

スイッチドキャパシタ電圧インバータ

概要

MAX828/MAX829は、+1.5V ~ +5.5Vの入力電圧を許容す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。MAX828は12kHzで動作し、MAX829は35kHzで動作します。これらの製品は高効率(負荷電流範囲の大部分で90%以上)で低動作電流(MAX828は60 μ A)であるため、バッテリー駆動アプリケーション及び基板レベルでの電圧変換アプリケーションに最適です。

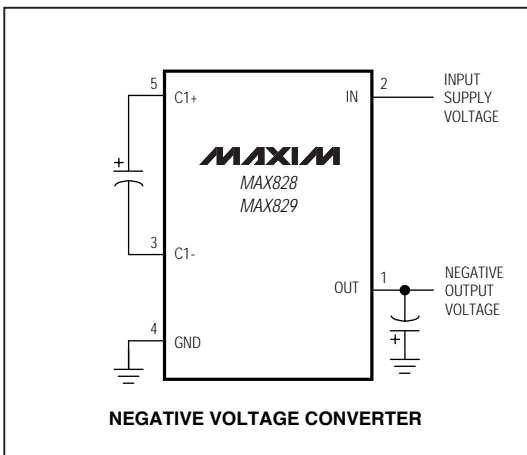
MAX828/MAX829は低自己消費電流と高効率特性を兼ね備えています。発振器制御回路及び4つのパワーMOS-FETスイッチが内蔵されています。アプリケーションとしては、アナログ回路を駆動するために、+5Vロジック電源から-5V電源を生成することが挙げられます。どちらも5ピンSOT23パッケージで供給されており、500mVの電圧ドロップで25mAの電流を出力することができます。

より多くの電力を必要とするアプリケーションにはMAX860を使用することで、600mVの電圧ドロップで50mAの電流を出力することができます。MAX860は省スペースの μ MAXパッケージで供給されています。

アプリケーション

- 小型LCDパネル
- 携帯電話
- 医療機器
- 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

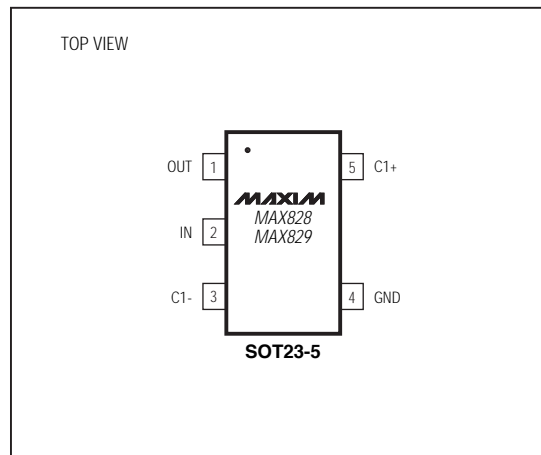
- ◆ パッケージ：5ピンSOT23
- ◆ 電圧変換効率：95%
- ◆ 入力電源電圧を反転
- ◆ 自己消費電流：60 μ A(MAX828)
- ◆ 入力電圧範囲：+1.5V ~ +5.5V
- ◆ 僅か2個のコンデンサで動作
- ◆ 出力電流：25mA

型番

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE	SOT TOP MARK
MAX828C/D	0°C to +70°C	Dice*	—
MAX828EUK	-40°C to +85°C	5 SOT23-5	AABI
MAX829C/D	0°C to +70°C	Dice*	—
MAX829EUK	-40°C to +85°C	5 SOT23-5	AABJ

* Dice are tested at $T_A = +25^\circ\text{C}$.

ピン配置



スイッチドキャパシタ電圧インバータ

MAX828/MAX829

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

IN to GND	+6.0V, -0.3V
OUT to GND	-6.0V, +0.3V
OUT Output Current	50mA
OUT Short-Circuit to GND	Indefinite
Continuous Power Dissipation (T _A = +70°C) SOT23-5 (derate 7.1mW/°C above +70°C).....	571mW

Operating Temperature Range MAX828EUK/MAX829EUK	-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 = 10μF (MAX828), C1 = C2 = 3.3μF (MAX829), T_A = 0°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
Supply Current	T _A = +25°C	MAX828	60	90	μA	
		MAX829	150	260		
Minimum Supply Voltage	R _{LOAD} = 10kΩ	T _A = +25°C	1.25	1.0	V	
		T _A = 0°C to +85°C	1.5			
Maximum Supply Voltage	R _{LOAD} = 10kΩ			5.5	V	
Oscillator Frequency	T _A = +25°C	MAX828	8.4	12	15.6	kHz
		MAX829	24.5	35	45.5	
Power Efficiency	R _{LOAD} = 10kΩ, T _A = +25°C		98		%	
Voltage Conversion Efficiency	R _{LOAD} = ∞	95	99.9		%	
Output Resistance	I _{OUT} = 5mA	T _A = +25°C	20	50	Ω	
		T _A = 0°C to +85°C		65		

Note 1: Capacitor contribution is approximately 20% of the output impedance [ESR + 1 / (pump frequency x capacitance)].

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{IN} = +5V, C1 = C2 = 10μF (MAX828), C1 = C2 = 3.3μF (MAX829), T_A = -40°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.) (Note 2)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Current	MAX828			115	μA
	MAX829			325	
Supply Voltage Range	R _{LOAD} = 10kΩ	1.5		5.5	V
Oscillator Frequency	MAX828	6		20	kHz
	MAX829	19		54.3	
Output Resistance	I _{OUT} = 5mA			65	Ω

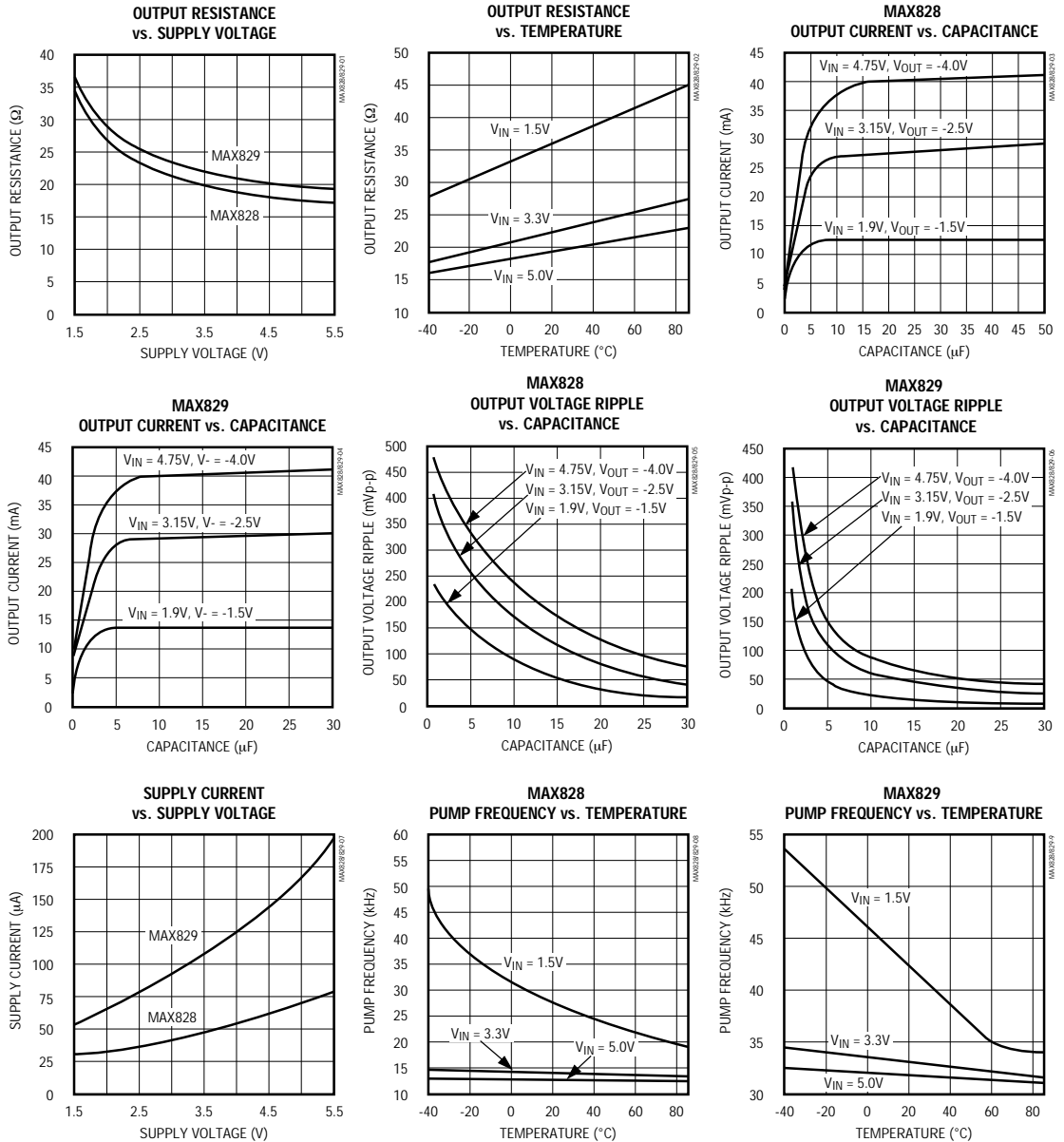
Note 2: All -40°C to +85°C specifications above are guaranteed by design.

スイッチドキャパシタ電圧インバータ

MAX828/MAX829

標準動作特性

(Circuit of Figure 1, $V_{IN} = +5V$, $C1 = C2 = C3$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

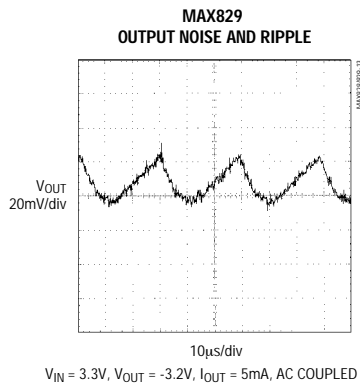
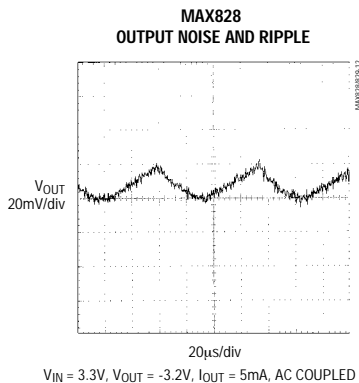
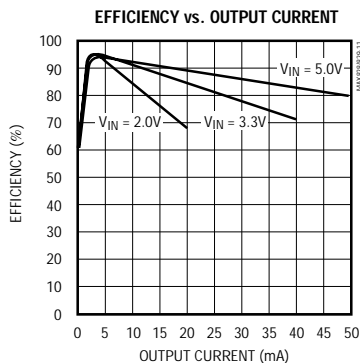
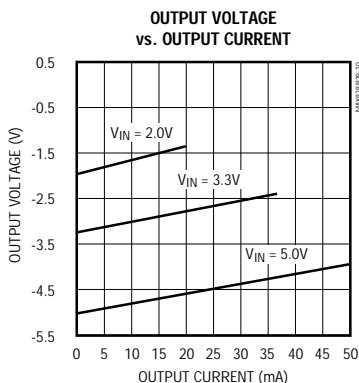


スイッチドキャパシタ電圧インバータ

MAX828/MAX829

標準動作特性(続き)

(Circuit of Figure 1, $V_{IN} = +5V$, $C1 = C2 = C3$, $T_A = +25^\circ C$, 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	正電源入力
3	C1-	フライングコンデンサの負端子
4	GND	グランド
5	C1+	フライングコンデンサの正端子

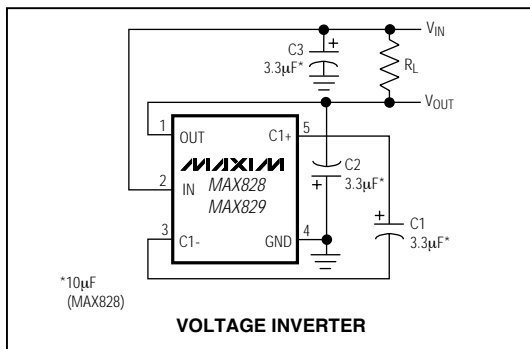


図1. テスト回路

スイッチドキャパシタ電圧インバータ

詳細

MAX828/MAX829容量型チャージポンプは入力に印加された電圧を反転します。性能を十分に発揮させるためには、等価直列抵抗(ESR)の低いコンデンサをご使用ください。

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はINの電圧まで充電されます(図2)。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} ボルトだけ下方向にレベルシフトされます。これによりC1が蓄積コンデンサC2と並列に接続されます。C2の両端の電圧差がC1の両端の電圧差よりも小さいと、C2の両端の電圧差が $-V_{IN}$ に達するまでC1からC2に電荷が流れます。出力での実際の電圧は $-V_{IN}$ よりも正方向にずれています。これはスイッチS1~S4に抵抗があり、C2から電荷が負荷の方に流れるためです。

チャージポンプ出力

MAX828/MAX829は電圧レギュレータではありません。従って、チャージポンプの出力ソース抵抗は室温で約20 ($V_{IN}=+5V$)であり、 V_{OUT} は軽い負荷になると $-5V$ に近付きます。負荷電流が増加すると、 V_{OUT} はGNDの方向に落ち込みます。負電圧の落ち込み(V_{DROOP-})はOUTから取り出される電流(I_{OUT})と負コンバータのソース抵抗(R_{S-})の積になります。

$$V_{DROOP-} = I_{OUT} \times R_{S-}$$

負出力電圧は次式の通りです。

$$V_{OUT} = -(V_{IN} - V_{DROOP-})$$

効率の考察

スイッチドキャパシタ電圧コンバータの電力効率はコンバータIC内での内部損失、ポンプコンデンサの抵抗損失及びコンデンサ間の電荷移動の際の変換損失という3つの要因に影響されます。総電力損失は次式の通りです。

$$\begin{aligned} \Sigma P_{LOSS} &= P_{INTERNAL LOSSES} + P_{SWITCH LOSSES} \\ &+ P_{PUMP CAPACITOR LOSSES} \\ &+ P_{CONVERSION LOSSES} \end{aligned}$$

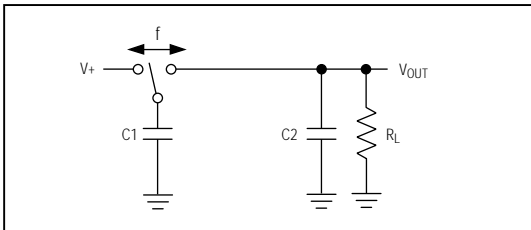


図3a. スイッチドキャパシタモデル

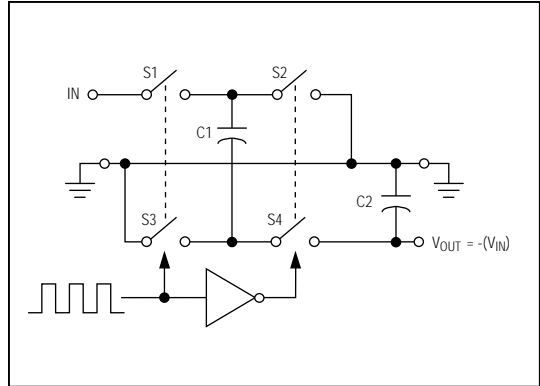


図2. 理想的な電圧インバータ

内部損失はICの内部機能、すなわちスイッチや発振器の駆動等に起因します。これらの損失は動作条件(入力電圧、温度及び周波数等)に影響されます。

残りの2つの損失は電圧コンバータ回路の出力抵抗に起因するものです。スイッチ損失はICのMOSFETスイッチのオン抵抗によって生じます。チャージポンプコンデンサの損失の原因はESRにあります。これらの損失と出力抵抗の間の関係は次式のようにになります。

$$\begin{aligned} &P_{PUMP CAPACITOR LOSSES} + P_{CONVERSION LOSSES} \\ &= I_{OUT}^2 \times R_{OUT} \\ R_{OUT} &\approx \frac{1}{(f_{OSC}) \times C1} + 4(2R_{SWITCHES} + ESR_{C1}) + ESR_{C2} \end{aligned}$$

ここで、 f_{OSC} は発振器の周波数です。最初の項は理想的なスイッチドキャパシタ回路からの実効抵抗です。図3a及び図3bを参照してください。

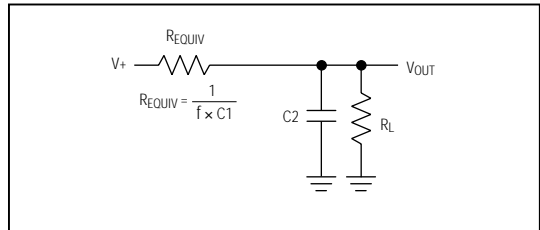


図3b. 等価回路

スイッチドキャパシタ電圧インバータ

変換損失はC1とC2の間に電圧差があるときの電荷の移動にともなって生じます。電力損失は次式で与えられます。

$$P_{CONV.LOSS} = \left[\frac{1}{2} C_1 \left(V_{IN}^2 - V_{OUT}^2 \right) + \frac{1}{2} C_2 \left(V_{RIPPLE}^2 - 2V_{OUT}V_{RIPPLE} \right) \right] \times f_{OSC}$$

アプリケーション情報

コンデンサの選択

出力抵抗を最小限に抑えるためには、低ESRのコンデンサを用いてください(表1)。チャージポンプの出力抵抗はC1及びC2のESRの関数です。従って、チャージポンプコンデンサのESRを最小限に留めることで総出力抵抗を抑えることができます。

フライングコンデンサ(C1)

フライングコンデンサの容量を大きくすると出力抵抗が減少します。C1の容量が小さいと出力抵抗が増加します。C1はある容量を超えるとそれ以上増やしても殆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のESRに支配されるようになるからです。

出力コンデンサ(C2)

出力コンデンサの容量を大きくすると出力リップル電圧が減少します。このコンデンサのESRを小さくすると出力抵抗とリップルの両方が減少します。出力リップルが大きくなっても構わない場合は、軽負荷時には容量を小さくすることができます。ピークトゥピークのリップルを計算するには次式を用いてください。

$$V_{RIPPLE} = \frac{I_{OUT}}{f_{OSC} \times C_2} + 2 \times I_{OUT} \times ESR_{C_2}$$

入力バイパスコンデンサ

入力電源をバイパスすると入力電源のACインピーダンスが低下し、MAX828/MAX829のスイッチングノイズに

よる影響も低減されます。バイパスの方法は回路構成及び負荷がどこに接続されているかに依存します。

インバータがOUTとGNDの間に負荷を持っている場合は、電源からの電流は $2 \times I_{OUT}$ とゼロの間で切り換わります。従って、電源のACインピーダンスが高い場合には、大きなバイパスコンデンサ(例えばC1と同じ容量)を用いてください。

インバータがINとOUTの間に負荷を持っている場合は、短時間のスイッチングスパイクを除き、回路は $2 \times I_{OUT}$ の一定した電流を消費します。この場合のバイパスコンデンサは $0.1 \mu F$ で十分です。

電圧インバータ

これらの素子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では外付部品は2つしか必要ありません(コンデンサC1及びC2、さらに必要に応じてバイパスコンデンサ)。必要なコンデンサのタイプと容量については「コンデンサの選択」の項を参照してください。

カスケード接続

2つの素子をカスケード接続すると、さらに大きな負の電圧を生成することができます(図4)。無負荷時の出力電圧は通常 $-2 \times V_{IN}$ ですが、これは第1の素子の出力抵抗と第2の素子の自己消費電流の積の分だけやや小さくなります。3つ以上の素子をカスケード接続すると出力抵抗が著しく増加します。大きな負電圧を必要とするアプリケーションについては、MAX864及びMAX865のデータシートを参照してください。

並列接続

複数のMAX828又はMAX829を並列に接続すると、出力抵抗が減少します。ポンプコンデンサ(C1)は各素子それぞれに必要ですが、蓄積コンデンサ(C2)は全素子で1つしか必要ありません(図5)。並列素子の数がnである場合、C2の値をn倍にしてください。出力抵抗の計算式も図5に示されています。

表1. 低ESRコンデンサのメーカー

MANUFACTURER		PHONE	FAX	DEVICE TYPE
AVX		(803) 946-0690 (800) 282-4975	(803) 626-3123	Surface-mount, TPS series
Matsuo		(714) 969-2491	(714) 960-6492	Surface-mount, 267 series
Sanyo	USA	(619) 661-6835	(619) 661-1055	Through-hole, OS-CON series
	Japan	81-7-2070-6306	81-7-2070-1174	
Sprague		(603) 224-1961	(603) 224-1430	Surface-mount, 595D series

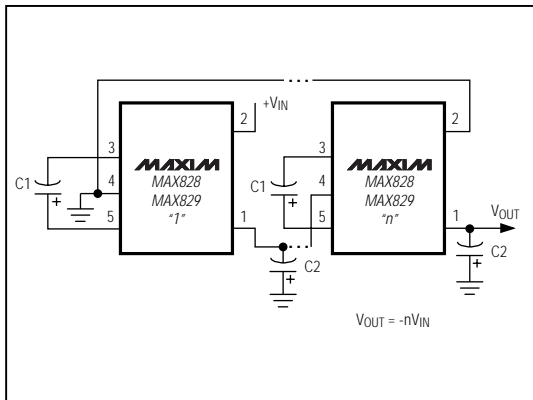


図4. MAX828又はMAX829をカスケード接続して出力電圧を増加

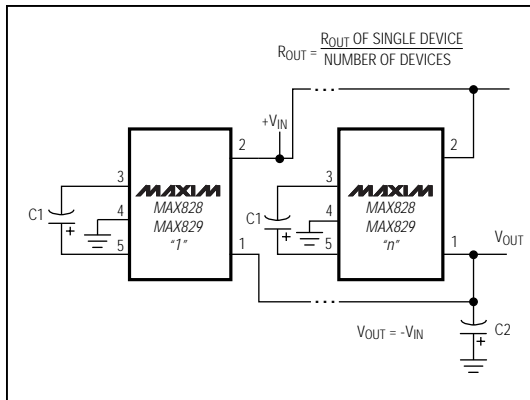


図5. MAX828又はMAX829を並列接続して出力抵抗を低減

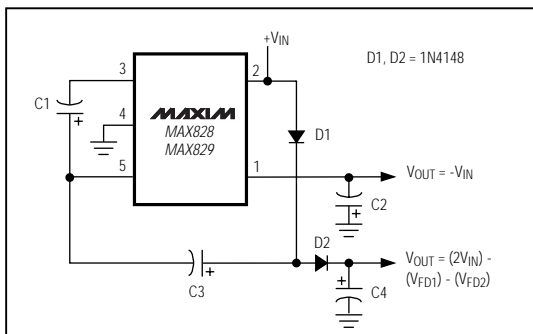


図6. 複合ダブラ/インバータ

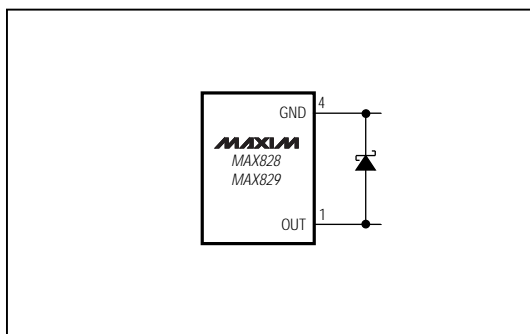


図7. V-負荷電流が大きい場合

複合ダブラ/インバータ

図6の回路で、コンデンサC1とC2はインバータを形成し、C3とC4はダブラを形成しています。C1とC3はポンプコンデンサで、C2とC4は蓄積コンデンサです。

インバータとダブラの両方がチャージポンプ回路の一部を使用するため、片方の出力に負荷がかかると両方の出力がGNDに向かって落ち込みます。2つの出力から取り出される電流の和が40mAを超えないように注意してください。

出力電流負荷が大きい場合

負荷が大きく、より電圧の高い電源がOUTに電流を流し込んでいる場合、OUT電源がグランドよりも高くなるのを防がなければなりません。OUTに高電流をシンクする

アプリケーションでは、GNDとOUTの間にショットキダイオード(1N5817)が必要です(図7、アノードをOUTに接続)。

レイアウト及びグランド

レイアウトは最高のノイズ性能を得るためには特に重要です。良いレイアウトを実現するためには、全ての部品をできるだけ互いに近付けて実装してください。また、トレースを短くして寄生インダクタンスと寄生容量を最小限に抑え、さらにグランドプレーンを使用してください。

スイッチドキャパシタ電圧インバータ

MAX828/MAX829

MAX828/829のシャットダウン

シャットダウンが必要な場合、図8の回路を使用して下さい。MAX828/829の出力抵抗は、20 (typ)とINを駆動するバッファの出力抵抗の2倍との和になります。INピンに0.1 μ Fコンデンサを接続することでMAX828/829への入力トランジェント電流を緩和できます。

INを駆動するバッファの出力抵抗は、複数のバッファを平行接続することによって低減できます。シャットダウン信号の極性は、非反転バッファを使用することで変更することができます。

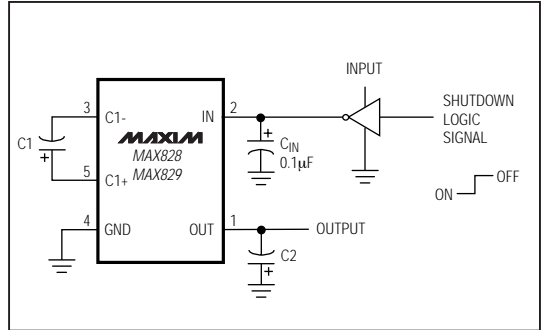
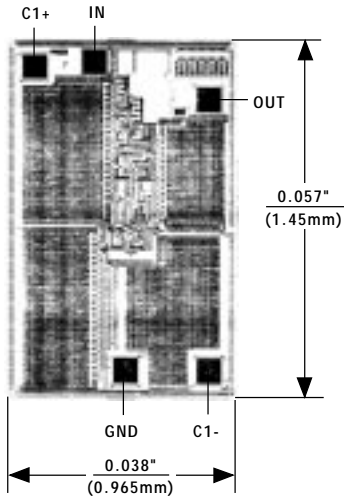


図8. シャットダウン制御

チップ構造図



TRANSISTOR COUNT: 58

SUBSTRATE CONNECTED TO IN

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.