

# 小型、高効率、デュアル出力 ステップアップ及びLCDバイアスDC-DCコンバータ

## 概要

MAX1677は、一般的なロジック及び液晶ディスプレイ(LCD)用として2つの安定化電源が必要な携帯型装置向けに設計された小型、高効率のデュアル出力ブーストコンバータです。MAX1677は0.7Vまでの非常に低い入力電圧で動作するので、1、2又は3セルのアルカリ、NiCdあるいはNiMH電池だけでなく、1セルのリチウムイオン電池を使用した動作にも対応します。このデバイスは外部FETが不要で、電圧レギュレーションを維持する能力を備えており、消費電流が僅か20 $\mu$ Aに抑えられているので、低電流の「スリープ」状態で動作する携帯型のペン入力及びPDA装置に最適です。

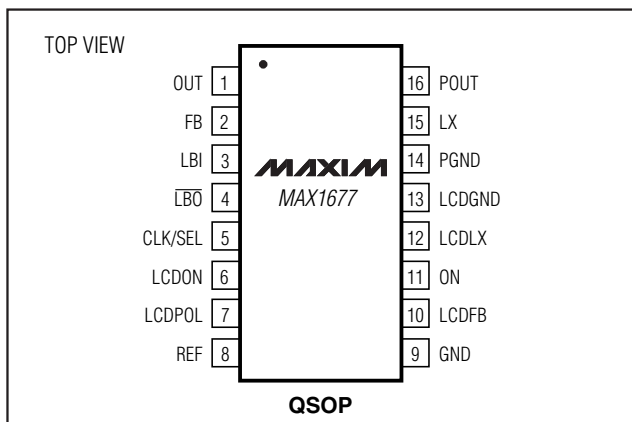
MAX1677の1次レギュレータは、内部設定済みの3.3V出力又は2.5V~5.5Vの範囲で調整可能な電圧出力で350mAまでの出力電流を供給します。内蔵の同期整流器により、95%までの高効率を提供します。300kHz(又は外部クロック入力)のパルス幅変調(PWM)動作は特に、ワイヤレス機能を備えたアプリケーションなどの低ノイズ性能を必要とするアプリケーションに適しています。1次コンバータは、ピンの接続変更によって選択して消費電流を僅か20 $\mu$ Aに低減するパルス周波数変調(PFM)動作も特長としています。1 $\mu$ Aのシャットダウン状態により、バッテリー消費が最小限に抑えられます。

MAX1677の2次ステップアップコンバータはLCDバイアス、バラクタ同調、又はその他の高電圧低電流回路動作用に+28V又は-28Vまでの電圧出力を供給します。MAX1677のその他の特長として高精度電圧リファレンスの内蔵、両方のレギュレータ用に備えられているロジック制御入力、そしてローバッテリー検出用又はリセット機能用として内蔵されている多機能コンパレータが挙げられます。MAX1677は、回路基板占有スペースが標準の8ピンSOPパッケージよりも小さなマキシム社独自の小型16ピンQSOPパッケージで提供されています。

## アプリケーション

PDA 携帯電話  
携帯型端末 携帯型機器

## ピン配置



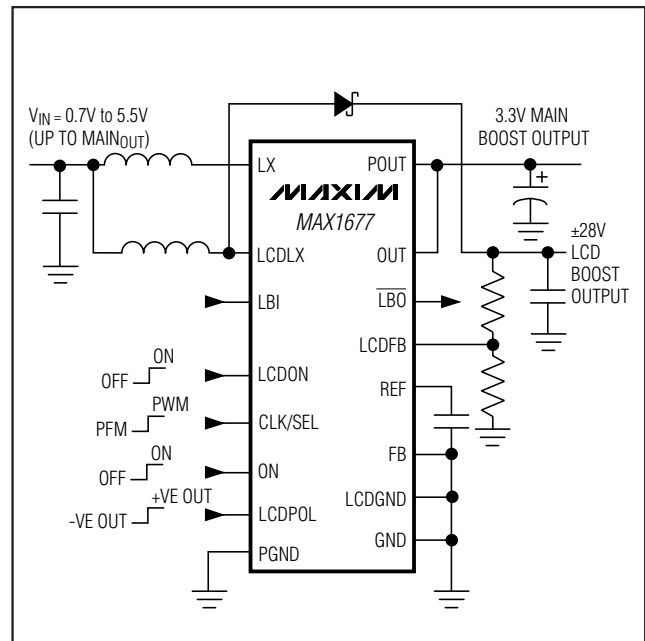
## 特長

- ◆ 外部FETが不要
- ◆ メイン出力
  - ロジック電源用に350mAまでの電流出力
  - 固定3.3V出力又は調整可能な電圧出力 (2.5V~5.5V)
  - 同期整流器により高効率(95%まで)
  - 300kHz(200kHzから400kHzまでの同期可能)
  - 固定周波数PWM動作
- ◆ 2次出力
  - +28V又は-28VまでのLCDバイアス電源出力
  - 電流リミット値のプログラム設定が可能
- ◆ 0.7Vから5.5Vまでの入力電圧範囲
- ◆ 20 $\mu$ Aの消費電流
- ◆ 1 $\mu$ Aのシャットダウン消費電流
- ◆ ローバッテリーコンパレータ
- ◆ 小型16ピンQSOPパッケージ

## 型番

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX1677EEE	-40°C to +85°C	16 QSOP

## 標準動作回路



# 小型、高効率、デュアル出力 ステップアップ及びLCDバイアスDC-DCコンバータ

MAX1677

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

OUT, LCDON, ON, POUT, LBI, $\overline{LBO}$ , LX to GND .....	-0.3V to +6V
CLK/SEL, LCDPOL, REF, LCDFB, FB to GND .....	-0.3V to ( $V_{OUT} + 0.3V$ )
LCDLX to GND .....	-0.3V to +30V
PGND, LCDGND to GND .....	-0.3V to +0.3V
POUT to OUT .....	-0.3V to +0.3V

Continuous Power Dissipation ( $T_A = +70^\circ\text{C}$ ) 16-Pin QSOP (derate 8.3mW/ $^\circ\text{C}$ above $+70^\circ\text{C}$ ) .....	696mW
Operating Temperature Range .....	$-40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$
Junction Temperature .....	$+150^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range .....	$-65^\circ\text{C}$ to $+160^\circ\text{C}$
Lead Temperature (soldering, 10s) .....	$+300^\circ\text{C}$

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

( $V_{OUT} = 3.3V$ ,  $C_{REF} = 0.1\mu\text{F}$ ,  $P_{OUT} = \text{OUT}$ ,  $T_A = 0^\circ\text{C}$  to  $+85^\circ\text{C}$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^\circ\text{C}$ .)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>GENERAL</b>						
Input Voltage Range	$V_{IN}$	(Note 1)	0.7		5.5	V
Minimum Startup Voltage	$V_{STARTUP}$	$T_A = +25^\circ\text{C}$ , $I_{LOAD} < 1\text{mA}$		0.9	1.1	V
Reference Voltage	$V_{REF}$	$I_{REF} = 0$	1.23	1.25	1.27	V
Reference Load Regulation		$I_{REF} = 0$ to $50\mu\text{A}$ (Note 2)		2	15	mV
Reference Line Rejection		$V_{OUT} = 2.5V$ to $5.5V$		0.2	5	mV
Supply Current Main DC On, LCD Off	$I_{LCDOFF}$	No load, current into OUT		20	40	$\mu\text{A}$
Supply Current All On, Main DC-DC in PFM Mode	$I_{PFM}$	No load, current into OUT		35	60	$\mu\text{A}$
Supply Current All On, Main DC-DC in PWM Mode	$I_{PWM}$	No load, current into OUT		115	300	$\mu\text{A}$
Supply Current in Shutdown				0.3	5	$\mu\text{A}$
<b>MAIN BOOST DC-DC</b>						
Output Voltage	$V_{OUT}$	FB = GND, $0 \leq I_{LX} \leq 350\text{mA}$ , CLK/SEL = OUT (Note 3)	3.20	3.30	3.43	V
FB Regulation Voltage	$V_{FB}(\text{REG})$	Adjustable mode, CLK/SEL = OUT (Note 3)	1.225	1.25	1.275	V
FB Input Current	$I_{FB}$	$V_{FB} = 1.3V$		0.02	50	nA
Output Voltage Adjustment Range			2.5		5.5	V
Startup to Normal Mode Transition Voltage (Note 4)	$V_{LOCKOUT}$		2.1		2.4	V
Line Regulation		$I_{OUT} = 150\text{mA}$ , $V_{IN} = 2V$ to $3V$		0.6		%
Load Regulation		CLK/SEL = OUT, $V_{IN} = 2.4V$ , $I_{LOAD} = 10\text{mA}$ to $200\text{mA}$		1		%
Frequency in Startup Mode	$f_{STARTUP}$	$V_{OUT} = 15V$	40		300	kHz
LX Leakage Current	$I_{LX}(\text{LEAK})$			0.2	5	$\mu\text{A}$

# 小型、高効率、デュアル出力 ステップアップ及びLCDバイアスDC-DCコンバータ

MAX1677

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

( $V_{OUT} = 3.3V$ ,  $C_{REF} = 0.1\mu F$ ,  $P_{OUT} = OUT$ ,  $T_A = 0^\circ C$  to  $+85^\circ C$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^\circ C$ .)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
LX On-Resistance	$R_{LX(ON)N}$	N-channel		0.22	0.5	$\Omega$
	$R_{LX(ON)P}$	P-channel		0.4	1.0	
LX Current Limit	$I_{LX(PWM)}$	N-channel PWM mode	550	670	800	mA
	$I_{LX(PFM)}$	N-channel PFM mode	250	350	450	
P-Channel Synchronous Rectifier Turn-Off Current in PFM Mode			40	90	140	mA
Internal Oscillator	f	CLK/SEL = OUT	240	300	360	kHz
Oscillator Maximum Duty Cycle	D		80	85	90	%
External Clock Frequency Range			200		400	kHz
<b>LOGIC AND CONTROL INPUTS</b>						
Input Leakage Current		ON, LCDON, LCDPOL, CLK/SEL			1	$\mu A$
ON Input Threshold	$V_{ON(LOW)}$	$1.1V < V_{OUT} < 5.5V$	0.2 $V_{OUT}$			V
	$V_{ON(HIGH)}$		0.8 $V_{OUT}$			
LCDON, LCDPOL, CLK/SEL Input Threshold	$V_{IL}$	$V_{OUT} > 2.5V$	0.2 $V_{OUT}$			V
	$V_{IH}$		0.8 $V_{OUT}$			
LBI Falling Threshold	$V_{LBI(TH)}$		599	614	629	mV
LBI Hysteresis			1			%
$\overline{LBO}$ Output Low Voltage	$V_{\overline{LBO}(LO)}$	Sink current = 1mA	0.1			V
LBI Input Bias Current	$I_{LBI(BIAS)}$		50			nA
$\overline{LBO}$ Leakage Current	$I_{\overline{LBO}(LEAK)}$	$V_{\overline{LBO}} = 5.5V$	1			$\mu A$
LCDLX Voltage			28			V
LCDLX Switch Current Limit		LCDPOL = OUT or GND	300	350	450	mA
		LCDPOL connected to OUT or GND through 50k $\Omega$	150	225	300	
LCDLX Switch Resistance	$R_{LCDLX}$	$V_{OUT} = 3.3V$	1.0 1.4			$\Omega$
LCDLX Leakage Current		$V_{LCDLX} = 28V$	1			$\mu A$
LCDFB Set Point		Positive LCD, LCDPOL = OUT	1.225	1.25	1.275	V
		Negative LCD, LCDPOL = GND	-15	0	15	mV
LCDFB Input Bias Current			50			nA
LCD Line Regulation		$I_{LOAD} = 5mA$ , $V_{IN} = 1.2V$ to $3.6V$ , Figure 2	0.1			%/V
LCD Load Regulation		$I_{LOAD} = 0$ to $5mA$ , $V_{IN} = 2.4V$ , Figure 2	0.5			%
Maximum LCDLX On-Time	$t_{ON LCD}$		3.4	4.3	5.2	$\mu s$
Minimum LCDLX Off-Time		Operating mode	0.8	1	1.2	$\mu s$
		Start-up mode (positive or negative)	3.0	4.0	5.0	
LCDFB Voltage for Startup Mode		LCDPOL = OUT	0.75			V
		LCDPOL = GND	0.5			

# 小型、高効率、デュアル出力 ステップアップ及びLCDバイアスDC-DCコンバータ

MAX1677

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

( $V_{OUT} = 3.3V$ ,  $C_{REF} = 0.1\mu F$ ,  $P_{OUT} = OUT$ ,  $T_A = -40^{\circ}C$  to  $+85^{\circ}C$ , unless otherwise noted. ) (Note 5)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	MAX	UNITS
<b>GENERAL</b>					
Supply Current Main DC On, LCD Off	$I_{LCDOFF}$	No load, current into OUT		40	$\mu A$
Supply Current All On, Main DC-DC in PFM Mode	$I_{PFM}$	No load, current into OUT		60	$\mu A$
Supply Current All On, Main DC-DC in PWM Mode	$I_{PWM}$	No load, current into OUT		300	$\mu A$
Supply Current in Shutdown				5	$\mu A$
<b>MAIN</b>					
Output Voltage	$V_{OUT}$	FB = GND, $0 \leq I_{LX} \leq 350mA$ , CLK/SEL = OUT (Note 3)	3.17	3.46	V
FB Regulation Voltage	$V_{FB(REG)}$	Adjustable mode, CLK/SEL = OUT (Note 3)	1.22	1.28	V
Startup to Normal Mode Transition Voltage (Note 4)	$V_{LOCKOUT}$		2.1	2.4	V
LX Leakage Current	$I_{LX(LEAK)}$			5	$\mu A$
LX Current Limit	$I_{LX(PWM)}$	N-channel PWM mode	550	900	mA
	$I_{LX(PFM)}$	N-channel PFM mode	250	500	
Internal Oscillator	f	CLK/SEL = OUT	240	360	kHz
External Clock Frequency Range			200	400	kHz
<b>LOGIC</b>					
ON Input Threshold	$V_{ON(LOW)}$	$1.1V < V_{OUT} < 5.5V$	$0.2V_{OUT}$		V
	$V_{ON(HIGH)}$		$0.8V_{OUT}$		
LCDON, LCDPOL, CLK/SEL Input Threshold	$V_{IL}$		$0.2V_{OUT}$		V
	$V_{IH}$		$0.8V_{OUT}$		
LBI Falling Threshold	$V_{LBI(TH)}$		599	629	mV
$\overline{LBO}$ Output Low Voltage	$V_{\overline{LBO}}(LO)$	Sink current = 1mA		0.1	V
<b>LCD BIAS DC-DC</b>					
LCDLX Switch Current Limit		LCDPOL = OUT or GND	300	450	mA
		LCDPOL connected to OUT or GND through $50k\Omega$	150	300	
LCDFB Set Point		Positive LCD, LCDPOL = OUT	1.22	1.28	V
		Negative LCD, LCDPOL = GND	-20	+20	mV

**Note 1:** The MAX1677 operates in bootstrap mode (operates from the output voltage). Once started, it will operate down to  $0.7V$  input. If  $V_{IN}$  exceeds the set  $V_{OUT}$ ,  $V_{OUT}$  will follow one diode drop below  $V_{IN}$ .

**Note 2:**  $C_{REF} = 0.22\mu F$  for applications where  $I_{REF} > 10\mu A$ .

**Note 3:** In low-power mode (CLK/SEL = GND), the output voltage regulates 1% higher than in low-noise mode (CLK/SEL = OUT or synchronized).

**Note 4:** The device is in a startup mode when  $V_{OUT}$  is below this value.

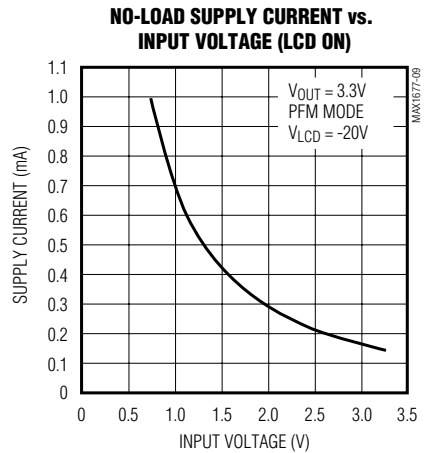
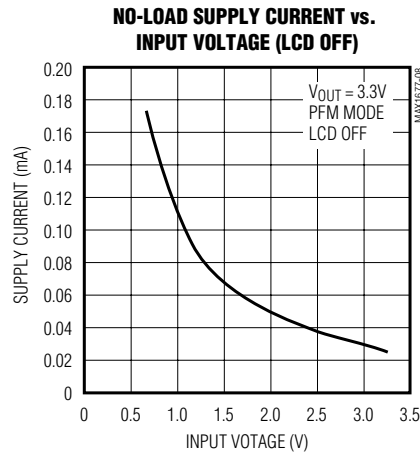
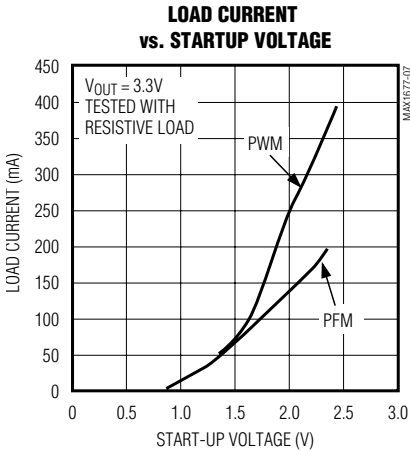
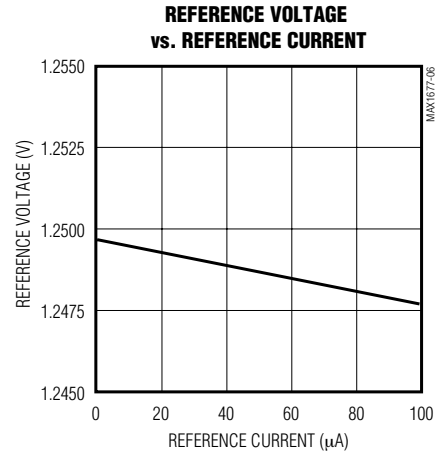
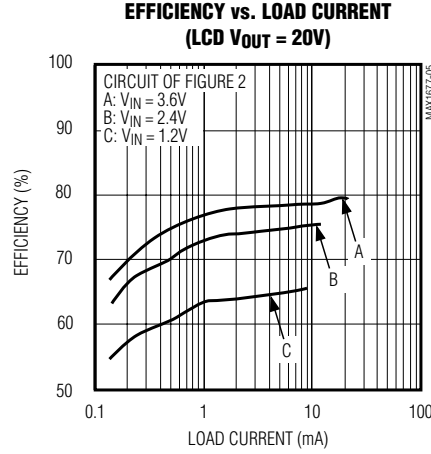
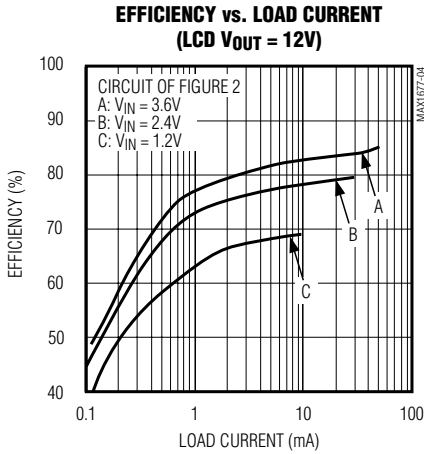
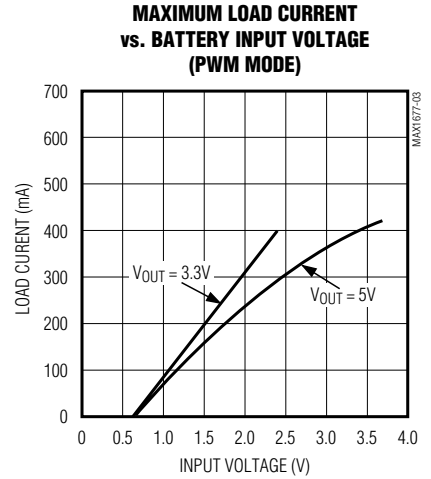
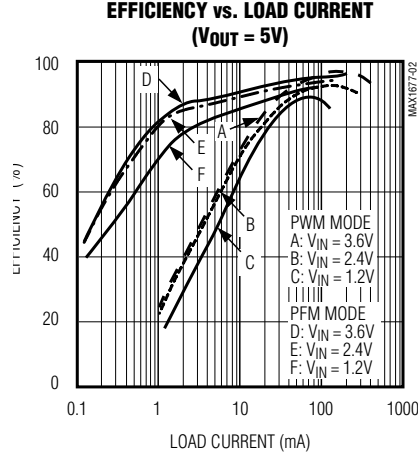
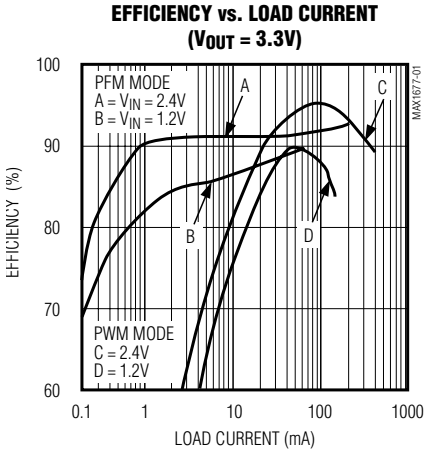
**Note 5:** Specifications to  $-40^{\circ}C$  are guaranteed by design and not production tested.

# 小型、高効率、デュアル出力 ステップアップ及びLCDバイアスDC-DCコンバータ

MAX1677

## 標準動作特性

(Circuits of Figures 2 and 3,  $T_A = +25^\circ\text{C}$ , unless otherwise noted.)

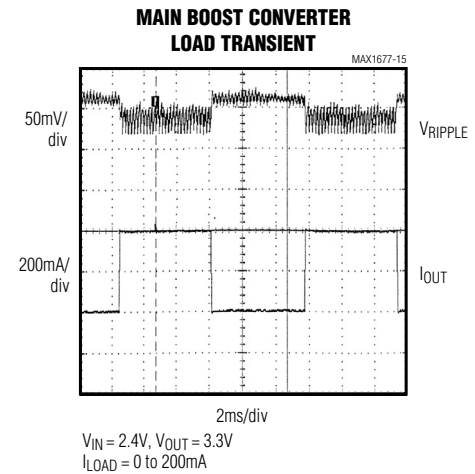
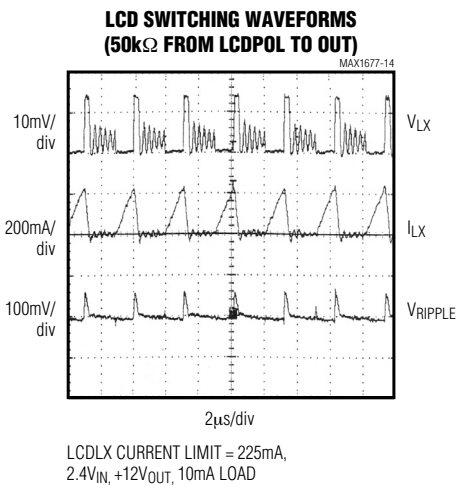
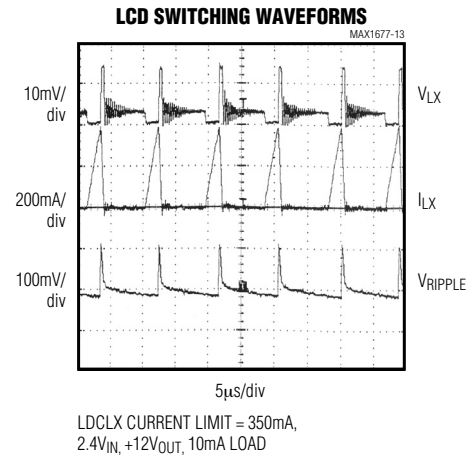
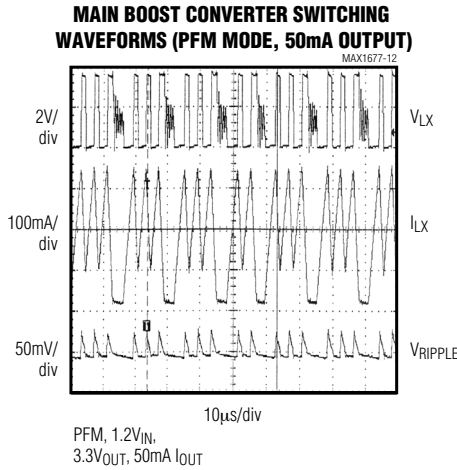
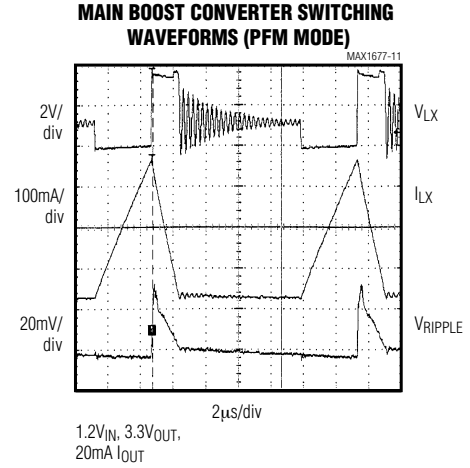
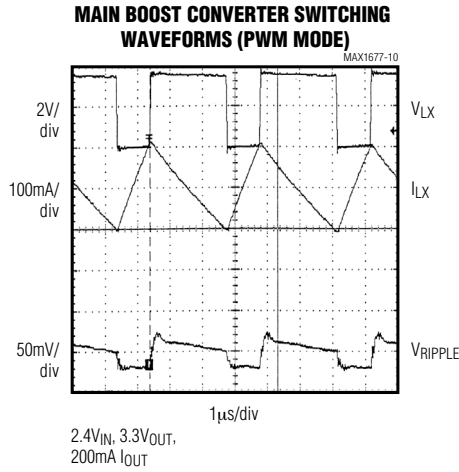


# 小型、高効率、デュアル出力 ステップアップ及びLCDバイアスDC-DCコンバータ

MAX1677

## 標準動作特性(続き)

(Circuits of Figures 2 and 3,  $T_A = +25^\circ\text{C}$ , unless otherwise noted.)

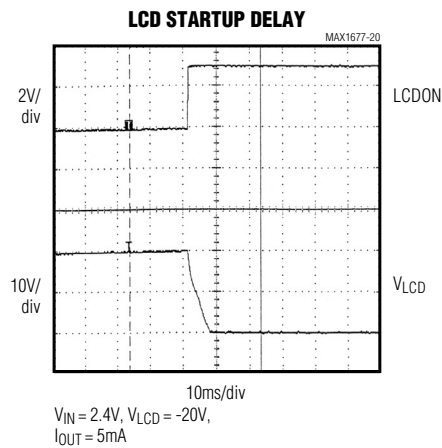
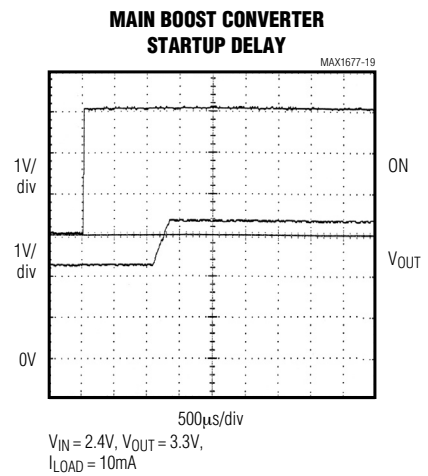
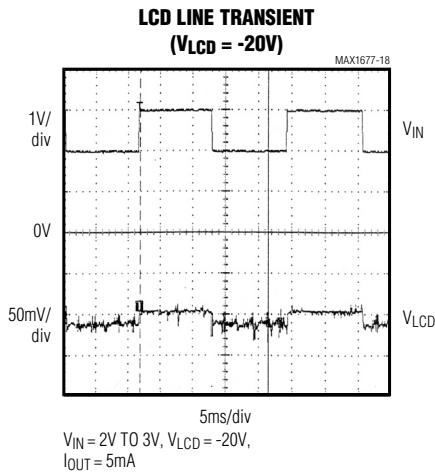
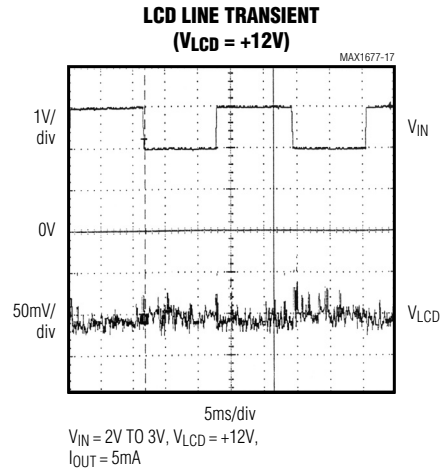
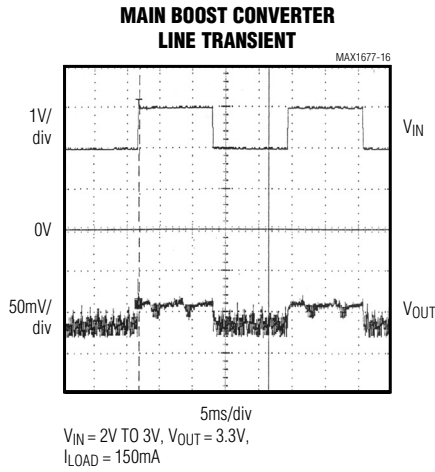


# 小型、高効率、デュアル出力 ステップアップ及びLCDバイアスDC-DCコンバータ

MAX1677

## 標準動作特性(続き)

(Circuits of Figures 2 and 3,  $T_A = +25^\circ\text{C}$ , unless otherwise noted.)





# 小型、高効率、デュアル出力 ステップアップ及びLCDバイアスDC-DCコンバータ

MAX1677

## 端子説明

端子	名称	機能
1	OUT	出力センス入力。このOUTピンからデバイスに電源が供給されます。このピンを0.1 $\mu$ FのセラミックコンデンサでGNDにバイパスしてください。10 $\Omega$ の直列抵抗を通してOUTとPOUTの各ピン間を接続します。
2	FB	Dual Mode™メインブーストフィードバック入力。3.3V出力の場合には、このピンをGNDに接続します。OUTとFBの各入力間に分圧抵抗器を接続して、出力を2.5Vから5.5Vの電圧範囲内に調整します(図5)。
3	LBI	ローバッテリーコンパレータ入力。スレッショルドは614mVです。分圧抵抗器を外付して、ローバッテリーのトリップポイントを設定します(図7)。
4	LBO	オープンドレイン、ローバッテリー出力。LBIが614mVよりも低くなると、LBOがローになり、それ以外の場合にはハイに維持されます。
5	CLK/SEL	同期クロック及びPWM選択入力。 CLK/SEL=ロー：低電力、低消費電流のPFMモード CLK/SEL=ハイ：低ノイズ、300kHzにてハイパワーPWMモード CLK/SEL=200kHzから400kHzまでの外部クロックで駆動、クロック同期のPWMハイパワーモード
6	LCDON	LCDイネーブル入力。ハイで駆動すると、LCDブーストコンバータがターンオンします。メインDC-DCがオンであることが必要です。
7	LCDPOL	LCD極性選択入力。LCDブーストコンバータの極性とピーク電流出力を設定します(表2)。
8	REF	1.25Vの電圧リファレンス出力。0.1 $\mu$ Fのセラミックコンデンサでバイパスします。
9	GND	グラウンド
10	LCDFB	LCDフィードバック入力。スレッショルドはLCDPOLがハイに設定された正の出力電圧の場合に1.25Vで、LCDPOLがローに設定された負の出力電圧の場合で0です。
11	ON	I.C.イネーブル入力。この入力をハイに駆動すると、MAX1677がイネーブルされます。
12	LCDLX	LCDブーストコンバータの28Vスイッチのドレイン
13	LCDGND	内部NチャンネルDMOS LCDブーストコンバータスイッチのソース
14	PGND	内部Nチャンネルメインブーストコンバータスイッチのソース
15	LX	メイン出力ブーストコンバータの内部スイッチのドレイン
16	POUT	ブーストDC-DCコンバータの電源出力。内部PチャンネルMOSFETメインブーストコンバータ同期整流器のソース。

Dual Modeはマキシム社の商標です。

## 詳細

MAX1677は、バッテリー駆動装置用の高効率デュアル出力の電源です。このデバイスには、メインロジック電源及びLCDバイアス電源を供給する2個の完全なステップアップDC-DCコンバータが内蔵されています(図1)。メインブーストコンバータ(MBC)には、同期整流された電圧変換によって300mAまでの負荷で最大限の変換効率を提供するPチャンネル及びNチャンネルMOSFETが内蔵されています。標準的なバッテリー構成で供給可能な出力電流については、表1を参照してください。MBCの出力電圧は工場からの出荷時に固定3.3Vに設定済みであるか、あるいは抵抗を外付して2.5Vから5.5Vまでの範囲内の電圧に任意に調整することができます(デュアルモード動作)。MBCではCLK/SEL入力を使用して、固定周波数のPWM動作又は低動作電流のPFM動作を選択することが可能です(表2)。

LCDブーストコンバータ(LCD)には、 $\pm 28$ Vまでの正又は負の電圧を生成するNチャンネルDMOSスイッチが内蔵されています。LCD出力の極性は、LCDPOL入力によって設定します(表3)。3.3Vのメイン出力で、正のLCD出力電圧を供給するようにMAX1677を構成した回路を図2に示します。図3には負のLCD出力電圧を供給するようにMAX1677を構成した回路を示しています。LCDPOL入力を使用すると、LCDLXの電流リミット値を350mAから225mAに低減することも可能なので、低電流LCDアプリケーション(通常、LCD負荷が10mAよりも低い場合)で最小サイズのインダクタを使用することができます。

MAX1677には50 $\mu$ Aまでの電流をソースする高精度の1.25V出力電圧リファレンス、MBC及びLCD用のロジックシャットダウン制御入力(LCDを動作させるにはMBCの動作をオンにすることが必要)、そしてローバッテリーコンパレータも内蔵されています。



# 小型、高効率、デュアル出力 ステップアップ及びLCDバイアスDC-DCコンバータ

MAX1677

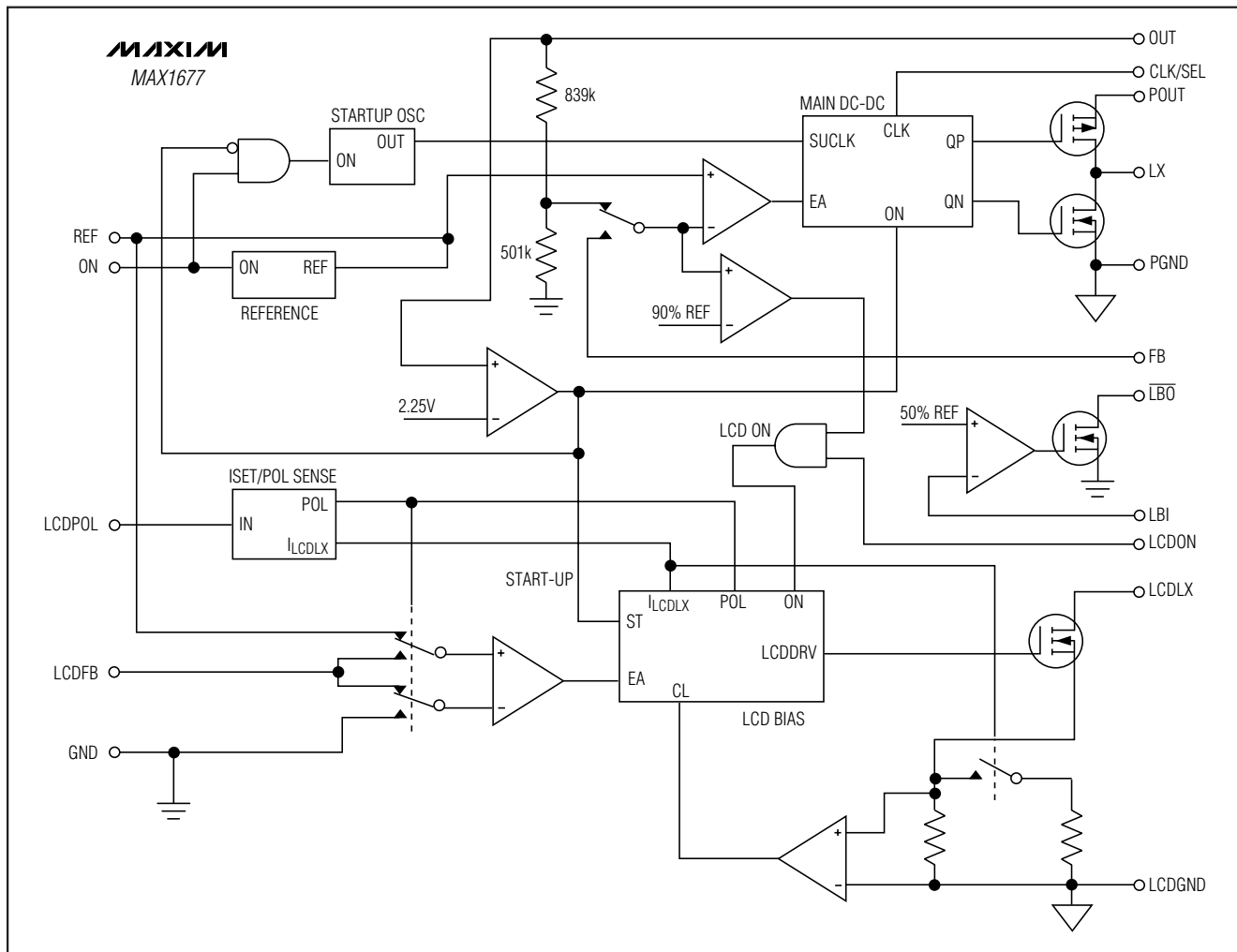


図1. 機能ブロック図

表1. メインブーストコンバータ(MBC)  
から供給可能な出力電流

セル数	入力電圧 (V)	MBC 出力電圧 (V)	MBC 出力電流 (mA) PWM/PFM
1 Alk/NiCd/NiMH	1.2	3.3	140/150
1 Alk/NiCd/NiMH	1.2	5	100/70
2 Alk/NiCd/NiMH	2.4	3.3	350/170
2 Alk/NiCd/NiMH	2.4	5	260/125
1 Alk/NiCd/NiMH or 1 Li-Ion	3.6	5	350/170

## メインブーストコンバータ(MBC)

MBCはCLK/SEL入力による選択に応じて、PFMモード、300kHzのPWMモード、又は外部クロック同期PWMモードのいずれかのモードで動作します(表2)。PWMモードは固定周波数動作及び最大の出力パワーを提供します。PFMモードは最低のIC動作電流を提供します。PFMモードではLX電流リミット値が低減されるので、変換効率が向上するとともに、出力リップルが最小限に抑えられます。

## PWMモード

CLK/SEL入力が高いときに、MAX1677はハイパワーで低ノイズのPWMモードで動作し、300kHzの内部発振周波数でスイッチング動作が行なわれます。MOSFETスイッチのパルス幅変調によって、各スイッチングサイクル毎に伝達されるパワーが制御され、出力電圧が安定化されます。PWMモードのときに、MBCは350mAまでの出力電流を供給することができます。固定

# 小型、高効率、デュアル出力 ステップアップ及びLCDバイアスDC-DCコンバータ

MAX1677

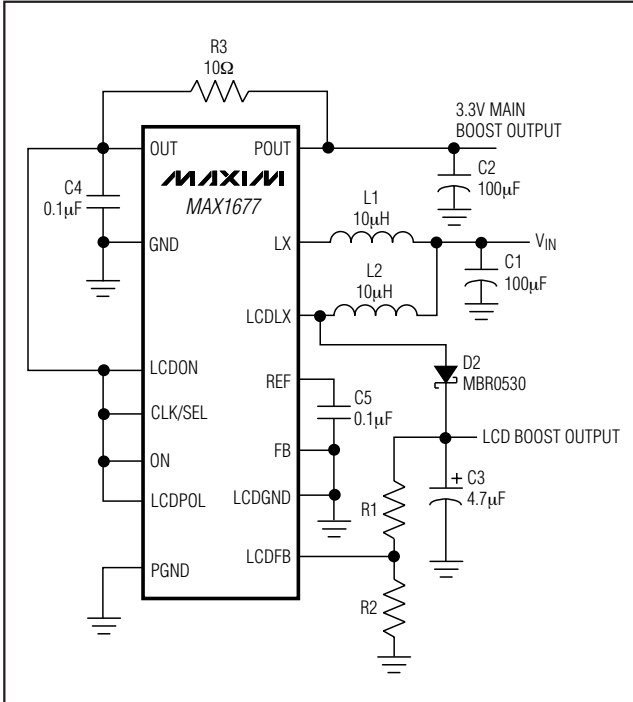


図2. LCDコンバータを正モードに設定する構成回路

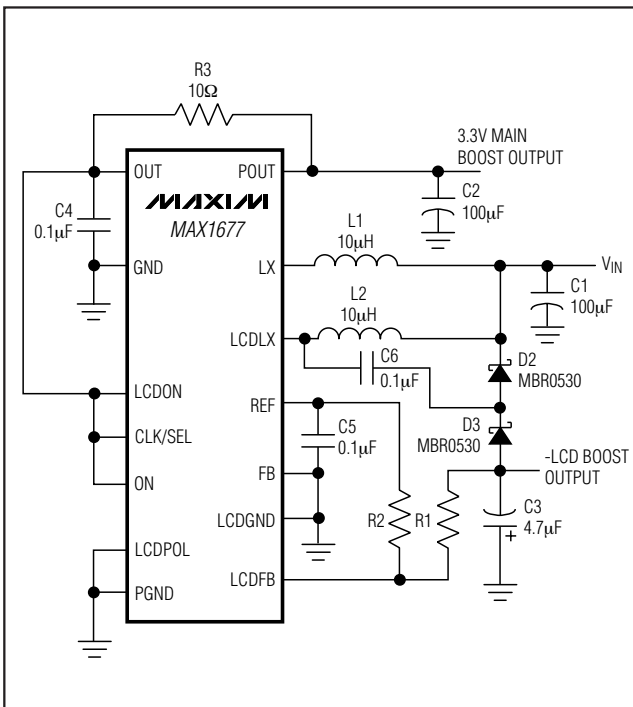


図3. LCDコンバータを負モードに設定する構成回路

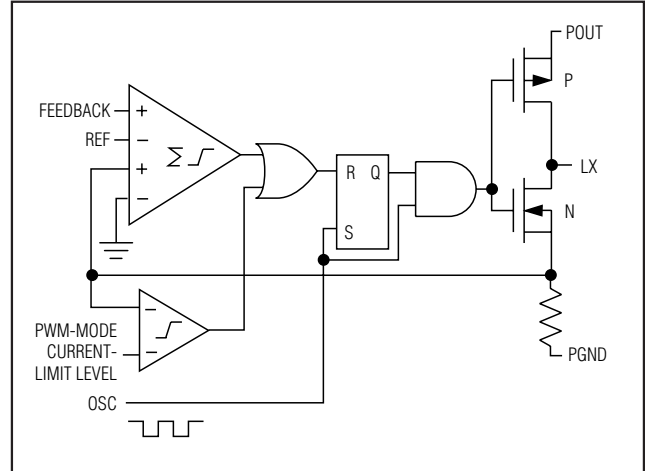


図4. PWMモードのコントローラブロック図

周波数動作によって発生するスイッチング高調波は一定であり、容易にフィルタ処理されます。

PWM動作モードでは、内部クロックの立上がりエッジによってフリップフロップが設定され、これによりNチャンネルMOSFETがターンオンします(図4)。電圧エラー、スロープ補償及び電流フィードバックの各信号の和によってマルチ入力コンパレータがトリップし、フリップフロップがリセットされると、このスイッチはターンオフします。その他のサイクル期間中、このスイッチはオフ状態に維持されます。出力電圧エラー信号の変化に伴ってインダクタの電流レベルがシフトし、MOSFETのパルス幅が変調されます。

## クロック同期PWMモード

クロック信号(200kHz~400kHz)をCLK/SELピンに印加すると、MAX1677はクロック同期電流モードのPWM方式で動作します。この動作モードによって、ワイヤレスアプリケーションで使用されるIF周波数に近い帯域などのスイッチング高調波の影響を受けやすい周波数帯域を避けるように、スイッチング高調波を配置することができます。

## 低電力PFMモード

CLK/SEL入力をローに引込むと、MAX1677は低電力のスタンバイモードで動作します。スタンバイモード期間中、各サイクル毎に一定のエネルギー量を伝達し、その後で出力に伝達されたパワーをスイッチング周波数変調で制御するPFM動作によって出力電圧が安定化されます。このデバイスは負荷のサービスに必要なだけのスイッチング動作を行うので、その結果として軽負荷時に可能な限り最高の変換効率が達成され、しかも動作電流は僅か20μAに低減されています。MBCはPFMモードの動作時に、170mAまでの出力電流を供給することができます(表1)。

# 小型、高効率、デュアル出力 ステップアップ及びLCDバイアスDC-DCコンバータ

PFM動作中、出力電圧がレギュレーション範囲から外れると、エラーコンパレータが検出し、フリップフロップが設定され、NチャネルMOSFETスイッチがターンオンします(図5)。インダクタ電流がPFMモード電流リミット値(350mA)にランプすると、電流センスコンパレータがフリップフロップをリセットします。フリップフロップはNチャネルスイッチをターンオフし、Pチャネル同期整流器をターンオンします。インダクタの中に蓄積されたエネルギーは、Pチャネルスイッチを通して出力に伝達されます。スイッチのオン信号によって既にリセット済みの2番目のフリップフロップは、インダクタ電流がなくなり出力電圧がレギュレーション範囲から外れるまで、次のサイクル実行を禁止します。この動作設定によって、PFMモードにおいて断続的なインダクタ電流動作となります。

## スタートアップ発振器

MBCは低電圧スタートアップ発振器の採用によって、1.1V(標準値0.9V)のスタートアップ電圧を保証しています。スタートアップ時に出力電圧が2.25Vよりも低いと、Pチャネルスイッチはオフ状態に維持され、Nチャネルスイッチは25%のデューティサイクルで信号パルスが発生します。出力電圧が2.25Vよりも高くなると、通常のPWM又はPFM制御回路の動作が開始されます。MBCがレギュレーション範囲に入ると、ICの内部電源がOUTピンから供給されるので、MBCは0.7Vの低い入力電圧動作が可能になります。OUTピン上の電圧が2.5V

表2. MBC動作モードの選択

CLK/SEL	MBCモード	特長
0	低電力PFM	最低の消費電流
1	PWM	高出力電流、固定周波数リップル
外部クロック (200kHz~ 400kHz)	同期PWM	高出力電流、クロック同期のリップル周波数

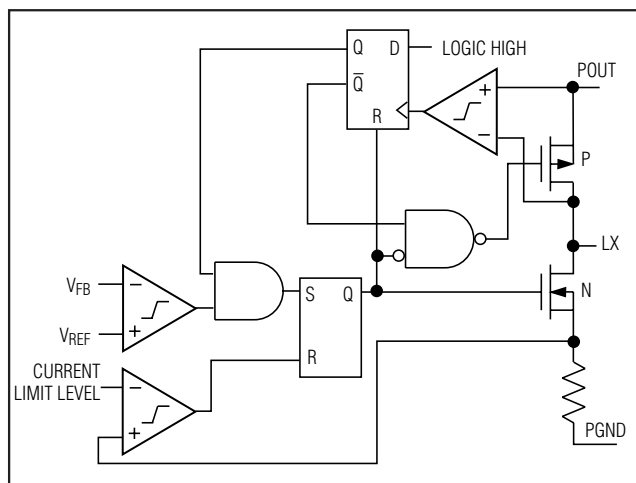


図5. PFMモードのコントローラブロック図

に達するまで、MBCは完全な出力電流を供給することができません。

## 同期整流器

MAX1677MBCは、1ΩのPチャネル同期整流器の内蔵を特長としています。同様の非同期ステップアップコンバータ製品と比較すると、同期整流によって一般的に効率が5%以上改善されます。PWMモードの場合、各サイクル毎に後半のハーフサイクルの期間中に同期整流器がターンオンします。PFMモードの場合には、LXピン上の電圧がMBC出力よりも高くなると、内部コンパレータが同期整流器をターンオンし、インダクタ電流が90mA(標準値)よりも低くなると、内部コンパレータが同期整流器をターンオフします。

同期整流器が内蔵されているので、1.4Vを超える入力電圧動作回路の設計でショットキダイオードを外付する必要がありません。1.4Vよりも低い入力電圧動作回路の場合には(例えば、1セル入力)、内部同期整流器と並列にショットキダイオードを接続すると(LXとPOUTの各ピン間)、スタートアップ電圧が最小限に抑えられます。

## LCDブーストコンバータ(LCD)

LCDPOLピンを設定し、該当する回路(図2及び図3、そして表3)を使用することによって、正又は負の出力を供給するようにLCDコンバータを構成することができます。ピーク電流制限と一組のワンショットタイマの組み合わせによって、LCDスイッチング動作を制御します。オンサイクルの期間中に内部NチャネルDMOSスイッチがターンオンし、スイッチのピーク電流がそのリミット値に達するか、あるいは5.2μsの最大オン時間が終了するまで(一般的に低入力電圧時)、インダクタ電流がランプアップします。オンサイクルが終了すると、その後でスイッチがターンオフし、出力コンデンサが充電されます。エラーコンパレータが次のサイクルを開始するまで、スイッチはオフの状態に維持されます。

LCDLX電流リミット値は、表3に概説しているようにLCDPOLピンの接続変更によって設定します。ピーク電流を低い225mAに設定すると、より小型(15平方インチ以下)の液晶パネルへの電源供給時に、小さなサイズの低電流チップインダクタを使用することができます。どちらのLCDLX電流リミット設定が必要であるかを決定する際には、下記の数式を利用してください。

$$I_{LCD} = (0.7 \times I_{PK}(LCD) \times V_{IN}(MIN)) / (2 \times V_{LCD}(MAX))$$

ここで $I_{LCD}$ は出力電流、 $V_{IN}(min)$ は最小の予測入力電圧、 $V_{LCD}(max)$ は必要とされる最大LCD出力電圧、そして $I_{PK}(LCD)$ はLCDPOLピンによって設定するピークインダクタ電流の350mA又は225mAです。0.7の項はスイッチ、インダクタ及びダイオードの各損失を控え目に考慮した補正係数です。

# 小型、高効率、デュアル出力 ステップアップ及びLCDバイアスDC-DCコンバータ

MAX1677

表3. LCD出力極性とピークインダクタ電流の設定

LCD出力極性	LCDPOLピンの接続先	L <sub>CDLX</sub> ピークインダクタ電流 (mA)
正	OUT	350
負	GND	350
正	50kΩ抵抗を通してOUT	225
負	50kΩ抵抗を通してGND	225

ONとLCDONの両方の入力が高になり、そしてMBC出力電圧がその設定値の90%以内に設定されると、LCDブーストコンバータがイネーブルになります。オフ時間を長くしたソフトスタートのスタートアップモードによって、LCDの起動時にトランジェント入力電流が低減されます。

## シャットダウン：ON及びLCDON

ONをロジックローレベルに設定すると、LCDコンバータ、電圧リファレンス及びLBIコンパレータを含むMAX1677の全ての回路がシャットダウン状態になります。LCDONをロジックハイレベルに設定すると、LCDブーストコンバータが起動されます。ONが高いときだけ、LCDブーストコンバータを起動させることが可能です。ONがローのとき、MAX1677の消費電流は僅か1µAです。

## ローバッテリーコンパレータ

MAX1677は、ローバッテリー検出用のコンパレータを内蔵しています。LBIでの電圧が614mVより低くなると、LBO(オープンドレイン出力)がGNDに電流をシンクします。ローバッテリーのトリップレベルは、2個の抵抗によって設定します(図6)。LBI入力電流は50nA未満なので、値の大きな抵抗(R6 ≤ 130kΩ)を使用して入力負荷を最小限にすることが可能です。下記の数式を利用して、R5の値を計算します。

$$R5 = R6 [(V_{TRIP} / 0.614V) - 1]$$

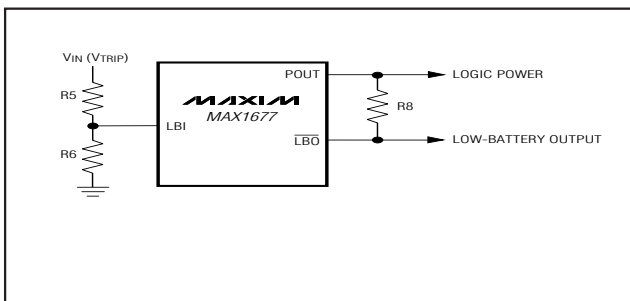


図6. ローバッテリートリップスレッショルドの設定

CMOSロジックを駆動する際には、プルアップ抵抗(R8)をLBOピンに接続してください。LBOはオープンドレイン出力で、OUTピン上の電圧とは無関係に6Vの高電圧レベルまで引込むことができます。LBIピン上の電圧が0.614Vよりも高くなると、LBOピンはハイインピーダンスになります。LBIコンパレータを使用しないときには、LBIピンをグランドに接続してください。

ローバッテリーコンパレータは非反転なので、図7に示すようにLBIとLBOの各ピン間に1本の抵抗(R7)を接続することによってヒステリシスを追加することが可能です。LBOが高いときに、R8とR7を直列に接続すると、LBIピン上の加算ノード内部に電流がソースします(IC内部に電流は全く流れ込みません)。

## 設計手順

MBCのフィードバックピン(FB)は、デュアルモード動作を特長としています。FBピンをグランドに接続すると、MBC出力は3.3Vにプリセットされます。図8に示すように抵抗R3及びR4を外付して、2.5Vから5.5Vまでの範囲内の電圧にMBC出力を調整することも可能です。出力電圧を外部設定するには、10kΩ～200kΩの範囲内で抵抗R4を選択してください。

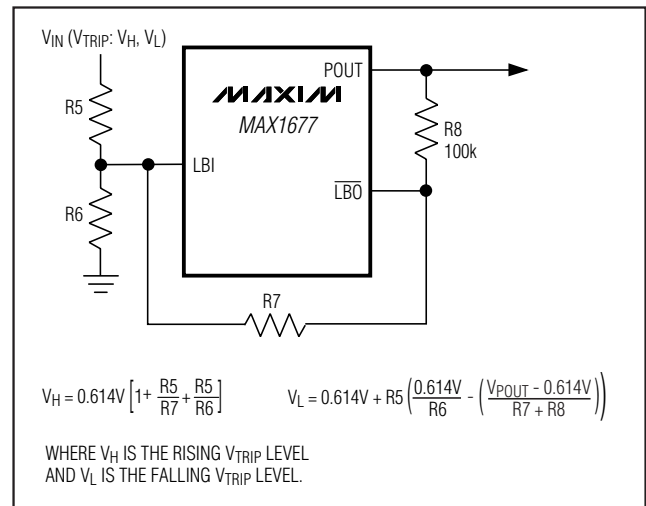


図7. LBIコンパレータへの外部ヒステリシスの追加

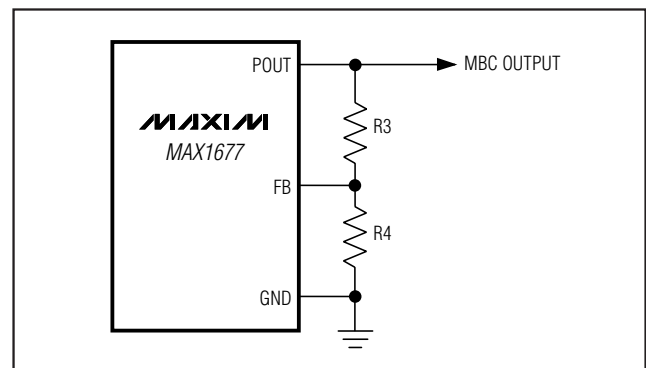


図8. MBC出力電圧の外部設定



# 小型、高効率、デュアル出力 ステップアップ及びLCDバイアスDC-DCコンバータ

下記の数式を利用して、抵抗R3の値を計算します。

$$R3 = R4 [(V_{OUT} / 1.25V) - 1]$$

## LCD出力電圧の設定

正又は負のLCD出力電圧を設定する場合には、図2及び図3に示しているように2個の抵抗R1及びR2を外付して電圧を設定します。FBピンの入力電流は最大で50nAなので、大幅な精度損失を引き起こさずに大きな値の抵抗を使用することができます。R2の値を選択する際には、最初に10kΩ~200kΩの範囲内から抵抗値の選択を開始し、下記に記載する2つの数式(正又は負出力設定用)のどちらか1つを利用してR1の値を計算してください。

正のLCD出力を設定する場合には、図2に示しているようにLCDPOLとOUTの各ピン間を接続します。この接続によって、LCDFBピン上のスレッショルドが1.25Vに設定されます。R2及び必要な出力電圧( $V_{LCD}$ )を選択し、R1の値を計算してください。

正のLCD出力の場合： $R1 = R2 [(V_{LCD} / 1.25V) - 1]$

負のLCD電源を生成するための標準回路を図3に示しています。この接続によって、 $V_{LCD}$ が $-V_{IN}$ から-28Vまでの範囲内の電圧値に制限されます。この値よりも小さな負出力電圧が必要な場合には、D2のカソードをグランドではなく $V_{IN}$ に接続してください。このような代替接続方法によって、出力電圧を0から $-128 - |V_{IN}|$ までの範囲内に設定することが可能です。

負のLCD出力を設定する場合には、LCDPOLとGNDの各ピン間を接続します。LCDFBのフィードバックスレッショルド電圧を0に設定します。R2及び必要な出力電圧( $V_{LCD}$ )を選択し、R1の値を計算してください。

負のLCD出力の場合： $R1 = R2 \times |V_{LCD}| / 1.25V$

LCD出力のリプルを最小限に抑え、スイッチングパルスのグルーピングが原因となって発生する低調波ノイズを防止するためには、一部のPCボードレイアウトにおいて容量の小さなコンデンサをR1に並列接続することが必要な場合があります。R1の値が500kΩから2MΩまでの範囲内であれば、通常22pFのコンデンサで十分です。

数多くのLCDバイアスアプリケーションでは、可変出力電圧が要求されます。図9の回路では、抵抗 $R_{ADJ}$ を通して

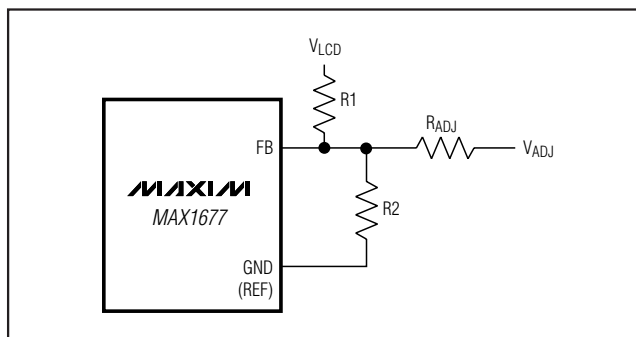


図9. LCD出力電圧の調整

外部制御電圧(ポテンショメータ、DAC、フィルタされたPWM制御信号又はその他のソースによって生成)をLCDFBにカップリングしています。この回路の出力電圧は、正及び負の出力ともに下記の数式によって求められます。

$$V_{OUT} = V_{INIT} + (R1 / R_{ADJ})(V_{LCDFB} - V_{ADJ})$$

ここで、 $V_{INIT}$ は上述している2つの数式のどちらか1つを利用して算出した場合と同様に、調整電圧を追加しない状態で得られた初期電圧出力です。 $V_{LCDFB}$ は正の出力電圧の場合に+1.25Vで、負の出力電圧の場合には0です。 $R_{ADJ}$ を使用して出力調整スパンを設定しますが、これはどちらの極性出力の場合も $1.25V \times R1 / R_{ADJ}$ で求められます。正の出力電圧を設定する場合には $V_{ADJ}$ を大きくすると $V_{OUT}$ が小さくなり、負の出力電圧を設定する場合には $V_{ADJ}$ を大きくすると負の電圧出力レベルが大きくなる点に注意してください。

## より高いLCD出力電圧

+28Vよりも大きなLCD出力電圧を必要とするアプリケーションでは、図10に示す接続方法を使用してください。この回路ではコンデンサとダイオードで構成した1つのチャージポンプ段を追加して、LCDLXピン上の電圧ストレスを増加させることなく出力電圧を高くしています。この回路の最大出力電圧は+55Vで、その出力電流は図2に示す標準回路から供給される出力電流の1/2よりも多少低くなっています。図10の回路で使用するダイオードD1、D2及びD3は1N5818やMBR0530L、又はその同等品などの少なくとも30V定格のショットキダイオードであることが必要です。コンデンサC1及びC2も同様に30V定格のものを使用し、C3については最大の設定出力電圧を保証する定格値のものを使用することが必要です。

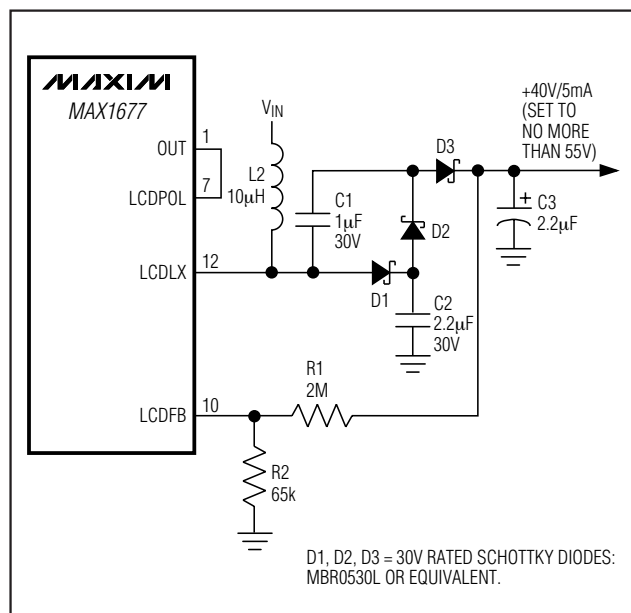


図10. より高いLCD出力電圧

# 小型、高効率、デュアル出力 ステップアップ及びLCDバイアスDC-DCコンバータ

MAX1677

## アプリケーション情報

### インダクタの選択

MAX1677のスイッチング周波数は高いので、小型の表面実装インダクタの使用が可能です。4.7 $\mu$ Hから47 $\mu$ Hまでの範囲内の値が適切ですが、殆どのアプリケーションには図2及び3に示している10 $\mu$ Hの値を推奨します。インダクタンスの値をより小さくすると一般的に、ある特定の直列抵抗の物理サイズをより小さくすることができますので、回路全体の寸法の最小化が可能です。インダクタンス値を大きくすると、出力電流能力が高くなりますが、回路の物理寸法も大きくなってしまいます。

フェライトコア、又は同等のインダクタを使用してください。MAX1677の高スイッチング周波数動作にパウダーアイロンコアの使用は推奨できません。インダクタのインクリメンタル飽和定格は理想として、選択した電流リミット値を超えることが必要ですが、殆どのインダクタをバイアスして20%程度飽和状態にすることが一般的に許容されています(但し、これによって効率が低下する場合があります)。

最良の効率を得るには、各ブーストコンバータの内部NチャネルFETの抵抗値(MBCでは220m $\Omega$ 、そしてLCDでは1 $\Omega$ )よりも大きくない抵抗値を備えたインダクタを選択してください。インダクタは常に入力と効果的に

直列状態になるので、インダクタのワイヤロスの概算値は $I_N^2 \times RL$ の数式で求められます。インダクタサプライヤのリストについては、表4を参照してください。

LCDブーストコンバータ(LCD)は、350mA又は225mAのどちらかを選択可能なインダクタ/スイッチ電流リミット値を特長としています。350mAの電流リミット値を設定すると、最大の出力電流を供給することが可能になり、225mAの電流リミット値を設定すると最小のインダクタを使用することができます。

### 外部ダイオード

MAX1677は同期整流器を内蔵しているので、入力が1.4Vを超える回路設計において通常必要とされる外部ショットキダイオードをMBCから省くことが可能です。1.4Vよりも低い入力電圧(例えば、1セル入力)での動作を必要とする回路では、内部同期整流器と並列にショットキダイオードを接続すると(LXとPOUTの各ピン間を接続)、スタートアップ電圧が最小限に抑えられます。適切なダイオードは1N5817又はMBR0520Lですが、電流の殆どは内蔵の同期整流器によって処理されるので、ダイオードの電流定格をピークスイッチ電流にマッチングさせる必要がまったくありません。

LCDブーストコンバータ(LCD)には同期整流器が内蔵されていないので、常に外部ダイオードが必要です。高いスイッチング速度には高速整流器が要求されます。最良の効率を達成する上で、1N5818又はMBR0530Lなどのショットキダイオードを推奨します。ダイオードの電流定格がLCDPOL入力で設定したピーク電流を超えており、更にダイオードの電圧定格がLCD出力電圧を超えていることを必ず確認してください。特に低コスト化を追求するアプリケーションの場合、そしてLCDのピーク電流を225mAに設定しているときには、ショットキダイオードではなく高速シリコン信号ダイオード(1N4148など)を使用してください。但し、その場合は効率が劣化します。

### 入力バイパスコンデンサ

低ESRの入力コンデンサをバッテリーと並列に接続すると、ピーク電流及び入力換算ノイズが低減します。バッテリーのバイパス処理は低入力電圧時、そしてハイインピーダンスのバッテリー(アルカリタイプなど)を使用するとき特に役立ちます。その利点は効率の改善及びバッテリー寿命終了時に効果的なより低い電圧動作です。2セルアプリケーションには通常、100 $\mu$ Fコンデンサを推奨します。軽負荷時又はより高い入力リップルを許容可能なアプリケーションでは、小さなセラミックコンデンサを使用することも可能です。MBCとLCDの両方に1個の入力バイパスコンデンサを用意するだけで通常は十分です。

表4. 部品メーカー

メーカー	電話番号	FAX番号
<b>INDUCTORS</b>		
Coilcraft: DO and DT series	847-639-6400	847-639-1469
Murata: LQH4 and LQH3C series	814-237-1431	814-238-0490
Sumida: CD, CDR, and RCH series	847-956-0666	847-956-0702
TDK: NLC Series	847-390-4373	847-390-4428
<b>CAPACITORS</b>		
AVX: TPS series	803-946-0690	803-626-3123
Matsuo: 267 series	714-969-2591	714-960-6492
Sanyo: OS-CON and GX series	619-661-6835	619-661-1055
Sprague: 595D series	603-224-1961	603-224-1430
<b>DIODES</b>		
Motorola: MBR0520	602-303-5454	602-994-6430
Nihon: EC11 FS1 series	805-867-2555	805-867-2698



# 小型、高効率、デュアル出力 ステップアップ及びLCDバイアスDC-DCコンバータ

MAX1677

## 出力フィルタコンデンサ

殆どのアプリケーションにおいて、MBC出力に100 $\mu$ F、10V、低ESRの出力フィルタコンデンサを接続することを推奨します。MBCが100mAの電流出力で1.2Vから3.3Vに出力電圧をステップアップしているときに、表面実装タンタルコンデンサは30mV(標準値)のリップルを示します。OS-CON及びセラミックコンデンサは最小のESR特性を提供し、低ESRのタンタルコンデンサは優れたバランスのコストパフォーマンスを提供します。

4.7 $\mu$ Fのフィルタコンデンサを接続したときに、LCD出力は通常1%以下のピークトゥピークリップルを示します。このコンデンサとしてセラミック又はタンタルタイプのどちらかを使用できますが、その際にコンデンサの電圧定格がLCD出力電圧を超えていることを必ず確認してください。LCDのピークスイッチ電流を225mAに設定している場合には、回路設計者はより低い出力リップルを選択するか、又は出力フィルタ容量を2.2 $\mu$ Fに下げてください。セラミックコンデンサはタンタルコンデンサよりもESRが低いので、同じ容量でも(又は容量が高い場合でも)より低いリップルを示します。

## レイアウトに関する留意事項

MAX1677は高周波数動作を行なうので、グラウンドバウンス及びノイズを最小限に抑えるためには、PCボードのレイアウトが重要になります。スターグラウンド接続構成を利用して、影響を受けやすいアナロググラウンドを保護してください。PGND、入力バイパスコンデンサのグラウンド端子及び出力フィルタコンデンサのグラウンド端子を全てシングルポイントに接続することにより(スターグラウンド接続構成)、グラウンドノイズを最小限に抑えます。更に、リード長を可能な限り短くして、浮遊容量とパターン配線の抵抗値を低減してください。抵抗分圧器を外付して出力電圧を設定する場合には、FB又はLCDFBピンとフィードバック抵抗間のパターン配線を極力短くして、LX及びLCDLXピンからのカップリングを可能な限り低く抑えます。効率を最大化して、出力リップルを最小化するためには、グラウンドプレーンを使用し、MAX1677のGNDとPGNDの各ピンをグラウンドプレーンに直接接続してください。完全なPCボードのレイアウト例については、MAX1677評価用キットを参照してください。

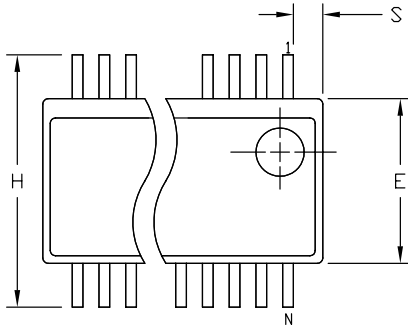
## チップ情報

TRANSISTOR COUNT: 1221

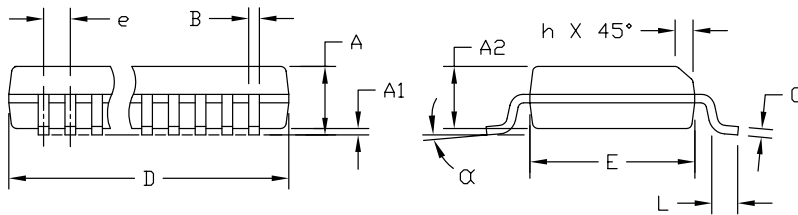
# 小型、高効率、デュアル出力 ステップアップ及びLCDバイアスDC-DCコンバータ

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



DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	.061	.068	1.55	1.73
A1	.004	.0098	0.102	0.249
A2	.055	.061	1.40	1.55
B	.008	.012	0.20	0.30
C	.0075	.0098	0.191	0.249
D	SEE VARIATIONS			
E	.150	.157	3.81	3.99
e	.025 BSC		0.635 BSC	
H	.230	.244	5.84	6.20
h	.010	.016	0.25	0.41
L	.016	.035	0.41	0.89
N	SEE VARIATIONS			
α	0°	8°	0°	8°



### VARIATIONS:

DIM	INCHES		MILLIMETERS		N
	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	
D	.189	.196	4.80	4.98	16 AB
S	.0020	.0070	0.05	0.18	
D	.337	.344	8.56	8.74	20 AD
S	.0500	.0550	1.270	1.397	
D	.337	.344	8.56	8.74	24 AE
S	.0250	.0300	0.635	0.762	
D	.386	.393	9.80	9.98	28 AF
S	.0250	.0300	0.635	0.762	

### NOTES:

- 1). D & E DO NOT INCLUDE MOLD FLASH OR PROTRUSIONS.
- 2). MOLD FLASH OR PROTRUSIONS NOT TO EXCEED .006" PER SIDE.
- 3). CONTROLLING DIMENSIONS: INCHES.
- 4). MEETS JEDEC MO137.

TITLE: PACKAGE OUTLINE, QSOB .150", .025" LEAD PITCH	
APPROVAL	DOCUMENT CONTROL NO. 21-0055
REV. E	1/1

## 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

マキシムは完全にマキシム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。マキシム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。

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