

# 500mA、76V、高効率、MAXPower ステップダウンDC-DCコンバータ

## 概要

MAX5033は使いやすくして高効率で高電圧のステップダウンDC-DCコンバータで、76Vまでの入力電圧で動作し、無負荷での自己消費電流はわずか270 $\mu$ Aです。このパルス幅変調(PWM)コンバータは、重負荷では125kHz固定のスイッチング周波数で動作し、軽負荷では自動的にパルススキップモードに切り替わり、低自己消費電流と高効率を提供します。MAX5033は内部に周波数補償を備えているために回路の実現が単純化できます。このデバイスは、高効率を実現して全体のシステムコストを低減するために、低オン抵抗で高電圧のDMOSトランジスタを内蔵しています。このデバイスは、低電圧ロックアウト、サイクル毎の電流制限、ヒカップモード出力短絡保護、およびサーマルシャットダウンを備えています。

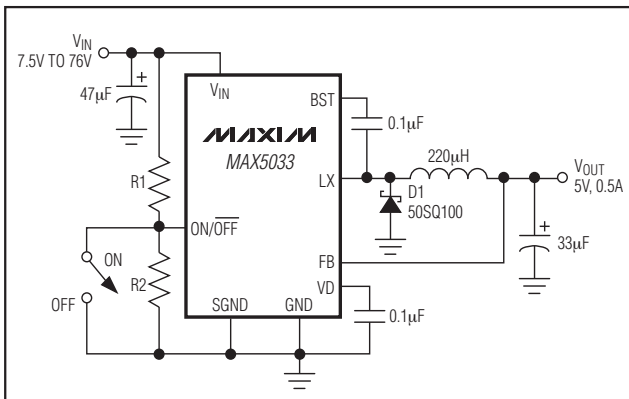
MAX5033は最大500mAの出力電流を供給することができます。出力電流は、パッケージの最大許容損失性能によって制限されることがあります。外部シャットダウンを備えており、10 $\mu$ A (typ)のシャットダウン電流を達成します。MAX5033A/B/Cは、それぞれ3.3V、5V、および12Vの固定出力を持っており、MAX5033Dは1.25V~13.2Vの可変出力電圧を備えています。

MAX5033は、省スペースの8ピンSOパッケージおよび8ピンプラスチックDIPパッケージで提供され、自動車用温度範囲(-40 $^{\circ}$ C~+125 $^{\circ}$ C)で動作します。

## アプリケーション

- 車載用
- 民生機器用
- 工業用
- 分散電力用

## 標準動作回路



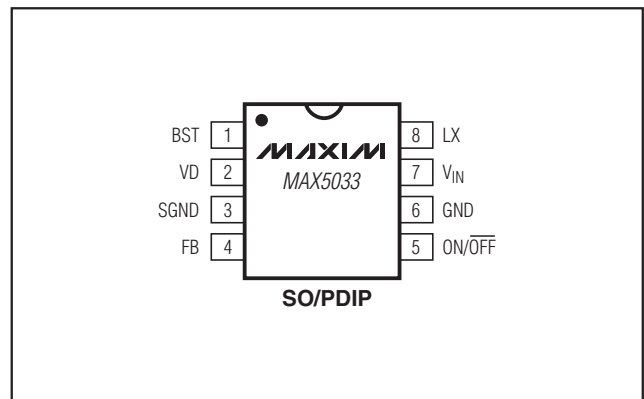
## 特長

- ◆ 広い入力電圧範囲：7.5V~76V
- ◆ 固定(3.3V、5V、12V)および可変(1.25V~13.2V)の出力電圧バージョン
- ◆ 出力電流：500mA
- ◆ 効率：最大94%
- ◆ 0.4 $\Omega$ のハイサイドDMOS FETを内蔵
- ◆ 無負荷時の自己消費電流：270 $\mu$ A、シャットダウン電流：10 $\mu$ A
- ◆ 周波数補償内蔵
- ◆ 125kHzの固定スイッチング周波数
- ◆ 熱シャットダウンおよび短絡電流制限内蔵
- ◆ 8ピンSOパッケージおよびPDIPパッケージ

## 型番

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE	OUTPUT VOLTAGE (V)
MAX5033AUSA	0 $^{\circ}$ C to +85 $^{\circ}$ C	8 SO	3.3
MAX5033AUPA	0 $^{\circ}$ C to +85 $^{\circ}$ C	8 PDIP	
MAX5033AASA	-40 $^{\circ}$ C to +125 $^{\circ}$ C	8 SO	
MAX5033BUSA	0 $^{\circ}$ C to +85 $^{\circ}$ C	8 SO	5.0
MAX5033BUPA	0 $^{\circ}$ C to +85 $^{\circ}$ C	8 PDIP	
MAX5033BASA	-40 $^{\circ}$ C to +125 $^{\circ}$ C	8 SO	
MAX5033CUSA	0 $^{\circ}$ C to +85 $^{\circ}$ C	8 SO	12
MAX5033CUPA	0 $^{\circ}$ C to +85 $^{\circ}$ C	8 PDIP	
MAX5033CASA	-40 $^{\circ}$ C to +125 $^{\circ}$ C	8 SO	
MAX5033DUSA	0 $^{\circ}$ C to +85 $^{\circ}$ C	8 SO	ADJ
MAX5033DUPA	0 $^{\circ}$ C to +85 $^{\circ}$ C	8 PDIP	
MAX5033DASA	-40 $^{\circ}$ C to +125 $^{\circ}$ C	8 SO	

## ピン配置



# 500mA、76V、高効率、MAXPower ステップダウンDC-DCコンバータ

MAX5033

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

(Voltages referenced to GND, unless otherwise specified.)

V <sub>IN</sub>	-0.3V to +80V
SGND	-0.3V to +0.3V
LX	-0.8V to (V <sub>IN</sub> + 0.3V)
BST	-0.3V to (V <sub>IN</sub> + 10V)
BST (transient < 100ns)	-0.3V to (V <sub>IN</sub> + 15V)
BST to LX	-0.3V to +10V
BST to LX (transient < 100ns)	-0.3V to +15V
ON/OFF	-0.3V to (V <sub>IN</sub> + 0.3V)
VD	-0.3V to +12V
FB	
MAX5033A/MAX5033B/MAX5033C	-0.3V to +15V
MAX5033D	-0.3V to +12V

V <sub>OUT</sub> Short-Circuit Duration (V <sub>IN</sub> ≤ 40V)	Indefinite
VD Short-Circuit Duration	Indefinite
Continuous Power Dissipation (T <sub>A</sub> = +70°C)	
8-Pin PDIP (derate 9.1mW/°C above +70°C)	727mW
8-Pin SO (derate 5.9mW/°C above +70°C)	471mW
Operating Temperature Range	
MAX5033_U_	0°C to +85°C
MAX5033_A_	-40°C to +125°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Junction Temperature	+150°C
Lead Temperature (soldering, 10s)	+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 (MAX5033\_U\_)

(V<sub>IN</sub> = +12V, V<sub>ON/OFF</sub> = +12V, I<sub>OUT</sub> = 0, T<sub>A</sub> = 0°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at T<sub>A</sub> = +25°C. See the Typical Application Circuit.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Voltage Range	V <sub>IN</sub>	MAX5033A	7.5		76.0	V
		MAX5033B	7.5		76.0	
		MAX5033C	15		76	
		MAX5033D	7.5		76.0	
Undervoltage Lockout	UVLO			5.2		V
Output Voltage	V <sub>OUT</sub>	MAX5033A, V <sub>IN</sub> = 7.5V to 76V, I <sub>OUT</sub> = 20mA to 500mA	3.185	3.3	3.415	V
		MAX5033B, V <sub>IN</sub> = 7.5V to 76V, I <sub>OUT</sub> = 20mA to 500mA	4.85	5.0	5.15	
		MAX5033C, V <sub>IN</sub> = 15V to 76V, I <sub>OUT</sub> = 20mA to 500mA	11.64	12	12.36	
Feedback Voltage	V <sub>FB</sub>	V <sub>IN</sub> = 7.5V to 76V, MAX5033D	1.192	1.221	1.250	V
Efficiency	η	V <sub>IN</sub> = 12V, I <sub>LOAD</sub> = 500mA, MAX5033A		86		%
		V <sub>IN</sub> = 12V, I <sub>LOAD</sub> = 500mA, MAX5033B		90		
		V <sub>IN</sub> = 24V, I <sub>LOAD</sub> = 500mA, MAX5033C		94		
		V <sub>IN</sub> = 12V, V <sub>OUT</sub> = 5V, I <sub>LOAD</sub> = 500mA, MAX5033D		90		
Quiescent Supply Current	I <sub>Q</sub>	V <sub>FB</sub> = 3.5V, V <sub>IN</sub> = 7.5V to 76V, MAX5033A		270	440	μA
		V <sub>FB</sub> = 5.5V, V <sub>IN</sub> = 7.5V to 76V, MAX5033B		270	440	
		V <sub>FB</sub> = 13V, V <sub>IN</sub> = 15V to 76V, MAX5033C		270	440	
		V <sub>FB</sub> = 1.3V, MAX5033D		270	440	
Shutdown Current	I <sub>SHDN</sub>	V <sub>ON/OFF</sub> = 0V, V <sub>IN</sub> = 7.5V to 76V		10	45	μA
Peak Switch Current Limit	I <sub>LIM</sub>	(Note 1)	0.95	1.5	2.1	A
Switch Leakage Current	I <sub>OL</sub>	V <sub>IN</sub> = 76V, V <sub>ON/OFF</sub> = 0V, V <sub>LX</sub> = 0V		1		μA

# 500mA、76V、高効率、MAXPower ステップダウンDC-DCコンバータ

MAX5033

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (MAX5033\_U\_ ) (continued)

( $V_{IN} = +12V$ ,  $V_{ON/OFF} = +12V$ ,  $I_{OUT} = 0$ ,  $T_A = 0^{\circ}C$  to  $+85^{\circ}C$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^{\circ}C$ . See the *Typical Application Circuit*.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Switch On-Resistance	$R_{DS(ON)}$	$I_{SWITCH} = 500mA$		0.4	0.80	$\Omega$
PFM Threshold	$I_{PFM}$	Minimum switch current in any cycle	35	65	95	mA
FB Input Bias Current	$I_B$	MAX5033D	-150	+0.01	+150	nA
<b>ON/OFF CONTROL INPUT</b>						
ON/OFF Input-Voltage Threshold	$V_{ON/OFF}$	Rising trip point	1.53	1.69	1.85	V
ON/OFF Input-Voltage Hysteresis	$V_{HYST}$			100		mV
ON/OFF Input Current	$I_{ON/OFF}$	$V_{ON/OFF} = 0V$ to $V_{IN}$		10	150	nA
<b>OSCILLATOR</b>						
Oscillator Frequency	$f_{OSC}$		109	125	135	kHz
Maximum Duty Cycle	$D_{MAX}$	MAX5033D		95		%
<b>VOLTAGE REGULATOR</b>						
Regulator Output Voltage	$V_D$	$V_{IN} = 8.5V$ to $76V$ , $I_L = 0mA$	6.9	7.8	8.8	V
Dropout Voltage		$7.5V \leq V_{IN} \leq 8.5V$ , $I_L = 1mA$		2.0		V
Load Regulation	$\Delta V_D / \Delta I_{VD}$	0 to 5mA		150		$\Omega$
<b>PACKAGE THERMAL CHARACTERISTICS</b>						
Thermal Resistance (Junction to Ambient)	$\theta_{JA}$	SO package (JEDEC 51)		170		$^{\circ}C/W$
		DIP package (JEDEC 51)		110		
<b>THERMAL SHUTDOWN</b>						
Thermal-Shutdown Junction Temperature	$T_{SH}$			+160		$^{\circ}C$
Thermal-Shutdown Hysteresis	$T_{HYST}$			20		$^{\circ}C$

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (MAX5033\_A\_ )

( $V_{IN} = +12V$ ,  $V_{ON/OFF} = +12V$ ,  $I_{OUT} = 0$ ,  $T_A = T_J = -40^{\circ}C$  to  $+125^{\circ}C$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^{\circ}C$ . See the *Typical Application Circuit*.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Voltage Range	$V_{IN}$	MAX5033A	7.5		76.0	V
		MAX5033B	7.5		76.0	
		MAX5033C	15		76	
		MAX5033D	7.5		76.0	
Undervoltage Lockout	UVLO			5.2		V
Output Voltage	$V_{OUT}$	MAX5033A, $V_{IN} = 7.5V$ to $76V$ , $I_{OUT} = 20mA$ to $500mA$	3.185	3.3	3.415	V
		MAX5033B, $V_{IN} = 7.5V$ to $76V$ , $I_{OUT} = 20mA$ to $500mA$	4.825	5.0	5.175	
		MAX5033C, $V_{IN} = 15V$ to $76V$ , $I_{OUT} = 20mA$ to $500mA$	11.58	12	12.42	

# 500mA、76V、高効率、MAXPower ステップダウンDC-DCコンバータ

MAX5033

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (MAX5033\_A\_ ) (continued)

( $V_{IN} = +12V$ ,  $V_{ON/OFF} = +12V$ ,  $I_{OUT} = 0$ ,  $T_A = T_J = -40^{\circ}C$  to  $+125^{\circ}C$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^{\circ}C$ . See the *Typical Application Circuit*.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Feedback Voltage	$V_{FB}$	$V_{IN} = 7.5V$ to 76V, MAX5033D	1.192	1.221	1.250	V
Efficiency	$\eta$	$V_{IN} = 12V$ , $I_{LOAD} = 500mA$ , MAX5033A		86		%
		$V_{IN} = 12V$ , $I_{LOAD} = 500mA$ , MAX5033B		90		
		$V_{IN} = 24V$ , $I_{LOAD} = 500mA$ , MAX5033C		94		
		$V_{IN} = 12V$ , $V_{OUT} = 5V$ , $I_{LOAD} = 500mA$ , MAX5033D		90		
Quiescent Supply Current	$I_Q$	$V_{FB} = 3.5V$ , $V_{IN} = 7.5V$ to 76V, MAX5033A		270	440	$\mu A$
		$V_{FB} = 5.5V$ , $V_{IN} = 7.5V$ to 76V, MAX5033B		270	440	
		$V_{FB} = 13V$ , $V_{IN} = 15V$ to 76V, MAX5033C		270	440	
		$V_{FB} = 1.3V$ , MAX5033D		270	440	
Shutdown Current	$I_{SHDN}$	$V_{ON/OFF} = 0V$ , $V_{IN} = 7.5V$ to 76V		10	45	$\mu A$
Peak Switch Current Limit	$I_{LIM}$	(Note 1)	0.95	1.5	2.20	A
Switch Leakage Current	$I_{OL}$	$V_{IN} = 76V$ , $V_{ON/OFF} = 0V$ , $V_{LX} = 0V$		1		$\mu A$
Switch On-Resistance	$R_{DS(ON)}$	$I_{SWITCH} = 500mA$		0.4	0.80	$\Omega$
PFM Threshold	$I_{PFM}$	Minimum switch current in any cycle	35	65	110	mA
FB Input Bias Current	$I_B$	MAX5033D	-150	+0.01	+150	nA
<b>ON/OFF CONTROL INPUT</b>						
ON/OFF Input-Voltage Threshold	$V_{ON/OFF}$	Rising trip point	1.50	1.69	1.85	V
ON/OFF Input-Voltage Hysteresis	$V_{HYST}$			100		mV
ON/OFF Input Current	$I_{ON/OFF}$	$V_{ON/OFF} = 0V$ to $V_{IN}$		10	150	nA
<b>OSCILLATOR</b>						
Oscillator Frequency	$f_{OSC}$		105	125	137	kHz
Maximum Duty Cycle	$D_{MAX}$	MAX5033D		95		%
<b>VOLTAGE REGULATOR</b>						
Regulator Output Voltage	$V_D$	$V_{IN} = 8.5V$ to 76V, $I_L = 0mA$	6.5	7.8	9.0	V
Dropout Voltage		$7.5V \leq V_{IN} \leq 8.5V$ , $I_L = 1mA$		2.0		V
Load Regulation	$\Delta V_D / \Delta I_{VD}$	0 to 5mA		150		$\Omega$
<b>PACKAGE THERMAL CHARACTERISTICS</b>						
Thermal Resistance (Junction to Ambient)	$\theta_{JA}$	SO package (JEDEC 51)		170		$^{\circ}C/W$
		DIP package (JEDEC 51)		110		
<b>THERMAL SHUTDOWN</b>						
Thermal-Shutdown Junction Temperature	$T_{SH}$			+160		$^{\circ}C$
Thermal-Shutdown Hysteresis	$T_{HYST}$			20		$^{\circ}C$

**Note 1:** Switch current at which the current limit is activated.

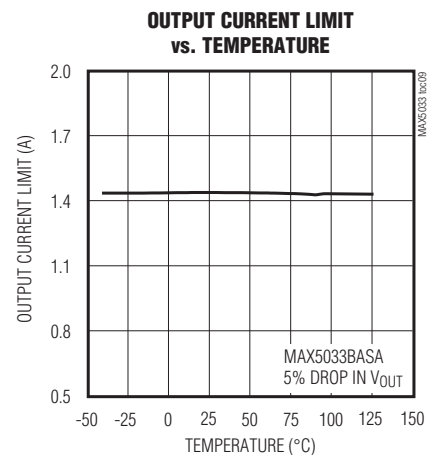
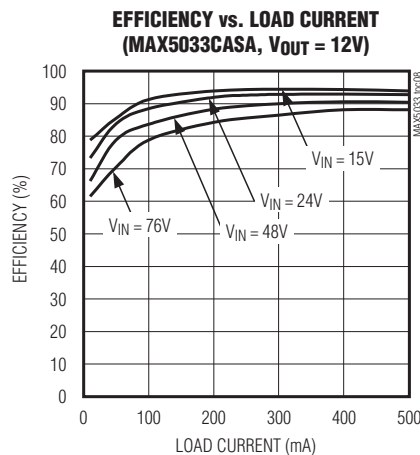
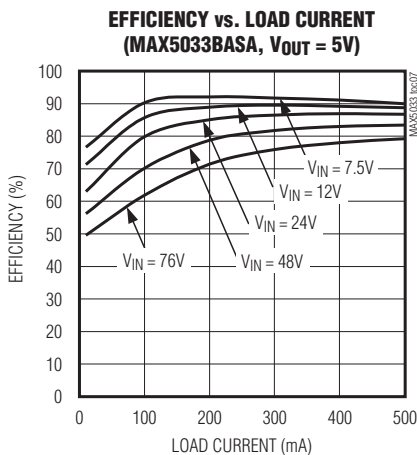
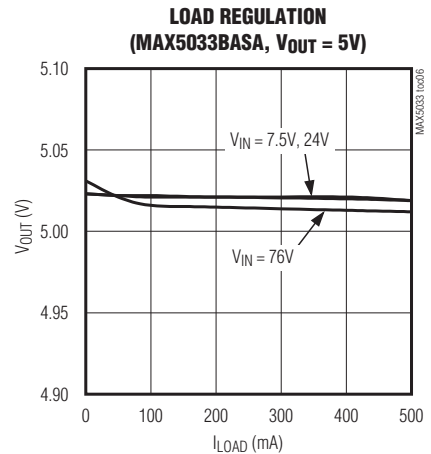
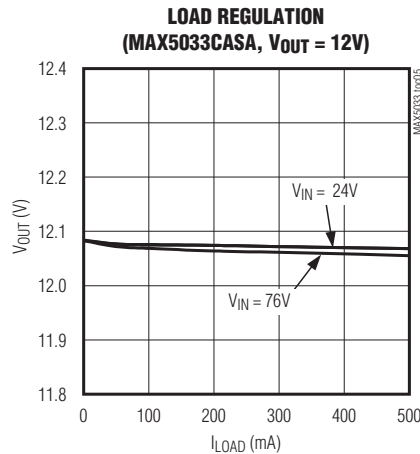
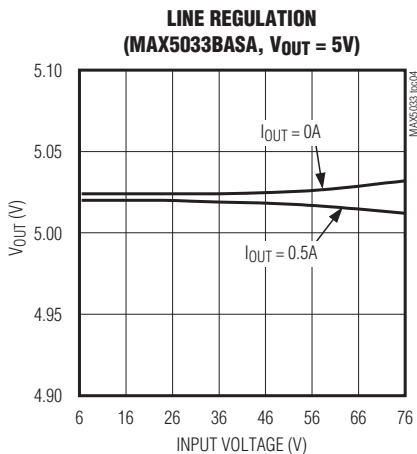
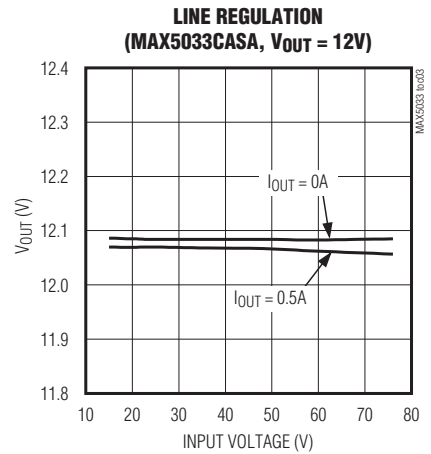
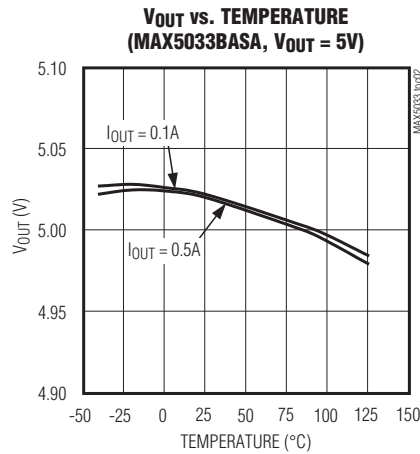
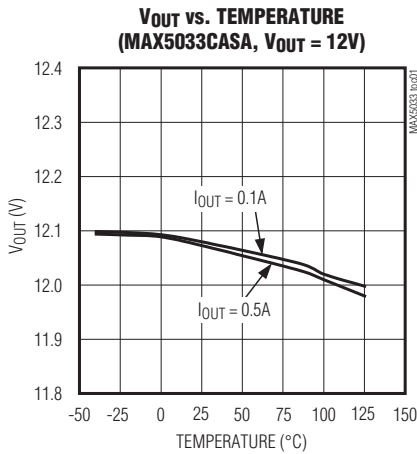
**Note 2:** All limits at  $-40^{\circ}C$  are guaranteed by design, not production tested.

# 500mA、76V、高効率、MAXPower ステップダウンDC-DCコンバータ

MAX5033

## 標準動作特性

( $V_{IN} = 12V$ ,  $V_{ON/OFF} = 12V$ ,  $T_A = -40^{\circ}C$  to  $+125^{\circ}C$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^{\circ}C$ . See the *Typical Application Circuit*, if applicable.)

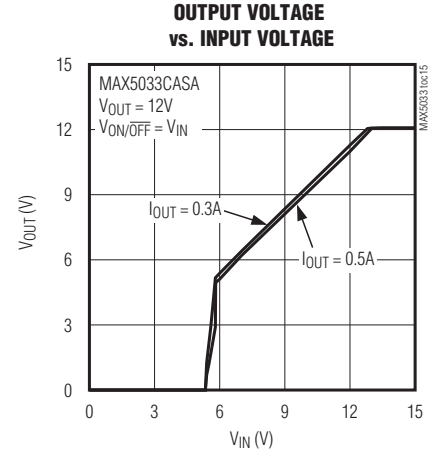
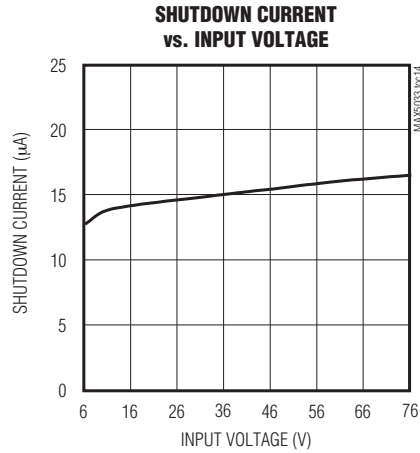
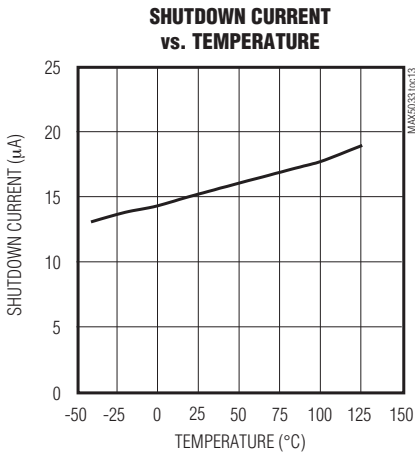
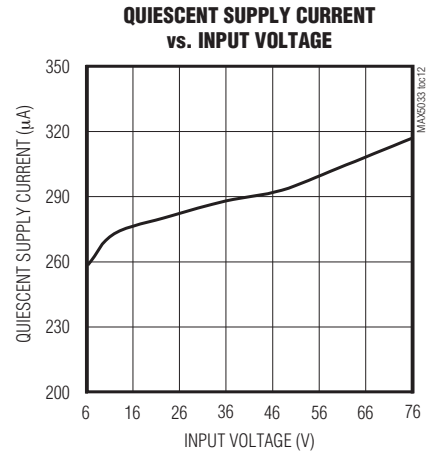
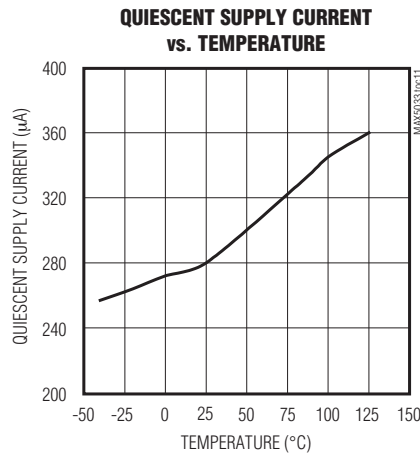
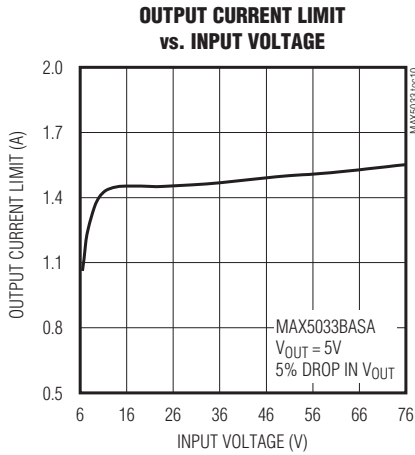


# 500mA、76V、高効率、MAXPower ステップダウンDC-DCコンバータ

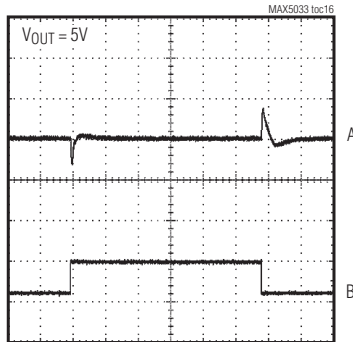
MAX5033

## 標準動作特性(続き)

( $V_{IN} = 12V$ ,  $V_{ON/OFF} = 12V$ ,  $T_A = -40^{\circ}C$  to  $+125^{\circ}C$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^{\circ}C$ . See the *Typical Application Circuit*, if applicable.)

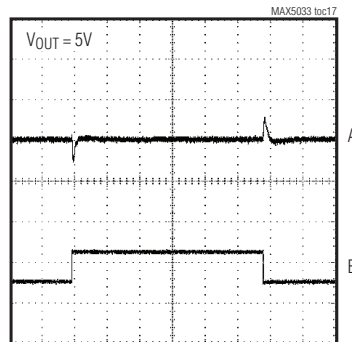


**MAX5033BASA  
LOAD-TRANSIENT RESPONSE**



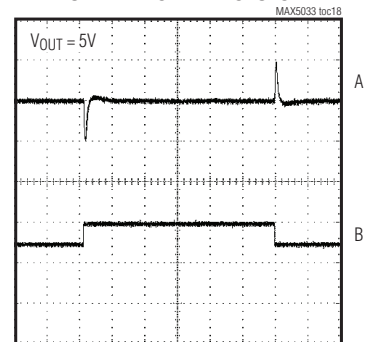
400µs/div  
A:  $V_{OUT}$ , 200mV/div, AC-COUPLED  
B:  $I_{OUT}$ , 500mA/div, 100mA TO 500mA

**MAX5033BASA  
LOAD-TRANSIENT RESPONSE**



400µs/div  
A:  $V_{OUT}$ , 100mV/div, AC-COUPLED  
B:  $I_{OUT}$ , 200mA/div, 100mA TO 250mA

**MAX5033BASA  
LOAD-TRANSIENT RESPONSE**



400µs/div  
A:  $V_{OUT}$ , 100mV/div, AC-COUPLED  
B:  $I_{OUT}$ , 500mA/div, 250mA TO 500mA

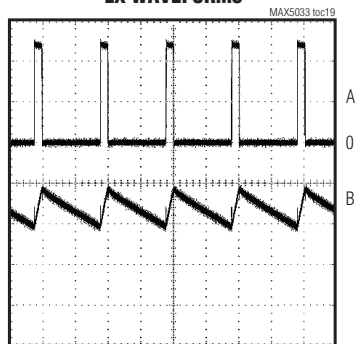
# 500mA、76V、高効率、MAXPower ステップダウンDC-DCコンバータ

MAX5033

## 標準動作特性(続き)

( $V_{IN} = 12V$ ,  $V_{ON/OFF} = 12V$ ,  $T_A = -40^{\circ}C$  to  $+125^{\circ}C$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^{\circ}C$ . See the *Typical Application Circuit*, if applicable.)

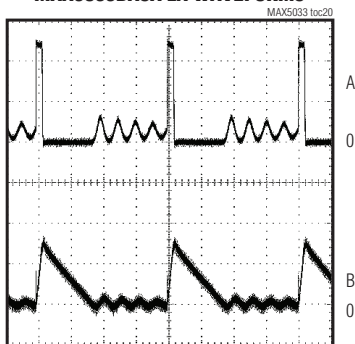
MAX5033BASA  
LX WAVEFORMS



4µs/div

A: SWITCH VOLTAGE (LX PIN) 20V/div,  $V_{IN} = 48V$   
B: INDUCTOR CURRENT, 200mA/div, ( $I_{OUT} = 500mA$ )

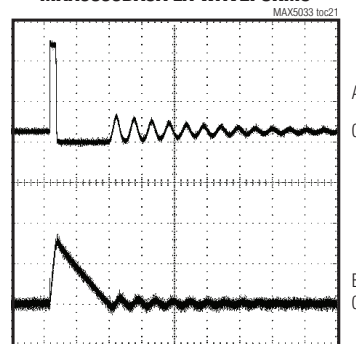
MAX5033BASA LX WAVEFORMS



4µs/div

A: SWITCH VOLTAGE, 20V/div,  $V_{IN} = 48V$   
B: INDUCTOR CURRENT, 100mA/div ( $I_{OUT} = 30mA$ )

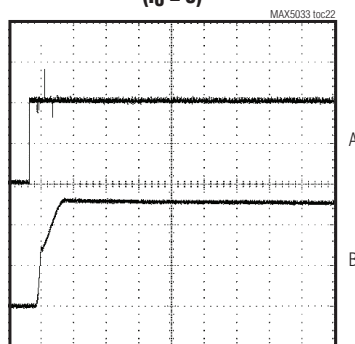
MAX5033BASA LX WAVEFORMS



4µs/div

A: SWITCH VOLTAGE (LX PIN), 20V/div,  $V_{IN} = 48V$   
B: INDUCTOR CURRENT, 100mA/div ( $I_{OUT} = 0$ )

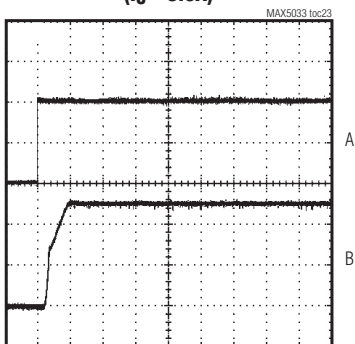
MAX5033BASA STARTUP WAVEFORM  
( $I_O = 0$ )



1ms/div

A:  $V_{ON/OFF}$ , 2V/div  
B:  $V_{OUT}$ , 2V/div

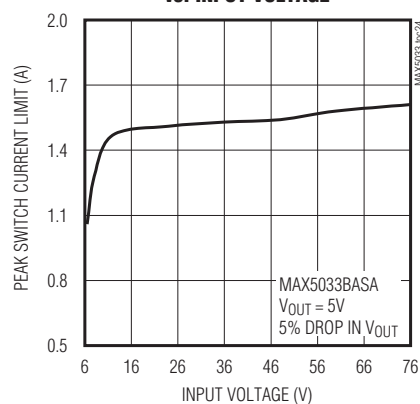
MAX5033BASA STARTUP WAVEFORM  
( $I_O = 0.5A$ )



1ms/div

A:  $V_{ON/OFF}$ , 2V/div  
B:  $V_{OUT}$ , 2V/div

PEAK SWITCH CURRENT LIMIT  
vs. INPUT VOLTAGE



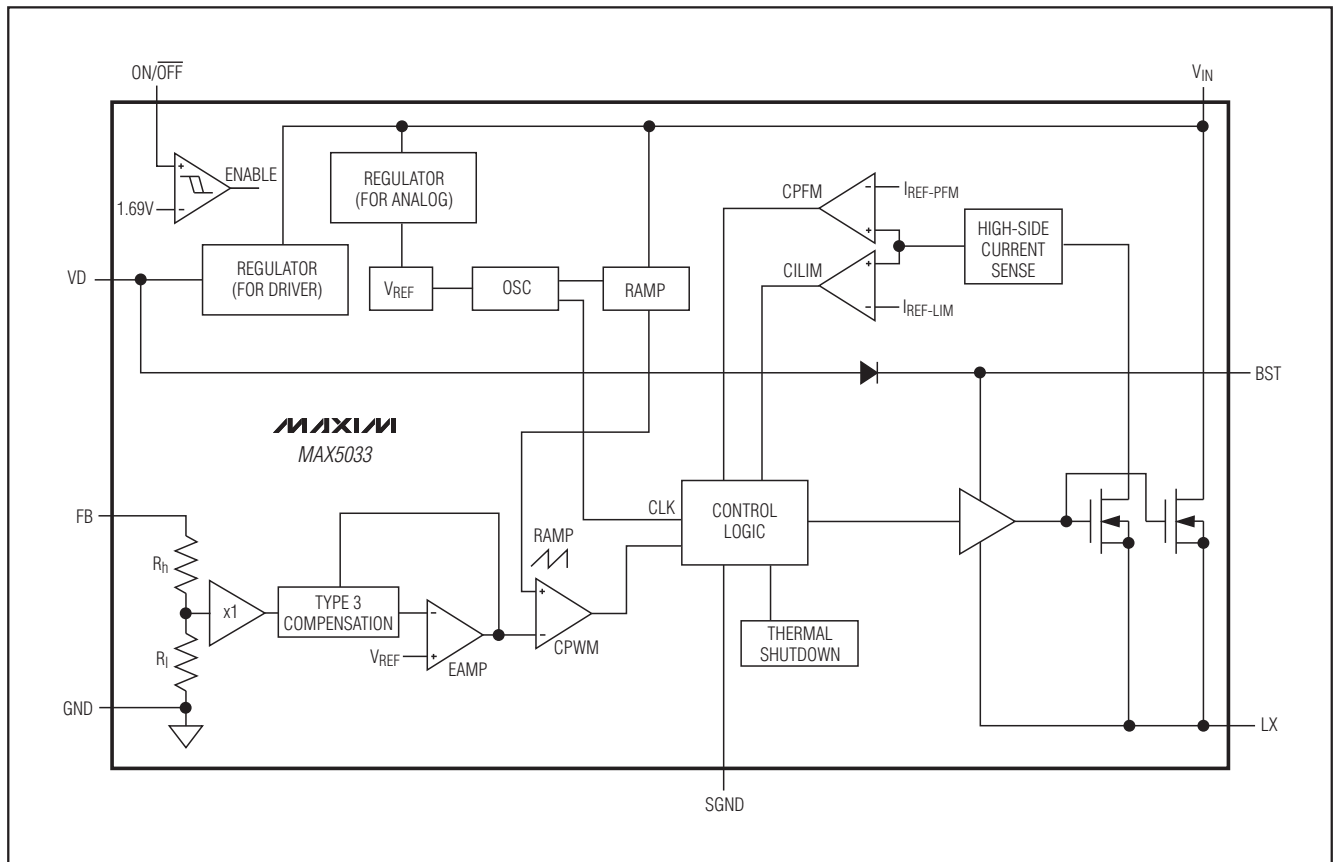
# 500mA、76V、高効率、MAXPower ステップダウンDC-DCコンバータ

MAX5033

## 端子説明

端子	名称	機能
1	BST	ブーストコンデンサ接続。BSTとLX間に0.1 $\mu$ Fのセラミックコンデンサを接続してください。
2	VD	内蔵レギュレータ出力。0.1 $\mu$ FのセラミックコンデンサでVDをGNDにバイパスしてください。
3	SGND	内部接続。SGNDはGNDに接続する必要があります。
4	FB	出力センス用フィードバック接続。固定出力電圧(MAX5033A、MAX5033B、MAX5033C)の場合はFBをV <sub>OUT</sub> に接続してください。可変出力電圧(MAX5033D)の場合は、V <sub>OUT</sub> を設定するための抵抗分圧器を外部接続してください。V <sub>FB</sub> の安定化設定点は1.22Vです。
5	ON/OFF	シャットダウン制御入力。このデバイスをシャットダウンモードにするには、ON/OFFをローにしてください。ON/OFFをハイにすると通常動作になります。
6	GND	グラウンド
7	V <sub>IN</sub>	入力電圧。このデバイスにできる限り近接して低ESRコンデンサでV <sub>IN</sub> をGNDにバイパスしてください。
8	LX	内蔵ハイサイドスイッチのソース接続

## 簡略ブロック図





# 500mA、76V、高効率、MAXPower ステップダウンDC-DCコンバータ

## 詳細

MAX5033ステップダウンDC-DCコンバータは7.5V~76Vの入力電圧で動作します。電圧フィードフォワードおよび内蔵のスイッチングDMOS FETによる独自の電圧モード制御方式によって、広い入力電圧範囲で高効率が達成されます。このパルス幅変調コンバータは125kHzの固定スイッチング周波数で動作します。また、このデバイスは自動パルススキップモードを備えており、軽負荷時に低自己消費電流と高効率を提供します。無負荷の場合、MAX5033の消費電流はわずか270μAで、シャットダウンモードでは10μAしか消費しません。また、MAX5033は、低電圧ロックアウト、ヒカップモード出力短絡保護、およびサーマルシャットダウンを備えています。

## シャットダウンモード

MAX5033をシャットダウンするにはON/OFFをグランドに駆動します。シャットダウンは、内部のパワーMOSFETをオフに強制して内部回路をすべてオフにし、 $V_{IN}$ の供給電流を10μA (typ)に削減します。ON/OFFの立上りスレッシュホールドは1.69V (typ)です。任意の動作が開始する前に、ON/OFFの電圧は1.69V (typ)を超える必要があります。ON/OFF入力は100mVのヒステリシスを持っています。

## 低電圧ロックアウト(UVLO)

ON/OFF機能を使用して入力におけるUVLOスレッシュホールドを設定してください。抵抗分圧器を $V_{IN}$ とGND間に接続し、図1に示すようにその中点をON/OFFに接続してください。次式を用いてスレッシュホールド値を計算してください。

$$V_{UVLO(TH)} = \left(1 + \frac{R1}{R2}\right) \times 1.85V$$

出力電圧の3.3V、5V、および12Vに対して推奨する最低の $V_{UVLO(TH)}$ は、それぞれ6.5V、7.5V、および13Vです。R2の推奨値は1MΩ以下です。

外部のUVLOスレッシュホールド設定用の分圧器を使用しない場合は、内部の低電圧ロックアウト機能が $V_{IN}$ の電源電圧を監視して、 $V_{IN}$ が5.2V (typ)以上になると動作を開始します。この機能は、 $V_{IN}$ の立上り時間が2msよりも速い場合にのみ動作します。 $V_{IN}$ の立上りがこれより遅い場合は、ON/OFF端子に抵抗分圧器を接続してください。

## ブーストのハイサイドゲート駆動(BST)

ハイサイドnチャネルDMOSスイッチにゲート駆動電圧を与えるには、LXとBST間にフライングブートストラップコンデンサを接続してください。コンデンサは交互に内部で安定化された出力電圧VDによって充電され、そしてハイサイドDMOSドライバの両端に与えられます。

0.1μF/16Vのセラミックコンデンサをこのデバイスのできるだけ近くに配置してください。

動作開始時には内部のローサイドスイッチがLXをグランドに接続し、BSTコンデンサをVDまで充電します。BSTコンデンサが充電されると内部のローサイドスイッチがオフとなり、BSTコンデンサの電圧がハイサイドスイッチをオンにするために必要な昇圧された電圧を供給します。

## 熱過負荷保護

MAX5033は内部に熱過負荷保護を備えています。熱過負荷保護はこのデバイスで消費される全電力消費を制限し、故障が発生した場合にデバイスを保護します。ダイの温度が+160°Cを超えると、内部の熱センサがシャットダウン回路に信号を送り、内部のパワーMOSFETをオフにしてICが冷却するようにします。ICのダイの温度が+140°Cまで冷却されると、熱センサは内部のパワーMOSFETをオンに戻すため、熱過負荷の状態が継続している場合にはパルス出力になります。

## アプリケーション情報

### 出力電圧の設定

MAX5033A/B/Cは、それぞれ3.3V、5.0V、および12Vのプリセットされた出力電圧になります。FBをプリセット出力電圧に接続してください(「標準動作回路」を参照)。

MAX5033Dは可変の出力電圧になります。回路の出力とグランド間に接続した抵抗分圧器で出力電圧を設定してください(図1)。分圧器の中点をFBに接続してください。R4は15kΩ以下とし、R3は次式で計算してください。

$$R3 = \frac{(V_{OUT} - 1.22)}{1.22} \times R4$$

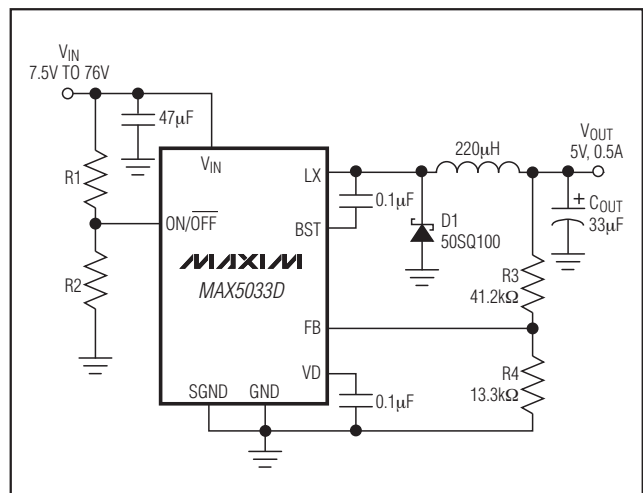


図1. 可変出力電圧

# 500mA、76V、高効率、MAXPower ステップダウンDC-DCコンバータ

MAX5033

MAX5033は、最適な閉ループ帯域幅と位相マージンを持たせるための内部補償を備えています。このプリセットされた補償を使用する場合は、必ず最初のLCの直後で出力の検出を行うことを推奨します。

## インダクタの選択

インダクタの選択は、 $V_{IN}$ と $V_{OUT}$ の電圧差、所望の出力電流、および回路の動作周波数によって決まります。次式で得られる最小限の値のインダクタを使用してください。

$$L = \frac{(V_{IN} - V_{OUT}) \times D}{0.3 \times I_{OUTMAX} \times f_{SW}}$$

ここで、 $D = V_{OUT}/V_{IN}$ 、 $I_{OUTMAX}$ は所望の最大出力電流、そして $f_{SW}$ は125kHzの動作周波数です。最大飽和電流定格がピークスイッチ電流制限値( $I_{LIM}$ )以上のインダクタを使用してください。効率をより高くするには、DC抵抗が小さいインダクタを使用してください。

## 整流器の選択

MAX5033は、フリーホイールダイオードとして外付けのショットキー整流器を必要とします。この整流器は、短いリードと短いPCB配線パターンを用いてデバイスの近くに接続してください。最大の予想出力電流以上となる連続電流定格を持った整流器を選択してください。最大の予想入力電圧 $V_{IN}$ 以上の電圧定格を持つ整流器を使用してください。正常な動作と高効率を得るために、順方向電圧の低いショットキー整流器を使用してください。順方向電圧が大きく、必要以上に高い逆耐圧を持つショットキー整流器は使用しないでください。内部のボディダイオード(LXとグランド間)の順方向バイアスを防止するために、+25°Cと最大負荷電流で0.45V以下の順方向電圧降下( $V_{FB}$ )を持ったショットキー整流器を使用してください。内部のボディダイオードの導通が

表1. ダイオードの選択

$V_{IN}$ (V)	DIODE PART NUMBER	MANUFACTURER
7.5 to 36	15MQ040N	IR
	B240A	Diodes, Inc.
	B240	Central Semiconductor
	MBRS240, MBRS1540	ON Semiconductor
7.5 to 56	30BQ060	IR
	B360A	Diodes, Inc.
	CMSH3-60	Central Semiconductor
	MBRD360, MBR3060	ON Semiconductor
7.5 to 76	50SQ100, 50SQ80	IR
	MBRM5100	Diodes, Inc.

接合部の温度上昇をもたらす、サーマルシャットダウンを起こす可能性があります。異なった入力電圧と出力電流に対して適切な整流器を選ぶには、表1を参照してください。

## 入力バイパスコンデンサ

降圧型コンバータの不連続の入力電流波形は、入力コンデンサで大きなリップル電流を発生します。スイッチング周波数、ピークインダクタ電流および許容できるピークツーピークのリップル電圧は入力電源に戻って影響を及ぼし、コンデンサの要件を決定します。MAX5033の高いスイッチング周波数により、小さい値の入力コンデンサを使用することができます。

入力リップルは、 $\Delta V_Q$  (コンデンサの放電による)および $\Delta V_{ESR}$  (コンデンサのESRによる)からなります。許容リップル電流値が大きい低ESRのアルミ電解コンデンサを入力に使用してください。ESRとコンデンサ放電の間のリップルに対する負担をそれぞれ90%と10%と仮定し、次式を用いて指定されたリップルを得るための入力コンデンサ値とESRを求めてください。

$$ESR_{IN} = \frac{\Delta V_{ESR}}{\left(I_{OUT} + \frac{\Delta I_L}{2}\right)}$$

$$C_{IN} = \frac{I_{OUT} \times D(1-D)}{\Delta V_Q \times f_{SW}}$$

ここで、

$$\Delta I_L = \frac{(V_{IN} - V_{OUT}) \times V_{OUT}}{V_{IN} \times f_{SW} \times L}$$

$$D = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}$$

$I_{OUT}$ はコンバータの最大出力電流、 $f_{SW}$ は発振器のスイッチング周波数(125kHz)です。例えば、 $V_{IN} = 48V$ および $V_{OUT} = 3.3V$ の場合、入力のピークツーピークのリップル値を100mV以下とするためには、ESRおよびコンデンサの値は、それぞれ130mΩおよび27μFと計算されます。

面積を最適化するアプリケーションでは、低ESRのセラミック積層チップコンデンサを推奨します。セラミックコンデンサに関しては、ESRとコンデンサ放電のリップルに対する負担をそれぞれ10%および90%と仮定してください。

入力コンデンサは、大きな温度上昇なしにRMSリップル電流を許容する必要があります。コンデンサに流れるRMS電流の最大値は約50%のデューティサイクルで起こります。入力コンデンサのリップル電流仕様は、コンデンサのファーストケースのRMSリップル電流以上

# 500mA、76V、高効率、MAXPower ステップダウンDC-DCコンバータ

となるようにしてください。入力コンデンサのRMS電流は次式を用いて計算してください。

$$I_{CRMS} = \sqrt{I_{PRMS}^2 - I_{AVGIN}^2}$$

ここで、

$$I_{PRMS} = \sqrt{(I_{PK}^2 + I_{DC}^2 + (I_{PK} \times I_{DC})) \times \frac{D}{3}}$$

$$I_{AVGIN} = \frac{V_{OUT} \times I_{OUT}}{V_{IN} \times \eta}$$

$$I_{PK} = I_{OUT} + \frac{\Delta I_L}{2}, I_{DC} = I_{OUT} - \frac{\Delta I_L}{2}$$

$$\text{and } D = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}$$

$I_{PRMS}$ は入力スイッチのRMS電流、 $I_{AVGIN}$ は平均入力電流、そして $\eta$ はコンバータの効率です。

アルミ電解コンデンサのESRは低い温度で著しく増加します。特に入力電圧が8V以下の場合には、アルミ電解入力コンデンサと並列に1 $\mu$ F以上のセラミックコンデンサを接続して使用してください。

## 出力フィルタコンデンサ

ワーストケースのピークツーピークとRMSのコンデンサリップル電流、許容できるピークツーピークの出力リップル電圧、およびステップ負荷時の出力電圧の最大偏差が出力コンデンサの必要とする値とESRを決定します。

出力コンデンサの値とそのESRがゼロ周波数を形成し、これが降圧型レギュレータの閉ループの安定性を改善します。20kHz~40kHzの間にESRのゼロ周波数( $f_z$ )を持つ出力コンデンサを選択してください。 $f_z$ の値を求めるためには次式を使用してください。出力リップルを低く抑えながら閉ループの安定性を保証するには、100m $\Omega$ ~250m $\Omega$ のESRを持つコンデンサを推奨します。

$$f_z = \frac{1}{2 \times \pi \times C_{OUT} \times ESR_{OUT}}$$

出力リップルは、 $\Delta V_{OQ}$  (コンデンサの放電による)および $\Delta V_{OESR}$  (コンデンサのESRによる)からなります。出力にはESRが小さいタンタルまたはアルミ電解コンデンサを使用してください。ESRとコンデンサの放電値の負担がそれぞれ80%および20%であると仮定して、指定されたリップルを得るためのESRと出力コンデンサ値を次式で計算してください。

$$ESR_{OUT} = \frac{\Delta V_{OESR}}{\Delta I_L}$$

$$C_{OUT} \approx \frac{\Delta I_L}{2.2 \times \Delta V_{OQ} \times f_{SW}}$$

MAX5033は400 $\mu$ sのソフトスタート時間( $t_{SS}$ )を持っています。出力のオーバシュートを防ぐために、スタートアップ時に出力の立上り時間を $t_{SS}$ 以下に抑えることが重要です。出力の立上り時間は出力コンデンサに正比例します。出力のオーバシュートを5%以下に抑えるには、出力に68 $\mu$ F以下のコンデンサを使用してください。

負荷が動的に変化するアプリケーションでは、高速変化する負荷における出力電圧の許容偏差が出力コンデンサの値とESRを決定します。コントローラがより大きなデューティサイクルで応答するまで、出力コンデンサはステップ負荷電流を供給します。この応答時間( $t_{RESPONSE}$ )は、コンバータの閉ループ帯域幅に依存します。コンデンサのESR両端の抵抗性電圧降下とコンデンサ放電がステップ負荷時の電圧低下を起こします。より良い過渡負荷とリップル/ノイズ特性のために、低ESRのタンタルとセラミックコンデンサの組合せを使用してください。最大出力電圧偏差は動作している電子回路の許容限度以上以上を保ってください。出力容量の放電とESRの電圧降下を50%と仮定して、次式を使用して必要なESRと容量値を計算してください。

$$ESR_{OUT} = \frac{\Delta V_{OESR}}{I_{STEP}}$$

$$C_{OUT} = \frac{I_{STEP} \times t_{RESPONSE}}{\Delta V_{OQ}}$$

ここで、 $I_{STEP}$ は負荷ステップ、 $t_{RESPONSE}$ はコントローラの応答時間です。コントローラの応答時間は、20kHz (typ)の閉ループユニティゲイン帯域幅の逆数の約1/3です。

## プリント基板レイアウトについて

適切にプリント基板のレイアウトを行うことは重要です。ショットキー整流器のアノード、入力バイパスコンデンサのグラウンドのリード、および出力フィルタコンデンサのグラウンドのリードを一点接続(星型グラウンド接続)にして、グラウンドノイズを最小にしてください。グラウンド平面が

# 500mA、76V、高効率、MAXPower ステップダウンDC-DCコンバータ

MAX5033

## アプリケーション回路

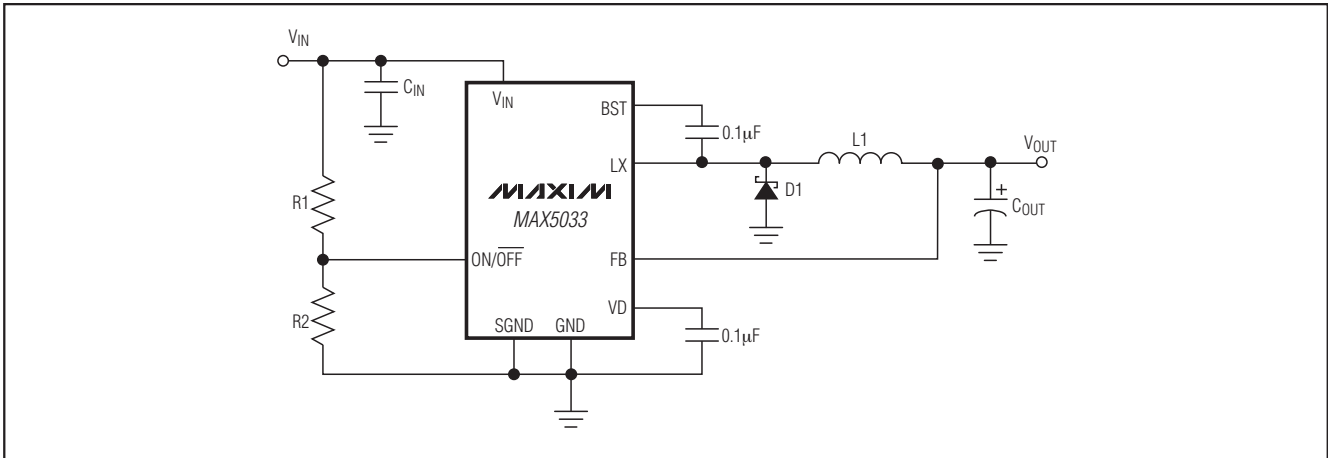


図2. 固定出力電圧

表2. 標準外付け部品の選択(図2の回路)

V <sub>IN</sub> (V)	V <sub>OUT</sub> (V)	I <sub>OUT</sub> (A)	EXTERNAL COMPONENTS
7.5 to 76	3.3	0.5	C <sub>IN</sub> = 47µF, Panasonic, EEVFK2A470Q C <sub>OUT</sub> = 47µF, Vishay Sprague, 594D476X_016C2T C <sub>BST</sub> = 0.1µF, 0805 R1 = 1MΩ ±1%, 0805 R2 = 384kΩ ±1%, 0805 D1 = 50SQ100, IR L1 = 150µH, Coilcraft Inc., DO5022P-154
7.5 to 76	5	0.5	C <sub>IN</sub> = 47µF, Panasonic, EEVFK2A470Q C <sub>OUT</sub> = 33µF, Vishay Sprague, 594D336X_016C2T C <sub>BST</sub> = 0.1µF, 0805 R1 = 1MΩ ±1%, 0805 R2 = 384kΩ ±1%, 0805 D1 = 50SQ100, IR L1 = 220µH, Coilcraft Inc., DO5022P-224
15 to 76	12	0.5	C <sub>IN</sub> = 47µF, Panasonic, EEVFK2A470Q C <sub>OUT</sub> = 15µF, Vishay Sprague, 594D156X_025C2T C <sub>BST</sub> = 0.1µF, 0805 R1 = 1MΩ ±1%, 0805 R2 = 384kΩ ±1%, 0805 D1 = 50SQ100, IR L1 = 330µH, Coilcraft Inc., DO5022P-334

必要です。配線を短くして寄生容量、配線パターン抵抗、および放射ノイズを最小にします。特にショットキー整流ダイオードをこのデバイスのすぐ隣に配置してくだ

さい。また、BSTとVDのバイパスコンデンサをこのデバイスの直近に配置してください。ヒートシンクとなるようにPCBの銅平面をV<sub>IN</sub>とLXに接続してください。

# 500mA、76V、高効率、MAXPower ステップダウンDC-DCコンバータ

MAX5033

表2. 標準外付け部品の選択(図2の回路)(続き)

V <sub>IN</sub> (V)	V <sub>OUT</sub> (V)	I <sub>OUT</sub> (A)	EXTERNAL COMPONENTS
9 to 14	3.3	0.5	C <sub>IN</sub> = 100μF, Panasonic, EEVFK1E101P C <sub>OUT</sub> = 47μF, Vishay Sprague, 594D476X_016C2T C <sub>BST</sub> = 0.1μF, 0805 R1 = 1MΩ ±1%, 0805 R2 = 274kΩ ±1%, 0805 D1 = B220/A, Diodes Inc. L1 = 150μH, Coilcraft Inc., DO5022P-154
	5	0.5	C <sub>IN</sub> = 100μF, Panasonic, EEVFK1E101P C <sub>OUT</sub> = 33μF, Vishay Sprague, 594D336X_016C2T C <sub>BST</sub> = 0.1μF, 0805 R1 = 1MΩ ±1%, 0805 R2 = 274kΩ ±1%, 0805 D1 = B220/A, Diodes Inc. L1 = 220μH, Coilcraft Inc., DO5022P-224
18 to 36	3.3	0.5	C <sub>IN</sub> = 100μF, Panasonic, EEVFK1H101P C <sub>OUT</sub> = 47μF, Vishay Sprague, 594D476X_016C2T C <sub>BST</sub> = 0.1μF, 0805 R1 = 1MΩ ±1%, 0805 R2 = 130kΩ ±1%, 0805 D1 = B240/A, Diodes Inc. L1 = 150μH, Coilcraft Inc., DO5022P-154
	5	0.5	C <sub>IN</sub> = 100μF, Panasonic, EEVFK1H101P C <sub>OUT</sub> = 33μF, Vishay Sprague, 594D336X_016C2T C <sub>BST</sub> = 0.1μF, 0805 R1 = 1MΩ ±1%, 0805 R2 = 130kΩ ±1%, 0805 D1 = B240/A, Diodes Inc. L1 = 220μH, Coilcraft Inc., DO5022P-224
	12	0.5	C <sub>IN</sub> = 100μF, Panasonic, EEVFK1H101P C <sub>OUT</sub> = 15μF, Vishay Sprague, 594D156X_025C2T C <sub>BST</sub> = 0.1μF, 0805 R1 = 1MΩ ±1%, 0805 R2 = 130kΩ ±1%, 0805 D1 = B240/A, Diodes Inc. L1 = 330μH, Coilcraft Inc., DO5022P-334

# 500mA、76V、高効率、MAXPower ステップダウンDC-DCコンバータ

MAX5033

表3. 部品メーカー

SUPPLIER	PHONE	FAX	WEBSITE
AVX	843-946-0238	843-626-3123	www.avxcorp.com
Coilcraft	847-639-6400	847-639-1469	www.coilcraft.com
Diodes Incorporated	805-446-4800	805-446-4850	www.diodes.com
Nichicon	858-824-1515	858-824-1525	www.nichicon.com
Panasonic	714-373-7366	714-737-7323	www.panasonic.com
Sanyo	619-661-6835	619-661-1055	www.sanyo.com
TDK	847-803-6100	847-390-4405	www.component.tdk.com
Vishay	402-563-6866	402-563-6296	www.vishay.com

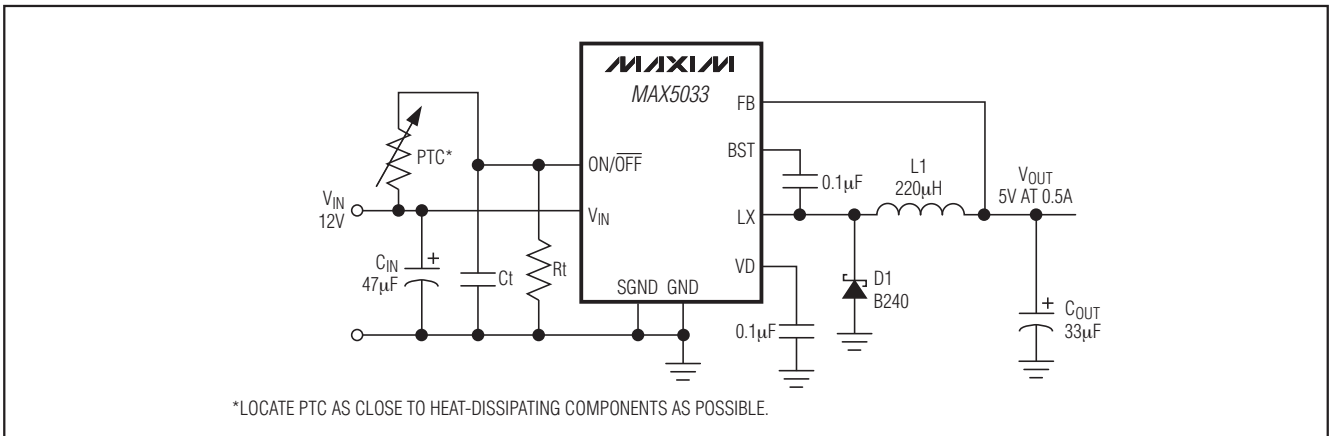


図3. ON/OFFによる負荷温度監視(正確なVINが必要)



# 500mA、76V、高効率、MAXPower ステップダウンDC-DCコンバータ

MAX5033

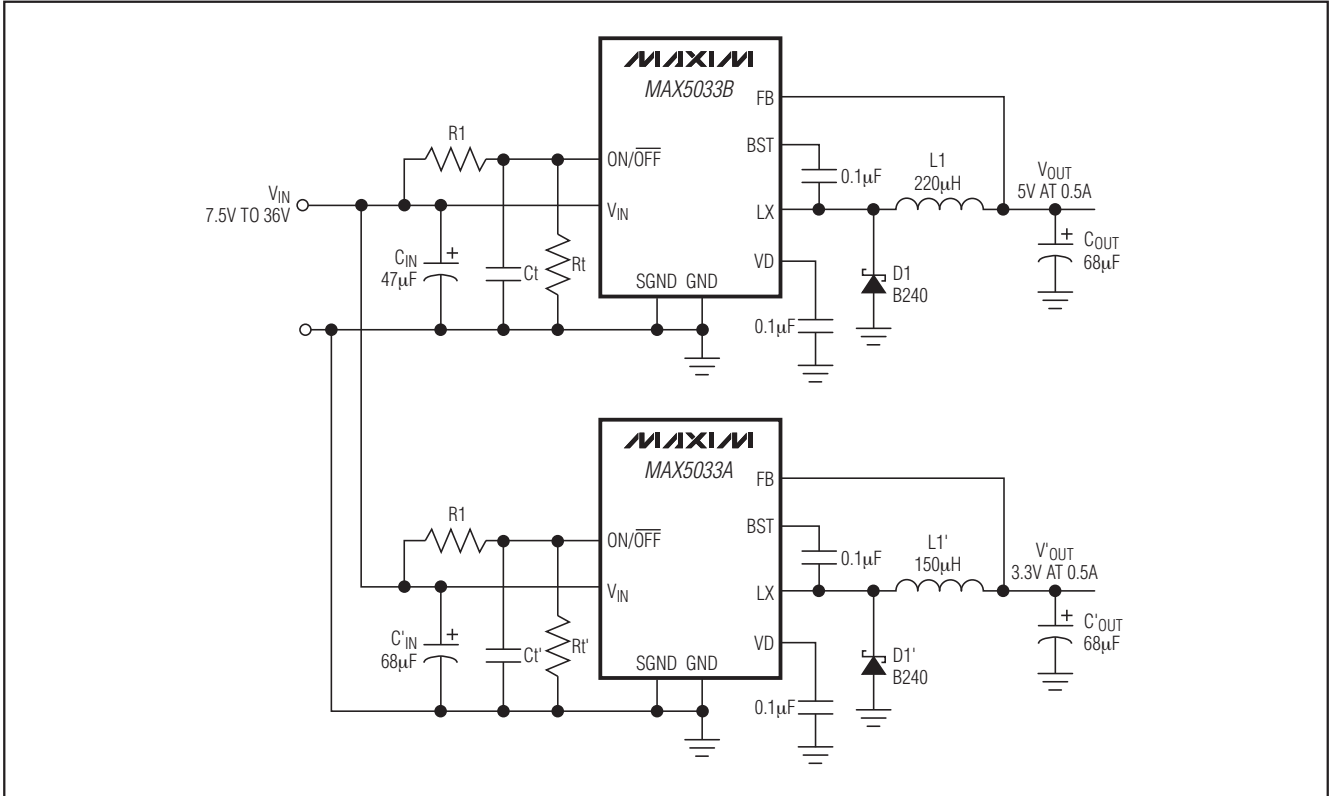


図4. デュアルシーケンスのDC-DCコンバータ(立上り遅延は $R_1/R_1'$ 、 $C_t/C'_t$ 、および $R_t/R'_t$ によって決定)

## チップ情報

TRANSISTOR COUNT: 4344

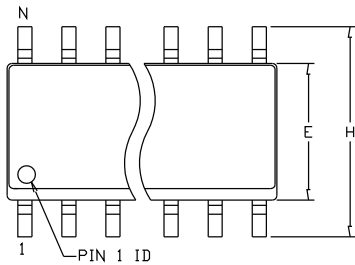
PROCESS: BiCMOS

# 500mA、76V、高効率、MAXPower ステップダウンDC-DCコンバータ

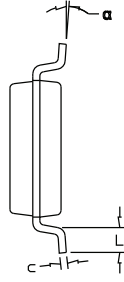
MAX5033

## パッケージ

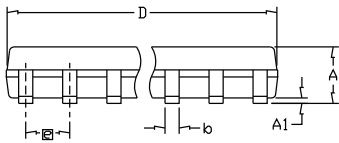
(このデータシートに掲載されているパッケージ仕様は、最新版が反映されているとは限りません。最新のパッケージ情報は、[japan.maxim-ic.com/packages](http://japan.maxim-ic.com/packages)をご参照下さい。)



TOP VIEW



END VIEW



SIDE VIEW

SYMBOL	COMMON DIMENSIONS			
	INCHES		MM	
	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.
A	.053	.069	1.35	1.75
AI	.004	.010	0.10	0.25
b	.014	.019	0.35	0.49
c	.007	.010	0.19	0.25
E	.150	.157	3.80	4.00
e	.050	BSC	1.27	BSC
H	.228	.244	5.80	6.20
L	.016	.050	0.40	1.27
$\alpha$	0°	8°	0°	8°

SYMBOL	VARIATION A			
	INCHES		MM	
	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.
D	.189	.197	4.80	5.00
N	8			
MS012	AA			
PKG. CODE	S8-2, S8-4, S8-5, S8-6F, S8-7F, S8-8F, S8-10F, S8-11F, S8-16F			

SYMBOL	VARIATION B			
	INCHES		MM	
	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.
D	.337	.344	8.55	8.75
N	14			
MS012	AB			
PKG. CODE	S14-1, S14-4, S14-5, S14-6, S14M-4, S14M-5, S14M-6, S14M-7			

SYMBOL	VARIATION C			
	INCHES		MM	
	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.
D	.386	.394	9.80	10.00
N	16			
MS012	AC			
PKG. CODE	S16-1, S16-3, S16-5, S16-6, S16-8, S16-7F, S16-9F, S16-10F; S16M-3, S16M-6			

### NOTES:

1. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS UNLESS OTHERWISE SPECIFIED.
2. MATERIAL MUST COMPLY WITH BANNED AND RESTRICTED SUBSTANCES SPEC # 10-0131.
3. DIMENSIONS D AND E DO NOT INCLUDE MOLD PROTRUSION. ALLOWABLE MOLD PROTRUSION IS 0.15 MM (.006") PER SIDE.
4. LEADS TO BE COPLANAR WITHIN 0.10mm (.004").
5. MEETS JEDEC MS012
6. ALL DIMENSIONS APPLY TO BOTH LEADED (-) AND PbFREE (+) PKG. CODES.

-DRAWING NOT TO SCALE-

**MAXIM**

TITLE:  
PACKAGE OUTLINE,  
8L, 14L, 16L SOIC .150 INCH

APPROVAL DOCUMENT CONTROL NO. REV. 1/1  
21-0041 C

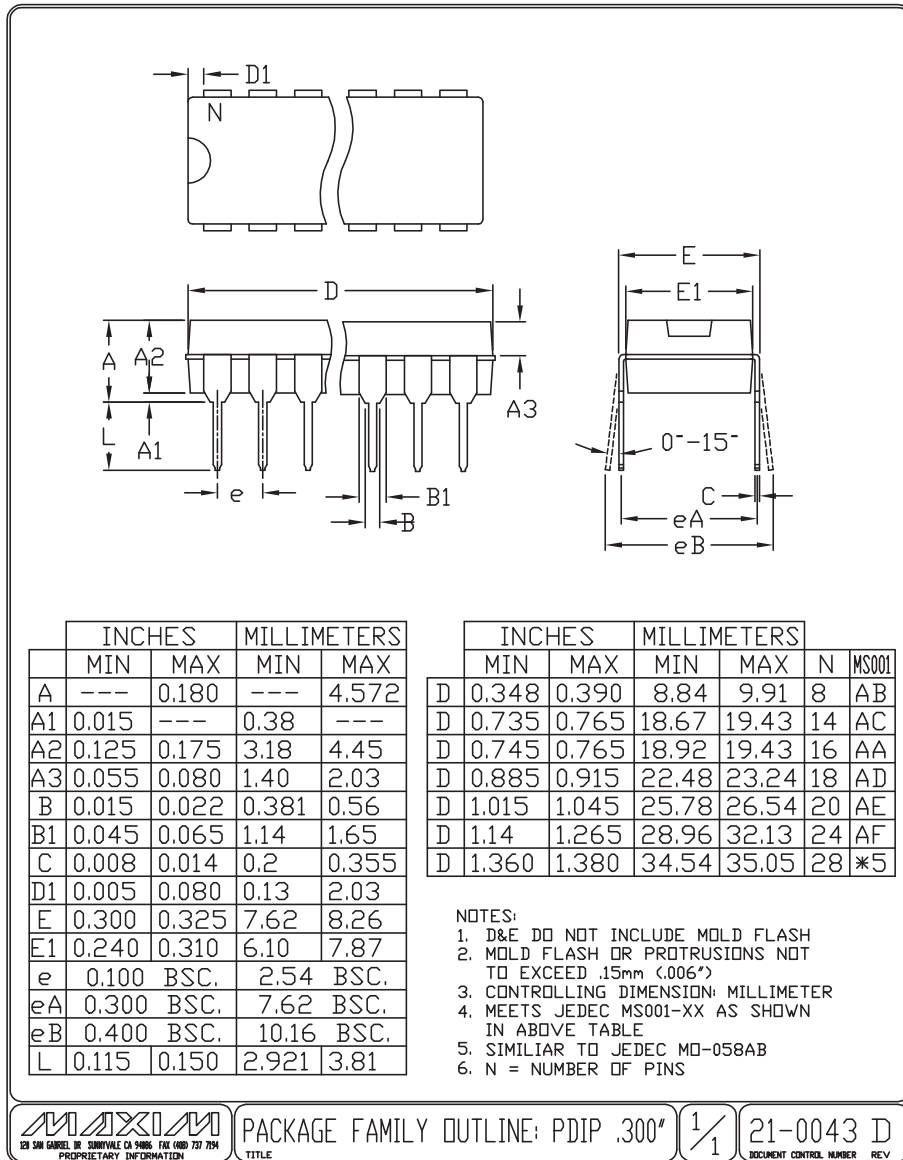


# 500mA、76V、高効率、MAXPower ステップダウンDC-DCコンバータ

MAX5033

## 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、[japan.maxim-ic.com/packages](http://japan.maxim-ic.com/packages)をご参照下さい。)



## 改訂履歴

Rev 3のページ変更: 1、2、17

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

Maximは完全にMaxim製品に組込まれた回路以外の回路の使用について一切責任を負いかねます。回路特許ライセンスは明言されていません。Maximは随時予告なく回路及び仕様を変更する権利を留保します。

Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600 17