

# 5V/3.3V/3V/可変出力、高効率 低消費、ステップアップダウンDC-DCコントローラ

## 概要

MAX649/MAX651/MAX652は3桁に及ぶ広範囲な負荷電流範囲において高効率を実現した、BiCMOSのステップダウンDC-DCコントローラです。独自の電流制限によるパルス周波数変調(PFM)制御方式により、パルス幅変調(PWM)での重負荷時における高効率の特長と、100 $\mu$ A(PWMでは2mA~10mA)の低消費電流の特徴を兼ね備えています。このため、10mA~2.5Aの広負荷電流範囲において高効率が得られます。

これらの製品は、小形の外付け部品で動作します。またスイッチング周波数(最大300kHz)が高いため、直径9mm以下の表面タイプのコイルが使用できます。

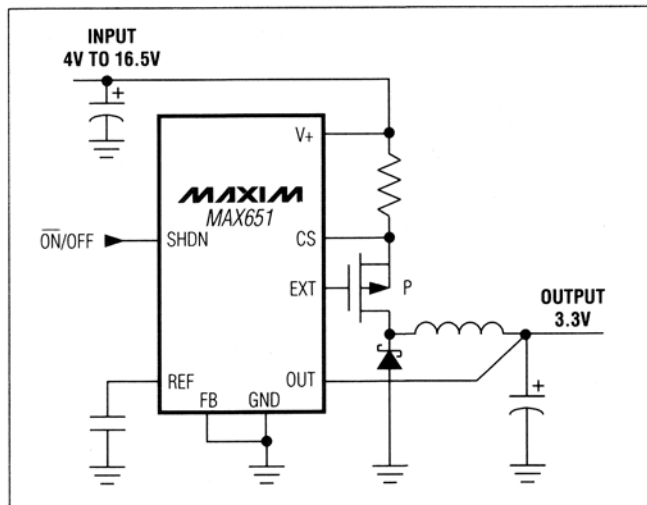
MAX649/MAX651/MAX652は、1V以下の低ドロップアウト電圧を備え、16.5Vまでの入力電圧を許容できます。出力電圧は、5V(MAX649)、3.3V(MAX651)、3V(MAX651)に内部設定されています。また2個の抵抗を用いることで、1.5V~入力電圧までの任意の電圧に設定することもできます。

これらのステップダウンコントローラは、外付のチャンネルMOSFETを駆動し、10W以上の電力を供給できます。もし必要とする電力がより小さい場合には、FETを内蔵した225mAまでの負荷電流が供給可能な、MAX639/MAX640/MAX653ステップダウンコンバータを使用して下さい。

## アプリケーション

5Vから3.3VへのグリーンPC  
高効率ステップダウンレギュレータ  
最少部品点数のDC-DCコンバータ  
バッテリー駆動機器

## 標準動作回路



## 特長

- ◆ 効率：90%以上(10mA~1.5A負荷)
- ◆ 12.5W以上の出力電力
- ◆ 自己消費電流：100 $\mu$ A Max
- ◆ シャットダウン電流：5 $\mu$  Max
- ◆ 1.0V以下のドロップアウト電圧
- ◆ 最大入力電圧：16.5V
- ◆ 出力電圧：5V(MAX649)、3.3V(MAX651)、3V(MAX652)又は可変
- ◆ 電流制限による制御方式
- ◆ 300kHzまでのスイッチング周波数

## 型番

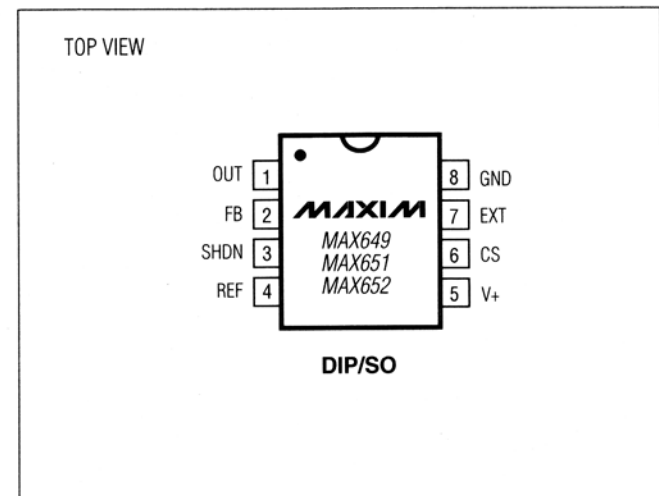
PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX649CPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
MAX649CSA	0°C to +70°C	8 SO
MAX649C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX649EPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
MAX649ESA	-40°C to +85°C	8 SO
MAX649MJA	-55°C to +125°C	8 CERDIP**

Ordering Information continued at end of data sheet.

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

\*\*Contact factory for availability and processing to MIL-STD-883.

## ピン配置



# 5V/3.3V/3V/可変出力、高効率 低消費、ステップアップダウンDC-DCコントローラ

MAX649/MAX651/MAX652

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply Voltage, V+ to GND.....-0.3V, +17V  
 REF, SHDN, FB, CS, EXT, OUT.....-0.3V, (V+ + 0.3V)  
 Continuous Power Dissipation (T<sub>A</sub> = +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  
 MAX649C\_A, MAX65\_C\_A .....0°C to +70°C  
 MAX649E\_A, MAX65\_E\_A .....-40°C to +85°C  
 MAX649MJA, MAX65\_MJA .....-55°C to +125°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+ = 5V, T<sub>A</sub> = T<sub>MIN</sub> to T<sub>MAX</sub>, unless otherwise noted. Typical values are at T<sub>A</sub> = +25°C.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
V+ Input Voltage Range	V+			4.0		16.5	V
Supply Current	I <sub>Q</sub>	V+ = 16.5V, SHDN ≤ 0.4V (operating, switch off)			80	100	μA
		V+ = 16.5V, SHDN ≥ 1.6V (shutdown)			4		
		V+ = 10V, SHDN ≥ 1.6V (shutdown)			2	5	
FB Trip Point		MAX649C, MAX65_C		1.470	1.5	1.530	V
		MAX649E, MAX65_E		1.4625	1.5	1.5375	
		MAX649M, MAX65_M		1.455	1.5	1.545	
FB Input Current	I <sub>FB</sub>	MAX649C, MAX65_C				±50	nA
		MAX649E, MAX65_E				±70	
		MAX649M, MAX65_M				±90	
Output Voltage	V <sub>OUT</sub>	Circuit of Figure 1	MAX649, V+ = 6V to 16.5V	4.80	5.0	5.20	V
			MAX651, V+ = 4V to 16.5V	3.17	3.3	3.43	
			MAX652, V+ = 4V to 16.5V	2.88	3.0	3.12	
Reference Voltage	V <sub>REF</sub>	MAX649C, MAX65_C, I <sub>REF</sub> = 0		1.470	1.5	1.530	V
		MAX649E, MAX65_E, I <sub>REF</sub> = 0		1.4625	1.5	1.5375	
		MAX649M, MAX65_M, I <sub>REF</sub> = 0		1.455	1.5	1.545	
REF Load Regulation		0 ≤ I <sub>REF</sub> ≤ 100μA, sourcing only	MAX649C/E, MAX65_C/E		4	10	mV
			MAX649M, MAX65_M		4	15	
REF Line Regulation		4V ≤ V+ ≤ 16.5V			40	100	μV/V
Output Voltage Line Regulation		Circuit of Figure 1	MAX649, 6V ≤ V+ ≤ 16V, I <sub>LOAD</sub> = 1A		2.6		mV/V
			MAX651, 4.5V ≤ V+ ≤ 16V, I <sub>LOAD</sub> = 1A		1.7		
			MAX652, 4V ≤ V+ ≤ 16V, I <sub>LOAD</sub> = 1A		1.9		

# 5V/3.3V/3V/可変出力、高効率 低消費、ステップアップダウンDC-DCコントローラ

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(V+ = 5V, TA = TMIN to TMAX, unless otherwise noted. Typical values are at TA = +25°C.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Output Voltage Load Regulation		Circuit of Figure 1	MAX649, $0 \leq I_{LOAD} \leq 1.5A$ , $V_{IN} = 10V$		-47		mV/A
			MAX651, $0 \leq I_{LOAD} \leq 1.5A$ , $V_{IN} = 5V$		-45		
			MAX652, $0 \leq I_{LOAD} \leq 1.5A$ , $V_{IN} = 5V$		-45		
Efficiency		Circuit of Figure 1	MAX649, $V_+ = 10V$ , $I_{LOAD} = 1A$		92		%
			MAX651, $V_+ = 5V$ , $I_{LOAD} = 1A$		89		
			MAX652, $V_+ = 5V$ , $I_{LOAD} = 1A$		88		
SHDN Input Current		$V_+ = 16.5V$ , SHDN = 0V or V+			1	$\mu A$	
SHDN Input Voltage High	V <sub>IH</sub>	$4V \leq V_+ \leq 16.5V$	1.6			V	
SHDN Input Voltage Low	V <sub>IL</sub>	$4V \leq V_+ \leq 16.5V$			0.4	V	
Current-Limit Trip Level (V+ to CS)	V <sub>CS</sub>	$4V \leq V_+ \leq 16.5V$	MAX649C/E, MAX65_C/E	180	210	240	mV
			MAX649M, MAX65_M	160	210	260	
CS Input Current		$4V \leq V_+ \leq 16.5V$			$\pm 1$	$\mu A$	
Switch Maximum On-Time	t <sub>ON</sub> (max)	$V_+ = 12V$	12	16	20	$\mu s$	
Switch Minimum Off-Time	t <sub>OFF</sub> (min)	$V_+ = 12V$	1.8	2.3	2.8	$\mu s$	
EXT Rise Time		C <sub>EXT</sub> = 0.001 $\mu F$ , $V_+ = 12V$		50		ns	
EXT Fall Time		C <sub>EXT</sub> = 0.001 $\mu F$ , $V_+ = 12V$		50		ns	

**MAX649/MAX651/MAX652**

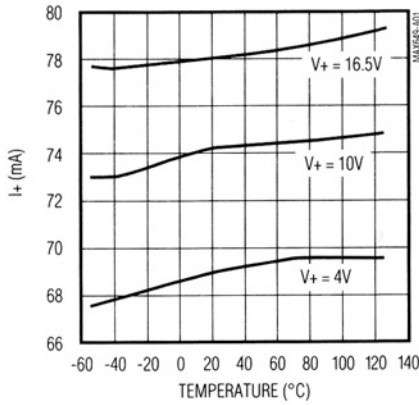
# 5V/3.3V/3V/可変出力、高効率 低消費、ステップアップダウンDC-DCコントローラ

## 標準動作特性

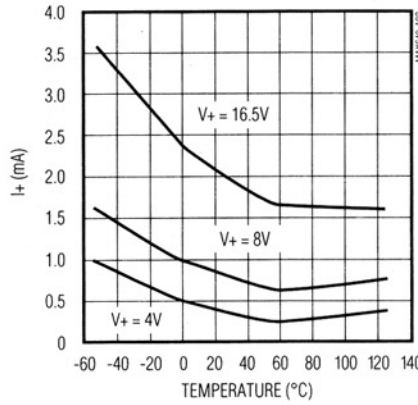
( $T_A = +25^\circ\text{C}$ , unless otherwise noted.)

MAX649/MAX651/MAX652

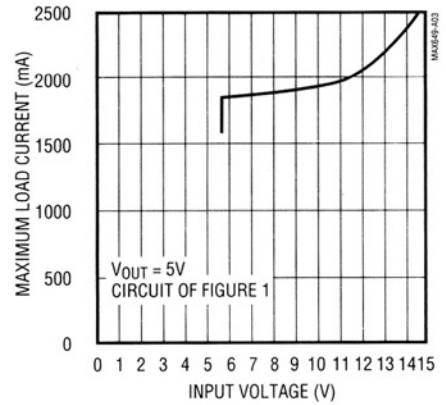
**SUPPLY CURRENT vs. TEMPERATURE**



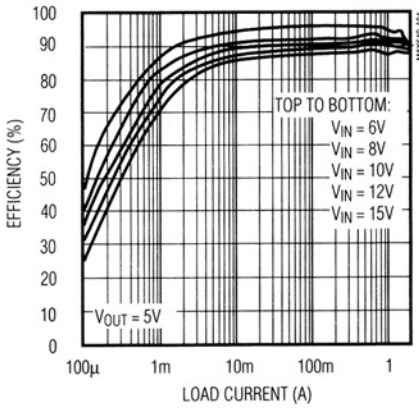
**SHUTDOWN CURRENT vs. TEMPERATURE**



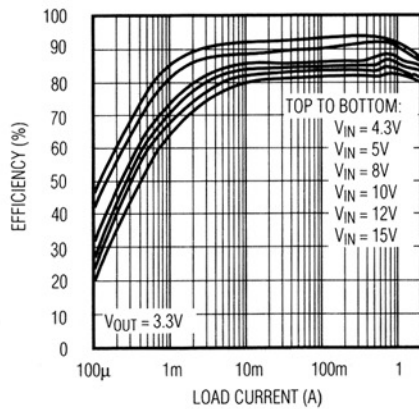
**MAX649 MAXIMUM LOAD CURRENT vs. SUPPLY VOLTAGE**



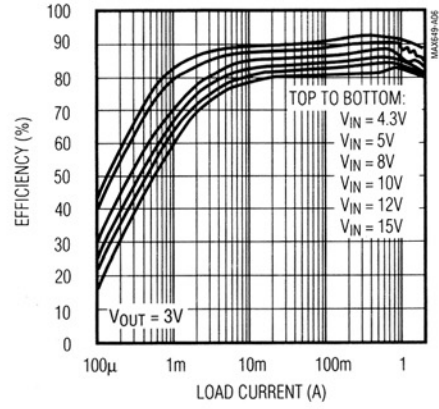
**MAX649 EFFICIENCY vs. LOAD CURRENT**



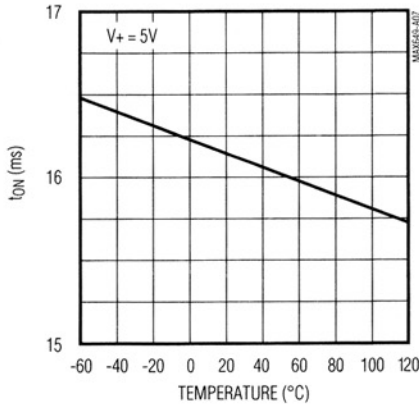
**MAX651 EFFICIENCY vs. LOAD CURRENT**



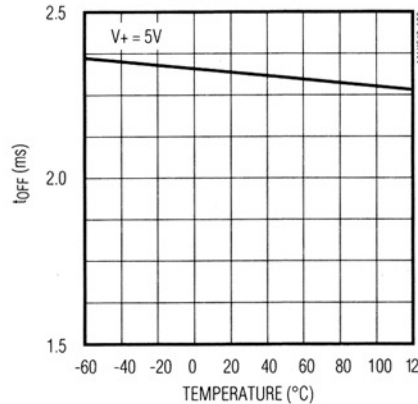
**MAX652 EFFICIENCY vs. LOAD CURRENT**



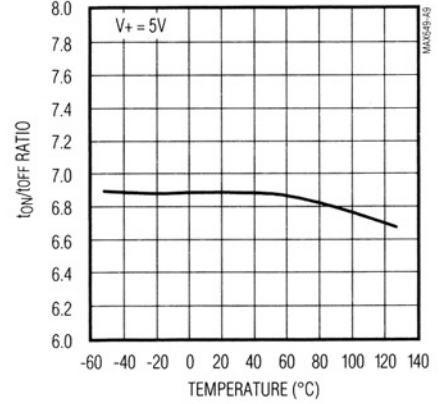
**SWITCH ON-TIME vs. TEMPERATURE**



**SWITCH OFF-TIME vs. TEMPERATURE**



**SWITCH ON-TIME/OFF-TIME RATIO vs. TEMPERATURE**



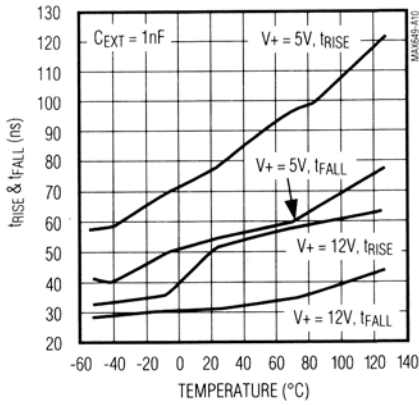
# 5V/3.3V/3V/可変出力、高効率 低消費、ステップアップダウンDC-DCコントローラ

MAX649/MAX651/MAX652

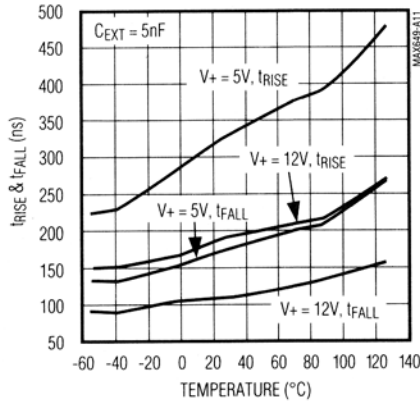
## 標準動作特性(続き)

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

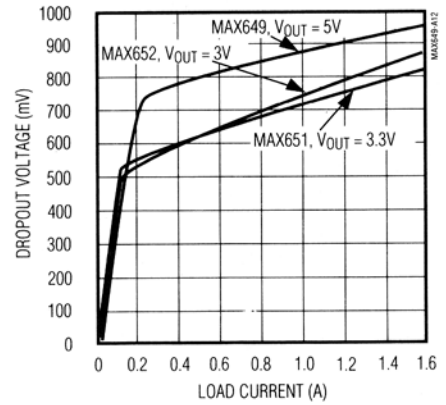
**EXT RISE AND FALL TIMES  
vs. TEMPERATURE (1nF)**



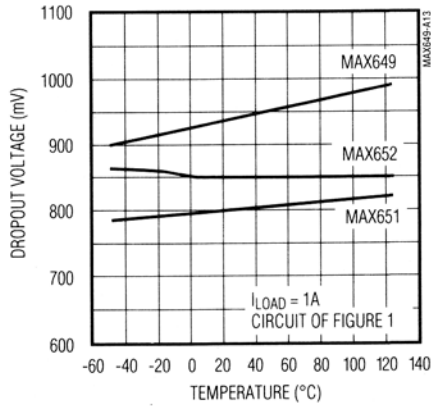
**EXT RISE AND FALL TIMES  
vs. TEMPERATURE (5nF)**



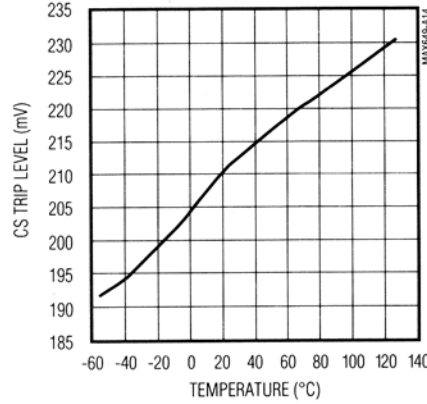
**DROPOUT VOLTAGE  
vs. LOAD CURRENT**



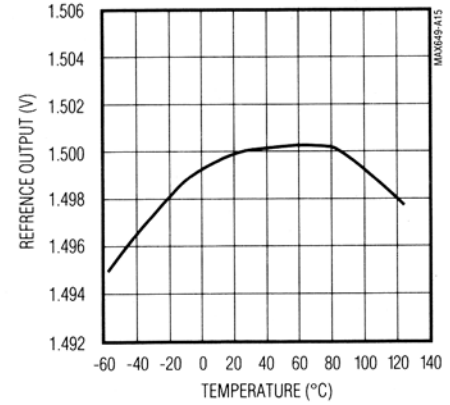
**DROPOUT VOLTAGE  
vs. TEMPERATURE**



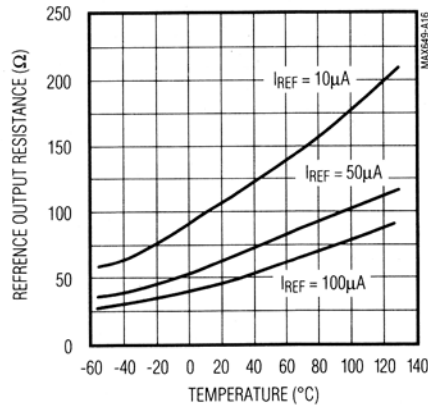
**CS TRIP LEVEL  
vs. TEMPERATURE**



**REFERENCE OUTPUT VOLTAGE  
vs. TEMPERATURE**



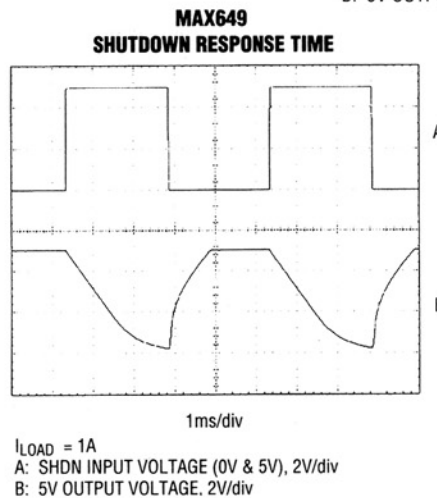
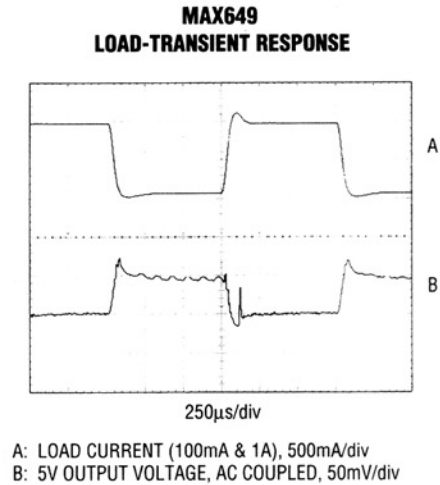
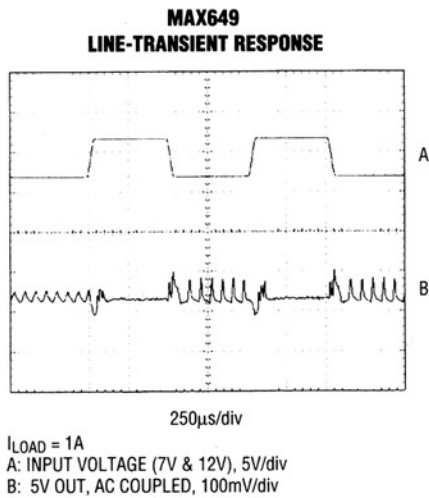
**REFERENCE OUTPUT RESISTANCE  
vs. TEMPERATURE**



# 5V/3.3V/3V/可変出力、高効率 低消費、ステップアップダウンDC-DCコントローラ

MAX649/MAX651/MAX652

## 標準動作特性(続き)



## 端子説明

端子	名称	機能
1	OUT	5V、3.3V、又は3V固定出力動作のための検入出力。内部では電圧分圧器に接続されています。回路の出力に接続しますが、電流を供給しません。
2	FB	フィードバック入力。固定出力電圧動作ではグラウンドに接続します。可変出力動作では、OUT、FB及びGND間に抵抗分圧器を接続します。「出力電圧の設定」の項を参照。
3	SHDN	アクティブハイのTTL/CMOSロジックレベル入力。ハイの時、シャットダウンします。シャットダウンモードでは、リファレンス及び外付けMOSFETはオフになり、OUTは0Vになります。通常動作では、GNDに接続します。
4	REF	1.5Vのリファレンス出力で、100µAのソースが可能。0.1µFでバイパスします。
5	V+	正の電源電圧入力
6	CS	電流検入出力。電流検出抵抗をV+とCS間に接続します。この検出抵抗の電圧が電流制限トリップレベルと等しくなった時に、外付けMOSFETはターンオフします。
7	EXT	外付けPチャンネルMOSFETのゲート駆動。EXTはV+とGND間の電圧でスイングします。
8	GND	グラウンド

# 5V/3.3V/3V/可変出力、高効率 低消費、ステップアップダウンDC-DCコントローラ

MAX649/MAX651/MAX652

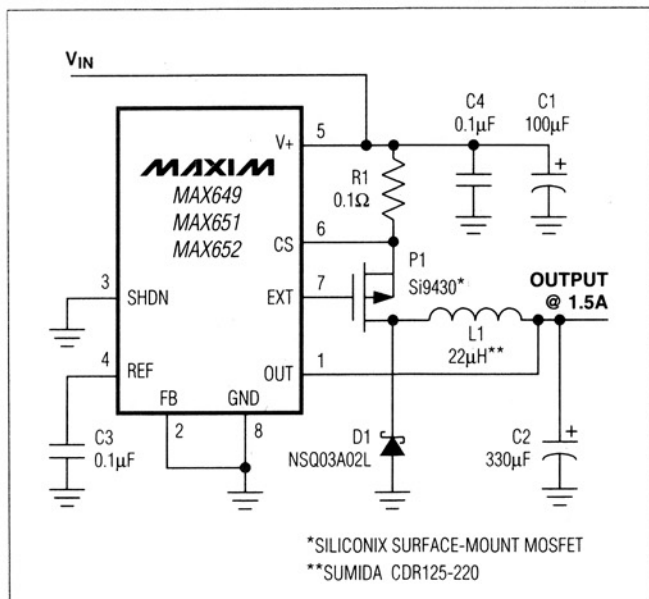


図1. テスト回路

## 詳細

MAX649/MAX651/MAX652はBiCMOS、ステップダウンのスイッチモード電源コントローラで、それぞれ5V、3.3V、3Vの固定出力を供給します。独自の制御方式は、パルス周波数変調での特長(低消費電流)とパルス幅変調での特長(重負荷時における高効率)を兼ね備えています。外付けのPチャンネルパワーMOSFETにより、ピーク電流を3A以上にでき、従来のPFM製品に比べて出力電流能力を大幅に増加することができます。図2にブロック図を示します。

MAX649/MAX651/MAX652は、従来の製品に比べて3点の改善を行なっています。

- 1) コンバータは、300kHzのスイッチング周波数により、小形表面実装インダクタ(直径9mm以下)で動作。
- 2) 電流制限によるPFM制御方式により、広範囲の負荷電流(1.0mA～1.5A)において90%以上の高効率を実現。
- 3) 最大自己消費電流が僅か100µA以下。

## パルス周波数変調制御方式

MAX649/MAX651/MAX652は、独自の電流制限によるPFM制御方式を採用しています。一般的なPFMコンバータと同じ様に、電圧コンパレータが出力電圧の低下を検出した時、外付けのパワーをMOSFETターンオンします。しかしながら、一般的なコンバータとは異なり、スイッチングは電流制限、及び最大オンタイム(16µs)と最低

オフタイム(2.3µs)を設定する2つのワンショットの組合せにより制御されます。いったんオフすると、最低オフタイムのワンショットによりスイッチを2.3µsの期間オフ状態にします。この最低オフタイム後、スイッチは、1)出力が安定化状態の場合にはオフ、又は2)出力が低下している場合には再度オンとなります。

MAX649/MAX651/MAX652は、ピーク電流を制限することで、連続コンダクションモードで動作させることができ、重負荷時においても高効率を維持することができます(図3a)。電流制限機能は、制御回路での主な特長となっています。いったんオンすると、スイッチは、1)最大オンタイムのワンショットがオフされるまで(16µs後)、又は2)電流制限に達するまで、オン状態を保ちます。

軽負荷での効率を改善するために、最初の2つのパルスの電流制限はピーク電流制限の半分に設定されます。これらのパルスにより、出力電圧が安定化状態になる場合には、電圧コンパレータはMOSFETをオフ状態に維持し、電流制限はピークの半分に維持されます。出力電圧が2つのパルス後に安定化状態に達しない場合には、次のパルスからの電流制限がピーク値に増加されます(図3a)。電流制限トリップレベル(「Electrical, Characteristics」参照)を電流検出抵抗値で割ることで、ピーク電流制限を求めてください。

## シャットダウンモード

SHDNがハイの時、MAX649/MAX651/MAX652はシャットダウンモードに入ります。このモードでは、内部のバイアス回路(リファレンスを含む)はターンオフされ、消費電流は5µA以下に低下します。EXTはハイになり、外付けMOSFETをターンオフします。SHDNはTTL/CMOSロジックレベルの入力です。通常動作ではSHDNをGNDに接続します。

## 自己消費電流

通常動作時での自己消費電流は100µA以下です。しかしこの電流は外付けトランジスタスイッチを強制的にオフすることで測定されています。実際の回路では、無負荷時においても、外付けフィードバック抵抗(もし使用する場合のみ)に流れる電流、ダイオードとコンデンサのリーク電流が追加されます。図1の回路において、V+が5Vで出力が3.3Vの場合には、自己消費電流は90µAです。

## EXTの駆動電圧範囲

EXTはV+とGND間の電圧でスイングし、外付けPチャンネルパワーMOSFETの駆動電圧を出力します。

# 5V/3.3V/3V/可変出力、高効率 低消費、ステップアップダウンDC-DCコントローラ

MAX649/MAX651/MAX652

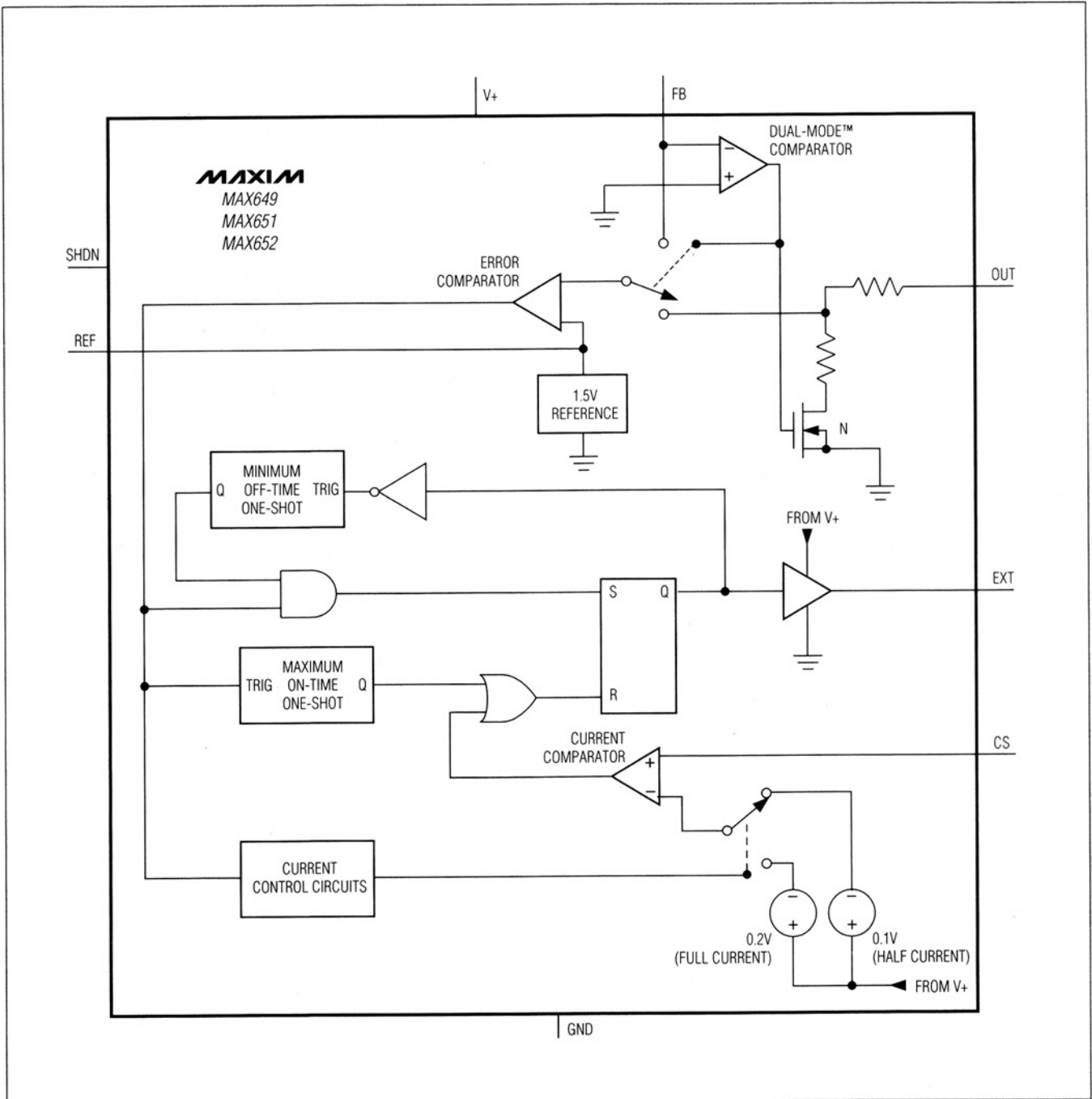


図2. ブロックダイアグラム



# 5V/3.3V/3V/可変出力、高効率 低消費、ステップアップダウンDC-DCコントローラ

MAX649/MAX651/MAX652

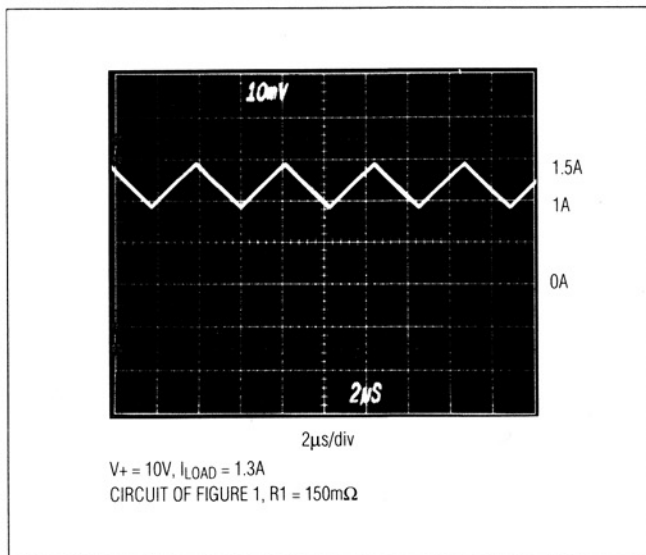


図3a. MAX649の連続コンダクションモードでの重負荷時の波形 (500mA/div)

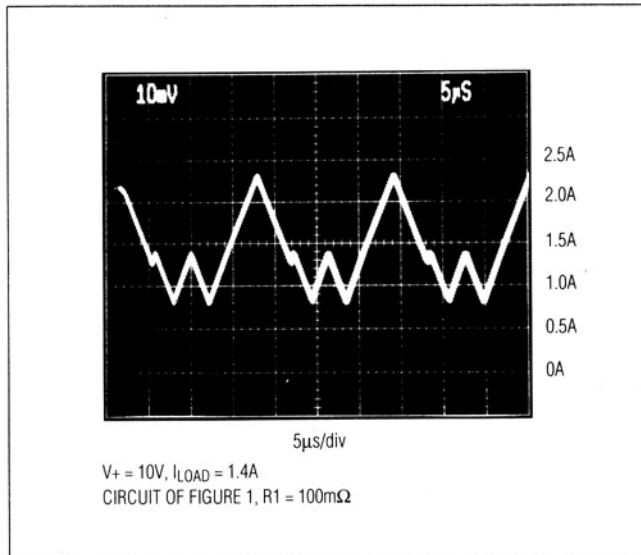


図3b. MAX649の軽負荷時/中負荷時の波形 (500mA/div)

## 動作モード

高出力電流を供給時には、MAX649/MAX651/MAX652は連続コンダクションモード(CCM)で動作します。このモードでは、電流は常にインダクタ内を流れ、制御回路はスイッチのデューティサイクルを制御することで、スイッチの電流能力を超えない範囲でレギュレーションを維持します(図3a)。これにより、素晴らしい負荷過度応答及び高効率を提供します。

断続コンダクションモード(DCM)では、インダクタ電流はゼロからスタートし、ピーク電流まで増加し、そしてゼロに低下します。効率は優れていますが、出力リップルが多少増加し、スイッチング波形にリングングが生じます(インダクタの自己共振周波数)。このリングングは、予想されるもので動作上問題ありません。

## ドロップアウト

MAX649/MAX651/MAX652は、入力電圧(V+)が低下し、出力が最低出力電圧規格(「Electrical, Characteristics」参照)以下に低下した場合に、ドロップアウト状態になります。ドロップアウト電圧は、この状態での入出力間の電圧差を示します。ドロップアウト電圧対負荷電流、ドロップアウト電圧対温度については、「標準動作特性」のグラフを参照して下さい。

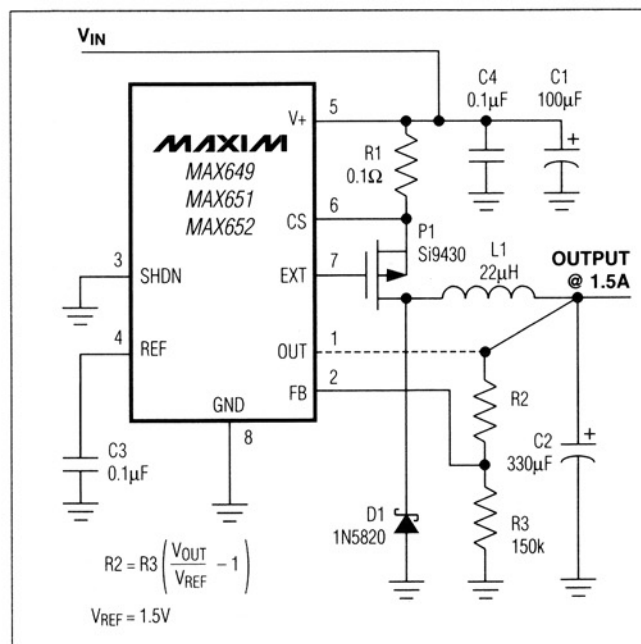


図4. 可変出力動作

# 5V/3.3V/3V/可変出力、高効率 低消費、ステップアップダウンDC-DCコントローラ

MAX649/MAX651/MAX652

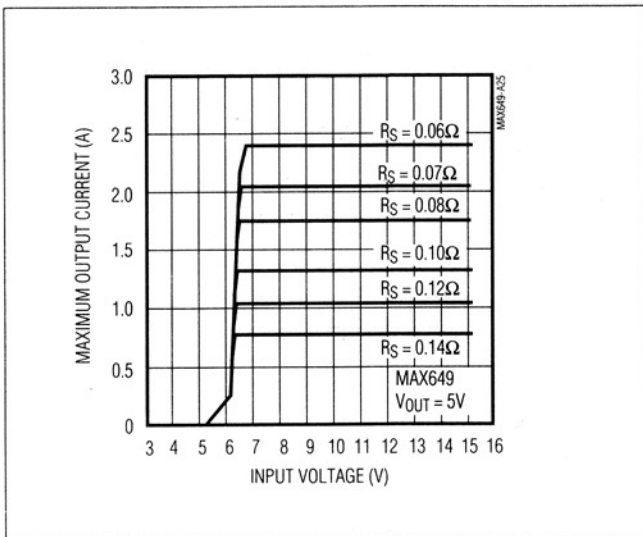


図5a. MAX649の電流検出抵抗

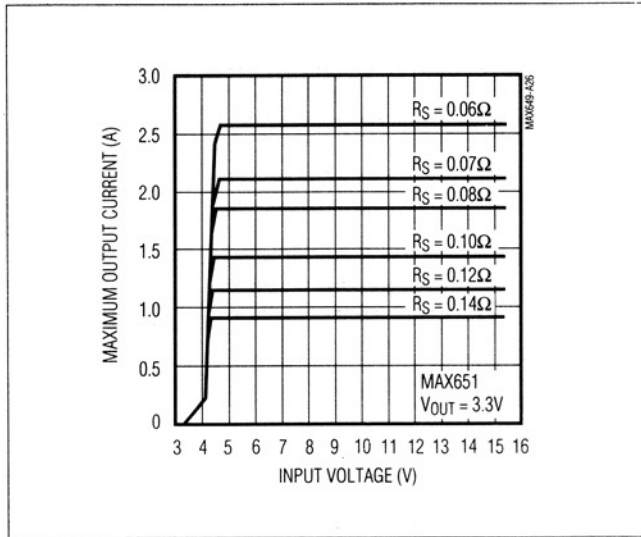


図5b. MAX651の電流検出抵抗

## 設計手順

### 出力電圧設定

MAX649/MAX651/MAX652の出力電圧は、5V、3.3V、3Vにそれぞれ設定されています。固定出力動作ではFBをGNDに接続します。出力電圧は図4に示すように、外付け抵抗R2とR3を用いることで、1.5V～入力電圧の範囲で可変することも可能です。可変出力動作では、R3の抵抗値は150kΩが推奨されます。150kΩの抵抗は、余分な電力消費を防ぎ、FBピンの寄生容量によって発生するRCディレーを充分防ぐ事ができる適切な値です。R2は次式によって求められます。

$$R2 = R3 \times \left( \frac{V_{OUT}}{V_{REF}} - 1 \right)$$

ここで、 $V_{REF} = 1.5V$ です。

外付け抵抗を用いる場合に、OUTを出力に接続、またはオープンにしても問題ありません。

### 電流検出抵抗の選択

電柱検出抵抗は、ピークスイッチ電流を $210mV/R_{SENSE}$ に制限します。 $R_{SENSE}$ は電柱検出抵抗値で、210mVは電流制限のトリップレベルです(「Electrical Characteristics」参照)。

外付け部品のサイズと価格を最小化し、効率を最大化するために、ピーク電流はできるだけ低く抑えてください。しかしながら、出力電流効力はピーク電流に依存するため、ピーク電流を低くしすぎないようにします。

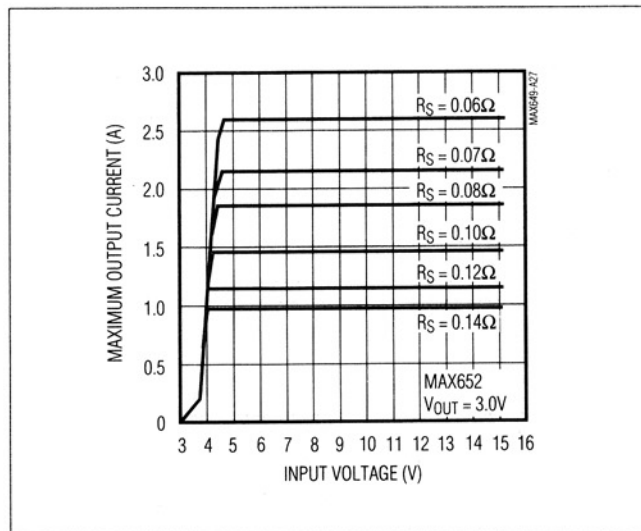


図5c. MAX652の電流検出抵抗

最低入力電圧及び最大負荷電流を決定し、出力電圧によって適切な電流検出抵抗を設定します。図5a、5b、5cのグラフにおいて、最低入力電圧を用いて、十分な出力電流を供給できる最大検出抵抗値を求めます。最悪状態での計算をする必要はありません。これらのグラフは、検出抵抗(±5%)、インダクタ(22μH ±10%)、ダイオードドロップ(0.6V)及びICの電流検出トリップレベルでの最悪値を考慮してあります。外付けMOSFETのオン抵抗は、 $V_{GS} = -4.5V$ で0.13Ωとしています。

# 5V/3.3V/3V/可変出力、高効率 低消費、ステップアップダウンDC-DCコントローラ

MAX649/MAX651/MAX652

標準的な巻線抵抗や金属皮膜抵抗は高いインダクタンスを持つため、特性が劣化することがあります。表面実装(チップ)抵抗は、インダクタンス分が低いため、電流検出抵抗の使用に適しています。IRC社のワイヤ抵抗は、スリーホルムのアプリケーションに適しています。この抵抗は、U型の金属バンドを使用しているため、インダクタンス分は10nH以下と低く(金属皮膜抵抗よりも低い)、抵抗値は5mΩ~0.1Ωです(表1参照)。

## インダクタンスの設定

実際のインダクタ値の範囲は10μH~50μHです。次の条件下では、回路は断絶モードで動作します。

$$V_+ \leq \frac{V_{\text{OUT}} \times (R + 1)}{R} + \frac{V_D}{R} + V_{\text{SW}}$$

Rはスイッチのオンタイム/オフタイムの比で6.7です。V<sub>D</sub>はダイオードのドロップ、V<sub>SW</sub>はPチャネルFETの電圧ドロップです。断絶モードで全出力電流能力を得るためには、次式で求められたL値より小さいインダクタを用います。

$$L(\text{max}) = \frac{R_{\text{SENSE}} \times 12 \mu\text{s} \times (V_+ - V_{\text{SW}} - V_{\text{OUT}})}{V_{\text{CS}}}$$

ここで、V<sub>CS</sub>は電流検出電圧です。

連続及び断絶の両モードでは、インダクタの下限値が重要になります。インダクタ値が小さい場合には、電流は高速で立ち上がるため、電流制限コンパレータの対応が取れなくなり、所定のピーク電流制限オーバershootしてしまいます。これにより、効率が若干低下し、そして重要なことは、外付け部品の電流定格を超えてしまうことです。最小インダクタ値を次式を用いて計算します。

$$L(\text{min}) = \frac{(V_+(\text{max}) - V_{\text{SW}} - V_{\text{OUT}}) \times 0.3 \mu\text{s}}{\Delta I \times I_{\text{LIM}}(\text{min})}$$

ここで、ΔIはインダクタ電流のオーバershootのパーセント、I<sub>LIM</sub> = V<sub>CS</sub>/R<sub>SENSE</sub>、0.3μsはコンパレータがスイッチする際に必要な時間です。10%のオーバershootでは一般的に問題になりません。インダクタがこの最小値以上で、上記の最大値を超えない場合には、オーバershootにより出力リップルが増加します。より大きな場合には、物理的に大きなコイルになってしまいます。

高効率を得るためには、DC抵抗の小さいコイルを用い、0.1V/I<sub>LIM</sub>以下の値が最適です。幅射ノイズを低減するために、トロイダル、ポットコア又はシールドボビンのインダクタを用います。フェライトコア又は同等品を用いたインダクタが推奨されます。インダクタの飽和電流定格を

I<sub>LIM(max)</sub>よりも必ず大きくします。しかしながら、一般的にはインダクタを20%ぐらい過飽和(インダクタ値が公称値よりも20%低下する点)にしても問題ありません。図1のピーク電流は、1.5A出力に対し2.35Aです。この回路で使用しているインダクタは、2.2A(ワースケース)で10%低下します。インダクタメーカーの資料によると、インダクタンス値は3.1Aで標準的に20%ぐらい低下します。若干規格を満たさないインダクタを使用することで、僅かな効率への影響のみで、サイズとコストを低減することができます。MAX649/MAX651/MAX652の電流制限により、規格を満足していないインダクタの高電流時での低インダクタンスを防ぐことができます。

表1にインダクタのタイプ及びメーカーを示してあります。表に示した表面実装インダクタでの効率は、より大型のスルーホールタイプとほぼ同じぐらいです。

## ダイオードの選択

MAX649/MAX651/MAX652のスイッチング周波数が高いため、高速の整流器が必要です(スイッチングレギュレータ回路で使用された場合には一般的にキャッチダイオードと呼ばれます)。ショットキダイオードの1N5817(20V/1A)、1N5822ファミリ、又は同等の表面実装品が推奨されます。平均電流定格がI<sub>LIM(max)</sub>以上、電圧定格がV<sub>+</sub>(max)以上のダイオードを選択します。高温度のアプリケーションで、高リーク電流によりショットキダイオードが不十分な場合には、高速のシリコンダイオードを用いてください。高温で重負荷においては、ショットキダイオードの高リーク電流の欠点は、低順方向電圧の利点よりも重要な場合があります。表1にダイオードのタイプ及びメーカーを示してあります。

## 外付けスイッチングトランジスタ

MAX649/MAX651/MAX652はPチャネルMOSFETを駆動できます。パワーMOSFETは、主に入力電圧及びピーク電流によって選択されます。またMOSFETのオン抵抗、ゲートソース間スレッショルド、及びゲート容量も適切に考慮されなければなりません。ドレインソース間及びゲートソース間のブレークダウン電圧定格はV<sub>+</sub>以上にします。全ゲートチャージ規格は通常はあまり厳密ではありませんが、最良の効率を得るために100nC以下にします。MOSFETはピーク電流を扱う能力を備え、また効率を最大化するために低オン抵抗でなければなりません。またオン抵抗は、最低V<sub>GS</sub>電圧、即ちV<sub>+</sub>(min)において低くなければなりません。オン抵抗が電流検出抵抗の50%~100%MOSFETを選択します。標準回路で用いたSi9430は、ドレインソース定格が-20V、オン抵抗

# 5V/3.3V/3V/可変出力、高効率 低消費、ステップアップダウンDC-DCコントローラ

MAX649/MAX651/MAX652

が $V_{GS} = -4.5V$ 、 $2A$ で $0.115\Omega$ です。表1及び表2にスイッチングトランジスタのタイプ及びメーカーを示してあります。

## コンデンサの選択

### 出力フィルタコンデンサ

出力フィルタコンデンサを選択するうえで最も重要なことは、高容量ではなく低ESR(等価直列抵抗)です。充分低いESRを備えた電解コンデンサは、大きな容量を備えています。インダクタ電流の変化と出力フィルタコンデンサのESRの積により、出力電圧での高周波リップル電圧が決定されます。Sprague社の表面実装コンデンサ(595Dシリーズ)、 $330\mu F/10V$ 、 $ESR = 0.15\Omega$ を用いた場合には、 $10V$ から $5V/1A$ へのステップダウンにおいては $40mV$ の出力リップルが発生します。

出力フィルタコンデンサのESRは効率にも影響するため、最良の特性を得るため低ESRコンデンサを使用してください。小型の低ESR表面実装タンタルコンデンサとしては、Sprague社の595Dシリーズがあります。SanyoのOS-CON(有機半導体コンデンサ)、及びNichiconのPLシリーズも大変低いESRを備えています。表1に低ESRコンデンサのメーカーを示してあります。

### 入力コンデンサ

入力コンデンサは、入力電源から流れ出るピーク電流を低減し、またMAX649/MAX651/MAX652のスイッチ

ング動作によって発生する入力電源でのノイズも低減します。入力電源のインピーダンスによって、 $V+$ 入力に必要なコンデンサの容量が決められます。出力フィルタコンデンサと同様に、低ESRコンデンサが推奨されます。 $0.1\mu F$ のセラミックコンデンサを $V+$ とGNDピンの近くに配置し、ICをバイパスします。

### リファレンスコンデンサ

REFを $0.1\mu F$ 又はより大きなコンデンサでバイパスします。REFは $100\mu A$ 以上ソースできます。

### レイアウト

高電流レベルと高速スイッチング波形により輻射ノイズが発生するため、適切なプリント基盤のレイアウトが必要です。キャッチダイオードのアノード入力バイパスコンデンサのグランド端子、及び出力フィルタコンデンサのグランド端子を1つの点に接続して(スターグランド構成)グランドノイズを最小限に抑えます。グランドプレーンが推奨されます。またリード線の長さをできるだけ短くし、浮游容量、配線抵抗、輻射ノイズを低減します。実際には、FB(外付け抵抗分圧器を使用する場合)及びEXTに接続される配線は短くします。 $0.1\mu F$ のバイパス用のセラミックコンデンサを $V+$ とGNDピンのできるだけ近くに配置します。

表1. 外付け部品の選択ガイド

PRODUCTION METHOD	INDUCTORS	CAPACITORS	DIODES	CURRENT-SENSE RESISTORS	MOSFETS
Surface Mount	Sumida CDR125-220 (22 $\mu H$ )  Coiltronics CTX 100 series	Matsuo 267 series  Sprague 595D series	Nihon NSQ series	IRC LRC series	Siliconix Little Foot series  Motorola medium-power surface-mount products
Miniature Through-Hole	Sumida RCH855-220M	Sanyo OS-CON series low-ESR organic semiconductor		IRC OAR series	Motorola
Low-Cost Through-Hole	Renco RL 1284-22	Nichicon PL series low-ESR electrolytics  United Chemi-Con LXF series	Motorola 1N5820, 1N5823		Motorola TMOS power MOSFETs

# 5V/3.3V/3V/可変出力、高効率 低消費、ステップアップダウンDC-DCコントローラ

MAX649/MAX651/MAX652

表2. 部品メーカー

COMPANY		PHONE	FAX
Coiltronics	USA	(407) 241-7876	(407) 241-9339
Harris	USA	(800) 442-7747	(407) 724-3937
International Rectifier	USA	(310) 322-3331	(310) 322-3332
IRC	USA	(704) 264-8861	(704) 264-8866
Matsuo	USA	(714) 969-2491	(714) 960-6492
	Japan	81-6-337-6450	81-6-337-6456
Motorola	USA	(800) 521-6274	(602) 244-4015
Nichicon	USA	(708) 843-7500	(708) 843-2798
	Japan	81-7-5231-8461	81-7-5256-4158
Nihon	USA	(805) 867-2555	(805) 867-2556
	Japan	81-3-3494-7411	81-3-3494-7414
Renco	USA	(516) 586-5566	(516) 586-5562
Sanyo	USA	(619) 661-6835	(619) 661-1055
	Japan	81-7-2070-6306	81-7-2070-1174
Siliconix	USA	(408) 988-8000	(408) 970-3950
Sprague	USA	(603) 224-1961	(603) 224-1430
Sumida	USA	(708) 956-0666	(708) 956-0702
	Japan	81-3-3607-5111	81-3-3607-5144
United Chemi-Con	USA	(714) 255-9500	(714) 255-9400

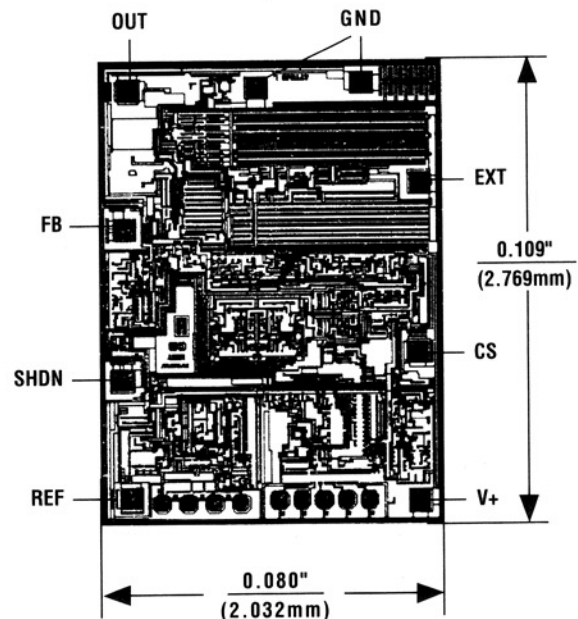
型番(続き)

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX651CPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
MAX651CSA	0°C to +70°C	8 SO
MAX651C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX651EPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
MAX651ESA	-40°C to +85°C	8 SO
MAX651MJA	-55°C to +125°C	8 CERDIP**
MAX652CPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
MAX652CSA	0°C to +70°C	8 SO
MAX652C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX652EPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
MAX652ESA	-40°C to +85°C	8 SO
MAX652MJA	-55°C to +125°C	8 CERDIP**

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

\*\*Contact factory for availability and processing to MIL-STD-883.

チップ構造図



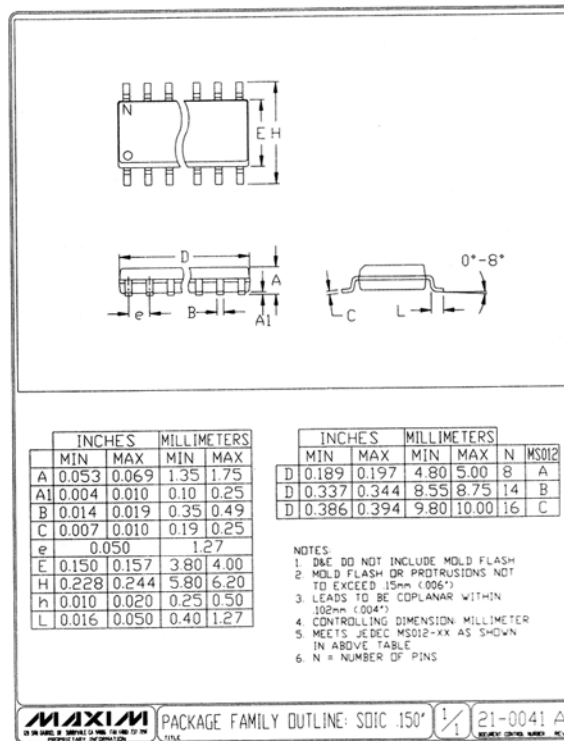
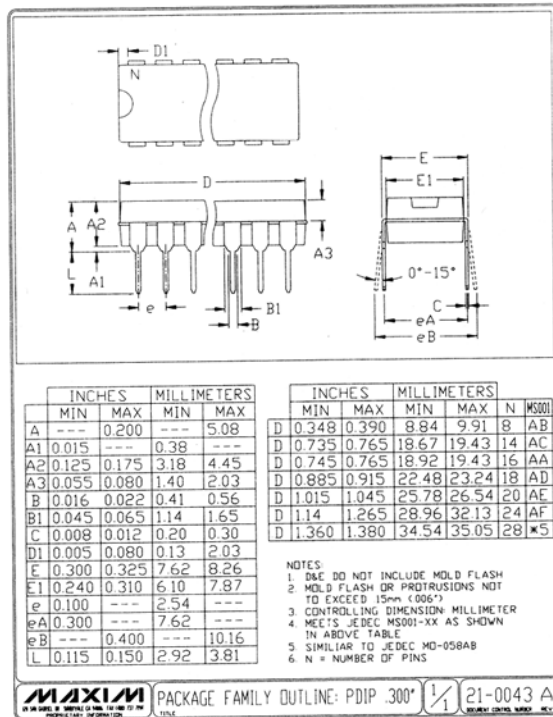
TRANSISTOR COUNT: 442;  
SUBSTRATE CONNECTED TO V+.

# 5V/3.3V/3V/可変出力、高効率 低消費、ステップアップ/ダウンDC-DCコントローラ

## 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。)

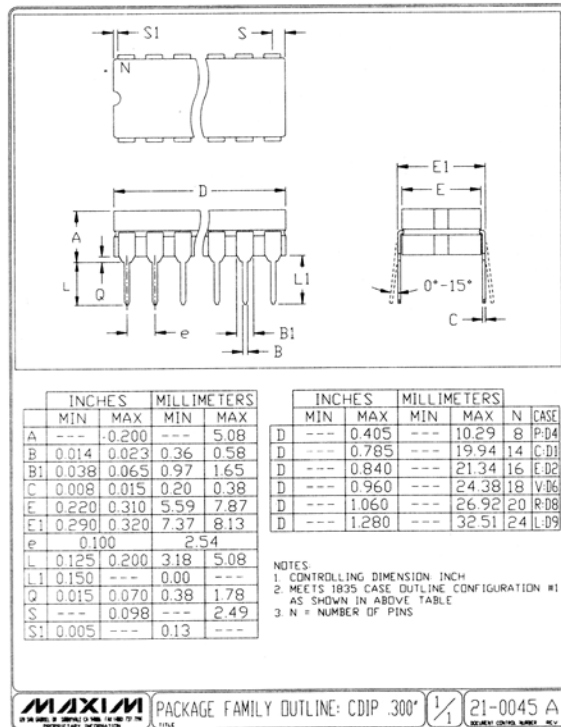
MAX649/MAX651/MAX652



# 5V/3.3V/3V/可変出力、高効率 低消費、ステップアップダウンDC-DCコントローラ

## 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。)



MAX649/MAX651/MAX652

**5V/3.3V/3V/可変出力、高効率  
低消費、ステップアップダウンDC-DCコントローラ**

---

**MAX649/MAX651/MAX652**

NOTES

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。

Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 (408) 737-7601