

# スイッチドキャパシタ電圧ダブル

MAX1682/MAX1683

## 概要

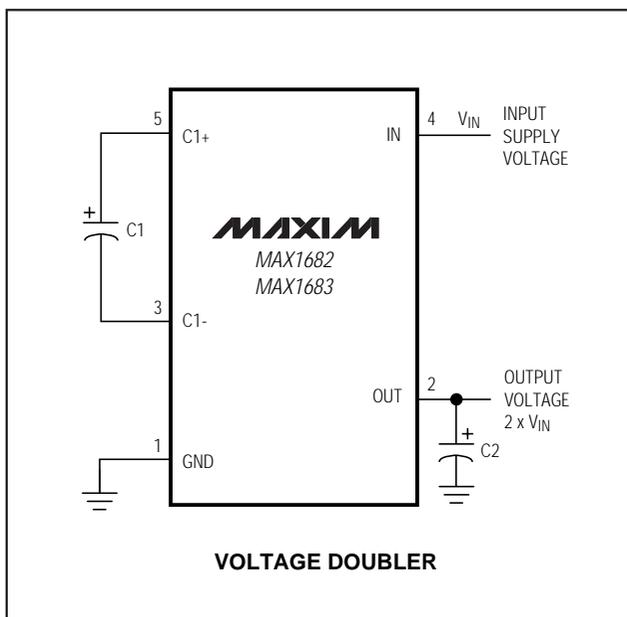
超小型モノリシックCMOSチャージポンプ電圧ダブル  
MAX1682/MAX1683は、+2.0V~+5.5Vの入力電圧を受け付けます。高い電圧変換効率(98%以上)及び低い動作電流(MAX1682で110 $\mu$ A)を提供するこれらのデバイスは、バッテリー駆動アプリケーションやボードレベルの電圧ダブルアプリケーションに理想的です。

チップ上には、オシレータ制御回路及び4つのパワーMOSFETスイッチが収められています。MAX1682は12kHzで動作し、MAX1683は35kHzで動作します。典型的なアプリケーションとしては、携帯用PDAのLCDディスプレイに必要な6V電源電圧の生成があります。これらの製品はいずれも5ピンSOT23パッケージで提供されており、標準電圧降下600mVで30mAを提供します。

## アプリケーション

小型LCDパネル  
携帯電話  
ハンディターミナル  
PDA

## 標準動作回路



## 特長

- ◆ パッケージ : 5ピンSOT23
- ◆ 入力電圧範囲 : +2.0V ~ +5.5V
- ◆ 電圧変換効率 : 98%
- ◆ 自己消費電流 : 110 $\mu$ A (MAX1682)
- ◆ 必要なコンデンサは2個のみ
- ◆ 45mAまでの出力電流

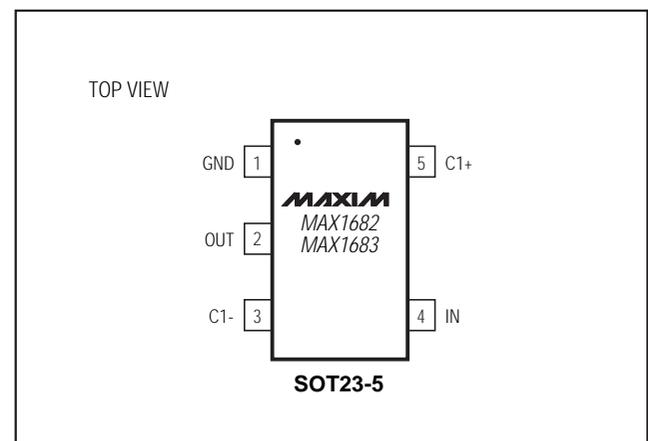
## 型番

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE	SOT TOP MARK
MAX1682C/D	0°C to +70°C	Dice*	—
MAX1682EUK-T	-40°C to +85°C	5 SOT23-5	ACLL
MAX1683C/D	0°C to +70°C	Dice*	—
MAX1683EUK-T	-40°C to +85°C	5 SOT23-5	ACCM

**Note:** These parts are available in tape-and-reel only. Minimum order quantity is 2500 pieces.

\*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ダブラ

MAX1682/MAX1683

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

IN to GND .....+6V to -0.3V  
 OUT to GND .....+12V,  $V_{IN} - 0.3V$   
 OUT Output Current .....50mA  
 Output Short-Circuit Duration .....1sec (Note 1)  
 Continuous Power Dissipation ( $T_A = +70^\circ C$ )  
   SOT23-5 (derate 7.1mW/ $^\circ C$  above  $+70^\circ C$ ) .....571mW

Operating Temperature Range  
 MAX1682EUK/MAX1683EUK .....-40 $^\circ C$  to +85 $^\circ C$   
 Junction Temperature .....+150 $^\circ C$   
 Storage Temperature Range .....-65 $^\circ C$  to +160 $^\circ C$   
 Lead Temperature (soldering, 10sec) .....+300 $^\circ C$

**Note 1:** Avoid shorting OUT to GND, as it may damage the device. For temperatures above +85 $^\circ C$ , shorting OUT to GND even instantaneously will damage the device.

*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

( $V_{IN} = +5.0V$ , capacitor values from Table 2,  $T_A = 0^\circ C$  to +85 $^\circ C$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^\circ C$ .)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
No-Load Supply Current	$T_A = +25^\circ C$	MAX1682		110	145	$\mu A$
		MAX1683		230	310	
Supply Voltage Range	$R_{LOAD} = 10k\Omega$	$T_A = +25^\circ C$	2.0	1.7	5.5	V
		$T_A = 0^\circ C$ to +85 $^\circ C$	2.1	1.8	5.5	
Minimum Operating Voltage	(Note 2)			1		V
Oscillator Frequency	$T_A = +25^\circ C$	MAX1682	8.4	12	15.6	kHz
		MAX1683	24.5	35	45.5	
Output Resistance	$I_{OUT} = 5mA$	$T_A = +25^\circ C$		20	50	$\Omega$
		$T_A = 0^\circ C$ to +85 $^\circ C$			65	
Voltage Conversion Efficiency	$I_{OUT} = 0mA$ , $T_A = +25^\circ C$		98	99.9		%

**Note 2:** Once started, the MAX1682/MAX1683 typically operate down to 1V.

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

( $V_{IN} = +5.0V$ , capacitor values from Table 2,  $T_A = -40^\circ C$  to +85 $^\circ C$ , unless otherwise noted.) (Note 3)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
No-Load Supply Current	MAX1682				160	$\mu A$
	MAX1683				350	
Supply-Voltage Range	$R_{LOAD} = 10k\Omega$		2.3		5.5	V
Oscillator Frequency	MAX1682		6.6		18.6	kHz
	MAX1683		17.5		57.8	
Output Resistance	$I_{OUT} = 5mA$				65	$\Omega$
Voltage Conversion Efficiency	$I_{OUT} = 0mA$		97			%

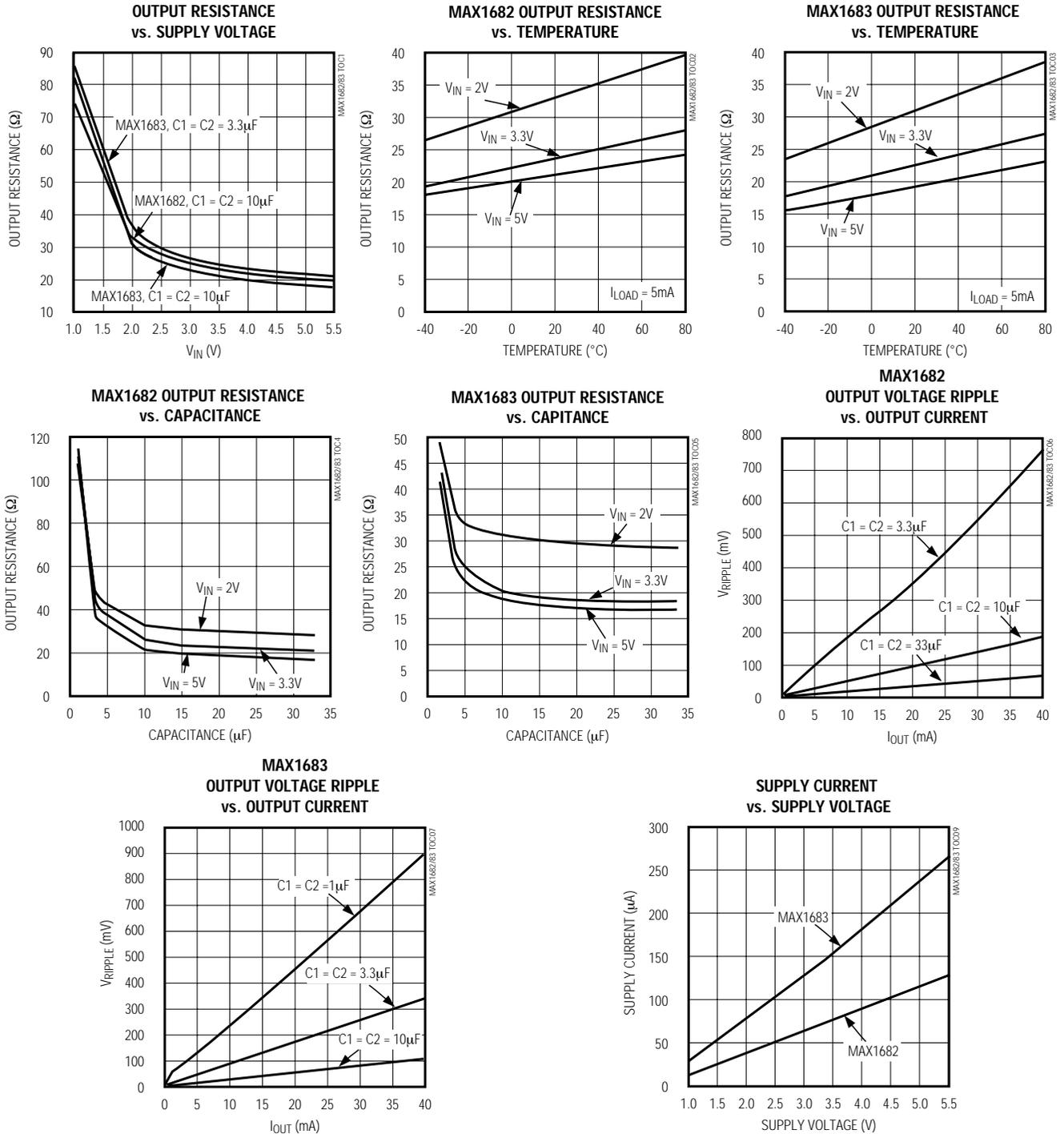
**Note 3:** Specifications at -40 $^\circ C$  to +85 $^\circ C$  are guaranteed by design.

# スイッチドキャパシタ電圧ダブル

MAX1682/MAX1683

## 標準動作特性

(Typical Operating Circuit,  $V_{IN} = +5V$ ,  $C_1 = C_2 = 10\mu F$  for the MAX1682 and  $3.3\mu F$  for the MAX1683,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)

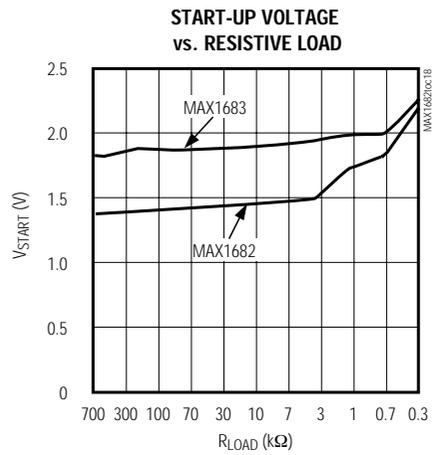
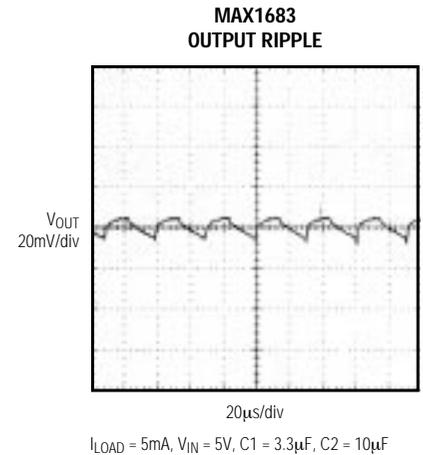
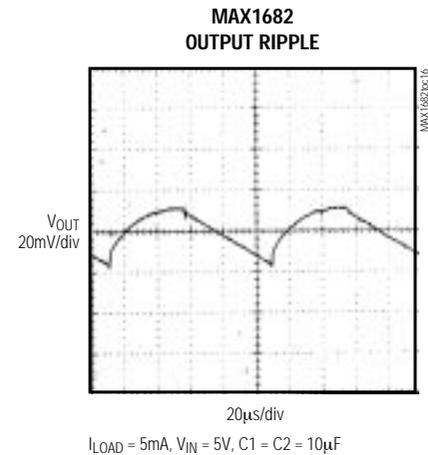
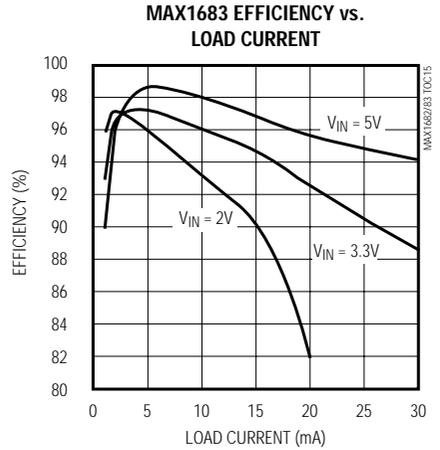
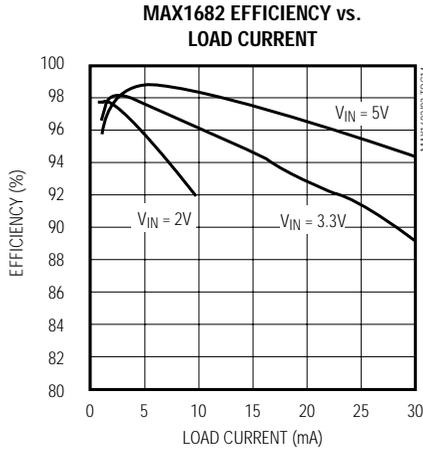
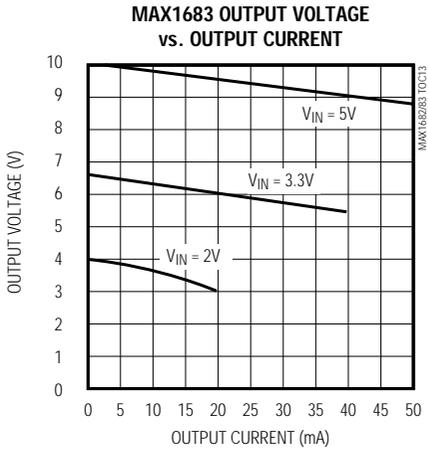
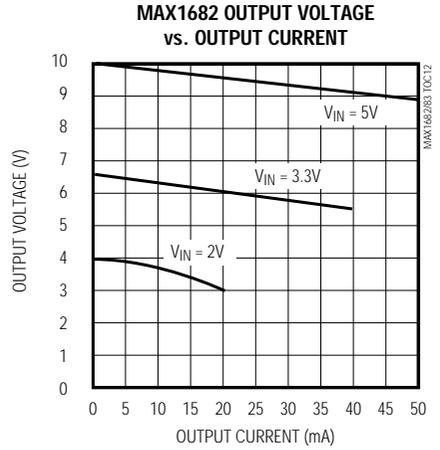
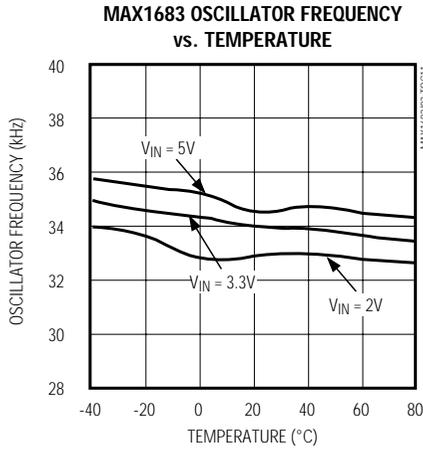
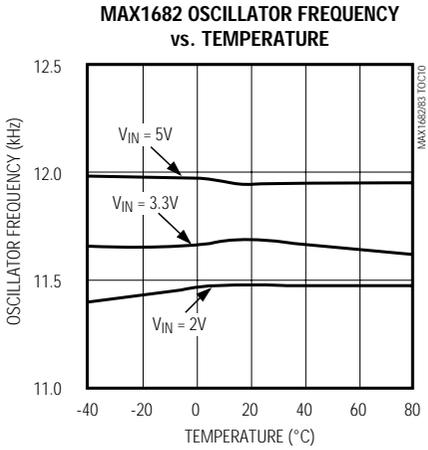


# スイッチドキャパシタ電圧ダブラ

MAX1682/MAX1683

## 標準動作特性(続き)

(Typical Operating Circuit,  $V_{IN} = +5V$ ,  $C1 = C2 = 10\mu F$  for the MAX1682 and  $3.3\mu F$  for the MAX1683,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)



## 端子説明

端子	名称	機能
1	GND	グラウンド
2	OUT	2倍の出力電圧。C2はOUTとGND間に接続してください。
3	C1-	フライングコンデンサの負端子
4	IN	入力電源
5	C1+	フライングコンデンサの正端子

## 詳細

容量性チャージポンプMAX1682/MAX1683は、入力側に印可した電圧を2倍にします。図1に、理想的な電圧ダブルの簡単な機能図を示します。最初のハーフサイクルでスイッチS1とS2が閉じ、コンデンサC1がV<sub>IN</sub>に充電されます。次のハーフサイクルでは、S1とS2が開き、S3とS4が閉じ、V<sub>IN</sub>の電圧によってC1が上方向にレベルシフトされます。これによってC1が蓄積コンデンサC2に接続され、必要に応じたエネルギーが出力側で取り出せます。但し、スイッチS1~S4には抵抗があり、C2に充電の負荷ドレインが発生するため、実際の電圧は2 x V<sub>IN</sub>よりも多少低くなります。

### チャージポンプ出力

MAX1682/MAX1683には、約20 Ωの有限出力抵抗があります(表2)。負荷電流が増加すると、それに連れてデバイスの出力電圧(V<sub>OUT</sub>)が低下します。この低下は、次に示すように、V<sub>OUT</sub>からの電流に回路の出力インピーダンス(R<sub>S</sub>)を掛けた値と等しくなります。

$$V_{DROOP} = I_{OUT} \times R_S$$

$$V_{OUT} = 2 \times V_{IN} - V_{DROOP}$$

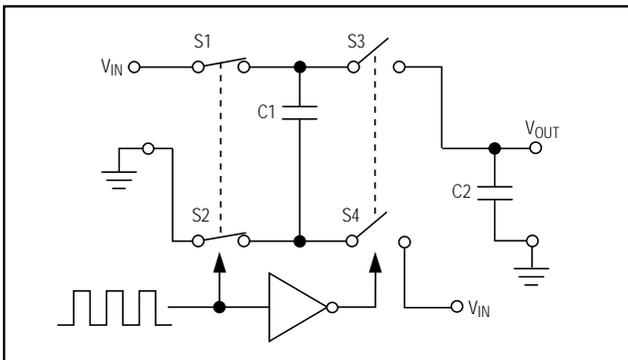


図1. 理想的な電圧ダブルの簡略機能図

### 効率上の留意点

スイッチドキャパシタ電圧コンバータの電力効率に影響する要因には、コンバータICの内部損失、コンデンサの抵抗損失、及びコンデンサ間の充電転送時に発生する変換損失の3つがあります。従って、総合電力損失は次のようになります。

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

内部損失は、スイッチやオシレータの駆動など、ICの内部機能と関係します。これらの損失は、入力電圧、温度及び周波数といった動作条件によって異なります。

他の2つの損失は、電圧コンバータ回路の出力抵抗と関係します。スイッチ損失の原因は、IC内のMOSFETスイッチのオン抵抗です。また、チャージポンプコンデンサの損失の原因はESRです。これらの損失と出力抵抗の関係を次に示します。

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

ここで、f<sub>OSC</sub>はオシレータの周波数を示します。最初の項は、理想的なスイッチドキャパシタ回路からの有効抵抗です。図2a及び図2bを参照してください。

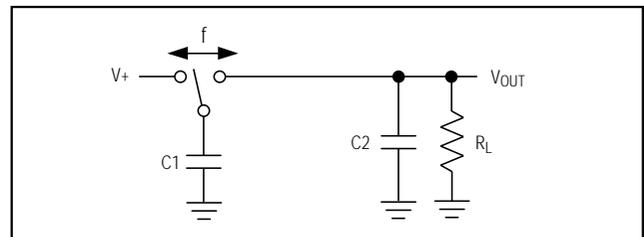


図2a. スwitchドキャパシタのモデル

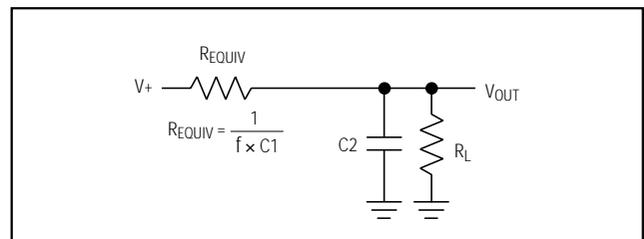


図2b. 等価回路

# スイッチドキャパシタ電圧ダブラ

MAX1682/MAX1683

変換損失は、電圧の異なるC1とC2間で電荷の転送が起るときに発生します。この場合の電力損失は、次のようになります。

$$P_{\text{CONVERSION LOSS}} = \left[ \frac{1}{2}C1 \left( 4V_{\text{IN}}^2 - V_{\text{OUT}}^2 \right) + \frac{1}{2}C2 \left( 2V_{\text{OUT}}V_{\text{RIPPLE}} - V_{\text{RIPPLE}}^2 \right) \right] \times f_{\text{OSC}}$$

ここで、 $V_{\text{RIPPLE}}$ は、出力コンデンサと負荷電流によって決まるピーク間出力電圧リップルです(「出力コンデンサ」参照)。従ってコンデンサの値としては、出力抵抗が小さくなるものを選択してください(「フライングコンデンサ」参照)。

## アプリケーション情報 \_\_\_\_\_

### フライングコンデンサ(C1)

最低の出力抵抗を維持するために、ESRの低いコンデンサを使用してください。表1に、適切なコンデンサのメーカーを示します。「効率上の留意点」で示した $R_{\text{OUT}}$ の式からわかるように、チャージポンプの出力抵抗は、C1及びC2のESRと内部スイッチ抵抗の関数として表現できます。

チャージポンプコンデンサのESRを最小にすると、全体の抵抗も最小になります。表2と表3に、推奨値を示します。

より大きなフライングコンデンサを使用することにより、出力インピーダンスを低減し、効率を向上させることができます(「効率上の留意点」参照)。但し、一定の値を超えると、出力抵抗に対し内部スイッチ抵抗及びコンデンサのESRが支配的になるため、C1の容量を増加してもそれ程効果はありません(「標準動作特性」のOutput Resistance vs. Capacitance参照)。表2に、出力抵抗が低くなる最も望ましいコンデンサ値を示します。スペースに制約がある場合は、出力抵抗の低さよりもコンデンサのサイズを重視しなければならないこともあります。コンデンサがどのように出力抵抗に影響するかを、表3に示します。

### 出力コンデンサ(C2)

出力容量が増加すると出力リップル電圧が低下します。ESRを低下させると出力抵抗とリップルが共に低減します。軽負荷ではより小さな容量値を使用できます。ピーク間リップルの計算には、次式を使用します。

$$V_{\text{RIPPLE}} = I_{\text{OUT}} / (f_{\text{OSC}} \times C2) + 2 \times I_{\text{OUT}} \times \text{ESR}_{\text{C2}}$$

### 入力バイパスコンデンサ

ACインピーダンス及びMAX1682/MAX1683によるスイッチングノイズの影響を低減するには、入力側の電源をバイパスしてください。負荷時の回路には、 $2 \times I_{\text{OUT}}$ の直流が流れます。この場合、 $0.1 \mu\text{F}$ のバイパスコンデンサで十分です。

表1. 推奨コンデンサメーカー

PRODUCTION METHOD	MANUFACTURER	SERIES	PHONE	FAX
Surface-Mount Tantalum	AVX	TPS	803-946-0690	803-448-2170
	Matsuo	267	714-969-2491	714-960-6492
	Sprague	593D, 595D	603-224-1961	603-224-1430
Surface-Mount Ceramic	AVX	X7R	803-946-0590	803-626-3123
	Matsuo	X7R	714-969-2491	714-960-6492

表2. 低出力抵抗用の推奨コンデンサ値

PART	FREQUENCY (kHz)	CAPACITOR VALUE ( $\mu\text{F}$ )	TYPICAL $R_{\text{OUT}}$ ( $\Omega$ )
MAX1682	12	10	20
MAX1683	35	3.3	20

表3. 最小サイズ用の推奨コンデンサ値

PART	FREQUENCY (kHz)	CAPACITOR VALUE ( $\mu\text{F}$ )	TYPICAL $R_{\text{OUT}}$ ( $\Omega$ )
MAX1682	12	3.3	35
MAX1683	35	1	35

# スイッチドキャパシタ電圧ダブル

## 素子のカスケード接続

素子をカスケード接続することにより、さらに大きな電圧が得られます(図3)。無負荷時の出力電圧は、公称  $(n + 1) \times V_{IN}$  となっています( $n$ : 使用する電圧ダブルの数)。この電圧は、最初のデバイスの出力抵抗に2番めのデバイスの自己消費電流を掛算した値だけ減少します。素子をカスケード接続すると、出力抵抗が増加します。例えば、2段ダブルを使用した場合の出力抵抗は、 $R_{OUT} = 2 \times R_{OUT1} + R_{OUT2}$ として概算できます。ここで、 $R_{OUT1}$ は1段めの出力抵抗を、 $R_{OUT2}$ は2段めの出力抵抗を示します。2段構成の電圧ダブルの典型的な値は、60Wです( $C1$ の値は、MAX1682が10 $\mu$ F、MAX1683が3.3 $\mu$ F)。 $C1$ に同じ値を適用した時の $n$ 段では、 $R_{OUT} = (2^n - 1) \times R_{OUT1}$ になります。

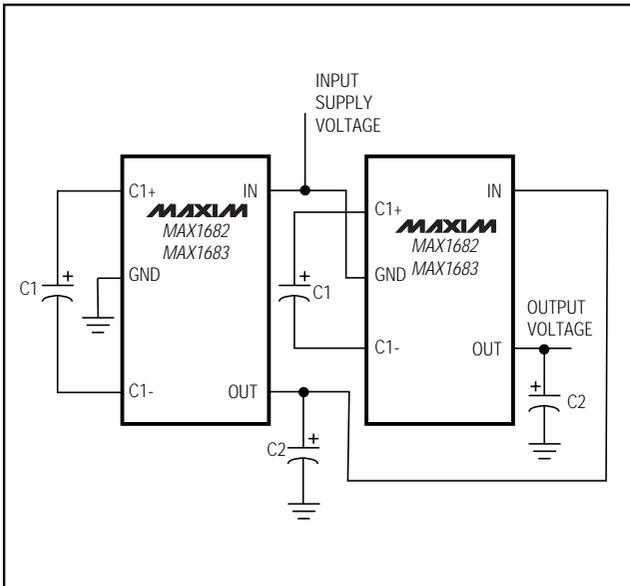


図3. 素子のカスケード接続

## 素子の並列接続

複数のMAX1682又はMAX1683を並列に接続すると、出力抵抗が低下します。この場合、各素子には専用のポンプコンデンサ( $C1$ )が必要ですが、蓄積コンデンサ( $C2$ )を使用することにより、素子全部に適用できます(図4)。 $C2$ の値は $n$ 倍してください( $n$ : 並列に接続した素子の数)。図4に出力抵抗の計算式を示します。

## レイアウト及びグランド

レイアウトは、優れたノイズ性能を得るための重要な要因です。優れたレイアウトを保証するには、全てのコンポーネントを互いにできるだけ近くに配置し、トレースを短くして寄生インダクタンスと容量を最小にし、グランドプレーンを使用してください。

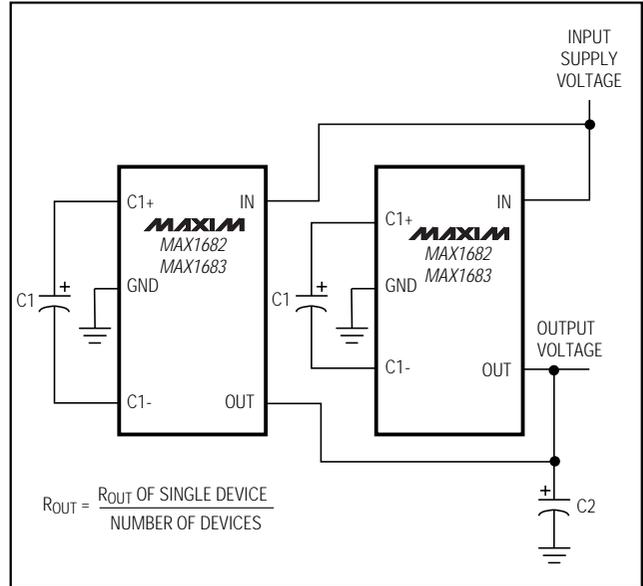


図4. 素子の並列接続

# スイッチドキャパシタ電圧ダブラ

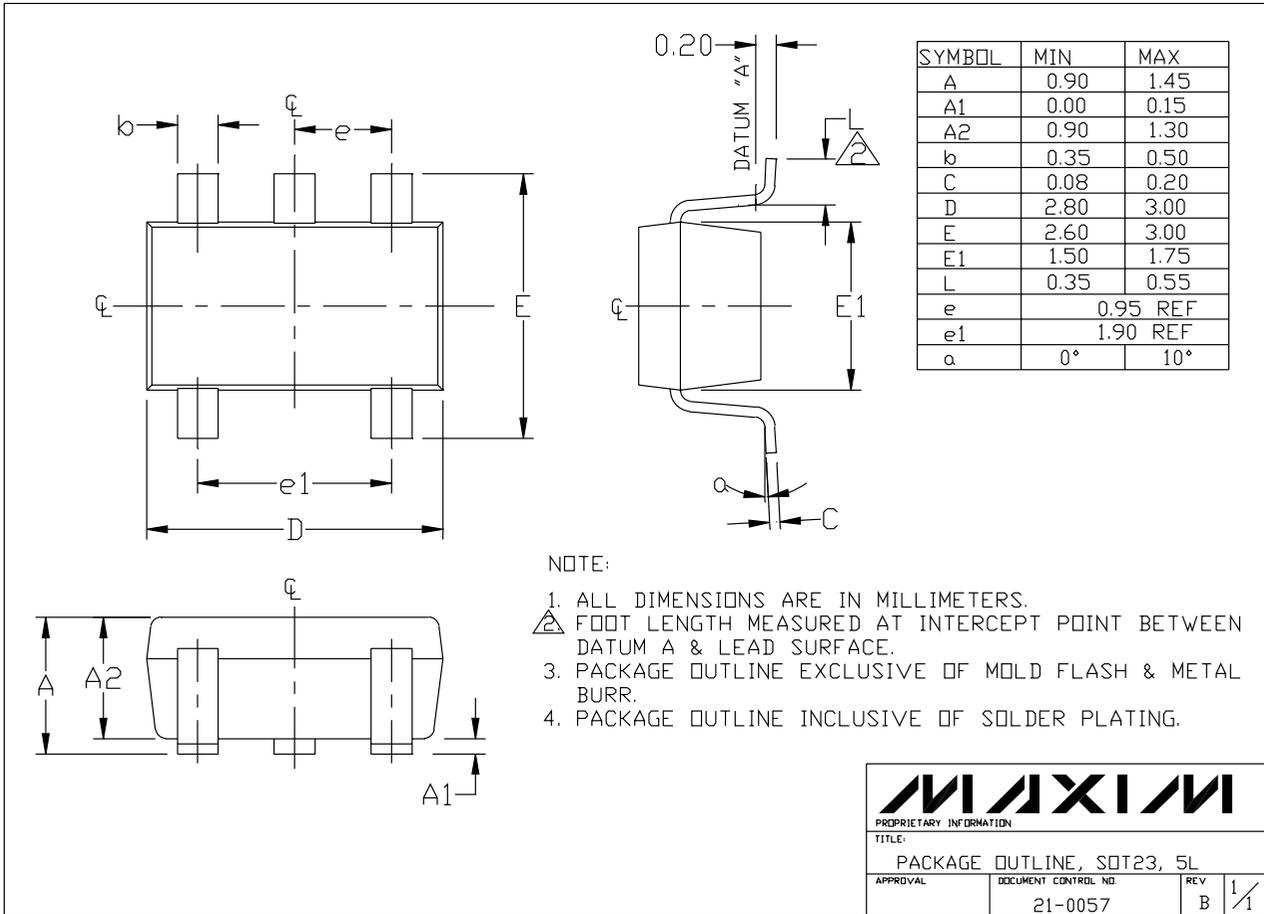
MAX1682/MAX1683

## チップ情報 \_\_\_\_\_

TRANSISTOR COUNT: 97

SUBSTRATE CONNECTED TO OUT

## パッケージ \_\_\_\_\_



SOT23EP5

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。

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

© 1998 Maxim Integrated Products

**MAXIM** is a registered trademark of Maxim Integrated Products.