

+5Vから±10Vを生成する電圧コンバータ

MAX680/MAX681

概要

MAX680/MAX681は、+5Vの入力電圧から±10Vの出力を供給するモノリシックCMOSデュアルチャージポンプ電圧コンバータです。MAX680/MAX681は、+5V入力から+10Vを生成する正のステップアップチャージポンプ及び-10Vの出力を生成する反転チャージポンプの両方を備えています。いずれも8kHz発振器を内蔵しています。MAX681は、パッケージ内部にコンデンサを備えていますが、MAX680は単一電源から正負の電圧を生成するために4つの外付コンデンサが必要とします。

出力ソースインピーダンスは 150Ω (typ)で、有効な出力電流は10mAです。本製品は自己消費電流が低くて効率が高いため、単一電源から正負両方の電圧を生成する必要のある様々なアプリケーションに最適です。

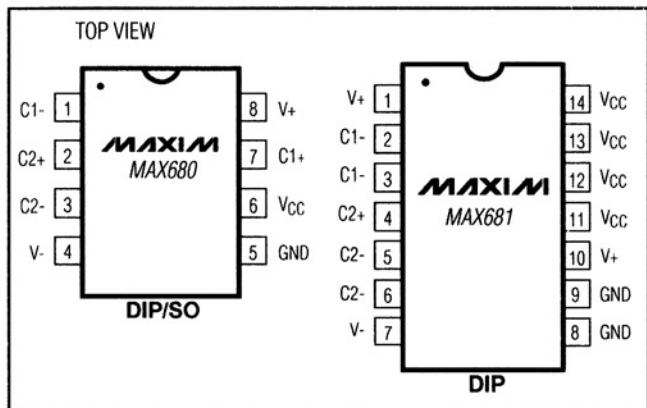
新規設計には、MAX864/MAX865も推奨します。MAX864は最大200kHzで動作し、より小さいコンデンサが使用できます。MAX865はさらに小さいμMAXパッケージで提供しています。

アプリケーション

MAX680/MAX681は、単一正電源を使用、及び正負両方の電圧が必要なところで使用できます。一般的なアプリケーションとしては、3Vバッテリから±6Vを生成する場合、標準+5Vロジック電源から±10Vを生成する場合(アナログ回路用として)等が挙げられます。

3Vリチウム電池から ±6Vを生成	+5Vロジック電源から ±10Vを生成
ハンドヘルド計器	バッテリ駆動機器
データ収集機器	オペアンプの電源
パネルメータ	

ピン配置



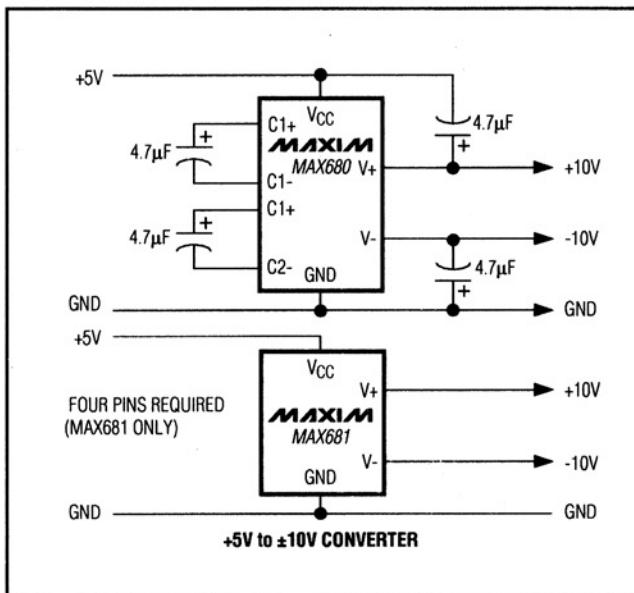
特長

- ◆ 電圧変換効率 : 95%
- ◆ 電力変換効率 : 85%
- ◆ 電圧範囲 : +2V~+6V
- ◆ 僅か4個のコンデンサで動作(MAX680)
- ◆ コンデンサなしで動作(MAX681)
- ◆ 消費電流 : 500µA
- ◆ モノリシックCMOS

型番

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX680CPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
MAX680CSA	0°C to +70°C	8 Narrow SO
MAX680C/D	0°C to +70°C	Dice
MAX680EPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
MAX680ESA	-40°C to +85°C	8 Narrow SO
MAX680MJA	-55°C to +125°C	8 CERDIP
MAX681CPD	0°C to +70°C	14 Plastic DIP
MAX681EPD	-40°C to +85°C	14 Plastic DIP

標準動作回路



+5Vから±10Vを生成する電圧コンバータ

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

VCC	+6.2V	Continuous Power Dissipation ($T_A = +70^\circ\text{C}$)
V+	+12V	8-Pin Plastic DIP (derate 9.09mW/ $^\circ\text{C}$ above $+70^\circ\text{C}$) 727mW
V-	-12V	8-Pin Narrow SO (derate 5.88mW/ $^\circ\text{C}$ above $+70^\circ\text{C}$) 471mW
V- Short-Circuit Duration	Continuous	8-Pin CERDIP (derate 8.00mW/ $^\circ\text{C}$ above $+70^\circ\text{C}$) 640mW
V+ Current	75mA	14-Pin Plastic DIP (derate 10.00mW/ $^\circ\text{C}$ above $+70^\circ\text{C}$) 800mW
VCC $\Delta V/\Delta T$	1V/ μs	Storage Temperature Range -65°C to +160°C Lead Temperature (soldering, 10sec) +300°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

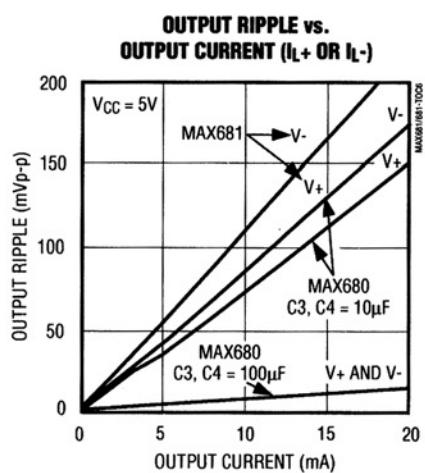
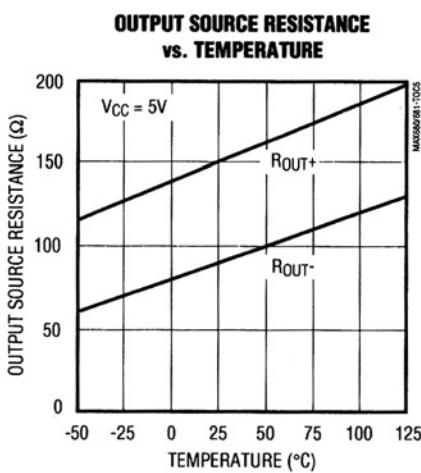
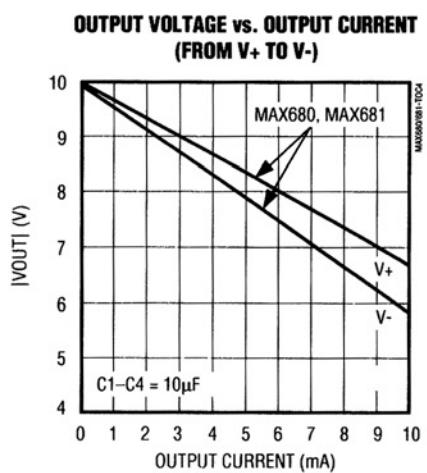
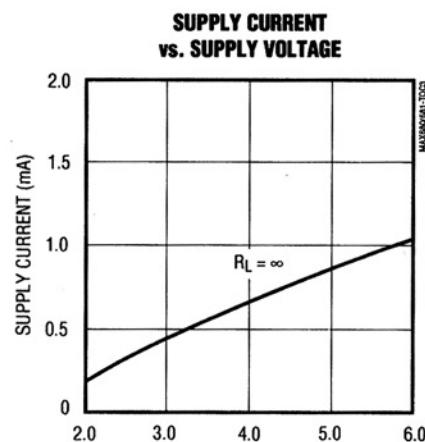
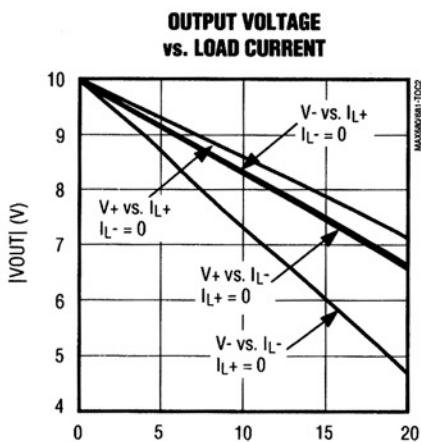
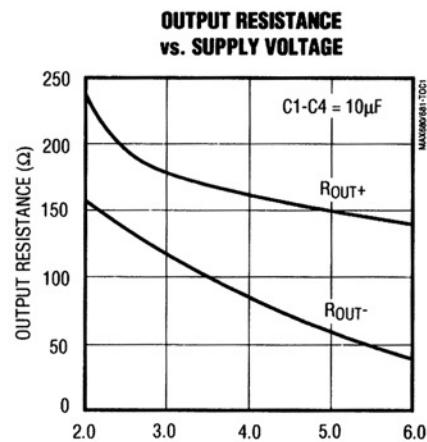
($V_{CC} = +5\text{V}$, test circuit Figure 1, $T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Current	$V_{CC} = 3\text{V}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$, $R_L = \infty$		0.5	1	mA
	$V_{CC} = 5\text{V}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$, $R_L = \infty$		1	2	
	$V_{CC} = 5\text{V}$, $0^\circ\text{C} \leq T_A \leq +70^\circ\text{C}$, $R_L = \infty$			2.5	
	$V_{CC} = 5\text{V}$, $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$, $R_L = \infty$			3	
	$V_{CC} = 5\text{V}$, $-55^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$, $R_L = \infty$			3	
Supply-Voltage Range	$\text{MIN} \leq T_A \leq \text{MAX}$, $R_L = 10\text{k}\Omega$	2.0	1.5 to 6.0	6.0	V
Positive Charge-Pump Output Source Resistance	$I_{L+} = 10\text{mA}$, $I_{L-} = 0\text{mA}$, $V_{CC} = 5\text{V}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$		150	250	Ω
	$I_{L+} = 5\text{mA}$, $I_{L-} = 0\text{mA}$, $V_{CC} = 2.8\text{V}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$		180	300	
	$I_{L+} = 10\text{mA}$, $I_{L-} = 0\text{mA}$, $V_{CC} = 5\text{V}$	$0^\circ\text{C} \leq T_A \leq +70^\circ\text{C}$	325		
		$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$	350		
		$-55^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	400		
Negative Charge-Pump Output Source Resistance	$I_{L-} = 10\text{mA}$, $I_{L+} = 0\text{mA}$, $V_+ = 10\text{V}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$		90	150	Ω
	$I_{L-} = 5\text{mA}$, $I_{L+} = 0\text{mA}$, $V_+ = 5.6\text{V}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$		110	175	
	$I_{L-} = 10\text{mA}$, $I_{L+} = 0\text{mA}$, $V_+ = 10\text{V}$	$0^\circ\text{C} \leq T_A \leq +70^\circ\text{C}$	200		
		$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$	200		
		$-55^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	250		
Oscillator Frequency		4	8		kHz
Power Efficiency	$R_L = 10\text{k}\Omega$		85		%
Voltage-Conversion Efficiency	V_+ , $R_L = \infty$	95	99		%
	V_- , $R_L = \infty$	90	97		

+5Vから±10Vを生成する電圧コンバータ

標準動作特性

($T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)



+5Vから±10Vを生成する電圧コンバータ

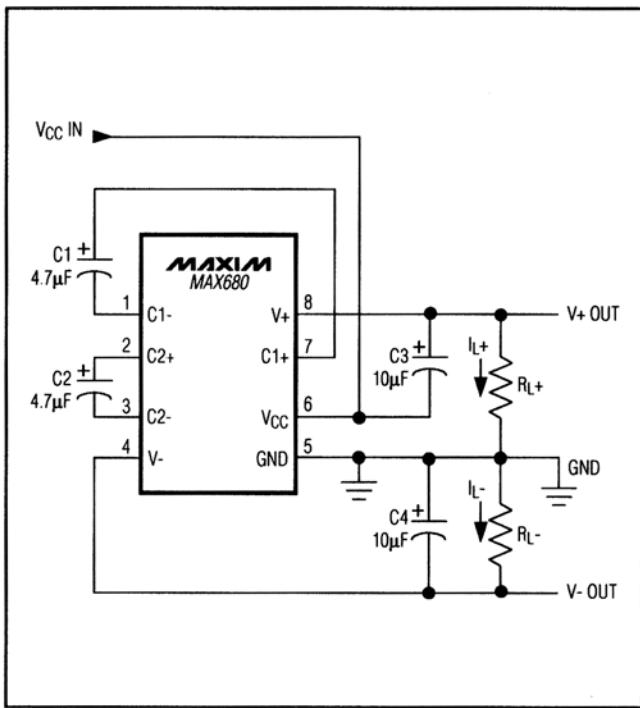


図1. テスト回路

詳細

MAX681は、デュアルチャージポンプに必要な回路を全て備えています。MAX680は、僅か4個の外付コンデンサのみを必要とします。これらのコンデンサは、容量が $1\mu\text{F} \sim 100\mu\text{F}$ の安価な電解コンデンサで十分です。MAX681は、2個の $1.5\mu\text{F}$ コンデンサ(C1、C2)及び2個の $2.2\mu\text{F}$ コンデンサ(C3、C4)を内蔵しています。「標準動作回路」を参照してください。

図2aに、正電圧コンバータの理想的な動作を示します。内蔵された発振器により、デューティサイクル50%のクロック信号が生成されます。サイクルの前半でスイッチS2とS4が開き、スイッチS1とS3が閉じ、コンデンサC1が入力電圧(V_{CC})まで充電されます。サイクルの後半ではスイッチS1とS3が開き、スイッチS2とS4が閉じ、コンデンサC1は V_{CC} 電圧だけ上にレベルシフトされます。理想的なスイッチでC3が無負荷と仮定すると、電荷はC1からC3に移動し、C3の電圧が $2V_{CC}$ になります。これにより、正の電源出力が発生します。

図2bに、負コンバータを示します。負コンバータのスイッチは、正コンバータに対して位相が反転しています。サイクルの後半でスイッチS6とS8が開き、スイッチS5とS7が閉じ、C2を V_+ (正チャージポンプによって $2V_{CC}$ に昇圧)からGNDまで充電します。クロックサイクルの前半では、スイッチS5とS7が開き、スイッチS6とS8が閉じ、コンデンサC2の電荷がC4に移動して負電源を生成します。これら8個のスイッチは、CMOS

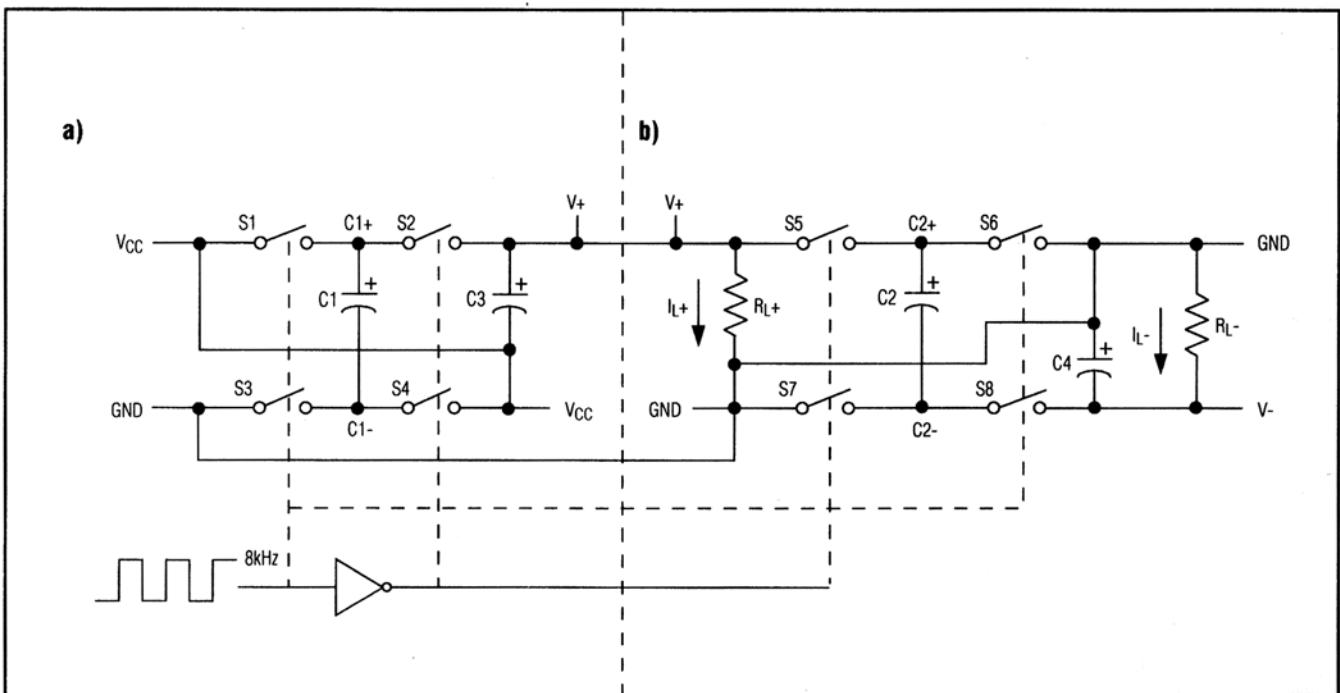


図2. 理想的な電圧クアドラプラー(4倍化回路) a) 正のチャージポンプ b) 負のチャージポンプ

+5Vから±10Vを生成する電圧コンバータ

パワーMOSFETです。スイッチS1、S2、S4及びS5はPチャネル素子、スイッチS3、S6、S7及びS8はNチャネル素子です。

効率について

理論的にチャージポンプ電圧マルチプライヤの効率は、以下の条件下で100%近くになります。

- ・チャージポンプスイッチに事実上オフセットがなく、オン抵抗が非常に低い。
- ・駆動回路が最小限の電力しか消費しない。
- ・蓄積コンデンサ及びポンプコンデンサのインピーダンスが無視できるほど小さい。

MAX680/MAX681の場合、1クロックサイクル当たりのエネルギー損失は、次式に示すように、正及び負のコンバータのエネルギー損失の和です。

$$\begin{aligned} \text{LOSS}_{\text{TOT}} &= \text{LOSS}_{\text{POS}} + \text{LOSS}_{\text{NEG}} \\ &= \frac{1}{2} C_1 [(V_+)^2 - (V_+)(V_{CC})] + \\ &\quad \frac{1}{2} C_2 [(V_+)^2 - (V_-)^2] \end{aligned}$$

ポンプコンデンサ(C1とC2)のインピーダンスがそれぞれの出力負荷に対して大きめである場合、正ポンプの($V_+ - V_{CC}$)と V_{CC} の間、及び V_+ と V_- の間には大きな電圧差が生じます。

蓄積コンデンサ(C3とC4)の値が大きければ大きいほど、出力リップルが小さくなります。ポンプコンデンサ及び蓄積コンデンサの両方の値が大きくなると効率が改善されます。

最大動作リミット

MAX680/MAX681の内蔵ツエナーダイオードは、 V_{CC} を約6.2V、 V_+ を12.4V、 V_- を-12.4Vにクランプします。最大電源電圧を決して超えることがないようにしてください。過剰な電流がこれらのダイオードによってシャントされ、チップを損傷することがあります。MAX680/MAX681は、全動作温度範囲において入力電圧+2V～+6Vで動作します。

アプリケーション

正及び負コンバータ

MAX680/MAX681の最も一般的なアプリケーションは、正入力の2倍の正及び負出力を供給するデュアルチャージポンプ電圧コンバータです。PCボードのスペースが限られているアプリケーションでは、コンデンサ内蔵型で面積が最小のMAX681が適しています。図3の簡単な回路に示すように、MAX680を正ポンプ用の外付コンデンサC1とC3、及び負ポンプ用のC2とC4で使用することにより、これと同様の機能を提供します。ほとんどのアプリケーションにおいて、4個のコンデンサはどれも安価な10μF又は22μFの有極性の電解コンデンサです。MAX680を低電流アプリケーションに使用する場合は、C1及びC2のチャージポンプコンデンサには1μF、C3及びC4、蓄積コンデンサには4.7μFを使用できます。C1及びC3の定格は6V以上、C2及びC4の定格は12V以上であることが必要です。

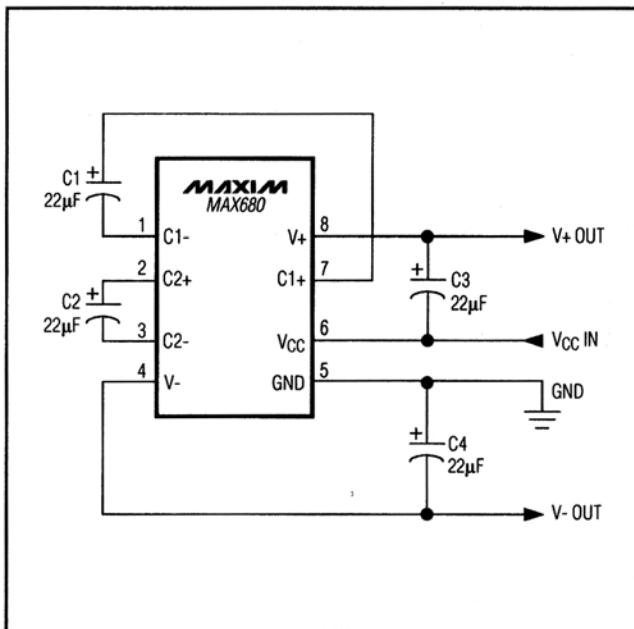


図3. 正及び負コンバータ

+5Vから±10Vを生成する電圧コンバータ

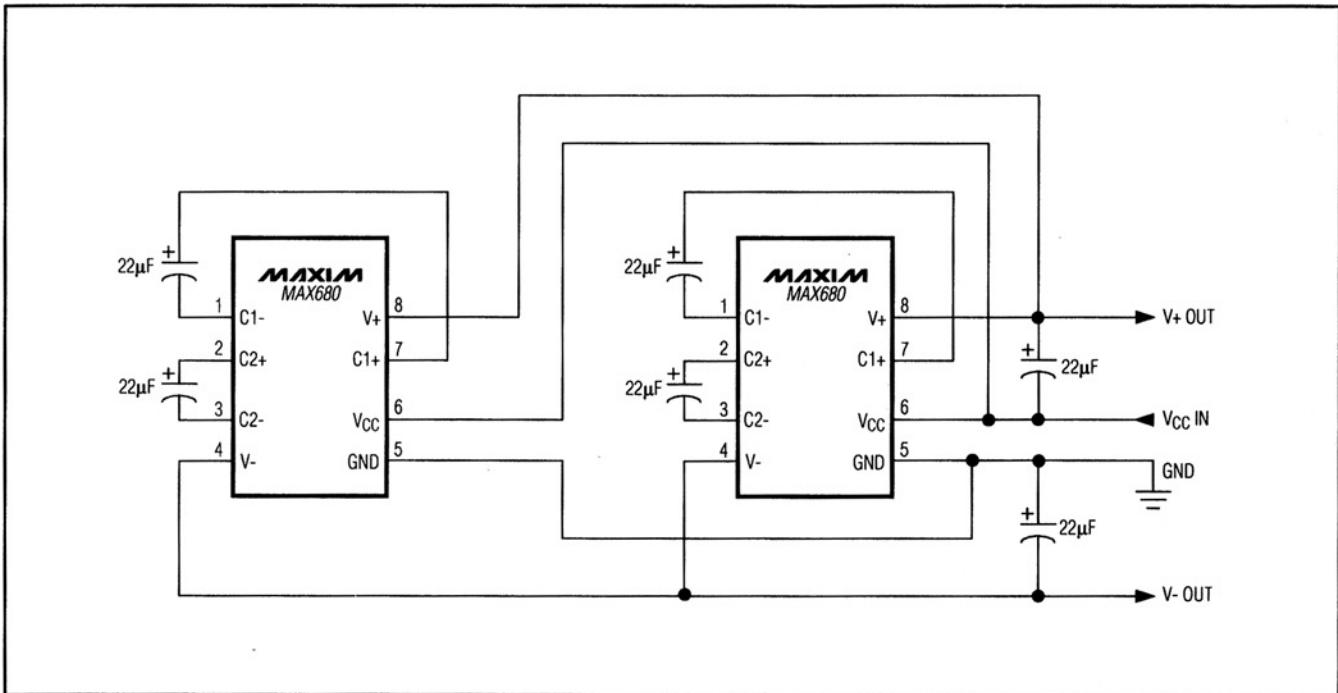


図4. ソース抵抗を低くするためにMAX680を並列に接続

MAX680/MAX681は、電圧レギュレータではありません。どちらのチャージポンプの出力ソース抵抗も室温で約 150Ω ($V_{CC} = 5V$)です。入力 V_{CC} が $5V$ で負荷が軽い場合には、 V_+ 及び V_- がそれぞれ $+10V$ 及び $-10V$ に近付きます。但し、 V_+ 又は V_- から引き出される電流が増加すると、 V_+ 及び V_- の両方がGNDの方向に落ち込みます。これは V_- が V_+ から電力を得ているためです。出力電圧を予想するには、本製品を2つの独立したコンバータとみなして個別に解析します。負電源の落ち込み(V_{DROP-})は、 V_- から引き出される電流(I_{L-})と負コンバータのソース抵抗($RS-$)の積になります。

$$V_{DROP-} = I_{L-} \times RS-$$

同様に、正電源の落ち込み(V_{DROP+})は、正電源から引き出される電流(I_{L+})と正コンバータのソース抵抗($RS+$)の積です。ここで、正電源から引き出される電流は、正電源の負荷による電流(I_{L+})と負コンバータによる電流(I_{L-})の合計です。

$$(V_{DROP+}) = I_{L+} \times RS+ = (I_{L+} + I_{L-}) \times RS+$$

正出力電圧は次式で与えられます。

$$V_+ = 2V_{CC} - V_{DROP+}$$

負出力電圧は次式で与えられます。

$$V_- = (V_+ - V_{DROP}) = -(2V_{CC} - V_{DROP+} - V_{DROP-})$$

正及び負のチャージポンプの出力抵抗は、上式で使用する出力ソース抵抗をそれぞれ個別に求めるために別々に試験され、仕様値が定められています。正のチャージポンプは、 V_- に負荷がない状態で試験されています。負のチャージポンプは V_+ を外部ソースから供給し、負のチャージポンプを分離した状態で試験されています。

出力から引き出される電流は、半クロックサイクルの間は蓄積コンデンサのみから供給されます。その結果各々の出力で生じるリップル電圧は次式で計算できます。

$$V_{RIPPLE} = \frac{1}{2} I_{OUT} (\frac{1}{f_{PUMP}}) (\frac{1}{CR})$$

f_{PUMP} が公称 $8kHz$ で蓄積コンデンサが $10\mu F$ である場合、 I_{OUT} が $5mA$ であれば、リップルは $30mV$ になります。殆どのアプリケーションでは、正チャージポンプの I_{OUT} が負荷電流と負のチャージポンプに取られる電流の和であることに注意してください。

+5Vから±10Vを生成する電圧コンバータ

MAX680/MAX681

素子の並列化

複数のMAX680/MAX681を並列に接続すると、正及び負コンバータの出力抵抗を低減できます。実効出力抵抗は1個の素子の出力抵抗を素子の数で割ったものになります。図4に示すように、各MAX680にはチャージポンプコンデンサC1及びC2を個別に備える必要がありますが、蓄積コンデンサは共用できます。

3Vバッテリ1個による±5V安定化電源

図5に、単一の3Vバッテリを使用した完全±5V電源を示します。MAX680/MAX681は、V₊で+6Vを供給し、それがMAX666によって+5Vに安定化されます。また、-6VはMAX664によって-5Vに安定化されます。MAX666及びMAX664は、ウェハソートの段階で予めトリミングされているため、外付設定抵抗の必要がな

く、部品点数を削減できます。MAX680/MAX681、MAX663及びMAX666の自己消費電流の合計は500μA以下で、出力電流能力は5mAです。MAX680/MAX681は、入力が3V～6Vの範囲で変化してもほとんどレギュレーションには影響ありません。入力電圧が高い場合は、MAX680/MAX681からより多くの出力電流が得られます。V_{CC}が5Vの時に、両方の安定化出力から同時に10mAの電流を引き出すことができます。両方のコンバータのソース抵抗として150Ωを仮定し、(I_{L+} + I_{L-}) = 20mAとすると、正のチャージポンプは3V落ち込み、負のチャージポンプには+7Vが供給されます。負のチャージポンプはそれ自身の10mAの負荷のためにさらに1.5V落ち込み、V-の電圧は-5.5Vとなります。この電流レベルでMAX664のレギュレーションを維持するために十分な電圧です。

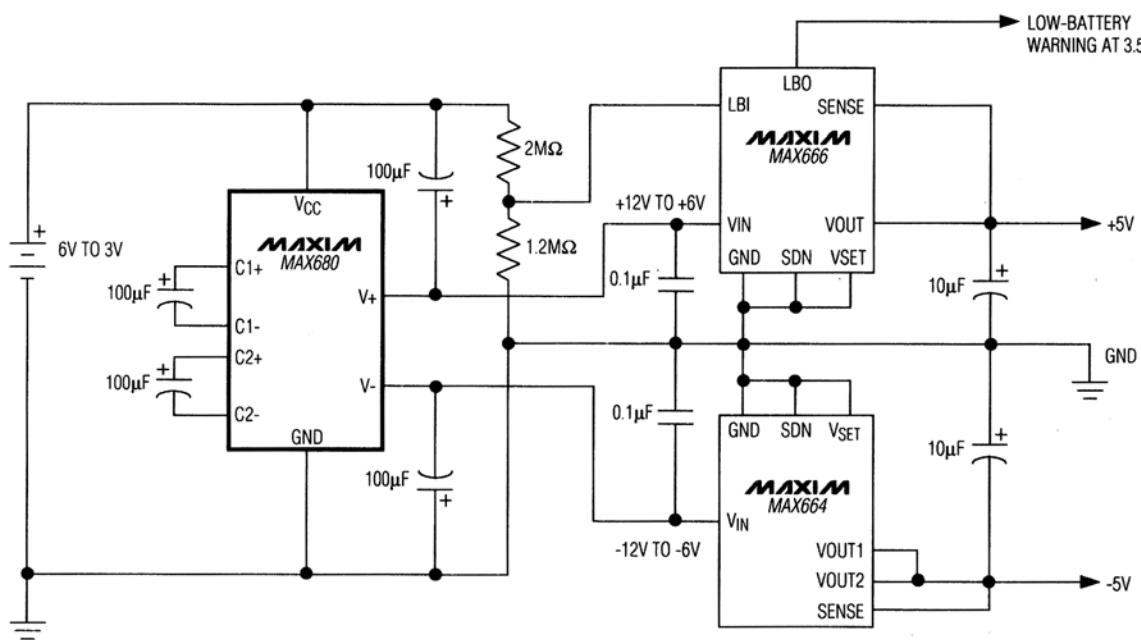
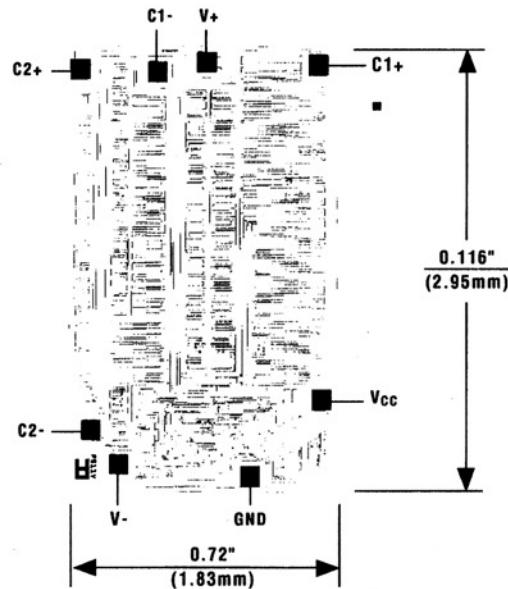


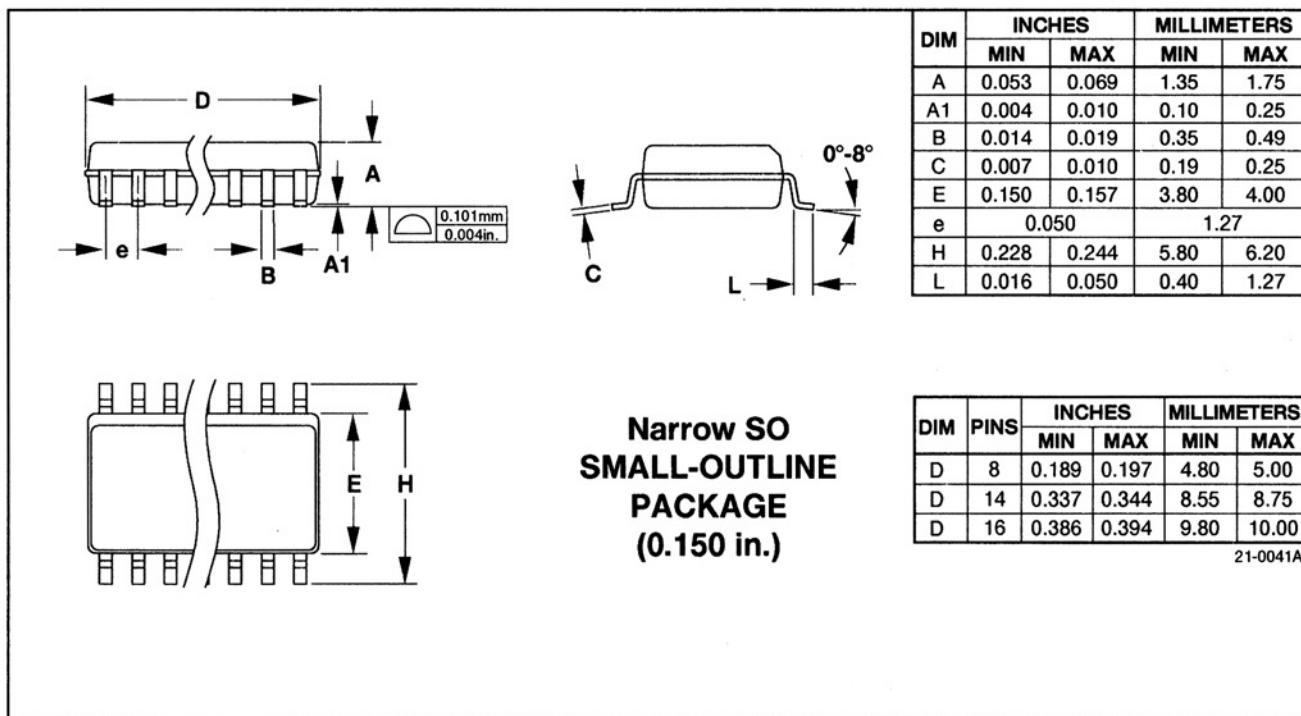
図5. 単一のバッテリを使用した+5V及び-5V安定化電源

+5Vから±10Vを生成する電圧コンバータ

チップ構成図



パッケージ



マキシム・ジャパン株式会社

〒169 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。マキシム社は随时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**

© 1996 Maxim Integrated Products

MAXIM is a registered trademark of Maxim Integrated Products.