



# 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      | Continuous Power Dissipation (T <sub>A</sub> = +70°C) |                 |
| PGND to GND.....                      | ±0.3V            | QSOP (derate 8.3mW/°C above +70°C).....               | 667mW           |
| VL to GND.....                        | -0.3V, 7V        | Operating Temperature Range                           |                 |
| IPWROK.....                           | 10mA             | MAX846AEEE.....                                       | -40°C to +85°C  |
| PWROK, ISET, CCI, CCV, OFFV, VSET,    |                  | Junction Temperature.....                             | +150°C          |
| CELL2, ON to GND.....                 | -0.3V, VL + 0.3V | Storage Temperature Range.....                        | -65°C to +160°C |
| CS+ to CS-.....                       | ±0.3V            | Lead Temperature (soldering, 10sec).....              | +300°C          |
| VL Short to GND.....                  | Continuous       |   |                 |
| IDRV.....                             | 100mA            |   |                 |

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<sub>DCIN</sub> = 10V, ON = VL, I<sub>VL</sub> = I<sub>VSET</sub> = 0mA, V<sub>CS-</sub> = V<sub>CS+</sub> = 10V, V<sub>BATT</sub> = 4.5V, V<sub>OFFV</sub> = V<sub>CELL2</sub> = 0V, 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>VL REGULATOR</b>                |   |       |       |        |       |
| DCIN Supply Current                | V <sub>DCIN</sub> = 20V, I <sub>DRV</sub> = I <sub>VL</sub> = 0mA             |       |       | 5      | mA    |
| Operating Range                    |   | 3.7   |       | 20.0   | V     |
| Output Voltage                     | 0mA < I <sub>VL</sub> < 20mA, 3.7V < V <sub>DCIN</sub> < 20V                  | 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     |
| <b>REFERENCE</b>                   |   |       |       |        |       |
| Output Voltage                     | Measured at VSET, I <sub>VSET</sub> = 0mA, V <sub>ON</sub> = 0V               | -0.5% | 1.650 | + 0.5% | V     |
| Output Resistance                  |   | -2%   | 20    | + 2%   | kΩ    |
| <b>CURRENT-SENSE AMPLIFIER</b>     |   |       |       |        |       |
| Transconductance                   | V <sub>ISET</sub> = 1.7V, V <sub>CS+</sub> - V <sub>CS-</sub> = 165mV         | 0.95  | 1     | 1.05   | mA/V  |
| Output Offset Current              | V <sub>CS+</sub> = 4V   |       |       | 3      | μA    |
| Input Common-Mode Range            | Measured at V <sub>CS-</sub> , V <sub>CS+</sub> - V <sub>CS-</sub> = 165mV    | 2.1   |       | 20.0   | V     |
| Maximum Differential Input Voltage | V <sub>CS-</sub> = V <sub>ISET</sub> = 2.1V,<br>CSA transconductance >0.9mA/V | 225   |       |        | mV    |
| CS- Lockout Voltage                | When V <sub>CS-</sub> is less than this voltage, DRV is disabled.             | 1.9   |       | 2.1    | V     |
| CS+, CS- Input Current             | V <sub>CS+</sub> = 20V, V <sub>CS+</sub> - V <sub>CS-</sub> = 165mV           |       |       | 250    | μA    |
| CS+, CS- Off Input Current         | DCIN = VL = ON = GND  |       | 0.01  | 10     | μA    |

# 低価格、マルチバッテリー対応充電器

MAX846A

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

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

| PARAMETER                       | CONDITIONS   | MIN    | TYP   | MAX     | UNITS     |
|---------------------------------|--|--------|-------|---------|-----------|
| <b>VOLTAGE LOOP</b>             |  |        |       |         |           |
| 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   |         | $k\Omega$ |
| Voltage-Loop Load Regulation    | $1mA < I_{DRV} < 5mA$  |        | 0.05  |         | %         |
| BATT Input Current              | $V_{BATT} = 10V$ , $CELL2 = GND$ or $VL$                                   |        |       | 225     | $\mu A$   |
| BATT Off Input Current          | $V_{BATT} = 10V$ , $ON = GND$ , $CELL2 = GND$ or $VL$                      |        | 0.01  | 1       | $\mu A$   |
| <b>CURRENT LOOP</b>             |  |        |       |         |           |
| 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    |         | $k\Omega$ |
| Overcurrent Trip Level          | When $V_{ISET}$ exceeds this voltage, DRV current is disabled.             | 1.90   |       | 2.1     | V         |
| <b>DRIVER</b>                   |  |        |       |         |           |
| DRV Sink Current                | $V_{DRV} = 3V$   | 20     |       |         | mA        |
| DRV Off Current                 | $V_{DRV} = 20V$ , $V_{ON} = 0V$  |        | 0.1   | 100     | $\mu A$   |
| <b>LOGIC INPUTS AND OUTPUTS</b> |  |        |       |         |           |
| 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       | $\mu A$   |
| 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       | $\mu A$   |

# 低価格、マルチバッテリー対応充電器

MAX846A

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Note 1)

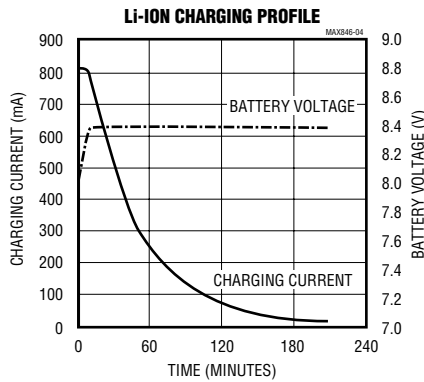
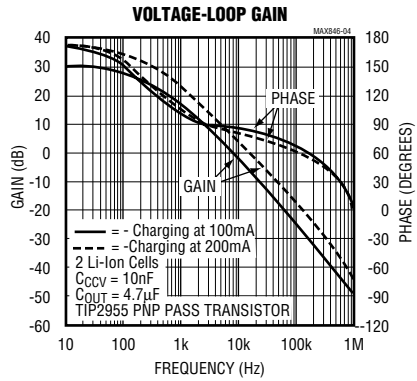
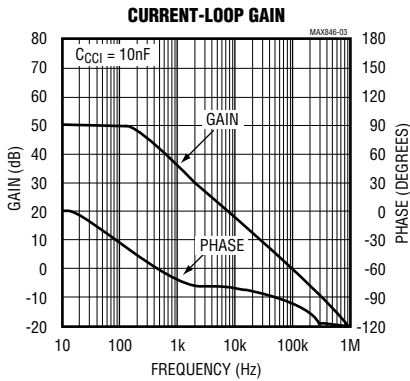
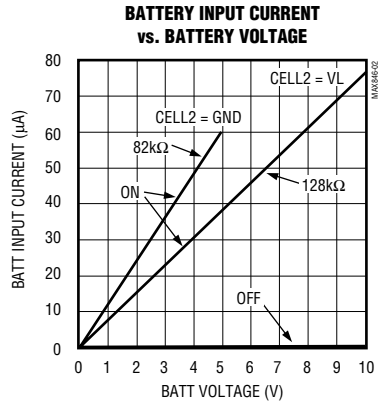
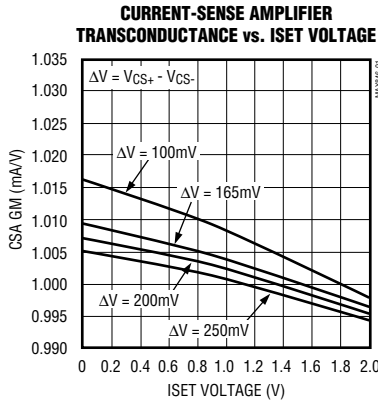
( $V_{DCIN} = 10V$ ,  $ON = VL$ ,  $I_{VL} = I_{VSET} = 0mA$ ,  $V_{CS-} = V_{CS+} = 10V$ ,  $V_{BATT} = 4.5V$ ,  $V_{OFFV} = V_{CELL2} = 0V$ ,  $T_A = -40^{\circ}C$  to  $+85^{\circ}C$ , unless otherwise noted.)

| PARAMETER                      | CONDITIONS   | MIN    | TYP   | MAX     | UNITS      |
|--------------------------------|--|--------|-------|---------|------------|
| <b>VL REGULATOR</b>            |  |        |       |         |            |
| 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          |
| <b>REFERENCE</b>               |  |        |       |         |            |
| Output Voltage                 | Measured at VSET, $I_{VSET} = 0mA$ , $V_{ON} = 0V$                         | -0.7%  | 1.650 | + 0.7%  | V          |
| Output Resistance              |  | -2%    | 20    | + 2%    | k $\Omega$ |
| <b>CURRENT-SENSE AMPLIFIER</b> |  |        |       |         |            |
| Transconductance               | $V_{ISET} = 1.7V$ , $V_{CS+} - V_{CS-} = 165mV$                            | 0.93   |       | 1.07    | mA/V       |
| Output Offset Current          | $V_{CS+} = 4V$   |        |       | 5       | $\mu A$    |
| CS+, CS- Off Input Current     | $V_{ON} = 0V$ , $V_{CS+} = V_{CS-} = 10V$                                  |        |       | 10      | $\mu A$    |
| <b>VOLTAGE LOOP</b>            |  |        |       |         |            |
| 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       | $\mu A$    |
| <b>CURRENT LOOP</b>            |  |        |       |         |            |
| 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          |
| <b>DRIVER</b>                  |  |        |       |         |            |
| DRV Sink Current               | $V_{DRV} = 3V$   | 20     |       |         | mA         |
| DRV Off Current                | $V_{DRV} = 20V$ , $ON = GND$   |        |       | 100     | $\mu A$    |

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

標準動作特性

(T<sub>A</sub> = +25°C, unless otherwise noted.)



# 低価格、マルチバッテリー対応充電器

MAX846A

## 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、2.0mA、1%リニアレギュレータ出力。VLによりシステム $\mu$ C及びその他の部品を駆動します。4.7 $\mu$ 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  | ISET  | 電流設定入力/電流モニタ出力。ISET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、ISETとGNDの間に抵抗を接続して下さい。ISET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、ISET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 | $\mu$ 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チャンネル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2.0mA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( $\mu$ 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 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 $ISET$ ノードの電流を追加/差引することによっても調節できます(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チャンネルMOSFETを駆動します。外付Pチャンネル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 $f_T$ 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ベ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

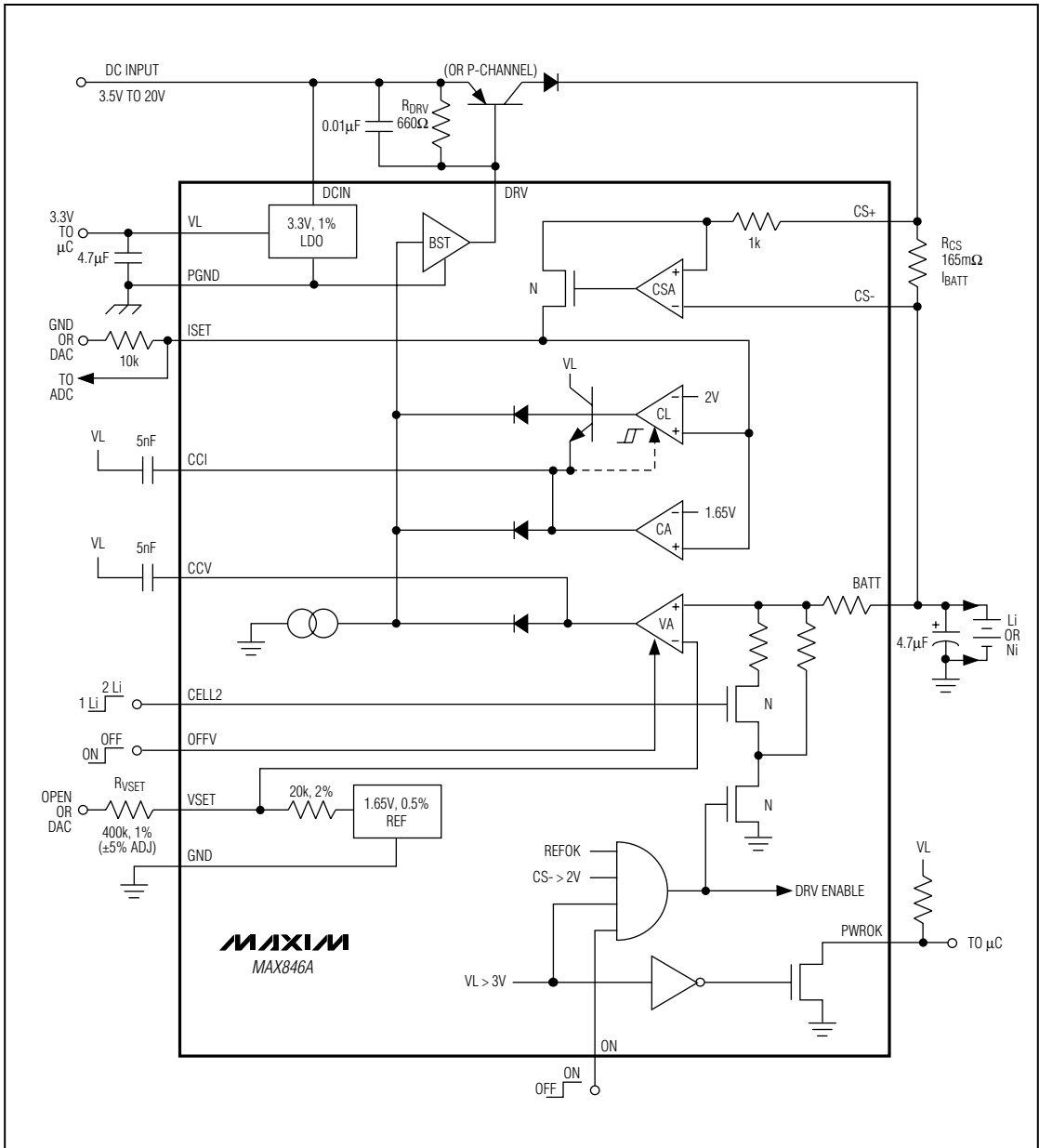


図1. ファンクションダイアグラム

# 低価格、マルチバッテリー対応充電器

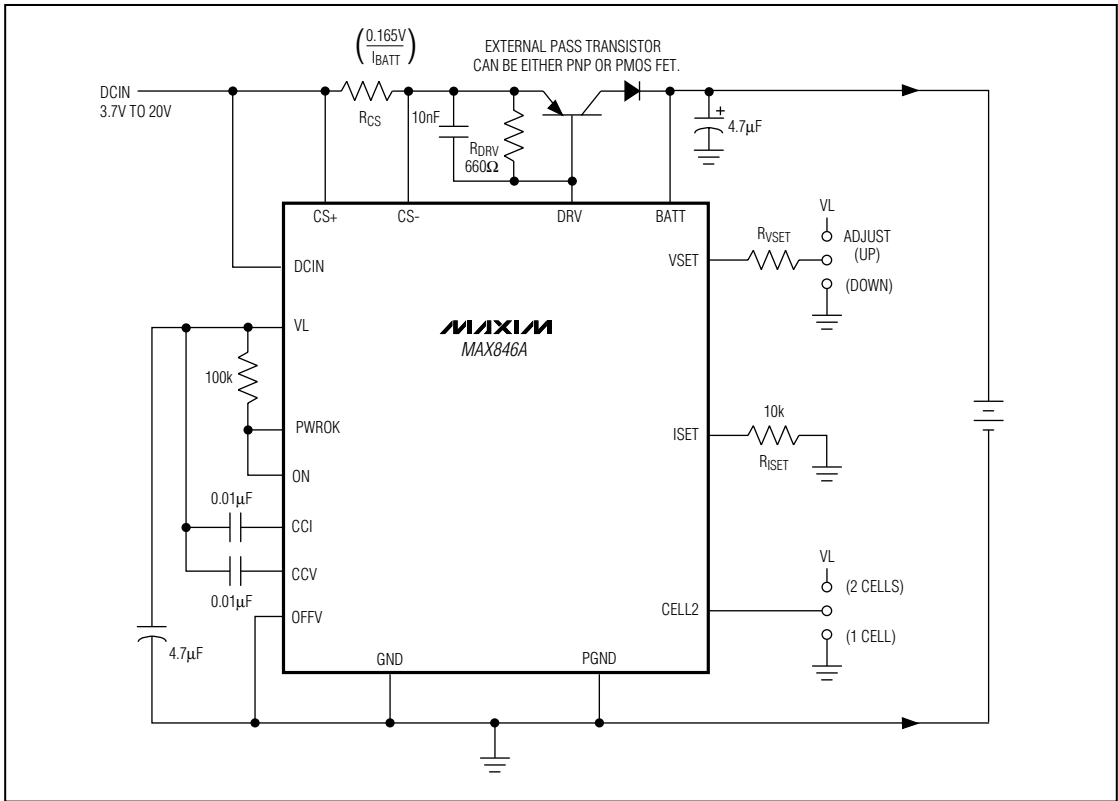


図2. スタンドアロン型Liイオン充電器

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

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 です。 $R_{VSET}$ 及び内部20k 抵抗により分圧器が形成され、これにより調節範囲は約±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に維持しようとしています。 $R_{ISET}$ 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。

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

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

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

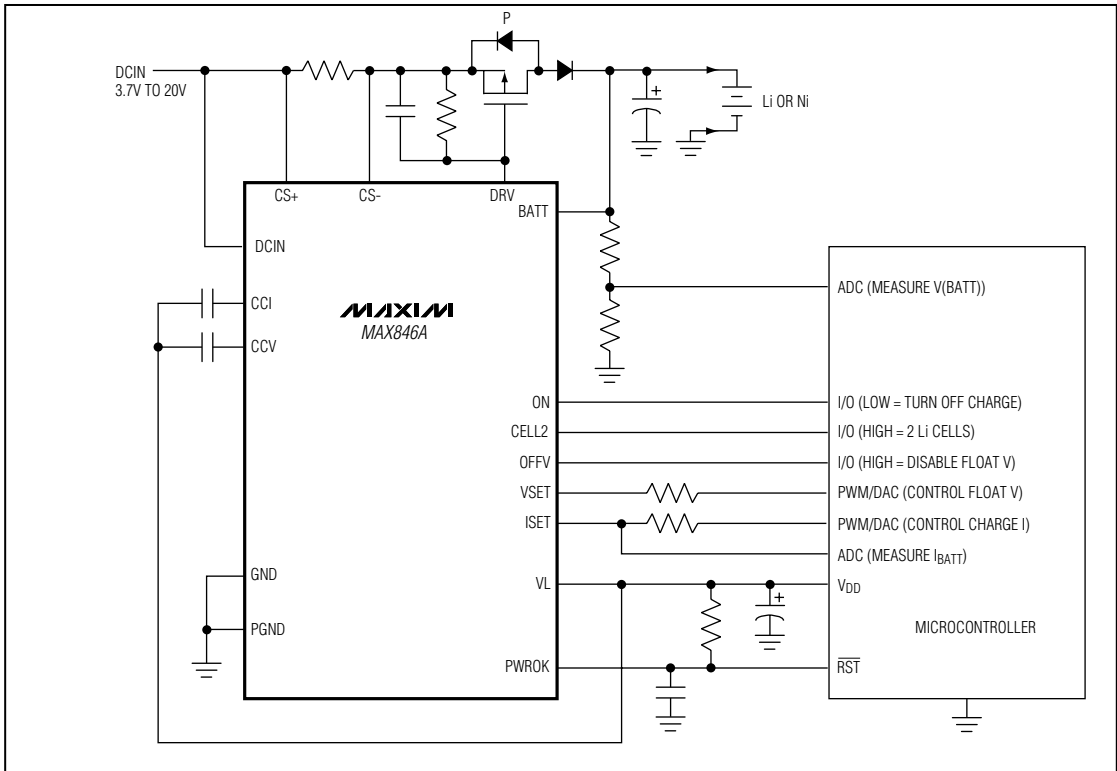


図3. 卓上型マルチバッテリー対応充電器のコンセプト

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 $\mu\text{C}$ のPWM出力を使用することにより、 $\mu\text{C}$ 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。 $\mu\text{C}$ 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。

$\mu\text{C}$ 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)。 $\mu\text{C}$ 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。

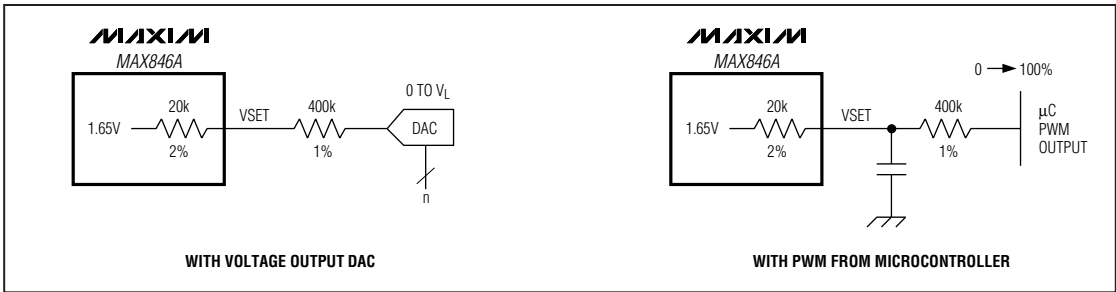


図4. VSETの調節方法

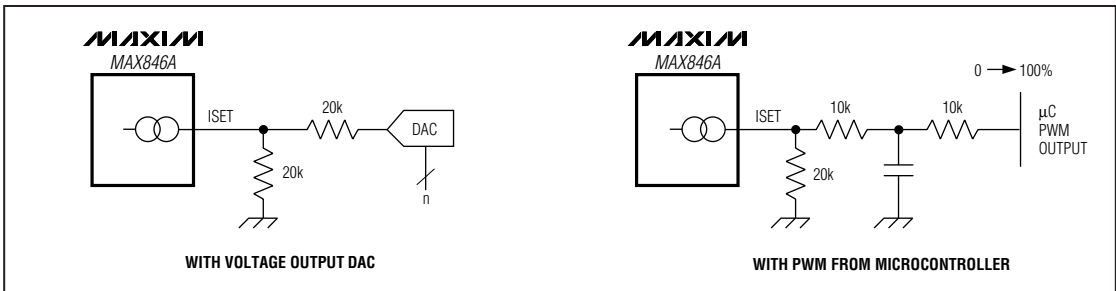


図5. ISETの調節方法

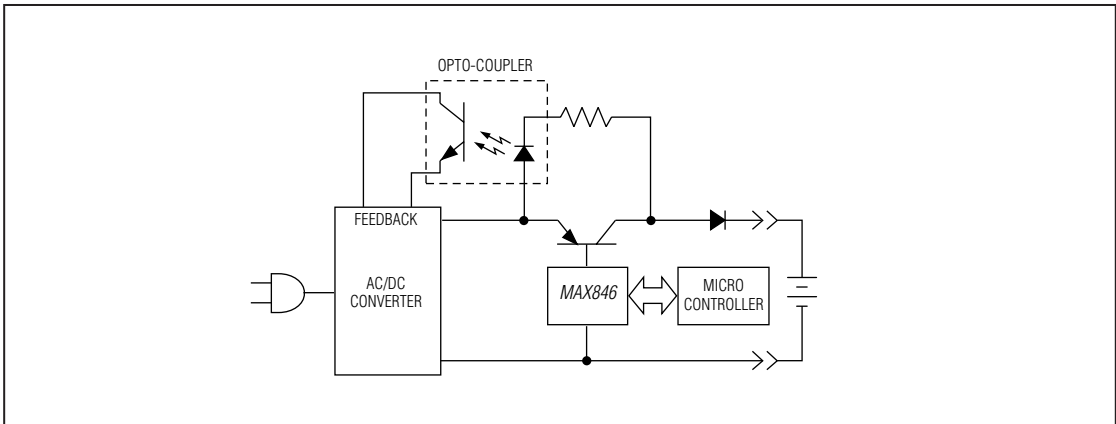
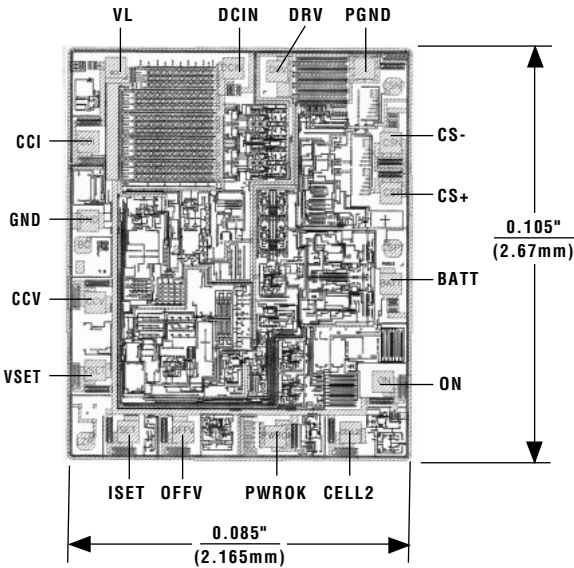


図6. 低価格、卓上型マルチバッテリー対応充電器のコンセプト

# 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**