

同期整流内蔵、可変出力、
スイッチモード電流ソース

概要

MAX1640/MAX1641は+5.5V~+26V入力で作動するCMOSの可変出力スイッチモード電流ソースで、マイクロプロセッサ制御のバッテリー充電器に最適です。充電電流、最大出力電圧、およびパルストリクル充電は外付抵抗で設定します。オフ時間の設定でスイッチング周波数を変更し、ノイズに敏感な回路での望ましくない高調波を抑えます。MAX1640のハイサイド電流検出によって、負荷を直接グラウンドに接続してグラウンドの電位誤差を排除できます。MAX1641はローサイド電流検出を採用しています。

MAX1640/MAX1641ステップダウンパルス幅変調(PWM)コントローラは、外部のPチャネルMOSFETスイッチおよび効率向上のためにオプションとして外部のNチャネルMOSFET同期整流器を使用します。内部の低ドロップアウトリニアレギュレータは、Nチャネル同期整流器のゲートドライブも含めて、内部リファレンスおよび回路にも給電します。

MAX1640/MAX1641は、省スペースの16ピンナローQSOPパッケージで提供されます。

アプリケーション

バッテリー駆動機器

ラップトップ、ノートブック、および
パームトップコンピュータ

ハンディターミナル

ポータブル民生製品

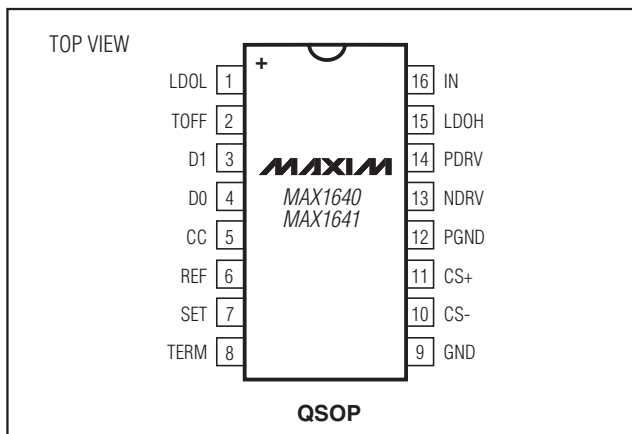
コードレス電話

携帯電話

PCS電話

バックアップバッテリー充電器

ピン配置



特長

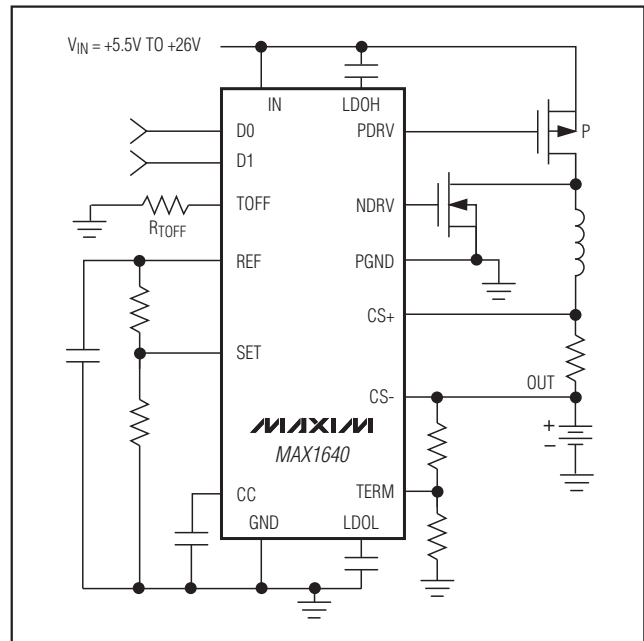
- ◆ 効率：95%
- ◆ 入力電源範囲：+5.5V~+26V
- ◆ 可変出力電圧範囲：2V~24V
- ◆ 最大デューティサイクル：100% (低ドロップアウト)
- ◆ PWM動作：最大500kHz
- ◆ 同期整流器(オプション)
- ◆ パッケージ：16ピンQSOP
- ◆ 電流検出精度：2% (MAX1641)
5.3% (MAX1640)

型番

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX1640C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX1640EEE+	-40°C to +85°C	16 QSOP
MAX1641C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX1641EEE+	-40°C to +85°C	16 QSOP

*ダイスは $T_A = +25^\circ\text{C}$ のDCパラメータでのみ保証されています。
+は鉛(Pb)フリー/RoHS準拠パッケージを表します。

標準動作回路



同期整流内蔵、可変出力、 スイッチモード電流ソース

MAX1640/MAX1641

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

IN to GND	-0.3V to +28V	Continuous Power Dissipation ($T_A = +70^\circ\text{C}$)	
LDOH to IN	+0.3V to -6V	QSOP (derate 9.6mW/°C above +70°C)	772mW
LDOL to GND	-0.3V to +6V	Package Junction-to-Ambient Thermal Resistance (θ_{JA})	
PDRV to GND	($V_{LDOH} - 0.3V$) to ($V_{IN} + 0.3V$)	(Note 1)	103.7°C/W
NDRV to GND	-0.3V to ($V_{LDOL} + 0.3V$)	Package Junction-to-Case Thermal Resistance (θ_{JC})	
TOFF, REF, SET, TERM, CC to GND	-0.3V to ($V_{LDOL} + 0.3V$)	(Note1)	37°C/W
D0, D1 to GND	-0.3V to +6V	Operating Temperature Range	
CS+, CS- to GND	-0.3V to +28V	MAX164_EEE	-40°C to +85°C
PGND to GND	$\pm 0.3V$	Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
		Lead Temperature (soldering, 10sec)	+300°C

Note 1: Package thermal resistances were obtained using the method described in JEDEC specification JESD51-7, using a four-layer board. For detailed information on package thermal considerations, refer to japan.maxim-ic.com/thermal-tutorial.

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

($V_{IN} = +12V$, $V_{OUT} = 6V$, Circuit of Figure 1, $T_A = 0^\circ\text{C}$ 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
Input Voltage Range	V_{IN}		5.5		26	V
Linear-Regulator Output Voltage, V_{IN} Referenced	V_{LDOH}	$V_{IN} = 5.5V$ to $26V$, $I_{LOAD} = 0$ to $20mA$	$V_{IN} - 5.5$	$V_{IN} - 5.0$	$V_{IN} - 4.5$	V
Linear-Regulator Output Voltage, Ground Referenced	V_{LDOL}	$V_{IN} = 5.5V$ to $26V$, $I_{LOAD} = 0$ to $20mA$	4.5	5.0	5.5	V
Full-Scale Current-Sense Threshold		MAX1640	142	150	158	mV
		MAX1641	147	150	153	
Quarter-Scale Current-Sense Threshold		MAX1640	36	42	48	mV
		MAX1641	34	37.5	41	
Current-Sense Line Regulation		$V_{IN} = V_{OUT} + 0.5V$ to $26V$		0.03		%/V
Output Current Compliance		$V_{OUT} = 2V$ to $24V$	MAX1640	0.1	0.4	%I
			MAX1641	0.1		
Quiescent V_{IN} Supply Current		D0 or D1 = high		2	4	mA
		D0 = D1 = low (off mode)		500		
Output Current in Off Mode		D0 = D1 = low			1	μA
V_{LDOL} Undervoltage Lockout			4.05	4.20	4.35	V
Reference Voltage	V_{REF}		1.96	2.00	2.04	V
Reference Load Regulation		$I_{REF} = 0$ to $50\mu A$		4	10	mV
V_{SET} Input Current					1	μA
FET Drive Output Resistance		PFET and NFET drive			12	Ω
Off-Time Range			1		10	μs
Off-Time Accuracy		$R_{TOFF} = 62k\Omega$	1.7	2.2	2.7	μs
Pulse-Trickle Mode Duty-Cycle Period		D0 = low, D1 = high, $R_{TOFF} = 100k\Omega$	27	33	40	ms
Pulse-Trickle Mode Duty Cycle (Note 2)		D0 = low, D1 = high, $R_{TOFF} = 100k\Omega$		12.5		%

同期整流内蔵、可変出力、 スイッチモード電流ソース

MAX1640/MAX1641

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{IN} = +12V$, $V_{OUT} = 6V$, Circuit of Figure 1, $T_A = 0^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^{\circ}C$.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
PWM Maximum Duty Cycle			100			%
Input Low Voltage	V_{IL}	D0, D1			0.8	V
Input High Voltage	V_{IH}	D0, D1	2.4			V
Input Leakage Current	I_{IN}	D0, D1			± 1	μA

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

($V_{IN} = +12V$, $V_{OUT} = 6V$, Circuit of Figure 1, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted.)

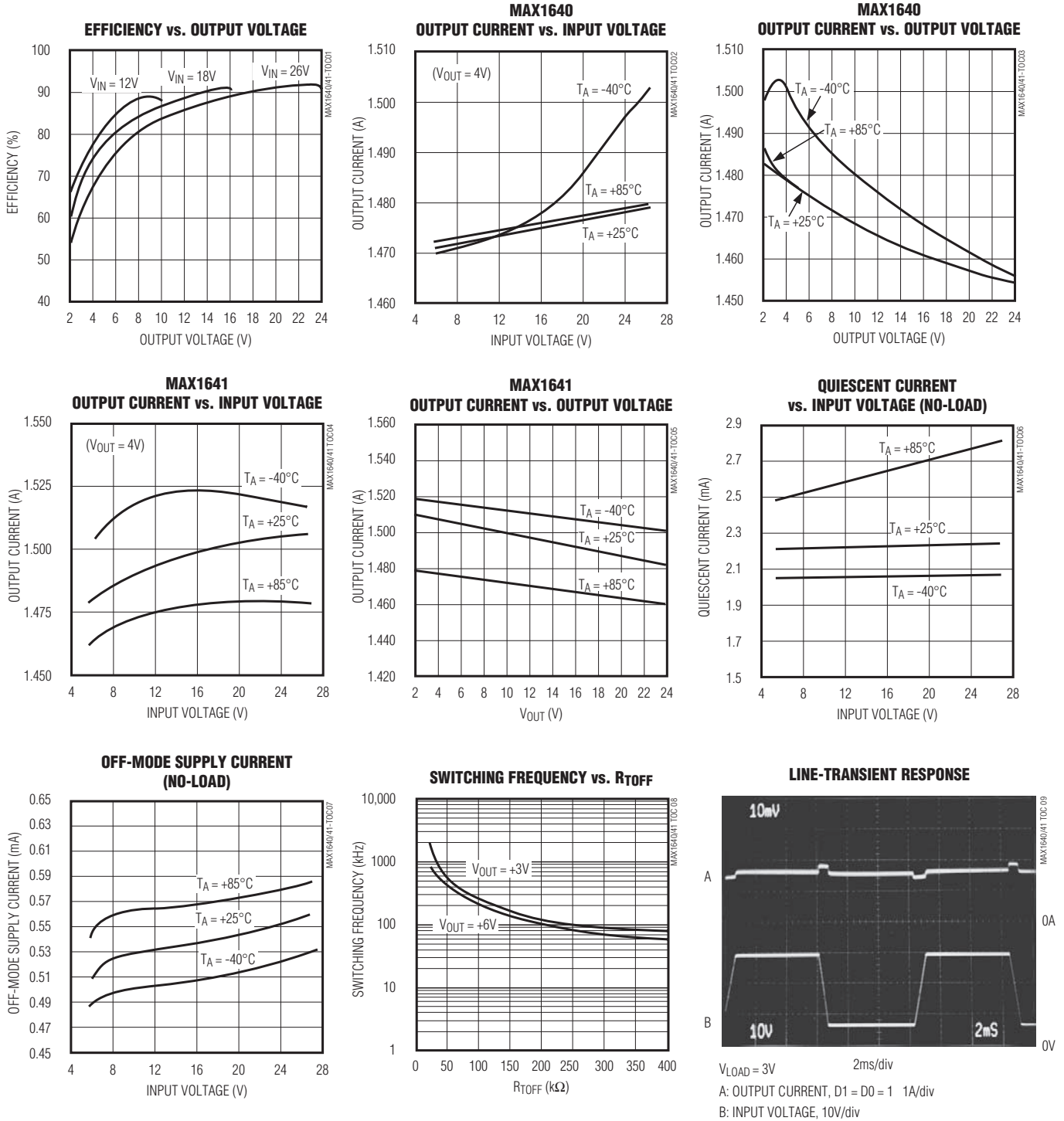
PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Voltage Range	V_{IN}		5.5		26	V
Linear-Regulator Output Voltage, V_{IN} Referenced	V_{LDOH}	$V_{IN} = 5.5V$ to $26V$, $I_{LOAD} = 0$ to $20mA$	$V_{IN} - 5.5$		$V_{IN} - 4.5$	V
Linear-Regulator Output Voltage, Ground Referenced	V_{LDOL}	$V_{IN} = 5.5V$ to $26V$, $I_{LOAD} = 0$ to $20mA$	4.5		5.5	V
Full-Scale Current-Sense Threshold		MAX1640	141		159	mV
		MAX1641	146		154	
Quarter-Scale Current-Sense Threshold		MAX1640	34		48	mV
		MAX1641	33		42	
Output Current Compliance		$V_{OUT} = 2V$ to $24V$ (MAX1640)			0.4	%/V
Quiescent V_{IN} Supply Current		D0 or D1 = high			4	mA
Output Current in Off Mode		D0 = D1 = low			1	μA
V_{LDOL} Undervoltage Lockout			4.0		4.4	V
Reference Voltage	V_{REF}		1.94		2.06	V
Reference Load Regulation		$I_{REF} = 0$ to $50\mu A$			10	mV
V_{SET} Input Current					1	μA
FET Drive Output Resistance					12	Ω
Off-Time Range			1.5		8	μs
Off-Time Accuracy		$R_{TOFF} = 62k\Omega$	1.5		2.5	μs
Pulse-Trickle Mode Duty-Cycle Period		D0 = low, D1 = high, $R_{TOFF} = 50k\Omega$	25		42	ms
PWM Maximum Duty Cycle			100			%
Input Low Voltage	V_{IL}	D0, D1			0.8	V
Input High Voltage	V_{IH}	D0, D1	2.4			V
Input Leakage Current	I_{IN}	D0, D1			± 1	μA

Note 2: This ratio is generated by a 1:8 clock divider and is not an error source for current calculations.

同期整流内蔵、可変出力、 スイッチモード電流ソース

標準動作特性

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

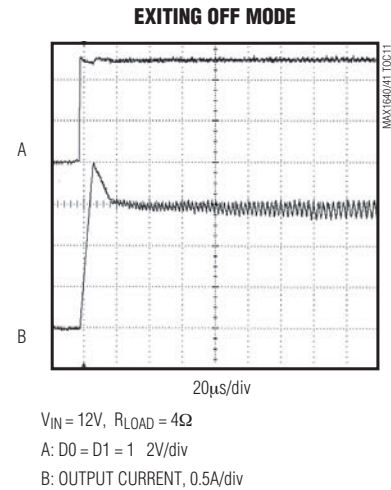
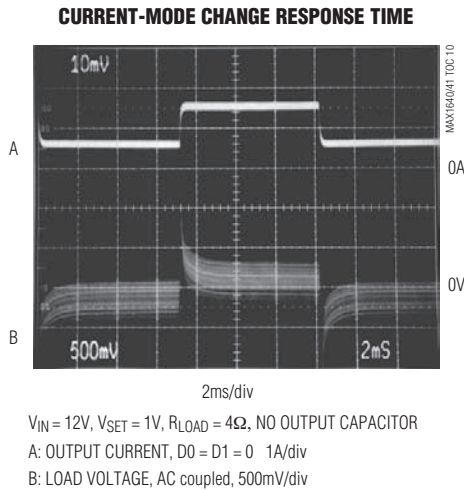


同期整流内蔵、可変出力、 スイッチモード電流ソース

MAX1640/MAX1641

標準動作特性(続き)

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



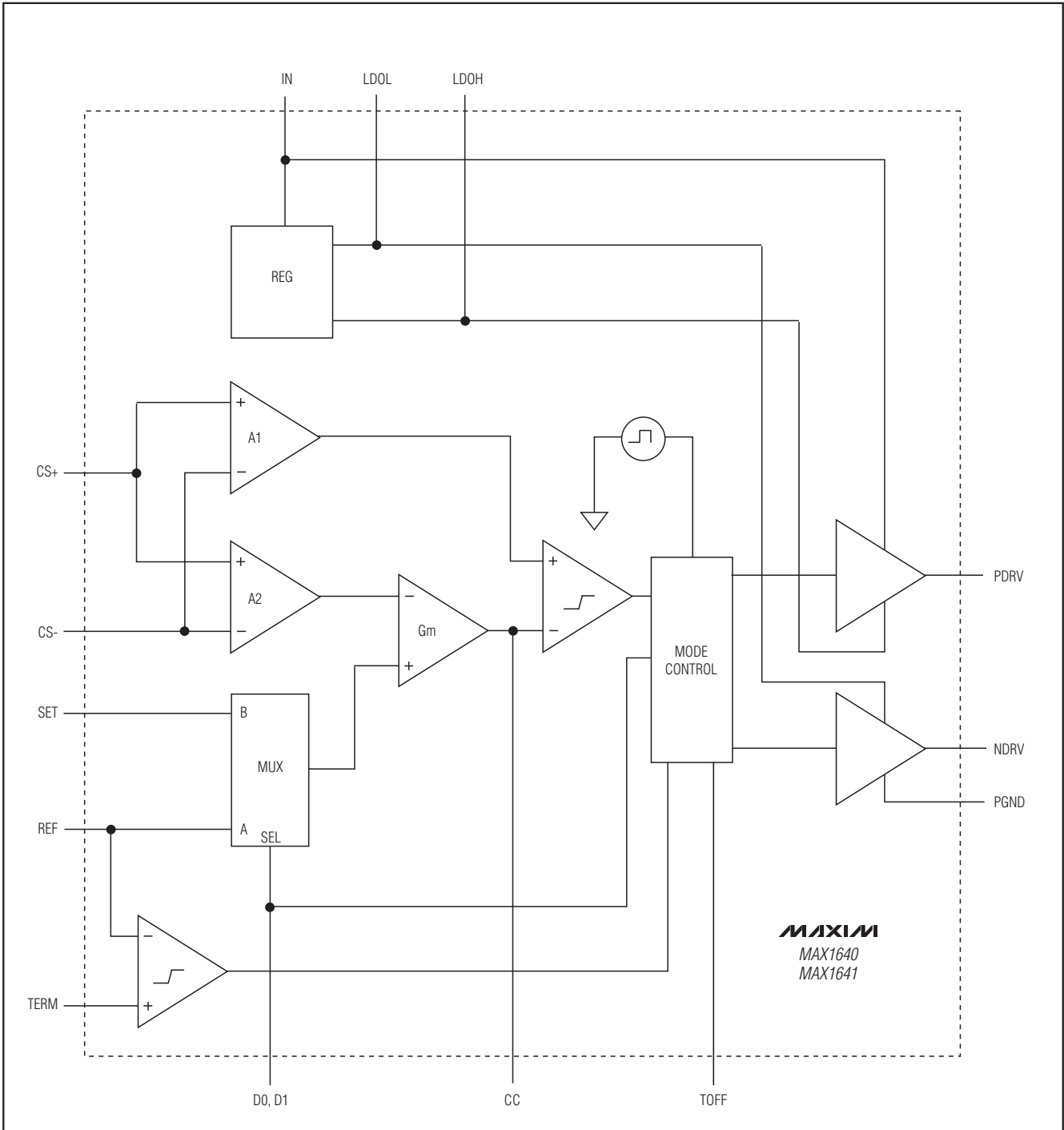
端子説明

端子	名称	機能
1	LDOL	内部のグラウンドを基準とした低ドロップアウトリニアレギュレータ出力。0.1 μF のコンデンサと4.7 μF のコンデンサを並列に接続してGNDにバイパスしてください。
2	TOFF	オフ時間選択入力。TOFFとGND間に接続された抵抗(R_{TOFF})によってヒステリシスPWMステップダウンコンバータのオフ時間を設定します。この抵抗はデューティサイクルモードの期間も設定します。「オフ時間の設定」を参照してください。
3, 4	D1, D0	デジタル入力。動作モードを選択します(表1)。
5	CC	定電流ループ補正入力。0.01 μF のコンデンサでGNDにバイパスしてください。
6	REF	リファレンス電圧出力($V_{REF} = 2\text{V}$)。0.1 μF のコンデンサでREFをGNDにバイパスしてください。
7	SET	電流選択入力。SETに0V \sim V_{REF} ($I = V_{SET} / 13.3R_{SENSE}$)の電圧を印加して所望の電流レベルを設定してください。図2を参照。
8	TERM	最大出力電圧終端入力。 V_{TERM} がリファレンス電圧を超えると、コンバータが内部のPWMラッチをリセットして外部のPチャネルFETをオフにします。
9	GND	グラウンド
10	CS-	負の電流検出コンバータ入力
11	CS+	正の電流検出コンバータ入力
12	PGND	出力ドライバ用大電流グラウンドの戻り
13	NDRV	オプションのNチャネルFET同期整流器のゲートドライブ
14	PDRV	PチャネルFETのゲートドライブ
15	LDOH	内部の入力を基準とした低ドロップアウトリニアレギュレータ出力。0.33 μF のコンデンサでLDOHをINにバイパスしてください。
16	IN	電源入力。内部の低ドロップアウトリニアレギュレータ入力

同期整流内蔵、可変出力、 スイッチモード電流ソース

MAX1640/MAX1641

ファンクションダイアグラム



同期整流内蔵、可変出力、 スイッチモード電流ソース

MAX1640/MAX1641

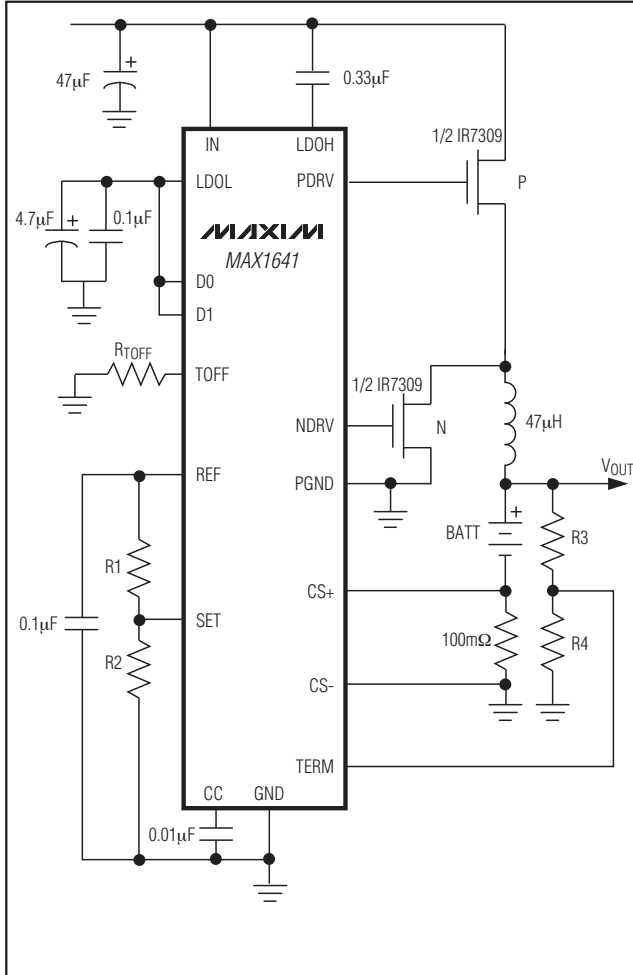


図1a. 標準アプリケーション回路

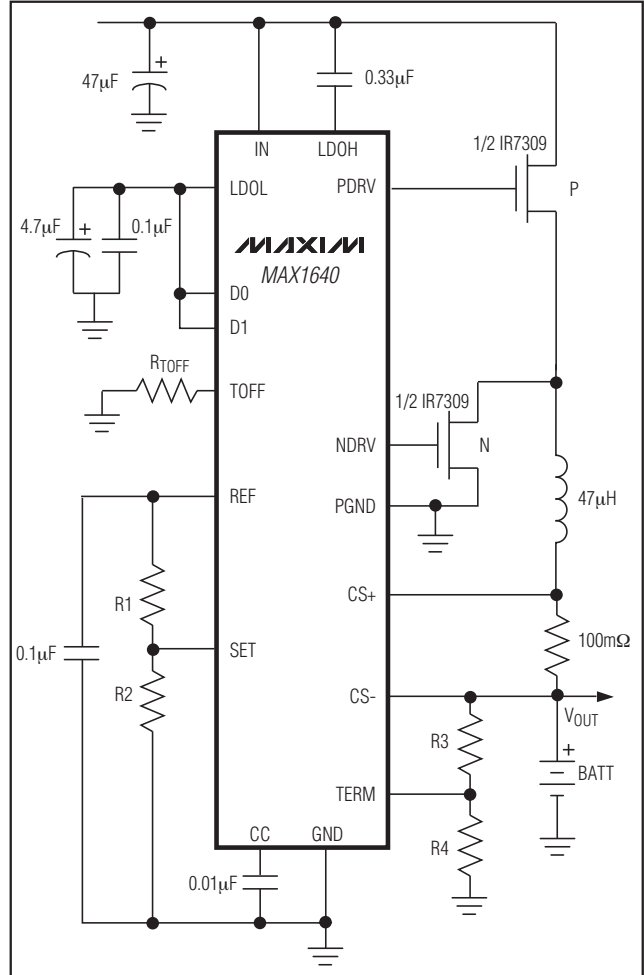


図1b. 標準アプリケーション回路

詳細

MAX1640/MAX1641スイッチモード電流ソースには、定オフ時間を持ったヒステリシス電流モードのステップダウンパルス幅変調(PWM)形態が利用されています。内部のコンパレータがスイッチングメカニズムを制御します。これらのコンパレータは、検出抵抗(R_{SENSE})およびTERMの電圧を通じて電流を監視します。インダクタ電流が電流制限 $[(V_{CS+} - V_{CS-}) / R_{SENSE}]$ に達するとPチャネルFETがオフになり、NチャネルFETの同期整流器がオンになります。電流が徐々に減少するにつれてインダクタのエネルギーが負荷に供給されます。この傾斜率は R_{TOFF} およびインダクタ値に依存します。オフ時間が終了するとPチャネルFETが再びオンになり、NチャネルFETはオフになります。

2つのデジタル入力D0およびD1は4つの可能な電流レベルの一つを選択します(表1)。パルストリクルモード

では、このデバイスは R_{TOFF} で設定された期間の12.5%が動作し、パルストリクル充電用に低電流となります。「ファンクションダイアグラム」を参照してください。図1aと図1bは標準アプリケーション回路です。

充電モード：出力電流の設定

検出抵抗 R_{SENSE} は2つの充電電流レベルを設定します。D0をハイに保持してD1をハイまたはローに切り換え、これらの2つのレベルのどちらかを選択してください(表1)。急速充電電流レベルは V_{CS} / R_{SENSE} となりますが、ここで、 V_{CS} は150mVのフルスケール電流検出電圧です。別の方法として、この電流は $V_{REF} / (13.3R_{SENSE})$ として計算できます。トップオフ電流は $V_{SET} / (13.3R_{SENSE})$ となります。REFとGND間の抵抗分圧器によってSETの電圧が設定されます(図2)。

同期整流内蔵、可変出力、スイッチモード電流ソース

SETの電圧は次式で与えられます。

$$R1 = R2 (V_{REF} / V_{SET} - 1); 10k\Omega < R2 < 300k\Omega$$

ここで、 $V_{REF} = 2V$ で V_{SET} は所望の出力電流レベルに比例します。

表1. 出力電流レベルの選択

D1	DO	MODE	OUTPUT CURRENT (A)
0	0	OFF	0
0	1	Top-Off	$V_{SET} / (13.3R_{SENSE})$
1	0	Pulse-Trickle	$V_{SET} / (13.3R_{SENSE})$ 12.5% duty cycle
1	1	Fast Charge	$V_{REF} / (13.3R_{SENSE})$

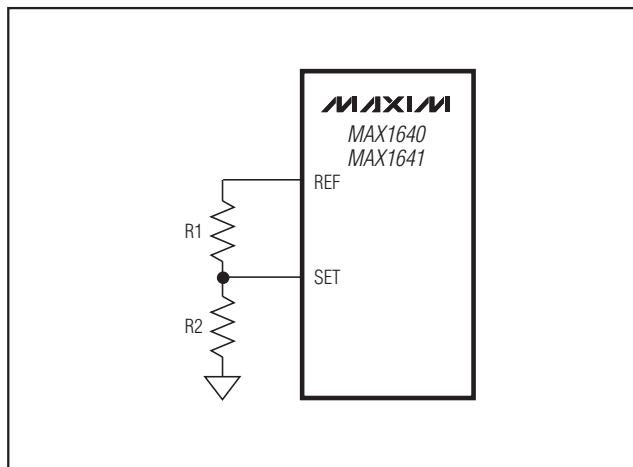


図2. 出力電流レベルの調整

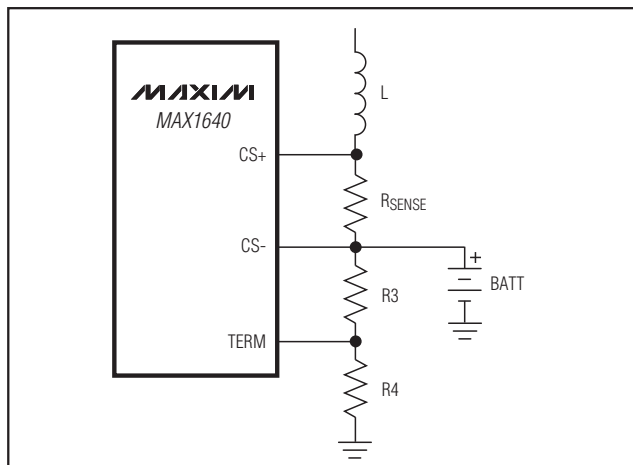


図3a. 最大出力電圧レベルの設定

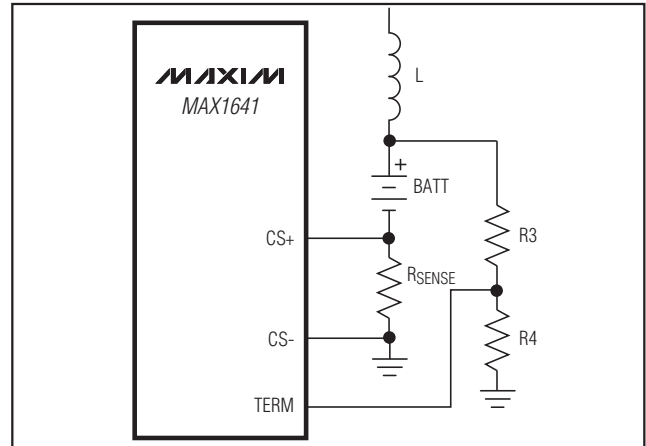


図3b. 最大出力電圧レベルの設定

MAX1640/MAX1641は、 V_{SET} として $0V \sim V_{REF}$ の範囲を指定しています。 $V_{SET} > V_{REF}$ の場合、出力電流は $V_{SET} \approx 4V$ でクランプするまで直線的に増加します(精度は低下します)。

パルストリクルモード： パルストリクル電流の選択

D0をローにしてD1をハイにするとパルストリクルモードが選択されます。この電流は $V_{SET} / (13.3R_{SENSE})$ となり、 R_{TOFF} で設定された期間の12.5%オンに留まります。パルストリクル電流はバッテリーを完全充電状態に保持するとともに、再び急速充電が始まる前に低温のバッテリーをゆっくりと充電します。

$$PERIOD = 3.2 \times 10^{-7} \times R_{TOFF}(\text{sec})$$

オフモード：出力電流のターンオフ

D0およびD1をローにするとPチャネルFETをオフにするため、出力電流も停止します。このモードは充電の終了も制御し、また過度の温度からバッテリーを保護します。

最大出力電圧レベルの設定

最大出力電圧は、出力/バッテリー電圧($I_{LOAD} \times R_{LOAD}$)よりも高いレベルに設定する必要があります。出力とグラウンド間の外部抵抗分圧器(図3)によってTERMの電圧が設定されます。TERMの電圧がリファレンスを超えると、内部コンパレータがPチャネルFETをオフにして電流出力を停止します。R4は $10k\Omega \sim 500k\Omega$ の範囲で選択してください。R3は次式で与えられます。

$$R3 = R4 ((V_{OUT} / V_{TERM}) - 1)$$

ここで、 $V_{TERM} = 2V$ で V_{OUT} は所望の出力電圧です。

オフ時間の設定

オフ時間を設定する時は、最大インダクタ電流リップル、最大出力電圧、インダクタ値、およびインダクタ電流定格等の要素を考慮してください。出力電流リップルはインダクタ電流リップルよりも小さく、出力コンデンサのサイズに大きく依存します。

オフ時間の設定は以下の手順で行ってください。

- 1) 最大出力電流リップルを選択します。 $I_R(A)$
- 2) 最大出力電圧を選択します。 $V_{OUTMAX}(V)$
- 3) 以下のようにインダクタの範囲を計算します。

$$L_{MIN} = (V_{OUTMAX} \times 1\mu s) / I_R$$

$$L_{MAX} = (V_{OUTMAX} \times 10\mu s) / I_R$$

- 4) この範囲にあるインダクタ値を選択します。
- 5) 次式で t_{OFF} を計算します。

$$t_{OFF} = \frac{L \times I_R}{V_{OUTMAX}}$$

- 6) R_{TOFF} を次式で選択して t_{OFF} を設定します。

$$R_{TOFF} = (29.3 \times 10^9) \times t_{OFF}$$

- 7) スイッチング周波数を次式で計算します。

$$f_s = 1 / (t_{ON} + t_{OFF})$$

ここで、 $t_{ON} = (I_R \times L) / (V_{IN} - V_{OUT})$ および $I_R = (V_{OUT} \times t_{OFF}) / L$ です。 L はインダクタ値、 V_{IN} は入力電圧、 V_{OUT} は出力電圧、そして I_R は出力のピークトウピーク電流リップルです。

R_{TOFF} は、オフ時間とパルストリクル充電期間の両方を設定することに注意してください。

リファレンス

内蔵のリファレンスは、REFが正確に2Vになるようにレーザトリミングされています。REFは50 μA 以上の電流を供給できません。REFを0.1 μF のコンデンサでグラウンドにバイパスしてください。

定電流ループ：ACループ補償

定電流ループの出力はCCに取り出されます。スイッチング電流の変動に起因するノイズを低減するために、CCを1nF~100nFのコンデンサでグラウンドにバイパスしてください。コンデンサの値が大きければ一定の平均出力電流を維持しますが、スイッチング電流変化に対するループ応答が遅くなります。コンデンサの値が小さいとスイッチング電流の変化に対するループ応答

が速くなり、出力のリップルが増加します。リップル対ループ応答を最適化する C_{CC} を選択してください。

同期整流

同期整流は、ショットキーダイオードを低抵抗のMOSFETスイッチで短絡することによって整流器での伝導損失を低減します。この結果、重負荷時の効率が約3%~5%増加します。交差伝導あるいは「シュートスルー」を防ぐため、同期整流器はPチャネルパワーMOSFETがオフした後少し経ってからオンになります。同期整流器はオフ時間の90%の間オフ状態に留まります。低コスト設計の場合は、同期整流器のFETをショットキーダイオードと置き換えることができます。

表2. 部品メーカー

COMPONENT	MANUFACTURER	
Inductor	Sumida	CDRH125 series
	Coilcraft	D03316P series
	Coiltronics	UP2 series
MOSFETs	International Rectifier	IRF7309
	Siliconix	S14539DY
Sense Resistor	Dale	WSL-2010 series
	IRC	LR2010-01 series
Capacitors	AVX	TPS series
	Sprague	595D series
Rectifier	Motorola	MBAR5340t3
		IN5817-IN5822
	Nihon	NSQ03A04

部品の選択

外部スイッチングトランジスタ

MAX1640/MAX1641は、エンハンスメントモードのPチャネルMOSFETおよび同期整流器のNチャネルMOSFETを駆動します(表2)。

PチャネルFETを選択する場合に考慮すべき重要なパラメータとしては、オン抵抗($r_{DS(ON)}$)、最大ドレインソース間電圧($V_{DS \max}$)、最大ゲートソース間電圧($V_{GS \max}$)、および最小スレッショルド電圧($V_{TH \min}$)等が挙げられます。

大電流アプリケーションでは、MOSFETのパッケージの放熱がしばしば重要な設計要素になります。 I^2R 電力損失は、ハイサイドおよびローサイドのいずれのMOSFETにおいても最大の発熱要因です。同期整流器がオンになる前にショットキー整流器またはN-FETのボディダイオードがスイッチングノードをクランプするため、スイッチング損失はハイサイドのMOSFET (Pチャネル)にしか影響しません。

同期整流内蔵、可変出力、 スイッチモード電流ソース

MAX1640/MAX1641

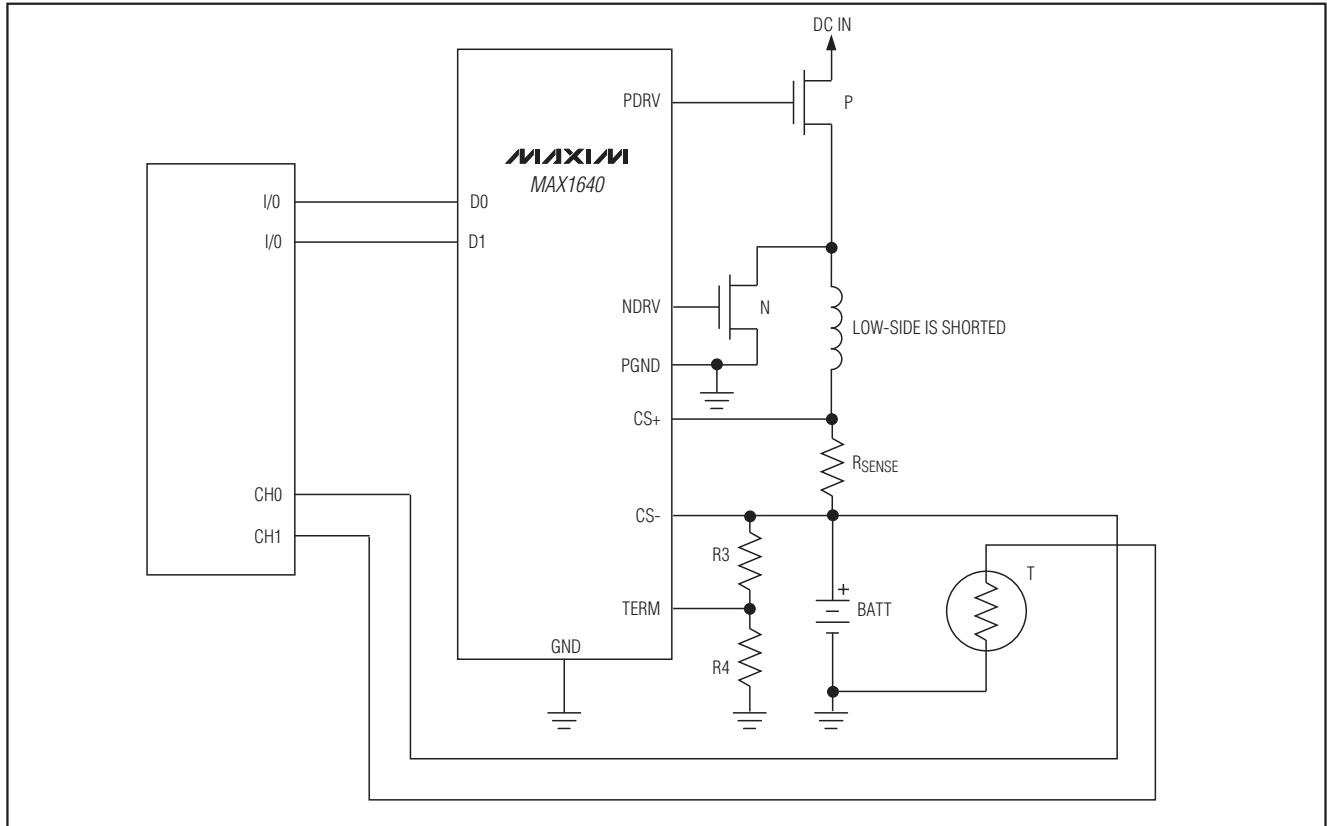


図4. マイクロコントローラのバッテリー充電器

整流ダイオード

NチャネルMOSFET同期整流器を使用しない場合は、ショットキー整流器が必要です。MAX1640/MAX1641は高スイッチング周波数であるため、高速整流器を必要とします(表2)。1N5817~1N5822等のショットキーダイオードをお勧めします。ショットキーダイオードの平均電流定格が必ずピーク電流制限を超えているようにし、そのブレークダウン電圧が出力電圧(V_{OUT})を超えているようにしてください。高温のアプリケーションには、ショットキーダイオードは漏れ電流が大きいために不適切な場合があります。このような場合はMUR105あるいはEC11FS1等の高速シリコンダイオードを使用することができます。重負荷でかつ高温では、ショットキーの利点である順方向電圧の低さが高漏れ電流の欠点を十分に補う場合があります。アプリケーションでNチャネルMOSFETの同期整流器を使用する場合、充電電流が非常に大きい場合(3A以上)を除き、並列のショットキーダイオードは一般的に必要ありません。NチャネルMOSFETとショットキーダイオードの両方を使用すると最高の効率が得られます。

インダクタ値

適正なインダクタ値の選択については、「オフ時間の設定」の項を参照してください。インダクタ値、オフ時間、出力電流リップル、およびスイッチング周波数の間のバランスを取る必要があります。

アプリケーション情報

汎用マイクロコントローラバッテリー充電器： NiCd、NiMH

マイクロコントローラが使用できるアプリケーションでは、MAX1640/MAX1641を低コストバッテリー充電器として使用できます(図4)。このコントローラは、急速充電、パルストリクル充電、充電完了、およびその他のスマートな機能の肩代わりをします。 V_{OUT} における出力電圧を監視することにより、コントローラは急速充電を開始し(D0およびD1をハイに設定)、急速充電を完了してトップオフを開始し(D0をハイ、D1をローに設定)、トリクル充電に入るか(D0をロー、D1をハイに設定)、あるいはシャットオフして電流を止めます(D0およびD1をローに設定)。

同期整流内蔵、可変出力、 スイッチモード電流ソース

MAX1640/MAX1641

レイアウトおよびグランド

電流レベルが高くてスイッチング波形が高速であるため、適切なPCボードのレイアウトが重要です。大電流のグランド経路はスター構成にしてPGNDに接続してください。これらの配線パターンは、抵抗を小さくするため

に幅を広くすると共に、浮遊容量を小さくするためにできるだけ短くしてください。全ての低電流グランド経路はGNDに接続してください。入力バイパスコンデンサをできるだけINの近くに配置してください。レイアウト例についてはMAX1640のEVキットを参照してください。

チップ情報

PROCESS: BiCMOS

パッケージ

最新のパッケージ図面情報およびランドパターンは、japan.maxim-ic.com/packagesを参照してください。なお、パッケージコードに含まれる「+」、「#」、または「-」はRoHS対応状況を表したものでしかありません。パッケージ図面はパッケージそのものに関するものでRoHS対応状況とは関係がなく、図面によってパッケージコードが異なることがある点に注意してください。

パッケージタイプ	パッケージコード	ドキュメントNo.
16 QSOP	E16+1	21-0055

同期整流内蔵、可変出力、 スイッチモード電流ソース

MAX1640/MAX1641

改訂履歴

版数	改訂日	説明	改訂ページ
2	5/09	「型番」に鉛フリーパッケージを追加、R3の数式を修正、「端子説明」と図のリファレンスを更新	1-8, 10, 11

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。

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