

# 1.5A、低ノイズ、1MHz、ステップアップ、DC-DCコンバータ

## 概要

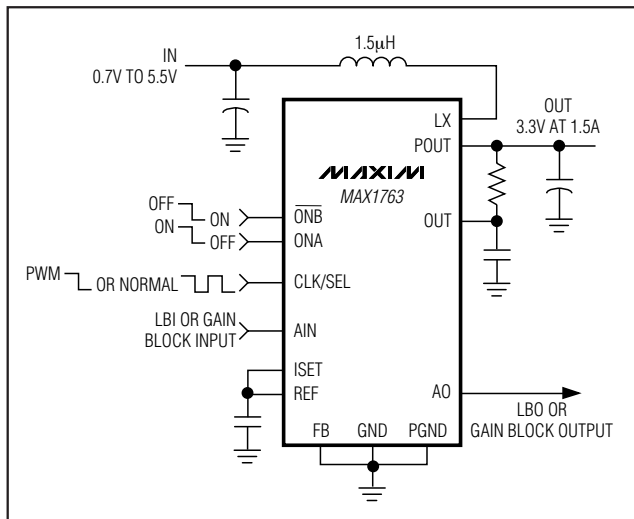
MAX1763は、バッテリー駆動ワイヤレスアプリケーション用の高効率、低ノイズステップアップDC-DCコンバータです。このデバイスは、1MHzの高動作周波数にも関わらず、非常に低い自己消費電流(110 $\mu$ A)を維持します。超小型パッケージで小さい外部部品を使用しているため、最大限のバッテリー寿命を必要とする小型ハンドヘルドアプリケーションに最適です。

MAX1763は同期整流パルス幅変調(PWM)ブーストトポロジを使用することにより、1~3セルのアルカリ又はNiCd/NiMH、あるいは1セルのリチウムイオン(Li+)電池等広範囲の入力ソースから2.5V~5.5Vの出力を生成します。マキシム社独自のIdle Mode™回路は軽負荷電流での効率を大きく改善する一方、重負荷電流では固定周波数のPWM動作へとスムーズに移行して、優れた最大負荷効率を維持します。あらゆる負荷電流において一定周波数動作を必要とするアプリケーションには、低ノイズの強制PWMモードを使用できます。MAX1763は、通信機器の敏感な周波数帯域を保護するために、外部クロックと同期させることもできます。

MAX1763は内部リアゲインブロックを備えており、ハイパワー外部リアレギュレータを作るために、又はローバッテリーコンパレータとしても使用できます。更に、ソフトスタート及び電流リミット機能により、効率、外付部品サイズ及び出力電圧リップルの最適化が可能となっています。

MAX1763は、省スペースの16ピンQSOPパッケージ又はハイパワー(1.5W)16ピンTSSOP-EPパッケージで提供されています。

## 標準動作回路



## 特長

- ◆ 効率：最大94%
- ◆ 入力電圧範囲：+0.7V~+5.5V
- ◆ 保証スタートアップ入力電圧：1.1V
- ◆ 出力：最大1.5A
- ◆ 3.3V固定出力又は2.5V~5.5V可変出力
- ◆ 1MHz PWM同期整流トポロジ
- ◆ 1 $\mu$ Aロジック制御シャットダウン
- ◆ リニアレギュレータ又はローバッテリーコンパレータ用アナログゲインブロック
- ◆ 調整可能な電流リミット及びソフトスタート
- ◆ パッケージ：1.5W TSSOPも提供

## アプリケーション

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

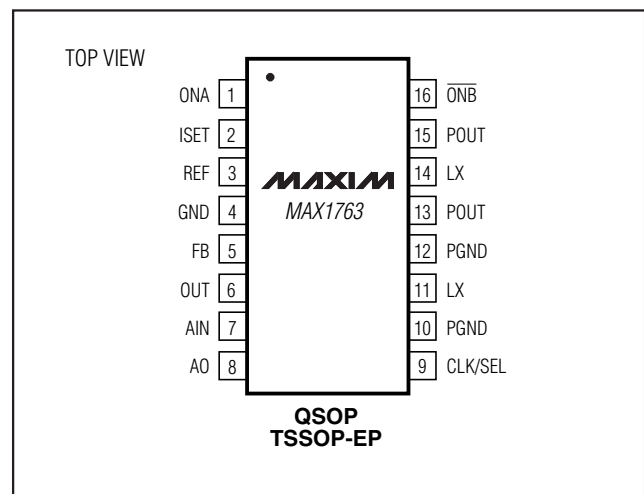
## 型番

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX1763EEEE	-40°C to +85°C	16 QSOP
MAX1763EUE	-40°C to +85°C	16 TSSOP-EP*

\*EP = エクスポートパッド

Idle Modeは、Maxim Integrated Productsの商標です。

## ピン配置



# 1.5A、低ノイズ、1MHz、ステップアップ、DC-DCコンバータ

MAX1763

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

ONA,  $\overline{\text{ONB}}$ , AO, OUT to GND.....0.3V, +6V  
 PGND to GND..... $\pm 0.3\text{V}$   
 LX to PGND.....-0.3V to ( $V_{\text{POUT}} + 0.3\text{V}$ )  
 CLK/SEL, REF, FB, ISET, POUT,  
 AIN to GND.....-0.3V to ( $V_{\text{OUT}} + 0.3\text{V}$ )  
 POUT to OUT..... $\pm 0.3\text{V}$

Continuous Power Dissipation  
 16-Pin QSOP (derate 8.7mW/°C above +70°C).....667mW  
 16-Pin TSSOP-EP (derate 19mW/°C above +70°C).....1.5W  
 Operating Temperature Range .....-40°C to +85°C  
 Junction Temperature .....+150°C  
 Storage Temperature Range .....-65°C to +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

(CLK/SEL =  $\overline{\text{ONB}}$  = FB = PGND = GND, ISET = REF, OUT = POUT,  $V_{\text{ONA}} = V_{\text{AIN}} = V_{\text{OUT}} = 3.6\text{V}$ ,  $T_{\text{A}} = 0^{\circ}\text{C}$  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
<b>DC-DC CONVERTER</b>					
Input Voltage Range (Note 1)			0.7	5.5	V
Minimum Startup Voltage (Note 2)	$I_{\text{LOAD}} < 1\text{mA}$ , $T_{\text{A}} = +25^{\circ}\text{C}$		0.9	1.1	V
Temperature Coefficient of Startup Voltage	$I_{\text{LOAD}} < 1\text{mA}$		-2		mV/°C
Frequency in Startup Mode	$V_{\text{OUT}} = 1.5\text{V}$	125	500	1000	kHz
Internal Oscillator Frequency	CLK/SEL = OUT	0.8	1	1.2	MHz
Oscillator Maximum Duty Cycle (Note 3)		80	86	90	%
External Clock Frequency Range		0.5		1.2	MHz
Output Voltage	$V_{\text{FB}} < 0.1\text{V}$ , CLK/SEL = OUT, includes load regulation for $0 < I_{\text{LX}} < 1.1\text{A}$	3.17	3.3	3.38	V
FB Regulation Voltage	Adjustable output, CLK/SEL = OUT, includes load regulation for $0 < I_{\text{LX}} < 1.1\text{A}$	1.215	1.245	1.270	V
FB Input Current	$V_{\text{FB}} = 1.35\text{V}$		0.01	100	nA
Load Regulation	CLK/SEL = OUT, $0 < I_{\text{LX}} < 1.1\text{A}$		-1.0		%
Output Voltage Adjust Range		2.5		5.5	V
Output Voltage Lockout Threshold (Note 4)	Rising edge	2.00	2.15	2.30	V
ISET Input Leakage Current	$V_{\text{ISET}} = 1.25\text{V}$		0.01	50	nA
Supply Current in Shutdown	$V_{\overline{\text{ONB}}} = 3.6\text{V}$ , $V_{\text{ONA}} = 0$		1	10	$\mu\text{A}$
No-Load Supply Current, Low-Power Mode (Note 5)	CLK/SEL = GND, AIN = OUT		110	200	$\mu\text{A}$
No-Load Supply Current, Low-Noise Mode	CLK/SEL = OUT		2.5		mA
Gain Block Supply Current	$V_{\text{AIN}} < (V_{\text{OUT}} - 1.4\text{V})$ , gain block enabled		25	50	$\mu\text{A}$

# 1.5A、低ノイズ、1MHz、ステップアップ、DC-DCコンバータ

MAX1763

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(CLK/SEL =  $\overline{\text{ONB}}$  = FB = PGND = GND, ISET = REF, OUT = POUT, V<sub>ONA</sub> = V<sub>AIN</sub> = V<sub>OUT</sub> = 3.6V, T<sub>A</sub> = 0°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at T<sub>A</sub> = +25°C.)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>DC-DC SWITCHES</b>					
POUT Leakage Current	V <sub>LX</sub> = 0, V <sub>OUT</sub> = 5.5V		0.1	10	μA
LX Leakage Current	V <sub>LX</sub> = V <sub><math>\overline{\text{ONB}}</math></sub> = V <sub>OUT</sub> = 5.5V, V <sub>ONA</sub> = 0		0.1	10	μA
Switch On-Resistance	N channel		0.075	0.13	Ω
	P channel		0.13	0.25	
N-Channel Current Limit		2.0	2.5	3.4	A
P-Channel Turn-Off Current	CLK/SEL = GND	10	120	240	mA
<b>REFERENCE</b>					
Reference Output Voltage	I <sub>REF</sub> = 0	1.230	1.250	1.270	V
Reference Load Regulation	-1μA < I <sub>REF</sub> < 50μA		5	15	mV
Reference Supply Rejection	2.5V < V <sub>OUT</sub> < 5V		0.2	5	mV
<b>GAIN BLOCK</b>					
AIN Reference Voltage	I <sub>AO</sub> = 20μA	910	938	970	mV
AIN Input Current	V <sub>AIN</sub> = 1.5V		±0.01	±30	nA
Transconductance	V <sub>AO</sub> = 1V, 10μA < I <sub>AO</sub> < 100μA	5	10	16	mS
AO Output Low Voltage	V <sub>AIN</sub> = 0.5V, I <sub>AO</sub> = 100μA		0.1	0.4	V
AO Output High Leakage	V <sub>AIN</sub> = 1.5V, V <sub>AO</sub> = 5.5V		0.01	1	μA
Gain-Block Enable Threshold (V <sub>OUT</sub> - V <sub>AIN</sub> ) (Note 6)				1.4	V
Gain-Block Disable Threshold (V <sub>OUT</sub> - V <sub>AIN</sub> ) (Note 6)		0.2			V
<b>LOGIC INPUTS</b>					
CLK/SEL Input Low Level	2.5V ≤ V <sub>OUT</sub> ≤ 5.5V			(0.2) V <sub>OUT</sub>	V
CLK/SEL Input High Level	2.5V ≤ V <sub>OUT</sub> ≤ 5.5V	(0.8) V <sub>OUT</sub>			V
ONA and $\overline{\text{ONB}}$ Input Low Level (Note 7)	1.1V ≤ V <sub>OUT</sub> ≤ 1.8V			0.2	V
	1.8V ≤ V <sub>OUT</sub> ≤ 5.5V			0.4	
ONA and $\overline{\text{ONB}}$ Input High Level (Note 7)	1.1V ≤ V <sub>OUT</sub> ≤ 1.8V	V <sub>OUT</sub> - 0.2V			V
	1.8V ≤ V <sub>OUT</sub> ≤ 5.5V	1.6			
Input Leakage Current	CLK/SEL, ONA, $\overline{\text{ONB}}$		0.01	1	μA
Minimum CLK/SEL Pulse Width			100		ns
Maximum CLK/SEL Rise/Fall Time			100		ns

# 1.5A、低ノイズ、1MHz、ステップアップ、DC-DCコンバータ

MAX1763

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

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

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	MAX	UNITS
<b>DC-DC CONVERTER</b>				
Input Voltage Range (Note 1)			5.5	V
Minimum Startup Voltage (Note 2)	$I_{\text{LOAD}} < 1\text{mA}$ , $T_{\text{A}} = +25^{\circ}\text{C}$		1.1	V
Frequency in Startup Mode	$V_{\text{OUT}} = 1.5\text{V}$	125	1000	kHz
Internal Oscillator Frequency	CLK/SEL = OUT	0.75	1.25	MHz
Oscillator Maximum Duty Cycle (Note 3)		80	91	%
External Clock Frequency Range		0.6	1.2	MHz
Output Voltage	$V_{\text{FB}} < 0.1\text{V}$ , CLK/SEL = OUT, includes load regulation for $0 < I_{\text{LX}} < 1.1\text{A}$	3.17	3.38	V
FB Regulation Voltage	Adjustable output, CLK/SEL = OUT, includes load regulation for $0 < I_{\text{LX}} < 1.1\text{A}$	1.215	1.270	V
FB Input Current	$V_{\text{FB}} = 1.35\text{V}$		100	nA
Output Voltage Adjust Range		2.5	5.5	V
Output Voltage Lockout Threshold (Note 4)	Rising edge	2.00	2.30	V
ISET Input Leakage Current	$V_{\text{ISET}} = 1.25\text{V}$		50	nA
Supply Current in Shutdown	$V_{\overline{\text{ONB}}} = 3.6\text{V}$ , $V_{\text{ONA}} = 0$		10	$\mu\text{A}$
No-Load Supply Current, Low-Power Mode (Note 5)	CLK/SEL = GND, AIN = OUT		200	$\mu\text{A}$
Gain Block Supply Current	$V_{\text{AIN}} < (V_{\text{OUT}} - 1.4\text{V})$ , gain block enabled		50	$\mu\text{A}$
<b>DC-DC SWITCHES</b>				
POUT Leakage Current	$V_{\text{LX}} = 0$ , $V_{\text{OUT}} = 5.5\text{V}$		10	$\mu\text{A}$
LX Leakage Current	$V_{\text{LX}} = V_{\overline{\text{ONB}}} = V_{\text{OUT}} = 5.5\text{V}$ , $V_{\text{ONA}} = 0$		10	$\mu\text{A}$
Switch On-Resistance	N-channel		0.13	$\Omega$
	P-channel		0.25	
N-Channel Current Limit		2.0	3.4	A
P-Channel Turn-Off Current	CLK/SEL = GND	10	240	mA
<b>REFERENCE</b>				
Reference Output Voltage	$I_{\text{REF}} = 0$	1.220	1.270	V
Reference Load Regulation	$-1\mu\text{A} < I_{\text{REF}} < 50\mu\text{A}$		15	mV
Reference Supply Rejection	$2.5\text{V} < V_{\text{OUT}} < 5\text{V}$		5	mV
<b>GAIN BLOCK</b>				
AIN Reference Voltage	$I_{\text{AO}} = 20\mu\text{A}$	910	970	mV
AIN Input Current	$V_{\text{AIN}} = 1.5\text{V}$		$\pm 30$	nA
Transconductance	$V_{\text{AO}} = 1\text{V}$ , $10\mu\text{A} < I_{\text{AO}} < 100\mu\text{A}$	5	16	mS
AO Output Low Voltage	$V_{\text{AIN}} = 0.5\text{V}$ , $I_{\text{AO}} = 100\mu\text{A}$		0.4	V
AO Output High Leakage	$V_{\text{AIN}} = 1.5\text{V}$ , $V_{\text{AO}} = 5.5\text{V}$		1	$\mu\text{A}$

# 1.5A、低ノイズ、1MHz、ステップアップ、DC-DCコンバータ

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

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

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	MAX	UNITS
<b>LOGIC INPUTS</b>				
Gain-Block Enable Threshold ( $V_{\text{OUT}} - V_{\text{AIN}}$ ) (Note 6)			1.4	V
Gain-Block Disable Threshold ( $V_{\text{OUT}} - V_{\text{AIN}}$ ) (Note 6)		0.2		V
CLK/SEL Input Low Level	$2.5\text{V} \leq V_{\text{OUT}} \leq 5.5\text{V}$		(0.2) $V_{\text{OUT}}$	V
CLK/SEL Input High Level	$2.5\text{V} \leq V_{\text{OUT}} \leq 5.5\text{V}$	(0.8) $V_{\text{OUT}}$		V
ONA and $\overline{\text{ONB}}$ Input Low Level (Note 7)	$1.1\text{V} \leq V_{\text{OUT}} \leq 1.8\text{V}$		0.2	V
	$1.8\text{V} \leq V_{\text{OUT}} \leq 5.5\text{V}$		0.4	
ONA and $\overline{\text{ONB}}$ Input High Level (Note 7)	$1.1\text{V} \leq V_{\text{OUT}} \leq 1.8\text{V}$	$V_{\text{OUT}} - 0.2\text{V}$		V
	$1.8\text{V} \leq V_{\text{OUT}} \leq 5.5\text{V}$	1.6		
Input Leakage Current	CLK/SEL, ONA, $\overline{\text{ONB}}$		1	$\mu\text{A}$

**Note 1:** Operating voltage. Because the regulator is bootstrapped to the output, once started, the MAX1763 will operate down to 0.7V input.

**Note 2:** Startup is tested with the circuit of Figure 2.

**Note 3:** Defines low-noise mode maximum step-up ratio.

**Note 4:** The regulator is in startup mode until this voltage is reached. Do not apply full load current until the output exceeds 2.3V.

**Note 5:** Supply current from the 3.3V output is measured between the 3.3V 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. The gain block is disabled.

**Note 6:** Connect AIN to OUT to disable gain block.

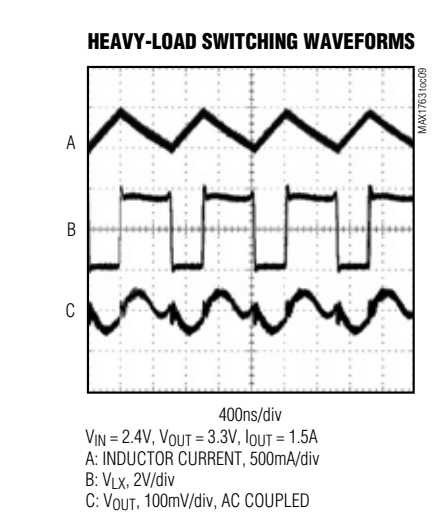
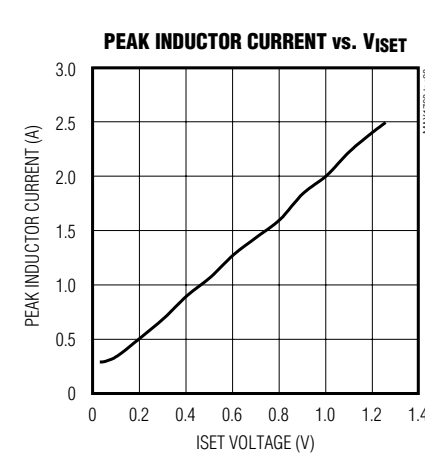
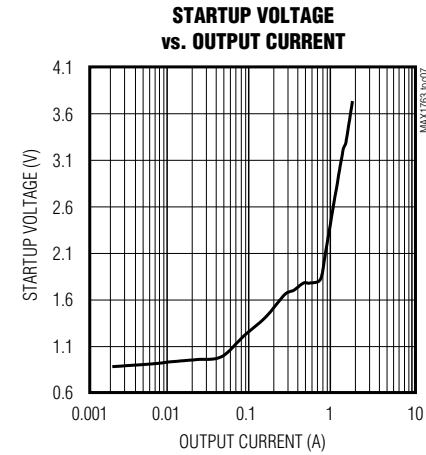
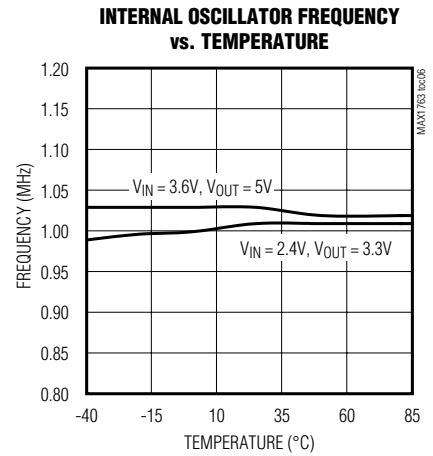
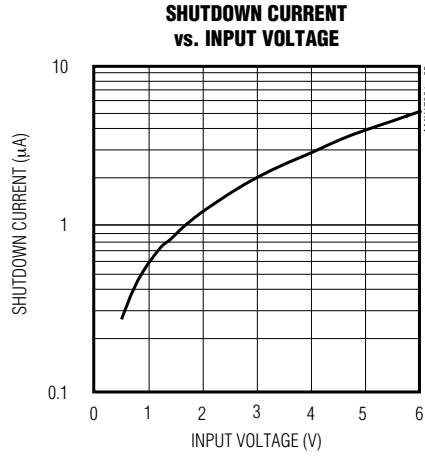
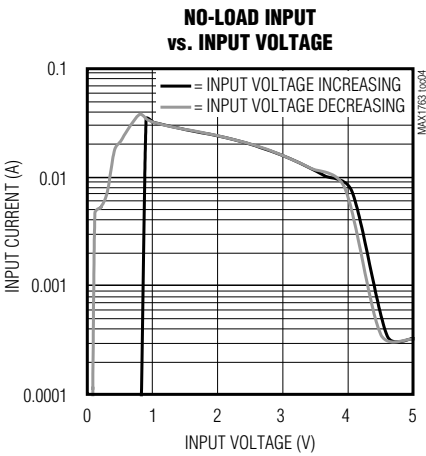
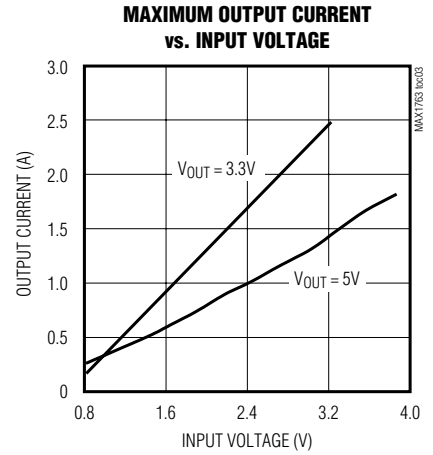
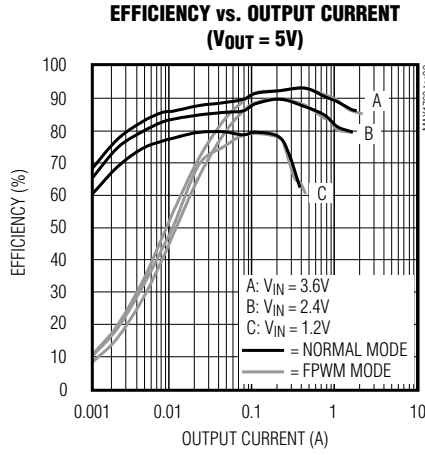
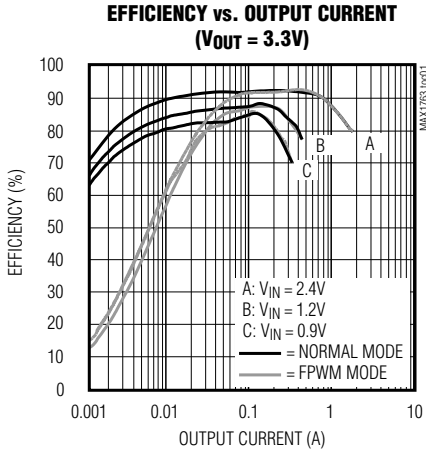
**Note 7:** ONA and  $\overline{\text{ONB}}$  have hysteresis of approximately  $0.15 \times V_{\text{OUT}}$ .

**Note 8:** Specifications to  $-40^{\circ}\text{C}$  are guaranteed by design and not production tested.

# 1.5A、低ノイズ、1MHz、ステップアップ、DC-DCコンバータ

## 標準動作特性

(Circuit of Figure 2,  $V_{IN} = +3.6V$ ,  $V_{OUT} = +5V$ ,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)



# 1.5A、低ノイズ、1MHz、ステップアップ、DC-DCコンバータ

MAX1763

## 標準動作特性(続き)

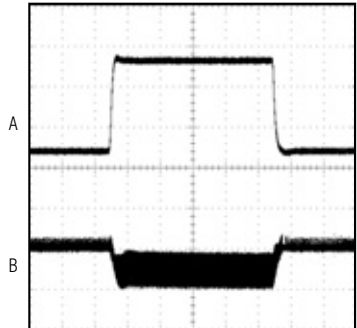
(Circuit of Figure 2,  $V_{IN} = +3.6V$ ,  $V_{OUT} = +5V$ ,  $T_A = +25^{\circ}C$ , unless otherwise noted.)

### LIGHT-LOAD SWITCHING WAVEFORMS



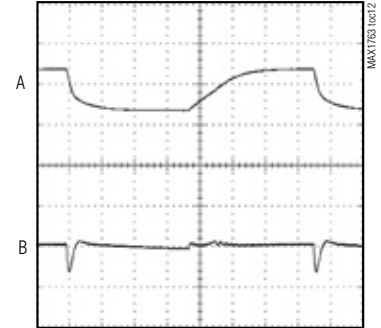
200ns/div  
 $V_{IN} = 1.1V$ ,  $V_{OUT} = 3.3V$ ,  $I_{OUT} = 20mA$   
 A: LX NODE, 5V/div  
 B: INDUCTOR CURRENT, 0.1A/div, AC COUPLED  
 C: OUTPUT RIPPLE, 0.1V/div, AC COUPLED

### LOAD-TRANSIENT RESPONSE



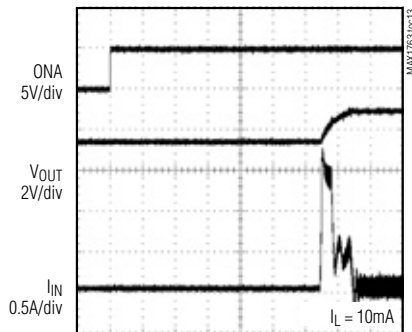
100 $\mu$ s/div  
 $V_{IN} = 2.4V$ ,  $V_{OUT} = 3.3V$ ,  $I_{OUT} = 0.2A$  TO  $1.35A$   
 A:  $I_{OUT}$ , 0.5A/div  
 B:  $V_{OUT}$ , 100mV/div, AC-COUPLED

### LINE-TRANSIENT RESPONSE



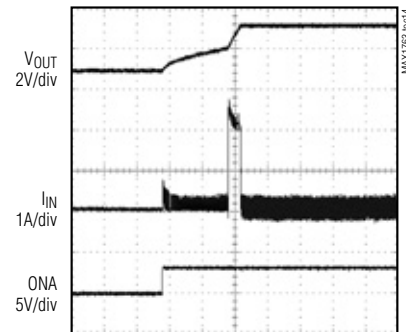
40 $\mu$ s/div  
 $V_{IN} = 2.4V$  TO  $1.4V$ ,  $I_{OUT} = 70mA$   
 A:  $V_{IN}$ , 1V/div  
 B:  $V_{OUT}$ , 5mV/div, AC-COUPLED

### POWER-ON DELAY



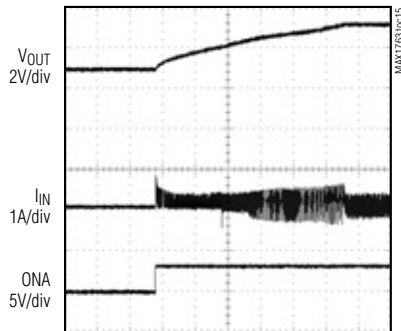
100 $\mu$ s/div  
 $I_L = 10mA$

### STARTUP WAVEFORMS NO SOFT-START



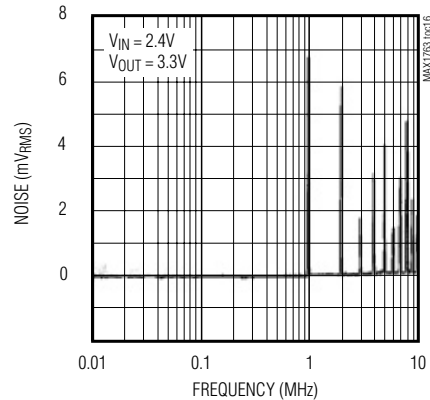
2ms/div  
 $V_{IN} = 1.2V$ ,  $V_{OUT} = 3.3V$ ,  $R_{LOAD} = 3k\Omega$

### STARTUP WAVEFORMS USING SOFT-START



2ms/div  
 $V_{IN} = 1.2V$ ,  $V_{OUT} = 3.3V$ ,  $R_{SS} = 510k\Omega$ ,  $C_{SS} = 0.1\mu F$ ,  $R_{LOAD} = 3k\Omega$

### NOISE SPECTRUM





# 1.5A、低ノイズ、1MHz、ステップアップ、DC-DCコンバータ

## 端子説明

端子	名称	機能
1	ONA	オン制御入力。ONA = ハイ又は $\overline{\text{ONB}}$ = ローの時、ICがオンになります。通常動作にするには、ONAをOUTに接続して下さい(表3)。
2	ISET	Nチャンネル電流リミット制御。電流リミットを最大にするには、REFに接続します。電流リミット値を低減するには、抵抗分圧器を使用してREFとGNDの間の電圧を供給します。ソフトスタートが必要な場合は、ISETとGNDの間にコンデンサを接続します。ONA = ロー及び $\overline{\text{ONB}}$ = ハイの時、又は $V_{\text{RES}}$ が公称値の80%未満の時、内蔵のスイッチされた抵抗(100k $\Omega$ typ)がこのピンからGNDに放電します。
3	REF	1.250V電圧リファレンスバイパスピン。0.22 $\mu\text{F}$ のセラミックバイパスコンデンサをGNDに接続します。最高50 $\mu\text{A}$ の外部REF負荷電流を使用できます。
4	GND	グラウンド。短いトレースを使用してPGNDに接続します。
5	FB	DC-DCコンバータフィードバック入力。+3.3Vの固定出力電圧を設定するには、FBをグラウンドに接続します。2.5V~5.5Vの変可出力にするには、OUTとGNDの間に配置した抵抗分圧器に接続します。FBの設定点は1.245Vです(図6)。
6	OUT	IC電源。出力から供給。1.0 $\mu\text{F}$ のセラミックコンデンサでGNDにバイパスし、4.7 $\Omega$ の直列抵抗を使用してPOUTに接続します(図2)。
7	AIN	ゲインブロック入力。AINからAOの公称トランスコンダクタンスは10mSです。外部Pチャンネルバスデバイスを使用してリアレギュレータを作ることができます。ゲインブロックは、0.938Vスレッショルドのローバッテリーコンパレータとして使用することもできます。ゲインブロック及びその関連自己消費電流は、AINをOUTに接続することによりディセーブルされます。
8	AO	ゲインブロック出力。このオープンドレインNチャンネル出力は、 $V_{\text{AIN}} < (0.75)(V_{\text{REF}})$ の時電流をシンクします。デバイスのシャットダウンモード時、又はAIN = OUTの時、AOはハイZになります。
9	CLK/SEL	DC-DCコンバータのクロック入力。又、スイッチャの動作モード設定にも以下のように使用されます。 CLK/SEL = ロー：通常動作モード。固定周波数で動作し、負荷が最小化されると自動的に低電力モードに切り換わります。 CLK/SEL = ハイ：強制PWMモード。全負荷において低ノイズ、一定周波数モードで動作します。 CLK/SEL = クロック：内部発振器が500kHz~1200kHzの範囲でCLKに同期される強制PWMモード
10, 12	PGND	NチャンネルパワーMOSFETスイッチのソース。両方のPGNDピンをまとめてデバイスの近くで接続します。
11, 14	LX	インダクタ接続。LXピンをまとめてデバイスの近くで接続します。
13, 15	POUT	電源出力。Pチャンネル同期整流器のソース。
16	$\overline{\text{ONB}}$	オフ制御入力。 $\overline{\text{ONB}}$ = ハイ及びONA = ローの時、ICはオフになります。通常動作にするには、 $\overline{\text{ONB}}$ をGNDに接続します(表3)。

## 詳細

MAX1763は、ポータブルRF及びハンドヘルド計器用の高効率、低ノイズ電源です。このデバイスは、ブーストスイッチングレギュレータ、NチャンネルパワーMOSFET、Pチャンネル同期整流器、高精度リファレンス、シャットダウン制御及び汎用ゲインブロックで構成されています(図1)。

このDC-DCコンバータは、1~3セルのバッテリー電圧入力を3.3V固定出力又は2.5V~5.5V可変出力に昇圧

します。4Vを超える出力電圧には外付ショットキダイオードが必要です。MAX1763は1.1Vの低入力電圧で起動し、最低0.7Vまで動作することが保証されており、バッテリー寿命を最大限に延長する低自己消費電流と低ノイズを必要とするセルラ電話その他のアプリケーションに最適化されています。又、最大出力能力1.5Aの一定周波数(1MHz)、低ノイズPWM動作を特長としています。MAX1763のCLK入力は、周波数の同期による出力ノイズスペクトルの制御を可能にしています。標準的な出力電流については表1を参照して下さい。



# 1.5A、低ノイズ、1MHz、ステップアップ、DC-DCコンバータ

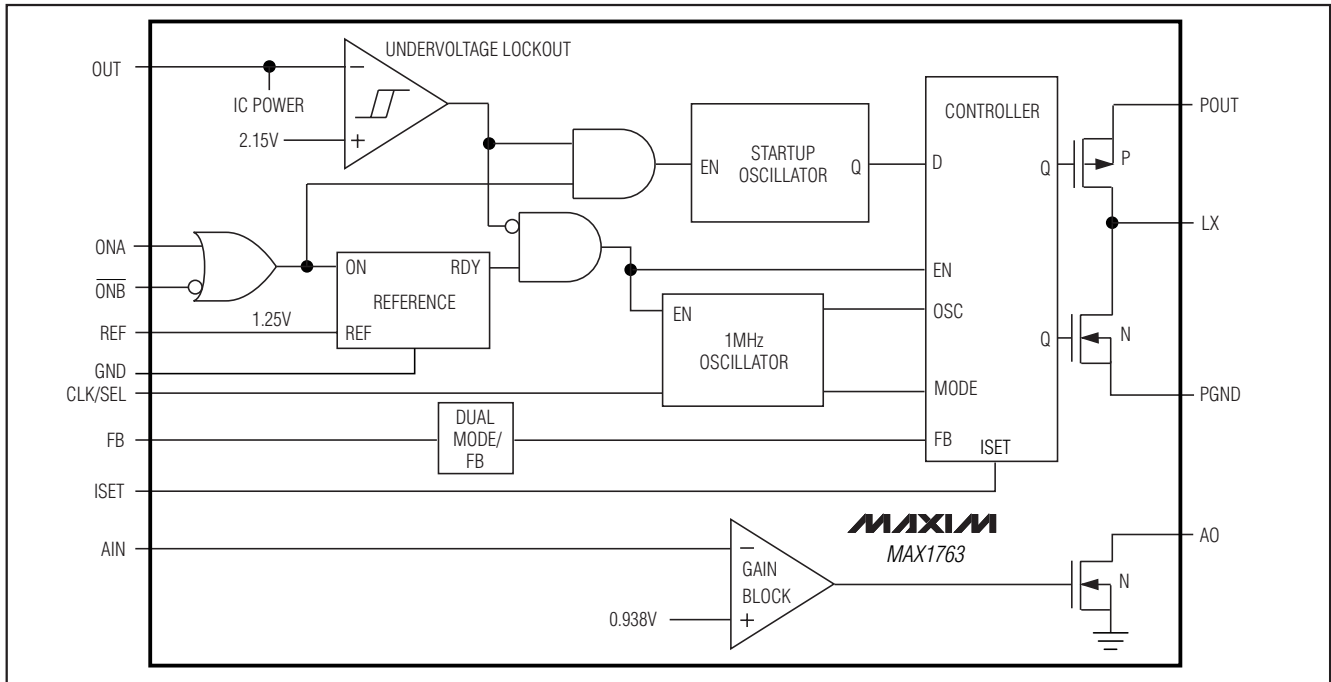


図1. ファンクションダイアグラム

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	675
2 NiCd/NiMH	2.4	3.3	1500
	2.4	5.0	950
1 Li+	2.7 (min)	3.3	1300
1 Li+	2.7 (min)	5.0	1100
3 NiCd/NiMH	3.6	5.0	1600

MAX1763は、通常動作モード(CLK/SEL = ロー)の場合、負荷範囲の殆どで固定周波数のPWM動作となります。軽負荷では(最大負荷の25%以下)、必要な時のみ負荷に電流を供給するためにスイッチングして、自動的に効率を最適化します。シャットダウンモード中は自己消費電流が1 $\mu$ Aに低下します。図2に、MAX1763の標準アプリケーション回路を示します(4Vを超える出力電圧、又は低電圧スタートアップの補助のためには、外付ショットキダイオードが必要です)。

その他の機能としては、高効率とバッテリー寿命延長のための同期整流、外付PチャネルMOSFET/パステバイスを使用してリニアレギュレータを構成するためのゲイン

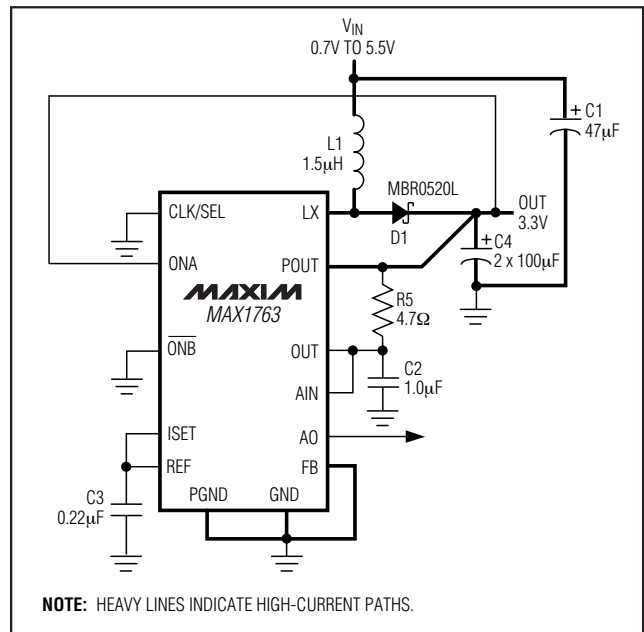


図2. PFM/PWM自動モード接続

ブロックがあります。このゲインブロックは、電圧監視コンパレータとしても機能します。

MAX1763は、16ピンのQSOPパッケージ、あるいは高温又は高消費電力アプリケーション用の1.5W 16ピンTSSOP-EPパッケージで提供されています。

# 1.5A、低ノイズ、1MHz、ステップアップ、DC-DCコンバータ

表2. 動作モードの選択

CLK/SEL	MODE	FEATURES
0	Normal operation	High efficiency at all loads. Fixed frequency at all but light loads.
1	Forced PWM	Low noise, fixed frequency at all loads.
External clock 500kHz to 1.2MHz	Synchronized PWM	Low noise, fixed frequency at all loads.

## ステップアップコンバータ

DC-DCコンバータの動作中、各サイクルの最初に内部NチャンネルMOSFETスイッチがオンになります。これによりインダクタ内の電流は直線的に増加して、磁場の中にエネルギーを蓄えます。各サイクルの第2の部分ではMOSFETがオフになり、インダクタの電流が同期整流器を通し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たエネルギーがなくなってくると電流は直線的に減少し、同期整流器はオフ、NチャンネルFETはオンになり、サイクルが繰り返されます。軽負荷では、CLK/SELピンの設定に応じて、PWMを使用するか、又は必要な場合のみ負荷に電流を供給するために切り換わることにより、出力電圧が安定化されます(表2)。

### 通常動作

CLK/SELをローに引き下げると、通常動作モードが選択されます。MAX1763はこのモードの時、中～重負荷の駆動中にはPWMモードで動作し、軽負荷では必要な場合のみスイッチングします。これにより、広範囲の負荷条件において効率が最適化されます。通常動作モード時の出力電圧は、強制PWMモード時よりも1%高くレギュレートされます。「標準動作特性」の「Efficiency vs. Load Current」のグラフを参照して下さい。

### 強制PWM動作

CLK/SELをハイにすると、MAX1763は低ノイズ強制PWMモードで動作します。強制PWM動作では、MAX1763は一定の周波数(1MHz)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出力電圧を安定化させます。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」の図を参照して下さい。

### 同期PWM動作

強制PWMモードの一種である同期PWM動作では、MAX1763はクロック信号をCLK/SELに印可することで

外部の周波数に同期できます。これによりユーザは、500kHz～1.2MHzの範囲で動作周波数を選択して、敏感なアプリケーションにおける干渉を回避できます。ノイズに敏感なアプリケーションの殆どにおいては、外部同期信号のデューティサイクルを10%以下又は90%以上に制限すると、電力スイッチングからのノイズが同期信号と一致する可能性はなくなります。同期信号のエッジが電力スイッチングのエッジまで下がると、若干の周波数ジッタが発生する場合があります。

### 同期整流器

MAX1763は、効率改善のために130mΩの内部Pチャンネル同期整流器を備えています。同期整流は、ダイオード整流器に依存する類似のブーストレギュレータに比べて、効率を5%改善します。PWMモードでは、同期整流器は各スイッチングサイクルの後半にオンになります。低電力モードでは、LXにおける電圧がブーストレギュレータ出力を超えると内部コンバータが同期整流器をオンにし、インダクタ電流が120mAより低下すると整流器をオフにします。出力電圧を4V以上に設定する場合は、0.5Aの外付ショットキダイオードを内部同期整流器と並列に接続する必要があります。

### 低電圧スタートアップ発振器

MAX1763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、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、通常のフィードバック及び制御回路によって制御されます。デバイス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供給されるため、最低入力0.7Vまで動作できます。出力が2.3Vを超えるまでは、出力に最大システム負荷をかけないで下さい。

### シャットダウン、ONA、 $\overline{\text{ONB}}$

ONA及び $\overline{\text{ONB}}$ はMAX1763をオン又はオフに切り換えます。ONA = 1又は $\overline{\text{ONB}}$  = 0の時、デバイスはオンになります。ONA = 0及び $\overline{\text{ONB}}$  = 1の時、デバイスはオフになります(表3)。ロジックハイのON制御を実施するには、 $\overline{\text{ONB}}$ をハイに接続し、ONAを制御入力として使用します。1プッシュボタンのモーメンタリON/OFF制御については、「アプリケーション情報」を参照して下さい。ONA及び $\overline{\text{ONB}}$ のヒステリシスはいずれも約(0.15 x V<sub>OUT</sub>)Vです。

# 1.5A、低ノイズ、1MHz、ステップアップ、DC-DCコンバータ

表3. オン/オフロジック制御

ONA	ONB	MAX1763
0	0	On
0	1	Off
1	0	On
1	1	On

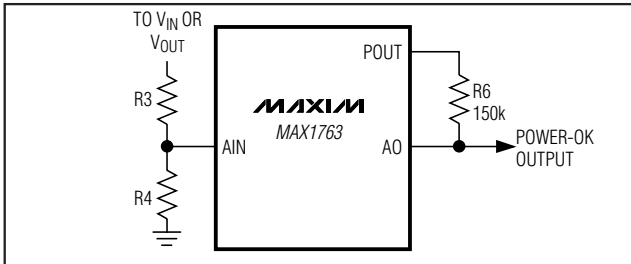


図3.ゲインブロックをパワーOKコンパレータとして使用

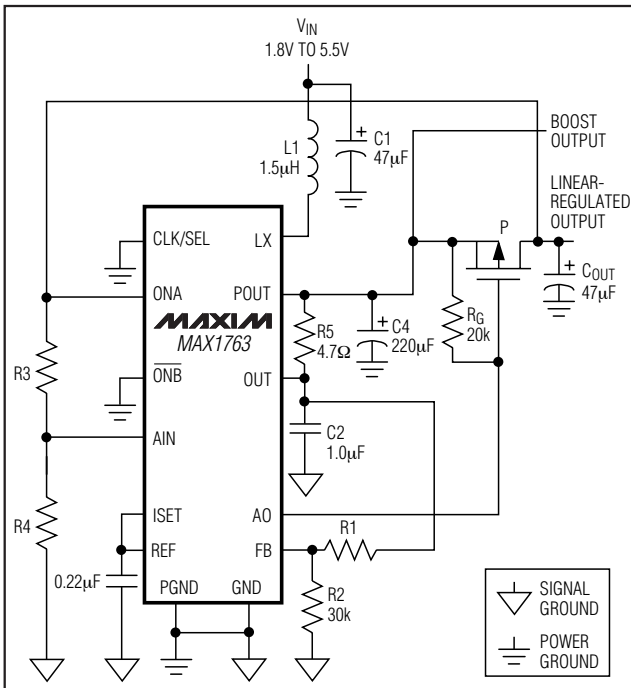


図4.ゲインブロックをブースト出力電圧からのリニアレギュレータとして使用

## リファレンス

MAX1763は内部1.250Vリファレンスを備えています。REFピンから5mm以内に取り付けた0.22μFのセラミックバイパスコンデンサでGNDに接続して下さい。REFは、最大50μAの外部負荷電流のソースになります。

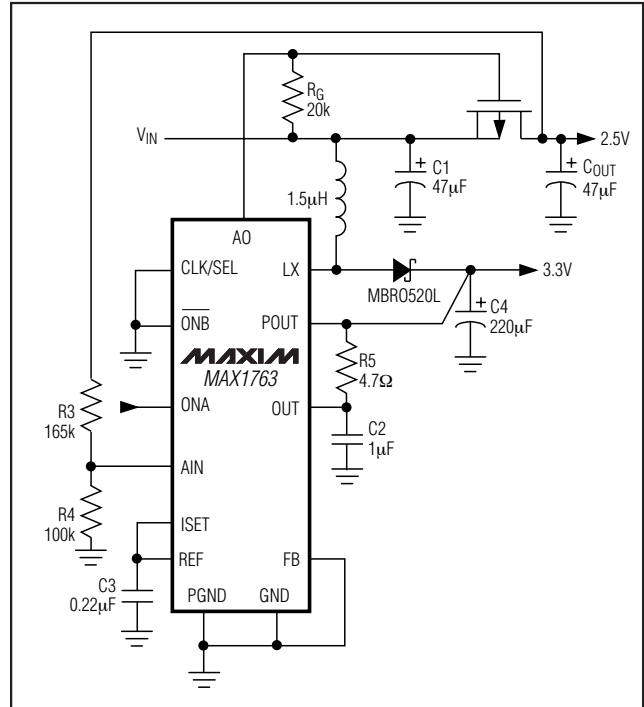


図5. 入力電圧からのゲインブロックリニアレギュレータの電力供給

## ゲインブロック

MAX1763のゲインブロックは、パワーOKコンパレータとして機能させることも、外付PチャンネルMOSFETパスタデバイスを利用してリニアレギュレータを作るためにも使用することもできます。ゲインブロックの出力は、オープンドレインの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。全ゲインブロック段のトランスコンダクタンス( $G_M$ )は10mSです。内部ゲインブロックは、AINと0.938V内部リファレンスとの差を増幅します。

パワーOK信号を提供するには、ゲインブロック入力AINを外部抵抗分圧器に接続します(図3)。AINに流れ込む入力バイアス電流は30nA未満であるため、精度を犠牲にすることなく大きな値の分圧器抵抗を使用できます。抵抗分圧器は、ICのAINから5mm以内の至近距離に接続して下さい。R4には270kΩ以下の値を選択し、R3は次式を使用して計算します。

$$R3 = R4((V_{TRIP} / V_{AIN}) - 1)$$

ここで、 $V_{AIN}$ は0.938Vです。

図4及び図5に、ゲインブロックをリニアレギュレータアプリケーションに使用した例を示します。外部Pチャンネルパスタ素子の出力が0.938V内部リファレンスと比較されます。その差は増幅され、パスタ素子のゲートを駆動します。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。

# 1.5A、低ノイズ、1MHz、ステップアップ、DC-DCコンバータ

リニアレギュレータの出力電圧がレギュレーション状態の時、MOSFETは完全にオンにはなりません。このため、オン抵抗は重要ではありません。但し、リニアレギュレータをドロップアウト時に使用すると、MOSFETのオン抵抗がドロップアウト電圧( $V_{DROPOUT} = I_{OUT} \times R_{DS(ON)}$ )を決定します。低い $R_{DS(ON)}$ のPFETを使用する場合は、安定性を保つためにリニアレギュレータの出力フィルタ容量を増加して下さい。

出力容量は以下の関数により決定できます。

$$C_{OUT} \geq [(V_{REF} / V_{OUT}) \times G_M \times G_{FS} \times C_G \times (R_G \times 2)]$$

及び

$$C_{OUT} \geq 10 \times [(V_{REF} / [V_{OUT} \times GBP])] \times G_M \times G_{FS} \times R_G$$

ここで、 $V_{REF}$ は0.983Vリファレンス電圧、 $G_M$ は10mS内部アンプトランスコンダクタンス、 $G_{FS}$ は外部MOSFETトランスコンダクタンス、 $R_G$ はゲートソース抵抗、 $GBP$ は内部ゲインブロックの利得とバンド幅の積、つまり63Mrad/sです。

## 設計手順

### 出力電圧の設定

3.3Vの固定出力を得るには、FBをGNDに接続します。2.5V～5.5Vの範囲で出力電圧を設定するには、OUTとGND間のFBに抵抗分圧器を接続します(図6)。FBに流れ込む入力バイアス電流は100nA以下であるため、精度を犠牲にすることなく大きな値の分圧器抵抗を使用できます。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。R2には30kΩ以下の値を選択し、R1は次式を使用して計算します。

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

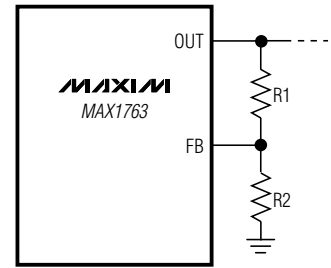
ここで、ブーストレギュレータフィードバックの設定点 $V_{FB}$ は1.245Vです。

### スイッチの電流リミット及びソフトスタートの設定

ISETピンはインダクタのピーク電流を調整しますが、ソフトスタートを実施するためにも使用できます。ISETがREFに接続されている場合、インダクタの電流は2.5Aに制限されます。ISETがREFとGNDの間の抵抗分圧器に接続されている場合は、電流リミットが次式に従って低減されます。

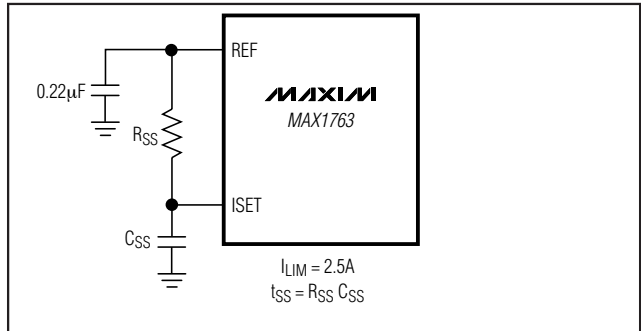
$$I_{LIM} = 2.5(V_{ISET} / 1.25) [A]$$

ソフトスタートを実施するには、ISETとREF(>300kΩ)の間に抵抗を配置し、ISETとGNDの間にコンデンサを配置します。シャットダウン中、ISETの電圧は100kΩの内部抵抗を通じてGNDに放電されます。コンデンサの電圧が上昇するにつれて出力電流も増加し、出力電圧が昇圧します。出力が昇圧する速度は以下のソフトスタート時定数で決定されます。



$$R1 = R2 \left( \frac{V_{OUT}}{V_{FB}} - 1 \right), V_{FB} = 1.245V, R2 \leq 30k$$

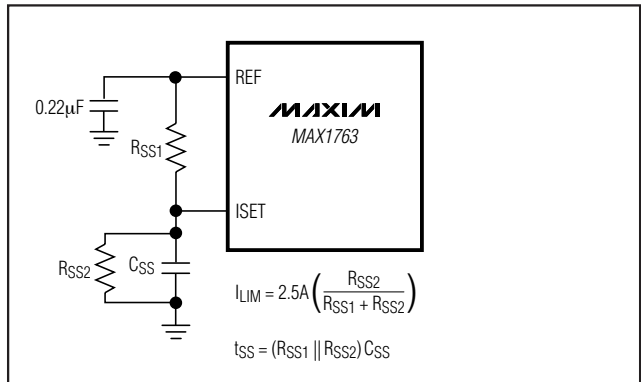
図6. 外部フィードバック用抵抗の接続



$$I_{LIM} = 2.5A$$

$$t_{SS} = R_{SS} C_{SS}$$

図7. 最大スイッチリミット電流でのソフトスタート



$$I_{LIM} = 2.5A \left( \frac{R_{SS2}}{R_{SS1} + R_{SS2}} \right)$$

$$t_{SS} = (R_{SS1} \parallel R_{SS2}) C_{SS}$$

図8. 低スイッチリミット電流でのソフトスタート

$$t_{SS} = R_{SS} C_{SS}$$

ここで、 $R_{SS} \geq 300k$ です。

これらの機能は、コンデンサを電流制限抵抗分圧器の下方の抵抗の両端にコンデンサを配置することで、両方同時に実施できます(図7及び図8)。

### パッケージの選択

MAX1763は、16ピンQSOPと16ピンTSSOP-EPの2種類のパッケージで提供されています。MAX1763は効率が優れているため、殆どのアプリケーションにはQSOPパッケージで十分です。アプリケーションに高消費電力が必要な場合、又は高い周囲温度で動作する必要がある場合は、TSSOP-EPパッケージを選択して下さい。



# 1.5A、低ノイズ、1MHz、ステップアップ、DC-DCコンバータ

表4. 部品選択ガイド

INDUCTORS	CAPACITORS	DIODES
Coilcraft LPT3305	AVX TPS series	Motorola MBR0520L
	Kemet T510 series	
	Sanyo POSCAP series	
Sumida	Panasonic SP/CB	Nihon EP10QY03

TSSOP-EPの裏面には、接地された回路基板の銅箔にハンダ付けするための露出金属パッドがあります。これにより、QSOPでは+115°C/Wである接合部からケースへのパッケージ熱抵抗が、TSSOP-EPでは+53°C/Wに低減されます。

+70°Cの周囲温度におけるQSSOPパッケージの連続消費電力は667mWですが、TSSOP-EPでは1.5Wです。消費電力の一次推定は、負荷に供給される出力電力を計算することで決定できます(例: 3.3V x 1A = 3.3W)。まず、使用する入力電圧における効率を「標準動作特性」のグラフから取得して下さい(例えば87%)。MAX1763の推定消費電力は(100% - %効率) x 出力電力です。この例では13% x 3.3W = 0.43Wとなるため、QSOPパッケージ(667mW)を使用できます。これより高い周囲温度、高い出力電力、又はこれより低効率の動作点の場合は、TSSOP-EPパッケージ(1.5W)が必要となることがあります。パッケージの機械的情報の詳細は、このデータシートの最後に記載されているパッケージの簡略図を参照して下さい。

## インダクタの選択

MAX1763はスイッチング周波数が高いため、1.5µHの小型表面実装インダクタを使用できます。通常Nチャンネルスイッチ電流リミットを超える飽和電流定格のインダクタを選択しなければなりません、一般にインダクタ電流は飽和定格を最高20%超えてバイアスすることができます(効率は若干低下します)。ピークインダクタ電流を低減するためにISETを使用する場合は、より低いピーク電流定格のインダクタを使用できます(「スイッチ電流リミット及びソフトスタートの設定」を参照)。効率を高くするには、高周波フェライトコア材質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、トロイダル又はシールド付インダクタを使用して下さい。表4に推奨部品、表5に部品メーカーのリストが記載されています。インダクタはバッテリーとLXピン間のICの至近距離に接続して下さい。

## 外付ダイオード

4Vを超える出力電圧に対しては、外付ショットキダイオードをLXとPOUTの間に、内蔵同期整流器と並列に接続する必要があります(図2)。ダイオードの定格は

表5. 部品メーカー

SUPPLIER	PHONE
AVX	USA: 843-448-9411
Coilcraft	USA: 847-639-6400
Kemet	USA: 810-287-2536
Motorola	USA: 408-629-4789 Japan: 81-45-474-7030
Sumida	USA: 847-956-0666 Japan: 011-81-3-3667-3302

注: これらの部品メーカーに連絡する際は、MAX1763を使用していることを明示して下さい。

0.5Aである必要があります。よく使用されるダイオードはMotorola MBR0520L、日本インター EP05Q03L又は汎用1N5817です。この種の外付ダイオードは、1.8V以下の入力電圧で起動しなければならないアプリケーションにも推奨できます。ショットキダイオードは、スタートアップ時と同期整流器がオフになった後に電流を流すため、インダクタ電流が高くても電流定格は500mAで十分です。ダイオードはICのできるだけ近くに接続して下さい。普通の整流ダイオードは、スイッチング速度が遅く逆回復時間が長いため使用しないで下さい。1.8Vより低電圧の入力でのスタートアップを必要としない出力4V以下の回路には、外付ダイオードは必要ありません。

## 入力及び出力コンデンサ

入力及び出力コンデンサは、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ものを選択して下さい。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。殆どのアプリケーションには、220µFの低等価直列抵抗(ESR)(100mΩ以下)のコンデンサが推奨されます。あるいは、代わりに2つの100µFコンデンサを並列接続すると、実効ESRが低減し一層性能を改善できます。

入力コンデンサ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。MAX1763の近くに配置された1又は2セルのNiMHから直接駆動している場合は、47µFの低ESR入力フィルタコンデンサを1つ使用して下さい。アルカリやLi+等のハイインピーダンスのバッテリーから駆動する場合は、値の大きい入力コンデンサを使用すると効率を改善できます。

三洋電機のPOSCAP、パナソニックのSP/CB、及びKemet T510は、良質の低ESRコンデンサです(表4及び表5)。

# 1.5A、低ノイズ、1MHz、ステップアップ、DC-DCコンバータ

低ESRのタンタルコンデンサは価格と性能のバランスが程良く取れているため推奨できます。タンタルコンデンサのリ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が高いため、一般的に出力リプル電圧が高くなります。

## バイパス部品

適正に動作させるには、幾つかのセラミックバイパスコンデンサが必要です。0.22 $\mu$ FコンデンサでREFをGNDにバイパスして下さい。又、1 $\mu$ FのセラミックコンデンサでOUTをGNDにバイパスし、4.7 $\Omega$ の抵抗でOUTをPOUTに接続して下さい。これらは、それぞれのピンにできるだけ近づけて(5mm以内)配置する必要があります。表5に、推奨メーカのリストを示します。

## レイアウト上の考慮

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は設計上重要となります。設計が不適切であると、過剰なEMIやグラ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エラーの原因となります。

インダクタ、コンバータIC、フィルタコンデンサ等の電力部品はできるだけまとめて配置し、これら部品のトレースは短く、幅広く、直接的にして下さい。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。ノイズの大きいトレース(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。外付整流器を使用する場合は、トレースを特に短くし銅箔面積を絶対最小限度にして、過剰な容量を回避する必要があります。過剰な容量は、内部同期整流器の動作を遅くする上、効率を低下させます。プリント基板全体の例については、MAX1763EVキットのデータシートを参照して下さい。

MAX1763 TSSOP-EPパッケージの裏面には露出熱パッドがあります。このパッドはチップからプリント基板への直接的な熱経路を設けることで、パッケージの熱抵抗を低減します。更に、グランドピン(GND)も

熱を伝えます。大型パッド又はグランドプレーンへの複数のビアを使用して、露出熱パッド及びGNDを回路のグランドに接続して下さい。

## ステップアップ/ステップダウンアプリケーション

バッテリー駆動アプリケーションによっては、バッテリーの電圧範囲が出力電圧とオーバーラップすることがあります。その場合レギュレータは、バッテリー電圧に応じて電圧をステップアップ又はステップダウンする必要があります。ステップアップ/ステップダウンレギュレータを作るには、ゲインブロックを使用してステップアップコンバータに続くリニアレギュレータを構成します。この場合、バッテリー電圧が低い時には回路がステップアップし、電圧が高い時にはリニアレギュレータが電圧を低下させます。ゲインブロックを使用してリニアレギュレータを構成する方法については、「ゲインブロック」を参照して下さい。出力電圧がレギュレーション電圧よりも大きいと、同期整流器はオンに留まり、ドロップアウトが低減します。そのため、バッテリー電圧がレギュレーション電圧より若干高い時の効率が向上します。

## チップ情報

TRANSISTOR COUNT: 1530

SUBSTRATE CONNECTED TO GND

# 1.5A、低ノイズ、1MHz、ステップアップ、DC-DCコンバータ

MAX1763

QSOP/EPS

## 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	0.31
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°

DIM	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	

VARIATIONS:

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.
5. MEETS JEDEC MO137.

MAXIM

PROPRIETARY INFORMATION

TITLE:  
PACKAGE OUTLINE, QSOP, 150°, .025° LEAD PITCH

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

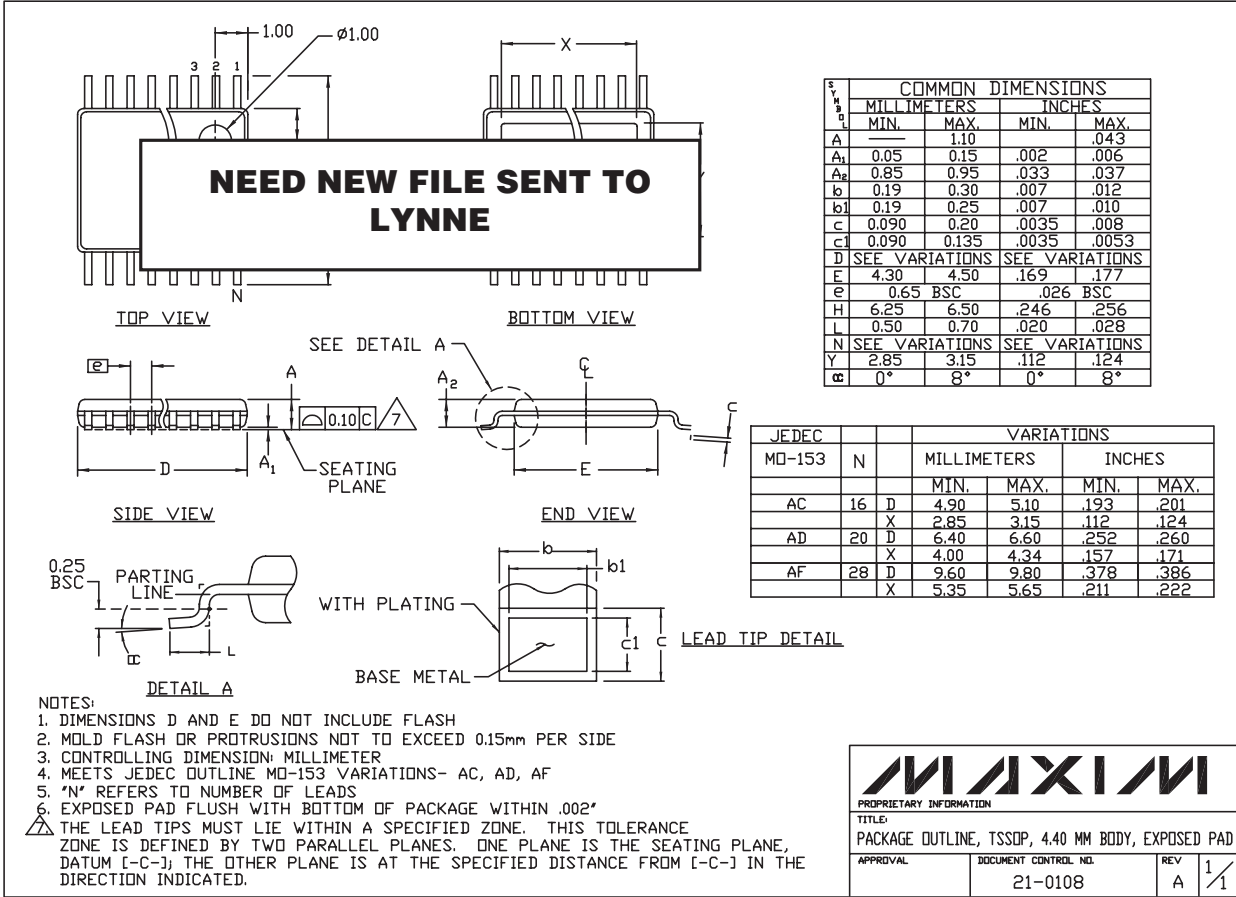
**Note:** The MAX1763EEE is a 16-pin QSOP and does not have a heat slug. Use the MAX1763EUE for higher power dissipation.



# 1.5A、低ノイズ、1MHz、ステップアップ、DC-DCコンバータ

## 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。)



TSSOP, 4.0 EXP PADS/EPS

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み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

© 2001 Maxim Integrated Products, Inc. All rights reserved. MAXIM is a registered trademark of Maxim Integrated Products, Inc.