

# 低ドロップアウト、120mAリニアレギュレータ

## 概要

MAX8863T/S/R及びMAX8864T/S/Rは、入力電圧範囲+2.5V~+6.5Vで動作し、120mAまでの電流を出力する、低ドロップアウトリニアレギュレータです。PMOSパストランジスタを使用しているため、負荷に関係なく80 $\mu$ Aの低消費電流を保ちます。このため、携帯電話、コードレス電話及びモデム等のバッテリー駆動のポータブル機器に最適です。

本製品はDual Mode™で動作します。すなわち、出力電圧は予め設定されていますが(Tバージョンは3.15V、Sバージョンは2.84V、Rバージョンは2.80V)、外部抵抗分圧器を用いることで、可変可能です。その他の特長としては、ローパワーシャットダウン、短絡保護、サーマルシャットダウン保護及びバッテリーの逆挿入保護等が挙げられます。MAX8864は自動放電機能も備えています。これは素子がシャットダウンモードになると出力電圧を能動的にグランドに放電する機能です。いずれの製品も超小型の5ピンSOT23パッケージで供給されています。

## アプリケーション

コードレス電話	モデム
PCS電話	ハンドヘルド機器
携帯電話	パームトップコンピュータ
PCMCIAカード	電子手帳

## 特長

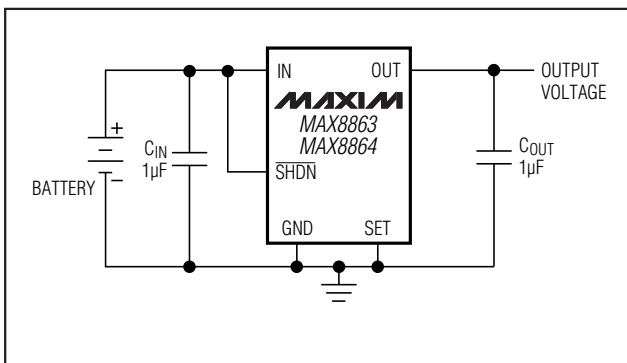
- ◆ 低コスト
- ◆ 低ドロップアウト電圧：55mV( $I_{OUT} = 50$ mA時)
- ◆ 低無負荷消費電流：68 $\mu$ A  
低動作消費電流：80 $\mu$ A(含ドロップアウト時)
- ◆ 低出力ノイズ：350 $\mu$ V<sub>RMS</sub>
- ◆ 小型外付部品
- ◆ 熱過負荷保護
- ◆ 出力電流制限
- ◆ バッテリー逆挿入保護
- ◆ Dual Mode™動作：出力は固定又は可変(1.25V~6.5V)
- ◆ ローパワーシャットダウン

## 型番

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE	SOT TOP MARK*
MAX8863TEUK-T	-40°C to +85°C	5 SOT23-5	AABE
MAX8863SEUK-T	-40°C to +85°C	5 SOT23-5	AABF
MAX8863REUK-T	-40°C to +85°C	5 SOT23-5	AABV
MAX8864TEUK-T	-40°C to +85°C	5 SOT23-5	AABG
MAX8864SEUK-T	-40°C to +85°C	5 SOT23-5	AABH
MAX8864REUK-T	-40°C to +85°C	5 SOT23-5	AABW

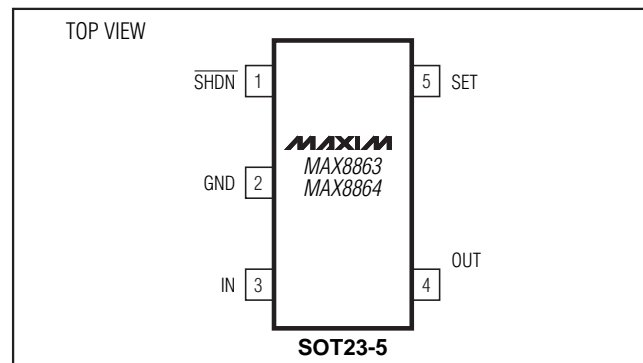
\*Alternate marking information: CY\_ \_ = MAX8863T, CZ\_ \_ = MAX8863S, DA\_ \_ = MAX8864T, DB\_ \_ = MAX8864S

## 標準動作回路



Dual Modeはマキシム社の商標です。

## ピン配置



# 低ドロップアウト、120mAリニアレギュレータ

MAX8863T/S/R, MAX8864T/S/R

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

$V_{IN}$  to GND .....-7V to +7V  
 Output Short-Circuit Duration .....Infinite  
 SET to GND .....-0.3V to +7V  
 SHDN to GND.....-7V to +7V  
 SHDN to IN.....-7V to +0.3V  
 OUT to GND .....-0.3V to ( $V_{IN} + 0.3V$ )  
 Continuous Power Dissipation ( $T_A = +70^\circ\text{C}$ )  
     SOT23-5 (derate 7.1mW/ $^\circ\text{C}$  above +70 $^\circ\text{C}$ ).....571mW

Operating Temperature Range .....-40 $^\circ\text{C}$  to +85 $^\circ\text{C}$   
 Junction Temperature .....+150 $^\circ\text{C}$   
 $\theta_{JA}$ .....140 $^\circ\text{C}/\text{Watt}$   
 Storage Temperature Range .....-65 $^\circ\text{C}$  to +160 $^\circ\text{C}$   
 Lead Temperature (soldering, 10sec) .....+300 $^\circ\text{C}$

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

( $V_{IN} = +3.6V$ , GND = 0V,  $T_A = T_{MIN}$  to  $T_{MAX}$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^\circ\text{C}$ .) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
Input Voltage (Note 2)	$V_{IN}$		2.5		6.5	V	
Output Voltage	$V_{OUT}$	0mA $\leq$ $I_{OUT} \leq$ 50mA, SET = GND	MAX886_T	3.05	3.15	3.25	V
			MAX886_S	2.75	2.84	2.93	
			MAX886_R	2.70	2.80	2.88	
Adjustable Output Voltage Range (Note 3)	$V_{OUT}$		$V_{SET}$		6.5	V	
Maximum Output Current			120			mA	
Current Limit (Note 4)	$I_{LIM}$			280		mA	
Ground Pin Current	$I_Q$	SET = GND	$I_{LOAD} = 0\text{mA}$	68	150	$\mu\text{A}$	
			$I_{LOAD} = 50\text{mA}$	80			
Dropout Voltage (Note 5)		$I_{OUT} = 1\text{mA}$ $I_{OUT} = 50\text{mA}$		1.1		mV	
				55	120		
Line Regulation	$\Delta V_{LNR}$	$V_{IN} = 2.5V$ to $6.5V$ , SET tied to OUT, $I_{OUT} = 1\text{mA}$	-0.15	0	0.15	%/V	
Load Regulation	$\Delta V_{LDR}$	$I_{OUT} = 0\text{mA}$ to $50\text{mA}$	SET = GND	0.011	0.040	%/mA	
			SET tied to OUT	0.006			
Output Voltage Noise		10Hz to 1MHz	$C_{OUT} = 1\mu\text{F}$	350		$\mu\text{VRMS}$	
			$C_{OUT} = 100\mu\text{F}$	220			

### SHUTDOWN

SHDN Input Threshold	$V_{IH}$		2.0		V	
	$V_{IL}$			0.4		
$\overline{\text{SHDN}}$ Input Bias Current	$I_{\overline{\text{SHDN}}}$	$V_{\overline{\text{SHDN}}} = V_{IN}$	$T_A = +25^\circ\text{C}$	0	100	nA
			$T_A = T_{MAX}$	0.05		
Shutdown Supply Current	$I_{QSHDN}$	$V_{OUT} = 0V$	$T_A = +25^\circ\text{C}$	0.0001	1	$\mu\text{A}$
			$T_A = T_{MAX}$	0.02		
Shutdown Discharge Resistance (MAX8864)				300	$\Omega$	

# 低ドロップアウト、120mAリニアレギュレータ

MAX8863T/S/R, MAX8864T/S/R

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

( $V_{IN} = +3.6V$ ,  $GND = 0V$ ,  $T_A = T_{MIN}$  to  $T_{MAX}$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^\circ C$ .) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
<b>SET INPUT</b>							
SET Reference Voltage (Note 3)	$V_{SET}$	$V_{IN} = 2.5V$ to $6.5V$ , $I_{OUT} = 1mA$	$T_A = +25^\circ C$	1.225	1.25	1.275	V
			$T_A = T_{MIN}$ to $T_{MAX}$	1.215	1.25	1.285	
SET Input Leakage Current (Note 3)	$I_{SET}$	$V_{SET} = 1.3V$	$T_A = +25^\circ C$		0.015	2.5	nA
			$T_A = T_{MAX}$		0.5		
<b>THERMAL PROTECTION</b>							
Thermal Shutdown Temperature	$T_{SHDN}$			170		$^\circ C$	
Thermal Shutdown Hysteresis	$\Delta T_{SHDN}$			20		$^\circ C$	

**Note 1:** Limits are 100% production tested at  $T_A = +25^\circ C$ . Limits over the operating temperature range are guaranteed through correlation using Statistical Quality Control (SQC) Methods.

**Note 2:** Guaranteed by line regulation test.

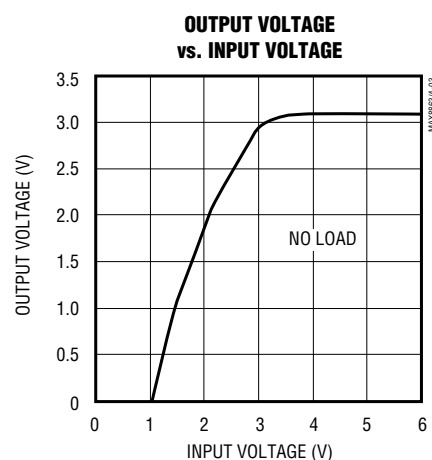
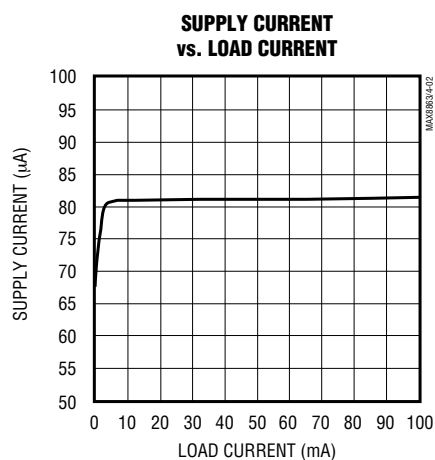
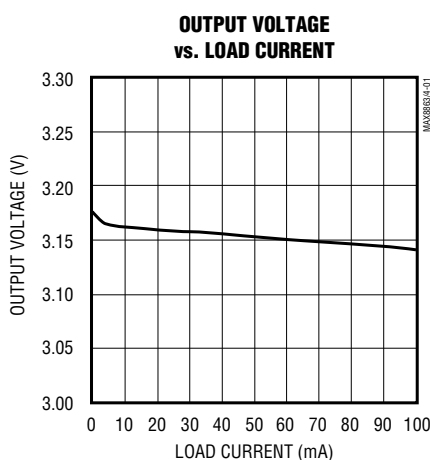
**Note 3:** Adjustable mode only.

**Note 4:** Not tested. For design purposes, the current limit should be considered 120mA minimum to 420mA maximum.

**Note 5:** The dropout voltage is defined as ( $V_{IN} - V_{OUT}$ ) when  $V_{OUT}$  is 100mV below the value of  $V_{OUT}$  for  $V_{IN} = V_{OUT} + 2V$ .

## 標準動作特性

( $V_{IN} = +3.6V$ ,  $C_{IN} = 1\mu F$ ,  $C_{OUT} = 1\mu F$ ,  $T_A = +25^\circ C$ , MAX886\_T, unless otherwise noted.)

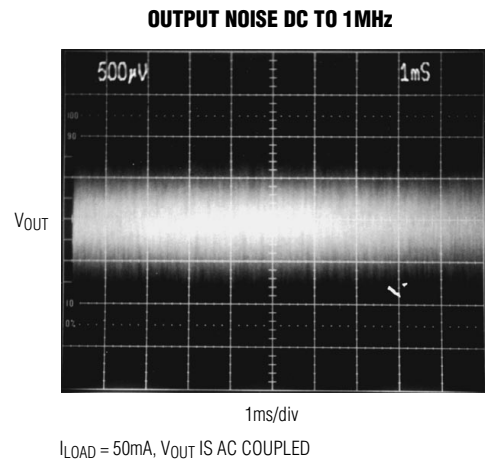
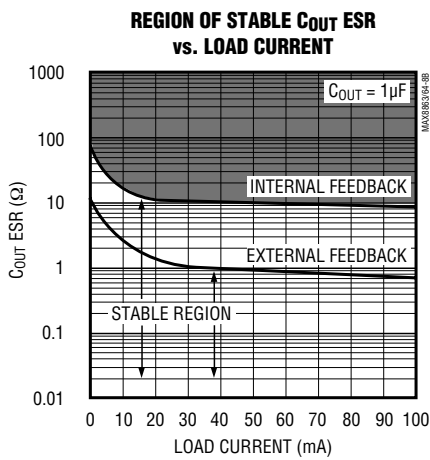
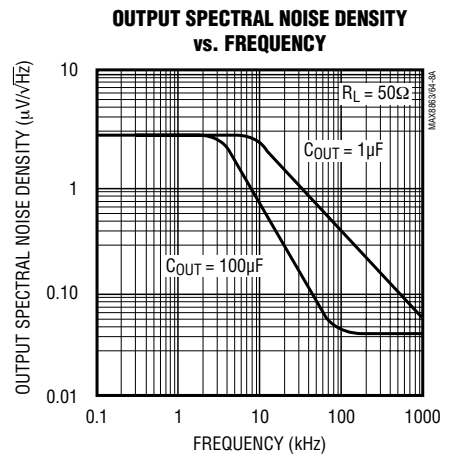
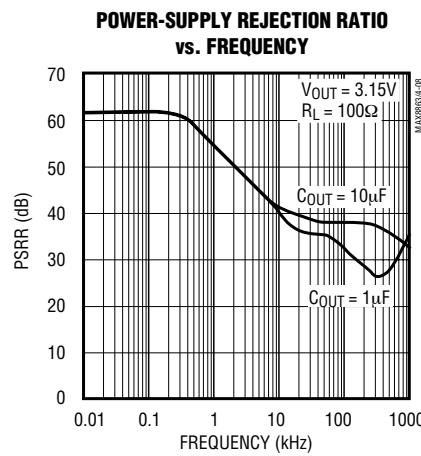
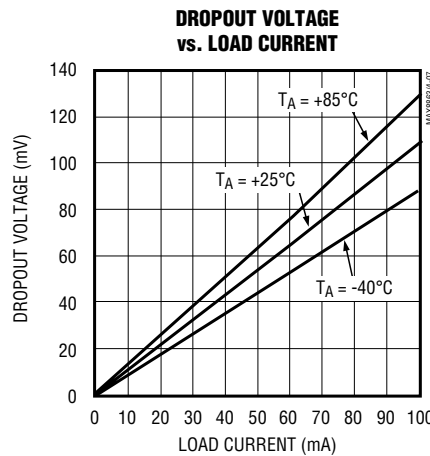
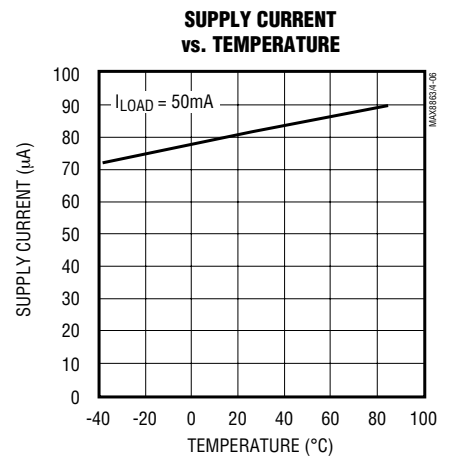
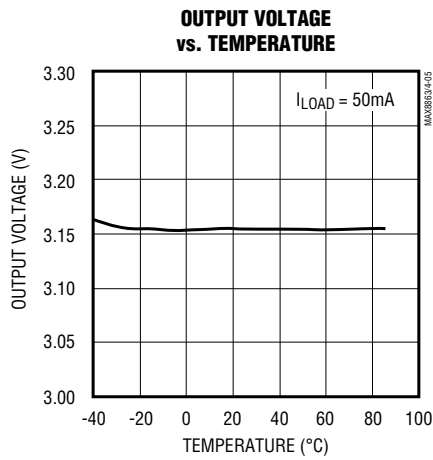
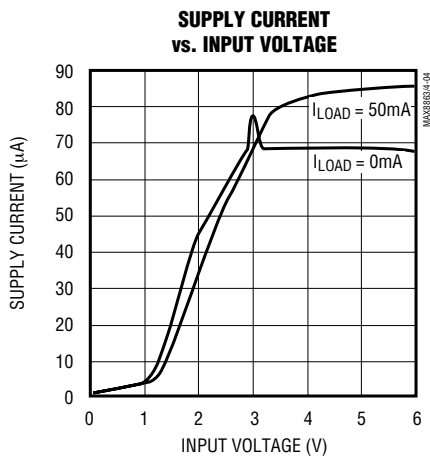


# 低ドロップアウト、120mAリニアレギュレータ

MAX8863T/S/R, MAX8864T/S/R

## 標準動作特性( 続き )

( $V_{IN} = +3.6V$ ,  $C_{IN} = 1\mu F$ ,  $C_{OUT} = 1\mu F$ , MAX886\_T,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)

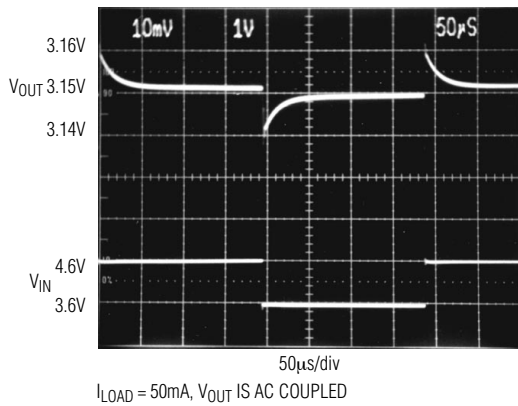


# 低ドロップアウト、120mAリニアレギュレータ

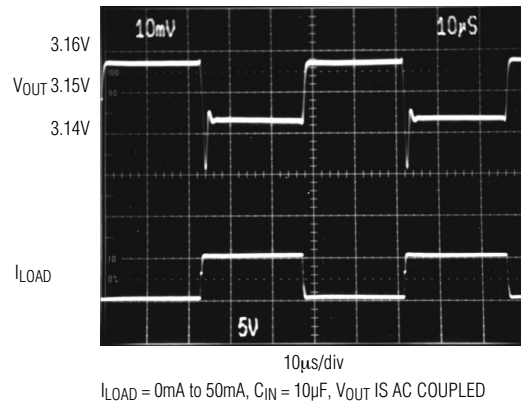
## 標準動作特性( 続き )

( $V_{IN} = +3.6V$ ,  $C_{IN} = 1\mu F$ ,  $C_{OUT} = 1\mu F$ , MAX886\_T,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)

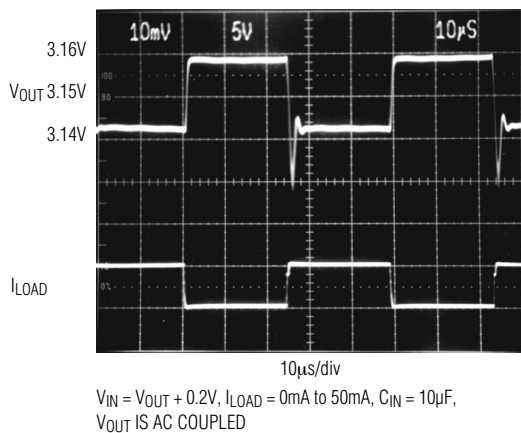
**LINE TRANSIENT**



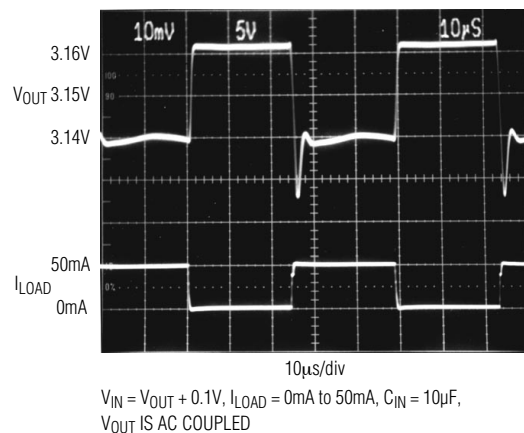
**LOAD TRANSIENT**



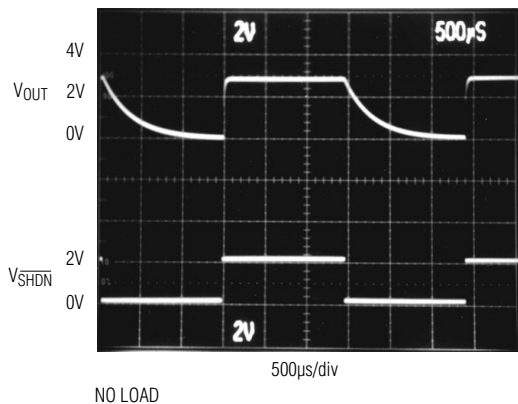
**LOAD TRANSIENT**



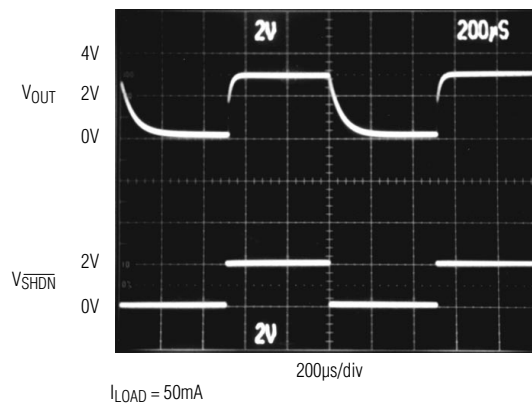
**LOAD TRANSIENT**



**MAX8864 SHUTDOWN (NO LOAD)**



**MAX8864 SHUTDOWN**



MAX8863T/S/R, MAX8864T/S/R

# 低ドロップアウト、120mAリニアレギュレータ

MAX8863T/S/R, MAX8864T/S/R

## 端子説明

端子	名称	機能
1	SHDN	アクティブローのシャットダウン入力。ロジックローのとき、消費電流は0.1nAまで低減されます。MAX8864ではロジックローのとき、さらに出力電圧がGNDに放電されます。通常動作時はINに接続してください。
2	GND	グランド。このピンはヒートシンクとしての役割も果たします。大きなパッド又は回路基板のグランドプレーンに半田付けすることで放熱性を最大限まで向上させることができます。
3	IN	レギュレータ入力。電源電圧範囲は+2.5V~+6.5Vです。1μFコンデンサでGNDにバイパスしてください(「コンデンサの選択とレギュレータの安定性」を参照)。
4	OUT	レギュレータ出力。固定又は+1.25V~+6.5V可変、120mAまで供給します。ESRが0.2以下(typ)の1μFコンデンサでGNDにバイパスしてください。
5	SET	出力電圧を設定するためのフィードバック入力。GNDに接続すると固定出力電圧になります(MAX886_Rは2.80V、MAX886_Sは2.84V、MAX886_Tは3.15V)。外部抵抗分圧器に接続すると可変出力動作になります。

## 詳細

MAX8863/MAX8864はバッテリー駆動アプリケーション用に設計された低ドロップアウト、低自己消費電流のリニアレギュレータです。1.25V~6.5Vの可変電圧出力又は固定電圧出力(MAX886\_Rは2.80V、MAX886\_Sは2.84V、MAX886\_Tは3.15V)が使用可能です。負荷電流は120mAまでです。図1に示すように、1.25Vのリファレンス、エラーアンプ、MOSFETドライバ、Pチャネルパストランジスタ、Dual Mode™コンパレータ及び内部フィードバック分圧器から構成されています。

1.25Vバンドギャブリファレンスはエラーアンプの反転入力に接続されています。エラーアンプは選択されたフィードバック電圧をこのリファレンスと比較し、その差を増幅します。MOSFETドライバはエラー信号

に従って、Pチャネルパストランジスタを駆動します。フィードバック電圧がリファレンスよりも低くなると、パストランジスタのゲート電圧が低下し、より大きな電流が流れ、出力電圧が上昇します。フィードバック電圧が高すぎると、パストランジスタのゲート電圧が高まり、出力に流れる電流は小さくなります。

出力電圧は、OUT端子に接続された内部抵抗分圧器、又はSET端子に接続された外部抵抗ネットワークを通してフィードバックされます。デュアルモードコンパレータはSET端子の電圧をチェックしてから、フィードバック経路を選択します。SET端子が60mV以下の場合には内部フィードバックが使用され、出力電圧は固定出力電圧に安定化します。追加ブロックには電流制限、バッテリーの逆挿入保護、熱センサ及びシャットダウンロジックが内蔵されています。

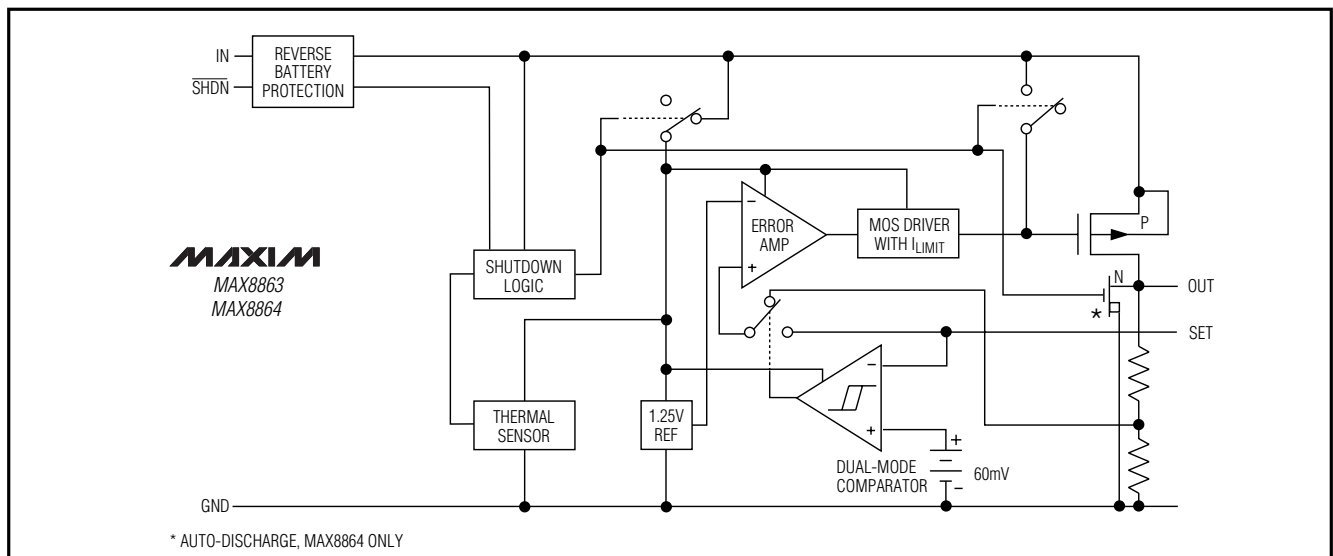


図1. ファンクションダイアグラム

# 低ドロップアウト、120mAリニアレギュレータ

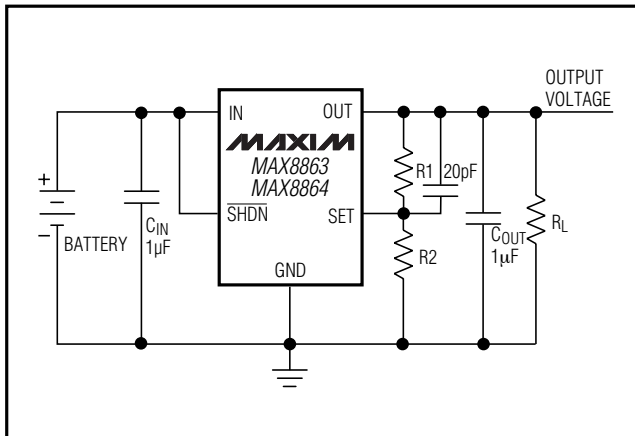


図2. 外付フィードバック抵抗を用いた可変出力

## 内部Pチャネルパストランジスタ

MAX8863/MAX8864は、1.1 (typ)のPチャネルMOSFETパストランジスタを内蔵しています。このため、PNPパストランジスタと比較した場合にバッテリー寿命を拡張できる等、いくつかの利点があります。

PチャネルMOSFETはベース電流を必要としないため、自己消費電流を大きく低減することができます。PNPトランジスタのレギュレータは、ドロップアウト状態でパストランジスタが飽和すると大きな電流を消費することになります。また、大負荷時にはベース電流が大きくなります。MAX8863/MAX8864にはこうした問題がなく、ドロップアウト、軽負荷、重負荷時のいずれの場合にも自己消費電流は僅か80µAに抑えられています(「標準動作特性」を参照)。

## 出力電圧の選択

MAX8863/MAX8864はDual Mode動作で、固定電圧モードと可変モードの両方が可能です。

固定電圧モードでは、トリミングされた内部フィードバック抵抗を用いることで、MAX886\_Rの出力は2.80V、MAX886\_Sの出力は2.84V、MAX886\_Tの出力は3.15Vに設定されています。このモードを選択するにはSETをグランドに接続してください。

可変モードでは、2個の抵抗を電圧分圧器としてSETに外付けすることで、1.25V~6.5Vの範囲で出力電圧を任意に設定できます(図2)。出力電圧は以下の式で設定されます。

$$V_{OUT} = V_{SET}(1 + R1/R2)$$

ここで、 $V_{SET} = 1.25V$ です。抵抗の設定式は、

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

$R2 = 100k$  とすることで消費電力、精度及び高周波電源除去を最適化することができます。外部抵抗フィードバック及び負荷抵抗を流れる総電流は10µA以上にしてください。 $V_{SET}$ の許容誤差は±25mV以内(typ)のため、出力はトリムポットでなく固定抵抗で設定可能です。レイアウトに起因する寄生容量を補償するために、R1の両端に10pF~25pFのコンデンサを接続してください。

固定電圧モードでは、SETとグランド間のインピーダンスは100k以下でなければなりません。100k以下でない場合には、スプリアス状態となり、SETの電圧がデュアルモードのスレッシュホールドである60mVを超えてしまうことがあります。

## シャットダウン

SHDN端子にロジックローが入力されるとMAX8863/MAX8864はシャットダウンします。シャットダウンモードでは、パストランジスタ、制御回路、リファレンス及び全てのバイアスがオフになり、消費電流は0.1nA以下(typ)に低下します。通常動作ではSHDNをINに接続してください。シャットダウン中、MAX8864の出力電圧は能動的にグランドに放電されます(「標準動作特性」を参照)。

## 電流制限

MAX8863/MAX8864の電流制限はパストランジスタのゲート電圧を監視・制御し、出力電流を推定して、約280mA以下に制限します。設計時には電流制限を120mA(min)~420mA(max)と考えてください。出力を無制限にグランドに短絡し続けても素子は破壊されません。

## 熱過負荷保護

熱過負荷保護機能は、MAX8863/MAX8864の総電力消費を制限します。ジャンクション温度が $T_J = +170$ を超えると、熱センサからシャットダウンロジックに信号が送られてパストランジスタがオフになり、ICが冷却されます。ICのジャンクション温度が20 (typ)下がると熱センサはパストランジスタを再びオンにするため、連続熱過負荷保護状態において出力はパルス状態になります。

熱過負荷保護機能は、障害条件が発生したときにMAX8863/MAX8864を保護するように設計されています。高負荷電流及び高入出力電圧差(チップ温度を+125以上に上昇させる条件)で素子を動作させると、負荷が完全に除去されたときに瞬時的なオーバーシュート(200msの間2%~8%)が生じることがあります。この問題は最低負荷電流を0µA(+125)から100µA(+150)に上げることで解決できます。連続動作では絶対最大ジャンクション温度定格の $T_J = +150$ を超えることがないように注意してください。

# 低ドロップアウト、120mAリニアレギュレータ

## 動作領域及び消費電力

MAX8863/MAX8864の最大電力消費は、ケースと回路基板の熱抵抗、ジャンクションと周囲との温度差、及び空気の流量に依存します。デバイスでの電力消費は $P = I_{OUT}(V_{IN} - V_{OUT})$ です。この結果、最大電力消費は以下ようになります。

$$P_{MAX} = (T_J - T_A) / \theta_{JA}$$

ここで、 $(T_J - T_A)$ は、MAX8863/MAX8864のジャンクションと周囲との温度差、 $\theta_{JA}$ は選択したパッケージから周囲の空気への熱抵抗です。

MAX8863/MAX8864のGND端子は、グランドへの電氣的接続と放熱という2つの機能を持っています。GND端子は大きなパッドやグランドプレーンに接続してください。

## バッテリーの逆挿入保護

MAX8863/MAX8864は $V_{IN}$ 又は $V_{SHDN}$ がグランドより低くなったときに逆消費電流を1mA以下に制限するユニークな保護機能を備えています。この回路はこの2つの端子の極性を監視し、バッテリーが逆向きだと内部回路及び寄生ダイオードを切り離します。この機能は素子の過熱及びバッテリーの損傷を防ぐことができます。

## 入力電圧が5.5V以上の時の最小負荷電流

MAX8863/MAX8864が入力電圧5.5V以上で動作している場合、プリセット電圧モードのレギュレーションを維持するためには20 $\mu$ A(min)の負荷電流が必要です。出力を外部抵抗で設定する場合には、外部フィードバック抵抗及び負荷からの電流は30 $\mu$ A(min)でなくてはなりません。

## アプリケーション情報

### コンデンサの選択とレギュレータの安定性

通常、MAX8863/MAX8864の入力に1 $\mu$ Fのコンデンサを接続し、出力にも1 $\mu$ Fのコンデンサを接続してください。入力コンデンサが大きく、ESRが低い場合、電源ノイズ除去及び過渡応答が改善されます。大きな高速トランジェントが予想され、素子が電源から10cm前後離れている場合には、大容量(10 $\mu$ F)の入力コンデンサが必要となる可能性があります。120mAまでの負荷電流で、全温度範囲で安定した動作を実現するには、少なくとも1 $\mu$ Fのコンデンサを使用することが推奨されます。

## ノイズ

MAX8863/MAX8864の通常動作中のノイズは350 $\mu$ V<sub>RMS</sub>です。12ビット以上の分解能を必要とするADC等のアプリケーションにMAX8863/MAX8864を使用する場合は、ADCの電源除去仕様を考慮に入れておく必要があります(「標準動作特性」の項のDC ~ 1MHz出力ノイズの写真を参照してください)。

## 電源除去比とバッテリー以外の電源動作

MAX8863/MAX8864は、バッテリー駆動機器において低ドロップアウト電圧及び低自己消費電流を実現できるように設計されています。電源除去は低周波数で62dB、300Hzでロールオフします。20kHz以上の周波数では、電源ノイズの除去は主に出力コンデンサの特性に頼るようになります(「標準動作特性」の電源除去対リップル周波数のグラフを参照)。

バッテリー以外の電源で動作させる場合は、入力及び出力容量を増やし、受動フィルタリング技術を用いることにより、電源ノイズ除去及び過渡応答を改善することができます(「標準動作特性」の電源と負荷変動応答のグラフを参照)。

## 負荷変動の考慮

MAX8863/MAX8864の負荷変動応答グラフ(「標準動作特性」を参照)には出力応答の2つの成分が示されています。すなわち、負荷電流が異なることによる出力電圧のDCシフトと過渡応答です。負荷電流を0mAから50mAにステップ状に変化させたときのオーバーシュートは12mV(typ)です。出力コンデンサを大きくし、ESRを小さくすると過渡的なスパイクは減衰します。

## 入出力(ドロップアウト)電圧

レギュレータの最小入出力電圧差(ドロップアウト電圧)によって、使用可能な最低電源電圧が決まります。バッテリー駆動機器ではこれによって使用寿命が尽きる時の電圧が決まります。MAX8863/MAX8864はPチャネルMOSFETパストランジスタを使用しているため、ドロップアウト電圧は $R_{DS(ON)}$ に負荷電流をかけたものの関数です(「Electrical Characteristics」を参照)。

## チップ情報

TRANSISTOR COUNT : 148

**マキシム・ジャパン株式会社**

〒169-0051東京都新宿区西早稲田3-30-16(ホリゾン1ビル)  
TEL. (03)3232-6141 FAX. (03)3232-6149

マキシム社では全体がマキシム社製品で実現されている回路以外の回路の使用については責任を持ちません。回路特許ライセンスは明言されていません。マキシム社は随時予告なしに回路及び仕様を変更する権利を保留します。

8 **Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 (408) 737-7600**