

1~3セル、ハイパワー(1A) 低ノイズ、ステップアップDC-DCコンバータ

概要

MAX1700/MAX1701は、バッテリー駆動ワイヤレスアプリケーション用の高効率、低ノイズステップアップDC-DCコンバータです。同期整流パルス幅変調(PWM)ブーストトポロジーを使用することにより、1~3セルのNiCd/NiMH又は1セルのリチウムイオン電池等のバッテリー入力から2.5V~5.5V出力を発生します。いずれも内部1A、130m NチャネルMOSFETスイッチ及び250m Pチャネル同期整流器を備えています。

MAX1700/MAX1701は、同期整流器を内蔵しているため、類似の非同期コンバータに比べて効率が5%向上します。又、パルス周波数変調(PFM)スタンバイモードにより、軽負荷時の効率を改善すると共に、3µAシャットダウンモードも備えています。

MAX1700/MAX1701は、16ピンQSOPパッケージ(8ピンSOPと同面積)で提供されています。MAX1701は、パワーグッド出力及びローバッテリー警報出力を生成する2つのコンパレータを備えています。又、外部Pチャネルパスデバイスを使用してリアレギュレータを構成するためのゲインブロックも備えています。

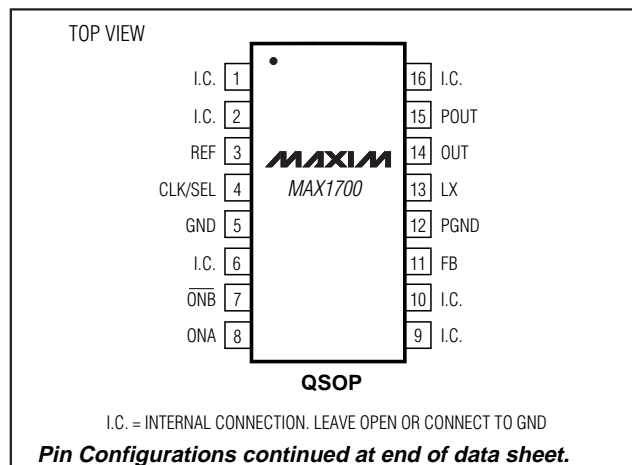
より高電力のアプリケーションにはMAX1703を参照して下さい。デュアル出力(ステップアップ及びリアレギュレータ)のものとしては、MAX1705/MAX1706があります。A/Dコンバータを内蔵したものとしては、MAX848/MAX849があります。

設計をスピードアップするMAX1701評価キットも用意されています。

アプリケーション

デジタルコードレス電話	パーソナル通信機
PCS電話	パームトップ
ワイヤレスハンドセット	コンピュータ
双方向ページャ	ハンドヘルド計器

ピン配置



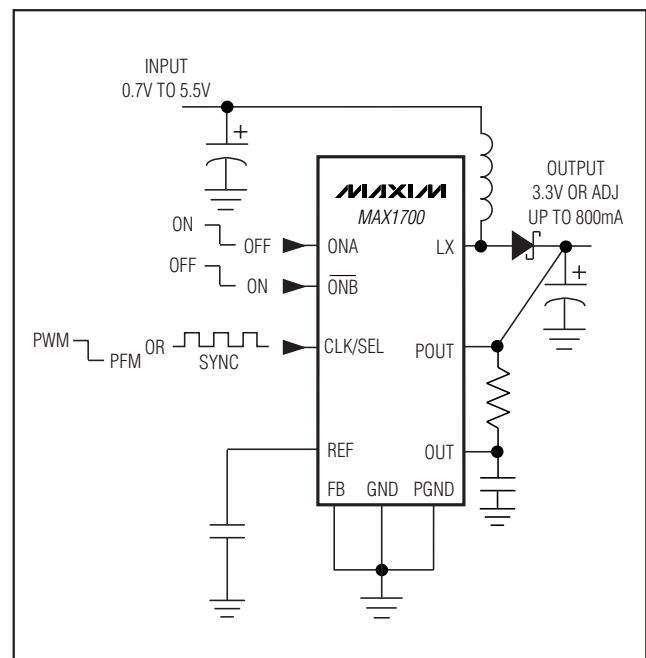
特長

- ◆ 効率：最大96%
- ◆ 1.1V_{IN}入力のスタートアップ保証
- ◆ 入力範囲：0.7V~5.5V
- ◆ 出力：最大800mA
- ◆ ステップアップ出力：可変2.5V~5.5V
- ◆ PWM/PFM同期整流トポロジー
- ◆ 外部クロック又は内部300kHz発振器
- ◆ 3µAロジック制御シャットダウン
- ◆ パワーグッド出力(MAX1701)
- ◆ ローバッテリーコンパレータ(MAX1701)
- ◆ 補助ゲインブロック(MAX1701)

型番

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX1700EEE	-40°C to +85°C	16 QSOP
MAX1701EEE	-40°C to +85°C	16 QSOP

標準動作回路



1~3セル、ハイパワー(1A) 低ノイズ、ステップアップDC-DCコンバータ

MAX1700/MAX1701

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

ONA, $\overline{\text{ONB}}$, OUT, AO, POK, LBO to GND.....-0.3V, +6V
 PGND to GND..... $\pm 0.3\text{V}$
 LX to PGND.....-0.3V, $V_{\text{POUT}}+0.3\text{V}$
 CLK/SEL, AIN, REF, FB, LBP, LBN, POUT to GND.....-0.3V,
 $V_{\text{OUT}}+0.3\text{V}$
 Continuous Power Dissipation ($T_A=+70^\circ\text{C}$)
 16-QSOP (Derate 8.30mW/ $^\circ\text{C}$ above $+70^\circ\text{C}$)667mW

Operating Temperature Ranges
 MAX1700EEE, MAX1701EEE-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, 10sec)+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

(CLK/SEL = ONA = $\overline{\text{ONB}}$ = FB = PGND = GND, OUT = POUT, $V_{\text{OUT}} = 3.6\text{V}$ (Note 6); MAX1701: AIN = LBN = GND, LBP = REF, $T_A = 0^\circ\text{C}$ to +85 $^\circ\text{C}$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^\circ\text{C}$.)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
DC-DC CONVERTER					
Input Voltage Range (Note 1)			0.7	5.5	V
Minimum Start-Up Voltage (Note 2)	$I_{\text{LOAD}} < 1\text{mA}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$		0.9	1.1	V
Frequency in Start-Up Mode	$V_{\text{OUT}} = 1.5\text{V}$	40	150	300	kHz
Output Voltage (Note 3)	$V_{\text{FB}} < 0.1\text{V}$, CLK/SEL = OUT, $V_{\text{BATT}} = 2.4\text{V}$, includes load regulation error for $0\text{A} \leq I_{\text{LX}} \leq 0.55\text{A}$	3.17	3.30	3.38	V
FB Regulation Voltage	Adjustable output, CLK/SEL = OUT, $V_{\text{BATT}} = 2.4\text{V}$, includes load regulation error for $0\text{A} \leq I_{\text{LX}} \leq 0.55\text{A}$	1.210	1.24	1.255	V
FB Input Current	$V_{\text{FB}} = 1.25\text{V}$		0.01	20	nA
Output Voltage Adjust Range		2.5		5.5	V
Output Voltage Lockout Threshold	(Note 4)	2.0	2.15	2.3	V
Load Regulation (Note 5)	CLK/SEL = OUT, No load to full load		-1.6		%
Supply Current in Shutdown	$V_{\overline{\text{ONB}}} = 3.6\text{V}$	MAX1700	0.1	20	μA
		MAX1701	3	20	
Supply Current in Low-Power Mode (Note 6)	CLK/SEL = GND (MAX1700)		35	70	μA
	CLK/SEL = GND (MAX1701)		55	110	
Supply Current in Low-Noise Mode (Note 6)	CLK/SEL = OUT (MAX1700)		125	250	μA
	CLK/SEL = OUT (MAX1701)		140	300	
DC-DC SWITCHES					
POUT Leakage Current	$V_{\text{LX}} = 0\text{V}$, $V_{\text{OUT}} = 5.5\text{V}$		0.1	20	μA
LX Leakage Current	$V_{\text{LX}} = V_{\overline{\text{ONB}}} = V_{\text{OUT}} = 5.5\text{V}$		0.1	20	μA
Switch On-Resistance	N-channel	CLK/SEL = GND	0.2	0.45	Ω
		CLK/SEL = OUT	0.13	0.28	
	P-channel		0.25	0.5	
N-Channel Current Limit	CLK/SEL = OUT	1100	1300	1600	mA
	CLK/SEL = GND	250	400	550	
P-Channel Turn-Off Current	CLK/SEL = GND	20		120	mA

1~3セル、ハイパワー(1A) 低ノイズ、ステップアップDC-DCコンバータ

MAX1700/MAX1701

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(CLK/SEL = ONA = $\overline{\text{ONB}}$ = FB = PGND = GND, OUT = POUT, $V_{\text{OUT}} = 3.6\text{V}$ (Note 6); MAX1701: AIN = LBN = GND, LBP = REF, $T_{\text{A}} = 0^{\circ}\text{C}$ to $+85^{\circ}\text{C}$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_{\text{A}} = +25^{\circ}\text{C}$.)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
GAIN BLOCK (MAX1701)					
AIN Reference Voltage	$I_{\text{AO}} = 20\mu\text{A}$	1.237	1.25	1.263	V
AIN Input Current	$V_{\text{AIN}} = 1.5\text{V}$	-30		30	nA
Transconductance	$10\mu\text{A} < I_{\text{AO}} = 100\mu\text{A}$	5	9	16	mmho
AO Output Low Voltage	$V_{\text{AIN}} = 0.7\text{V}$, $I_{\text{AO}} = 100\mu\text{A}$		0.1	0.4	V
AO Output High Leakage	$V_{\text{AIN}} = 1.5\text{V}$, $V_{\text{AO}} = 5.5\text{V}$		0.01	1	μA
POWER GOOD (MAX1701)					
Internal Trip Level	Rising V_{OUT} , $V_{\text{FB}} < 0.1\text{V}$	2.93	2.97	3.02	V
External Trip Level	Rising V_{FB}	1.1	1.12	1.14	V
POK Low Voltage	$I_{\text{SINK}} = 1\text{mA}$, $V_{\text{OUT}} = 3.6\text{V}$ or $I_{\text{SINK}} = 20\mu\text{A}$, $V_{\text{OUT}} = 1\text{V}$		0.03	0.4	V
POK High Leakage Current	$V_{\text{OUT}} = V_{\text{POK}} = 5.5\text{V}$		0.01	1	μA
LOW-BATTERY COMPARATOR					
LBN, LBP Input Offset	LBP falling, 15mV hysteresis	-5	± 0.5	5	mV
LBN, LBP Common Mode Range	To maintain input offset $< \pm 5\text{mV}$ (at least one input must be within this range)	0.5		1.5	V
LBO Output Low Voltage	$I_{\text{SINK}} = 1\text{mA}$, $V_{\text{OUT}} = 3.6\text{V}$ or $I_{\text{SINK}} = 20\mu\text{A}$, $V_{\text{OUT}} = 1\text{V}$		0.03	0.4	V
LBO High Leakage	$V_{\text{OUT}} = V_{\text{LBO}} = 5\text{V}$		0.01	1	μA
LBN, LBP Input Current	$V_{\text{LBP}} = V_{\text{LBN}} = 1.5\text{V}$			20	nA
REFERENCE					
Reference Output Voltage	$I_{\text{REF}} = 0$	1.237	1.250	1.263	V
REF Load Regulation	$-1\mu\text{A} < I_{\text{REF}} < 50\mu\text{A}$		5	15	mV
REF Supply Rejection	$2.5\text{V} < V_{\text{OUT}} < 5\text{V}$		0.2	5	mV
LOGIC AND CONTROL INPUTS					
Input Low Voltage (Note 7)	$1.2\text{V} < V_{\text{OUT}} < 5.5\text{V}$, ONA and $\overline{\text{ONB}}$			$0.2V_{\text{OUT}}$	V
	$2.5\text{V} < V_{\text{OUT}} < 5.5\text{V}$, CLK/SEL			$0.2V_{\text{OUT}}$	
Input High Voltage (Note 7)	$1.2\text{V} < V_{\text{OUT}} < 5.5\text{V}$, ONA and $\overline{\text{ONB}}$		$0.8V_{\text{OUT}}$		V
	$2.5\text{V} < V_{\text{OUT}} < 5.5\text{V}$, CLK/SEL		$0.8V_{\text{OUT}}$		
Logic Input Current	ONA, $\overline{\text{ONB}}$, and CLK/SEL	-1		1	μA
Internal Oscillator Frequency	CLK/SEL = OUT	260	300	340	kHz
Oscillator Maximum Duty Cycle		80	86	90	%
External Clock Frequency Range		200		400	kHz
Minimum CLK/SEL Pulse Width			200		ns
Maximum CLK/SEL Rise/Fall Time			100		ns

1~3セル、ハイパワー(1A) 低ノイズ、ステップアップDC-DCコンバータ

MAX1700/MAX1701

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(CLK/SEL = ONA = $\overline{\text{ONB}}$ = FB = PGND = GND, OUT = POUT, V_{OUT} = 3.6V (Note 6); MAX1701: AIN = LBN = GND, LBP = REF, T_A = -40°C to +85°C, unless otherwise noted.) (Note 8)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
DC-DC CONVERTER						
Output Voltage (Note 3)	V _{FB} < 0.1V, CLK/SEL = OUT, V _{BATT} = 2.4V, includes load regulation error for 0A ≤ I _{LX} ≤ 0.55A		3.17		3.38	V
FB Regulation Voltage	Adjustable output, CLK/SEL = OUT, V _{BATT} = 2.4V, includes load regulation error for 0A ≤ I _{LX} ≤ 0.55A		1.20		1.27	V
Output Voltage Lockout Threshold	(Note 4)		2.0		2.3	V
Supply Current in Shutdown	V _{ONB} = 3.6V				20	μA
Supply Current in Low-Power Mode (Note 6)	CLK/SEL = GND (MAX1700)				70	μA
	CLK/SEL = GND (MAX1701)				110	
Supply Current in Low-Noise Mode (Note 6)	CLK/SEL = OUT (MAX1700)				250	μA
	CLK/SEL = OUT (MAX1701)				300	
DC-DC SWITCHES						
Switch On-Resistance	N-channel	CLK/SEL = GND			0.45	Ω
		CLK/SEL = OUT			0.28	
	P-channel				0.5	
N-Channel Current Limit	CLK/SEL = OUT		1100		1800	mA
	CLK/SEL = GND		250		600	
GAIN BLOCK (MAX1701)						
AIN Reference Voltage	I _{AO} = 20μA		1.23		1.27	V
Transconductance	10μA < I _{AO} < 100μA		5		16	mmho
POWER-GOOD (MAX1701)						
Internal Trip Level	Rising V _{OUT} , V _{FB} < 0.1V		2.92		3.03	V
External Trip Level	Rising V _{FB}		1.1		1.14	V
LOW-BATTERY COMPARATOR (MAX1701)						
LBN, LBP Input Offset	LBP falling, 15mV hysteresis		-5		5	mV
LBN, LBP Common Mode Range	To maintain input offset < ±5mV (at least one input must be within this range)		0.5		1.5	V
REFERENCE						
Reference Output Voltage	I _{REF} = 0		1.23		1.27	V

1~3セル、ハイパワー(1A) 低ノイズ、ステップアップDC-DCコンバータ

MAX1700/MAX1701

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(CLK/SEL = ONA = $\overline{\text{ONB}}$ = FB = PGND = GND, OUT = POUT, $V_{\text{OUT}} = 3.6\text{V}$, MAX1701: AIN = LBN = GND, LBP = REF, $T_{\text{A}} = -40^{\circ}\text{C}$ to $+85^{\circ}\text{C}$, unless otherwise noted.) (Note 8)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
LOGIC AND CONTROL INPUTS					
Input Low Voltage (Note 7)	$1.2\text{V} < V_{\text{OUT}} < 5.5\text{V}$, ONA and $\overline{\text{ONB}}$			$0.2V_{\text{OUT}}$	V
	$2.5\text{V} < V_{\text{OUT}} < 5.5\text{V}$, CLK/SEL			$0.2V_{\text{OUT}}$	
Input High Voltage (Note 7)	$1.2\text{V} < V_{\text{OUT}} < 5.5\text{V}$, ONA and $\overline{\text{ONB}}$			$0.8V_{\text{OUT}}$	V
	$2.5\text{V} < V_{\text{OUT}} < 5.5\text{V}$, CLK/SEL			$0.8V_{\text{OUT}}$	
Logic Input Current	ONA, $\overline{\text{ONB}}$, and CLK/SEL	-1		1	μA
Internal Oscillator Frequency	CLK/SEL = OUT	260		340	kHz
Oscillator Maximum Duty Cycle		80		92	%
External Clock Frequency Range		200		400	kHz

Note 1: Operating voltage. Since the regulator is bootstrapped to the output, once started it will operate down to 0.7V input.

Note 2: Start-up is tested with the circuit of Figure 2.

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

Note 4: The regulator is in start-up mode until this voltage is reached. Do not apply full load current.

Note 5: Load regulation is measured from no-load to full load where full load is determined by the N-channel switch current limit.

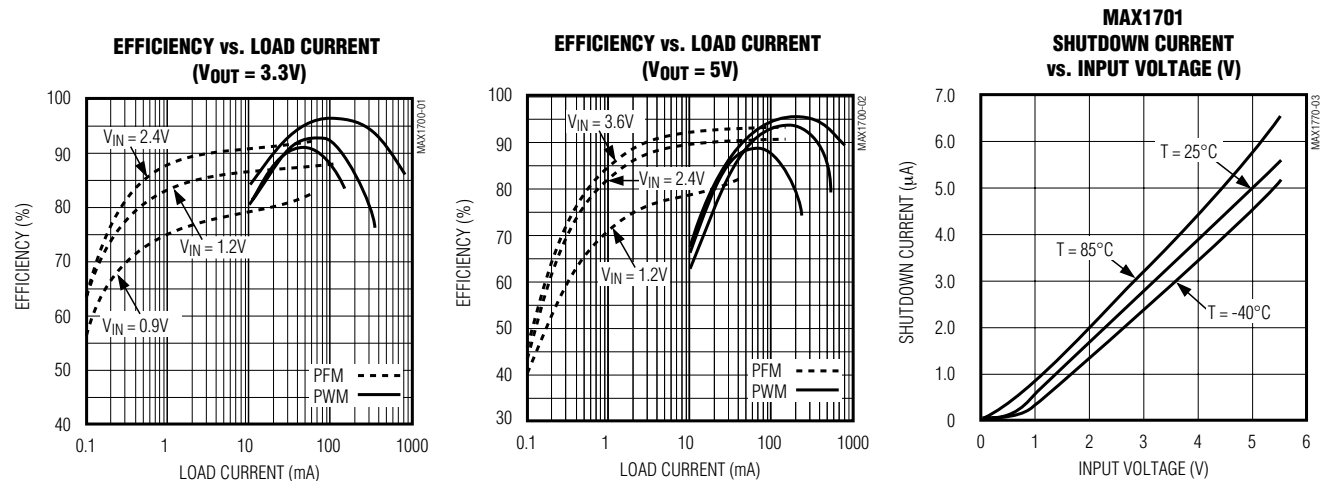
Note 6: Supply current from the 3.30V output is measured between the 3.30V output and the OUT pin. This current correlates directly to the actual battery supply current, but is reduced in value according to the step-up ratio and efficiency. Set $V_{\text{OUT}} = 3.6\text{V}$ to keep the internal battery supply open when measuring the current into the device.

Note 7: ONA and $\overline{\text{ONB}}$ have hysteresis of approximately $0.15 \times V_{\text{OUT}}$.

Note 8: Specifications to -40°C are guaranteed by design and not production tested.

標準動作特性

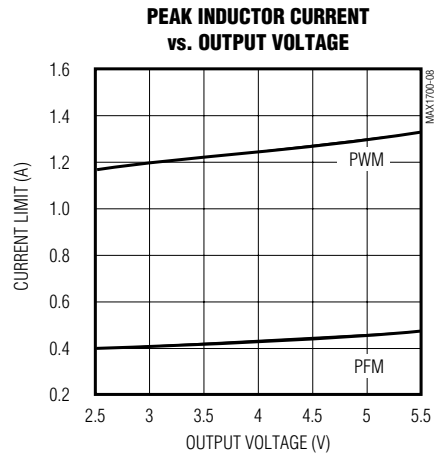
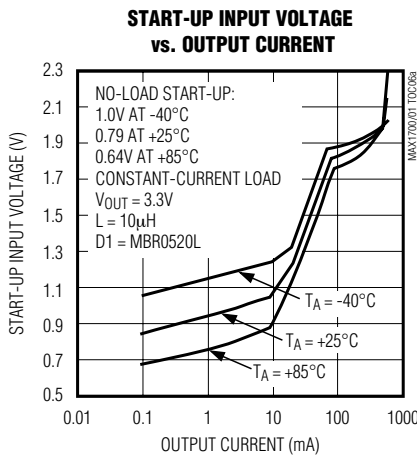
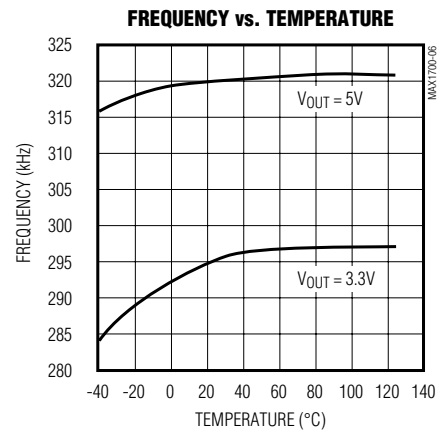
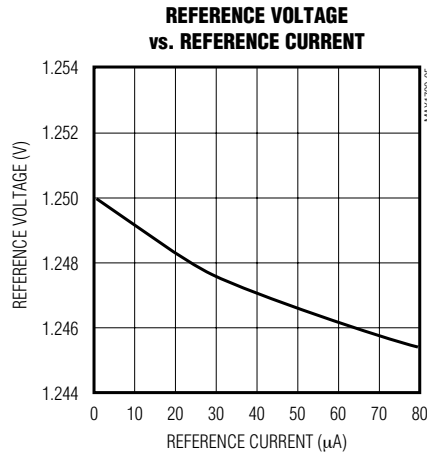
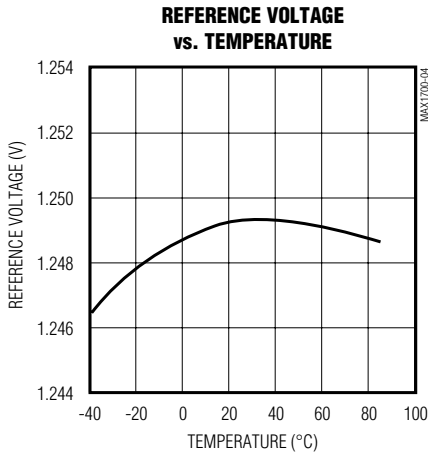
($T_{\text{A}} = +25^{\circ}\text{C}$, unless otherwise noted.)



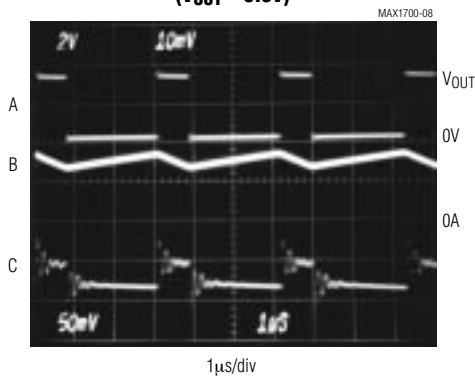
1~3セル、ハイパワー(1A) 低ノイズ、ステップアップDC-DCコンバータ

標準動作特性(続き)

(TA = +25°C, unless otherwise noted.)

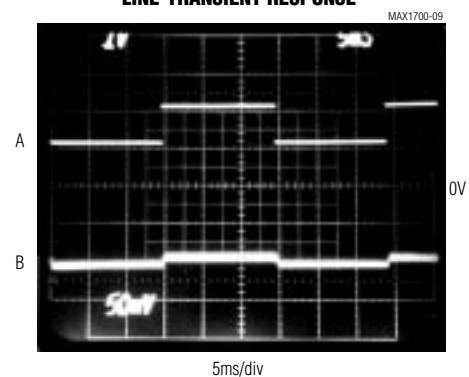


HEAVY-LOAD SWITCHING WAVEFORMS (V_{OUT} = 3.3V)



V_{IN} = 1.1V, I_{OUT} = 200mA, V_{OUT} = 3.3V
 A = LX VOLTAGE, 2V/div
 B = INDUCTOR CURRENT, 0.5A/div
 C = V_{OUT} RIPPLE, 50mV/div, AC COUPLED

LINE-TRANSIENT RESPONSE



I_{OUT} = 0mA, V_{OUT} = 3.3V
 A = V_{IN}, 1.1V TO 2.1V, 1V/div
 B = V_{OUT} RIPPLE, 50mV/div, AC COUPLED

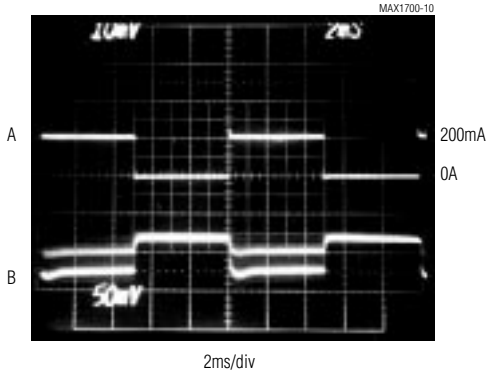
1~3セル、ハイパワー(1A) 低ノイズ、ステップアップDC-DCコンバータ

MAX1700/MAX1701

標準動作特性(続き)

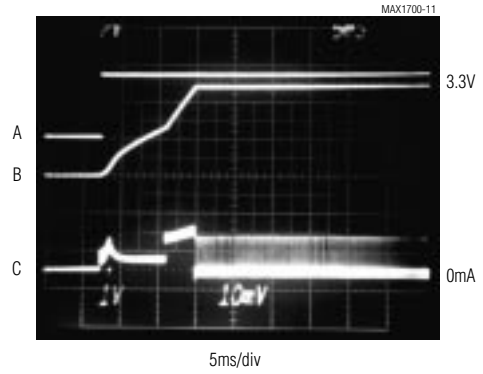
(Circuit of Figure 1, $T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)

LOAD-TRANSIENT RESPONSE



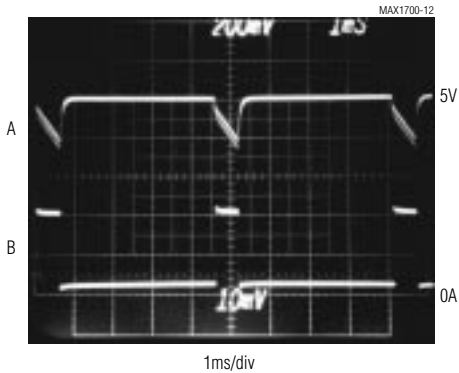
$V_{IN} = 1.1\text{V}$, $V_{OUT} = 3.3\text{V}$
A = LOAD CURRENT, 0mA TO 200mA, 0.2A/div
B = V_{OUT} RIPPLE, 50mV/div, AC COUPLED

POWER-ON DELAY (PFM MODE)



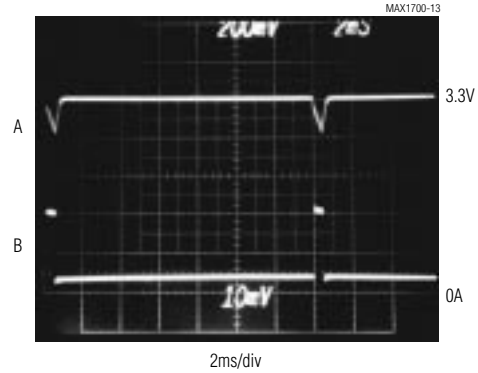
A = V_{ON1} , 2V/div
B = V_{OUT} , 1V/div
C = INPUT CURRENT, 0.2A/div

GSM LOAD-TRANSIENT RESPONSE



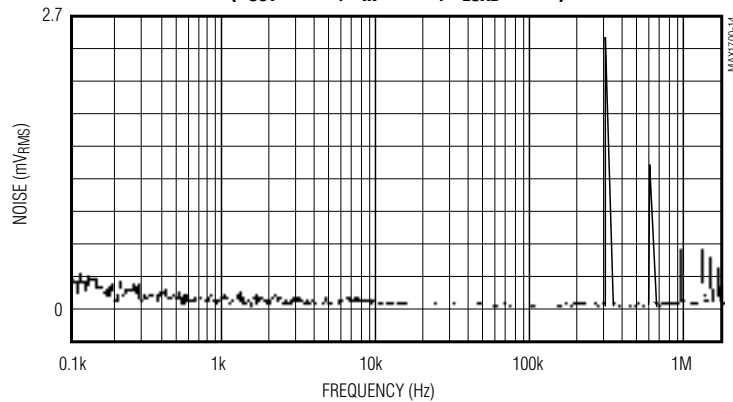
$V_{IN} = 3.6\text{V}$, $V_{OUT} = 5\text{V}$, $C_{OUT} = 440\mu\text{F}$
A = V_{OUT} RIPPLE, 200mV/div, AC COUPLED
B = LOAD CURRENT, 100mA TO 1A, 0.5A/div,
PULSE WIDTH = 577 μs

DECT LOAD-TRANSIENT RESPONSE



$V_{IN} = 1.2\text{V}$, $V_{OUT} = 3.3\text{V}$, $C_{OUT} = 440\mu\text{F}$
A = V_{OUT} RIPPLE, 200mV/div, AC COUPLED
B = LOAD CURRENT, 50mA TO 400mA, 0.2A/div,
PULSE WIDTH = 416 μs

NOISE SPECTRUM ($V_{OUT} = 3.3\text{V}$, $V_{IN} = 1.2\text{V}$, $R_{LOAD} = 50\Omega$)



1~3セル、ハイパワー(1A) 低ノイズ、ステップアップDC-DCコンバータ

MAX1700/MAX1701

端子説明

端子		名称	機能
MAX1700	MAX1701		
—	1	LBP	ローバッテリーコンバータ非反転入力
—	2	LBN	ローバッテリーコンバータ反転入力
3	3	REF	リファレンス出力。0.22 μ FコンデンサでGNDにバイパスして下さい。REFは最大50 μ Aまでソースできます。
4	4	CLK/SEL	スイッチングモード選択及び外部クロック同期入力 <ul style="list-style-type: none"> • CLK/SEL = ロー：ローパワーモード。最大負荷電流の10%までを供給。 • CLK/SEL=ハイ：ハイパワーPWMモード。最大出力パワーが可能です。低ノイズ、固定周波数モードで動作。 • CLK/SEL=外部クロック：内部発振器が外部クロックに同期された状態におけるハイパワーPWMモード。 CLK/SEL=0Vの状態ですと、ソフトスタートになります。これは、ピークインダクタ電流がPWMモードで許容される値の25%に制限されるためです。
5	5	GND	グラウンド
—	6	POK	パワーOKコンバータ出力。V _{OUT} がレギュレーションポイントよりも10%低いとオープンドレインNチャネル出力がローになります。内部ディレーはありません。
7	7	$\overline{\text{ONB}}$	シャットダウン入力。 $\overline{\text{ONB}}$ =ハイでONA=ローの時にICはオフになり、負荷はショットキダイオードを通じてバッテリーに接続されます。
8	8	ONA	ターンON入力。ONA=ハイ又は $\overline{\text{ONB}}$ =ローの時、ICがターンオンします。
—	9	AO	ゲインブロック出力。このオープンドレイン出力は、V _{AIN} < V _{REF} のときにシンクします。
—	10	AIN	ゲインブロックAIN入力。AINがローの時にAOは電流をシンクします。AINからAOへのトランスコンダクタンスは9mmhoです。
11	11	FB	DC-DCコンバータのデュアルモードフィードバック入力。FBをGNDに接続すると固定出力電圧+3.3Vになります。POUTとGNDの間に分圧器を接続することにより、出力電圧を2.5V~5.5Vの間で可変設定できます。
12	12	PGND	NチャネルパワーMOSFETスイッチのソース。大電力グラウンド経路に接続して下さい。
13	13	LX	Pチャネル同期整流器及びNチャネルスイッチのドレイン。
14	14	OUT	出力検出出力。ICの電源です。
15	15	POUT	Pチャネル同期整流器MOSFETスイッチのソース。LXとPOUTの間に外部ショットキダイオードを接続して下さい。
—	16	LBO	ローバッテリーコンバータ出力。このオープンドレインNチャネル出力は、LBP < LBNの時にローになります。入力ヒステリシスは15mVです。
1, 2, 6, 9, 10, 16	—	I.C.	内部接続。オープンのままにするか、GNDに接続して下さい。

1~3セル、ハイパワー(1A) 低ノイズ、ステップアップDC-DCコンバータ

MAX1700/MAX1701

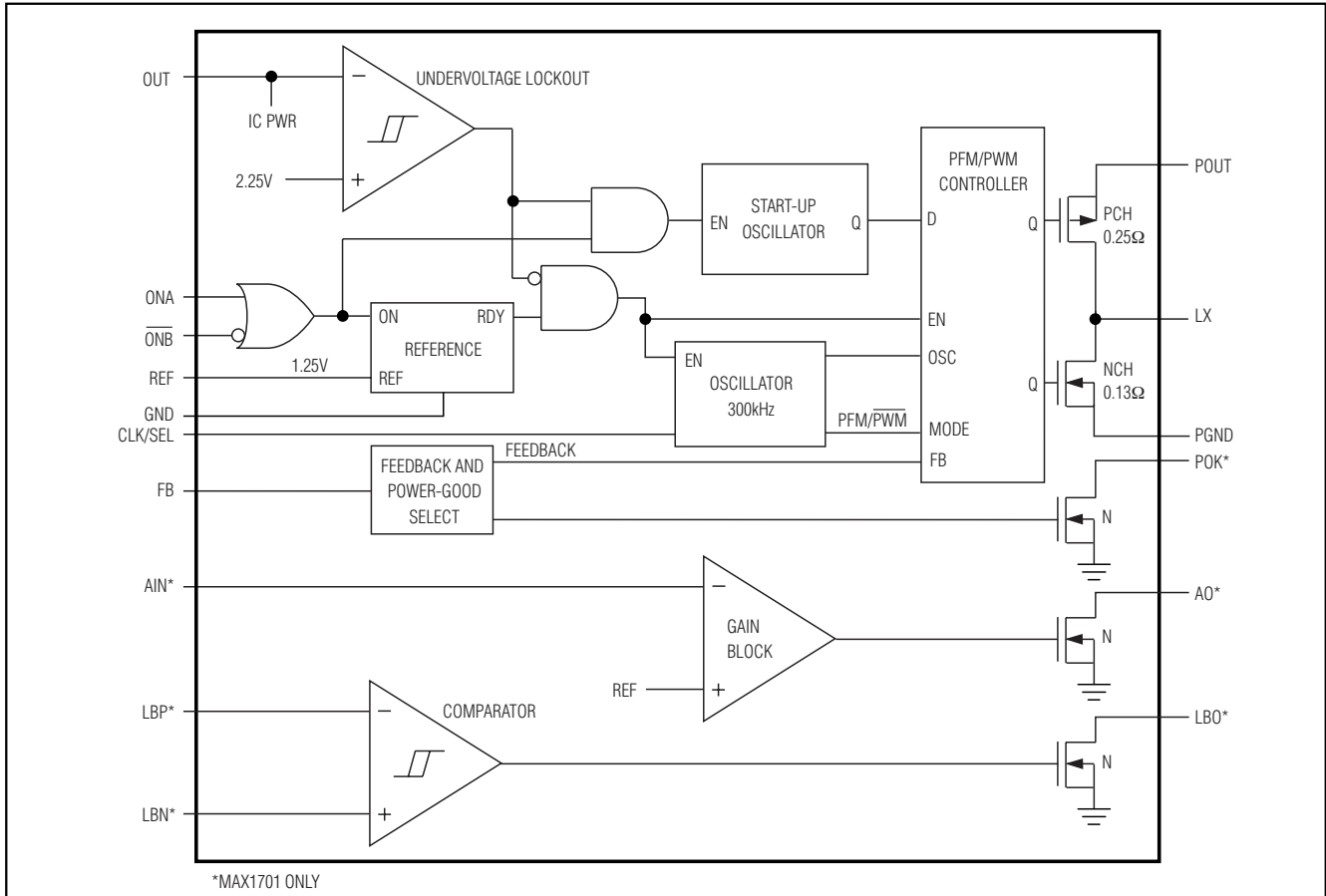


図1. ファンクションダイアグラム

詳細

MAX1700/MAX1701は、ポータブルRF及びデータ収集機器用の高効率、低ノイズ電源です。MAX1700は、ブーストスイッチングレギュレータ、NチャネルパワーMOSFET、Pチャネル同期整流器、高精度リファレンス及びシャットダウンコントロールで構成されています。MAX1701は、MAX1700の全ての機能に加えて、汎用ゲインアンプ、POK出力及びローバッテリーコンパレータを備えています(図1)。MAX1700/MAX1701は、8ピンSOPと同面積の16ピンQSOPパッケージで提供されています。

スイッチングDC-DCコンバータは、1セル~3セル入力を2.5V~5.5Vの変出力に昇圧します。MAX1700/MAX1701は1.1Vの低入力でも起動し、最低0.7Vまで動作を続けます。

これらの素子は、バッテリー寿命を拡張するためにスタンバイ及びシャットダウン中に低自己消費電流を必要とし、フルパワー動作時には低ノイズであることが必要

なセルラ電話等のアプリケーション用に最適化されています。又、最大出力能力が800mAの固定周波数(300kHz)低ノイズPWM動作となっています。表1に使用可能な出力電流の標準値を示します。低自己消費電流、低電力モードでは、最大電流が100mAで自己消費電力が200μWに低減されます。シャットダウンモードでは、自己消費電力がさらに僅か3μAまで低減します。図2にMAX1700/MAX1701の標準アプリケーション回路を示します。

その他の特長としては、高効率でバッテリー寿命を延長するための同期整流機能、POK出力及びローバッテリー検出用の独立したコンパレータ(MAX1701)等が挙げられます。CLK入力を使用した周波数同期により、干渉を低減できます。デュアルシャットダウン制御により、モーメンタリ押しボタンスイッチ及びマイクロプロセッサ制御によるシャットダウンが可能です(MAX1701)。

1~3セル、ハイパワー(1A) 低ノイズ、ステップアップDC-DCコンバータ

MAX1700/MAX1701

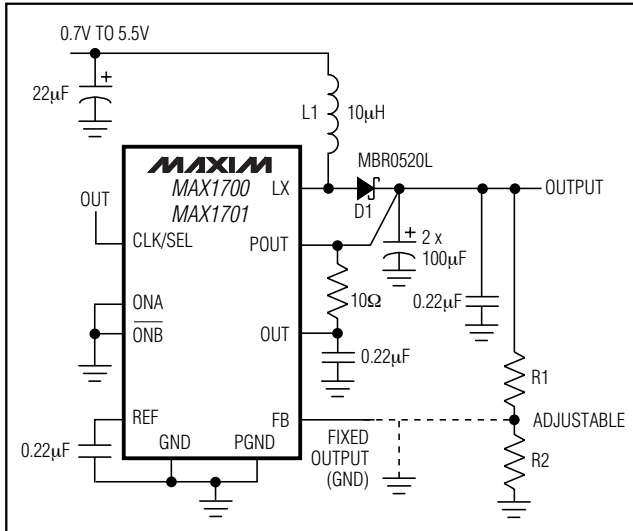


図2. 固定又は可変出力(PWMモード)

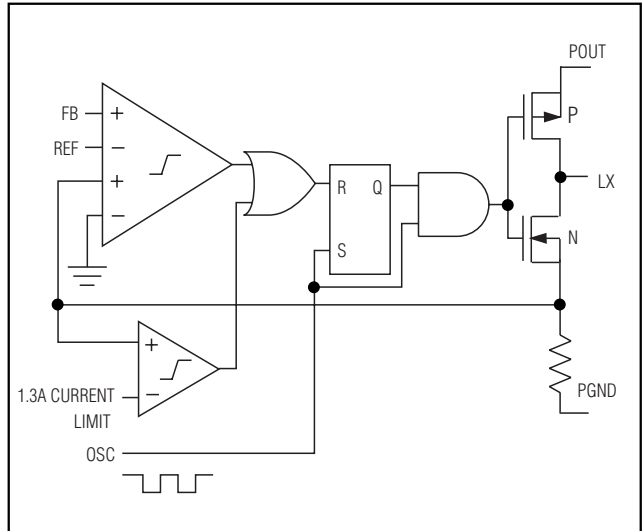


図3. PWMコントローラの簡略ブロック図

表1. 標準的な出力電流

NUMBER OF CELLS	INPUT VOLTAGE (V)	OUTPUT VOLTAGE (V)	OUTPUT CURRENT (mA)
1 NiCd/NiMH	1.2	3.3	300
2 NiCd/NiMH	2.4	3.3	750
2 NiCd/NiMH	2.4	5.0	525
3 NiCd/NiMH or 1 Li-Ion	3.6	5.0	850

表2. 動作モードの選択

CLK/SEL	MODE	FEATURES
0	Low Power	Low supply current
1	PWM	Low noise, high output current
External Clock (200kHz to 400kHz)	Synchronized PWM	Low noise, high output current

ステップアップコンバータ

ステップアップスイッチングDC-DCコンバータは、2.5V~5.5Vの可変出力を生成します。各サイクルの最初に、内部NチャネルMOSFETがターンオンします。これによりインダクタ内の電流が直線的に増加し、磁場の中にエネルギーを蓄えます。各サイクルの2番目の部分では、MOSFETがターンオフしてインダクタの両端の電圧が逆転し、電流が強制的にダイオードと同期整流器を通じて出力フィルタコンデンサ及び負荷に流れます。インダクタに蓄えられているエネルギーがなくなると電流が直線的に減少し、出力ダイオード及び同期整流器がターンオフします。負荷の両端の電圧はCLK/SELピンの設定に従い、低ノイズPWM又は低電力動作により安定化されます(表2)。

低ノイズ、ハイパワーPWM動作

CLK/SELをハイにすると、MAX1700/MAX1701はハイパワーの低ノイズパルス幅変調(PWM)モードで動作します。PWM動作では、固定周波数(300kHz)でスイッチングし、MOSFETスイッチのパルス幅を変調することにより、サイクル毎に伝送される電力を制御して負荷の両端の電圧を安定化します。PWMモードにおけるこれらの素子は、最大800mAの電流を出力できます。固定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しており、簡単にフィルタリングできます。「標準動作特性」のNoise Spectrumプロットを参照して下さい。

PWM動作の間、内部クロックの各立上がりエッジでフリップフロップがセットされ、それによってNチャネルMOSFETスイッチがターンオンします(図3)。電圧エラー、スロープ補償及び電流フィードバック信号の総和がマルチ入力コンパレータをトリップして、フリップフロップをリセットした時に、スイッチがターンオフされます。スイッチは、そのサイクルの残りの期間オフ状態に留まります。コンパレータへの出力電圧エラー信号が変化すると、各サイクルでインダクタ電流が直線的に増加できるレベルがシフトして、MOSFETスイッチのパルス幅が変調されます。2番目のコンパレータは、インダクタ電流リミットとして1.6A(max)を設定します。

同期PWM動作

MAX1700/MAX1701は、外部クロックをCLK/SELに印加することによって200kHz~400kHzの周波数に同期させることもできます。これにより、ワイヤレスアプリケーションにおいて、高調波がIF帯域を避けるように設定できます。同期整流器は同期PWM動作中も作動します。

1~3セル、ハイパワー(1A) 低ノイズ、ステップアップDC-DCコンバータ

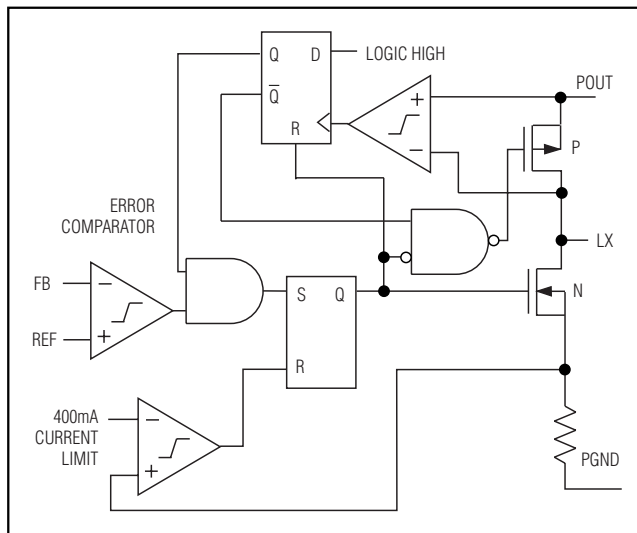


図4. 低電力PFMモードにおけるコントローラのブロック図

低電力PFM動作

CLK/SELをローにすると、MAX1700/MAX1701は低電力モードになります。低電力モードでは、PFM動作により各サイクルにおいて固定量のエネルギーを伝送し、スイッチング周波数を変調して出力に供給される電力を制御することによって出力を安定化します。本素子は負荷に供給するために必要な時にだけスイッチングするため、軽負荷において可能な最高の効率を達成します。PFMモードにおける出力電流能力は100mAです。出力電圧は、PWMモードにおける出力電圧よりも1%(typ)高くなります。

PFM動作中、出力電圧がレギュレーション範囲から外れて落ちると、エラーコンパレータがそれを検出してフリップフロップをセットし、NチャンネルMOSFETをターンオンします(図4)。インダクタ電流がPFMモードの電流リミット(400mA typ)まで増加して固定量のエネルギーを蓄えると、電流検出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チャンネルスイッチをターンオフして、Pチャンネル同期整流器をターンオンします。インダクタに蓄えられたエネルギーが出力コンデンサに注入されて同期整流器の電流が70mAに減少するまで、スイッチの「オン」信号により以前にリセットされた2番目のフリップフロップがエラーコンパレータによる次のサイクルの開始を禁止します。これにより、断続インダクタ電流による動作が強制されます。

同期整流器

MAX1700/MAX1701は、効率を改善するために250m Pチャンネル同期整流器を内蔵しています。同期整流により、類似の非同期ステップアップレギュレータ

に比べて効率が5%向上します。PWMモードにおける同期整流器は、各スイッチングサイクルの後半でターンオンされます。低電力モードにおいては、LXの電圧がブーストレギュレータ出力を超えた時に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70mA以下に低下した時にターンオフします。

低電圧スタートアップ発振器

MAX1700/MAX1701はCMOS低電圧スタートアップ発振器を使用することにより、+25における最低スタートアップ入力電圧1.1Vを保証しています。スタートアップ時に、低電圧発振器は出力電圧が2.15Vに達するまでNチャンネルMOSFETをスイッチングします。この電圧以上では、通常のステップアップコンバータフィードバック及び制御回路によって制御されます。素子がレギュレーション状態になると、ICの電源はOUTピンを通じて出力からブートストラップされるため、最低入力0.7Vまで動作できます。出力が2.4Vを超えるまでは、出力に重負荷をかけないで下さい。

表3. オン/オフロジック制御

ONA	ONB	Status
0	0	On
0	1	Off
1	0	On
1	1	On

シャットダウン

MAX1700/MAX1701は、自己消費電流を3μA(typ)以下にまで低減するシャットダウンモードを備えています。シャットダウン中は、リファレンス、ローバッテリーコンパレータ、ゲインブロック及び全てのフィードバックと制御回路がオフになります。ブーストコンバータの出力は、入力よりもダイオードドロップ1個分だけ低くなります。

表3にONA及びONBによる制御ロジックを示します。どちらの入力もトリップポイントが0.5V_{OUT}付近にあり、ヒステリシスは0.15V_{OUT}です。

ローバッテリーコンパレータ(MAX1701)

内部ローバッテリーコンパレータは、独立した入力及び1mAをシンクできるオープンドレイン出力(LBO)を持っています。これをローバッテリー検出コンパレータとして使用するには、LBN入力をリファレンスに接続し、LBP入力を正バッテリー端子とGNDの間の外部抵抗分圧器に接続して下さい(図5)。この場合、抵抗値は以下のようになります。

$$R3 = R4(V_{TH}/V_{LBN} - 1)$$

1~3セル、ハイパワー(1A) 低ノイズ、ステップアップDC-DCコンバータ

MAX1700/MAX1701

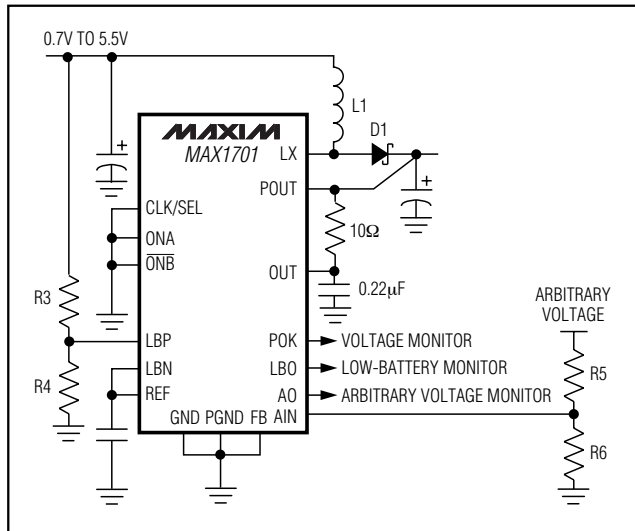


図5. 1.25V以上のバッテリー電圧を検出

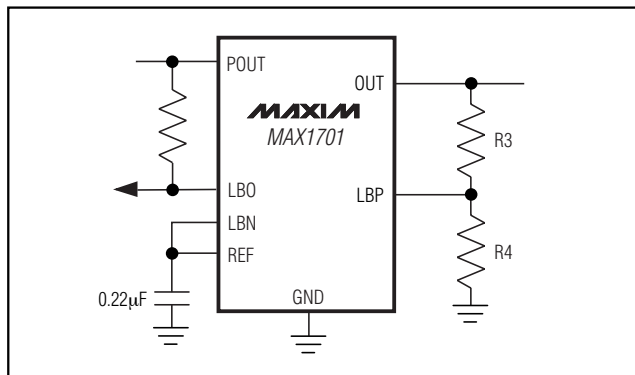


図6. ローバッテリーコンパレータを使用して出力電圧を検出(MAX1701)

ここで、 V_{TH} は希望の入力電圧トリップスレッシュホールドで、 $V_{LBN} = V_{REF} = 1.25V$ です。LBPに流れ込む入力バイアス電流は20nA以下であるため、精度を犠牲にせずにR4を大きな値(例えば270k以下)にすることができます。これらの入力は入力同相範囲が0.5V~1.5Vで、入力を基準にしたヒステリシスが15mVです。

図6に示すように、ローバッテリーコンパレータを使用することによって、出力電圧を監視することもできます。

ローバッテリースレッシュホールドを1.25Vリファレンスよりも低い電圧に設定するには、REFとLBNの間に抵抗分圧器を挿入し、10kの電流制限抵抗を通じてバッテリーをLBP入力に接続して下さい(図7)。ローバッテリースレッシュホールドのための抵抗は次式で設定して下さい。

$$R5 = R6(V_{REF}/V_{LBP} - 1)$$

ここで、 V_{LBP} は希望の電圧スレッシュホールドです。図5、6及び7において、低電圧入力に対してLBOはローになります。別の使用方法として、ローバッテリーコンパレータ

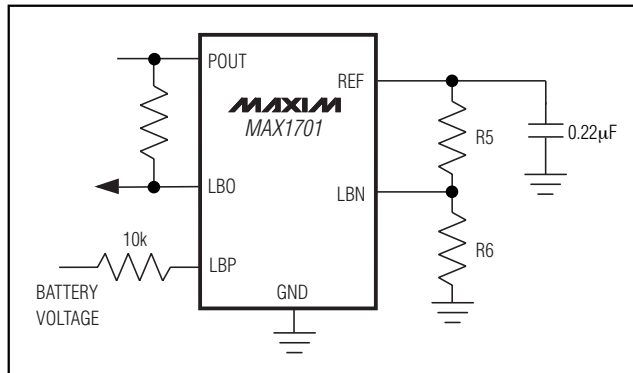


図7. 1.25V以下のバッテリー電圧を検出(MAX1701)

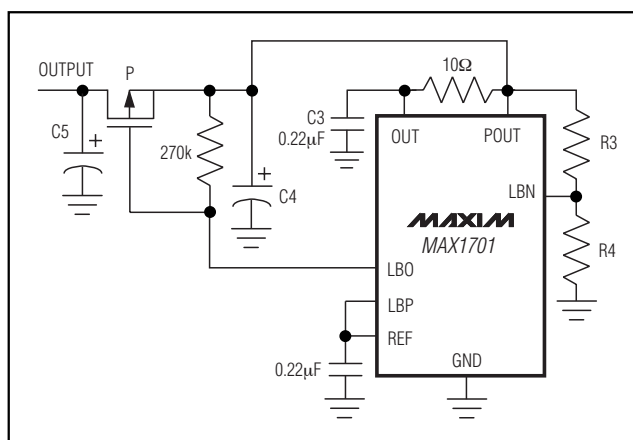


図8. ローバッテリーコンパレータをスタートアップ時の負荷制御用に使用

で出力電圧を監視したり、スタートアップ時に P_{OUT} で負荷を直接制御することもできます(図8)。抵抗値は次式で設定して下さい。

$$R3 = R4(V_{OUTTH}/V_{LBP} - 1)$$

ここで、 V_{OUTTH} は希望の出力電圧トリップポイント、 V_{LBP} はリファレンス、即ち1.25Vに接続されています。

リファレンス

MAX1700/MAX1701は、1.250V(1%)バンドギャップリファレンスを内蔵しています。REFピンから5mm以内に取り付けた0.33µFバイパスコンデンサを使用して、GNDにバイパスして下さい。REFは、最大50µAの外部負荷電流のソースになります。

パワーOK(MAX1701)

MAX1701は、パワーグッドコンパレータを備えています。このコンパレータのオープンドレイン出力(POK)は、出力電圧がレギュレーションポイントよりも10%低いところまで落ちるとローに引き下げられます。

1~3セル、ハイパワー(1A) 低ノイズ、ステップアップDC-DCコンバータ

ゲインブロック(MAX1701)

MAX1701のゲインブロックは、3番目のコンパレータとして使用するが、外部PチャンネルMOSFETパスインスを使用しリニアレギュレータを作るときに利用できます。ゲインブロックの出力は、オープンドレインNチャンネルMOSFETを駆動する一段トランスコンダクタンスアンプです。図9に、リニアレギュレータに使用されたゲインブロックを示します。外部Pチャンネルパスインスの出力が、内部リファレンスと比較されます。そしてその差が増幅され、パスインスのゲートの駆動に使用されます。Fairchild NDS336P($R_{DS(ON)} = 270m\Omega$)等のロジックレベルPFETを使用して下さい。PFETの $R_{DS(ON)}$ が250mΩ以下の場合、リニアレギュレータの出力フィルタの容量を47μF以上にする必要があるかもしれません。

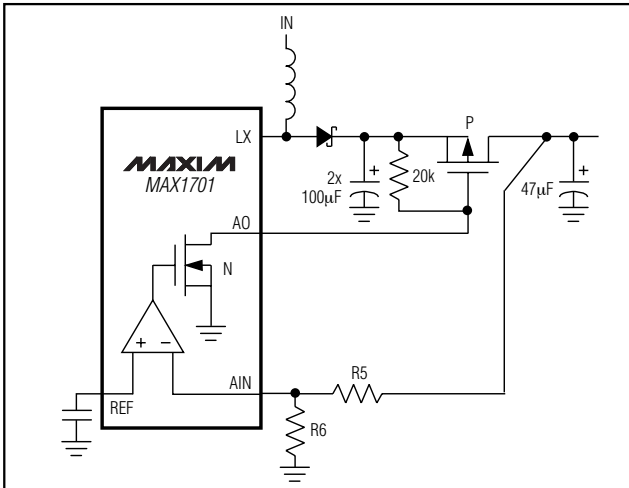


図9. ゲインブロックをリニアレギュレータとして使用

表4. 部品メーカー

SUPPLIER	PHONE	FAX
AVX	USA: (803) 946-0690 (800) 282-4975	(803) 626-3123
Coilcraft	USA: (847) 639-6400	(847) 639-1469
Matsuo	USA: (714) 969-2491	(714) 960-6492
Motorola	USA: (602) 303-5454	(602) 994-6430
Sanyo	USA: (619) 661-6835 Japan: 81-7-2070-6306	(619) 661-1055 81-7-2070-1174
Sumida	USA: (847) 956-0666 Japan: 81-3-3607-5111	(847) 956-0702 81-3-3607-5144

表5. 部品選択ガイド

PRODUCTION	INDUCTORS	CAPACITORS	DIODES
Surface Mount	Sumida CDR63B, CD73, CDR73B, CD74B series Coilcraft DO1608, DO3308, DT3316 series	Matsuo 267 series Sprague 595D series AVX TPS series	Motorola MBR0520L
Through Hole	Sumida RCH654 series	Sanyo OS-CON series Nichicon PL series	1N5817

設計手順

出力電圧の設定

OUTとGNDの間の抵抗分圧器をFBに接続することにより、出力電圧を2.5V~5.5Vに設定できます(図2)。抵抗値は、次式で与えられます。

$$R1 = R2 (V_{OUT}/V_{FB} - 1)$$

ここで、 V_{FB} (ブーストレギュレータのフィードバック設定値)は1.23Vです。FBに流れ込む入力バイアス電流は20nA以下であるため、精度に支障を与えずにR2を大きな値(例えば270kΩ以下)にすることができます。抵抗分圧器は、ICのFBピンから5mm以内の至近距離に接続して下さい。

インダクタの選択

MAX1700/MAX1701はスイッチング周波数が高いため、小型表面実装インダクタを使用することができます。10μHのインダクタは、Nチャンネルスイッチの電流リミット1.6Aを超える飽和定格を持たなければなりません。一般にインダクタは飽和定格を20%越えてバイアスすることができます(効率はやや低下します)。効率を高くするには、高周波コア材質(フェライト等)のインダクタを使用してコア損失を低減して下さい。放射ノイズを最小限に抑えるため、トロイド、ポットコア又はシールド付ボビンインダクタを使用して下さい。インダクタはバッテリーとLXピンの間の、ICにできるだけ近いところに接続して下さい。表4に推奨部品、表5にインダクタメーカーのリストが記載されています。

出力ダイオード

1N5817、MBR0520L(又は相当品)等のショットキダイオードを使用して下さい。ショットキダイオードはスタートアップの時と、PFMモードで同期整流器がターンオフした後に電流を通すため、電流定格は500mAで十分です。ダイオードはLXとPOUTの間の、ICにできるだけ近いところに接続して下さい。普通の整流ダイオードは使用しないで下さい。スイッチング速度が遅く、逆回復時間が長いために、効率と負荷レギュレーションが劣化します。

1~3セル、ハイパワー(1A) 低ノイズ、ステップアップDC-DCコンバータ

MAX1700/MAX1701

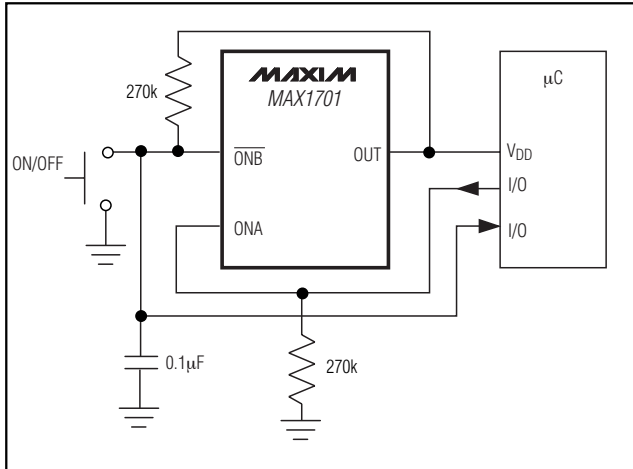


図10. モーメンタリプッシュボタンオン/オフスイッチ

入力及び出力フィルタコンデンサ

入力及び出力のピーク電流に対して、許容範囲内の電圧リップルで動作する入力及び出力コンデンサを選択して下さい。使用電圧定格が最大入力電圧を超える入力コンデンサを選択し、使用電圧定格が出力よりも高い出力コンデンサを選択して下さい。

フル出力用には、2つの100μF、100m の低ESRタンタル出力フィルタコンデンサをお勧めします。負荷が250mA以下の場合、1個の100μF出力コンデンサで十分です。入力フィルタコンデンサ(CIN)は、入力ソースから引き出されるピーク電流を低減し、入力スイッチングノイズを低減する役割を果たします。入力コンデンサとして必要なサイズは、入力電圧ソースインピーダンスによって決まります。MAX1700/MAX1701の近くに配置された1又は2セルのNiCdから直接駆動されている場合は、22μFの低ESR入力フィルタコンデンサを使用して下さい。離れたところにある電源で動作させる場合、あるいはハイインピーダンスバッテリー(アルカリ、リチウム等)で動作させる場合は、1個又は2個の100μF、100m の低ESRタンタルコンデンサを使用して下さい。

三洋電機のOS-CON及びパナソニックSP/CBシリーズのセラミックコンデンサは、超低ESRです。低ESRタンタルコンデンサは、価格と性能のバランスがほどよく取れているためお勧めできます。タンタルコンデンサのリップル電流定格を超えないようにして下さい。アルミ電解コンデンサは、ESRが高すぎるが多いため避けて下さい。

バイパスコンデンサ

適正に動作させるには、2つのセラミックバイパスコンデンサが必要です。0.22μFコンデンサを使用して、REFをGNDにバイパスして下さい。又、OUTとGNDの間に0.22μFセラミックコンデンサを接続して下さい。これらは、それぞれのピンにできるだけ近いところ

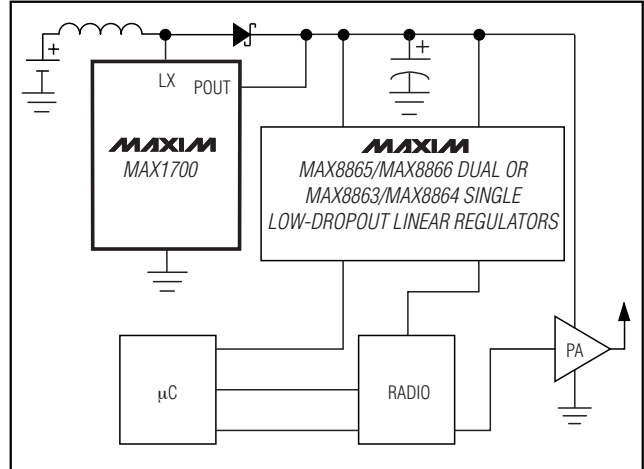


図11. 標準電話アプリケーション

(DC-DCコンバータICから5mm以内)に配置して下さい。表4に、推奨メーカーのリストが記載されています。

アプリケーション情報

プッシュオン/プッシュオフ制御

モーメンタリプッシュボタンスイッチを使用することにより、MAX1700/MAX1701をオン/オフすることができます(図10)。素子がターンオフされた状態では、ONAがロー、ONBがハイです。モーメンタリスイッチを押すと、ONBがローになり、レギュレータがターンオンします。スイッチは、マイクロコントローラがリセットを終了してONAをハイに駆動するのに十分な長さ(200ms)押す必要があります。スイッチのディバウンス用に小さなコンデンサが付加されています。コントローラからONAにロジックハイ信号が行き、それがスイッチ状態に関係なく素子をオンに維持します。レギュレータをターンオフするには、スイッチを再び押してコントローラがスイッチ状態を読み取り、ONAをローに駆動できるようにします。スイッチを離すとONBがハイに引き上げられます。

標準的な無線電話アプリケーションにおける使用

MAX1700/MAX1701はデジタルコードレス及びPCS電話に最適です。パワーアンプ(PA)は、最大電圧スイングを得るためにステップアップコンバータ出力に直接接続されています(図11)。低ドロップアウトリニアレギュレータは、ポストレギュレーションによってDSP、コントロール及びRF回路に低ノイズ電源を供給するために使用されます。通常、無線電話は殆どの時間スタンバイ状態にあり、送受信モードは短時間です。スタンバイ中は、CLK/SEL = 0に設定すると、バッテリー寿命を最大限に拡張できます(ICは低電力モードになり、自己消費電流が最小になります)。

1~3セル、ハイパワー(1A) 低ノイズ、ステップアップDC-DCコンバータ

MAX1700/MAX1701

プリント基板の設計

スイッチング周波数が高く、ピーク電流が大きいため、プリント基板レイアウトが設計上重要になってきます。設計が良くないと、過剰なEMI及びグラウンドバウンスが発生します。これらはいずれも電圧及び電流フィードバック信号を損なうため、不安定動作やレギュレーション誤差の原因になります。

インダクタ、コンバータIC、フィルタコンデンサ、出力ダイオード等の電力部品は互いにできるだけ近くに配置し、これらの部品のトレースは短く、直接的に、そして幅広くして下さい。リファレンス及び信号のグラウンドを含む低ノイズグラウンドプレーンを別に用意し、これと電源グラウンドプレーンとが一点でのみ接続されるようにして下さい。これにより、電源グラウンド電流が素子に及ぼす影響を最小限に抑えることができます。MAX1701 EVキットのマニュアルに、レイアウトの例が記載されています。

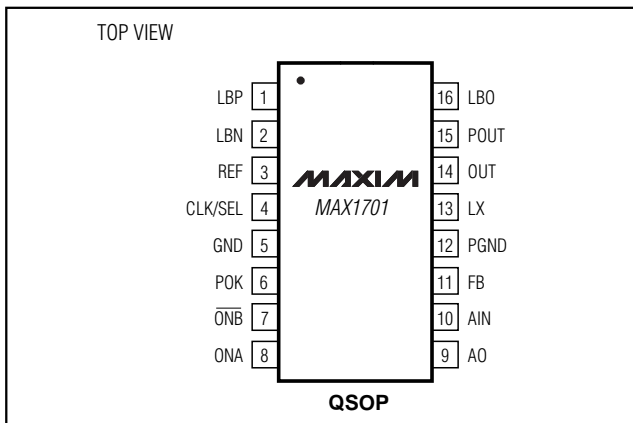
多層基板では、電力部品のグラウンドピンの接続の際に、ビアを使用して内部グラウンドプレーンを通すことは避けて下さい。その代わりに、これらを互いに近くにまとめて配置し、部品面側の銅箔を使用して星型構成で配線して下さい。そして、ビアを使用して星型グラウンドを内部グラウンドプレーンに接続して下さい。

電圧フィードバックネットワークは、FBピンから5mm以内の至近距離に配置して下さい。ノイズの大きなトレース(LXピンからのトレース等)は、電圧フィードバックネットワークから遠ざけ、接地された銅箔を使用して、これらから分離させて下さい。プリント基板全体の例については、MAX1700 EVキットを参照して下さい。

ソフトスタート

ソフトスタートを実施するには、パワーアップ時にCLK/SELをローに設定して下さい。このようにすると、

ピン配置(続き)



強制的に低電力動作になり、ピークスイッチング電流が最大550mAに低減されます。回路がレギュレーション状態になり、スタートアップトランジェントが落ち着いた時点で、CLK/SELをハイに設定してフルパワー動作にすることができます。

間欠的な電源/バッテリー接続

メカニカルスイッチで接続されている入力電源又はスプリング接点で接続されているバッテリーを昇圧する場合は、接点バウンスのために入力電源が間欠的になることがあります。入力電圧が2.5V以上でPFMモード動作をしている場合、こうしたドロップアウトの後で再起動する際に大電流パルスが発生してMAX1700/MAX1701の内部MOSFETスイッチコントロールに干渉します。接点又はスイッチのバウンスが予想される場合は、以下の対策のうちのいずれかを実施して下さい。

- 1) $\overline{\text{ONB}}$ と V_{IN} の間にコンデンサ(C_{ONB})を、 $\overline{\text{ONB}}$ とGNDの間に1M Ω 抵抗(R_{ONB})を接続し、ONAをGNDに接続します(図12)。このRCネットワークは V_{IN} における高速入力エッジを微分して、 V_{IN} が落ち着くまで一時的にICをオフ状態に維持します。適切な C_{ONB} の値は全出力フィルタ容量(C_{OUT})の 10^{-5} 倍であるため、 C_{OUT} が200 μF の場合は $C_{\text{ONB}} = 2\text{nF}$ となります。
- 2) システムマイクロコントローラを使用して、電源が印加(あるいは再印加)されてから出力容量(C_{OUT})が少なくとも入力電圧まで充電されるまで、MAX1700/MAX1701をシャットダウン状態に維持します。これは、数十ミリ秒のパワーオンリセット時間を設けることにより実現できます。
- 3) ICがPWMモードで動作するようにするか、少なくともPWMモードでパワーアップするようにします(CLK/SEL = ハイ)。PFMモードを起動するのは、 V_{OUT} が落ち着いて、システムのパワーオンリセットフラグが全てクリアされてからにして下さい。

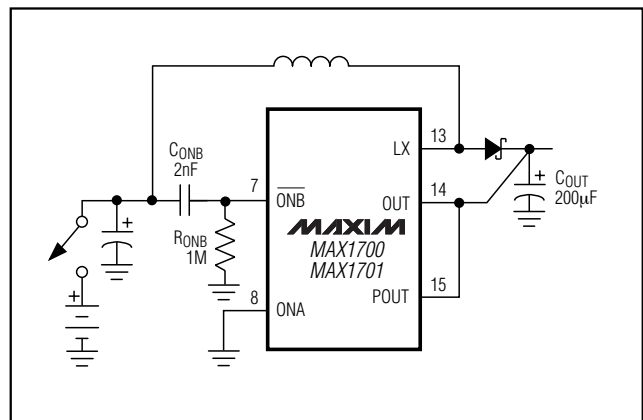


図12. スイッチ又はバッテリー接点バウンスが予想される時に C_{ONB} と R_{ONB} を接続

1~3セル、ハイパワー(1A) 低ノイズ、ステップアップDC-DCコンバータ

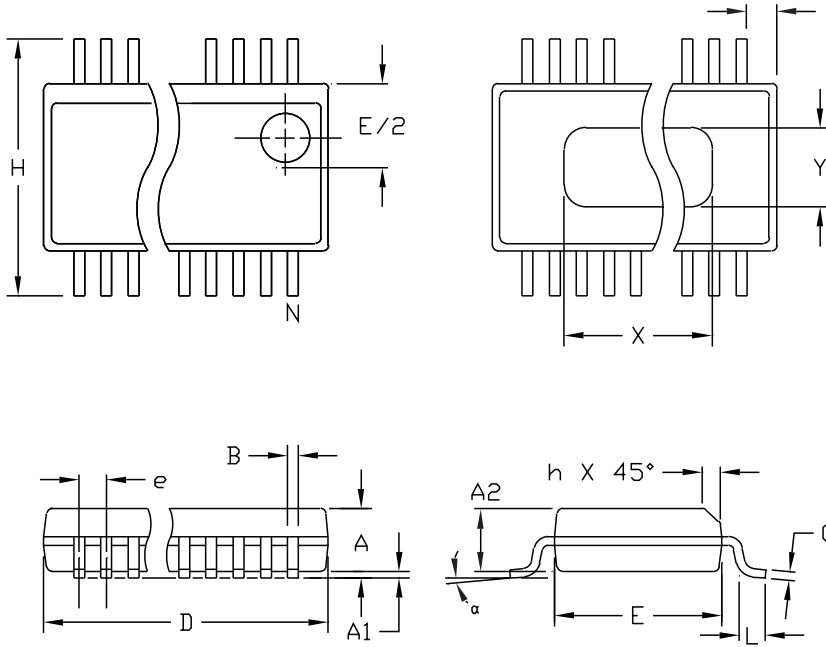
MAX1700/MAX1701

チップ情報

TRANSISTOR COUNT: 531

SUBSTRATE CONNECTED TO GND

パッケージ



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	0.31
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			
X	SEE VARIATIONS			
Y	.071	.087	1.803	2.209
α	0°	8°	0°	8°

VARIATIONS:

	INCHES		MILLIMETERS		N
	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	
D	.189	.196	4.80	4.98	16 AA
S	.0020	.0070	0.05	0.18	
X	.107	.123	2.72	3.12	
D	.337	.344	8.56	8.74	20 AB
S	.0500	.0550	1.270	1.397	
D	.337	.344	8.56	8.74	24 AC
S	.0250	.0300	0.635	0.762	
D	.386	.393	9.80	9.98	28 AD
S	.0250	.0300	0.635	0.762	
X	.271	.287	6.88	7.29	

NOTES:

1. D & E DO NOT INCLUDE MOLD FLASH OR PROTRUSIONS
2. MOLD FLASH OR PROTRUSIONS NOT TO EXCEED .006" PER SIDE.
3. HEAT SLUG DIMENSIONS X AND Y APPLY ONLY TO 16 AND 28 LEAD POWER-QSOP PACKAGES.
4. CONTROLLING DIMENSIONS: INCHES.

PROPRIETARY INFORMATION

TITLE:

PACKAGE OUTLINE, QSOP, .150", .025" LEAD PITCH

APPROVAL	DOCUMENT CONTROL NO.	REV
	21-0055	B 1/1

QSOP EPS