

プログラム可能な電流制限と アクティブ出力放電を備える 45V 入力電圧、 500mA の低ノイズ・リニア・レギュレータ

特長

- 入力電圧範囲: 1.8V ~ 45V
- 出力電流: 500mA
- アクティブ出力放電
- ドロップアウト電圧: 300mV
- プログラム可能な高精度電流制限: $\pm 10\%$
- パワーグッド・フラグ
- 高 PSRR を実現する入力フィルタリング
- 低ノイズ: 25 μ V_{RMS} (10Hz ~ 100kHz)
- 可変出力 ($V_{REF} = V_{OUT(MIN)} = 600mV$)
- 出力の許容誤差: 入力、負荷、温度の全範囲で $\pm 2\%$
- 低 ESR の出力セラミック・コンデンサ (3.3 μ F 以上) で安定
- 1 個のコンデンサでリファレンスをソフトスタートさせ、出力ノイズを低減
- 電流制限のフォールドバック保護
- シャットダウン電流: 3 μ A 未満
- バッテリ逆接続保護および熱制限保護
- 4mm \times 3mm の 12 ピン DFN パッケージおよび 12 ピン MSOP パッケージ

アプリケーション

- バッテリ駆動機器
- 自動車用電源
- 産業用電源
- 航空電子工学機器用電源
- ポータブル機器

概要

LT[®]3066 シリーズは、1.8V ~ 45V の入力電圧範囲で動作する、マイクロパワー、低ノイズ、低ドロップアウト電圧 (LDO) リニア・レギュレータです。このデバイスは 300mV の標準的ドロップアウト電圧で 500mA の出力電流を供給します。1 個の外付けコンデンサにより、プログラム可能な低ノイズのリファレンス性能と出力ソフトスタート機能を実現します。

LT3066 の電流制限値は、1 本の外付け抵抗により、広い入力電圧範囲および温度範囲にわたって $\pm 10\%$ の精度で設定されます。PWRGD フラグは、出力のレギュレーション状態を示します。

LT3066 は、 \overline{SHDN} ピンまたは IN ピンが“L”になると出力を放電する NMOS プルダウン回路を内蔵しています。

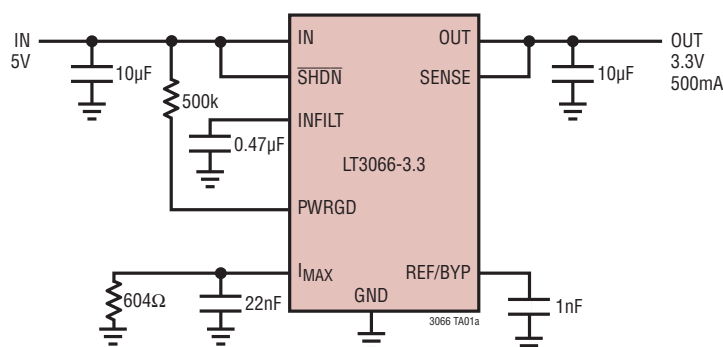
LT3066 は、低 ESR のセラミック・コンデンサを使用して安定性とトランジェント応答を最適化しますが、必要な最小容量はわずか 3.3 μ F です。フォールドバック特性の電流制限、熱制限、バッテリ逆接続保護、逆電流保護、逆出力保護の各保護回路を内蔵しています。

LT3066 は、3.3V および 5V の固定出力電圧、および 0.6V ~ 19V の出力電圧範囲を備える調整可能なデバイスとして供給されます。このデバイスは、熱特性が改善された 4mm \times 3mm の 12 ピン DFN パッケージおよび MSOP パッケージで供給されます。

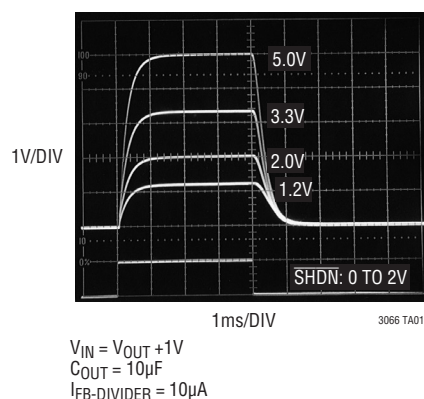
LT、LT、LTC、LTM、Linear Technology および Linear のロゴはリニアテクノロジー社の登録商標です。ThinSOT はリニアテクノロジー社の商標です。その他全ての商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。8159278 を含む米国特許によって保護されています。

標準的応用例

497mA の高精度電流制限機能を備えた 3.3V 電源



出力放電と V_{OUT} $C_{REF/BYP} = 1nF$



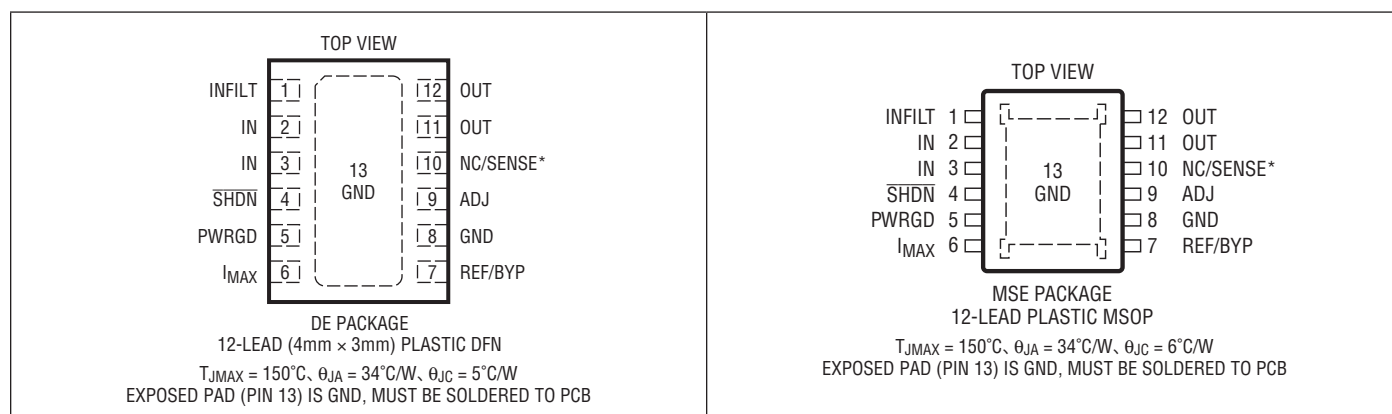
3066fa

LT3066シリーズ

絶対最大定格 (Note 1)

IN ピンの電圧.....	±50V	SENSE ピンの電圧.....	±50V
OUT ピン電圧.....	+20V、-1V	出力短絡時間.....	無期限
入出力間の電圧差 (Note 2).....	±50V	動作接合部温度範囲 (Note 3、5、14)	
ADJ ピン電圧.....	±50V	EグレードおよびIグレード.....	-40°C ~ 125°C
SHDN ピン電圧.....	±50V	保存温度範囲.....	-65°C ~ 150°C
PWRGD ピンの電圧.....	-0.3V、50V	リード温度 (半田付け、10 秒)	
INFILT ピン電圧 (Note 15).....	±50V	MSOP パッケージのみ.....	300°C

ピン配置



* ピン 10: LT3066 の場合は NC、LT3066-3.3、LT3066-5 の場合は SENSE

発注情報 <http://www.linear-tech.co.jp/product/LT3066#orderinfo>

無鉛仕上げ	テープ・アンド・リール	製品マーキング*	パッケージ	温度範囲
LT3066EDE#PBF	LT3066EDE#TRPBF	3066	12-Lead (4mm×3mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3066IDE#PBF	LT3066IDE#TRPBF	3066	12-Lead (4mm×3mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3066EDE-3.3#PBF	LT3066EDE-3.3#TRPBF	06633	12-Lead (4mm×3mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3066IDE-3.3#PBF	LT3066IDE-3.3#TRPBF	06633	12-Lead (4mm×3mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3066EDE-5#PBF	LT3066EDE-5#TRPBF	30665	12-Lead (4mm×3mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3066IDE-5#PBF	LT3066IDE-5#TRPBF	30665	12-Lead (4mm×3mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3066EMSE#PBF	LT3066EMSE#TRPBF	3066	12-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LT3066IMSE#PBF	LT3066IMSE#TRPBF	3066	12-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LT3066EMSE-3.3#PBF	LT3066EMSE-3.3#TRPBF	306633	12-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LT3066IMSE-3.3#PBF	LT3066IMSE-3.3#TRPBF	306633	12-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LT3066EMSE-5#PBF	LT3066EMSE-5#TRPBF	30665	12-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LT3066IMSE-5#PBF	LT3066IMSE-5#TRPBF	30665	12-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C

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。

* 温度グレードは出荷時のコンテナのラベルで識別されます。

鉛フリー仕様の製品マーキングの詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/leadfree/> をご覧ください。

テープ・アンド・リールの仕様の詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/tapeandree/> をご覧ください。

一部のパッケージは、指定販売チャンネルを通じて、#TRMPBF の接尾辞付きで 500 単位のリールで供給されます。

電気的特性

● は全動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値 (Note 3)。

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Minimum Input Voltage (Notes 4, 9)	$I_{LOAD} = 500\text{mA}$	●		1.8	2.2	V
Regulated Output Voltage (Note 5)	LT3066-3.3: $V_{IN} = 3.9\text{V}$, $I_{LOAD} = 1\text{mA}$		3.267	3.3	3.333	V
	LT3066-3.3: $3.9\text{V} < V_{IN} < 45\text{V}$, $1\text{mA} < I_{LOAD} < 500\text{mA}$	●	3.234		3.366	V
	LT3066-5: $V_{IN} = 5.6\text{V}$, $I_{LOAD} = 1\text{mA}$		4.950	5	5.050	V
	LT3066-5: $5.6\text{V} < V_{IN} < 45\text{V}$, $1\text{mA} < I_{LOAD} < 500\text{mA}$	●	4.900		5.100	V
ADJ Pin Voltage (Notes 4, 5)	$V_{IN} = 2.2\text{V}$, $I_{LOAD} = 1\text{mA}$		594	600	606	mV
	$2.2\text{V} < V_{IN} < 45\text{V}$, $1\text{mA} < I_{LOAD} < 500\text{mA}$	●	588		612	mV
Line Regulation $I_{LOAD} = 1\text{mA}$	LT3066-3.3: $\Delta V_{IN} = 3.9\text{V}$ to 45V	●		1.6	19.5	mV
	LT3066-5: $\Delta V_{IN} = 5.6\text{V}$ to 45V	●		2.6	30	mV
	LT3066: $\Delta V_{IN} = 2.2\text{V}$ to 45V (Note 4)	●		0.1	3	mV
Load Regulation $\Delta I_{LOAD} = 1\text{mA}$ to 500mA	LT3066-3.3: $V_{IN} = 3.9\text{V}$	●		1.6	22	mV
	LT3066-5: $V_{IN} = 5.6\text{V}$	●		2.4	33	mV
	LT3066: $V_{IN} = 2.2\text{V}$ (Note 4)	●		0.1	4	mV
Dropout Voltage, $V_{IN} = V_{OUT(NOMINAL)}$ (Notes 6, 7)	$I_{LOAD} = 10\text{mA}$	●		110	150 210	mV mV
	$I_{LOAD} = 50\text{mA}$	●		145	200 310	mV mV
	$I_{LOAD} = 100\text{mA}$	●		175	220 330	mV mV
	$I_{LOAD} = 500\text{mA}$	●		300	350 510	mV mV
GND Pin Current, $V_{IN} = V_{OUT(NOMINAL)} + 0.6\text{V}$ (Notes 7, 8)	$I_{LOAD} = 0\text{mA}$	●		64	125	μA
	$I_{LOAD} = 1\text{mA}$	●		100	200	μA
	$I_{LOAD} = 10\text{mA}$	●		270	550	μA
	$I_{LOAD} = 100\text{mA}$	●		1.8	4.5	mA
	$I_{LOAD} = 500\text{mA}$	●		11	25	mA
Quiescent Current in Shutdown	$V_{IN} = 45\text{V}$, $V_{SHDN} = 0\text{V}$			1.25	3	μA
ADJ Pin Bias Current (Notes 4, 10)	$V_{IN} = 2.2\text{V}$	●		16	60	nA
Output Voltage Noise	$C_{OUT} = 10\mu\text{F}$, $I_{LOAD} = 500\text{mA}$, $V_{OUT} = 600\text{mV}$, $BW = 10\text{Hz}$ to 100kHz			90		μVRMS
	$C_{OUT} = 10\mu\text{F}$, $C_{BYP} = 10\text{nF}$, $I_{LOAD} = 500\text{mA}$, $V_{OUT} = 600\text{mV}$, $BW = 10\text{Hz}$ to 100kHz			25		μVRMS
Shutdown Threshold (Notes 4, 9)	$V_{OUT} = \text{Off to On}$	●		1.3	1.42	V
	$V_{OUT} = \text{On to Off}$	●	0.9	1.1		V
Output Discharge Time (Notes 7, 9)	V_{OUT} Discharged to 10% of Nominal, $C_{OUT} = 4.7\mu\text{F}$	●		0.4	1	ms
Output Discharge Switch Resistance	$V_{IN} = 3.6\text{V}$, $V_{OUT} = 1\text{V}$, $\text{SHDN} = 0\text{V}$			30		Ω
Shutdown Pin Output Discharge Threshold	$V_{IN} = 3.6\text{V}$			0.56		V
SHDN Pin Current (Note 11)	$V_{SHDN} = 0\text{V}$, $V_{IN} = 45\text{V}$	●			± 1	μA
	$V_{SHDN} = 45\text{V}$, $V_{IN} = 45\text{V}$	●		1.2	3	μA
Ripple Rejection $V_{IN} - V_{OUT} = 2\text{V}$, $V_{RIPPLE} = 0.5\text{V}_{P-P}$, $f_{RIPPLE} = 120\text{Hz}$, $I_{LOAD} = 500\text{mA}$	LT3066-3.3		56	71		dB
	LT3066-5		55	70		dB
	LT3066 (Note 4)		70	85		dB
Input Reverse Leakage Current	$V_{IN} = -45\text{V}$, $V_{OUT} = 0$	●			1	mA
Reverse Output Current (Note 12)	$V_{OUT} = 3.4\text{V}$, $V_{IN} = V_{SHDN} = 2.2\text{V}$			2.5	15	μA
Internal Current Limit (Notes 4, 9)	$V_{IN} = 2.2\text{V}$ or $V_{IN} = V_{OUT(NOMINAL)} + 1\text{V}$, $V_{OUT} = 0\text{V}$, $V_{IMAX} = 0\text{V}$			900		mA
	$V_{IN} = 2.2\text{V}$ or $V_{IN} = V_{OUT(NOMINAL)} + 1\text{V}$, $\Delta V_{OUT} = -5\%$	●	520			mA

LT3066シリーズ

電気的特性

●は全動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値 (Note 3)。

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
External Programmed Current Limit (Notes 7, 13)	$R_{\text{IMAX}} = 1.5\text{k}$, $V_{\text{OUT}} = 95\%$ of $V_{\text{OUT(NOMINAL)}}$ $V_{\text{OUT(NOMINAL)}} + 0.6\text{V} < V_{\text{IN}} < V_{\text{OUT(NOMINAL)}} + 5\text{V}$	●	180	200	220	mA
	$R_{\text{IMAX}} = 604\Omega$, $V_{\text{OUT}} = 95\%$ of $V_{\text{OUT(NOMINAL)}}$ $V_{\text{OUT(NOMINAL)}} + 0.6\text{V} < V_{\text{IN}} < V_{\text{OUT(NOMINAL)}} + 2\text{V}$	●	445	495	545	mA
PWRGD Logic Low Voltage	Pull-Up Current = $50\mu\text{A}$	●		0.07	0.25	V
PWRGD Leakage Current	$V_{\text{PWRGD}} = 5\text{V}$			0.01	1	μA
PWRGD Trip Point	% of Nominal Output Voltage, Output Rising	●	86	90	94	%
PWRGD Trip Point Hysteresis	% of Nominal Output Voltage			1.6		%

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回復不可能な損傷を与える可能性がある。また、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おそれがある。

Note 2: 入力-出力間の電圧差の絶対最大定格は、INピンの定格電圧とOUTピンの定格電圧の全ての組み合わせで達成可能なわけではない。INピンが50Vのとき、OUTピンを0Vより下げてはならない。OUTがINおよびGNDより高い電圧に引き上げられる場合、OUT-IN間の電圧差は40Vを超えてはならない。

Note 3: LT3066レギュレータは、 T_J が T_A にほぼ等しくなるようなパルス負荷条件でテストされ、仕様が規定されている。LT3066Eレギュレータは $T_A = 25^\circ\text{C}$ で全数テストされ、 $0^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ での性能が保証されている。 $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ での性能は設計、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保証されている。LT3066Iレギュレータは、 $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の全動作接合部温度範囲で保証されている。接合部温度が高いと、動作寿命は短くなる。 125°C を超える接合部温度では動作寿命がディレーティングされる。

Note 4: LT3066の可変出力電圧バージョンはADJピンがOUTピンに接続された状態でテストされ、仕様が規定されている。

Note 5: 最大接合部温度は動作条件を制限する。安定化出力電圧の仕様は、入力電圧と出力電流の全ての可能な組み合わ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場合は、出力電流範囲を制限する。最大出力電流で動作している場合は、入力電圧範囲を制限する。電流制限フォールドバック機能は、入力-出力間の電圧差に応じて最大出力電流を制限する。「標準的性能特性」のセクションの「電流制限と $V_{\text{IN}}-V_{\text{OUT}}$ 」を参照。

Note 6: ドロップアウト電圧とは、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出力間の最小電圧差のことである。ドロップアウト時には、出力電圧は($V_{\text{IN}} - V_{\text{DROPOUT}}$)に等しくなる。一定の出力電圧では、最小入力電圧の要件によってドロップアウト電圧が制限される。

Note 7: 最小入力電圧の要件を満たすため、LT3066の可変出力電圧バージョンは、 V_{OUT} を5Vに設定する外付け抵抗分割器(下側60.4k、上側442k)を使用した状態でテストされ、仕様が規定されている。抵抗分割器により10 μA の出力DC負荷が追加される。この外部電流はGNDピンの電流に算入されない。固定電圧オプションでは、内部の抵抗分割器によってGNDピン電流に5 μA が追加される。「標準的性能特性」の項目の「GNDピン電流」のグラフを参照。

Note 8: GNDピンの電流は $V_{\text{IN}} = V_{\text{OUT(NOMINAL)}} + 0.6\text{V}$ および電流源負荷でテストされる。ドロップアウト時には、GNDピンの電流は増加する。「標準的性能特性」セクションの「GNDピンの電流」のグラフを参照。

Note 9: 最小入力電圧の要件を満たすため、LT3066は $V_{\text{IN}} = V_{\text{OUT(NOMINAL)}} + 1\text{V}$ または $V_{\text{IN}} = 2.2\text{V}$ のどちらか高い方でテストされる。

Note 10: ADJピンのバイアス電流はADJピンから流れ出す。

Note 11: SHDNピンの電流はSHDNピンに流れ込む。

Note 12: この電流はOUTピンに流れ込み、GNDピンから流れ出す。

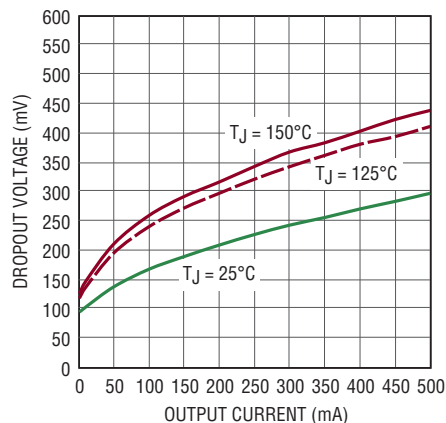
Note 13: 電流制限は、IMAXピンからGNDに接続される外付け抵抗の値に反比例して変化する。IMAXピンの抵抗値の選択方法の詳細は、「動作」のセクションを参照。外部設定可能な電流制限機能を使用しない場合には、IMAXピンをGNDに接続すると、内部電流制限回路が仕様どおりに短絡保護を実現する。

Note 14: このデバイスは、過負荷状態の間デバイスを保護するための過熱保護機能を備えている。過熱保護回路がアクティブ状態では、接合部温度は 125°C (LT3066E、LT3066I)を超える。規定された最大接合部温度を超えた状態で動作が継続すると、デバイスの信頼性を損なうおそれがある。

Note 15: INFILTを直接INに接続するか、デカップリング・コンデンサに接続する。

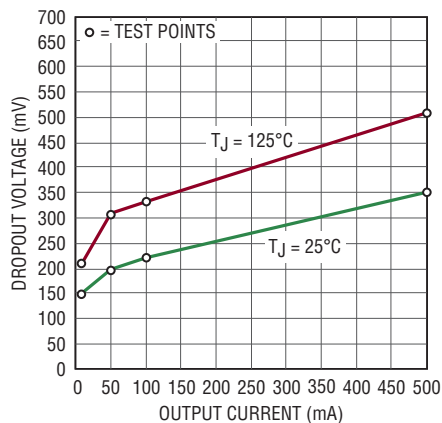
標準的性能特性 注記がない限り、 $T_J = 25^\circ\text{C}$ 。

標準的ドロップアウト電圧



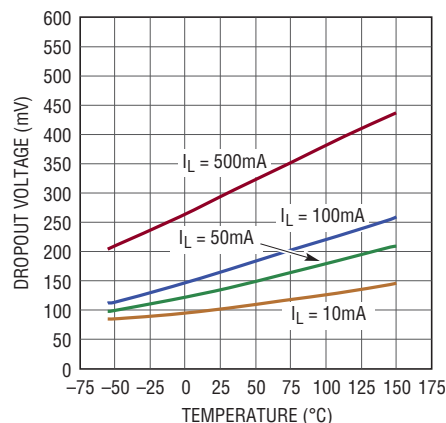
3066 G01

保証されたドロップアウト電圧



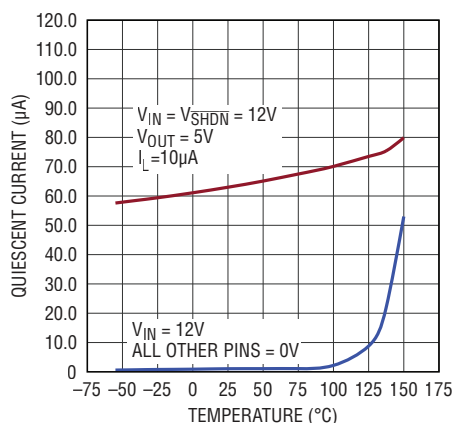
3066 G02

ドロップアウト電圧



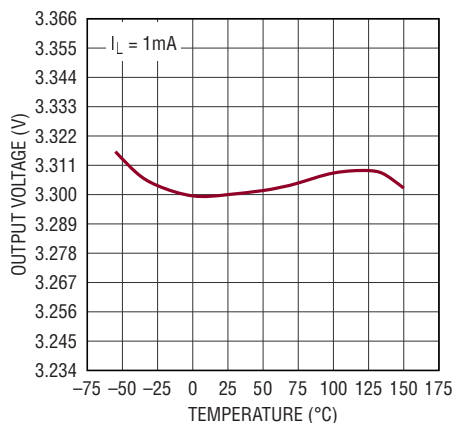
3066 G03

静止電流



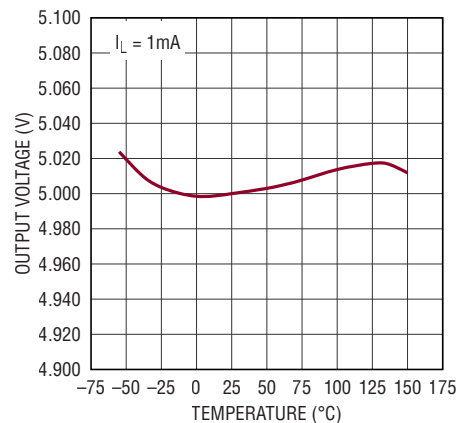
3066 G04

LT3066-3.3の出力電圧



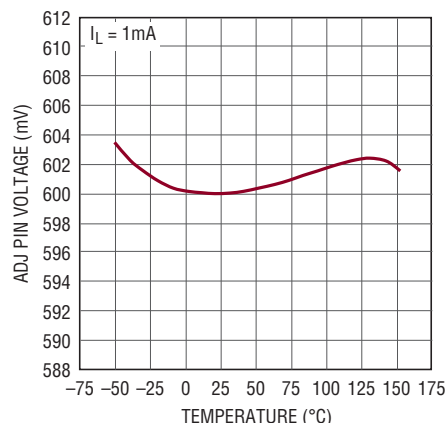
LT3066 G05

LT3066-5の出力電圧



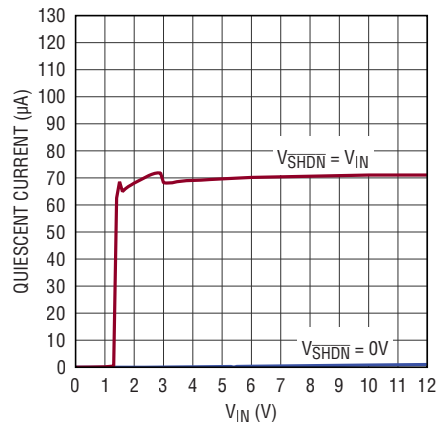
LT3066 G06

LT3066のADJピンの電圧



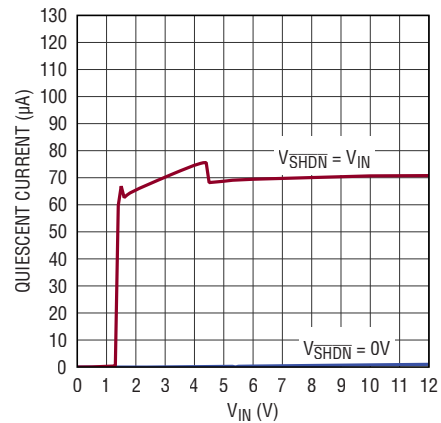
3066 G07

LT3066-3.3の静止電流



3066 G08

LT3066-5の静止電流

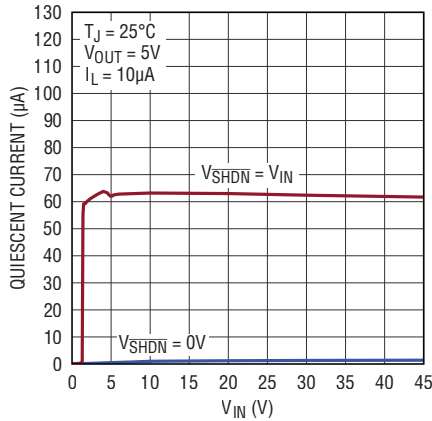


3066 G09

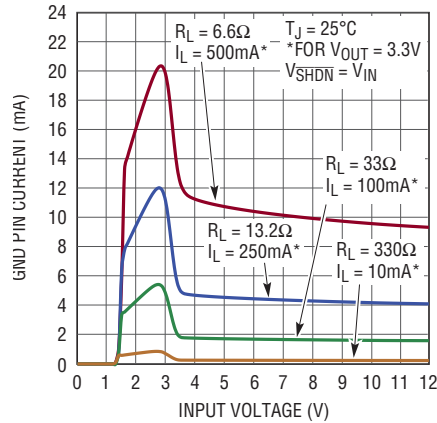
LT3066シリーズ

標準的性能特性 注記がない限り、 $T_J = 25^\circ\text{C}$ 。

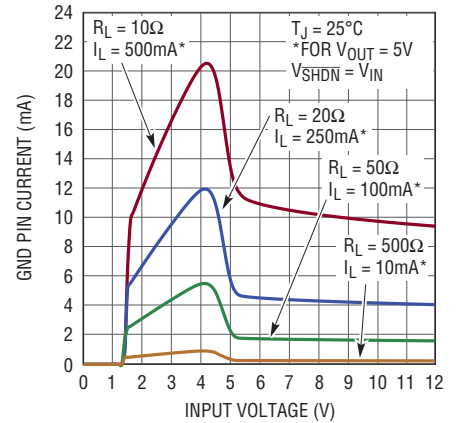
静止電流



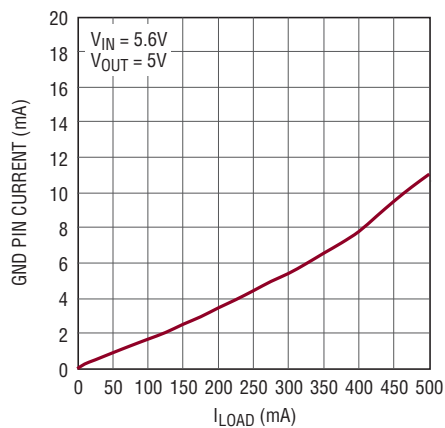
LT3066-3.3のGNDピン電流



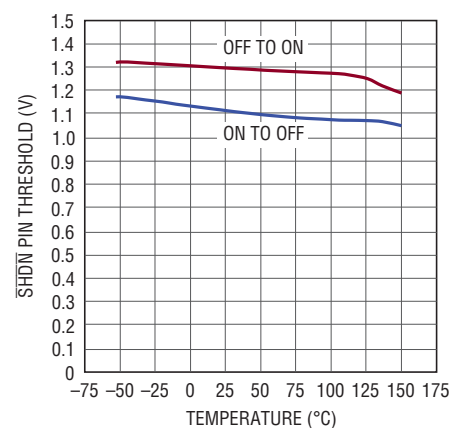
LT3066-5のGNDピンの電流



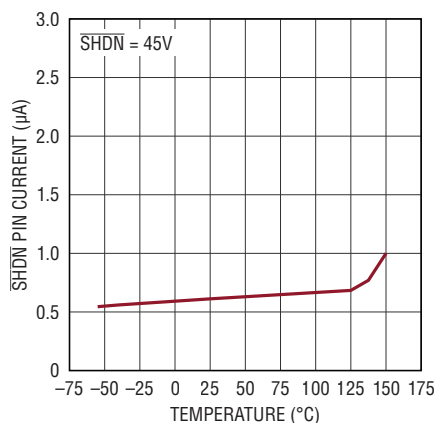
GNDピンの電流と I_{LOAD}



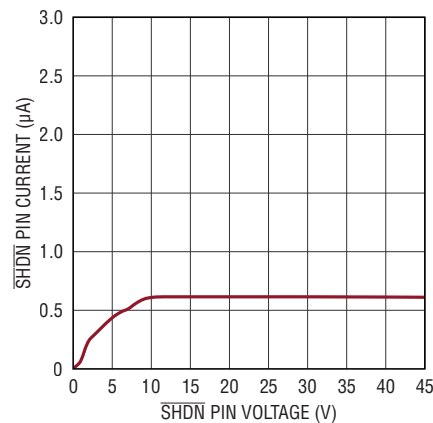
SHDNピンのしきい値



SHDNピンの電流



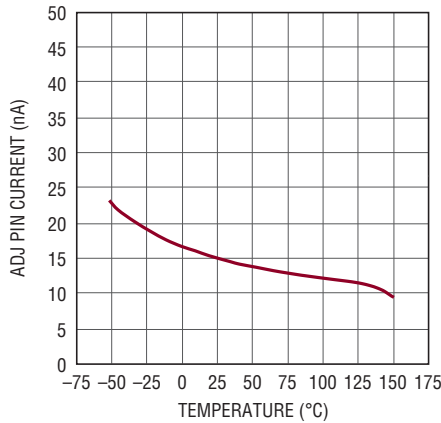
SHDNピンの入力電流



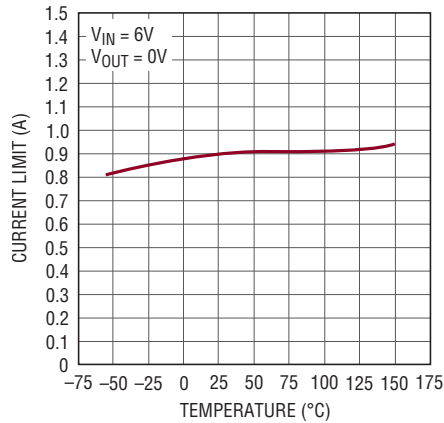
3066fa

標準的性能特性 注記がない限り、 $T_J = 25^\circ\text{C}$ 。

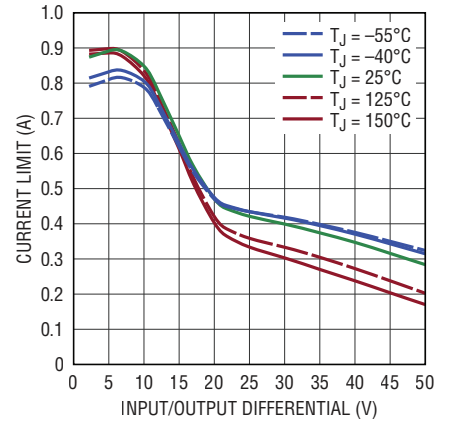
ADJピンのバイアス電流



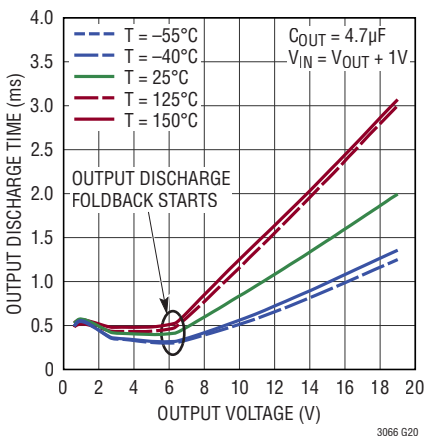
内部電流制限



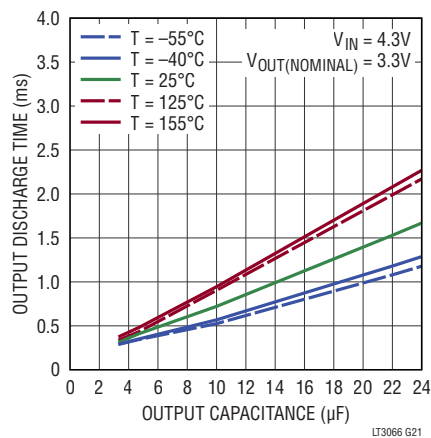
内部電流制限



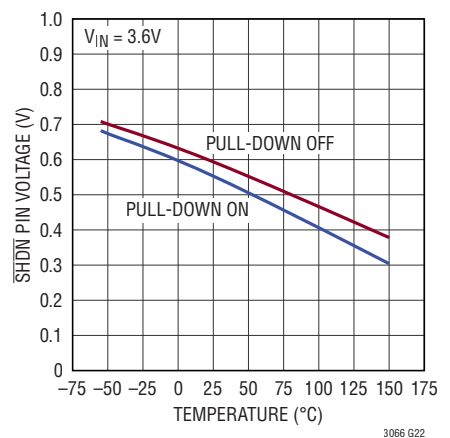
出力放電時間



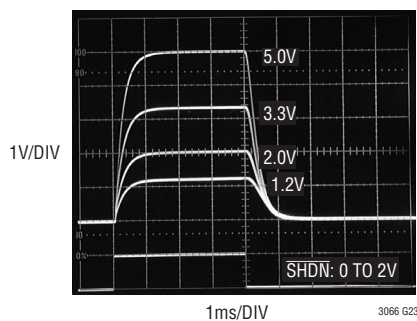
出力放電時間



出力放電プルダウンしきい値

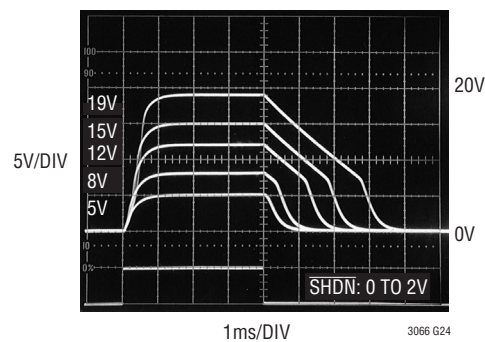


出力放電と
 V_{OUT} $C_{REF/BYP} = 1\text{nF}$



$V_{IN} = V_{OUT} + 1\text{V}$
 $C_{OUT} = 10\mu\text{F}$
 $I_{FB-DIVIDER} = 10\mu\text{A}$

出力放電と V_{OUT}
 $C_{REF/BYP} = 1\text{nF}$

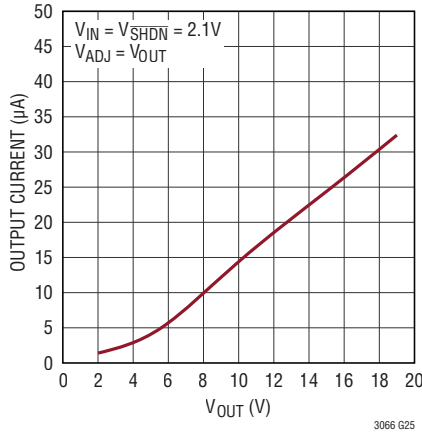


$V_{IN} = V_{OUT} + 1\text{V}$
 $C_{OUT} = 10\mu\text{F}$
 $I_{FB-DIVIDER} = 10\mu\text{A}$

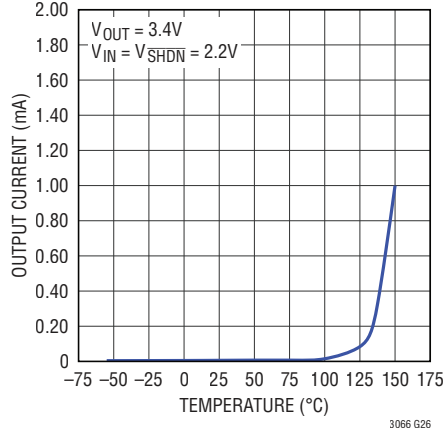
LT3066シリーズ

標準的性能特性 注記がない限り、 $T_J = 25^\circ\text{C}$ 。

逆出力電流

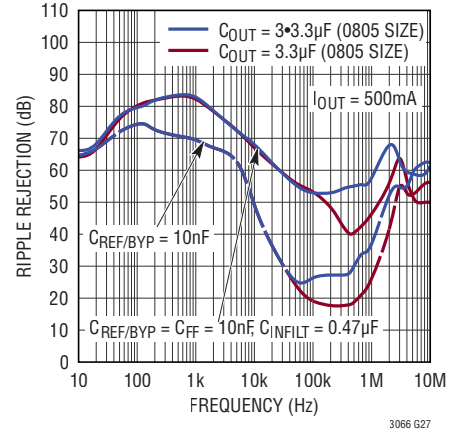


逆出力電流



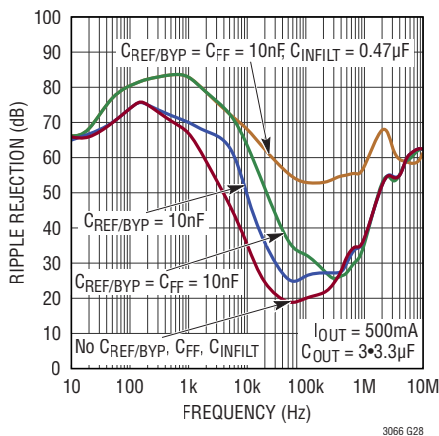
入力リップル除去

$V_{IN} = 4.3V + 50mV_{RMS}$, $V_{OUT} = 3.3V$

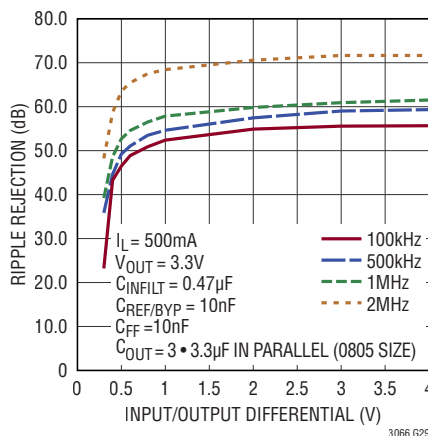


入力リップル除去

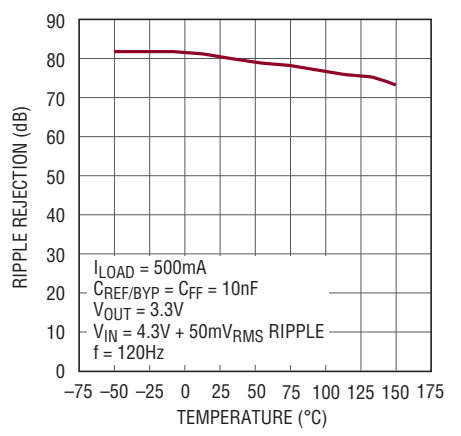
$V_{IN} = 4.3V + 50mV_{RMS}$, $V_{OUT} = 3.3V$



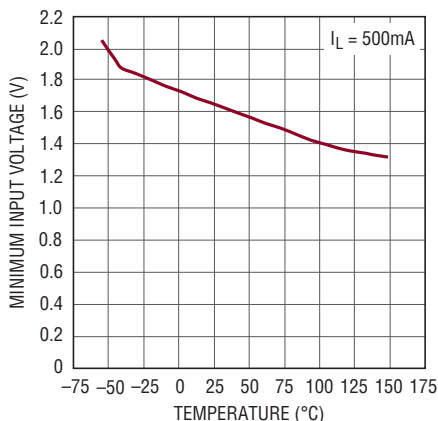
入力リップル除去



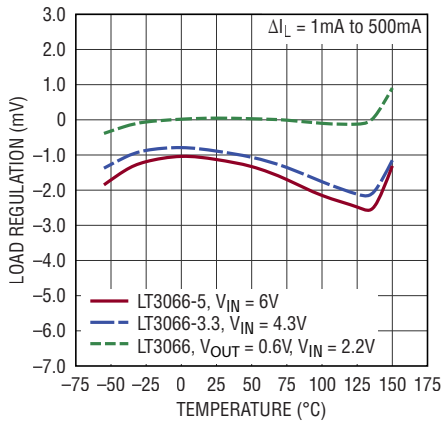
入力リップル除去



最小入力電圧

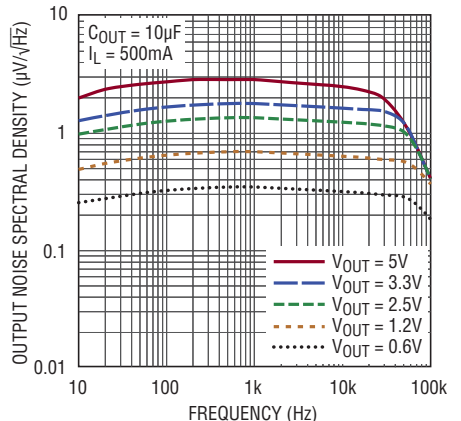


負荷レギュレーション



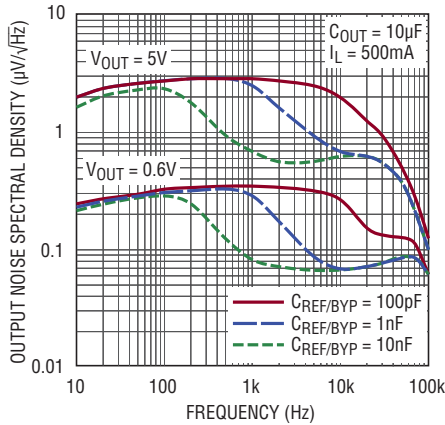
出力ノイズ・スペクトラム密度

$C_{REF/BYP} = 0$, $C_{FF} = 0$



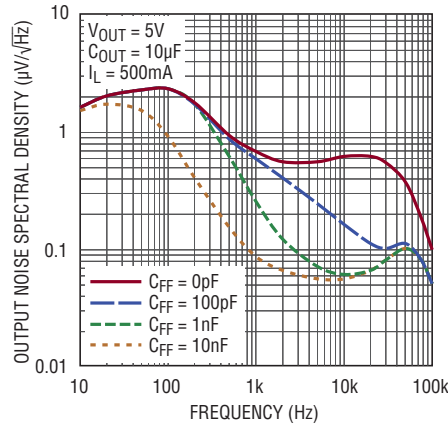
標準的性能特性 注記がない限り、 $T_J = 25^\circ\text{C}$ 。

出力ノイズ・スペクトラム密度と
 $C_{\text{REF/BYP}}$ 、 $C_{\text{FF}} = 0$



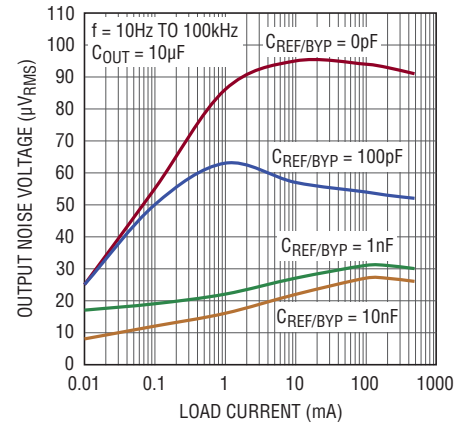
3066 G34

出力ノイズ・スペクトラム密度と
 C_{FF} 、 $C_{\text{REF/BYP}} = 10\text{nF}$



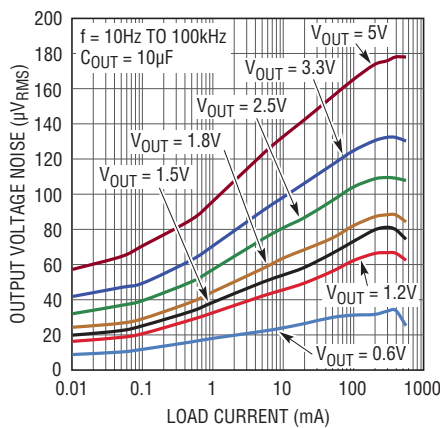
3066 G35

RMS 出力ノイズ、
 $V_{\text{OUT}} = 0.6\text{V}$ 、 $C_{\text{FF}} = 0$



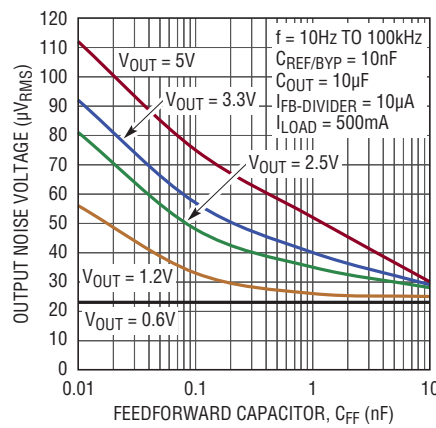
3066 G36

RMS 出力ノイズと負荷電流と
 $C_{\text{REF/BYP}} = 10\text{nF}$ 、 $C_{\text{FF}} = 0$



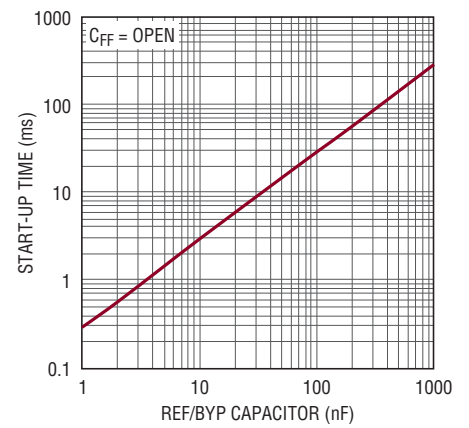
3066 G37

RMS 出力ノイズ、とフィード
フォワード・コンデンサ (C_{FF})



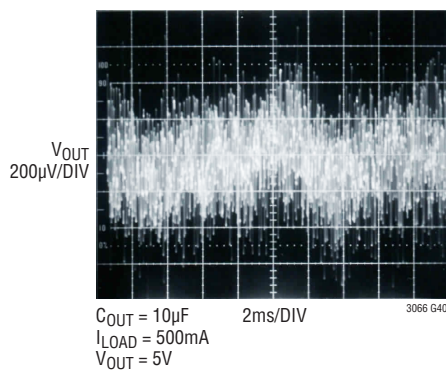
3066 G38

起動時間と REF/BYP コンデンサ



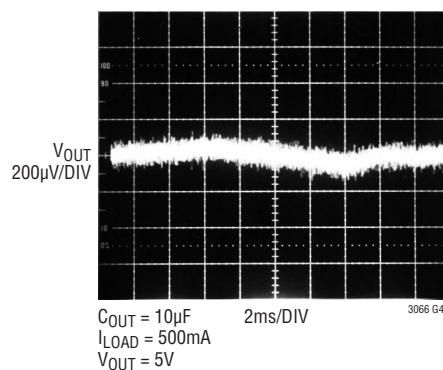
3066 G39

10Hz ~ 100kHz の出力ノイズ
 $C_{\text{REF/BYP}} = 10\text{nF}$ 、 $C_{\text{FF}} = 0$



3066 G40

10Hz ~ 100kHz の出力ノイズ
 $C_{\text{REF/BYP}} = 10\text{nF}$ 、 $C_{\text{FF}} = 10\text{nF}$



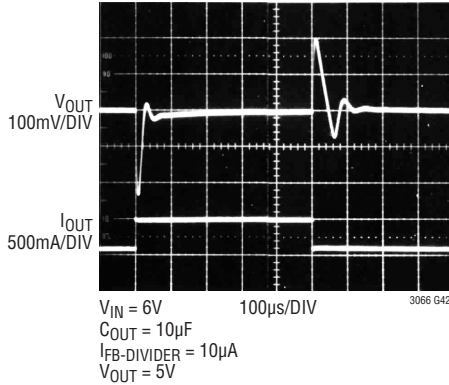
3066 G41

LT3066シリーズ

標準的性能特性 注記がない限り、 $T_J = 25^\circ\text{C}$ 。

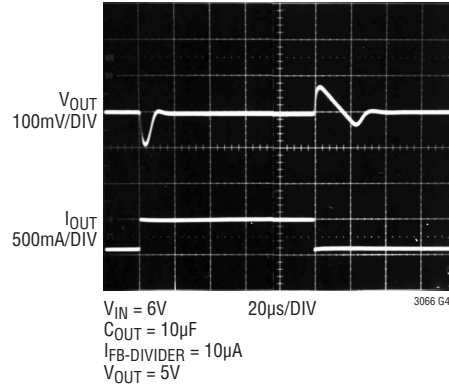
5Vトランジェント応答

$C_{FF} = 0$ 、 $I_{OUT} = 50\text{mA} \sim 500\text{mA}$

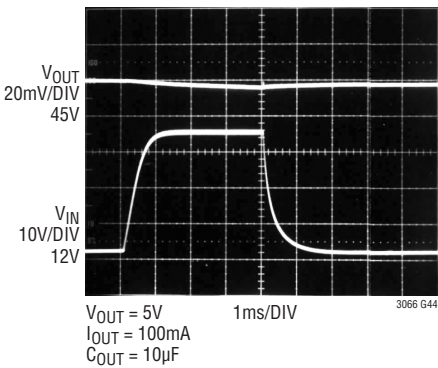


5Vトランジェント応答

$C_{FF} = 10\text{nF}$ 、 $I_{OUT} = 50\text{mA} \sim 500\text{mA}$

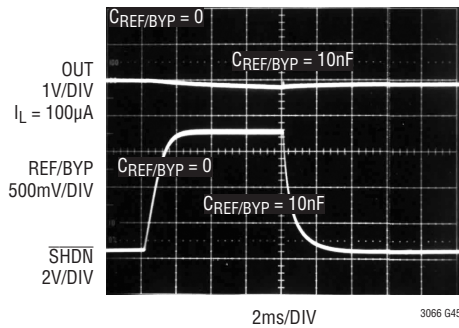


トランジェント応答(負荷遮断)

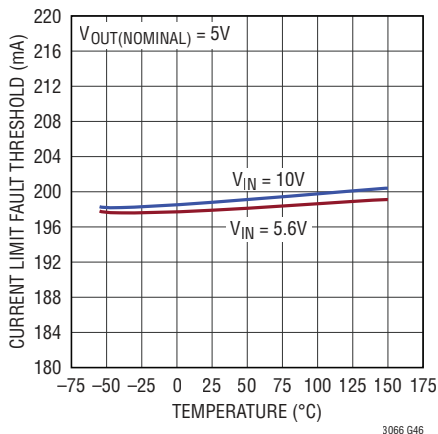


SHDN トランジェント応答

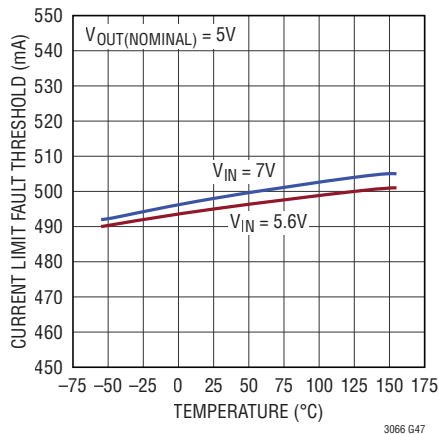
$C_{REF/BYP} = 10\text{nF}$



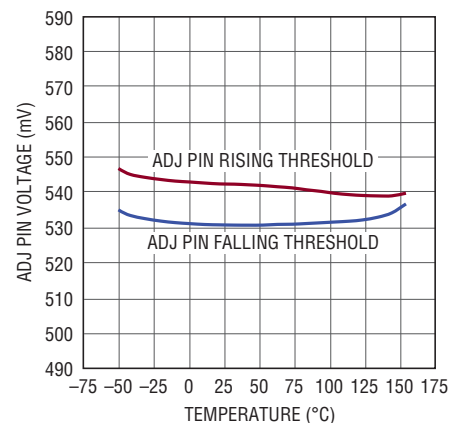
高精度の電流制限、 $R_{IMAX} = 1.5\text{k}$



高精度の電流制限、 $R_{IMAX} = 604\Omega$



PWRGD のしきい値電圧



ピン機能 (DFN/MSOP)

INFILT (ピン1) : フィルタ付き入力。このピンは、約 140Ω の内蔵抵抗を介して IN に接続されています。PSRR を改善するには、 10kHz よりも高い周波数で、最大 $0.47\mu\text{F}$ のコンデンサを INFILT と GND の間に接続します (図1を参照)。PSRR の改善が不要な場合は、INFILT ピンを IN に接続します。

IN (ピン2、3) : 入力ピン。これらのピンはデバイスに電力を供給します。LT3066 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、IN にローカルのバイパス・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するので、バッテリー電源回路にバイパス・コンデンサを追加することを推奨します。通常、 $1\mu\text{F} \sim 10\mu\text{F}$ の入力バイパス・コンデンサで十分です。詳細については、「アプリケーション情報」のセクションの「入力容量と安定性」を参照してください。

LT3066 は、GND ピンと OUT ピンに対する IN ピンの逆電圧に耐えるように設計されています。バッテリーを逆に差し込んだ状態では、LT3066 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動作します。LT3066 に逆電流が流れ込むことはなく、逆電圧が負荷に加わることもありません。このデバイスはデバイス自体と負荷を保護します。

$\overline{\text{SHDN}}$ (ピン4) : シャットダウン・ピン。 $\overline{\text{SHDN}}$ ピンを“L”にすると、LT3066 は低消費電力状態になり出力をオフします。 $\overline{\text{SHDN}}$ ピンは、ロジックまたはプルアップ抵抗付きのオープン・コレクタ/オープン・ドレインでドライブします。この抵抗は、オープン・コレクタ/オープン・ドレイン・ロジックのプルアップ電流 (通常は数マイクロアンペア) と $\overline{\text{SHDN}}$ ピン電流 (標準で $2\mu\text{A}$ 未満) を供給します。使用しない場合、 $\overline{\text{SHDN}}$ ピンは IN に接続してください。 $\overline{\text{SHDN}}$ ピンが接続されていないと、LT3066 は動作しません。

PWRGD (ピン5) : パワーグッド。PWRGD ピンは、出力が公称出力値の90%より小さくなると、アクティブに“L”に引き下げられるオープン・ドレイン出力です。PWRGD ピンは $50\mu\text{A}$ をシンクできます。内部プルアップ抵抗がないため、外付けプルアップ抵抗を使用する必要があります。

I_{MAX} (ピン6) : 高精度電流制限の設定。このピンは、出力パワー PNP の $1/500$ のサイズの電流ミラー PNP のコレクタです。このピンは電流制限アンプの入力でもあります。 I_{MAX} ピンと GND の間に抵抗を接続することによって、電流制限しきい値が設定されます。

I_{MAX} ピンの抵抗値の設定方法の詳細については、「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。 I_{MAX} ピンには、グランドへの 22nF デカップリング・コンデンサを接続する必要があります。使用しない場合、 I_{MAX} ピンは GND に接続してください。このピンをアクティブな回路でドライブしないでください。

REF/BYP (ピン7) : バイパス/ソフトスタート。このピンから GND にコンデンサを接続することにより、LT3066 のリファレンス・ノイズをバイパスしてリファレンスをソフトスタートします。通常、 10nF のバイパス・コンデンサにより、 $10\text{Hz} \sim 100\text{kHz}$ の帯域幅で出力電圧ノイズを $25\mu\text{V}_{\text{RMS}}$ まで低減します。ソフトスタート時間は BYP のコンデンサの値に正比例します。LT3066 がシャットダウン状態になると、内部素子によって BYP がアクティブに“L”に引き下げられてソフトスタートがリセットされます。低ノイズ動作もソフトスタート動作も不要な場合には、このピンをフロート状態 (未接続) のままにする必要があります。このピンをアクティブな回路でドライブしないでください。

REF/BYP ピンはエラーアンプへのリファレンス入力なので、このポイントの浮遊容量を最小限に抑える必要があります。外部信号を REF/BYP ピンに結合して望ましくない出力トランジェントやリップルを生じる可能性がある浮遊容量には、特に注意する必要があります。REF/BYP から GND に最小 100pF の容量を接続することを推奨します。

GND (ピン8、露出パッドのピン13) : グランド・ピン。DFN および MSOP パッケージの露出パッドは GND に電氣的に接続されています。適正な電氣的性能および熱性能を確保するため、ピン8をPCBのGNDに半田付けしてピン13に直接接続します。可変動作のLT3066では、最適な負荷レギュレーションを得るため、出力電圧を設定する外付け抵抗分割器の下側を GND (ピン8) に直接接続します。

ADJ (ピン9) : 調整。このピンはエラーアンプの反転端子です。標準 16nA のバイアス電流がこのピンから流れ出します (「標準的性能特性」のセクションの「ADJ ピンのバイアス電流と温度」のグラフを参照)。ADJ ピンの電圧は GND を基準にして 600mV です。

LT3066シリーズ

ピン機能 (DFN/MSOP)

NC (LT3066 : ピン10) : 接続なし。このピンは内部回路に接続されていません。このピンはフロート状態にするか、またはGNDに接続することができます。

SENSE (LT3066-3.3、LT3066-5 : ピン10) : 検出ピン。このピンは、内部抵抗分割器ネットワークの上側であり、最適な負荷レギュレーションおよび過渡性能を実現するために、ケルビン検出として負荷に直接接続する必要があります。このピンを、負荷に直接接続しないで、パッケージの出力ピンに接続すると、PCBトレースの寄生抵抗に流れる電流に起因する負荷レギュレーション誤差が発生する可能性があります。

OUT (ピン11、12) : 出力ピン。これらのピンは負荷に電力を供給します。安定させるには、ESRが 1Ω 未満の最小 $3.3\mu\text{F}$ のセラミック出力コンデンサで発振を防ぐ必要があります。出力電圧が 1.2V より小さいアプリケーションでは、最小 $4.7\mu\text{F}$ のセラミック出力コンデンサが必要です。負荷トランジェントが大きいアプリケーションでは、ピーク・トランジェント電圧を制限するために大きな出力コンデンサが必要です。トランジェント応答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。許容出力電圧範囲は $600\text{mV} \sim 19\text{V}$ です。

OUTからADJにコンデンサを接続すると、出力ノイズが減少し、 600mV を超える出力電圧でのトランジェント応答が改善されます。フィードフォワード・コンデンサの値の計算については、「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。

0.6V を超える出力電圧では、ADJピンに接続された抵抗分割器を使って負荷の電圧を安定化します。したがって、PCBトレースやケーブルの寄生抵抗により、大出力電流時に負荷レギュレーション誤差が生じる可能性があります。これらの誤差をなくすため、図1に示すように、抵抗分割器を負荷に直接接続してケルビン検出接続を行います。

LT3066をシャットダウンすると、OUTピンは内部NMOSデバイスによって能動的に放電されます。ゲートを駆動する制御回路は、 $10\mu\text{F}$ のコンデンサを確実に 2ms 以内に 90% 放電します。INを“L”に駆動すると、OUTは約 800mV まで能動的に放電されます。 6V を超えるOUT電圧に対してNMOSデバイスを保護する電流制限フォールドバック回路が実装されており、放電速度が向上しています。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。

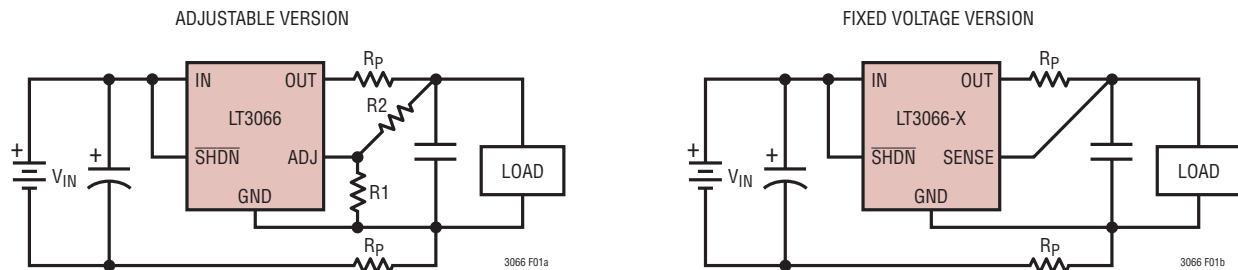


図1. ケルビン検出接続

ブロック図

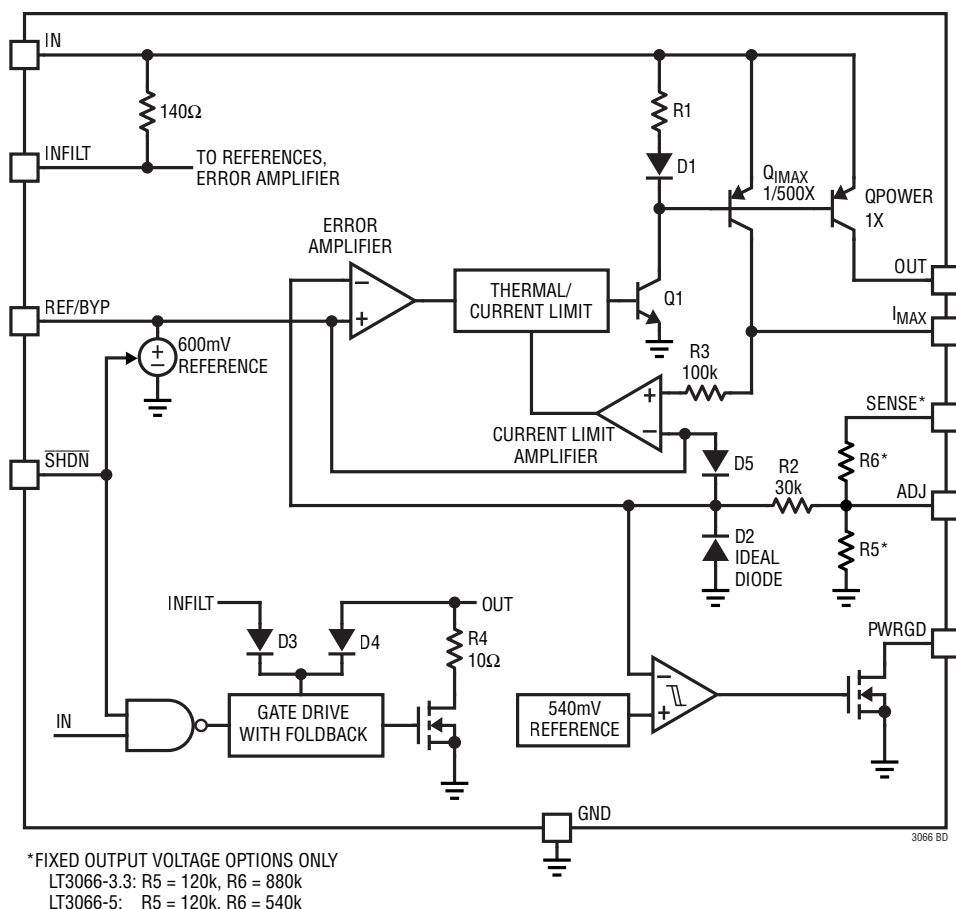


図2. システム・ブロック図

LT3066シリーズ

アプリケーション情報

LT3066シリーズは、マイクロパワー、低ノイズおよび低ドロップアウト電圧の500mAリニア・レギュレータで、マイクロパワー・シャットダウン、プログラム可能な電流制限、パワーグッド・フラグなどの機能を備えています。これらのデバイスは300mVの標準的ドロップアウト電圧で最大500mAを供給し、1.8V～45Vの入力電圧範囲で動作します。

1個の外付けコンデンサにより、低ノイズのリファレンス性能と出力ソフトスタート機能を実現することができます。例えば、REF/BYPピンからGNDに10nFのコンデンサを接続すると、10Hz～100kHzの帯域幅にわたって出力ノイズが25μVRMSまで減少します。また、このコンデンサはリファレンスをソフトスタートして、ターンオン時の出力電圧のオーバーシュートを防止します。

LT3066の静止電流はわずか64μAですが、最小3.3μFの低ESRセラミック出力コンデンサで高速トランジェント応答を実現します。シャットダウン時には、静止電流が3μAより小さくなり、リファレンスのソフトスタート・コンデンサがリセットされます。

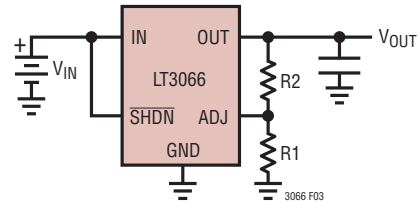
LT3066は、低ESRのセラミック出力コンデンサを使用して安定性とトランジェント応答を最適化します。他のレギュレータのようにESRを追加する必要はありません。LT3066は、標準でそれぞれ0.1%以下の入力レギュレーションと負荷レギュレーションを提供します。内部保護回路には、バッテリー逆接続保護、逆出力保護、逆電流保護、フォールドバック付き電流制限、サーマル・シャットダウンなどの機能があります。

「防弾」保護セットは、バッテリー駆動システム、自動車システム、および産業用システムでの使用に理想的です。入力グラウンドに引き下げられたときにバックアップ・バッテリーによって出力を保つバッテリー・バックアップのアプリケーションでは、LT3066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動作して、逆電流が流れないようにします。

可変動作

可変動作のLT3066の出力電圧範囲は0.6V～19Vです。出力電圧は、図3に示すように、2本の外付け抵抗の比によって設定されます。デバイスは出力を安定化し、ADJピンの電圧を(グラウンドを基準にして)0.6Vに維持します。R1の電流は0.6V/R1に等しい値になり、R2の電流はR1の電流からADJピンのバイアス電流を差し引いた値になります。

ADJピンのバイアス電流(25°Cで16nA)は、ADJピンからR1を介してGNDに流れます。図3の式を使って出力電圧を計算します。ADJピンのバイアス電流によって生じる出力電圧の誤



$$V_{OUT} = 0.6V \left(1 + \frac{R2}{R1} \right) - (I_{ADJ} \cdot R2)$$

$$V_{ADJ} = 0.6V$$

$$I_{ADJ} = 16nA \text{ AT } 25^{\circ}C$$

$$OUTPUT \text{ RANGE} = 0.6V \text{ TO } 19V$$

図3. 可変動作

差を最小限に抑えるため、R1の値が62kより大きくならないようにして最小10μAの負荷電流を確保します。シャットダウン状態では出力がオフで、分割器の電流は0になることに注意してください。「ADJピンの電圧と温度」および「ADJピンのバイアス電流と温度」のグラフが、「標準的性能特性」のセクションに示されています。

LT3066は、ADJピンをOUTピンに接続してV_{OUT} = 0.6Vにした状態でテストされ、仕様が規定されています。0.6Vを超える出力電圧における仕様は、目的とする出力電圧と0.6Vの比(V_{OUT}/0.6V)に比例します。例えば、出力電流が1mAから500mAまで変動した場合の負荷レギュレーションは、V_{OUT} = 0.6Vでは標準で0.1mVです。V_{OUT} = 12Vでは、負荷レギュレーションは次のようになります。

$$\frac{12V}{0.6V} \cdot (0.1mV) = 2mV$$

抵抗分割器を流れる電流を10μAにした場合、いくつかの一般的な出力電圧に対する1%精度の抵抗分割器の値を表1に示します。

表1. 出力電圧と抵抗分割器の値

V _{OUT} (V)	R1 (kΩ)	R2 (kΩ)
1.2	60.4	60.4
1.5	59	88.7
1.8	59	118
2.5	60.4	191
3	59	237
3.3	61.9	280
5	59	432

3066fa

アプリケーション情報

バイパス容量と出力電圧ノイズ

LT3066レギュレータでは、REF/BYPピンからGNDにバイパス・コンデンサ($C_{REF/BYP}$)を追加することにより、最大負荷での動作時の10Hz～100kHzの帯域幅にわたる出力電圧ノイズが低減されます。高品質で低リークのコンデンサを推奨します。このコンデンサはレギュレータの内部リファレンスをバイパスして、低周波数のノイズ・ポールを形成します。 $C_{REF/BYP}$ に10nFを使用すると、出力電圧が0.6Vに設定されたときの出力電圧ノイズがわずか25μVRMSまで減少します。 $C_{REF/BYP}$ を使用する場合、帰還抵抗分割器を使って出力電圧を高くすると、それに比例して出力電圧ノイズが増大します。

出力電圧が高い場合に出力電圧ノイズを小さくするには、 V_{OUT} からADJピンにフィードフォワード・コンデンサ(C_{FF})を接続します。高品質で低リークのコンデンサを推奨します。このコンデンサはレギュレータのエラー・アンプをバイパスして、低周波数のノイズ・ポールを形成します。 C_{FF} と $C_{REF/BYP}$ の両方に10nFを使用すると、10μAの帰還抵抗分割器によって出力電圧が5Vに設定されたときの出力電圧ノイズが25μVRMSまで減少します。帰還抵抗分割器の電流が2倍になった場合、同等のノイズ性能を達成するには C_{FF} も2倍にする必要があります。

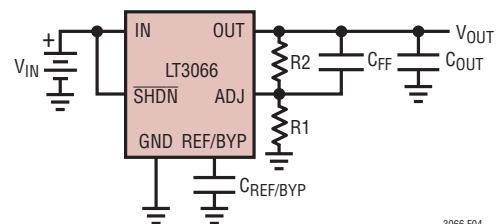
フィードフォワード・コンデンサを固定電圧デバイスで使用することもできます。フィードフォワード・コンデンサは、同じ方法でOUTからADJに接続します。この場合、内部帰還抵抗分割器に流れる電流は5μAです。

回路レイアウトとテストに関して注意を払わないと、大きな値の出力電圧ノイズが発生することがあります。近くのトレースからのクロストークにより、不要なノイズがLT3066の出力に誘導されます。電源のリプル除去も考慮する必要があります。LT3066レギュレータの電源リプル除去能力には制限があるので、入力ノイズの一部は出力に達します。

V_{OUT} とADJの間に接続されたフィードフォワード・コンデンサ(C_{FF})を使用すると、0.6Vより高い出力電圧でトランジェント応答が改善されるという利点があります。フィードフォワード・コンデンサを使用しない場合、出力電圧が0.6Vより高くなるとセトリング時間が長くなります。選択した出力電圧に関係なく、0.6Vの出力電圧特性と同等のトランジェント応答を達成するには、図4の式を使用して C_{FF} の最小値を求めます(図5と「標準的性能特性」のセクションの「トランジェント応答」を参照)。

REF/BYPコンデンサが使用されていると、起動時に内部リファレンスがソフトスタートします。レギュレータのスタートアップ時間はバイパス・コンデンサの容量に正比例します(「標準的性能特性」のセクションの「スタートアップ時間とREF/BYPコンデンサ」を参照)。シャットダウン時には、リファレンス・バイパス・コンデンサがアクティブに“L”に引き下げられて内部リファレンスがリセットされます。

フィードフォワード・コンデンサを使用すると、スタートアップ時間にも影響を与えます。スタートアップ時間はフィードフォワード・コンデンサの容量と出力電圧に正比例し、帰還抵抗分割器の電流に反比例するので、10μAの帰還抵抗分割器によって出力電圧が5Vに設定された場合、10nFのフィードフォワード・コンデンサと10μFの出力コンデンサを使用すると15msまで長くなります。



$$C_{FF} \geq \frac{10\text{nF}}{10\mu\text{A}} \cdot (I_{FB_DIVIDER})$$

$$I_{FB_DIVIDER} = \frac{V_{OUT}}{R1 + R2}$$

図4. 高速トランジェント応答のためのフィードフォワード・コンデンサ

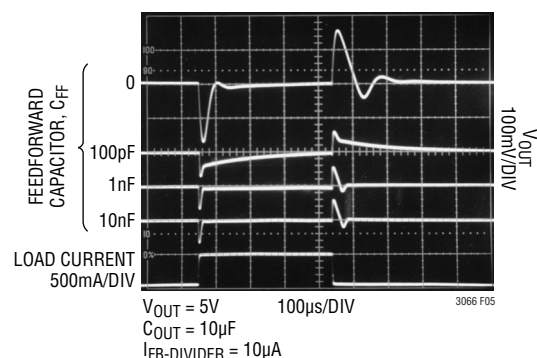


図5. トランジェント応答とフィードフォワード・コンデンサ

LT3066シリーズ

アプリケーション情報

出力容量とトランジェント応答

LT3066レギュレータは広範な出力コンデンサで安定します。出力コンデンサのESRは、特に小容量のコンデンサの場合、安定性に影響を与えます。発振を防止するため、ESRが 1Ω 以下の最小 $3.3\mu\text{F}$ の出力コンデンサを使用してください。 V_{OUT} が 1.2V より低い場合、最小 $4.7\mu\text{F}$ の C_{OUT} を使用してください。LT3066はマイクロパワー・デバイスであり、出力負荷トランジェント応答は出力容量に応じて変化します。出力容量の値を大きくすると、負荷電流の大きな変化に対するピーク変動が減り、トランジェント応答が改善されます。LT3066によって電力を供給される個々の部品のデカップリングに使用されるバイパス・コンデンサにより、出力コンデンサの実効値が増加します。負荷電流トランジェントが大きなアプリケーションでは、多くの場合、バルクのタンタル・コンデンサと低ESRのセラミック・コンデンサを並列接続することによって、最適に減衰された応答が得られます。

セラミック・コンデンサを使用する際には、特に注意が必要です。セラミック・コンデンサはさまざまな誘電体を使用して製造されており、それぞれ温度や印加される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およびX7RのEIA温度特性コードによって規定されています。Z5UとY5Vの誘電体は小型のパッケージで高C-V積を低コストで実現していますが、図6と図7に示すように、電圧係数と温度係数が大きくなります。5Vのレギュレータに使用する場合、 $16\text{V } 10\mu\text{F}$ のY5Vコンデンサは、印加されたDCバ

ias電圧と動作温度範囲で $1\mu\text{F} \sim 2\mu\text{F}$ の小さな実効値になる可能性があります。X5RとX7Rの誘電体を使用すると更に安定した特性が得られるので、これらは出力コンデンサとして使用するのにより適しています。

X7Rタイプはより広い温度範囲にわたって動作し、温度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。X5RやX7Rのコンデンサを使用する場合でも注意する必要があります。X5RとX7Rのコードは動作温度範囲と全温度範囲での最大容量変化を規定しているだけです。X5RとX7RのコンデンサのDCバイアスによる容量変化はY5VやZ5Uのコンデンサに比べると小さいですが、それでもコンデンサの容量が適切なレベルを下回るほど変化することがあります。コンデンサのDCバイアス特性は部品のケースのサイズが大きいほど向上する傾向がありますが、動作電圧での必要な容量を検証する必要があります。

電圧係数と温度係数だけが問題の原因ではありません。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。圧電素子は、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生じます。セラミック・コンデンサでは、システムの振動や熱トランジェントによって応力が生じます。その結果発生した電圧によってかなりの大きさのノイズが生じます。セラミック・コンデンサを鉛筆で軽くたたくと図8の波形が生じます。同様の振動を発生させると、出力電圧ノイズが増加したように見えることがあります。

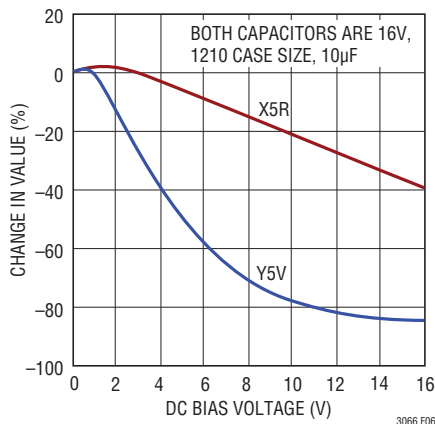


図6. セラミック・コンデンサのDCバイアス特性

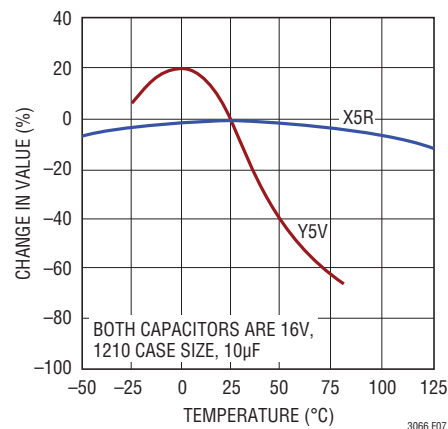


図7. セラミック・コンデンサの温度特性

アプリケーション情報

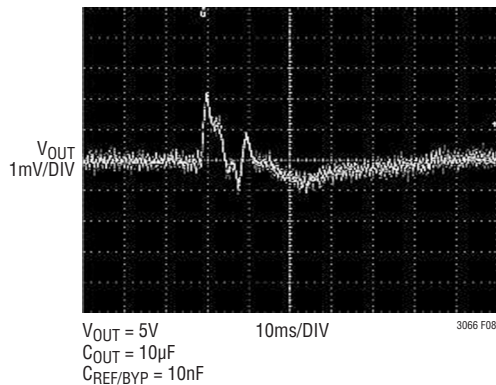


図8. セラミック・コンデンサを軽くたたくことにより生じるノイズ

安定性と入力容量

入力に長いリード線を使わないアプリケーションには、低ESRのセラミック入力バイパス・コンデンサを使うことができます。ただし、長い入力ワイヤと低ESRのセラミック入力コンデンサを使ってLT3066回路のINピンとGNDピンに電源を接続するアプリケーションは、電圧スパイクやアプリケーション固有の基板の発振を生じやすく、信頼性が懸念されます。

多くのバッテリー駆動アプリケーションで見られる入力ワイヤのインダクタンスは、低ESRのセラミック入力コンデンサと組み合わせられると、Qの高いLC共振タンク回路を形成します。場合によっては、この共振周波数が出力電流に依存するLDOの帯域幅とぶつかり、正常な動作に干渉することがあります。この場合、簡単な回路の修正/解決策が必要になります。この現象はLT3066の不安定さを示すものではなく、セラミック入力バイパス・コンデンサを使うアプリケーションに共通の問題です。

導線の自己インダクタンス(単独のインダクタンス)は、導線の長さに正比例します。ワイヤの直径はワイヤの自己インダクタンスの主要因ではありません。例えば、単独の2-AWGワイヤ(直径 = 0.26 インチ)の自己インダクタンスは、30-AWGワイヤ(直径 = 0.01 インチ)の自己インダクタンスの約1/2です。1フィートの30-AWGワイヤの自己インダクタンスは約465nHです。

ワイヤの自己インダクタンスを減らすには2つの方法があります。1つの方法は、LT3066に向かう電流を2つの並列に置かれた導体に分割することです。この場合、ワイヤが互いに遠く離れているほど自己インダクタンスが減少し、数インチ離すと最大50%減少します。ワイヤの分割は2個の等しいインダクタを並列に接続することに相当しますが、それらを近接させると、ワイヤの相互インダクタンスが自己インダクタンスに加わります。全体のインダクタンスを減らす2番目の(最も効果的な)方法は、電流の往路と復路の両方の導体(入力ワイヤとGNDのワイヤ)を非常に近づけて配置することです。往路と復路の電流の導体に、0.02インチ離れた2本の30-AWGワイヤを使用すると、1本の独立したワイヤを使用した場合に比べて全体の自己インダクタンスは約1/5に減少します。

近くに設置したバッテリーでLT3066に電力を供給する場合は、10μFの入力コンデンサで十分に安定性を確保できます。ただし、遠く離れた電源からLT3066に電力を供給する場合には、より大きな値の入力コンデンサを使用します。おおまかな目安としては、(10μFの最小値とは別に)ワイヤの長さ8インチにつき1μFを使用してください。アプリケーションの安定化に必要な最小入力容量も、電源の出力インピーダンスの変動に応じて変化します。LT3066の出力に追加のコンデンサを接続することも効果的です。ただし、このためには追加のLT3066入力バイパス・コンデンサと比較して1桁大きい容量が必要です。また、電源とLT3066の入力の間に直列抵抗を接続することもアプリケーションの安定化に役立ちます。わずか0.1Ω～0.5Ωの小さな抵抗で十分です。このインピーダンスによってLCタンク回路の共振が減衰しますが、代償としてドロップアウト電圧が発生します。より良い代替手段は、LT3066の入力に、セラミック・コンデンサの代わりに高ESRのタンタル・コンデンサまたは電解コンデンサを使用することです。

入力のフィルタリング

INFILTピンは、エラーアンプおよびリファレンスに電力を供給する別の入力ピンです。このピンは、140Ωの抵抗でINピンに接続されています。デカップリング・コンデンサをINFILTとグラウンドの間に配置すると、RCフィルタが作成され、エラーアンプおよびリファレンスでの入力電源リップルを低減します。0.47μFのデカップリング・コンデンサをINFILTに配置すると、PSRRが、10kHzを超える周波数で30dB程度改善されます。入力フィルタリングが不要な場合は、INFILTピンをINピンに接続します。

LT3066シリーズ

アプリケーション情報

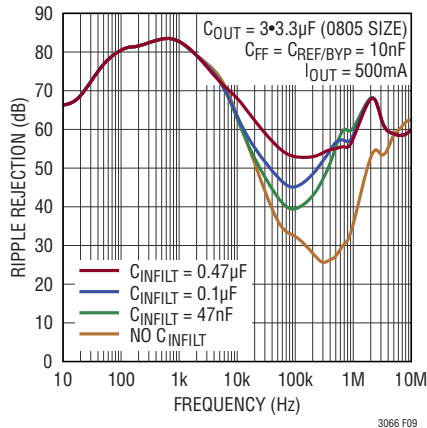


図9. 入力リップル除去
 $V_{IN} = 4.3V + 50mV_{RMS}$, $V_{OUT} = 3.3$

I_{MAX} ピンの動作

I_{MAX} ピンは、出力負荷電流の1/500に等しい電流をソースするPNPのコレクタです(「ブロック図」を参照)。 I_{MAX} ピンは高精度電流制限アンプの入力でもあります。 I_{MAX} からGNDに抵抗(R_{IMAX})を接続することにより、電流制限しきい値が設定されます。出力負荷が I_{MAX} ピンの電圧が0.6Vに達するレベルまで大きくなると、電流制限アンプが制御して、出力電圧に関係なく、 I_{MAX} の電圧を0.6Vに安定化します。次式を使って、所定の電流制限に必要な R_{IMAX} 値を計算します。

$$R_{IMAX} = 500 \cdot \frac{0.6V}{I_{LIMIT}}$$

IN-OUT間の電圧差が10Vを超える場合、電流制限フォールドバックによって内部電流レベルの制限値が小さくなり、外部設定可能な電流制限よりも優先される可能性があります。「標準的性能特性」のセクションの「内部電流制限と V_{IN} - V_{OUT} 」のグラフを参照してください。

I_{MAX} ピンには22nFのデカップリング・コンデンサを接続する必要があります。外部設定可能な電流制限を使用しない場合には、 I_{MAX} ピンをGNDに直接接続します。LT3066の電力損失により、 I_{MAX} しきい値が1Wあたり約0.5パーセントの割合で上昇します。

PWRGD ピンの動作

PWRGDピンは、50μAをシンク可能なオープン・ドレインの高電圧NMOSデジタル出力です。出力が公称値の90%を超えて上昇すると、PWRGDピンはデアサートされ、高インピーダンスになります。出力が25μs以上にわたって公称値の88.4%を下回ると、PWRGDピンは“L”にアサートされます。PWRGD

コンパレータは1.6%のヒステリシスと約25μsのデグリッチングを持ちます。PWRGDコンパレータは、REF/BYPピンにコンデンサを使用した場合はソフトスタートしない、専用リファレンスを備えています。

図4に示すように、フィードフォワード・コンデンサ C_{FF} を使用すると、スタートアップ・トランジェント時にADJピンが擬似的に“H”に引き上げられて、PWRGDフラグが早めにアサートされる可能性があります。この問題を防止するため、REF/BYPコンデンサをフィードフォワード・コンデンサよりも大幅に大きくして、REF/BYPの時定数が抵抗分割器ネットワークの時定数よりも支配的になるようにします。

ドロップアウト状態の動作

I_{MAX} の電流ミラーの精度がある程度低下すると、ドロップアウト状態の動作で出力電流が50mAを下回ります。

過負荷からの回復

多くのICパワー・レギュレータと同様、LT3066は安全動作領域保護機能を備えています。安全動作領域保護機能により、入出力間の電圧差が増加するにつれて電流制限値は減少し、パワー・トランジスタは、入出力間電圧の全ての値について安全動作領域内に保たれます。LT3066は、デバイスの絶対最大定格までの入力-出力間の全ての電圧値で、ある程度の出力電流を供給します。

最初に電源が印加されるとき、入力電圧が上昇して出力が入力に追従するので、レギュレータは非常に重い負荷で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は入力-出力間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、出力の短絡状態を解除しても出力電圧が回復しないという問題が発生する可能性があります。LT1083/LT1084/LT1085ファミリやLT1764Aなどのレギュレータもこの現象を生じるので、LT3066に固有の問題ではありません。この問題は、出力負荷が重い場合に、入力電圧が高く、出力電圧が低いと発生します。このような状況が発生しやすいのは、短絡状態が解消した直後か、入力電圧が既に投入された状態の後にシャットダウン・ピンが“H”に引き上げられた場合です。この負荷曲線は出力電流曲線と2点で交わります。この状況になった場合、レギュレータには2つの安定した出力動作点が存在することになります。このように2つの交点があると、出力を回復するには、入力電源を一度0Vにしてから再度立ち上げる必要があります。

アプリケーション情報

アクティブ出力放電

LT3066は、デバイスがシャットダウン・モードになると出力電圧を急速に放電する低抵抗のNMOS素子を内蔵しています。デカップリング・コンデンサが10μFの2.9V出力の場合、 $\overline{\text{SHDN}}$ が“L”になると、NMOSは750μs以内に出力を290mVまで放電します。

$\overline{\text{SHDN}}$ ピンまたはINピンのいずれかが“L”になると、制御回路がNMOSのゲートを“H”に駆動します。INピンの電位がグランドになると、NMOSはOUTピンの電荷を急速に放電し、NMOSのしきい電圧(約800mV)まで低下させます。800mVからは、外付けの負荷がOUTピンを放電し、放電速度は低下します。

出力放電NMOSをオンにする $\overline{\text{SHDN}}$ ピンのしきい値は、室温で公称560mVです(「標準的性能特性」のグラフを参照)。高温での急速な放電を保証するには、 $\overline{\text{SHDN}}$ を200mV未満に駆動します。

制御回路には、LT3066に損傷を与えずにOUTピンを-1V～20Vに駆動できる保護機能が実装されています。出力電圧が6Vより高い場合は電流制限フォールドバックによってNMOSプルダウン回路は保護されますが、出力電圧が高いほど放電時間は長くなります。

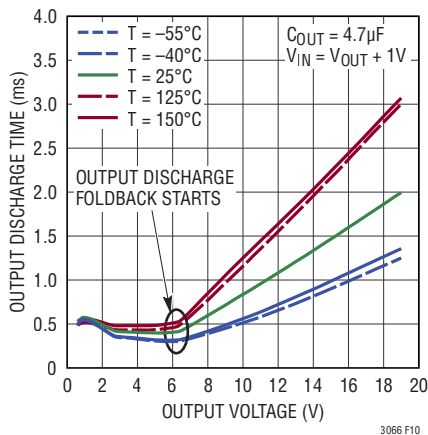


図10. 放電時間と出力電圧

熱に関する検討事項

LT3066の最大定格接合部温度である125°C(Eグレード、Iグレード)は、その電力処理能力を制限します。デバイスによって消費される電力には以下の2つの要素があります。

1. 出力電流と入出力間電圧差の積:

$$I_{OUT} \cdot (V_{IN} - V_{OUT}),$$

および

2. GNDピン電流と入力電圧の積:

$$I_{GND} \cdot V_{IN}$$

GNDピンの電流は「標準的性能特性」のセクションの「GNDピンの電流」のグラフを使って求められます。電力損失は上記の2つの要素の和に等しくなります。

LT3066レギュレータは、過負荷状態でデバイスを保護する熱制限機能を内蔵しています。通常の継続的な動作では、125°C(Eグレード、Iグレード)の最大接合部温度を超えないようにしてください。LT3066の近くに置かれている他の熱源を含め、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します。

LT3066のDFNパッケージとMSEパッケージの下側には、リードフレームからダイアタッチメントまでの金属露出部分があります。これらのパッケージでは、ダイの接合部からプリント回路基板の金属部分に熱を直接伝達し、最大動作接合部温度を制御できます。デュアル・インラインのピン配置により、PCBの上面(部品側)の金属部分をパッケージの端を超えて伸ばすことができます。この金属部分はPCBのGNDに接続します。LT3066にINピンとOUTピンが複数あることも、熱をPCBに拡散するのに役立ちます。

表面実装デバイスの場合、PC基板とその銅箔トレースの熱分散能力を利用して放熱を実現します。パワー・デバイスが発生する熱を分散するのに、銅箔ボード硬化材とメッキ・スルーホールを利用することもできます。

LT3066シリーズ

アプリケーション情報

一定の基板寸法の銅箔面積に対する熱抵抗を表2と表3に示します。全ての測定は、静止空気中で、1オンスの切れ目のない内部プレーンと2オンスの外部トレース・プレーンを有し、合計基板厚が1.6mmの4層FR-4ボードで行いました。熱抵抗の詳細と熱に関する情報の利用については、JEDEC標準規格のJESD51、特にJESD51-12を参照してください。

表2. MSOPパッケージで測定された熱抵抗

銅箔面積		基板面積	熱抵抗 (接合部・周囲間)
上面 (平方mm)	裏面 (平方mm)		
2500	2500	2500	34°C/W
1000	2500	2500	34°C/W
225	2500	2500	37°C/W
100	2500	2500	44°C/W

表3. DFNパッケージで測定された熱抵抗

銅箔面積 上面 (平方mm)	基板面積 (平方mm)	熱抵抗 (接合部・周囲間)
2500	2500	34°C/W
1000	2500	36°C/W
225	2500	39°C/W
100	2500	42°C/W

接合部温度の計算

例：出力電圧が5V、入力電圧範囲が12V±5%、最大出力電流範囲が75mA、最大周囲温度が85°Cの場合、最大接合部温度は何°Cになるでしょうか。

デバイスの電力損失は次のようになります。

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

ここで、

$$I_{OUT}(MAX) = 75mA$$

$$V_{IN}(MAX) = 12.6V$$

$$(I_{OUT} = 75mA, V_{IN} = 12V) \text{ での } I_{GND} = 3.5mA$$

したがって、次のようになります。

$$P = 75mA \cdot (12.6V - 5V) + 3.5mA \cdot 12.6V = 0.614W$$

DFNパッケージを使う場合、熱抵抗は銅箔面積に応じて31°C/W～35°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分はおおよ次のようになります。

$$0.614W \cdot 34°C/W = 20.9°C$$

最大接合部温度は、最大周囲温度と、周囲温度を超える接合部温度上昇分との和になります。これは次のとおりです。

$$T_{JMAX} = 85°C + 20.9°C = 105.9°C$$

保護機能

LT3066はいくつかの保護機能を内蔵しているので、バッテリー駆動の回路に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を備えている他、このデバイスは逆入力電圧、逆出力電圧、出力から入力への逆電圧に対しても保護されています。

電流制限保護と熱過負荷保護の機能は、LT3066の出力の電流過負荷状態に対してデバイスを保護します。標準のサーマル・シャットダウン温度は165°Cで、約7°Cのヒステリシスがあります。通常動作では、125°C (Eグレード、Iグレード)の最大接合部温度を超えないようにしてください。

LT3066のINピンは50Vの逆電圧に耐えます。デバイスに流れる電流は1mA未満に制限され、OUTに負電圧は出力されません。このデバイスは、逆向きに差し込まれたバッテリーに対してデバイスと負荷の両方を保護します。

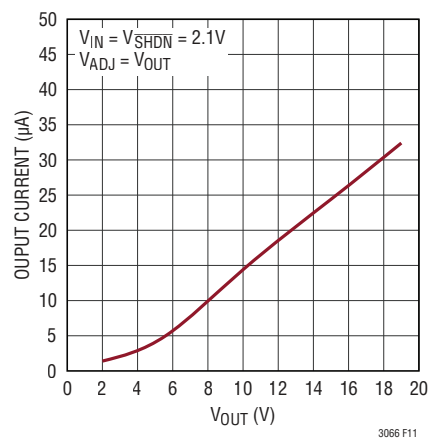
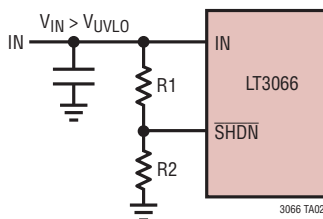


図11. 逆出力電流

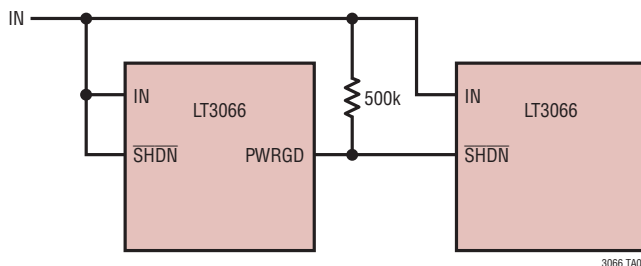
標準的応用例

低電圧ロックアウトの設定

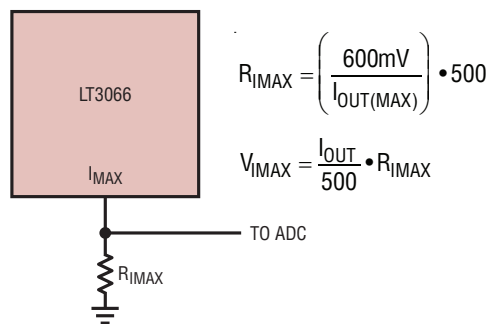


$$V_{UVLO} = \frac{R1+R2}{R2} \cdot 1.1V$$

PWRGDを使用した電源シーケンシング



電流モニタ



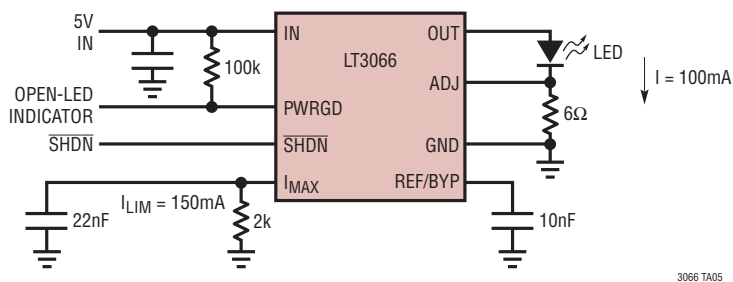
$$R_{1MAX} = \left(\frac{600mV}{I_{OUT(MAX)}} \right) \cdot 500$$

$$V_{1MAX} = \frac{I_{OUT}}{500} \cdot R_{1MAX}$$

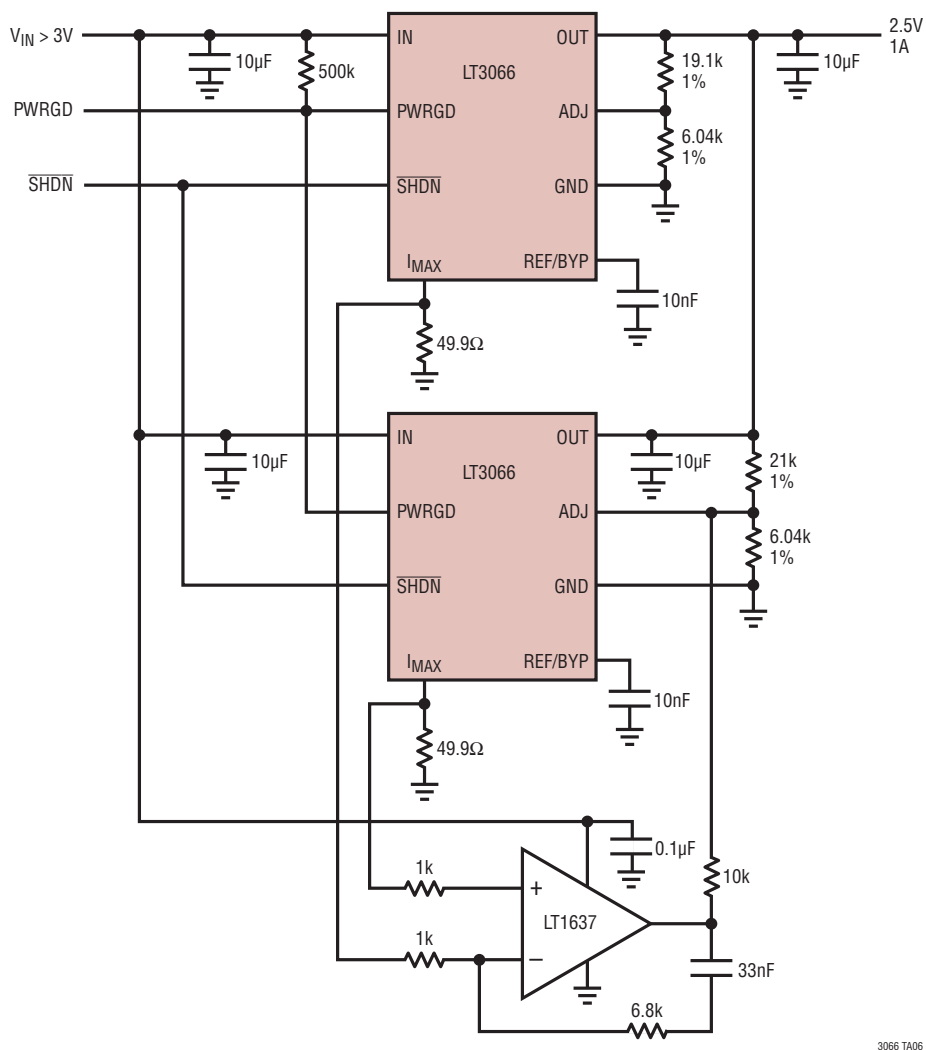
LT3066シリーズ

標準的応用例

LEDドライバ/電流源



出力電流を大きくするためのレギュレータの並列接続

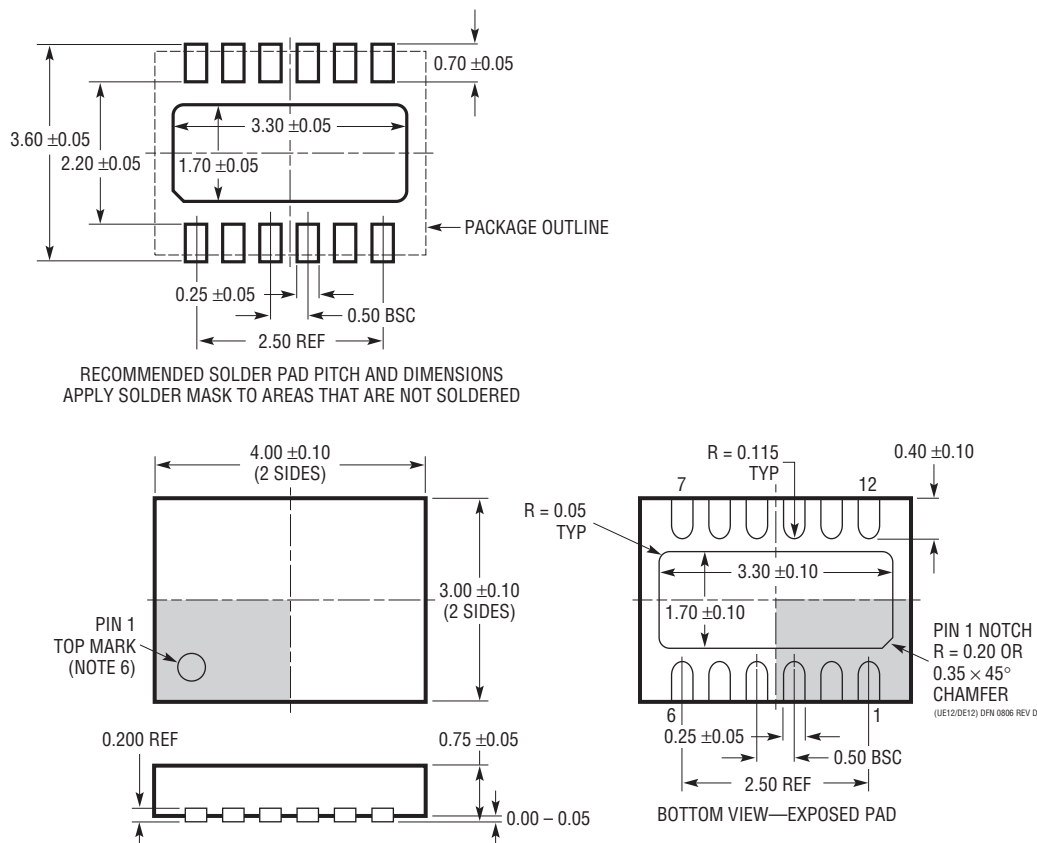


3066fa

パッケージ寸法

最新のパッケージ図面については、<http://www.linear-tech.co.jp/product/LT3066#packaging> を参照してください。

DE/UE Package
12-Lead Plastic DFN (4mm × 3mm)
 (Reference LTC DWG # 05-08-1695 Rev D)



注記:

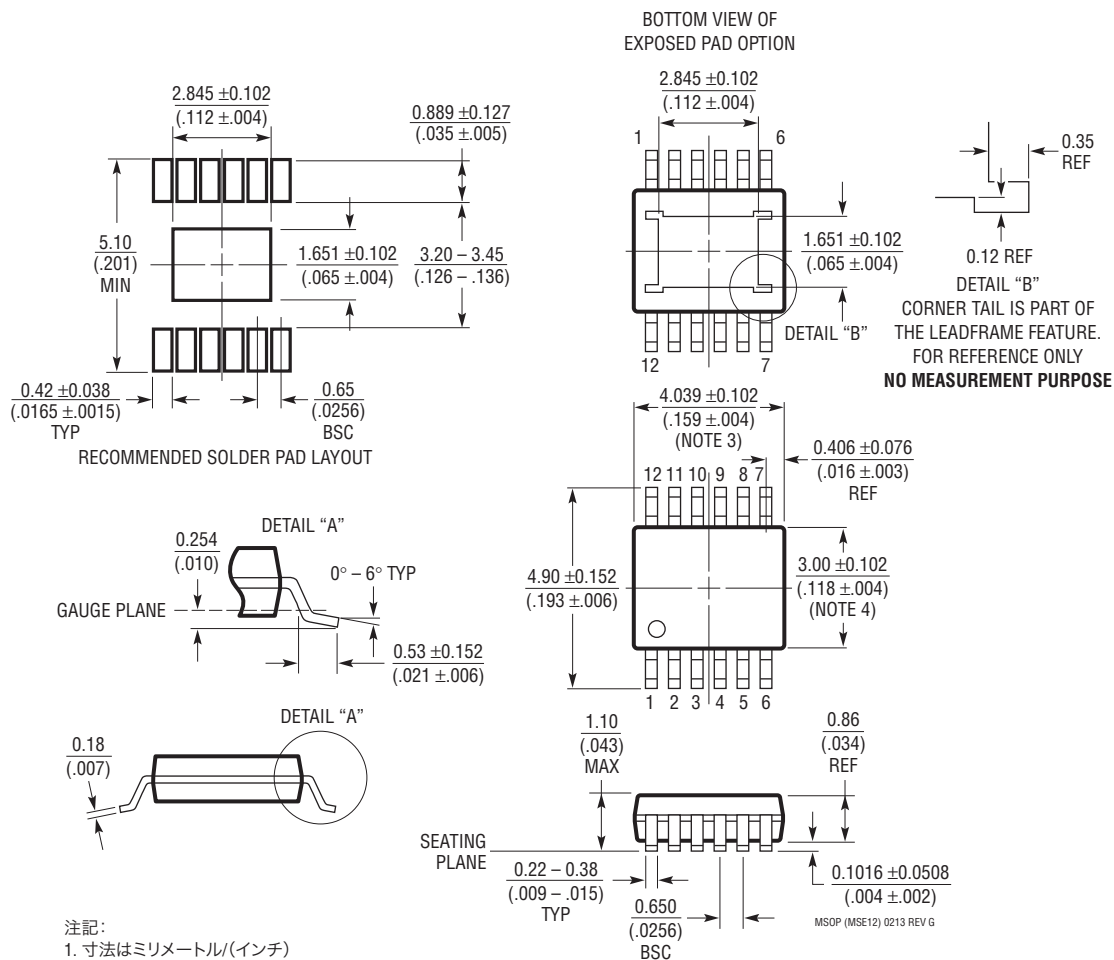
1. 図面は JEDEC のパッケージ外形 M0-229 のバリエーション(WGED-2)に適合。
2. 図は実寸とは異なる
3. すべての寸法はミリメートル
4. パッケージ底面の露出パッドの寸法にはモールドのバリを含まない。
モールドのバリは(もしあれば)各サイドで 0.15mm を超えないこと
5. 露出パッドは半田メッキとする
6. 灰色の部分はパッケージの上面と底面のピン 1 の位置の参考に過ぎない

LT3066シリーズ

パッケージの寸法

最新のパッケージ図面については、<http://www.linear-tech.co.jp/product/LT3066#packaging> を参照してください。

MSE Package 12-Lead Plastic MSOP, Exposed Die Pad (Reference LTC DWG # 05-08-1666 Rev G)



注記:

1. 寸法はミリメートル/(インチ)
2. 図は実寸とは異なる
3. 寸法にはモールドのバリ、突出部、またはゲートのバリを含まない。
モールドのバリ、突出部、またはゲートのバリは、各サイドで0.152mm (0.006")を超えないこと
4. 寸法には、リード間のバリまたは突出部を含まない。
リード間のバリまたは突出部は、各サイドで0.152mm (0.006")を超えないこと
5. リードの平坦度(整形後のリードの底面)は最大0.102mm (0.004")であること
6. 露出パッドの寸法には、モールドのバリを含む。
E-PAD上のモールドのバリは、各サイドで0.254mm (0.010")を超えないこと

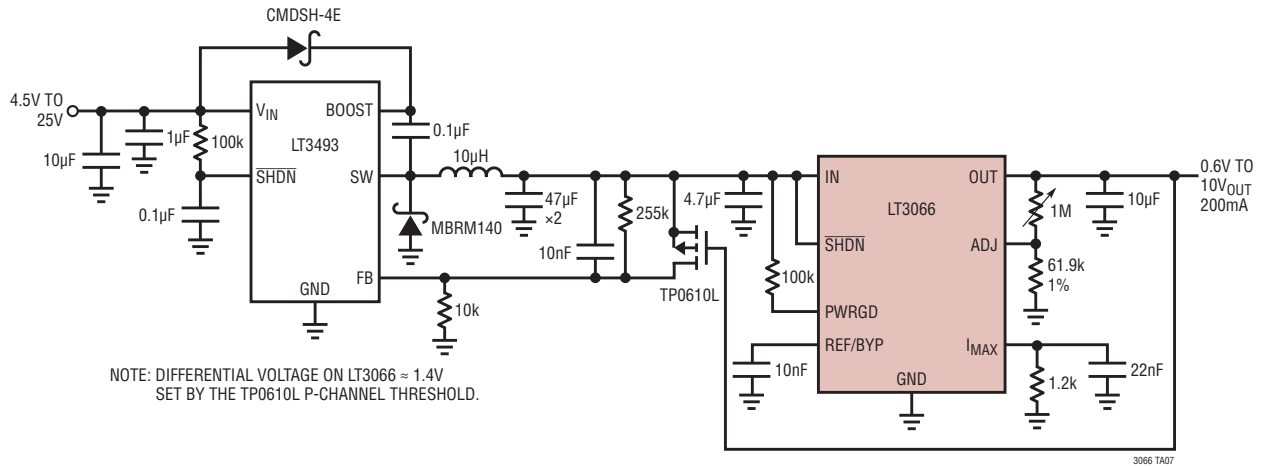
改訂履歴

REV	日付	DESCRIPTION	ページ番号
A	2016年5月	-3.3V、-5Vの固定電圧オプションを追加。	1～26

LT3066シリーズ

標準的応用例

高効率可変レギュレータ



関連製品

製品番号	DESCRIPTION	注釈
LT1761	100mA、低ノイズ LDO	ドロップアウト電圧: 300mV、低ノイズ: 20µVRMS、VIN: 1.8V ~ 20V、ThinSOT™パッケージ
LT1762	150mA、低ノイズ LDO	ドロップアウト電圧: 300mV、低ノイズ: 20µVRMS、VIN = 1.8V ~ 20V、MS8 パッケージ
LT1763	500mA、低ノイズ LDO	ドロップアウト電圧: 300mV、低ノイズ: 20µVRMS、VIN = 1.8V ~ 20V、SO-8 および 3mm×4mm DFN パッケージ
LT1962	300mA、低ノイズ LDO	ドロップアウト電圧: 270mV、低ノイズ: 20µVRMS、VIN = 1.8V ~ 20V、MS8 パッケージ
LT1964	200mA、低ノイズ、負電圧 LDO	VIN: -2.2V ~ -20V、VOUT(MIN) = -1.21V、VDO = 0.34V、IQ = 30µA、ISD = 3µA、低ノイズ: <30µVRMS、セラミック・コンデンサで安定、ThinSOT および 3mm×3mm DFN パッケージ
LT1965	1.1A、低ノイズ LDO	ドロップアウト電圧: 290mV、低ノイズ: 40µVRMS、VIN: 1.8V ~ 20V、VOUT: 1.2V ~ 19.5V、セラミック・コンデンサで安定、TO-220、DD-Pak、MSOP および 3mm×3mm DFN パッケージ
LT3050	診断機能と高精度電流制限機能を備えた 100mA LDO	ドロップアウト電圧: 340mV、低ノイズ: 30µVRMS、VIN: 1.8V ~ 45V、3mm×2mm DFN および MSOP パッケージ
LT3055	診断機能と高精度電流制限機能を備えた 500mA LDO	ドロップアウト電圧: 350mV、低ノイズ: 25µVRMS、VIN: 1.8V ~ 45V、4mm×3mm DFN および MSOP パッケージ
LT3060	ソフトスタート機能付き 100mA 低ノイズ LDO	ドロップアウト電圧: 300mV、低ノイズ: 30µVRMS、VIN: 1.8V ~ 45V、2mm×2mm DFN および ThinSOT パッケージ
LT3061	VIN = 45V、マイクロパワー、低ノイズ、出力放電を備える 100mA LDO	ドロップアウト電圧: 250mV、低ノイズ: 30µVRMS、VIN = 1.6V ~ 45V、8ピン 2mm×3mm DFN および MSOP パッケージ
LT3063	VIN = 45V、マイクロパワー、低ノイズ、出力放電を備える 200mA LDO	ドロップアウト電圧: 300mV、低ノイズ: 30µVRMS、VIN = 1.6V ~ 45V、8ピン 2mm×3mm DFN および MSOP パッケージ
LT3065	VIN = 45V、500mA 低ノイズ、プログラム可能な電流制限およびパワーグッドを備えるリニア・レギュレータ	ドロップアウト電圧: 300mV、低ノイズ: 25µVRMS、VIN = 1.8V ~ 45V、10ピン 3mm×3mm DFN および 12ピン MSOP パッケージ
LT3080/ LT3080-1	1.1A、並列接続可能な低ノイズ LDO	ドロップアウト電圧: 300mV (2電源動作)、低ノイズ: 40µVRMS、VIN: 1.2V ~ 36V、VOUT: 0V ~ 35.7V、電流ベースのリファレンスにより1本の抵抗でVOUTを設定、直接並列接続可能、セラミック・コンデンサで安定、TO-220、SOT-223、MSOP および 3mm×3mm DFN パッケージ
LT3082	200mA、並列接続可能な低ノイズ LDO	高出力電流または熱分散のために出力を並列接続可能、広い入力電圧範囲: 1.2V ~ 40V、値の低い入力/出力コンデンサが必要: 2.2µF、1本の抵抗で出力電圧を設定、8ピン SOT-23、3ピン SOT-223 および 8ピン 3mm×3mm DFN パッケージ
LT3085	500mA、並列接続可能な低ノイズ LDO	ドロップアウト電圧: 275mV (2電源動作)、低ノイズ: 40µVRMS、VIN: 1.2V ~ 36V、VOUT: 0V ~ 35.7V、電流ベースのリファレンスにより1本の抵抗でVOUTを設定、直接並列接続可能、セラミック・コンデンサで安定、MS8E および 2mm×3mm DFN-6 パッケージ

3066fa