力は開放回路のように振る舞いますので、ピンから電流は流れ出しません。入力が電圧源によって駆動されると、出力はデバイスの短絡電流をソースして、熱制限によって自己を保護します。この場合、 $\overline{\text{SHDN}}$ ピンをグランドに接続すると、デバイスがオフして、出力は短絡電流の供給を停止します。

可変デバイスのADJピンは、デバイスに損傷を与えることなしに、最大7Vだけグランドより上または下に引くことができます。入力が開放状態か、または接地されているとき、ADJピンはグランドより下に引き下げられると開放回路のように振る舞い、グランドより上に引き上げられるとダイオードに直列に接続された大きな抵抗(標準5k)のように振る舞います。

アプリケーション情報

出力が高い電圧に引き上げられると、ADJピンをその7Vのクランプ電圧より上に引き上げる抵抗分割器にADJピンが接続されている状況では、ADJピンの入力電流を5mA以下に制限する必要があります。たとえば、1.21Vのリファレンスから安定化された1.5Vを供給するために抵抗分割器が使われていて、出力が20Vに強制されるとします。抵抗分割器の上側の抵抗は、ADJピンが7VのときADJピンに流れこむ電流が5mA以下に制限されるように選択する必要があります。OUTピンとADJピン間の13Vの電圧差をADJピンに流れ込む5mAの最大電流で割ると、上側の抵抗の最小値2.6kが得られます。

バックアップ・バッテリーが必要な回路では、いくつかの異なる入力/出力状態が発生する可能性があります。入力グラウンドに引き下げられるか、どこか中間の電圧に引き下げられるか、または開放状態のとき、出力電圧がそのまま保たれる可能性があります。出力に戻る電流は図5に示されている曲線に従います。

LT1764A-XのINピンがOUTピンより下に強制されるか、またはOUTピンがINピンより上に引き上げられると、入力電流は

標準で2μA以下に減少します。この状態が生じる可能性があるのは、デバイスの入力が放電した(低電圧の)バッテリーに接続され、出力がバックアップ・バッテリーまたは別のレギュレータ回路によって高く保たれている場合です。出力が入力より上に引き上げられているとき、SHDNピンの状態は逆出力電流には影響を与えません。

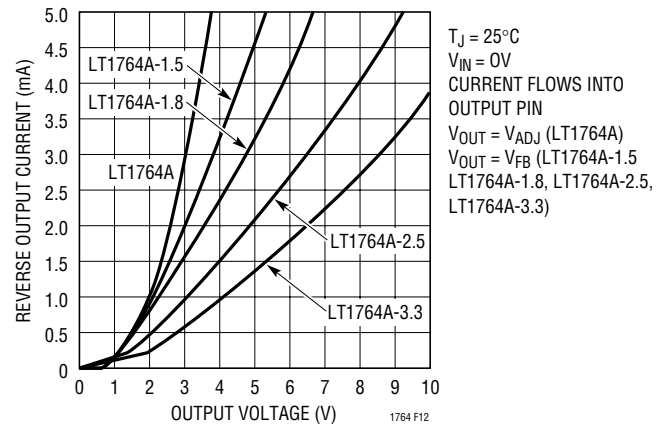
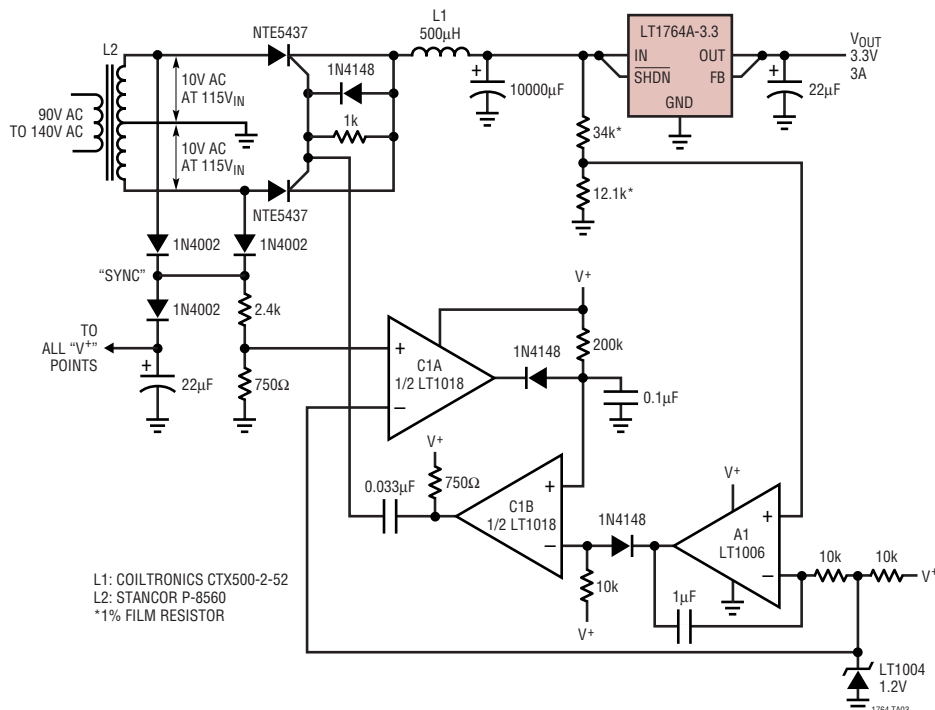


図5. 逆出力電流

標準的応用例

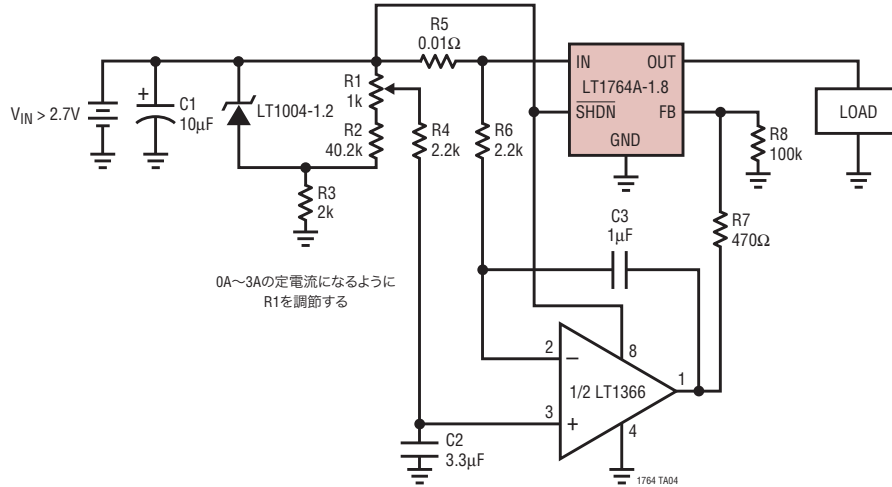
SCRプリレギュレータはラインの変動に対して効率を維持する



LT1764A シリーズ

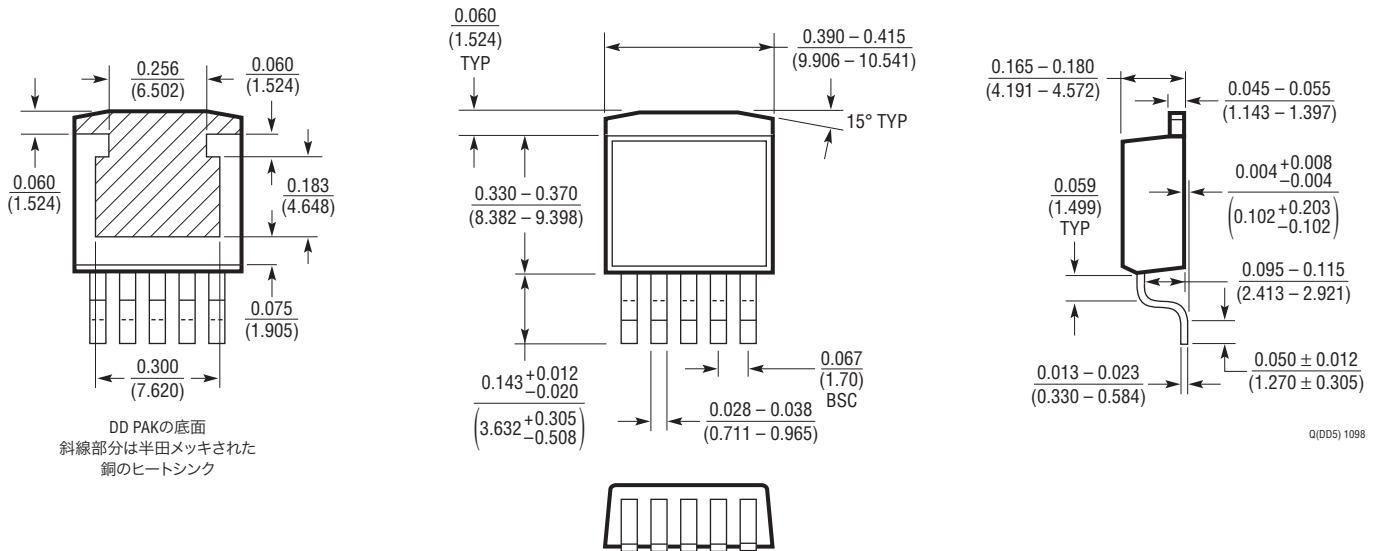
標準的応用例

可変電流源



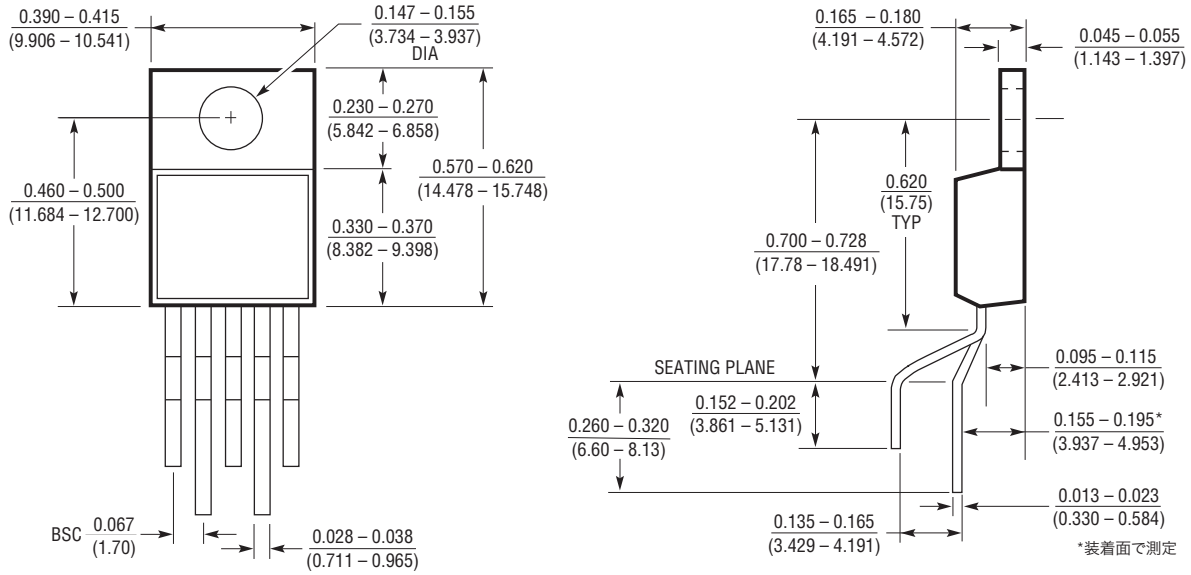
パッケージ寸法

Qパッケージ 5ピン・プラスチックDD PAK (Reference LTC DWG # 05-08-1461)



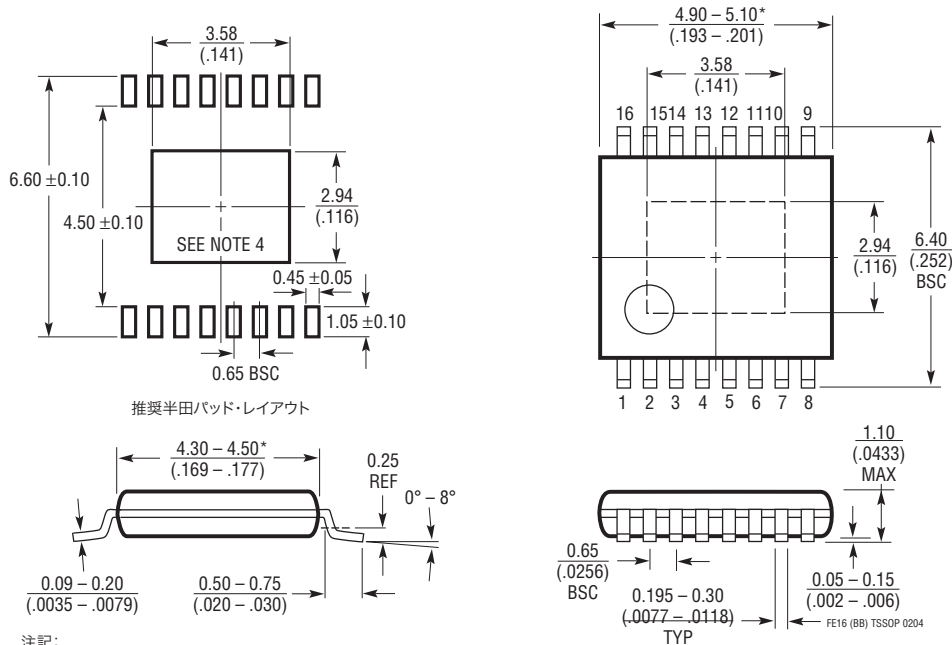
パッケージ寸法

Tパッケージ 5ピン・プラスチックT0-220(標準) (Reference LTC DWG # 05-08-1421)



T5 (T0-220) 0399

FEパッケージ 16ピン・プラスチックTSSOP (4.4mm) (Reference LTC DWG # 05-08-1663) 露出パッドのバリエーションBB



注記:

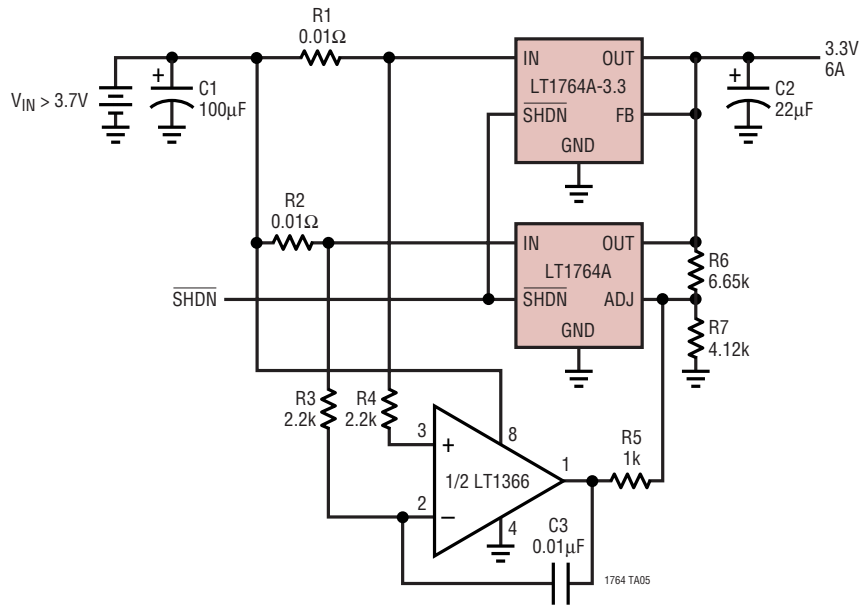
- 標準寸法: ミリメートル
- 寸法は $\frac{\text{ミリメートル}}{\text{インチ}}$
- 図は実寸とは異なる
- 露出パッド接着のための推奨最小PCBメタルサイズ
*寸法にはモールドのバリを含まない。
モールドのバリは各サイドで0.150mm (0.006") を超えないこと

1764afb

LT1764A シリーズ

標準的応用例

高出力電流のために並列接続したレギュレータ



関連製品

製品番号	説明	注釈
LT1120	125mA低ドロップアウト・レギュレータ (I _Q :20µA)	2.5Vのリファレンスとコンパレータを内蔵
LT1121	150mAマイクロパワー低ドロップアウト・レギュレータ	I _Q :30µA, SOT-223パッケージ
LT1129	700mAマイクロパワー低ドロップアウト・レギュレータ	消費電流:50µA
LT1175	500mA負電圧低ドロップアウト・マイクロパワー・レギュレータ	I _Q :45µA, 0.26Vドロップアウト電圧, SOT-223パッケージ
LT1374	4.5A, 500kHz降圧コンバータ	4.5A, 0.07Ω内部スイッチ, SO-8パッケージ
LT1521	シャットダウン機能付き300mA低ドロップアウト・マイクロパワー・レギュレータ	I _Q :15µA, 逆バッテリー保護
LT1529	3A低ドロップアウト・レギュレータ (I _Q :50µA)	500mVドロップアウト電圧
LT1573	UltraFast™ 過渡応答, 低ドロップアウト・レギュレータ	外部PNPをドライブ
LT1575	UltraFast 過渡応答, 低ドロップアウト・レギュレータ	外部NチャネルMOSFETをドライブ
LTC1735	同期整流式降圧コンバータ	高効率OPTI-LOOP®補償
LT1761シリーズ	100mA低ノイズ低ドロップアウト・マイクロパワー・レギュレータ, SOT-23	静止電流:20µA, ノイズ:20µVRMS, ThinSOT™パッケージ
LT1762シリーズ	150mA, 低ノイズ, LDOマイクロパワー・レギュレータ	静止電流:25µA, ノイズ:20µVRMS, MSOPパッケージ
LT1763シリーズ	500mA, 低ノイズ, LDOマイクロパワー・レギュレータ	静止電流:30µA, ノイズ:20µVRMS, SO-8パッケージ
LT1962	300mA, 低ノイズ, LDOマイクロパワー・レギュレータ	ノイズ:20µVRMS, MSOPパッケージ
LT1963A	1.5A, 低ノイズ, 高速過渡応答LDO	ノイズ:40µVRMS, SOT-223パッケージ
LT1964	200mA, 低ノイズ, 負電圧LDOマイクロパワー・レギュレータ	ノイズ:30µVRMS, ThinSOTパッケージ

OPTI-LOOPはリニアテクノロジー社の登録商標です。UltraFastとThinSOTはリニアテクノロジー社の商標です。

1764afb