

# 60mA、SOT23反転チャージポンプ シャットダウン付

## 概要

MAX1697は、+1.25V~+5.5Vの入力電圧を受け付ける超小型モノリシックCMOSチャージポンプインバータです。本製品は出力抵抗が12Ωと非常に小さいため、最高の効率で最大60mAまでの負荷に対応します。MAX1697は動作周波数12kHz、35kHz、125kHz又は250kHzで提供されているため、消費電流又は外部部品サイズを最適化できます。小型外付部品及びマイクロパワーシャットダウンモードの特長により、本製品はバッテリー駆動及び基板レベルの電圧変換アプリケーションに最適です。

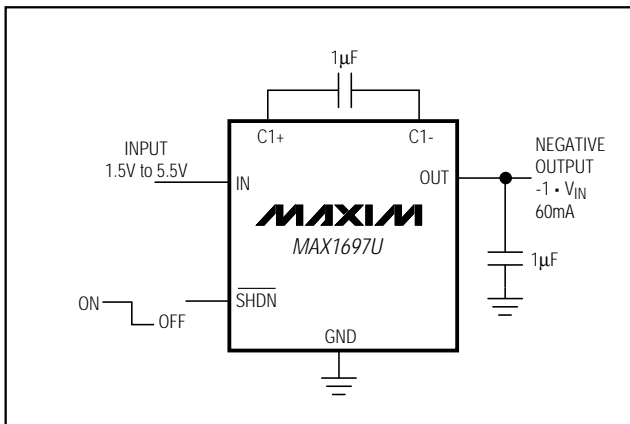
チップには、発振器制御回路及び4つのパワー-MOSFETスイッチが内蔵されています。アプリケーションには、+5V又は3.3Vロジック電源からアナログ回路を駆動するための負電源電圧を発生させることも含まれます。いずれのバージョンも6ピンSOT23パッケージで提供され、60mAの出力電流を供給します。

必要な電流が小さいアプリケーションには、最大25mAを供給するピンコンパチブルなSOT23チャージポンプのMAX1719/MAX1720/MAX1721があります。

## アプリケーション

- +5V又は+3.3Vロジック電源からの負電源
- 小型LCDパネル
- GaAs FETバイアス電源
- ハンディターミナル、PDA
- バッテリー駆動機器

## 標準動作回路



## 特長

- ◆ 出力電流：60mA
- ◆ 低出力抵抗：12Ω
- ◆ 消費電流：150µA(MAX1697R)
- ◆ 僅か2つの1µFコンデンサで動作(MAX1697U)
- ◆ スタートアップ電流制限
- ◆ 入力電圧範囲：+1.25V~+5.5V
- ◆ ロジック制御シャットダウン：0.1µA
- ◆ スルーレート制限によりEMIを低減
- ◆ パッケージ：6ピンSOT23

## 型番

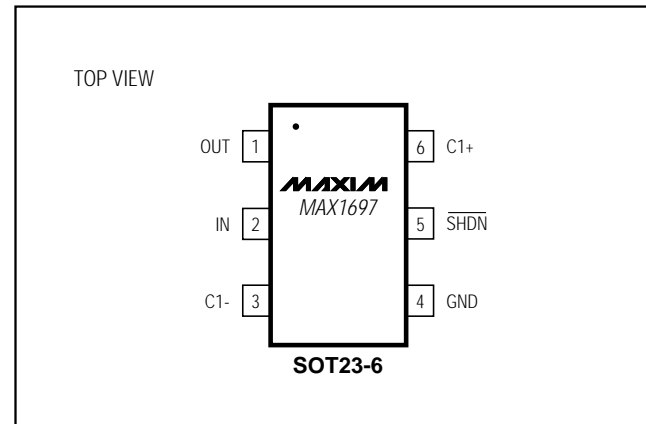
PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX1697_EUT-T	-40°C to +85°C	6 SOT23-6

注1：MAX1697は「Absolute Maximum Ratings」の項に示された特別なハンダ温度プロフィールが要求されます。

注2：MAX1697は4つの異なる動作周波数があります。下記の表から希望の周波数を選択し、そのサフィックスを上記の空欄に入れ、型番を決めて下さい。

PART NO. SUFFIX	FREQUENCY (kHz)	TOP MARK
R	12	AABV
S	35	AABW
T	125	AABX
U	250	AABY

## ピン配置



# 60mA、SOT23反転チャージポンプ シャットダウン付

MAX1697

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

IN to GND	-0.3V to +6V
C1+, SHDN to GND	-0.3V to (VIN + 0.3V)
C1- to GND	(VOUT - 0.3V) to + 0.3V
OUT to GND	+0.3V to -6V
OUT Output Current	90mA
OUT Short-Circuit to GND	Indefinite

Continuous Power Dissipation (TA = +70°C)	6-Pin SOT23 (derate 14mW/°C above +70°C) (Note 3)...1.1W
Operating Temperature Range	-40°C to +85°C
Junction Temperature	+150°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Lead Temperature	(Note 4)

**Note 3:** Thermal properties are specified with product mounted on the PC board with one square-inch of copper area and still air.

**Note 4:** This device is constructed using a unique set of packaging techniques that impose a limit on the thermal profile the device can be exposed to during board level solder attach and rework. Maxim recommends the use of the solder profiles recommended in the industry standard specification, IPC/JEDEC J-STD-020A, paragraph 7.6, Table 3 for IR/VPR and Convection reflow processes. Preheating, per this standard, is required. Hand or wave soldering is not recommended.

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

(Circuit of Figure 1, capacitors from Table 2, VIN = +5V, SHDN = IN, TA = 0°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at TA = +25°C.)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage Range	MAX1697R/S, RL = 5kΩ	TA = +25°C	1.25		5.5	V
		TA = 0°C to +85°C	1.5		5.5	
	MAX1697T/U, RL = 5kΩ	TA = +25°C	1.4		5.5	
		TA = 0°C to +85°C	1.5		5.5	
Quiescent Supply Current	TA = +25°C	MAX1697R		150	300	μA
		MAX1697S		350	650	
		MAX1697T		950	1700	
		MAX1697U		1800	3400	
Shutdown Supply Current	SHDN = GND	TA = +25°C		0.002	1	μA
		TA = +85°C		0.03		
Short-Circuit Current	Output shorted to ground, TA = +25°C			170		mA
Oscillator Frequency	TA = +25°C	MAX1697R	7	12	17	kHz
		MAX1697S	20	35	50	
		MAX1697T	70	125	180	
		MAX1697U	140	250	360	
Voltage Conversion Efficiency	IOUT = 0, TA = +25°C		99	99.9		%
Output Resistance (Note 5)	IOUT = 60mA	TA = +25°C		12	25	Ω
		TA = 0°C to +85°C			33	
OUT to GND Shutdown Resistance	SHDN = GND, OUT is internally pulled to GND in shutdown			3	8	Ω
SHDN Input Logic High	2.5V ≤ VIN ≤ 5.5V		2.0			V
	VIN(MIN) ≤ VIN ≤ 2.5V		VIN - 0.2			
SHDN Input Logic Low	2.5V ≤ VIN ≤ 5.5V				0.6	V
	VIN(MIN) ≤ VIN ≤ 2.5V				0.2	
SHDN Bias Current	SHDN = GND or IN	TA = +25°C	-100	0.05	+100	nA
		TA = +85°C		10		

# 60mA、SOT23反転チャージポンプ シャットダウン付

MAX1697

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(Circuit of Figure 1, capacitors from Table 2,  $V_{IN} = +5V$ ,  $\overline{SHDN} = IN$ ,  $T_A = 0^{\circ}C$  to  $+85^{\circ}C$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^{\circ}C$ .)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Wake-Up Time from Shutdown	$I_{OUT} = 15mA$	MAX1697R		1200		$\mu s$
		MAX1697S		600		
		MAX1697T		100		
		MAX1697U		70		
<b>THERMAL SHUTDOWN</b>						
Trip Temperature	Temperature increasing			150		$^{\circ}C$
Hysteresis				15		$^{\circ}C$

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Circuit of Figure 1, capacitors from Table 2,  $V_{IN} = +5V$ ,  $\overline{SHDN} = IN$ ,  $T_A = -40^{\circ}C$  to  $+85^{\circ}C$ , unless otherwise noted.) (Note 6)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	MAX	UNITS
Supply Voltage Range	$R_L = 5k\Omega$	MAX1697R/S	1.5	5.5	V
		MAX1697T/U	1.6	5.5	
Output Current	Continuous, long-term			60	mARMS
Quiescent Current	MAX1697R			350	$\mu A$
	MAX1697S			750	
	MAX1697T			1800	
	MAX1697U			3600	
Oscillator Frequency	MAX1697R		6	21	kHz
	MAX1697S		16	60	
	MAX1697T		60	200	
	MAX1697U		120	400	
Output Resistance (Note 5)	$I_{OUT} = 60mA$			33	$\Omega$
OUT to GND Shutdown Resistance	$\overline{SHDN} = GND$ , OUT is internally pulled to GND in shutdown			8	$\Omega$
$\overline{SHDN}$ Input Logic High	$2.5V \leq V_{IN} \leq 5.5V$		2.1		V
	$V_{IN(MIN)} \leq V_{IN} \leq 2.5V$		$V_{IN} - 0.2$		
$\overline{SHDN}$ Input Logic Low	$2.5V \leq V_{IN} \leq 5.5V$			0.6	V
	$V_{IN(MIN)} \leq V_{IN} \leq 2.5V$			0.2	

**Note 5:** Output resistance is guaranteed with capacitor ESR of  $0.3\Omega$  or less.

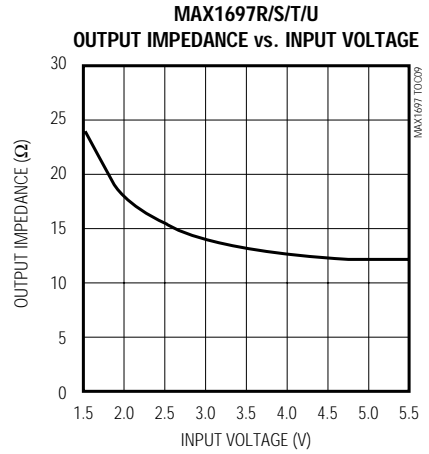
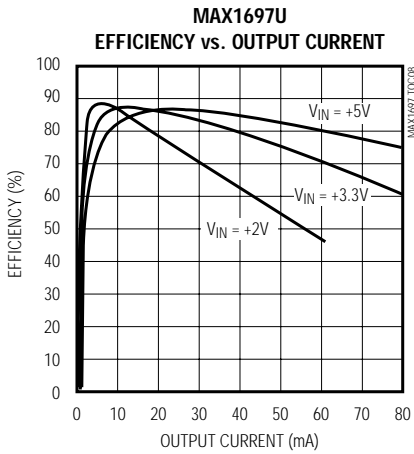
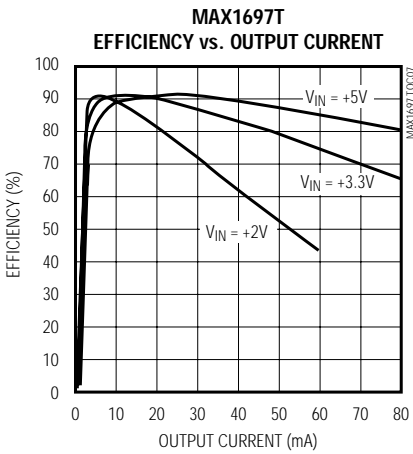
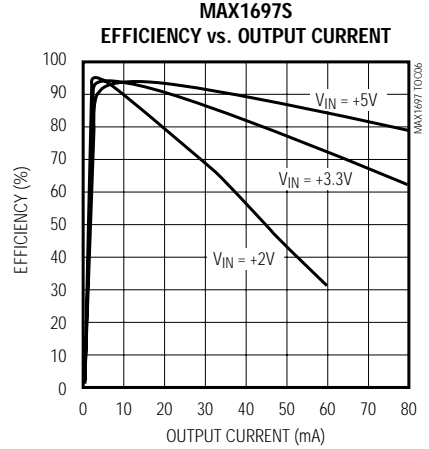
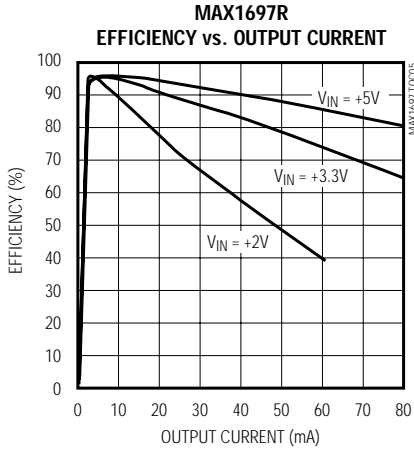
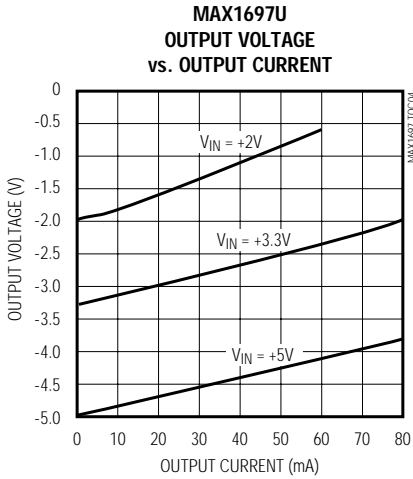
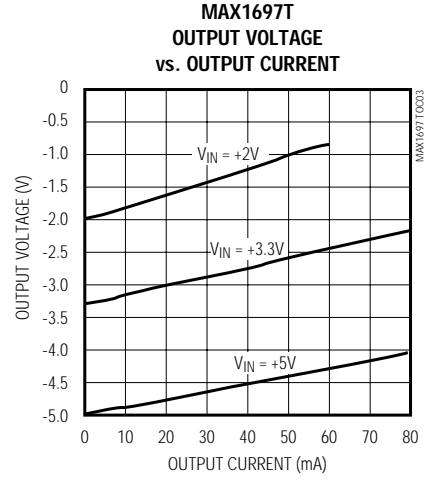
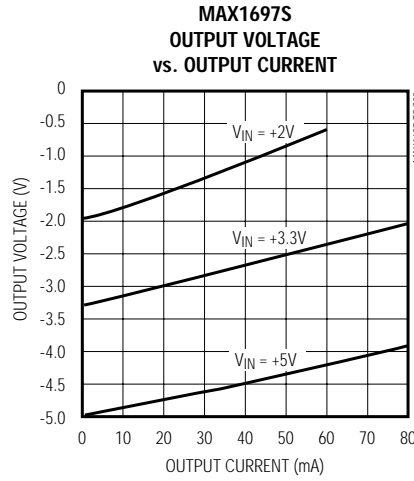
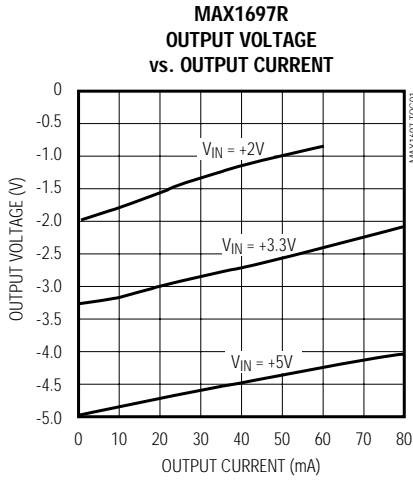
**Note 6:** All specifications from  $-40^{\circ}C$  to  $+85^{\circ}C$  are guaranteed by design, not production tested.

# 60mA、SOT23反転チャージポンプ シャットダウン付

MAX1697

## 標準動作特性

(Circuit of Figure 1, capacitors from Table 2,  $V_{IN} = +5V$ ,  $\overline{SHDN} = IN$ ,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)

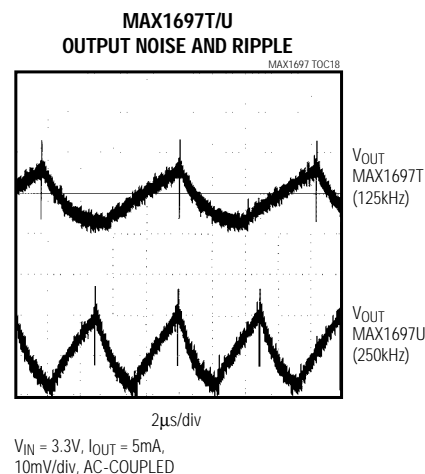
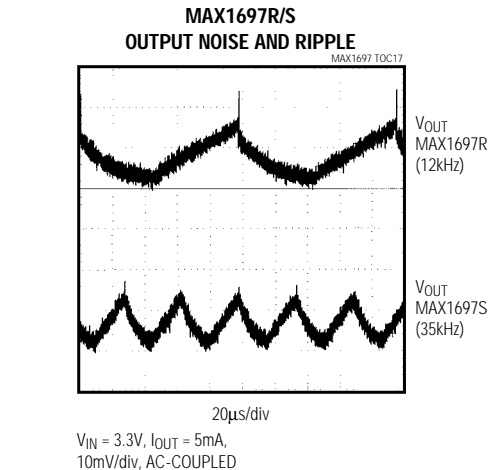
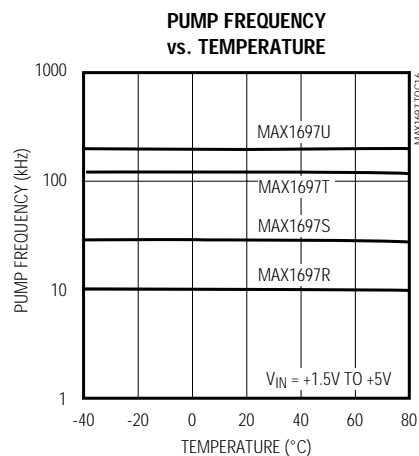
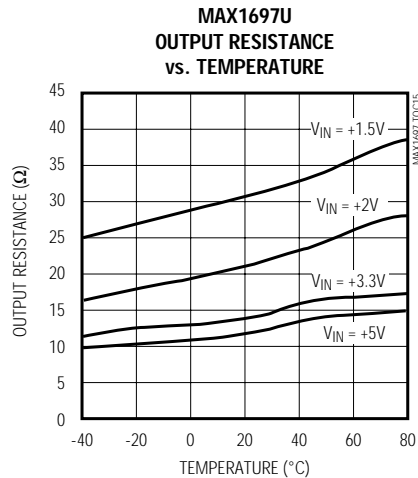
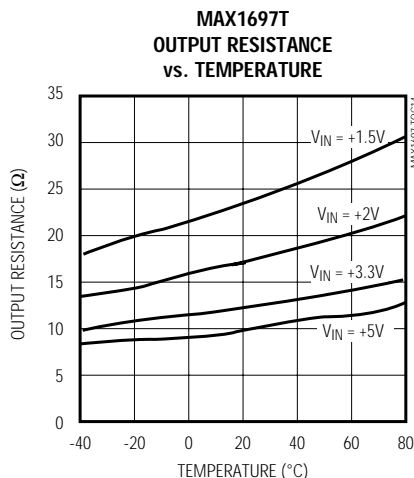
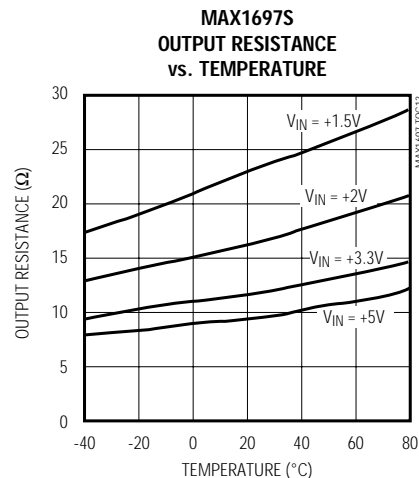
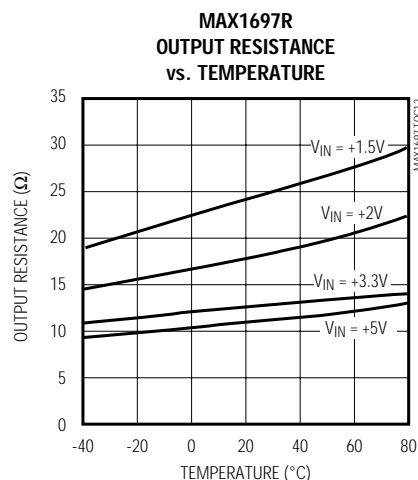
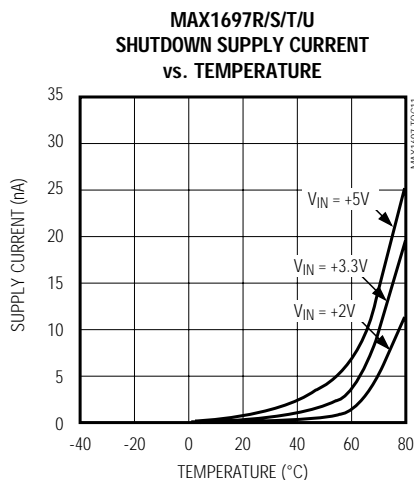
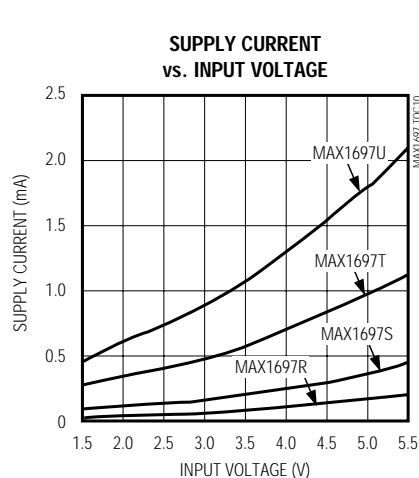


# 60mA、SOT23反転チャージポンプ シャットダウン付

MAX1697

## 標準動作特性(続き)

(Circuit of Figure 1, capacitors from Table 2,  $V_{IN} = +5V$ ,  $\overline{SHDN} = IN$ ,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)

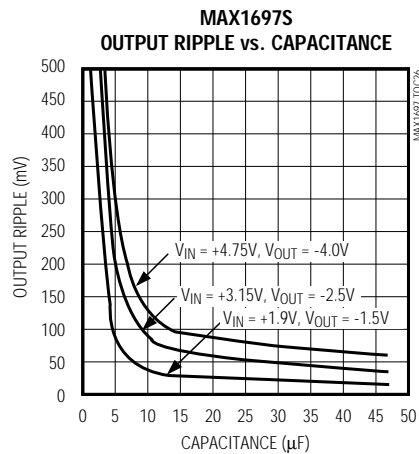
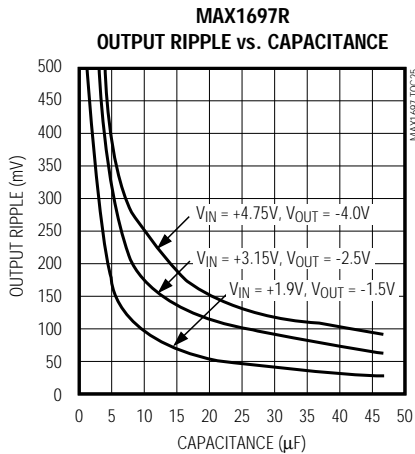
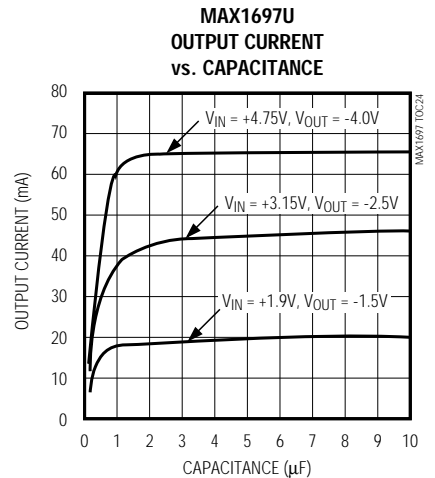
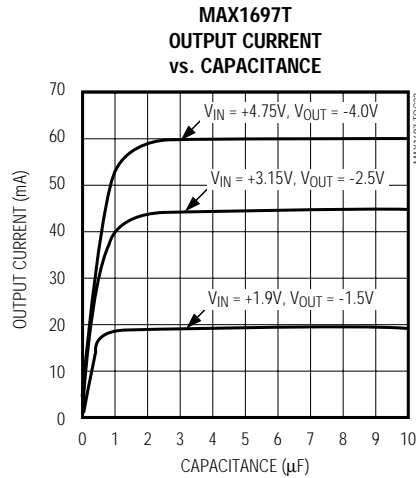
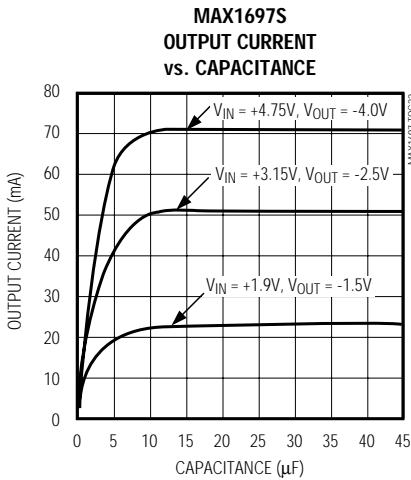
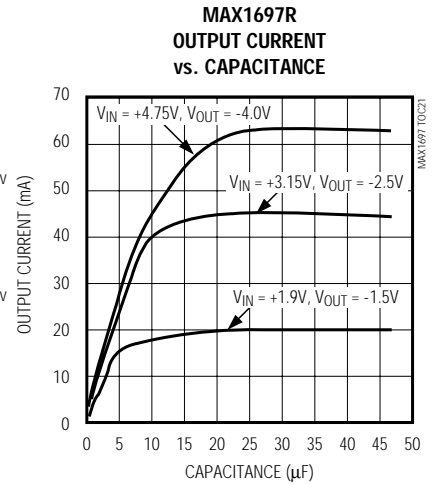
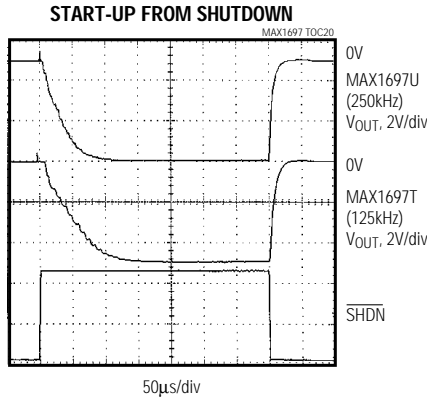
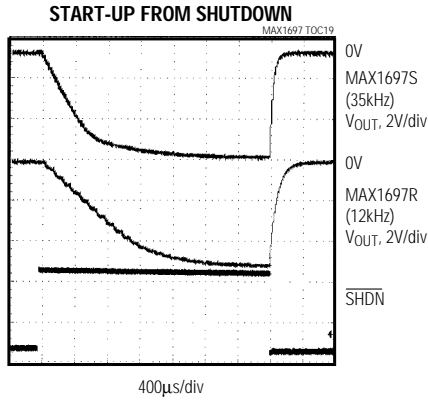


# 60mA、SOT23反転チャージポンプ シャットダウン付

MAX1697

## 標準動作特性(続き)

(Circuit of Figure 1, capacitors from Table 2,  $V_{IN} = +5V$ ,  $\overline{SHDN} = IN$ ,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)

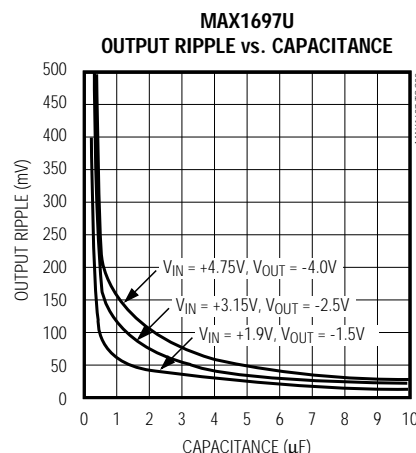
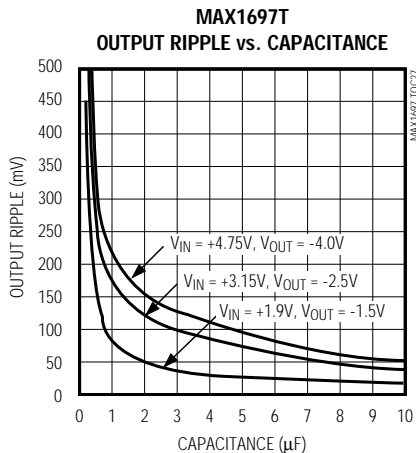


# 60mA、SOT23反転チャージポンプ シャットダウン付

MAX1697

## 標準動作特性(続き)

(Circuit of Figure 1, capacitors from Table 2,  $V_{IN} = +5V$ ,  $\overline{SHDN} = IN$ ,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)



## 端子説明

端子	名称	機能
1	OUT	反転チャージポンプ出力
2	IN	電源電圧入力。 入力範囲は1.5V ~ 5.5V。
3	C1-	フライングコンデンサの負端子
4	GND	グランド
5	$\overline{SHDN}$	シャットダウン入力。このピンをハイに駆動すると通常動作になり、ローに駆動するとシャットダウンモードになります。シャットダウン中、OUTは能動的にグランドに引きつけられます。
6	C1+	フライングコンデンサの正端子

## 詳細

MAX1697容量性チャージポンプは、入力に印加された電圧を反転します。最高の性能を得るには、等価直列抵抗(ESR)の小さなコンデンサ(例えばセラミック)を使用して下さい。

初めの半サイクルではスイッチS2とS4が開き、スイッチS1及びS3が閉じ、コンデンサC1がINの電圧まで充電されます(図2)。次の半サイクルではスイッチS1とS3が開き、S2とS4が閉じ、C1は $V_{IN}$ ボルトだけ下方にレベルシフトされます。これにより、C1はタンクコンデンサC2と並列に接続されます。C2の両端の電圧が

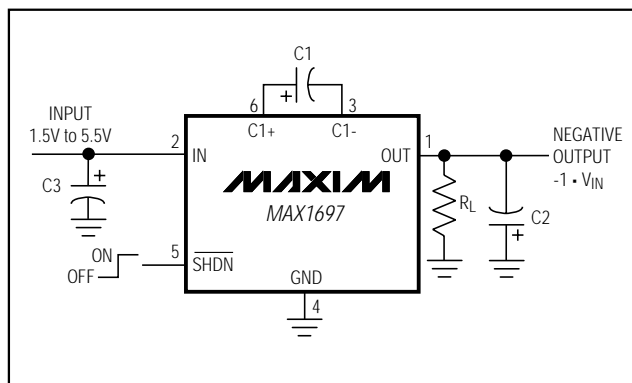


図1. 標準アプリケーション回路

C1の両端の電圧よりも小さい場合、C2の両端の電圧が $-V_{IN}$ に達するまでC1からC2へ電荷が流れます。スイッチS1~S4には抵抗があり、負荷がC2から電荷を引き出すため、出力における実際の電圧は $-V_{IN}$ よりも正になります。

## 効率の考慮

MAX1697の効率は、出力電流が小さい時は自己消費電流( $I_Q$ )によって、出力電流が大きい時は出力インピーダンス( $R_{OUT}$ )によって支配されます。この関係は、次式で表されます。

$$\eta \approx \frac{I_{OUT}}{I_{OUT} + I_Q} \left( 1 - \frac{I_{OUT} \cdot R_{OUT}}{V_{IN}} \right)$$

# 60mA、SOT23反転チャージポンプ シャットダウン付

MAX1697

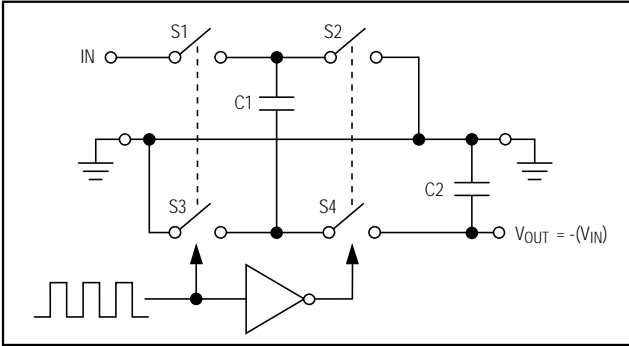


図2. 理想的な電圧インバータ

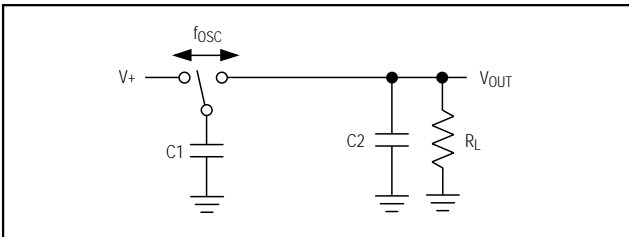


図3a. スイッチトキャパシタモデル

ここで、出力インピーダンスは次式で概算できます。

$$R_{OUT} \cong \frac{1}{(f_{OSC}) \cdot C1} + 2R_{SW} + 4ESR_{C1} + ESR_{C2}$$

第1項は理想的なスイッチドキャパシタ回路(図3a及び3b)の実効抵抗、 $R_{SW}$ はチャージポンプの内部スイッチ抵抗の和( $V_{IN} = +5V$ において標準4 ~ 5  $\Omega$ )です。より正確な標準出力インピーダンスは「標準動作特性」から得ることができます。

## 電流リミット

MAX1697は、スタートアップ時の入力電流を170mA(typ)に制限します。これにより、電源投入時又はシャットダウンからの起動時に低電流又は高出力インピーダンスの入力電源(例えばアルカリ電池)が過負荷になるのを防いでいます。

## シャットダウン

MAX1697は、ロジック制御のシャットダウン入力を持っています。 $\overline{SHDN}$ をローに駆動すると、低電力シャットダウンモードになります。チャージポンプのスイッチングは止まり、消費電流は2nAに低減し、OUTは3  $\Omega$ の抵抗を通じて能動的にグランドに引きつけられます。

$\overline{SHDN}$ をハイにするとチャージポンプは再び始動します。デバイスが入力電圧の90%に達するまでの時間は、スイッチング周波数及びコンデンサ値によって決まります。

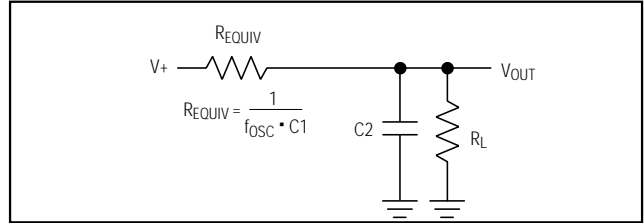


図3b. 等価回路

## サーマルシャットダウン

MAX1697は、障害条件に対する保護を強化するためにサーマルシャットダウンモードを備えています。チップの温度が+150  $^{\circ}C$ を超えると、内部クロックが停止し、デバイスの動作が中断されます。チップ温度が15  $^{\circ}C$ 低下するとMAX1697の動作が再開されます。これにより、デバイスが温度トリップポイント付近で急に発振するのを防いでいます。

## アプリケーション情報

### コンデンサの選択

チャージポンプの出力抵抗は、C1とC2のESRの関数です。出力抵抗を最小限に抑えるため、低ESRコンデンサを使用して下さい(表1に推奨メーカが記載されています)。表2及び表3に、出力抵抗を最小限に抑えるため、あるいはコンデンササイズを最小限に抑えるための推奨コンデンサ値を示します。

### フライングコンデンサ(C1)

フライングコンデンサの値を増やすと、出力抵抗が減少します。ある程度以上にC1の容量を増やしてもほとんど効果はなくなります。これは、出力抵抗が内部スイッチ抵抗及びコンデンサESRに支配されるようになるためです。

### 出力コンデンサ(C2)

出力コンデンサの値を増やすと、出力リップル電圧が減少します。出力コンデンサのESRを低減すると、出力抵抗及びリップルの両方が減少します。負荷が軽く、また出力リップルが大きくてもかまわない場合は、容量の値を小さくすることができます。ピーク間リップルの計算には次式を使用して下さい。

$$V_{RIPPLE} = \frac{I_{OUT}}{2(f_{OSC})C2} + 2 \cdot I_{OUT} \cdot ESR_{C2}$$

### 入力バイパスコンデンサ(C3)

必要に応じて、入力電源のACインピーダンス及びMAX1697のスイッチングノイズの影響を低減するためにバイパスして下さい。C1と同じ値のバイパスコンデンサを推奨します。



# 60mA、SOT23反転チャージポンプ シャットダウン付

MAX1697

## 電圧インバータ

これらのデバイスの最も一般的なアプリケーションは、チャージポンプ電圧インバータです(図1)。このアプリケーションにおいては、外付部品は2つのコンデンサC1及びC2(必要な場合はバイパスコンデンサを追加)だけです。推奨されるコンデンサタイプについては、「コンデンサの選択」の項を参照して下さい。

## デバイスのカスケード接続

2つのデバイスをカスケード接続して、大きな負電圧を生成することもできます(図4)。無負荷状態の出力電圧は通常 $-2 \times V_{IN}$ ですが、この値は第1のデバイスの出力抵抗と第2のデバイスの自己消費電流の積だけ減少します。2つより多くのデバイスをカスケード接続すると、出力抵抗が著しく増加します。より大きな負電圧を必要とするアプリケーションの場合は、MAX865及びMAX868のデータシートを参照して下さい。

## デバイスの並列接続

複数のMAX1697を並列に接続すると、出力抵抗が低減します。各デバイスに専用のポンプコンデンサ(C1)が必要ですが、タンクコンデンサ(C2)は全てのデバイスで共用できます(図5)。nを並列接続するデバイスの数とした場合、C2の値をn倍して下さい。図5に出力抵抗を計算するための式を示します。

## 複合ダブルインバータ

図6の回路において、コンデンサC1とC2はインバータを形成し、C3とC4はダブルを形成します。C1及びC3はポンプコンデンサです。C2とC4はタンクコンデンサです。インバータとダブルの両方がチャージポンプ回路の一部を使用するため、いずれかの出力に負荷がかかると、両方の出力がGNDの方に落ち込みます。2つの出力から流れる電流の合計が60mAを超えないように注意して下さい。

## 正電源に重負荷を接続する場合

重負荷時に、高圧電源がOUTに対する電流ソースとなっている場合、OUTがグランドより高く引き上げられることは許されません。大電流をOUTにシンクするアプリケーションにおいては、ショットキダイオード(N5817)をGNDとOUTの間に接続する必要があります。この時、ダイオードのアノードをOUTに接続して下さい(図7)。

## レイアウト及びグランド

良質のレイアウトは、主にノイズ性能にとって重要です。良質のレイアウトを行うために、全ての部品をできるだけ近くにまとめて取り付け、寄生インダクタンス及び容量を最小限に抑えるためにトレースを短くし、グランドプレーンを使用して下さい。

表1. 低ESRコンデンサのメーカー

PRODUCTION METHOD	MANUFACTURER	SERIES	PHONE	FAX
Surface-Mount Tantalum	AVX	TPS series	803-946-0690	803-626-3123
	Matsuo	267 series	714-969-2491	714-960-6492
	Sprague	593D, 595D series	603-224-1961	603-224-1430
Surface-Mount Ceramic	AVX	X7R	803-946-0690	803-626-3123
	Matsuo	X7R	714-969-2491	714-960-6492

表2. 出力抵抗を最小限に抑えるためのコンデンサの選択

PART	FREQUENCY (kHz)	CAPACITOR (µF)	TYPICAL R <sub>OUT</sub> (Ω)
MAX1697R	12	22	12
MAX1697S	35	6.8	12
MAX1697T	125	2.2	12
MAX1697U	250	1	12

表3. コンデンササイズを最小限に抑えるためのコンデンサの選択

PART	FREQUENCY (kHz)	CAPACITOR (µF)	TYPICAL R <sub>OUT</sub> (Ω)
MAX1697R	12	10	17
MAX1697S	35	3.3	17
MAX1697T	125	1	17
MAX1697U	250	0.47	17

# 60mA、SOT23反転チャージポンプ シャットダウン付

MAX1697

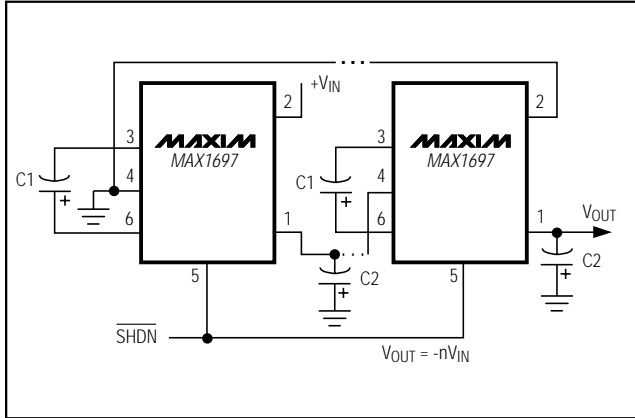


図4. MAX1697をカスケード接続して出力電圧を増加

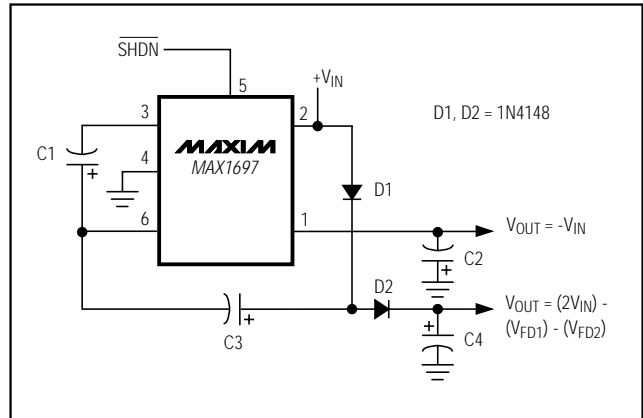


図6. 複合ダブルインバータ

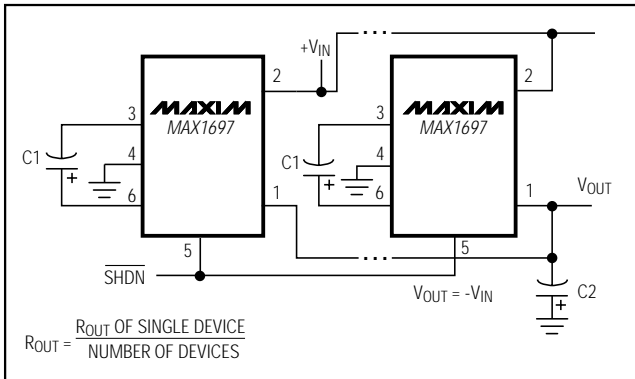


図5. MAX1697を並列接続して出力抵抗を低減

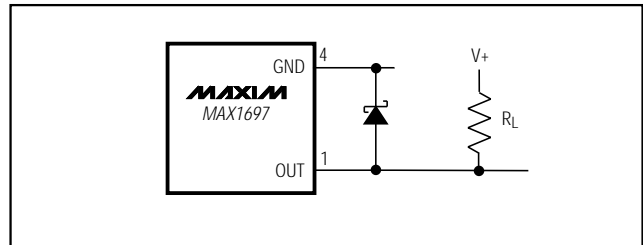


図7. 正電源に重負荷を接続する場合

チップ情報

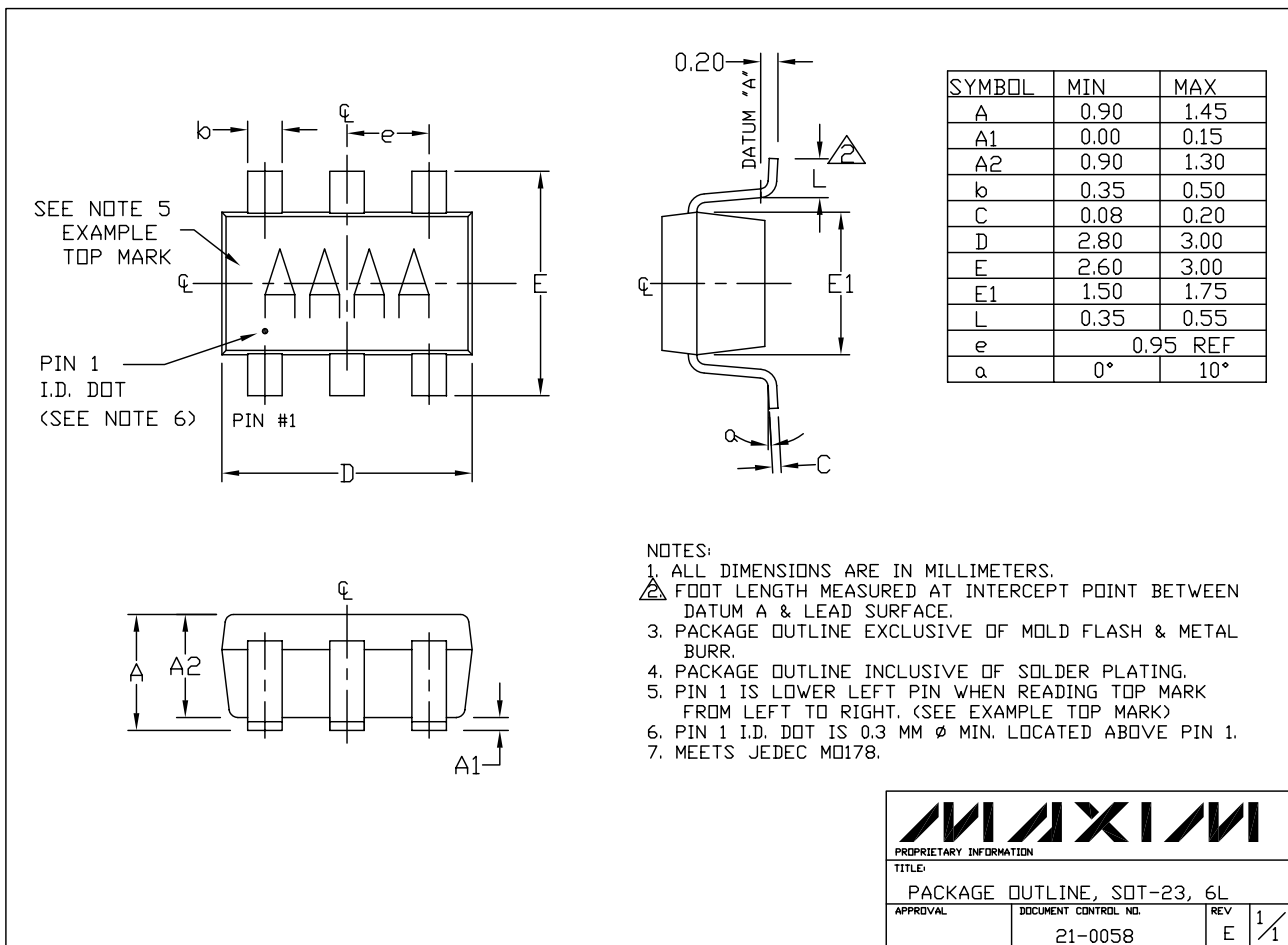
TRANSISTOR COUNT: 275

# 60mA、SOT23反転チャージポンプ シャットダウン付

パッケージ

MAX1697

6LSOT23



販売代理店

## 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。

11 \_\_\_\_\_ Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600