

CMOSモノリシック電圧コンバータ

概要

MAX660モノリシックのチャージポンプ電圧インバーターは、+1.5V～+5.5Vの入力電圧を-1.5V～-5.5Vの出力電圧に変換します。謹か2個の低価格コンデンサを使用するだけで、100mAのチャージポンプ出力が得られるため、スイッチングレギュレータの代替として使用することができます。ほとんどの負荷電流範囲において効率が90%以上あり、また平均動作電流が謹か120 μ Aと低いため、バッテリー駆動機器やオンボード電源に最適です。またMAX660は、入力電源又は電池の出力電圧を2倍に昇圧することができます。+5V～+9.35V/100mAの出力が得られます。

周波数コントロール端子(FC)によって、動作周波数を10kHz typ又は80kHz typ(40kHz min)に選択できるため、コンデンサの容量及び自己消費電流を最適化できます。発振周波数は、外付けコンデンサ又は外部クロック駆動により、調整することができます。MAX660はICL7660とピンコンパチな高出力電流タイプです。

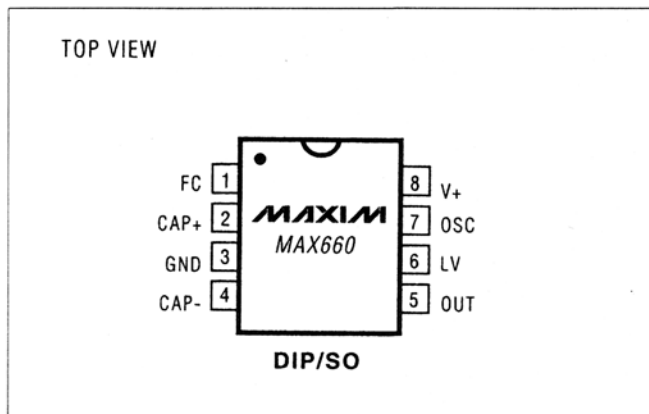
MAX660は、8ピンDIP及びSOPパッケージにて、民生用、工業用、軍用の温度範囲があります。

50mAのアプリケーション用としてはピンコンパチブルのMAX860/MAX861を参照して下さい(超小型 μ MAXパッケージも提供可能)。

アプリケーション

ラップトップコンピュータ用電源
医療機器
インタフェース用電源
ハンドヘルド機器
オペアンプ用電源

ピン配置



特長

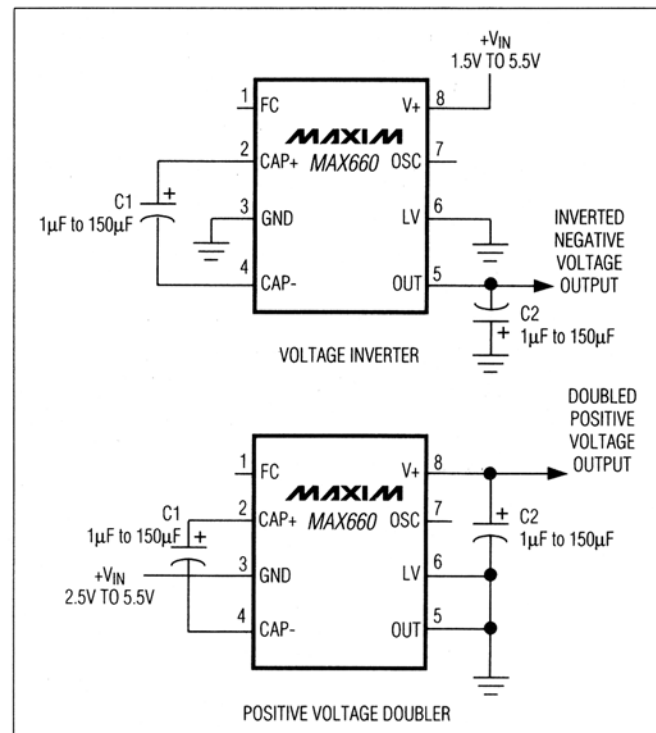
- ◆ 小型コンデンサ
- ◆ 電圧ドロップ：0.65V typ (100mA出力時)
- ◆ 低動作電流：120 μ A
- ◆ 出力インピーダンス：6.5 Ω typ
- ◆ C1=C2=10 μ FでR_{out}<15 Ω を保証
- ◆ ICL7660とピン・コンパチブルな高出力電流タイプ
- ◆ 入力電源電圧を反転又は倍圧
- ◆ 選択可能な発振周波数：10kHz/80Hz
- ◆ 反転効率：88% typ (100mA出力、I_LとGND間)

型番

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX660CPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
MAX660CSA	0°C to +70°C	8 SO
MAX660C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX660EPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
MAX660ESA	-40°C to +85°C	8 SO
MAX660MJA	-55°C to +125°C	8 CERDIP

*Contact factory for dice specifications.

標準動作回路



CMOSモノリシック電圧コンバータ

MAX660

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply Voltage (V+ to GND, or GND to OUT).....	+6V
LV Input Voltage	(OUT - 0.3V) to (V+ + 0.3V)
FC and OSC Input Voltages.....	The least negative of (OUT - 0.3V) or (V+ - 6V) to (V+ + 0.3V)
OUT and V+ Continuous Output Current.....	120mA
Output Short-Circuit Duration to GND (Note 1)	1sec
Continuous Power Dissipation (T _A = +70°C)	
Plastic DIP (derate 9.09mW/°C above + 70°C)	727mW
SO (derate 5.88mW/°C above +70°C).....	471mW
CERDIP (derate 8.00mW/°C above +70°C).....	640mW

Operating Temperature Ranges

MAX660C_ _	0°C to +70°C
MAX660E_ _	-40°C to +85°C
MAX660MJA	-55°C to +125°C
Storage Temperature Range.....	-65° to +160°C
Lead Temperature (soldering, 10sec)	+300°C

Note 1: OUT may be shorted to GND for 1sec without damage, but shorting OUT to V+ may damage the device and should be avoided. Also, for temperatures above +85°C, OUT must not be shorted to GND or V+, even instantaneously, or device damage may result.

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+ = 5V, C1 = C2 = 150µF, test circuit of Figure 1, FC = open, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.) (Note 2)

PARAMETER		MIN	TYP	MAX	UNITS
Operating Supply Voltage	R _L = 1kΩ	Inverter, LV = open	3.0	5.5	V
		Inverter, LV = GND	1.5	5.5	
		Doubler, LV = OUT	2.5	5.5	
Supply Current	No load	FC = open, LV = open	0.12	0.5	mA
		FC = V+, LV = open	1	3	
Output Current	T _A ≤ +85°C, OUT more negative than -4V		100		mA
	T _A > +85°C, OUT more negative than -3.8V		100		
Output Resistance (Note 3)	I _L = 100mA	T _A ≤ +85°C, C1 = C2 = 10µF, FC = V+ (Note 4)		15	Ω
		T _A ≤ +85°C, C1 = C2 = 150µF	6.5	10.0	
		T _A ≤ +85°C		12	
Oscillator Frequency	FC = open		5	10	kHz
	FC = V+		40	80	
OSC Input Current	FC = open			±1	µA
	FC = V+			±8	
Power Efficiency	R _L = 1kΩ connected between V+ and OUT		96	98	%
	R _L = 500Ω connected between OUT and GND		92	96	
	I _L = 100mA to GND			88	
Voltage-Conversion Efficiency	No load		99.00	99.96	%

Note 2: In the test circuit, capacitors C1 and C2 are 150µF, 0.2Ω maximum ESR, aluminum electrolytics.

Capacitors with higher ESR may reduce output voltage and efficiency. See *Capacitor Selection* section.

Note 3: Specified output resistance is a combination of internal switch resistance and capacitor ESR. See *Capacitor Selection* section.

Note 4: The ESR of C1 = C2 ≤ 0.5Ω. Guaranteed by correlation, not production tested.

標準動作特性

特性曲線は、図1の試験回路を使用して測定したもので、条件は特記されていない限り $V_+ = 5V$ 、 $LV = GND$ 、 $FC = \text{オープン}$ 、 $T_A = +25^\circ\text{C}$ です。チャージポンプ周波数は、発振周波数の1/2です。ダブルモードにおいても、条件は特記されていない限り $GND = +5V$ 、 $LV = \text{OUT}$ 、 $\text{OUT} = 0V$ にて、結果は同様です。ただし、入力電圧は $+2.5 \sim +5.5V$ に制約されます。

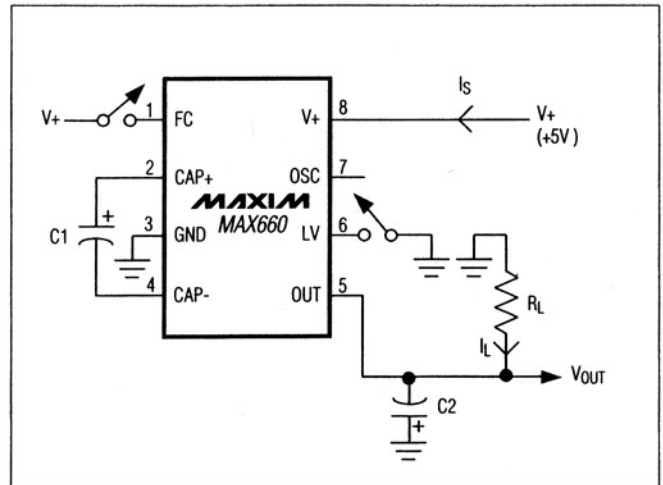
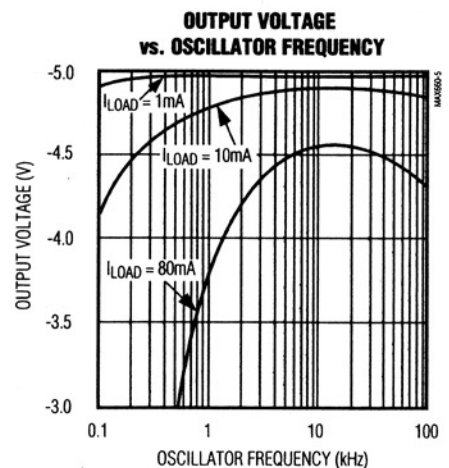
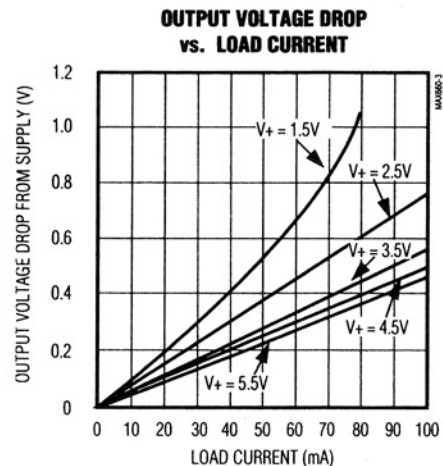
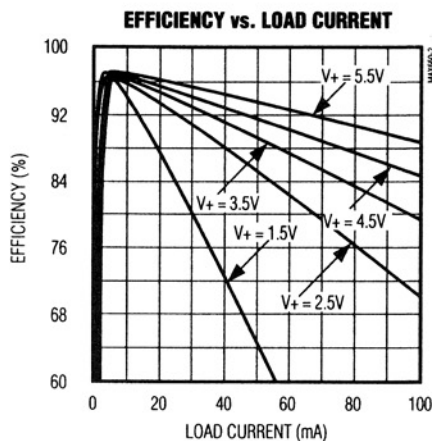
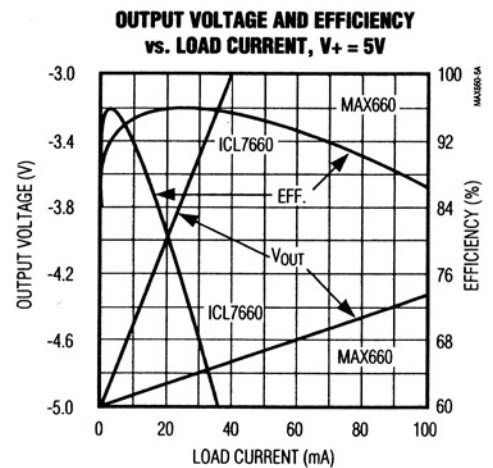
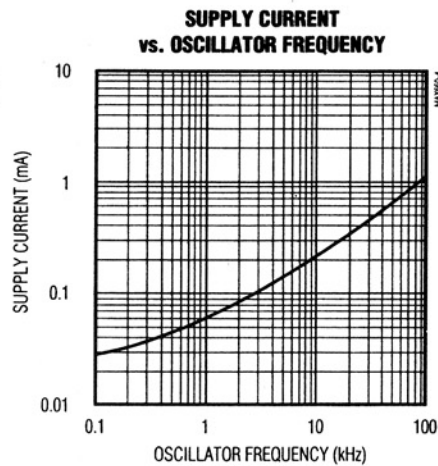
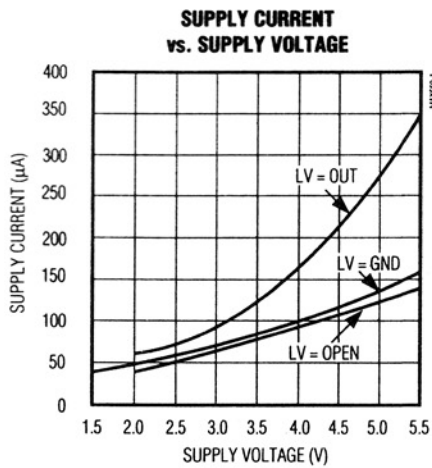


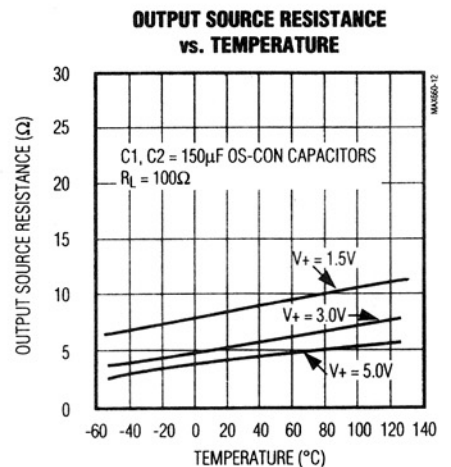
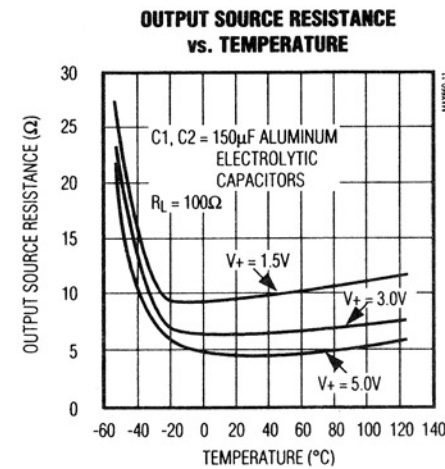
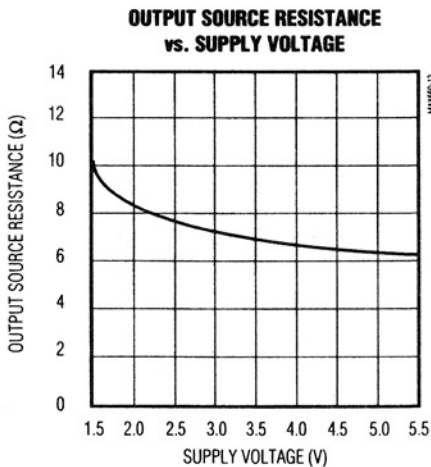
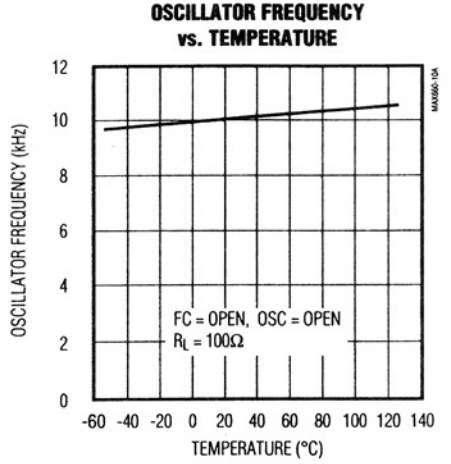
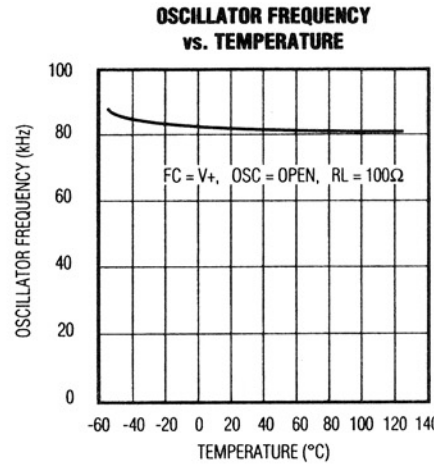
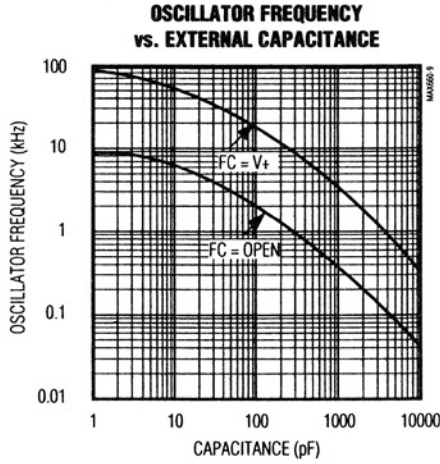
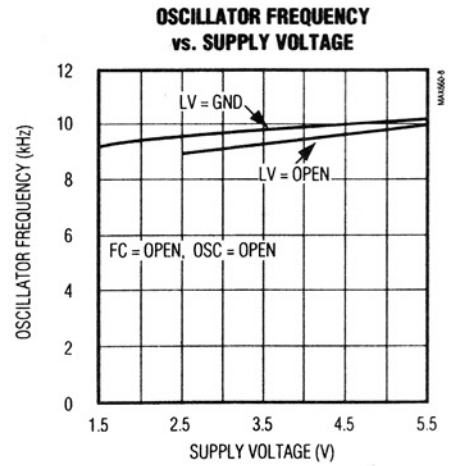
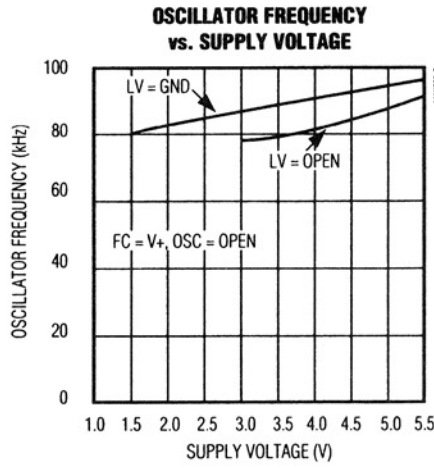
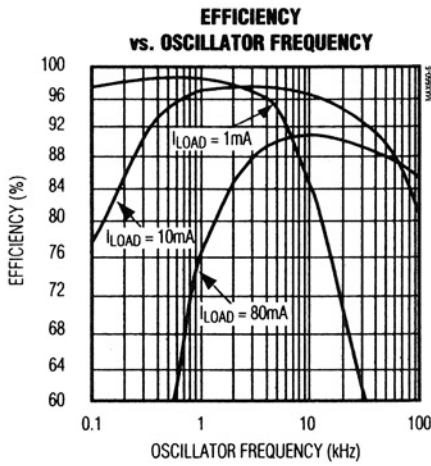
図1. MAX660試験回路

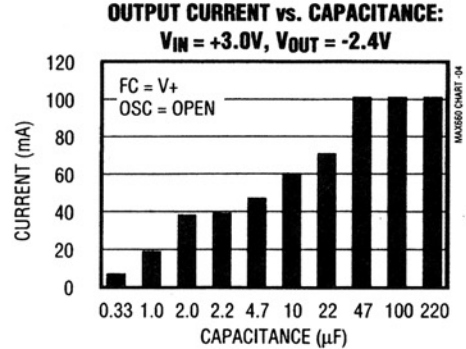
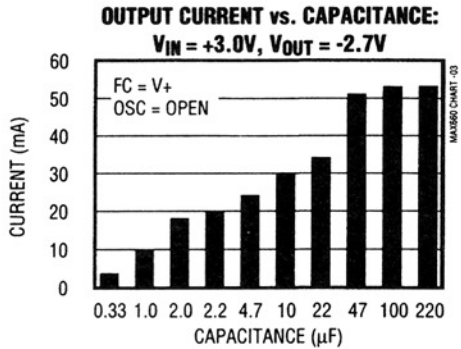
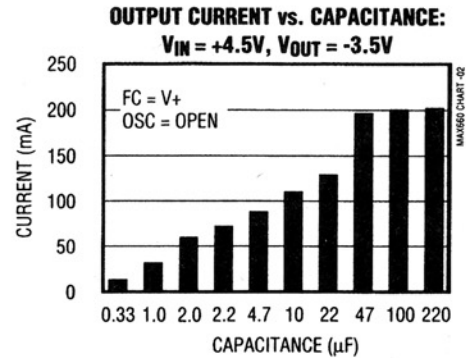
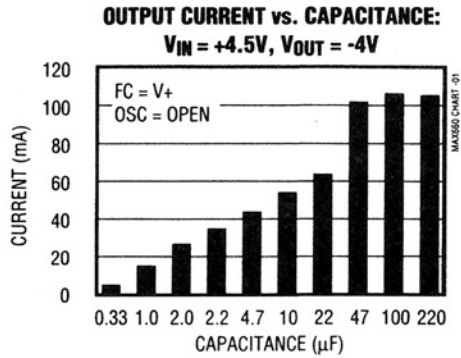


CMOSモノリシック電圧コンバータ

MAX660

標準動作特性(続き)





端子説明

端子	名称	機能	
		インバータ	ダブラ
1	FC	内部発振器の周波数制御。FC=オープン時は、 $f_{osc}=10kHz$ typ；FC= $V+$ 時は、 $f_{osc}=80kHz$ typ (40kHz min)；OSCピンが外部駆動時は、FCは影響しません。	インバータと同様
2	CAP+	チャージポンプコンデンサ、正端子	インバータと同様
3	GND	電源グランド入力	電源プラス電圧入力
4	CAP-	チャージポンプコンデンサ、負端子	インバータと同様
5	OUT	出力、マイナス電圧	電源グランド入力
6	LV	低電圧動作入力。入力電圧が3V以下の場合、LVをGNDに接続。3V以上の場合LVはGNDに接続又はオープン。OSCがオーバドライブ時は、LVはGNDに接続。	全入力電圧に対してLVはOUTに接続。
7	OSC	発振制御入力。OSCは、15pF内部コンデンサに接続されています。外付けコンデンサにより発振周波数を低くできます。浮遊コンデンサを最小化することに注意して下さい。OSCをオーバドライブする時は、外部発振器を接続。	インバータと同様；電圧ダブラモードでは、OSCをオーバドライブできません。
8	$V+$	電源プラス電圧入力	プラス電圧出力

CMOSモノリシック電圧コンバータ

MAX660

詳細

MAX660の容量型チャージポンプ回路は、入力電圧を反転するか、2倍に昇圧します(“標準動作回路”参照)。高性能を得るには、等価直列抵抗(ESR)の小さなコンデンサを使用して下さい。詳細については“コンデンサの選択”の項目を参照して下さい。

反転モードの場合、入力電圧が3V以下であればVLをGNDへ接続して下さい。これにより内レギュレータ回路がバイパスされるため、低電圧使用時の性能が向上します。反転モードの場合、入力電圧が3V以上ならばLVはGND又はオープン whichever also fine. 通常はLV=GNDとしますが、MAX660をICL7660の代替として使用する場合には、LV=オープンとした方がより簡単です。OSCをオーバドライブする場合は、LVをGNDに接続して下さい。(“発振器周波数変更”の項目参照)。倍圧モードで使用する場合には、LVをOUTに接続して下さい。

アプリケーション情報

負電圧コンバータ

MAX660の最も一般的な使用法は、チャージポンプ電圧インバータです。この回路では、謹か2個の外付けコンデンサC1とC2が必要です(標準動作回路参照)。

MAX660の出力はアクティブに安定されていませんが、出力電流変化には殆ど影響されません。入力+5Vの場合、軽負荷時の出力は-5Vですが、出力抵抗が6.5Ω typなので、100mAの負荷電流時においても出力は-4.35Vまでにしか低下しません。出力抵抗対温度及び入力電圧の関係を“標準動作特性”のグラフに示します。

リップル電圧は、1/2のチャージポンプサイクル期間に単にコンデンサC2より供給される出力電流から計算できます。

$$V_{\text{RIPPLE}} = \frac{I_{\text{OUT}}}{2(f_{\text{PUMP}})(C2)} + I_{\text{OUT}}(\text{ESR}_{C2})$$

f_{PUMP}を5kHz(発振周波数10kHzの1/2)、C2を150μF、ESRを0.2Ωとすると、負荷電流100mA時のリップル電圧はおよそ90mVとなります。C2を390μFに増加すると、リップルは、45mVに低下します。

正電圧タブラ

MAX660は、“標準動作回路”で示すような倍電圧モードで動作します。無負荷時の出力はV_{IN}の2倍です。

チャージポンプ電圧コンバータ

マキシム社のチャージポンプ製品については表1をご参照下さい。

発振周波数の変更

MAX660では、クロック周波数を下記の4つのモードでコントロールできます。

FC	OSC	発振器周波数
オープン	オープン	10kHz
FC=V+	オープン	80kHz
オープン又はFC=V+	外付けコンデンサ	標準動作特性参照
オープン	外部クロック	外部クロック周波数

FC及びOSCがオープンの場合、発振器は10kHz typで発振します。FCをV+に接続すると、OSCの放電電流は1.0μAから8.0μAへ増加するため、発振周波数は8倍となります。

表1. 出力

	MAX828	MAX829	MAX860	MAX861	MAX660	MAX1044	ICL7662	ICL7660
Package	SOT 23-5	SOT 23-5	SO-8, μMAX	SO-8, μMAX	SO-8	SO-8, μMAX	SO-8	SO-8, μMAX
Op. Current (typ, mA)	0.06	0.15	0.2 at 6kHz, 0.6 at 50kHz, 1.4 at 130kHz	0.3 at 13kHz, 1.1 at 100kHz, 2.5 at 250kHz	0.12 at 5kHz, 1 at 40kHz	0.03	0.25	0.08
Output Ω (typ)	20	20	12	12	6.5	6.5	125	55
Pump Rate (kHz)	12	35	6, 50, 130	13, 100, 150	5, 40	5	10	10
Input (V)	1.25 to 5.5	1.25 to 5.5	1.5 to 5.5	1.5 to 5.5	1.5 to 5.5	1.5 to 10	1.5 to 10	1.5 to 10

第3モードでは、OSCとGND間にコンデンサを接続することで発振周波数を下げることができます。FCはこのモードでも周波数を8倍にすることができますが、周波数は低い範囲になります(“標準動作特性”参照)。

反転モードでは、GNDからV+−100mVまでの範囲でスイングする外部クロックでOSCをオーバドライブすることができます。標準CMOSロジック出力で、OSCをオーバドライブすることができます。OSCをオーバドライブされた場合、FCの機能は動作しませんし、またLVをGNDに接続しなければなりません。倍電圧モードではOSCをオーバドライブすることは出来ません。

注：いずれのモードであっても、CAP+及びCAP-端子での信号周波数は発振器周波数1/2です。発振器の周波数を下げた場合には、チャージポンプの実効出力抵抗が増加してしまいます。これはチャージポンプコンデンサの容量を増加させることで補正することができます(“コンデンサの選択”の項目、及び“標準動作特性”の項目参照)。

アプリケーションによっては、5kHzの低い出力リップル周波数が他回路に影響を及ぼすことがあります。FCピン又は外部オペレータを使用して発振器周波数を高くすることが可能です。出力リップル周波数は発振器周波数の1/2となります。クロック周波数を増加させるとMAX660の自己消費電流は増加しますが、その代わりにC1とC2の容量が小さくて済みます。

コンデンサの選択

MAX660の出力電圧を理想値から低下させる要素は、負荷電流以外にも下記の3種類があります。

- 1) MAX660の出力抵抗
- 2) ポンプ(C1)及び蓄積(C2)コンデンサの等価直列抵抗(ESR)
- 3) C1及びC2の容量

MAX660の出力抵抗による電圧降下は、流れる負荷電流と出力抵抗との積です。同様に、C2による損失はC2のESRと負荷電流との積です。しかし、チャージポンプ動作時にC1に流れる電流は負荷電流よりはるかに大きいため、C1における損失は他の部分より大きくなります。C1による電圧低下は、C1のESRと負荷電流の積の4倍となります。したがって、C1のESRの大小は、C2のESRの場合に比べて特性に大きな影響を与えます。

一般的に、MAX660のポンプ周波数を増加させていくと、同一容量のコンデンサでもリップルと出力抵抗が反比例的

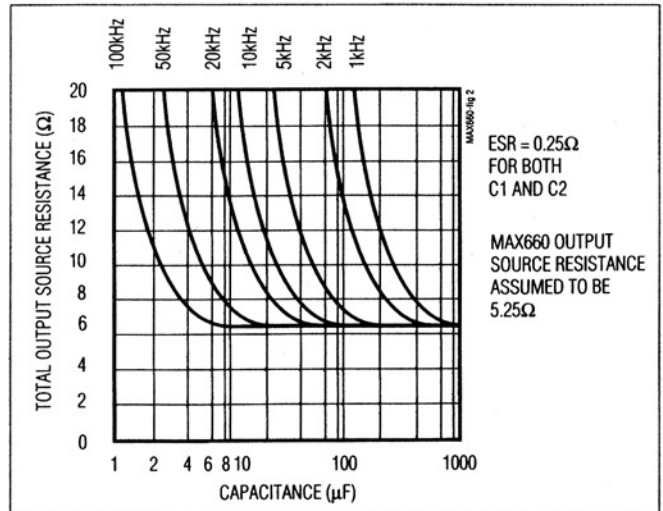


図2. 総合出力内部抵抗 vs. C1及びC2コンデンサ(C1=C2)

に減少します。図2にコンデンサの容量(C1とC2は同容量)及び発振周波数を変化させた時の、総出力抵抗値との関連を示します。これらの曲線は、2個のコンデンサのESRを各々0.25Ω、MAX660の出力抵抗は5.25Ωとした場合です。このため、曲線の平坦部の実効出力抵抗値は、6.5Ωとなります。(MAX660の $R_0 + 4(ESR_{C1}) + ESR_{C2}$)。注：標準特性では、テスト回路のコンデンサのESRを考慮しているため、 R_0 は標準値の6.5Ωではなく、5.25Ωを用いています。

図2のグラフに加えて、標準動作特性にコンデンサ容量を0.33μF~220μFに変化させた場合の出力電流特性を4つのバークラフで示してあります。入力電圧が4.5V(5V−10%)と3.0V(3.3V−10%)で、出力電圧が各入力から10%と20%ドロップする時の出力電流をプロットしてあります。グラフから判るように、MAX660の6.5Ωの直列抵抗により、コンデンサ容量が47μF以上の場合でも出力電流が制限されています。しかしながら、容量を大きくすることで、リップルを低減することができます。

チャージポンプによって発生する出力リップルを減少させるためには、蓄積コンデンサC2を増加させるか、又はESRを減少させて下さい。出力における高周波ノイズを取り除く必要がある時にも、ESRを低くして下さい。

全てのメーカーのコンデンサが、MAX660が要求するESRに適合しているとは限りません。一般的には、コンデンサのESRはコンデンサの寸法に反比例するため、高容量、高電圧定格のコンデンサのESRは低い傾向にあります。

CMOSモノリシック電圧コンバータ

MAX660

低ESR解電コンデンサを製造しているメーカーのリストを下に示します。

Manufacturer/ Series	Phone	Fax	Comments
AVX TPS Series	(803) 946-0690	(803) 626-3123	Low-ESR tantalum SMT
AVX TAG Series	(803) 946-0690	(803) 626-3123	Low-cost tantalum SMT
Matsuo 267 Series	(714) 969-2491	(714) 960-6492	Low-cost tantalum SMT
Sprague 595 Series	(603) 224-1961	(603) 224-1430	Aluminum electrolytic thru-hole
Sanyo MV-GX Series	(619) 661-6835	(619) 661-1055	Aluminum electrolytic SMT
Sanyo CV-GX Series	(619) 661-6835	(619) 661-1055	Aluminum electrolytic thru-hole
Nichicon PL Series	(847) 843-7500	(847) 843-2798	Low-ESR tantalum SMT
United Chemi-Con (Marcon)	(847) 696-2000	(847) 696-9278	Ceramic SMT
TDK	(847) 390-4373	(847) 390-4428	Ceramic SMT

デバイスのカスケード接続

入力電圧からより大きな負電圧を得たい場合には、MAX660を図3に示すようにカスケード接続とすることができます。総合の出力抵抗は、個々のMAX660の R_{OUT} の値のほぼ合計値となります。出力電圧は $V_{OUT} = -n(V_{IN})$ となります。 n はデバイスの接続個数です。

デバイスの並列接続

MAX660を並列に使用することで、出力抵抗を減少することができます。図4に示したように、ポンプコンデンサ $C1$ は各デバイスに必要ですが、蓄積コンデンサ $C2$ は共通して使用できます。ただし、 $C2$ の容量は使用デバイス数(n)に伴って増加させて下さい。図4には、並列接続時の出力抵抗値の計算式も示してあります。

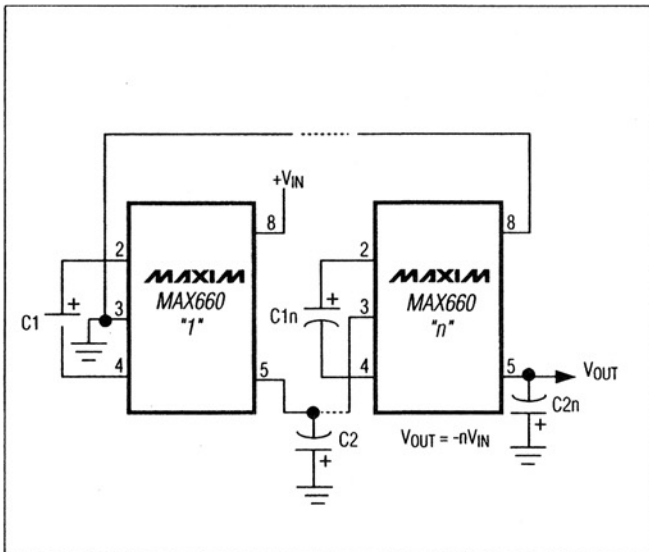


図3. MAX660のカスケード接続による出力電圧の増加

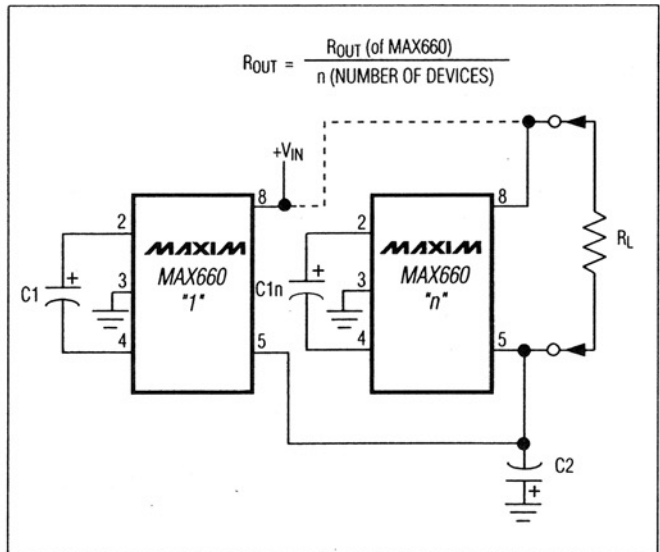


図4. MAX660の並列接続による出力抵抗の低下

正の倍電圧及び負電圧変換の組合せ

昇圧と電圧反転の2つの機能を図5に示します。本回路のC1及びC3は負電圧発生用のポンプコンデンサ及び蓄積コンデンサとして機能します。C2とC4は、正の倍電圧用のポンプ及び蓄積コンデンサです。しかし、この回路構成では発生した電源の内部抵抗が高くなる傾向があります。これは共通チャージポンプドライバーの一定したインピーダンスによるものです。

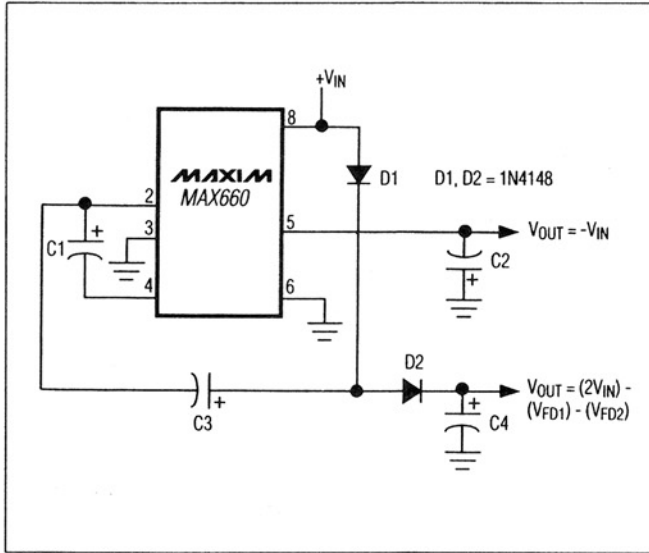


図5. 正の倍電圧及び負電圧の組合わせ

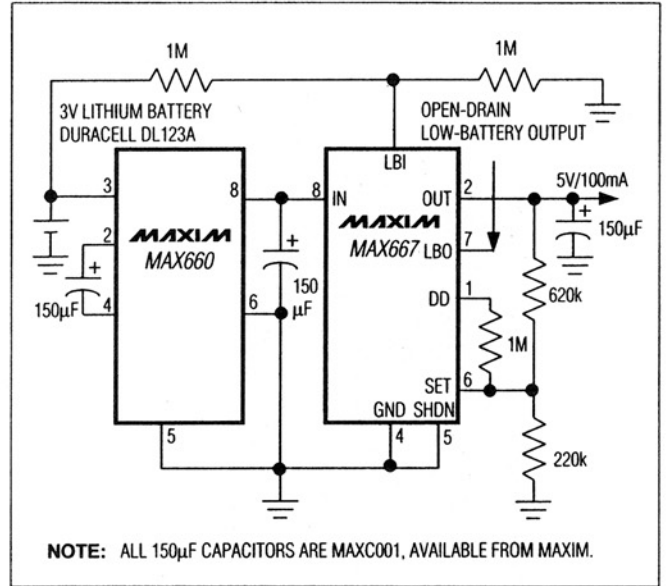
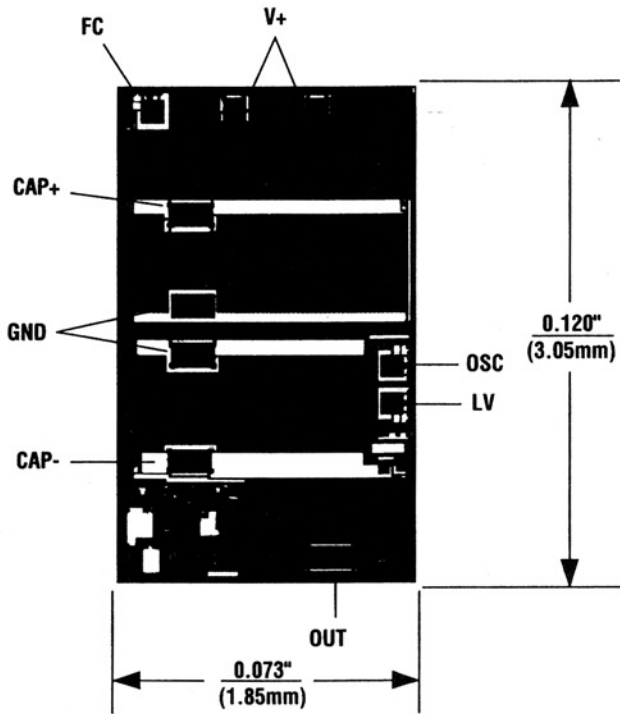


図6. MAX660による、3Vリチウム電池からの+5Vの安定化電源の発生。40mA出力時、16時間稼働

CMOSモノリシック電圧コンバータ

チップ構造図

MAX660



TRANSISTOR COUNT = 89
SUBSTRATE CONNECTED TO V+.

CMOSモノリシック電圧コンバータ

パッケージ

(このデータシートに掲載されているパッケージ仕様は、最新版が反映されているとは限りません。最新のパッケージ情報は、<http://japan.maxim-ic.com/packages>をご参照下さい。)

MAX660

**Plastic DIP
PLASTIC
DUAL-IN-LINE
PACKAGE
(0.300 in.)**

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	—	0.200	—	5.08
A1	0.015	—	0.38	—
A2	0.125	0.175	3.18	4.45
A3	0.055	0.080	1.40	2.03
B	0.016	0.022	0.41	0.56
B1	0.045	0.065	1.14	1.65
C	0.008	0.012	0.20	0.30
D1	0.005	0.080	0.13	2.03
E	0.300	0.325	7.62	8.26
E1	0.240	0.310	6.10	7.87
e	0.100	—	2.54	—
eA	0.300	—	7.62	—
eB	—	0.400	—	10.16
L	0.115	0.150	2.92	3.81

PKG.	DIM	PINS	INCHES		MILLIMETERS	
			MIN	MAX	MIN	MAX
P	D	8	0.348	0.390	8.84	9.91
P	D	14	0.735	0.765	18.67	19.43
P	D	16	0.745	0.765	18.92	19.43
P	D	18	0.885	0.915	22.48	23.24
P	D	20	1.015	1.045	25.78	26.54
N	D	24	1.14	1.265	28.96	32.13

21-0043A

**Narrow SO
SMALL-OUTLINE
PACKAGE
(0.150 in.)**

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.053	0.069	1.35	1.75
A1	0.004	0.010	0.10	0.25
B	0.014	0.019	0.35	0.49
C	0.007	0.010	0.19	0.25
E	0.150	0.157	3.80	4.00
e	0.050		1.27	
H	0.228	0.244	5.80	6.20
L	0.016	0.050	0.40	1.27

DIM	PINS	INCHES		MILLIMETERS	
		MIN	MAX	MIN	MAX
D	8	0.189	0.197	4.80	5.00
D	14	0.337	0.344	8.55	8.75
D	16	0.386	0.394	9.80	10.00

21-0041A

CMOSモノリシック電圧コンバータ

MAX660

パッケージ(続き)

(このデータシートに掲載されているパッケージ仕様は、最新版が反映されているとは限りません。最新のパッケージ情報は、<http://japan.maxim-ic.com/packages>をご参照下さい。)

**CERDIP
CERAMIC DUAL-IN-LINE
PACKAGE
(0.300 in.)**

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	-	0.200	-	5.08
B	0.014	0.023	0.36	0.58
B1	0.038	0.065	0.97	1.65
C	0.008	0.015	0.20	0.38
E	0.220	0.310	5.59	7.87
E1	0.290	0.320	7.37	8.13
e	0.100		2.54	
L	0.125	0.200	3.18	5.08
L1	0.150	-	3.81	-
Q	0.015	0.070	0.38	1.78
S	-	0.098	-	2.49
S1	0.005	-	0.13	-

DIM	PINS	INCHES		MILLIMETERS	
		MIN	MAX	MIN	MAX
D	8	-	0.405	-	10.29
D	14	-	0.785	-	19.94
D	16	-	0.840	-	21.34
D	18	-	0.960	-	24.38
D	20	-	1.060	-	26.92
D	24	-	1.280	-	32.51

21-0045A

販売代理店

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。

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