

小型、デュアル出力チャージポンプ

概要

MAX865は、超小型の μ MAXパッケージに内蔵された、CMOSチャージポンプDC-DCコンバータです。単一の正入力から正と負の出力を生成し、僅か4個のコンデンサしか必要としません。このチャージポンプはまず入力電圧を2倍にし、そして2倍になった電圧を反転します。入力電圧範囲は+1.5V ~ +6.0Vです。

内部発振器は20kHz ~ 38kHzの範囲内にあることが保証されているため、ノイズをオーディオ範囲より上に維持するとともに消費電流を最低限に抑えています。出力インピーダンスは75 Ω で、有効な出力電流は20mAです。

MAX865はボード面積が標準SOPパッケージの半分で、高さ1.11mmの8ピン μ MAXパッケージで供給されています。周波数が選択可能で、ロジック制御のシャットダウン機能を備えた素子を希望する場合は、MAX864のデータシートを参照してください。

アプリケーション

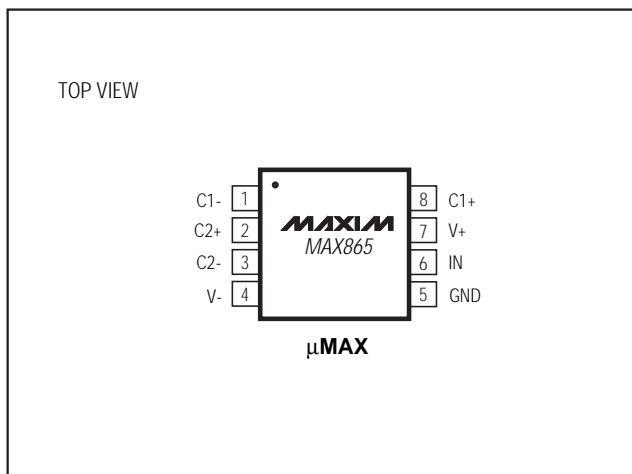
ワイヤレスハンドセットの低電圧GaAsFETバイアス
VCO及びGaAsFET電源

ニカド電池3個又はリチウムイオン電池1個からなる
正負デュアル電源

低電圧データ収集機器用で低コストの正負デュアル電源
アナログ回路用の正負デュアル電源

LCDパネル

ピン配置



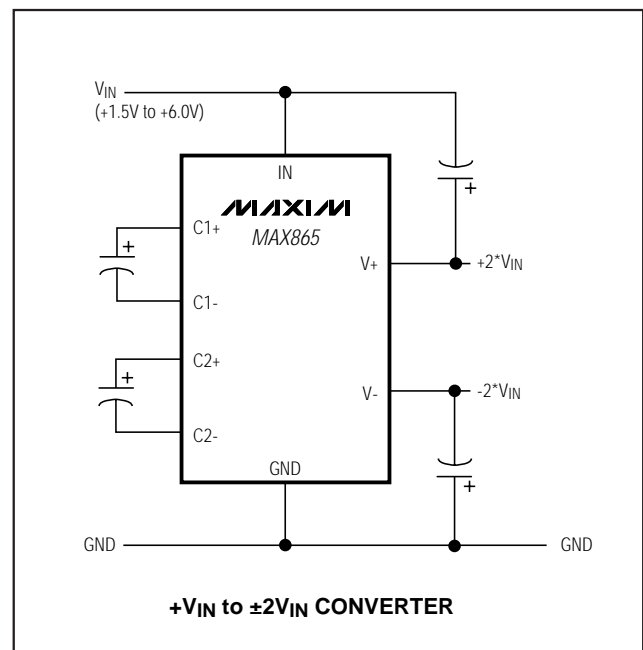
特長

- ◆ パッケージ：高さ1.11mmの μ MAX
- ◆ 小型：回路面積0.5cm²
- ◆ 僅か4個のコンデンサで動作
- ◆ デュアル出力(正と負)
- ◆ 低入力電圧：+1.5V ~ +6.0V
- ◆ 周波数(min)：20kHz(オーディオ範囲より上)

型番

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX865C/D	0°C to +70°C	Dice
MAX865EUA	-40°C to +85°C	8 μ MAX

標準動作回路



小型、デュアル出力チャージポンプ

MAX865

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V+ to GND	+12V, -0.3V
IN to GND	+6.2V, -0.3V
V- to GND	-12V, +0.3V
V- Output Current	100mA
V- Short-Circuit to GND	Indefinite
Continuous Power Dissipation (T _A = +70°C)	
μMAX (derate 4.1mW/°C above +70°C)	330mW

Operating Temperature Range	
MAX865EUA	-40°C to +85°C
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

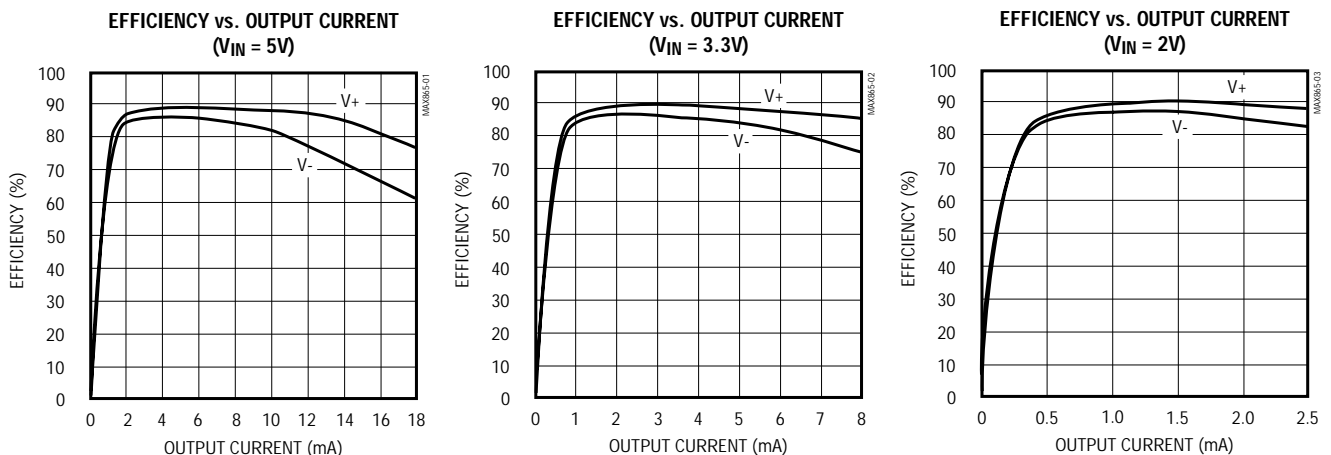
(V_{IN} = 5V, C1 = C2 = C3 = C4 = 3.3μF, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Minimum Supply Voltage	R _{LOAD} = 10kΩ	2.0	1.5		V
Maximum Supply Voltage	R _{LOAD} = 10kΩ			6.0	V
Supply Current	T _A = +25°C		0.6	1.05	mA
	T _A = -40°C to +85°C (Note 1)			1.15	
Oscillator Frequency	T _A = +25°C	19.5	24	32.5	kHz
	T _A = -40°C to +85°C (Note 1)	18		34	
Output Resistance	I _{V+} = 1mA, I _{V-} = 0mA	T _A = +25°C	150	200	Ω
		T _A = T _{MIN} to T _{MAX}		280	
	V ₊ = 10V (forced), I _{V-} = 1mA	T _A = +25°C	75	100	
		T _A = T _{MIN} to T _{MAX}		140	
Power Efficiency	I _L = 5mA		85		%
Voltage Conversion Efficiency	V ₊ , R _L = ∞	95	99		%
	V ₋ , R _L = ∞	90	98		

Note 1: These specifications are guaranteed by design and are not production tested.

標準動作特性

(Circuit of Figure 1, V_{IN} = 5V, T_A = +25°C, unless otherwise noted.)

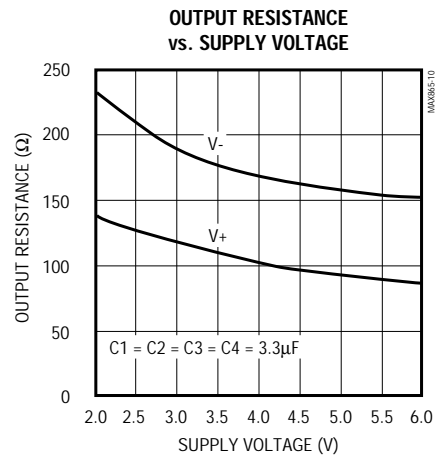
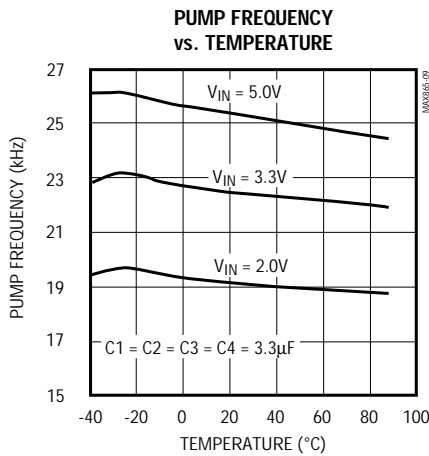
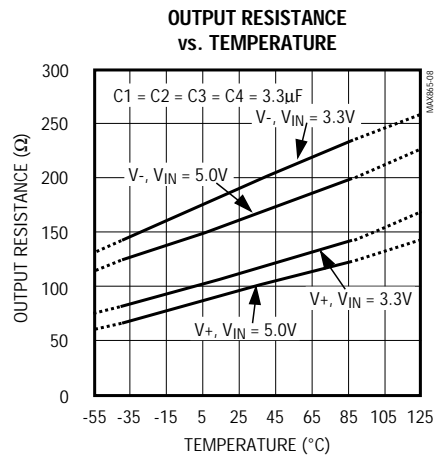
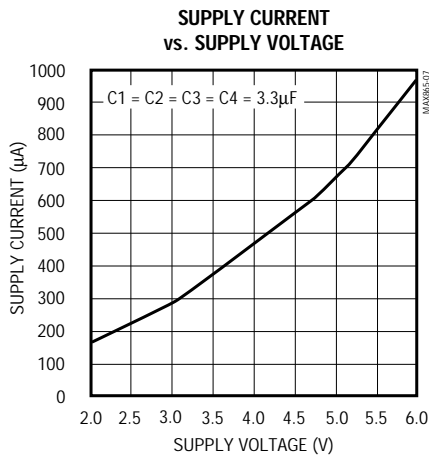
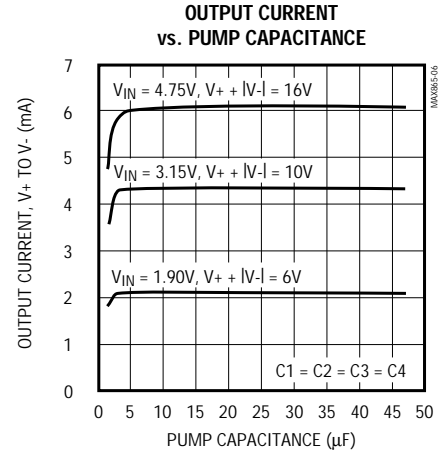
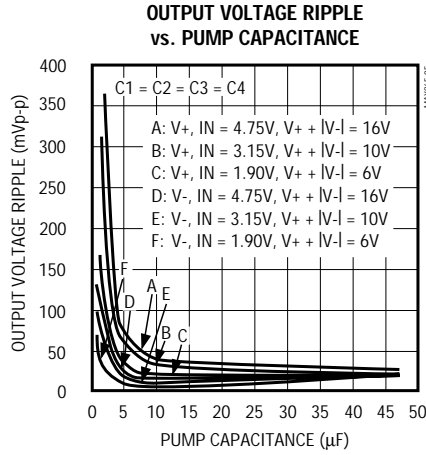
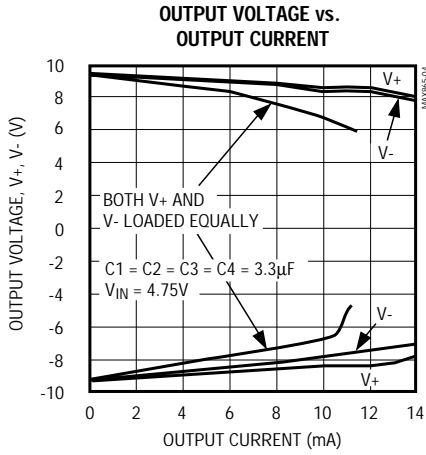


小型、デュアル出力チャージポンプ

MAX865

標準動作特性(続き)

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

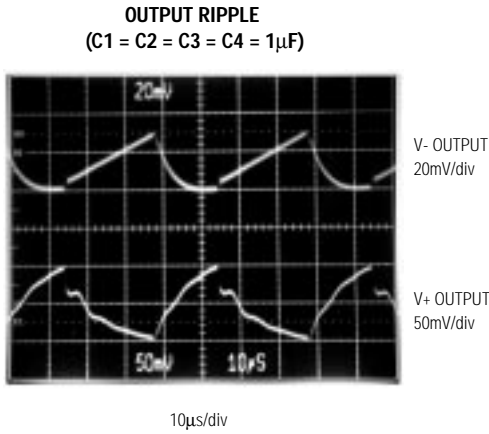


小型、デュアル出力チャージポンプ

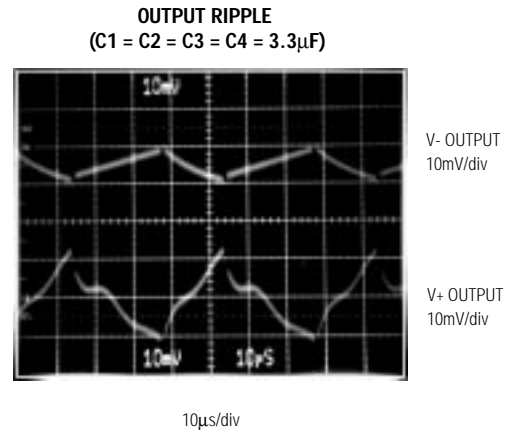
MAX865

標準動作特性(続き)

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



$V_{IN} = 4.75V$, 1mA LOAD



$V_{IN} = 4.75V$, 1mA LOAD

端子説明

端子	名称	機能
1	C1-	フライングブーストコンデンサの負端子
2	C2+	フライング反転コンデンサの正端子
3	C2-	フライング反転コンデンサの負端子
4	V-	反転チャージポンプの出力
5	GND	グラウンド
6	IN	正電源入力
7	V+	ブーストチャージポンプ出力
8	C1+	フライングブーストコンデンサの正端子

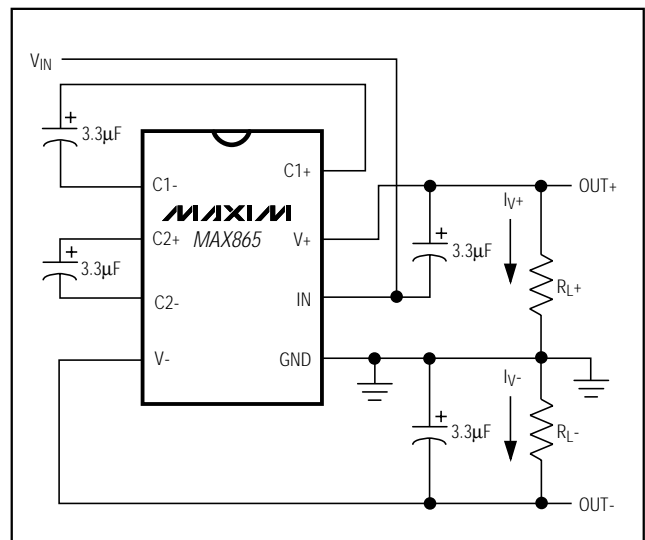


図1. テスト回路

詳細

MAX865は電圧ダブラ/インバータを構成するための回路を全て備えています。僅か4個の外付コンデンサしか必要としません。これらのコンデンサは、容量が1 μ F ~ 100 μ Fの有極性電解又はセラミックコンデンサであれば使用できます。

図2aに示すのは正電圧ダブラの理想的な動作です。内蔵された発振器がデューティサイクル50%のクロック信号を生成します。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_{IN})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_{IN} ボルトだけ上にレベルシフトされます。スイッチが理想的に動作し、C3に負荷がかからないと仮定すると、C1からC3に電荷が移動し、C3の電圧が $2V_{IN}$ になります。これにより正の電源出力(V_+)が発生します。

図2bに示すのは負コンバータの理想的な動作です。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外れています。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GNDに対して V_+ (正チャージポンプによって $2V_{IN}$ に昇圧)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パワー-MOSFETです。スイッチS1、S2、S4及びS5はPチャンネル素子、そしてスイッチS3、S6、S7及びS8はNチャンネル素子です。

チャージポンプ出力

MAX865は電圧レギュレータではありません。従って、いずれのチャージポンプの出力ソース抵抗も室温で約150 ($V_{IN}=+5V$)で、 V_+ 及び V_- は負荷が軽い場合にはそれぞれ+10V及び-10Vに近付きます。 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_+ から派生しているからです。各コンバータを別々に取り扱おうと、負電源の落ち込み(V_{DROOP-})は V_- から引き出される電流(I_{V-})と負コンバータのソース抵抗(RS_-)の積になります。

$$V_{DROOP-} = I_{V-} \times RS_-$$

正電源の落ち込み(V_{DROOP+})は正電源から引き出される電流(I_{LOAD+})と正コンバータのソース抵抗(RS_+)の積です。ここで、 I_{LOAD+} は I_{V-} と V_+ での外部負荷電流(I_{V+})の和です。

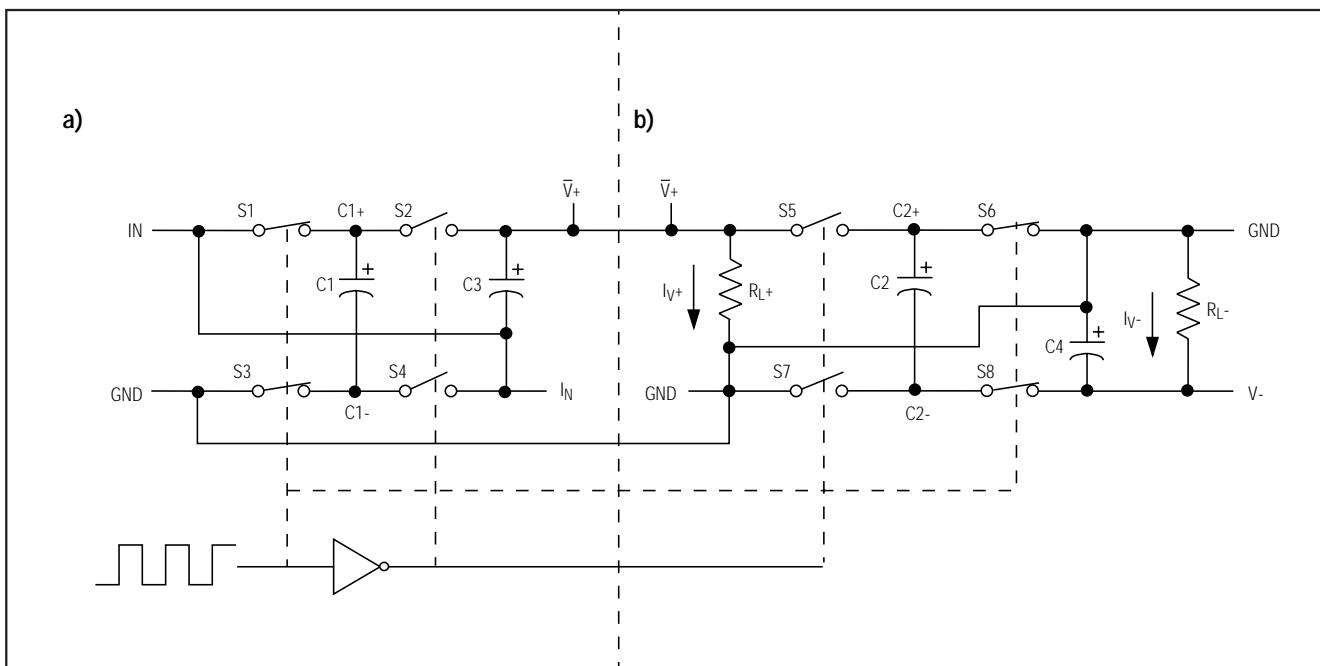


図2. 理想的な電圧クアドラブラ(4倍化回路): a) 正のチャージポンプ、b) 負のチャージポンプ。

小型、デュアル出力チャージポンプ

$$V_{DROOP+} = I_{LOAD+} \times R_{S+} = (I_{V+} + I_{V-}) \times R_{S+}$$

V_+ と V_- は以下の式から求められます。

$$V_+ = 2V_{IN} - V_{DROOP+}$$

$$V_- = (V_+ - V_{DROOP+}) = -(2V_{IN} - V_{DROOP+} - V_{DROOP-})$$

正及び負のチャージポンプの出力抵抗は別々に試験され、仕様値が決められています。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。

V_+ 又は V_- 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。

$$V_{RIPPLE} = \frac{1}{2} I_{LOAD} (1 / f_{PUMP}) (1 / C_{RESERVOIR})$$

ここで I_{LOAD} は V_+ 又は V_- の負荷電流です。 f_{PUMP} が標準の30kHzで蓄積コンデンサが3.3μFである場合、 I_{LOAD} が5mAであればリップルは25mVになります。殆どのアプリケーションでは、 V_+ での全負荷電流は、 V_+ の負荷電流(I_{V+})と負のチャージポンプに取られる電流(I_{V-})の和であることに注意してください。

効率について

理論的には、チャージポンプ電圧マルチプライヤの電力効率は以下の条件で100%に近付くことができます。

- 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。

MAX865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。

$$\begin{aligned} LOSS_{CYCLE} &= LOSS_{POS} + LOSS_{NEG} \\ &= \frac{1}{2} C_1 \left[(V_+)^2 - 2(V_+) (V_{IN}) \right] \\ &\quad + \frac{1}{2} C_2 \left[(V_+)^2 - (V_-)^2 \right] \end{aligned}$$

平均電力損失は次式から得られます。

$$P_{LOSS} = LOSS_{CYCLE} \times f_{PUMP}$$

その結果、効率は次式の通りとなります。

$$\eta = \text{全出力電力} / (\text{全出力電力} - P_{LOSS})$$

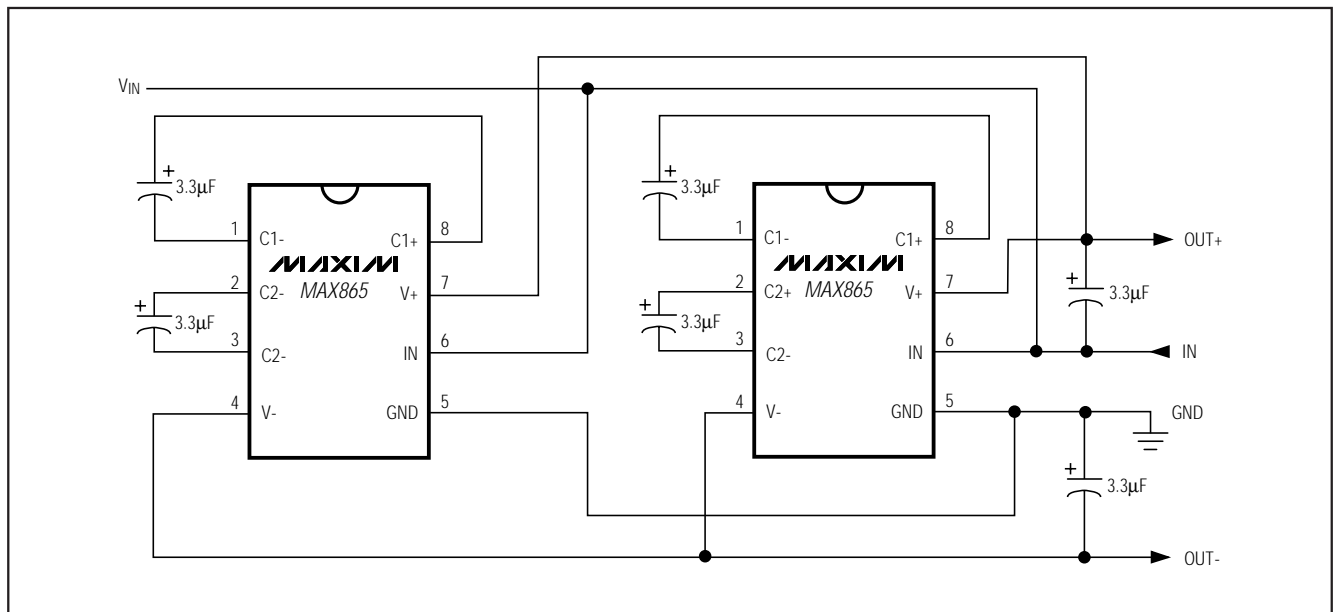


図3. MAX865の並列接続

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目である場合、正ポンプ(V_+ - V_{IN})と V_{IN} 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いと効率が改善されます。

チャージポンプコンデンサの選択

出力抵抗を最小に維持するには、等価直列抵抗(ESR)の低いコンデンサを用いてください。チャージポンプの出力抵抗はC1、C2、C3及びC4のESRの関数になっています。チャージポンプコンデンサのESRを小さくすれば総出力抵抗も小さくなります。

アプリケーション情報

正及び負コンバータ

MAX865は、最も一般的には、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として使用されます。標準動作回路に示すように、4つの外付部品を必要とします(正ポンプ用のコンデンサC1とC3、負ポンプ用のコンデンサC2とC4)。殆どのアプリケーションでは、4個のコンデンサ全てが低コストの33 μ F有極性電解コンデンサです。PCボードのスペースが厳しく、かつMAX865から取り出される電流が極めて小さい場合には、C1及びC2には1 μ Fのポンプコンデンサを、そしてC3及びC4には1 μ Fの蓄積コンデンサを用いることができます。コンデンサC2及びC4は定格12V以上のものでなければなりません。

素子の並列化

複数のMAX865を並列に接続すると(図3)、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。チャージポンプコンデンサC1及びC2は各MAX865がそれぞれ別々に持つ必要がありますが、蓄積コンデンサC3及びC4は共有できます。

出力負荷電流が大きい場合

負荷電流が大きく、 V_+ が V_- への電流のソースになっている場合(すなわち、負荷電流が電源からグランドへではなく、 V_+ から V_- へ流れる場合)、 V_- 電源がグランドより上に引上げられることがないようにしてください。 V_+ から V_- に大きな電流が流れるアプリケーションでは、GNDと V_- の間にアノードがGNDになるようにショットキダイオード(例えば1N5817)を接続してください(図4)。

レイアウトと接地

レイアウトを上手に行うことは重要であり、特にノイズ性能に大きく影響します。良いレイアウトを実現するためには、以下の手順を実施します。

- 全部品をできる限り密集させて実装します。
- 配線をなるべく短くすることで、寄生インダクタンスとキャパシタンスを最小限に抑えます。
- ベタグランドを使用します。

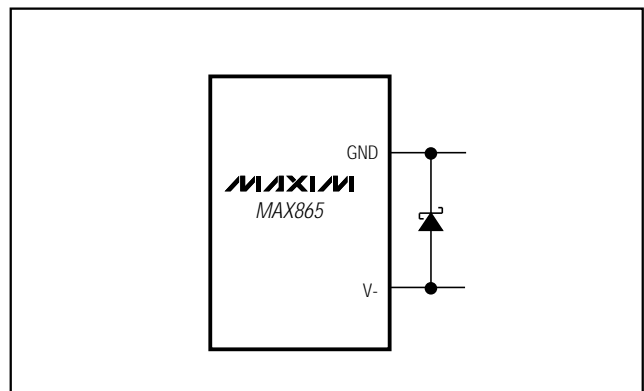
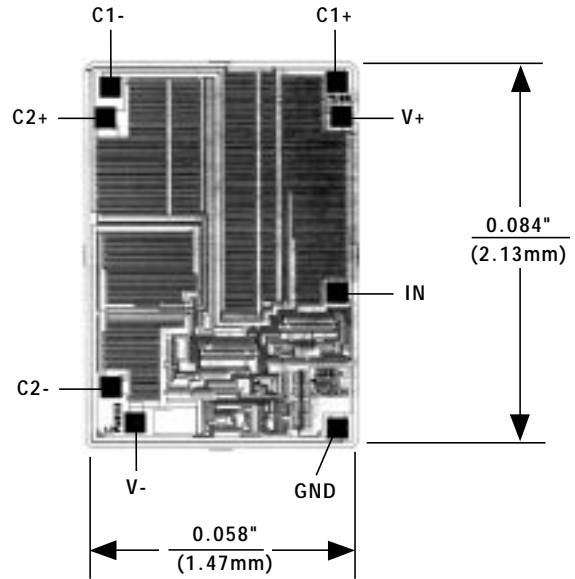


図4. V_+ から V_- へ大きな電流が流れる場合は、ショットキダイオードでMAX865を保護

小型、デュアル出力チャージポンプ

チップ構造図

TRANSISTOR COUNT: 80
SUBSTRATE CONNECTED TO V+



パッケージ

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.036	0.044	0.91	1.11
A1	0.004	0.008	0.10	0.20
B	0.010	0.014	0.25	0.36
C	0.005	0.007	0.13	0.18
D	0.116	0.120	2.95	3.05
E	0.116	0.120	2.95	3.05
e	0.0256		0.65	
H	0.188	0.198	4.78	5.03
L	0.016	0.026	0.41	0.66
α	0°	6°	0°	6°

21-0036D

**8-PIN μMAX
MICROMAX SMALL-OUTLINE
PACKAGE**

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

© 1997 Maxim Integrated Products

MAXIM is a registered trademark of Maxim Integrated Products.