

EVALUATION KIT AVAILABLE

MAXIM

シンプル電流制限スイッチモード Li+チャージャコントローラ

MAX1873

概要

低コストのMAX1873R/S/Tは、2つ、3つ又は4つの直列リチウムイオン電池を最大4A以上で簡単かつ効率的に充電するために必要なすべての機能を備えています。バッテリー端子から、全電圧誤差 $\pm 0.75\%$ 未満の安定した充電電流及び電圧を提供します。外付けPチャンネルMOSFETが、低コストの設計でバッテリーを効率的に充電するステップダウンDC-DC構成で動作します。

MAX1873R/S/Tは、2つの制御ループを使ってバッテリー電圧と充電電流を調整します。この2つの制御ループは、互いに協力して電圧レギュレーションと電流レギュレーションの間を滑らかに遷移します。もう1つの制御ループは、入力ソースから流れる電流を制限し、これにより、ACアダプタのサイズとコストを最小にすることができます。又、充電電流に比例したアナログ電圧出力が供給され、それによりADC又はマイクロコントローラが、充電電流を監視することができます。

MAX1873は、あらゆるバッテリーに対応するチャージャ設計におけるNiCd又はNiMHバッテリーを充電するための効率的な電流制限ソースとして使用することができます。MAX1873R/S/Tは、省スペースの16ピンQSOPパッケージで提供されます。設計時間を短縮するために、評価キット(MAX1873EVKIT)をご使用下さい。

アプリケーション

ノートブックコンピュータ

携帯用インターネットタブレット

2、3又は4セルのLi+バッテリーパックチャージャ

6、9又は10セルのNiバッテリーパックチャージャ

携帯型機器

携帯情報機器 (PDA)

デスクトップクレードル充電器

選択ガイド

PART	SERIES CELLS TO CHARGE
MAX1873REEE	2-Cell Li+ or 5- or 6-cell Ni Battery
MAX1873SEEE	3-Cell Li+ or 7- or 9-cell Ni Battery
MAX1873TEEE	4-Cell Li+ 10-cell Ni Battery Packs

ピン配置は、データシートの最後に記載されています。

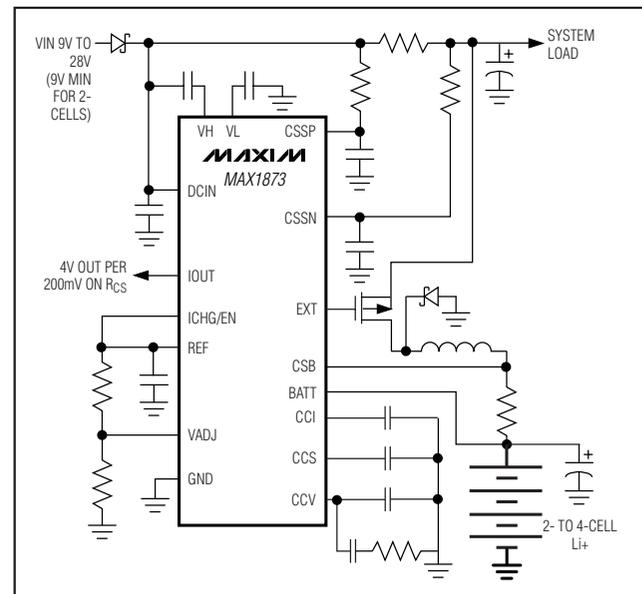
特長

- ◆ 低コストとシンプルな回路
- ◆ 2、3、又は4つの直列リチウムイオン電池を充電
- ◆ ACアダプタ入力電流制限ループ
- ◆ Niバッテリーも充電可能
- ◆ アナログ出力が充電電流を監視
- ◆ $\pm 0.75\%$ バッテリーレギュレーション電圧
- ◆ 5 μ Aシャットダウンバッテリー電流
- ◆ 入力電圧：最大28V
- ◆ ドロップアウト電圧200mV/
デューティサイクル100%
- ◆ 調整可能な充電電流
- ◆ 300kHzPWM発振器がノイズを減少
- ◆ 省スペース16ピンQSOP
- ◆ 設計時間を短縮するMAX1873評価キットが使用可能

型番

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX1873REEE	-40°C to +85°C	16 QSOP
MAX1873SEEE	-40°C to +85°C	16 QSOP
MAX1873TEEE	-40°C to +85°C	16 QSOP

標準動作回路



MAXIM

Maxim Integrated Products 1

本データシートに記載された内容はMaxim Integrated Productsの公式な英語版データシートを翻訳したものです。翻訳により生じる相違及び誤りについては責任を負いかねます。正確な内容の把握には英語版データシートをご参照ください。

無料サンプル及び最新版データシートの入手には、マキシムのホームページをご利用ください。http://japan.maxim-ic.com

シンプル電流制限スイッチモード Li+チャージャコントローラ

MAX1873

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

CSSP, CSSN, DCIN to GND	-0.3V to +30V	VL Source Current	+50mA
VL, ICHG/EN to GND	-0.3V to +6V	VH Sink Current	+40mA
VH, EXT to DCIN	-6V to +0.3V	Continuous Power Dissipation (T _A = +70°C)	
VH, EXT to GND	(V _{DCIN} + 0.3V) to -0.3V	16-Pin QSOP (derate 8.3mW/°C above +70°C	+667mW
EXT to VH	+6V to -0.3V	Operating Temperature Range	
DCIN to VL	+30V to -0.3V	MAX1873_EEE	-40°C to +85°C
VADJ, REF, CCI, CCV, CCS,		Junction Temperature	+150°C
IOUT to GND	-0.3V to (VL + 0.3V)	Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
BATT, CSB to GND	-0.3V to +20V	Lead Temperature (soldering, 10s)	+300°C
CSSP to CSSN	-0.3V to +0.6V		
CSB to BATT	-0.3V to +0.6V		

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

(Circuit of Figure 1, V_{DCIN} = V_{CSSP} = V_{CSSN} = 18V, V_{ICHG/EN} = V_{REF}, V_{VADJ} = V_{REF}/2. MAX1873R: V_{BATT} = V_{CSB} = 8.4V; MAX1873S: V_{BATT} = V_{CSB} = 12.6V; MAX1873T: V_{BATT} = V_{CSB} = 16.8V; T_A = 0°C to +85°C. Typical values are at T_A = +25°C, unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
INPUT SUPPLY AND REFERENCE					
DCIN Input Voltage Range		6		28	V
DCIN Quiescent Supply Current	6.0V < V _{DCIN} < 28V		4	7	mA
	DCIN ≤ BATT		0.1	10	μA
DCIN to BATT Undervoltage Threshold	CSSP = DCIN, input falling	0.05		0.175	V
DCIN to BATT Undervoltage Threshold	CSSP = DCIN, input rising	0.22		0.38	V
VL Output Voltage	6.0V < V _{DCIN} < 28V	5.15	5.40	5.65	V
VL Output Load Regulation	I _{VL} = 0 to 3mA		15	50	mV
REF Output Voltage	I _{REF} = 21μA (200kΩ load)	4.179	4.20	4.221	V
REF Line Regulation	6.0V < V _{DCIN} < 28V		2	6	mV
			22	65	ppm/V
REF Load Regulation	I _{REF} = 0 to 1mA		6	13	mV
SWITCHING REGULATOR					
PWM Oscillator Frequency		270	300	330	kHz
EXT Driver Source On-Resistance			4	7	Ω
EXT Driver Sink On-Resistance			2.5	4.5	Ω
VH Output Voltage	DCIN - VH, 6V < V _{DCIN} < 28V, I _{VH} = 0 to 20mA	4.75		5.75	V
CSSN/CSSP Input Current	V _{CSSN} /V _{CSSP} = 28V, V _{DCIN} = 28V		70	200	μA
CSSN/CSSP Off-State Leakage	V _{DCIN} = V _{SSN} /V _{CSSP} = 18V, V _{BATT} = V _{CSB} = 18V		1.5	5	μA
BATT, CSB Input Current	ICHG/EN = 0 (charger disabled)		0.2	1	μA
	ICHG/EN = REF (charger enabled)		250	500	
BATT, CSB Input Current	DCIN ≤ BATT (input power removed)		1.5	5	μA

シンプル電流制限スイッチモード Li+チャージャコントローラ

MAX1873

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(Circuit of Figure 1, $V_{DCIN} = V_{CSP} = V_{CSSN} = 18V$, $V_{ICHG/EN} = V_{REF}$, $V_{VADJ} = V_{REF}/2$. MAX1873R: $V_{BATT} = V_{CSB} = 8.4V$; MAX1873S: $V_{BATT} = V_{CSB} = 12.6V$; MAX1873T: $V_{BATT} = V_{CSB} = 16.8V$; $T_A = 0^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$. Typical values are at $T_A = +25^{\circ}C$, unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
BATT Overvoltage Cutoff Threshold	2-cell version MAX1873R		10.45	11	11.55	V
	3-cell version MAX1873S		15.675	16.5	17.325	
	4-cell version MAX1873T (Note 1)		17.575	18.5	19.425	
Battery Regulation Voltage	MAX1873R (2 Li+ cells)	$V_{VADJ} = 0$	7.898	7.958	8.018	V
		$V_{VADJ} = V_{REF}/2$	8.337	8.4	8.463	
		$V_{VADJ} = V_{REF}$ (Note 1)	8.775	8.842	8.909	
	MAX1873S (3 Li+ cells)	$V_{VADJ} = 0$	11.847	11.937	12.027	
		$V_{VADJ} = V_{REF}/2$	12.505	12.6	12.695	
		$V_{VADJ} = V_{REF}$ (Note 1)	13.163	13.263	13.363	
	MAX1873T (4 Li+ cells)	$V_{VADJ} = 0$	15.796	15.916	16.036	
		$V_{VADJ} = V_{REF}/2$	16.674	16.8	16.926	
		$V_{VADJ} = V_{REF}$ (Note 1)	17.551	17.684	17.817	
BATT Undervoltage Threshold	For $I_{CHG}/20$ trickle charge	MAX1873R	4.8	5.0	5.2	V
		MAX1873S	7.2	7.5	7.8	
		MAX1873T	9.6	10	10.4	
CURRENT SENSE						
CSB to BATT Battery Current-Sense Voltage	$V_{ICHG/EN} = V_{REF}$		190	200	210	mV
	$V_{ICHG/EN} = V_{REF}/4$		40	50	60	
CSB to BATT Current-Sense Voltage when $V_{BATT} < 2.5V$ per Cell			5	10	15	mV
CSSP to CSSN Current-Sense Voltage	$6V < V_{CSP} < 28V$		90	100	110	mV
CONTROL INPUTS/OUTPUTS						
ICHG/EN Input Threshold	Includes 50mV of hysteresis		500	600	700	mV
ICHG/EN Input Voltage Range For Charge Current Adjustment			700		V_{REF}	mV
VADJ Input Current	$V_{VADJ} = V_{REF}/2$		-100		100	nA
ICHG/EN Input Current	$V_{ICHG/EN} = V_{REF}$		-100		100	nA
VADJ Input Voltage Range			0		V_{REF}	V
IOUT Voltage	Full scale	$V_{CSB} - V_{BATT} = 200mV$, $0 < I_{OUT} < 500\mu A$	3.6	4.0	4.4	V
	25% scale	$V_{CSB} - V_{BATT} = 50mV$, $0 < I_{OUT} < 500\mu A$	0.9	1.0	1.1	
	Trickle charge	$V_{CSB} - V_{BATT} = 10mV$	75	200	325	mV
	No charge current	$V_{CSB} - V_{BATT} = 0$, $I_{OUT} = \text{sinking } 20\mu A$	40	70	90	

シンプル電流制限スイッチモード Li+チャージャコントローラ

MAX1873

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Circuit of Figure 1, $V_{DCIN} = V_{CSSP} = V_{CSSN} = 18V$, $V_{ICHG/EN} = V_{REF}$, $V_{VADJ} = V_{REF}/2$. MAX1873R: $V_{BATT} = V_{CSB} = 8.4V$; MAX1873S: $V_{BATT} = V_{CSB} = 12.6V$; MAX1873T: $V_{BATT} = V_{CSB} = 16.8V$; $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$. Typical values are at $T_A = +25^{\circ}C$, unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	MAX	UNITS	
INPUT SUPPLY AND REFERENCE					
DCIN Input Voltage Range		6	28	V	
DCIN Quiescent Supply Current	$6.0V < V_{DCIN} < 28V$		7	mA	
	$DCIN \leq BATT$		10	μA	
DCIN to BATT Undervoltage Threshold	$CSSP = DCIN$, input falling	0.05	0.2	V	
DCIN to BATT Undervoltage Threshold	$CSSP = DCIN$, input rising	0.22	0.38	V	
VL Output Voltage	$6.0V < V_{DCIN} < 28V$	5.15	5.65	V	
VL Output Load Regulation	$I_{VL} = 0$ to 3mA		50	mV	
REF Output Voltage	$I_{REF} = 21\mu A$ (200k Ω load)	4.179	4.221	V	
REF Line Regulation	$6.0V < V_{DCIN} < 28V$		6	mV	
			65	ppm/V	
REF Load Regulation	$I_{REF} = 0$ to 1mA		13	mV	
SWITCHING REGULATOR					
PWM Oscillator Frequency		270	330	kHz	
EXT Driver Source On-Resistance			7	Ω	
EXT Driver Sink On-Resistance			4.5	Ω	
VH Output Voltage	$DCIN - V_H$, $6V < V_{DCIN} < 28V$, $I_{VH} = 0$ to 20mA	4.75	5.75	V	
CSSN/CSSP Input Current	$V_{CSSN}/V_{CSSP} = 28V$, $V_{DCIN} = 28V$		200	μA	
CSSN/CSSP Off-State Leakage	$V_{DCIN} = V_{SSN}/V_{CSSP} = 18V$, $V_{BATT} = V_{CSB} = 18V$		5	μA	
BATT, CSB Input Current	$I_{CHG/EN} = 0$ (charger disabled)		1	μA	
	$I_{CHG/EN} = REF$ (charger enabled)		500		
BATT, CSB Input Current	$DCIN \leq BATT$ (input power removed)		5	μA	
BATT Overvoltage Cutoff Threshold	2-cell version MAX1873R	10.45	11.55	V	
	3-cell version MAX1873S	15.675	17.325		
	4-cell version MAX1873T (Note 1)	17.575	19.425		
Battery Regulation Voltage	MAX1873R (2 Li+ cells)	$V_{VADJ} = 0$	7.898	8.018	V
		$V_{VADJ} = V_{REF}/2$	8.337	8.463	
		$V_{VADJ} = V_{REF}$ (Note 1)	8.775	8.909	
	MAX1873S (3 Li+ cells)	$V_{VADJ} = 0$	11.847	12.027	
		$V_{VADJ} = V_{REF}/2$	12.505	12.695	
		$V_{VADJ} = V_{REF}$ (Note 1)	13.163	13.363	
	MAX1873T (4 Li+ cells)	$V_{VADJ} = 0$	15.796	16.036	
		$V_{VADJ} = V_{REF}/2$	16.674	16.926	
		$V_{VADJ} = V_{REF}$ (Note 1)	17.551	17.817	

シンプル電流制限スイッチモード Li+チャージャコントローラ

MAX1873

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(Circuit of Figure 1, $V_{DCIN} = V_{CSP} = V_{CSSN} = 18V$, $V_{ICHG/EN} = V_{REF}$, $V_{VADJ} = V_{REF}/2$. MAX1873R: $V_{BATT} = V_{CSB} = 8.4V$; MAX1873S: $V_{BATT} = V_{CSB} = 12.6V$; MAX1873T: $V_{BATT} = V_{CSB} = 16.8V$; $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$. Typical values are at $T_A = +25^{\circ}C$, unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	MAX	UNITS
BATT Undervoltage Threshold	For ICHG/20 trickle charge	MAX1873R	4.8	5.2	V
		MAX1873S	7.2	7.8	
		MAX1873T	9.6	10.4	
CURRENT SENSE					
CSB to BATT Battery Current-Sense Voltage	$V_{ICHG/EN} = V_{REF}$		190	210	mV
	$V_{ICHG/EN} = V_{REF}/4$		40	60	mV
CSB to BATT Current-Sense Voltage when $V_{BATT} < 2.5V$ per Cell			5	15	mV
CSSP to CSSN Current-Sense Voltage	$6V < V_{CSP} < 28V$		90	110	mV
CONTROL INPUTS/OUTPUTS					
ICHG/EN Input Threshold	Includes 50mV of hysteresis		500	700	mV
ICHG/EN Input Voltage Range for Charge Current Adjustment			700	V_{REF}	mV
VADJ Input Current	$V_{VADJ} = V_{REF}/2$		-100	100	nA
ICHG/EN Input Current	$V_{ICHG/EN} = V_{REF}$		-100	100	nA
VADJ Input Voltage Range			0	V_{REF}	V
IOUT Voltage	Full scale	$V_{CSB} - V_{BATT} = 200mV$, $0 < I_{OUT} < 500\mu A$	3.6	4.4	V
	25% scale	$V_{CSB} - V_{BATT} = 50mV$, $0 < I_{OUT} < 500\mu A$	0.9	1.1	
	Trickle charge	$V_{CSB} - V_{BATT} = 10mV$	75	325	
	No charge current	$V_{CSB} - V_{BATT} = 0$, $I_{OUT} = \text{sinking } 20\mu A$	40	90	mV

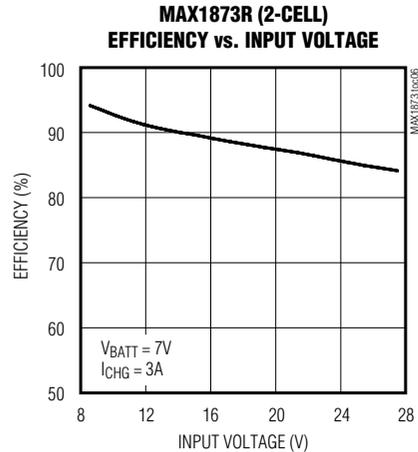
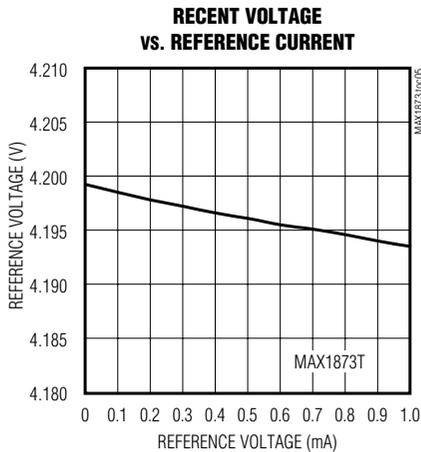
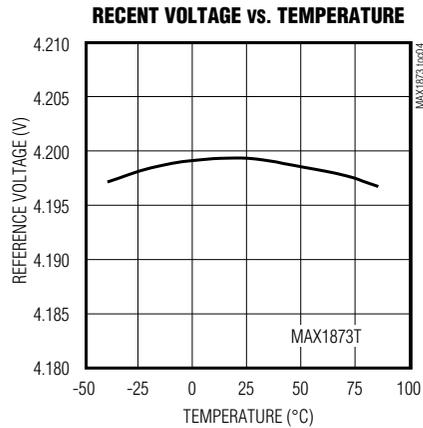
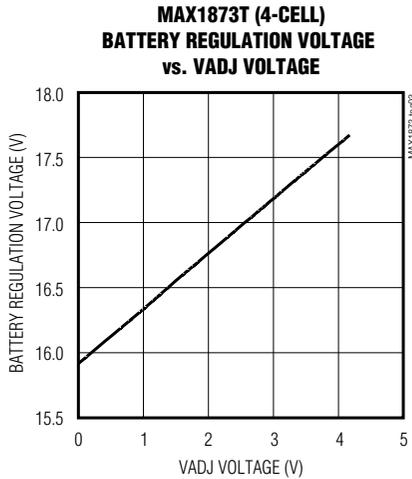
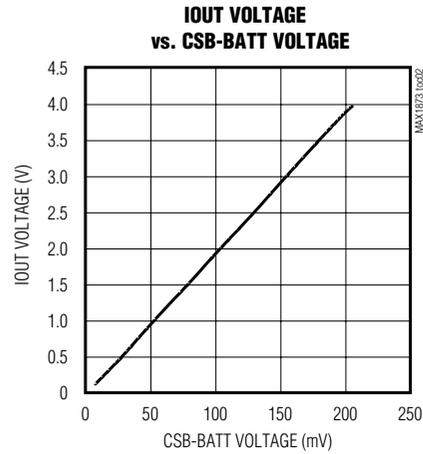
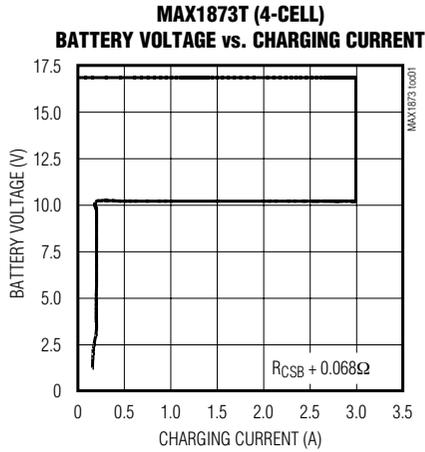
Note 1: While it may appear possible to set the Battery Regulation Voltage higher than the Battery Overvoltage Cutoff Threshold, this cannot happen because both parameters are derived from the same reference and track each other.

Note 2: Specifications to $-40^{\circ}C$ are guaranteed by design, not production tested.

シンプル電流制限スイッチモード Li+チャージャコントローラ

標準動作特性

(Circuit of Figure 1, $V_{DCIN} = V_{CSP} = V_{CSSN} = 18V$, $V_{ICHG/EN} = V_{REF}$, $V_{VADJ} = V_{REF}/2$. MAX1873R: $V_{BATT} = V_{CSB} = 8.4V$; MAX1873S: $V_{BATT} = V_{CSB} = 12.6V$; MAX1873T: $V_{BATT} = V_{CSB} = 16.8V$; $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted).

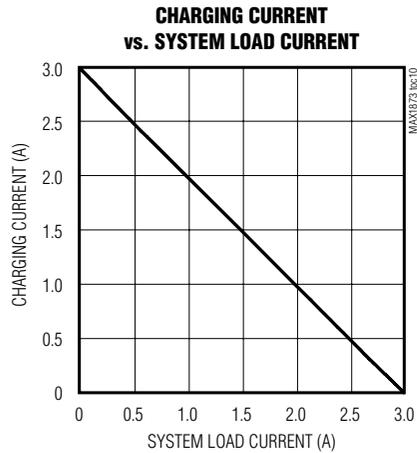
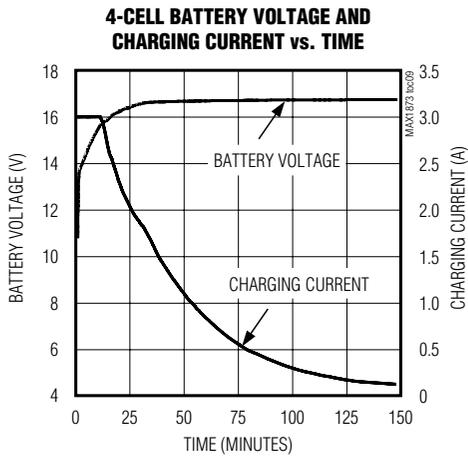
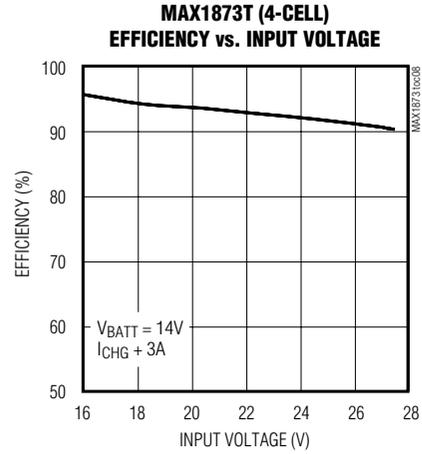
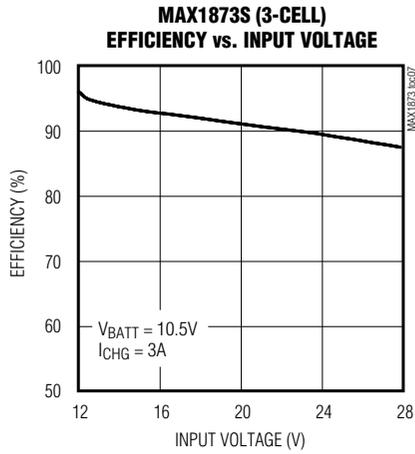


シンプル電流制限スイッチモード Li+チャージャコントローラ

MAX1873

標準動作特性(続き)

(Circuit of Figure 1, $V_{DCIN} = V_{CSSP} = V_{CSSN} = 18V$, $V_{I\text{CHG}/EN} = V_{REF}$, $V_{VADJ} = V_{REF}/2$. MAX1873R: $V_{BATT} = V_{CSB} = 8.4V$; MAX1873S: $V_{BATT} = V_{CSB} = 12.6V$; MAX1873T: $V_{BATT} = V_{CSB} = 16.8V$; $T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted).



シンプル電流制限スイッチモード Li+チャージャコントローラ

MAX1873

端子説明

端子	名称	機能
1	CSSN	ソース電流検出負入力。CSSPとCSSNの間に電流検出抵抗を接続して、入力ソースから引き出す全電流を制限します。入力電流検出をディセーブルする時は、CSSNをCSSPに接続します。
2	CSSP	ソース電流検出正入力。入力ソース低電圧検出にも使用されます。
3	CCS	入力ソース電流レギュレーションループ補償ポイント
4	CCV	バッテリーレギュレーション電圧制御ループ補償ポイント。CCVを1.5kΩ抵抗によってハイに(VL)にすると、NiCd又はNiMHバッテリーの充電をする時に電圧制御ループをディセーブルできます。
5	CCI	バッテリー充電電流制御ループ補償ポイント
6	ICHG/EN	バッテリー充電電流調整/シャットダウン入力。この端子を、REFとGNDの間の抵抗分圧器に接続して、CSBとBATTの間の充電電流検出スレッショルドを調整することができます。ICHG/ENがREFに接続されている時、CSB-BATTスレッショルドは200mVです。充電をディセーブルし電源電流を5μAに減少させる時は、ICHG/ENをロー(500mV未満)にしてください。
7	IOUT	充電電流監視出力。充電電流に比例するアナログ電圧出力。 $V_{IOUT}=20(V_{CSB}-V_{BATT})$ 又は電流検出電圧が200mVの場合4V(最大負荷容量=5nF)。
8	VADJ	バッテリーレギュレーション電圧調整。バッテリーレギュレーション電圧を1%の抵抗で1セル当たり3.979V~4.421Vに設定します。調整範囲が狭いため、出力精度は、1%の調整抵抗でも0.75%よりも高く維持されません。4.2Vの場合、分圧器抵抗は、等しい値(それぞれ公称100kΩ)でなければなりません。
9	REF	基準電圧出力4.2V。1μFセラミックコンデンサでGNDにバイパスしてください。
10	BATT	バッテリー電圧検出入力及びバッテリー電流検出負入力。MAX1873Rは68μF、MAX1873Sは47μF、MAX1873Tは33μFでGNDにバイパスしてください。ESR<1Ωのコンデンサを使用してください。
11	CSB	バッテリー電流検出正入力
12	GND	グラウンド
13	VH	内部VHレギュレータ。VHは、内部でEXTドライバに電力を供給します。VHとDCINの間に0.22μFセラミックコンデンサを接続してください。
14	EXT	外付けPFETの駆動出力。EXTは、V _{DCIN} からV _{DCIN} -5Vに振れます。
15	DCIN	電源入力。DCINは、チャージャIC用の入力電源です。0.22μFセラミックコンデンサでGNDにバイパスさせてください。
16	VL	内部VLレギュレータ。VLは、MAX1873の制御ロジックに5.4Vの電力を供給します。2.2μF以上のセラミックコンデンサでGNDにバイパスしてください。

シンプル電流制限スイッチモード Li+チャージャコントローラ

MAX1873

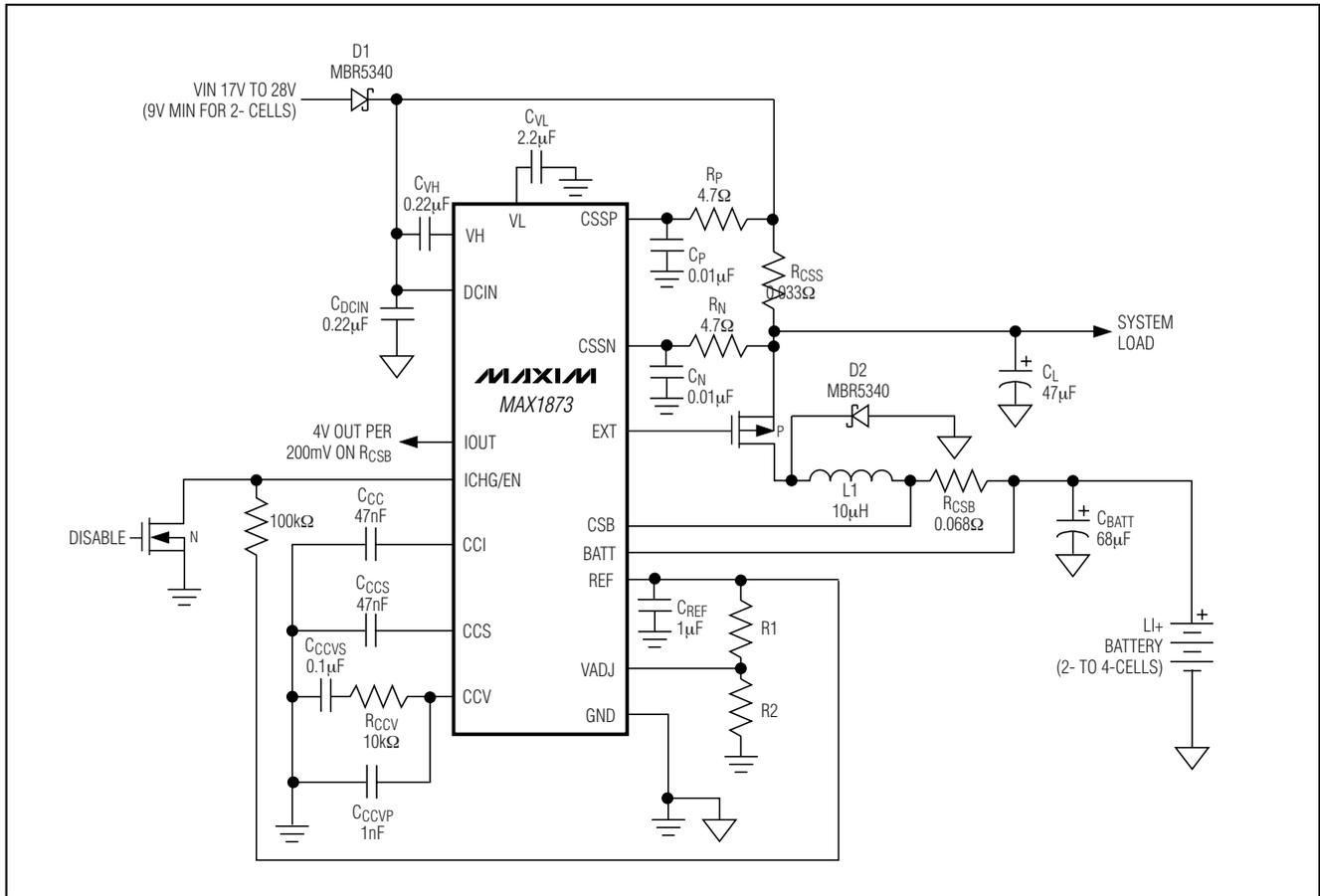


図1. 標準アプリケーション回路

詳細

MAX1873は、2つ、3つ又は4つの直列リチウムイオン (Li+) バッテリパックを充電するために必要なすべての機能を備えています。又、充電電圧及び電流を制御する高効率ステップダウンDC-DCコンバータを備えています。又、入力ソース電流を制限する機能を備えており、それにより、充電電流の他に一部のシステム電流を供給するACアダプタを、過負荷の心配なしに使用することができます。

DC-DCコンバータは、外付けPチャネルMOSFETスイッチ、インダクタ及びダイオードを使って、入力電圧を充電電流又は充電電圧に変換します。標準的なアプリケーション回路を図1に示します。充電電流は、 R_{CSB} によって設定され、バッテリー電圧は、BATTで測定されます。バッテリーレギュレーション電圧の制限は、Rバージョン(2セル)では公称8.4V、Sバージョン(3セル)では公称12.6V、及びTバージョン(4セル)では公称16.8Vに

設定されますが、リチウムイオン(Li+)成分によって異なる電圧に調整することができます。

電圧レギュレータ

リチウムイオンバッテリーは、充電中に高精度な電圧制限を必要とします。バッテリーレギュレーション電圧は、1セル当たり公称4.2Vに設定され、REFとグラウンドの間のVADJで電圧を設定することによって $\pm 5.25\%$ に調整することができます。レギュレーション電圧の調整範囲を制限することによって、1%の抵抗を使用しながら全体の電圧精度が $\pm 0.75\%$ より高く維持されます。

内部エラーアンプが、電圧レギュレーションを $\pm 0.75\%$ 以内に維持します。増幅器は、CCVで補償されます(図1を参照)。電圧レギュレーションループと電流レギュレーションループを個別に補償することによって、電流と電圧をそれぞれ最適に補償することができます。図1に示した標準のCCV補償回路網は、ほとんどの設計に使用することができます。

シンプル電流制限スイッチモード Li+チャージャコントローラ

MAX1873

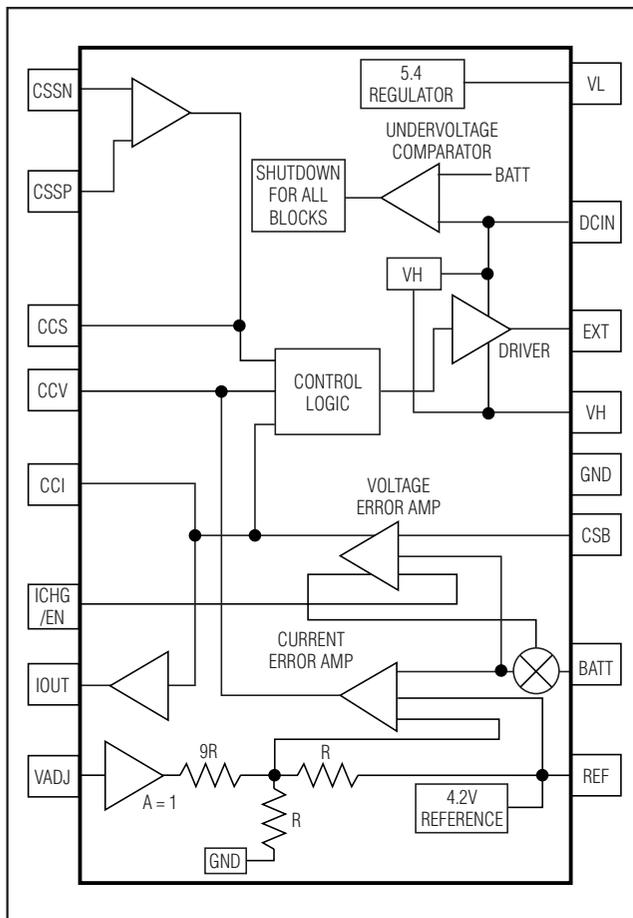


図2. ファンクションブロックダイアグラム

充電電流レギュレータ

充電電流レギュレータは、バッテリー充電電流を制限します。BATTとCSBの間に接続された電流検出抵抗(図1の R_{CSB})によって電流が検出されます。又、ICHG/ENの電圧で、充電電流を調整することができます。フルスケール充電電流($I_{CHG} = 0.2V/R_{CSB}$)は、ICHG/ENをREFに接続することによって得ることができます。詳細は、充電電流制限の設定の項を参照して下さい。

充電電流エラーアンプは、CCI(図1)で補償されます。CCIとGNDの間に47nFコンデンサを入れると、ほとんどのアプリケーションで適正な性能が得られます。

入力電流レギュレータ

入力電流レギュレータは、入力電流が設定入力電流制限に達した時に充電電流を減少させることによってソース電流を制限します。標準的な携帯装置の設計において、システム負荷電流は、通常、システムの一部が通電されるかスリープ状態になる時に変動します。入力ソースは、入力電流レギュレーションを利用しない場合は、

最大システム電流と最大チャージャ入力電流を加えたものを供給できなければなりません。MAX1873入力電流ループは、必要に応じて充電電流を減少させることによってシステムが適切な電力を得られるようにします。入力電流リミッタを使用することにより、ACアダプタのサイズとコストを減少させることができます。詳しくは、入力電流制限の設定の項を参照して下さい。

入力電流は、CSSPとCSSNの間の外付け検出抵抗(R_{CSS})によって測定されます。入力電流制限機能は、CSSPをCSSNに接続することによってバイパスすることができます。

入力電流エラーアンプは、CCSで補正されます。CCSとGNDの間に47nFコンデンサを入れると、ほとんどのアプリケーションに適切な性能を提供します。

PWMコントローラ

パルス幅変調(PWM)コントローラは、外付けMOSFETを300kHz一定で駆動して、低ノイズを維持しながら充電電流と充電電圧を調整します。このコントローラは、CCI、CCV及びCCSエラーアンプから入力を受け取ります。この3つのうちの最も低い信号が、PWMコントローラを駆動します。内部クランプは、非制御信号を制御信号の200mV以内に制限して、バッテリー電圧制御ループ、充電電流制御ループ及び入力電流レギュレーションループを切り換える時の遅延を防ぎます。

シャットダウン

MAX1873は、ICHG/ENがロー(0.5V未満)になった時に充電を中止し、またはDCINの電圧がBATTの電圧よりも低くなった時にシャットダウンします。シャットダウンの際、内部抵抗分圧器がBATTから切断され、バッテリーの消耗を少なくします。ACアダプタの電力が遮断されるか又は一部分がシャットダウンされた時、MAX1873は、通常、バッテリーから1.5 μ Aを引き出します。

ソース低電圧シャットダウン(ドロップアウト)

DCINの電圧は、BATTの電圧と比較されます。DCINの電圧が、BATTの電圧に50mVを加えた数値よりも低くなると、チャージャはオフになり、入力ソースがない時又はバッテリー電圧よりも低い時のバッテリーの消耗を防ぎます。

通常、入力ソースとチャージャ入力の間にはダイオードが接続されます。このダイオードは、入力がGNDに短絡された場合にハイサイドMOSFETのボディダイオードを介してバッテリーが放電するのを防ぎます。又、チャージャ、バッテリー及びシステムを逆極性のアダプタ及び負の入力電圧から守ります。

シンプル電流制限スイッチモード Li+チャージャコントローラ

充電電流監視出力

I_{OUT}は、実際の充電電流に比例するアナログ電圧出力です。マイクロコントローラを利用することにより、I_{OUT}信号は、残量計測を容易にし、充電率又は残りの充電時間を表示することができます。この出力を決定する式は、次の通りです。

$$V_{OUT} = 20(V_{CSB} - V_{BATT}) \text{ または} \\ V_{OUT} = 20(R_{CSB} \times I_{CHG})$$

ここで、V_{CSB}とV_{BATT}はCSBとBATTの端子の電圧、I_{CHG}は充電電流です。I_{OUT}は、5nFの容量性負荷を駆動することができます。

設計手順

バッテリーレギュレーション電圧の設定

リチウムイオンバッテリーの場合、V_{ADJ}が、1セル当たりのバッテリーレギュレーション電圧制限を設定します。V_{ADJ}電圧を設定する時は、REFとGND(図1)の間の抵抗分圧器を使用して下さい。1セル当たりのバッテリー電圧が4.2Vの場合は、V_{ADJ}分圧器に等しい値の抵抗(それぞれ100kΩ)を使用して下さい。他のバッテリーレギュレーション電圧を設定する時は、この項の残りの部分を参照して下さい。

1セル当たりのバッテリーレギュレーション電圧は、リチウムイオンバッテリーの成分と構造によって決まり、通常は、メーカーから明確に指定されます。これらが、明確に指定されていない場合は、リチウムイオンバッテリーを充電する前にバッテリーメーカーに問い合わせて、この電圧を決めて下さい。1セル当たりの電圧を決めた後、V_{ADJ}電圧は、次の式で計算されます。

$$V_{ADJ} = [9.5(V_{BATTR}/N)] - (9V_{REF})$$

ここで、V_{BATTR}は、希望するバッテリーレギュレーション電圧(直列の電池スタック全体)、Nは、リチウムイオンバッテリーセルの数、V_{REF}は、基準電圧(4.2V)です。

V_{ADJ}は、R1の選択により設定して下さい。R1は、分圧器抵抗(R1+R2)が約200kΩになるように設定して下さい。この場合、R2は、次のように計算することができます。

$$R2 = [V_{ADJ} / (V_{REF} - V_{ADJ})] \times R1$$

V_{ADJ}の全範囲(0~V_{REF})によって、バッテリーレギュレーション制限が±5.263%(3.979V~4.421V)調整されるので、抵抗分圧器の精度は、出力電圧精度ほど厳密でなくてもかまいません。1%の抵抗分圧器を使用して、±0.75%のバッテリー電圧レギュレーション精度を実現することができます。

充電電流制限の設定

充電電流I_{CHG}は、CSBとBATTの間の電流検出抵抗R_{CSB}によって検出され、又、I_{CHG}/ENの電圧によって調整されます。I_{CHG}/ENがREFに接続されている場合(標準接続)、充電電流は、次の式で与えられます。

$$I_{CHG} = 0.2V/R_{CSB}$$

場合によっては、R_{CSB}の一般的な値で、必要な充電電流値が得られないことがあります。又、CSBとBATTの間の0.2Vの検出スレッショルドを低くして消費電力を減少させることが望ましい場合があります。そのような場合は、I_{CHG}/EN入力を使用して充電電流検出スレッショルドを下げるすることができます。そのような場合、充電電流の式は、次のようになります。

$$I_{CHG} = 0.2V(V_{CH/EN}/V_{REF})/R_{CSB}$$

入力電流制限の設定

入力ソース電流制限(I_{IN})は、CSSPとCSSNの間に接続された入力電流検出抵抗R_{CSS}(図1)によって設定されます。ソース電流の式は、次の通りです。

$$I_{IN} = 0.1V/R_{CSS}$$

この制限は、一般に、入力ソースを過負荷から保護するために、入力電源又はACアダプタの電流定格に設定されます。入力ソース電流制限機能を使用しない場合は、CSSPとCSSNをDCINに短絡して下さい。

インダクタの選択

リップル電流の量を増減するためにインダクタの値を選択することができます。インダクタンスが大きいほど、リップル電流は少なくなります。しかし、物理的サイズが同じに維持される時は、一般に、インダクタンス値が大きくなるほど、インダクタの直列抵抗が高くなり、インダクタ飽和電流が少なくなります。一般に、適切なトレードオフは、リップル電流が直流平均充電電流の約30%~50%になるようなインダクタを選択することです。リップル電流と直流充電電流の比率(LIR)を使用して、次のようにインダクタ値を計算することができます。

$$L = \left\{ V_{BATT} [V_{DCIN(MAX)} - V_{BATT}] \right\} / \left[V_{DCIN(MAX)} \times f_{SW} \times I_{CHG} \times LIR \right]$$

ここで、f_{SW}は、スイッチング周波数(公称300kHz)、I_{CHG}は充電電流です。ピークインダクタ電流は、次の式で与えられます。

シンプル電流制限スイッチモード Li+チャージャコントローラ

$$I_{PEAK} = I_{CHG}(1 + LIR/2)$$

$$P_{TOT} = P_R + P_T$$

例えば、4セルの充電電流が3A、 $V_{DCIN(MAX)}$ が24V、LIRが0.5の場合、Lを計算すると、ピーク電流3.75Aで11.2 μ Hになります。したがって、適切なインダクタは10 μ Hになります。

MOSFETの選択

MAX1873は、PチャネルパワーMOSFETスイッチを使用しています。MOSFETは、充電回路の効率又は消費電力の要件ならびにMOSFETの最高温度の要件を満たすように選択しなければなりません。MOSFETの消費電力に影響する特性は、ドレイン・ソース間オン抵抗($R_{DS(ON)}$)とゲート電荷です。一般に、これらは反比例します。

MOSFETの消費電力を決定するには、まず、動作デューティサイクルを計算しなければなりません。チャージャの動作電流が多い時、インダクタ電流が連続的になります(インダクタ電流は、0まで減少することはありません)。この場合、ハイサイドMOSFETデューティサイクル(D)を次の式で近似させることができます。

$$D \approx \frac{V_{BATT}}{V_{DCIN}}$$

又、キャッチダイオードのデューティサイクル(D')は、 $1-D$ か又は次の式で与えられます。

$$D' \approx \frac{V_{DCIN} - V_{BATT}}{V_{DCIN}}$$

ここで、 V_{BATT} は、バッテリーレギュレーション電圧(一般に1セル当たり4.2V)、 V_{DCIN} は、ソース入力電圧です。

MOSFETの場合、オン抵抗(P_R)によるワーストケースの消費電力は、最大デューティサイクルの時に生じます。この場合、動作条件は、最低のソース電圧と最高のバッテリー電圧です。 P_R は、次の式で概算を求めることができます。

$$P_R = \frac{V_{BATT(MAX)}}{V_{DCIN(MIN)}} \times R_{DS(ON)} \times I_{CHG}^2$$

遷移損失(P_T)は、次の式で概算を求めることができます。

$$P_T = \frac{V_{DCIN} \times I_{CHG} \times f_{SW} \times t_{TR}}{3}$$

ここで、 t_{TR} は、MOSFET遷移時間、 f_{SW} は、スイッチング周波数です。この場合、MOSFETの全消費電力は、次の通りです。

ダイオードの選択

MOSFETのドレインとGNDの間に、少なくとも充電電流制限の電流定格のシヨットキ整流器を接続して下さい。ダイオードの電圧定格は、最高予想入力電圧よりも高くなければなりません。

コンデンサの選択

一般に、入力コンデンサは、スイッチング電流をチャージャ入力からシャントし、その電流が、電源、一般的にはACアダプタに循環するのを防ぎます。したがって、入力コンデンサは、入力RMS電流に対応できなければなりません。充電電流が多い時、コンバータは、一般に連続状態で動作します。この場合、入力コンデンサのRMS電流は、次の式で概算を求めることができます。

$$I_{CIN} \approx I_{CHG} \sqrt{D - D^2}$$

ここで、 I_{CIN} は、入力コンデンサRMS電流、Dは、PWMコンバータのデューティサイクル(一般に V_{BATT}/V_{DCIN})、 I_{CHG} は、バッテリー充電電流です。

最大RMS入力電流は、デューティサイクル50%の時に生じます。したがって、ワーストケースの入力リップル電流は、 I_{CHG} の2分の1です。入出力電圧比率が、PWMコントローラがデューティサイクル50%で動作しないような値の場合は、デューティサイクルが50%に最も近いところでワーストケースのコンデンサ電流が生じます。

入力コンデンサのインピーダンスは、AC電流がACアダプタに戻るのを防ぐためにも重要です。この要件は、ACアダプタのインピーダンスと、満たすべき伝導又は放射EMIの仕様の要件によって変わります。低ESRのアルミニウム電解コンデンサを使用することができますが、一般に、タンタルコンデンサや高い値のセラミックコンデンサの方が優れた性能を提供します。

出力フィルタコンデンサは、インダクタのリップル電流を吸収します。出力コンデンサのインピーダンスは、リップル電流を吸収するように、バッテリーのインピーダンスよりかなり小さくしなければなりません。コンデンサの容量とESR定格は共に、フィルタとしての有効性とPWM回路の安定性を保証するために重要です。安定させるための最小出力容量は、次の通りです。

$$C_{OUT} > \frac{V_{REF} \left(1 + \frac{V_{BATT}}{V_{DCIN(MIN)}} \right)}{V_{BATT} \times f_{SW} \times R_{CSB}}$$

シンプル電流制限スイッチモード Li+チャージャコントローラ

ここで、 C_{OUT} は、全出力容量、 V_{REF} は、基準電圧(4.2V)、 V_{BATT} は、最高バッテリーレギュレーション電圧(一般に1セル当たり4.2V)、 $V_{DCIN(MIN)}$ は、最低ソース入力電圧、 R_{CSB} は、CSBとBATTの間の電流検出抵抗(充電電流3Aで68mΩ)です。

安定させるための最大出力コンデンサESRは、次の通りです。

$$R_{ESR} < \frac{R_{CSB} \times V_{BATT}}{V_{REF}}$$

ここで、 R_{ESR} は、出力コンデンサESRです。

補償部品

入力電流制限、充電電流制限及び充電電圧制限の3つのレギュレーションループは、CCS端子、CCI端子及びCCV端子を使ってそれぞれ別々に補償されます。

充電電流ループエラーアンプ出力は、CCIから得られます。これと同様に、ソース電流エラーアンプ出力は、CCSから得られます。CCIとCCSにおけるアース間の47nFコンデンサは、ほとんどのチャージャ設計における電流ループを補償します。このコンデンサの値を大きくすると、それらのループの帯域幅が狭くなります。

電圧レギュレーションループエラーアンプ出力は、CCVから得られます。CCVとGNDの間の直列の抵抗及びコンデンサと並列にコンデンサを接続することにより、このループを補償します。推奨値を図1に示します。

アプリケーション情報

VL、VH及びREFのバイアス

MAX1873は、内部の2つのリニアレギュレータを使って内部回路に電力を供給します。リニアレギュレータの出力は、VLとVHです。VLは、内部制御回路に電力を供給し、VHは、MOSFETゲートドライバに電力を供給します。又、VLは、その最大電流(3mA)を超えない限り、限られた量の外付け回路に電力を供給することができます。

安定性を保証するために、VLとGNDの間に2.2μFのバイパスコンデンサが必要です。VHとDCINの間には0.22μFコンデンサが必要です。内部の4.2V基準が安定するように、REFとGNDの間に1μFバイパスコンデンサが必要です。いずれの場合も、低ESRセラミックコンデンサを使用して下さい。

NiMH及びNiCd電池の充電

MAX1873は、あらゆるバッテリーに対応したチャージャに使用することができます。NiMH又はNiCd電池に充電する時は、CCVを1.5kΩの抵抗でハイに(VLに)します。これにより、電圧レギュレーションループがディセーブルされ、リチウムイオンバッテリーのレギュレーション電圧設定が、充電の妨げになることはありません。しかし、 V_{BATT} が、電気特性表のBATT低電圧スレッショルドの行に示されたレベルよりも低い時に充電電流が減少するように、バッテリー低電圧保護機能はアクティブのままです。Rバージョンのデバイスでは直列の5つ又は6つのNi電池、Sバージョンでは7~9つの電池、及びTバージョンでは10の電池を充電することができます。

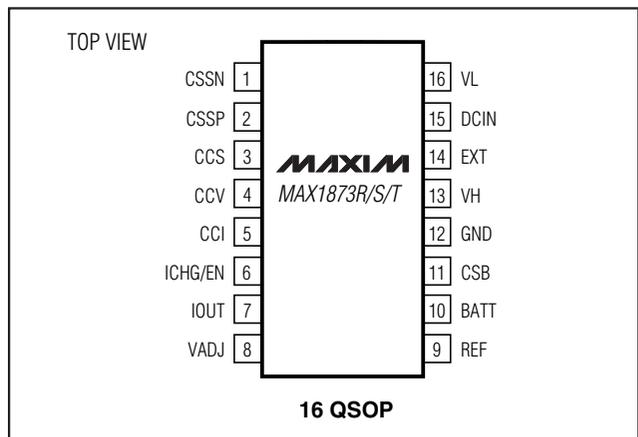
MAX1873は、Ni電池の充電終了アルゴリズムを備えておらず、電流ソースとしてのみはたります。別のマイクロコントローラ又はNi電池充電コントローラが、MAX1873に充電を終了するように指示しなければなりません。

チップ情報

PROCESS: BiCMOS

TRANSISTOR COUNT: 1397

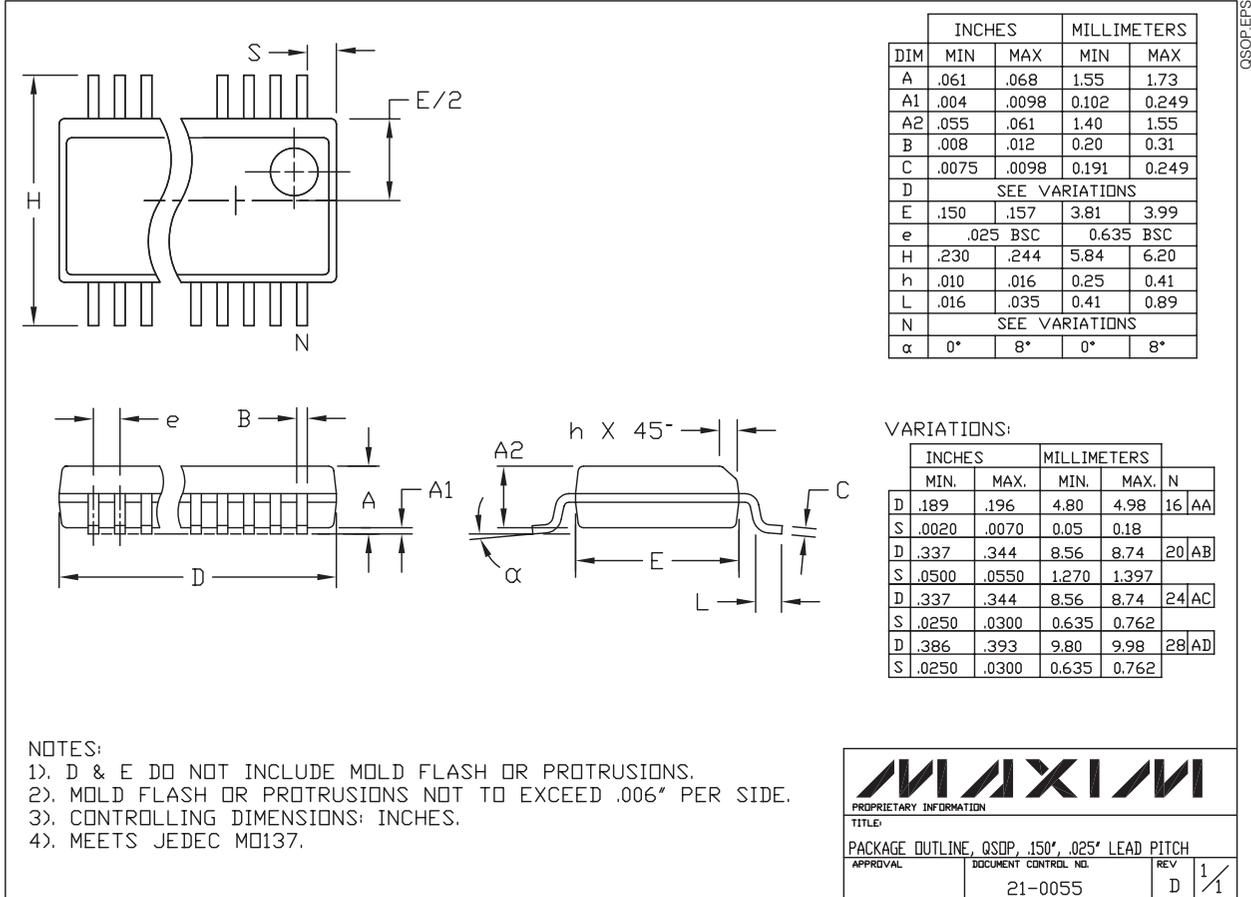
ピン配置



シンプル電流制限スイッチモード Li+チャージャコントローラ

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をご参照下さい。)



QSDP: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。

14 **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.