

**EVALUATION KIT
AVAILABLE**

低価格、マルチバッテリー対応充電器

概要

MAX846Aは、省スペースの16ピンQSOPに内蔵された、低価格マルチバッテリー対応のバッテリー充電器です。本ICを使用すると、1つの回路で様々な種類のバッテリー（リイオン、NiMH又はNiCdセル）を充電できます。

MAX846Aの最も単純なアプリケーションは、Liイオンセル充電用のスタンドアロン型電流制限付フロート電圧源です。また、低コストマイクログリッドローラ(μC)と組み合わせればLiイオン、NiMH及びNiCdセルを充電する汎用充電器を作成することもできます。

内蔵の0.5%精度のリファレンスにより、正確な電圧精度を要するLi+イオンセルも安全に充電できます。低価格の外付PNPトランジスタ(又はPチャネルMOSFET)の制御に使用されている電圧レギュレーションループ及び電流レギュレーションループは互いに独立しているため、充電アルゴリズムがフレキシブルになっています。

MAX846Aは、1%、3.3V、20mAのリニアレギュレータを内蔵しています。このレギュレータは μ Cを駆動し、 μ CのA/Dコンバータにリファレンスを供給する能力を備えています。内蔵のリセット回路が不測の電圧降下発生時にコントロールへらへ通知します。 μ Cの機能は、電圧及び電流を監視して充電アルゴリズムを変更するだけであるため、安価な μ Cを使用できます。

アプリケーション

Liイオンバッテリーパック

卓上型充電器

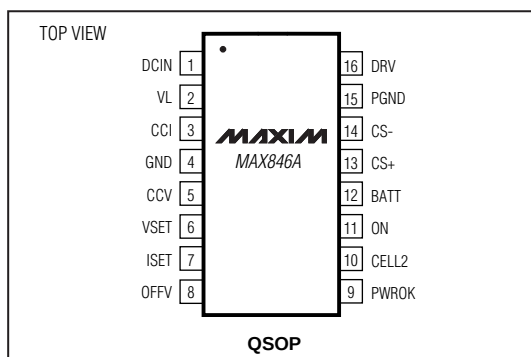
Liイオン/NiMH/NiCdマルチバッテリー対応充電器

携帯電話

ノートブックコンピュータ

攜帶機器

ピン配置



特長

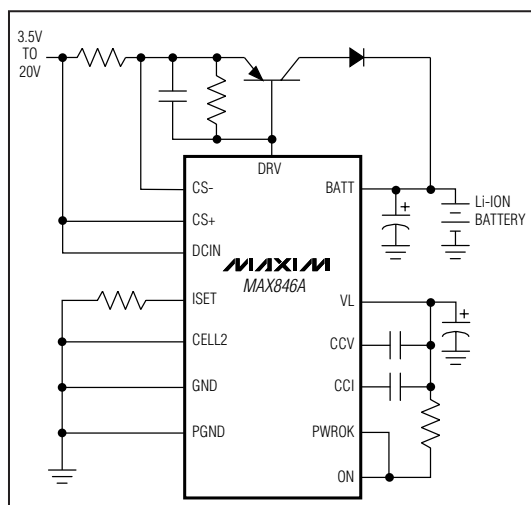
- ◆ マルチバッテリー対応充電器 (Liイオン、NiMH、NiCd)
- ◆ 電圧ループ及び電流ループが独立
- ◆ Liイオンセル用の $\pm 0.5\%$ 内部リファレンス
- ◆ 低価格：
 - スタンドアロン又は低コスト μC と併用
 - 内蔵 1% リニアレギュレータによる μC の駆動
 - リニアレギュレータによる μC ADC へのリファレンス供給
 - 内蔵 μC リセット
 - 低価格外付 PNP トランジスタ又は Pチャネル MOSFET を制御
- ◆ パッケージ：省スペースの 16 ピン QSOP
- ◆ 充電電流モニタ出力
- ◆ オフ時のバッテリーリーク電流は $1\mu\text{A}$ 以下

刑番

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX846AC/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX846AEEE	-40°C to +85°C	16 OSOP

*Dice are tested at $T_A = +25^{\circ}\text{C}$ only. Contact factory for details.

標準動作回路



低価格、マルチバッテリー対応充電器

MAX846A

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

DCIN, DRV, CS+, CS-, BATT to GND.....-0.3V, +21V
 PGND to GND.....±0.3V
 VL to GND.....-0.3V, 7V
 IPWROK.....10mA
 PWROK, ISET, CCI, CCV, OFFV, VSET,
 CELL2, ON to GND.....-0.3V, VL + 0.3V
 CS+ to CS-.....±0.3V
 VL Short to GND.....Continuous
 IDRV.....100mA

Continuous Power Dissipation ($T_A = +70^\circ\text{C}$)
 QSOP (derate 8.3mW/ $^\circ\text{C}$ above $+70^\circ\text{C}$).....667mW
 Operating Temperature Range
 MAX846AEEE.....-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

($V_{DCIN} = 10\text{V}$, $ON = VL$, $I_{VL} = I_{VSET} = 0\text{mA}$, $V_{CS-} = V_{CS+} = 10\text{V}$, $V_{BATT} = 4.5\text{V}$, $V_{OFFV} = V_{CELL2} = 0\text{V}$, $T_A = 0^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^\circ\text{C}$.)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
VL REGULATOR					
DCIN Supply Current	$V_{DCIN} = 20\text{V}$, $I_{DRV} = I_{VL} = 0\text{mA}$			5	mA
Operating Range		3.7		20.0	V
Output Voltage	$0\text{mA} < I_{VL} < 20\text{mA}$, $3.7\text{V} < V_{DCIN} < 20\text{V}$	3.267	3.305	3.333	V
Short-Circuit Current Limit	$VL = GND$		50		mA
PWROK Trip Level	Rising VL edge, 2% hysteresis	2.9	3.0	3.1	V
VL Undervoltage-Lockout Level		2.5		2.9	V
REFERENCE					
Output Voltage	Measured at VSET, $I_{VSET} = 0\text{mA}$, $V_{ON} = 0\text{V}$	-0.5%	1.650	+ 0.5%	V
Output Resistance		-2%	20	+ 2%	k Ω
CURRENT-SENSE AMPLIFIER					
Transconductance	$V_{ISET} = 1.7\text{V}$, $V_{CS+} - V_{CS-} = 165\text{mV}$	0.95	1	1.05	mA/V
Output Offset Current	$V_{CS+} = 4\text{V}$			3	μA
Input Common-Mode Range	Measured at V_{CS-} , $V_{CS+} - V_{CS-} = 165\text{mV}$	2.1		20.0	V
Maximum Differential Input Voltage	$V_{CS-} = V_{ISET} = 2.1\text{V}$, CSA transconductance $> 0.9\text{mA/V}$	225			mV
CS- Lockout Voltage	When V_{CS-} is less than this voltage, DRV is disabled.	1.9		2.1	V
CS+, CS- Input Current	$V_{CS+} = 20\text{V}$, $V_{CS+} - V_{CS-} = 165\text{mV}$			250	μA
CS+, CS- Off Input Current	$DCIN = VL = ON = GND$		0.01	10	μA

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(V_{DCIN} = 10V, ON = VL, I_{VL} = I_{VSET} = 0mA, V_{CS-} = V_{CS+} = 10V, V_{BATT} = 4.5V, V_{OFFV} = V_{CELL2} = 0V, T_A = 0°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
VOLTAGE LOOP					
Voltage-Loop Set Point	V _{VSET} = 1.650V, V _{CELL2} = 0V, I _{DRV} = 1mA, V _{DRV} = 10V	-0.25%	4.2	+ 0.25%	V
	V _{VSET} = 1.650V, V _{CELL2} = VL, I _{DRV} = 1mA, V _{DRV} = 10V	-0.25%	8.4	+ 0.25%	
VSET Common-Mode Input Range		1.25		2.0	V
CCV Output Impedance			150		kΩ
Voltage-Loop Load Regulation	1mA < I _{DRV} < 5mA		0.05		%
BATT Input Current	V _{BATT} = 10V, CELL2 = GND or VL			225	μA
BATT Off Input Current	V _{BATT} = 10V, ON = GND, CELL2 = GND or VL		0.01	1	μA
CURRENT LOOP					
Current-Loop Set Point	I _{DRV} = 5mA, V _{DRV} = 10V	1.634	1.650	1.666	V
CA Voltage Gain			5		V/V
CCI Output Impedance			50		kΩ
Overcurrent Trip Level	When V _{VSET} exceeds this voltage, DRV current is disabled.	1.90		2.1	V
DRIVER					
DRV Sink Current	V _{DRV} = 3V	20			mA
DRV Off Current	V _{DRV} = 20V, V _{ON} = 0V		0.1	100	μA
LOGIC INPUTS AND OUTPUTS					
Input High Level	CELL2, ON, OFFV	2.4		VL	V
Input Low Level	CELL2, ON, OFFV	0		0.8	V
Input Current	CELL2, ON, OFFV		0.01	1	μA
PWROK Output Low Level	I _{PWROK} = 1mA, V _{DCIN} = V _{VL} = 2.5V			0.4	V
PWROK Output High Leakage	V _{PWROK} = 3.3V		0.01	1	μA

低価格、マルチバッテリー対応充電器

MAX846A

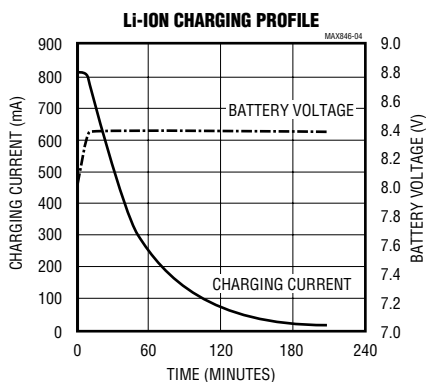
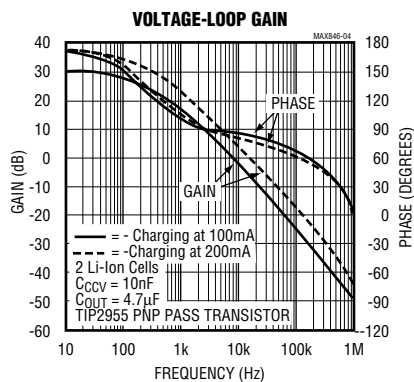
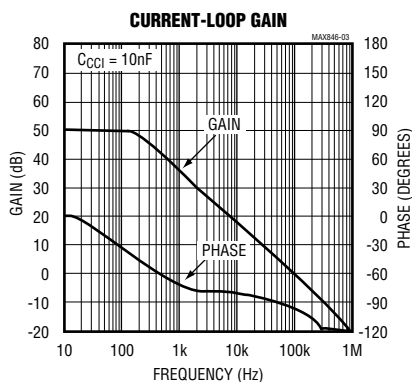
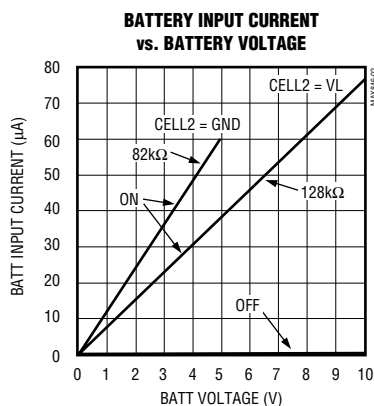
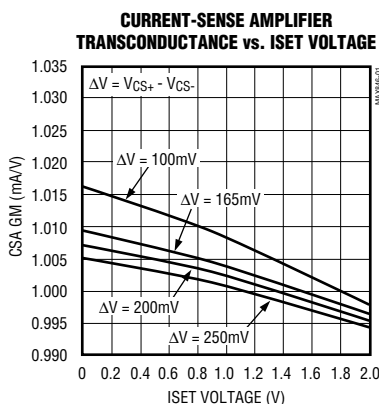
ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Note 1)

($V_{DCIN} = 10V$, $ON = VL$, $I_{VL} = I_{VSET} = 0mA$, $V_{CS-} = V_{CS+} = 10V$, $V_{BATT} = 4.5V$, $V_{OFFV} = V_{CELL2} = 0V$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
VL REGULATOR					
DCIN Supply Current	$V_{DCIN} = 20V$, $I_{DRV} = I_{VL} = 0mA$			5	mA
Output Voltage	$0mA < I_{VL} < 20mA$, $3.7V < V_{DCIN} < 20V$	3.259		3.341	V
PWROK Trip Level	Rising VL edge, 2% hysteresis	2.9		3.1	V
VL Undervoltage-Lockout Level		2.5		3.0	V
REFERENCE					
Output Voltage	Measured at VSET, $I_{VSET} = 0mA$, $V_{ON} = 0V$	-0.7%	1.650	+ 0.7%	V
Output Resistance		-2%	20	+ 2%	k Ω
CURRENT-SENSE AMPLIFIER					
Transconductance	$V_{ISET} = 1.7V$, $V_{CS+} - V_{CS-} = 165mV$	0.93		1.07	mA/V
Output Offset Current	$V_{CS+} = 4V$			5	μA
CS+, CS- Off Input Current	$V_{ON} = 0V$, $V_{CS+} = V_{CS-} = 10V$			10	μA
VOLTAGE LOOP					
Voltage-Loop Set Point	$V_{VSET} = 1.650V$, $V_{CELL2} = 0V$, $I_{DRV} = 1mA$, $V_{DRV} = 10V$	-0.35%	4.2	+ 0.35%	V
	$V_{VSET} = 1.650V$, $V_{CELL2} = VL$, $I_{DRV} = 1mA$, $V_{DRV} = 10V$	-0.35%	8.4	+ 0.35%	
BATT Off Input Current	$V_{BATT} = 10V$, $ON = GND$, $CELL2 = GND$ or VL			1	μA
CURRENT LOOP					
Current-Loop Set Point	$I_{DRV} = 5mA$, $V_{DRV} = 10V$	1.625		1.675	V
Overcurrent Trip Level	When V_{ISET} exceeds this voltage, DRV current is disabled.	1.86		2.14	V
DRIVER					
DRV Sink Current	$V_{DRV} = 3V$	20			mA
DRV Off Current	$V_{DRV} = 20V$, $ON = GND$			100	μA

Note 1: Specifications to $-40^{\circ}C$ are guaranteed by design and not production tested.

標準動作特性

(T_A = +25°C, unless otherwise noted.)

低価格、マルチバッテリー対応充電器

端子説明

端子	名称	機能
1	DCIN	外部DCソースからの電源入力。3.7V V_{DCIN} 20V。
2	VL	3.3V、20mA、1%リニアレギュレータ出力。VLによりシステム μ C及びその他の部品を駆動します。4.7 μ Fのタンタル又はセラミックコンデンサを使用してGNDにバイパスして下さい。
3	CCI	電流レギュレーションループ補償ピン。CCIとVLの間に補償コンデンサ(10000pF typ)を接続して下さい。
4	GND	グラウンド
5	CCV	電圧レギュレーションループ補償ピン。CCVとVLの間に補償コンデンサ(10000pF typ)を接続して下さい。
6	VSET	フロート電圧リファレンス調節入力。VSETをオープンにするとデフォルトの4.2Vになります。調節については、「アプリケーション情報」を参照して下さい。
7	ISSET	電流設定入力/電流モニタ出力。ISSETは電流レギュレーションポイントを設定します。充電電流を監視するには、ISSETとGNDの間に抵抗を接続して下さい。ISSETの電圧は、電流レギュレーションループによって1.65Vに安定化されています。電流レギュレーションポイントを調節するには、ISSETとグラウンドの間の抵抗を変えるか、固定抵抗を接続して抵抗の反対側の電圧を調節して下さい(図5)。電流検出アンプのトランスコンダクタンスは、1mA/Vです。
8	OFFV	電圧レギュレーションループをディセーブルするロジック入力。NiCd又はNiMHバッテリーの場合は、OFFVをハイに設定して下さい。
9	PWROK	μ Cへのオープンドレインパワーグッド出力。PWROKは、VLが3V以下の時にローになります。リセットタイムアウト期間は、RC回路を使用して外部で設定できます(図3)。
10	CELL2	デジタル入力。CELL2によって充電されるLiイオンセルの数を設定します。ハイレベルの場合2セル、ローレベルの場合1セルです。
11	ON	充電器ON/OFF入力。ローの時ドライバ部がターンオフされ、 $I_{BATT} < 1\mu$ Aになります。VLレギュレータは常にアクティブです。
12	BATT	バッテリー入力。BATTは正バッテリー端子に接続して下さい。
13	CS+	電流検出アンプのハイサイド入力。CS+は、検出抵抗のパワースource側に接続して下さい。検出抵抗は、バストランジスタのどちら側に取り付けても構いません。
14	CS-	電流検出アンプのローサイド入力。CS-は、検出抵抗のバッテリーサイドに接続して下さい。
15	PGND	パワーグラウンド
16	DRV	外部バストランジスタ(PチャネルMOSFET又はPNP)のベース/ゲート駆動出力。DRVは電流シンクのみです。

詳細

MAX846Aバッテリー充電コントローラは、3つの機能ブロック(3.3V高精度低ドロップアウトリニアレギュレータ(LDO)、高精度電圧リファレンス及び電圧/電流レギュレータ)から構成されています(図1)。

リニアレギュレータ

LDOレギュレータ出力電圧(VL)は、内部リファレンス電圧の2倍です。従って、リファレンスとLDOはトラッキング関係にあります。VLは、外部負荷に20mAまで電流を供給することができ、短絡保護付です。パワーグッド出力(PWROK)は、マイクロコントローラ(μ C)へリセット及び充電電流禁止を提供します。

電圧リファレンス

高精度内部リファレンスは、リチウムイオン(Liイオン)バッテリー充電用のフロート電圧を正確に設定するための電圧を供給します。リファレンス出力は、内部2%精度20k Ω 抵抗と直列に接続しています。これにより、外部1%抵抗(R_{VSET})1個を使って分圧器を形成し、フロート電圧を調節することができます(図4)。フロート電圧の精度は、バッテリー寿命を保ち、Liイオンバッテリーの容量をフルに活用するために重要です。表1に、MAX846Aを使用して得られる精度を示します。

電圧/電流レギュレータ

電圧/電流レギュレータは高精度アッテネータ、電圧ループ、電流検出アンプ及び電流ループから構成されています。アッテネータをピン設定することにより、Liイオンセル1個又は2個分(それぞれ4.2V及び8.4V)の安定化電圧を指定できます。電流検出アンプは、ハイサイドでバッテリー電流を検出するように設定されています。このアンプは、本質的に、外部検出抵抗(R_{CS})の両端の電圧を電流に変換して、その電流を外部負荷抵抗(R_{ISET})に供給するトランスコンダクタンスアンプです。充電電流は、 R_{CS} 及び R_{ISET} を選択することによって設定して下さい。充電電流は R_{ISET} のローサイドの電圧を変化させるか、あるいは I_{SET} ノードの電流を追加/差引することによって調節できます(図5)。電圧ループと電流ループは、CCV及びCCIの外付抵抗で個別に補償されています。これら2つのループの出力はまとめてOR接続され、グラウンドに電流をシンクする内部オープンドレインNチャネルMOSFETを駆動します。外付PチャネルMOSFET又はPNPトランジスタパス素子により、ループが完成します。

安定性

「標準動作特性」に、電流ループ及び電圧ループのループ利得を示します。各ループの主要ポールは、各容量性補償ピン(CCI、CCV)に接続された補償コンデンサによって設定されます。バッテリーインピーダンスを250mΩとした場合、DCループ利得は電流ループが50dB、電圧ループが33dBです。

CCI出力インピーダンス(50kΩ)及びCCI容量により、電流ループの主要ポールが決定されます。図2で推奨されている C_{CCV} は10000pFであり、この場合主要ポールは300Hzになります。外付PNPに起因する高周波ポールが約 f_T/β に存在します。このポール周波数(数百kHz程度)は、使用されるPNPの種類によって異なります。(ハイインピーダンススペースドライブに起因する)自己発振

を防ぐために、PNPのベースとエミッタの間に10000pFのコンデンサを接続して下さい。

同様に、CCV出力インピーダンス(150kΩ)とCCVコンデンサにより、電圧ループの主要ポールが決定されます。図2での補償容量は10000pFです。これにより、主要ポールが200Hzになります。

バッテリーのインピーダンスは、電圧ループのDC及び高周波利得に直接影響を及ぼします。DCでは、ループ利得はバッテリーの抵抗に比例します。周波数が高くなると、バッテリーのACインピーダンス及び接続部により高周波ゼロが付加されます。バッテリーと並列に4.7μFの出力コンデンサをBATTの近くに取り付けると、このインピーダンスの影響が軽減されます。バッテリーのインピーダンスがDC利得に与える影響は、電圧ループ利得のグラフに示されています(「標準動作特性」を参照)。実線は、完全に充電されたバッテリー(バッテリーのエネルギーレベルが高く、ESRが低い状態)における電圧ループ利得と周波数の関係を表しています。充電電流は100mAです。破線は、充電電流が200mAの場合(バッテリーに蓄積されているエネルギーが少なく、バッテリーのESRが高い状態)のループ利得を示しています。

アプリケーション情報

スタンドアロンLiイオン充電器

図2に、MAX846Aのスタンドアロン構成を示します。外付部品及びピン設定は、下記に従って下さい。

- セル数の設定：CELL2をGNDに接続すると1セル動作、VLに接続すると2セル動作となります。
- フロート電圧の設定：フロート電圧を下方に調節するには1%抵抗をVSETとGNDの間に、上方に調節するにはVSETとVLの間に接続して下さい。VSETに何も接続しない場合、フロート電圧は1セル当り4.2Vになります。所望の1セル当りのフロート電圧を V_F とすると、抵抗値は以下のように計算できます。

表1. フロート電圧の精度

誤差の原因	誤差
内部リファレンスの精度	±0.5%
外部分圧器に起因するVSET誤差。内部20kΩ抵抗の公差を2%、外部 R_{VSET} 抵抗の公差を1%として計算。全誤差は3% x (調節量)。最大調節範囲は、5%と仮定します。	±0.15%
VSETアンプ及び分圧器の精度	±0.25%
合計	±0.9%

低価格、マルチバッテリー対応充電器

MAX846A

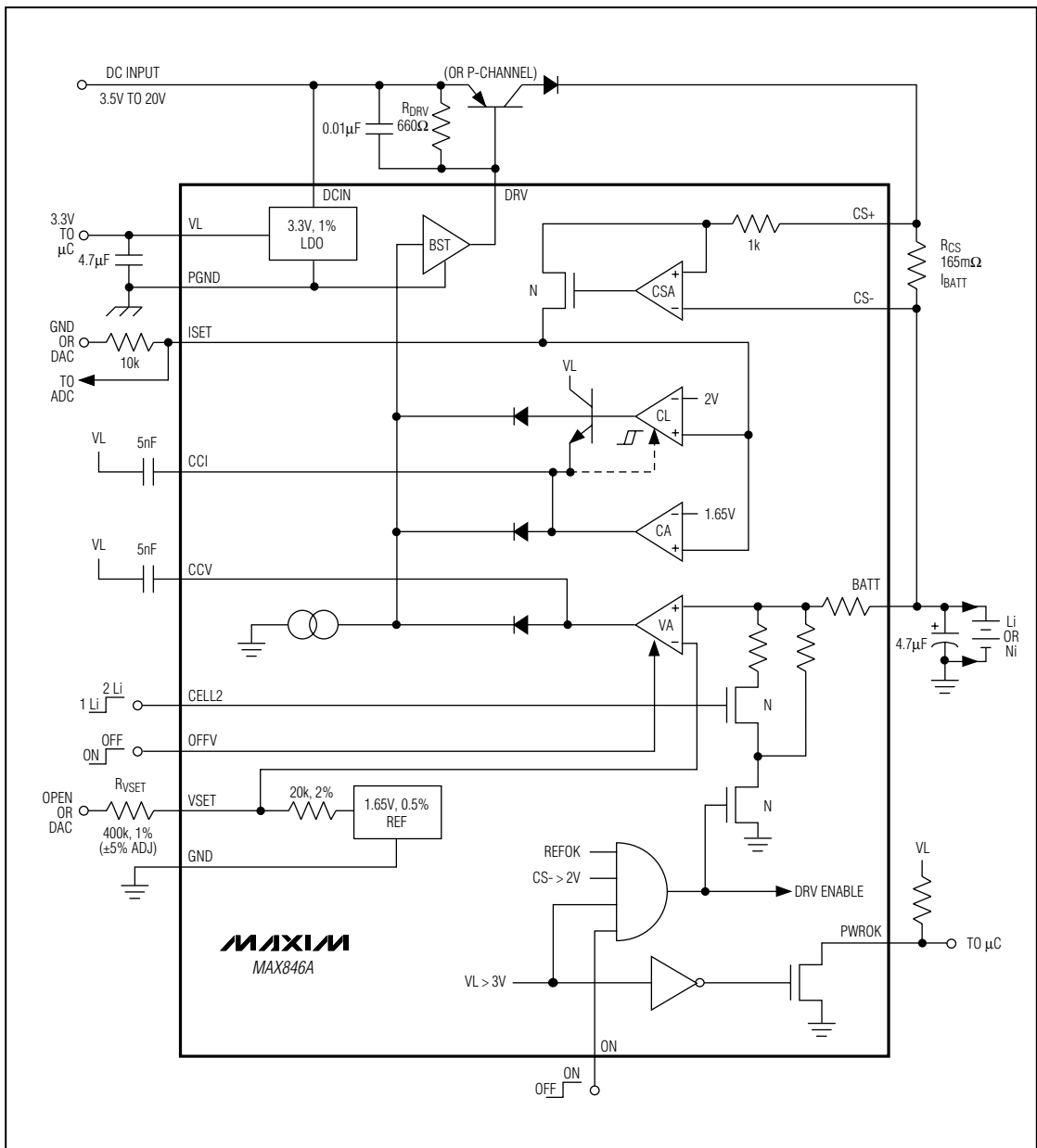


図1. ファンクションダイアグラム

低価格、マルチバッテリー対応充電器

MAX846A

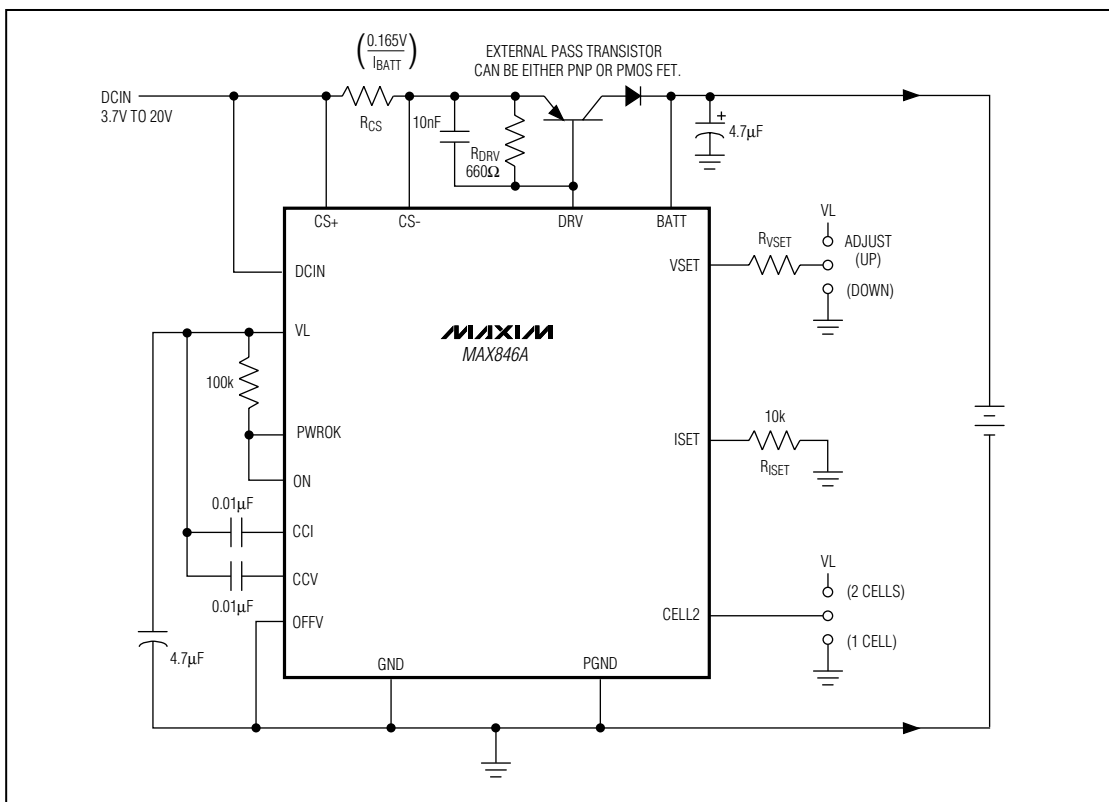


図2. スタンドアロン型Liイオン充電器

$$R_{VSET} = 20k\Omega \left(\frac{4.2}{1.65} \frac{V_X - V_F}{V_F - 4.2} \right)$$

ここで、 V_X はGND又はVL、 V_F はセル当たりのフロート電圧です。図1の回路図において R_{VSET} は、400k Ω です。 R_{VSET} 及び内部20k Ω 抵抗により分圧器が形成され、これにより調節範囲は約 $\pm 5\%$ となります。

電流レギュレーションループは、ISETの電圧を1.65Vに維持しようとします。 R_{ISET} として選択される抵抗によって電流検出アンプ入力に必要な電圧が決まります。

- R_{CS} 及び R_{ISET} を次式で計算して下さい。

$$R_{CS} = V_{CS} / I_{BATT}$$

$$R_{ISET}(k\Omega) = 1.65V / V_{CS}$$

ここで、 V_{CS} として推奨される電圧は165mVです。

- ONをPWROKに接続することにより、電圧がセトリングする前に充電電流がターンオンするのを防いで下さい。

外付パストランジスタの電力消費を最小限に抑えて下さい。電力消費はDCIN入力電源をできるだけ低く設定することによって、又は V_{DCIN} がバッテリー電圧をトラッキングするように設定することにより抑制できます。

マイクロプロセッサ制御のマルチバッテリー対応動作

MAX846Aは、高度な調節が可能であるため、低コスト μC との簡単なインタフェースで1つのアプリケーション回路でNiベースのバッテリー及びLiイオンバッテリーの両方を充電できます(図3)。

低価格、マルチバッテリー対応充電器

MAX846A

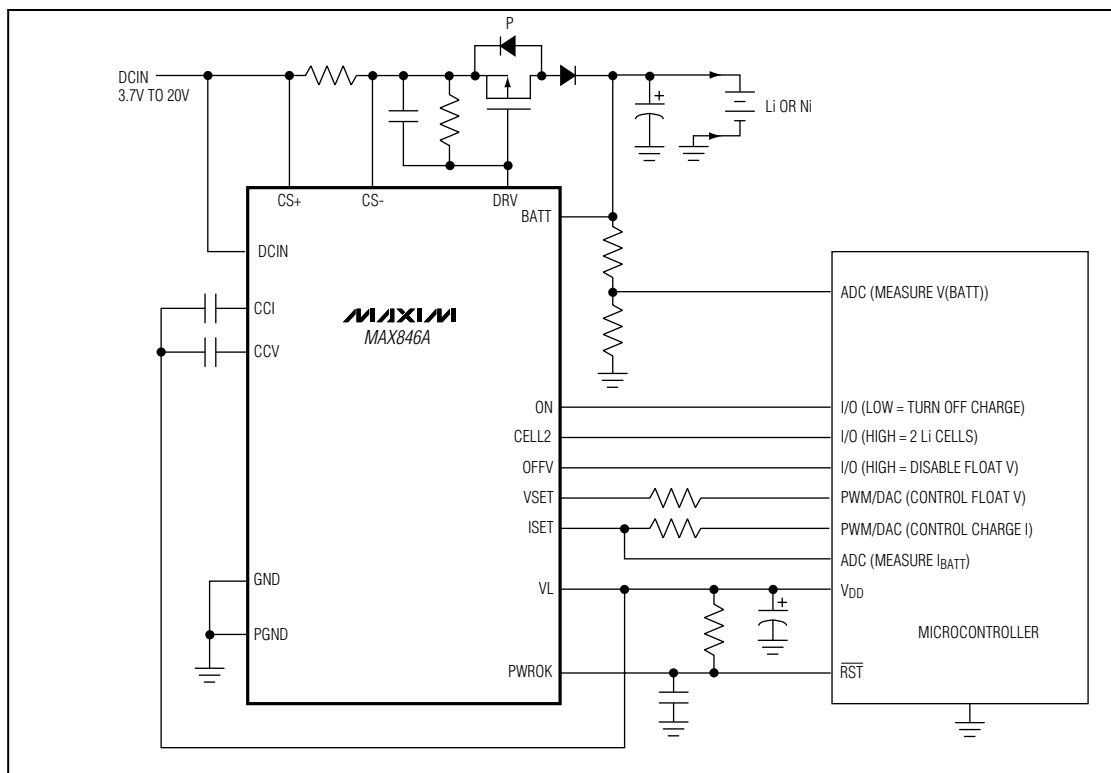


図3. 卓上型マルチバッテリー対応充電器のコンセプト

部品の選択は、スタンドアロン動作の場合と似ています。DAC又は μC のPWM出力を使用することにより、 μC によってフロート電圧及び充電電流を調節することができます。Niベースのバッテリーを充電する場合は、OFFV入力を使用してフロート電圧レギュレーションをディセーブルして下さい。 μC は、自分のADCを使用してISET出力の電圧を読取ることにより、バッテリーの充電電流を監視することもできます。同様に、バッテリーからの分圧器を使用してバッテリー電圧を測定することもできます。

μC の機能目的は、充電されるバッテリーに対応した正しい電圧レベルと電流レベルに本製品を設定することだけであることに注意して下さい(Niベースのバッテリーではさらに充電終了を検出して電流レベルをトリクルに調節します)。 μC には、安定化のタスクによる負荷がありません。

フロート電圧の精度はLiイオンバッテリーをフル容量まで充電し、またバッテリー寿命を保つために重要です。表1に、MAX846Aを使用して得られる精度を示します。

フロート電圧の精度を最高にするには、DRV電流を1mA(PNPバスタランジスタでは $R_{\text{DRV}} = 660\Omega$)に設定して下さい。

高出力マルチバッテリー対応オフライン充電器

図6は、入力電源に光学的フィードバックをかけることによってバスタランジスタの電力消費を最小限に抑えています。オフラインAC/DCコンバータは、PNPの両端電圧として1.2Vを維持します。これにより、従来の電源と比較して大幅に大きな充電電流が可能になります。

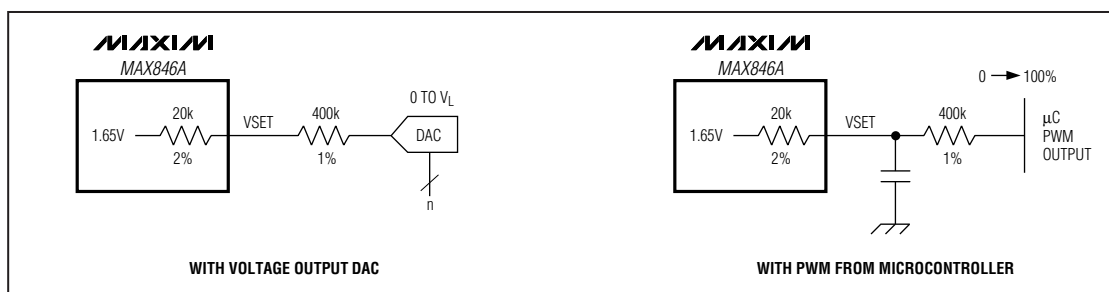


図4. VSETの調節方法

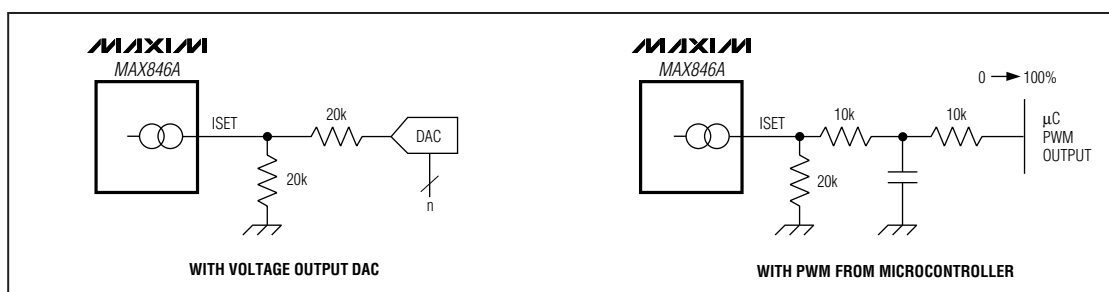


図5. ISETの調節方法

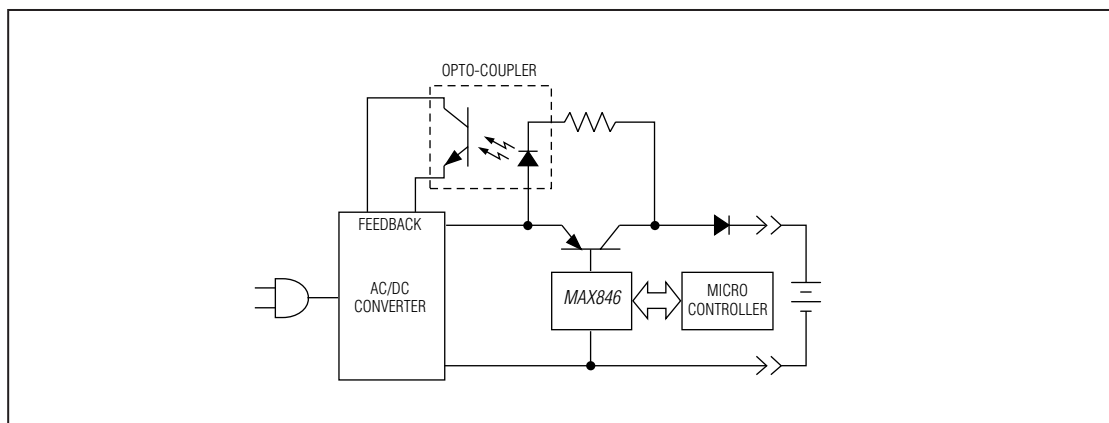
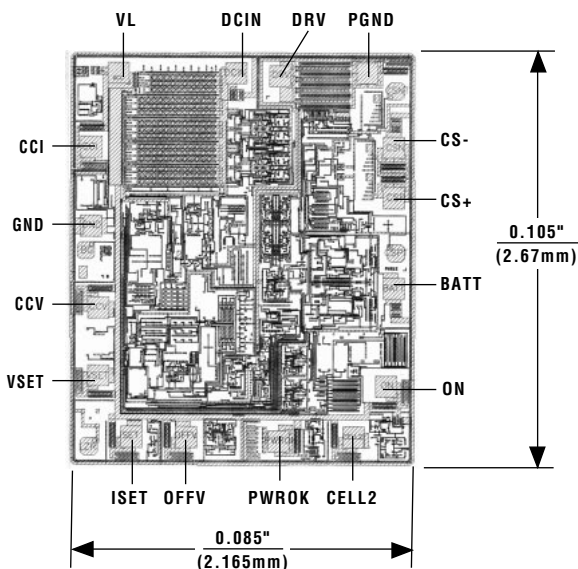


図6. 低価格、卓上型マルチバッテリー対応充電器のコンセプト

低価格、マルチバッテリー対応充電器

MAX846A

チップ構成図 _____



SUBSTRATE CONNECTED TO GND
TRANSISTOR COUNT: 349

販売代理店

マキシム・ジャパン株式会社

〒169 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

マキシム社では全体がマキシム社製品で実現されている回路以外の回路の使用については責任を持ちません。回路特許ライセンスは明言されていません。マキシム社は随時予告なしに回路及び仕様を変更する権利を保留します。

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

© 1996 Maxim Integrated Products

MAXIM is a registered trademark of Maxim Integrated Products.