

## 2 次電池の充放電状態を知りたい

### 電圧・電流計やストップウォッチを使用しての測定は非常に難しかった

今まで技術雑誌などに紹介された急速放電器やニッケル水素電池の充電器の他にどうしても欲しくなるのは、充電式電池の容量計でした。市販品や自作の充電器を使用して満充電をしても、本当に満充電されているのかという疑問が残ります。また、電池が寿命に近づいているのかいないのかも知りたくなりますが、測定は容易ではありませんでした。この願いを実現したのが本システムです。

### 電圧・電流・積算容量・温度を自動計測してくれる DS2751

DS2751 の機能は「あらゆるバッテリーに対応したバッテリー残量ゲージ」となっており、1.2V の NiMH 電池 3 個を直列接続したバック電池または 3.7V のリチウム電池用の容量計の IC です。したがって、DS2751 は主として電池パック内に取り付けて、IC の電源を電池から供給してもらい（スリープモードではわずか  $1\mu\text{A}$  の消費電流）、電池の充放電状態を 1-Wire というシリアルバスで監視する IC となっています。しかし、この IC の電源を USB の 5V バス電源から供給することで、全ての機能が使用できます。

### 制御ソフトウェアは評価キットに付属しているものを使用

DS2751 には評価キットがあり、これに付属の CD-ROM には Visual Basic で書かれた評価用ソフトのソース・ファイルが付いています。これをそのまま使用するか、もしくは参考にすれば、仕様に合わせたソフトウェアを用意できるので、DS2751 を PC から動作させることができます。評価キットのソース・ファイルは VB6 で記述されているので、Visual Basic 2003 .net では、多くの記述を書き換えなければなりません。

## 試作した電池管理システムの概略仕様

試作した電池管理システムの動作環境と主な機能は以下の通りです。

### 動作環境：

- OS： Windows™ 98 / Me / NT4.0 / 2000 / XP
- CPU： Pentium™ 166MHz / Celeron™ 以上
- USB1.0 以降の USB コネクタ付きのパソコン
- USB 端子から供給を受ける 5V の消費電流： 11.3mA
- 必要なソフト： USB ドライバと本システム用のプログラム

### 主な機能：

- 計測範囲： 入力電圧範囲： 0V ~ + 4.5V
  - 最大電流： ± 1.9A
  - 最大積算容量： 6400mAh
  - 使用温度範囲： -40 ~ +85
- 写真 1 のような電圧計、電流計、積算電流計及び温度計でリアルタイム表示します。

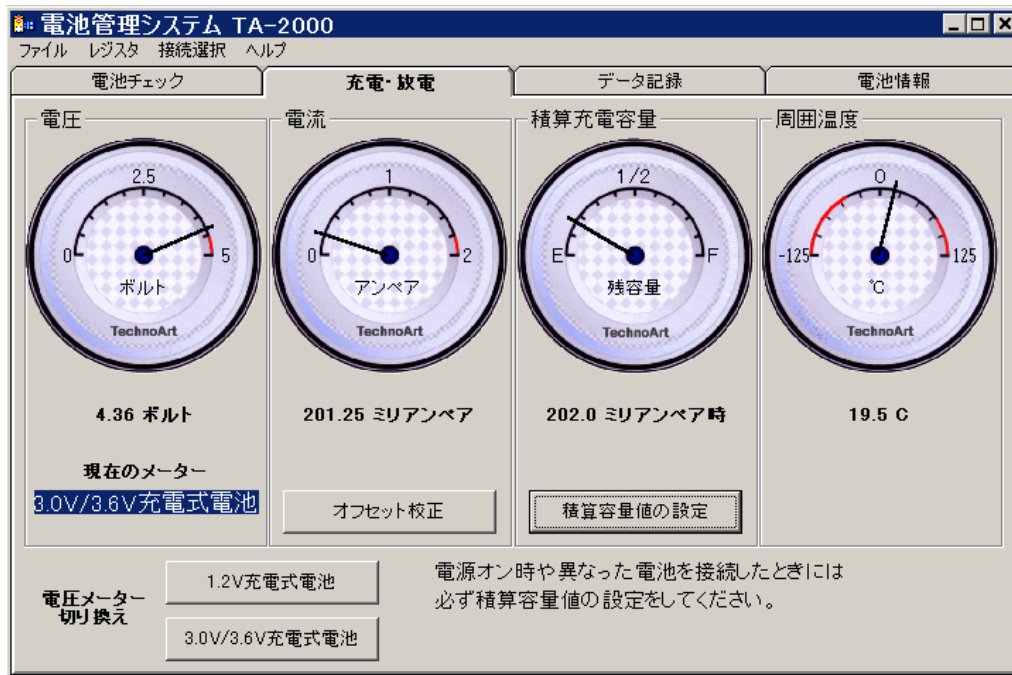


写真1 4種類のアナログ・メータ

- 電圧・電流・積算容量・温度の各アナログ値のグラフ表示及びデータ・ファイルへの保存  
写真2は放電電流と積算電流を自動的にプロットした結果です。

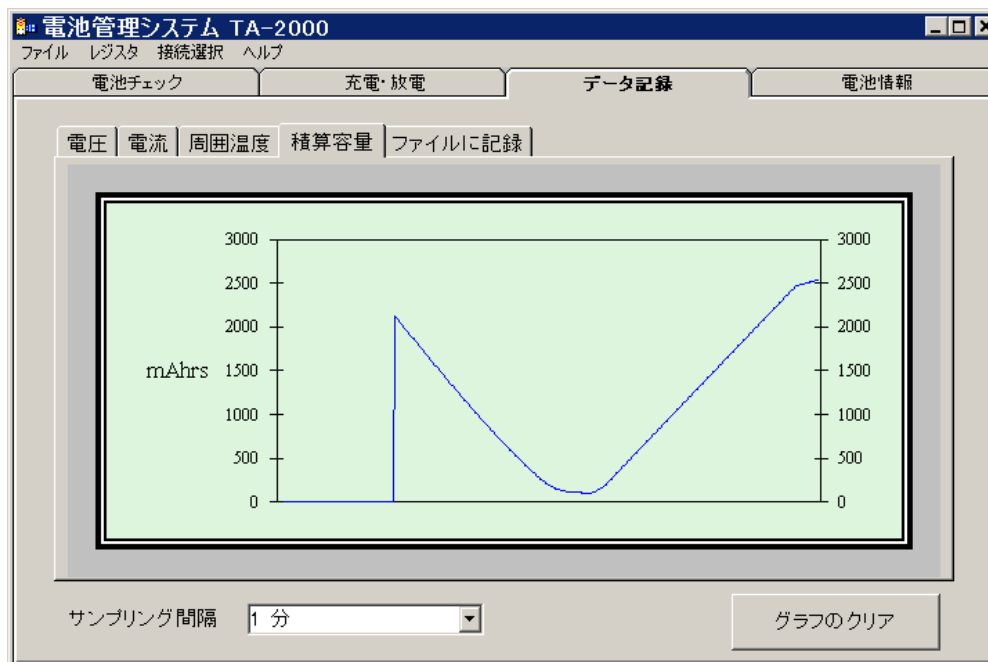


写真2 積算容量を自動的にプロットしたグラフ

DS2751 の電圧測定機能を利用すれば乾電池や充電式電池の簡易チェックが出来ますが、この説明はここでは省略します。

#### DS2751 と DS2490S の基本動作

DS2751 と DS2490S の仕様や動作の詳細については、英文データシートを <http://japan.maxim-ic.com/> からダウンロードしてください。

#### 電池管理システムの回路説明

電池管理システムの回路図を図1に示します。回路は比較的簡単と言えますが、回路を大きく分けると、5Vから3.3Vへの電圧変換回路、USBと1-WireとのI/F用のDS2490Sの回路、システムの中核となるDS2751の回路、そして電池のチェック機能や放電負荷を切り替えるスイッチ回路からなっています。

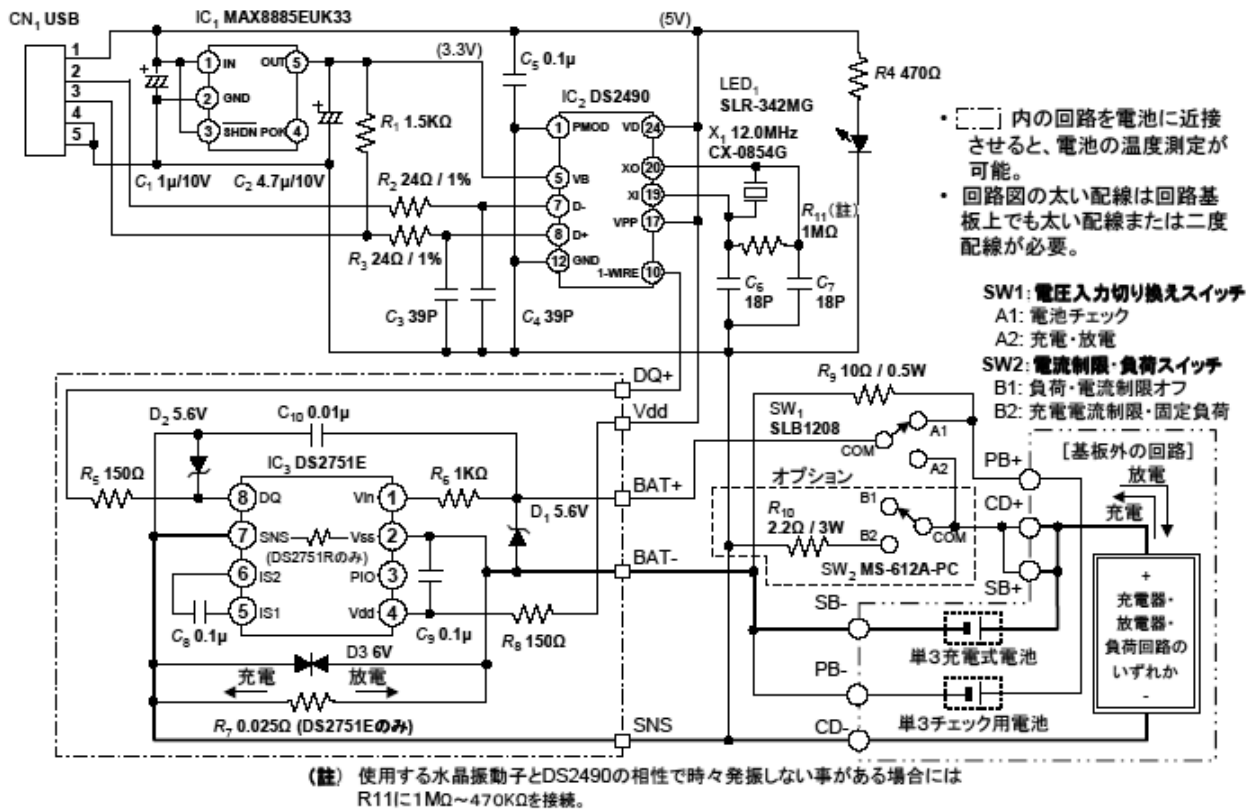


図1 電池管理システムの回路図

MAX885EUK33 (マーキングはADLH) は150mAの負荷までドライブできる低ドロップアウトのリア・レギュレータですが、3.3Vの回路電流は7mAです。

DS2490SのUSBトランシーバの差動ペアI/Oは、USB仕様書で要求される終端抵抗の範囲にするために、R2とR3には24Ωで1%公差の抵抗を接続します。また、DS2490SをフルスピードUSBデバイスとしてUSBハブに識別させるために、R1の1.5KΩのプルアップ抵抗を接続します。C3とC4の39pFのコンデンサは、エッジ制御用とEMI削減目的で接続しています。

クロックの発振回路には、京セラキンセキ社のCX-8045Gという表面実装型の水晶発振子を使用しています。この水晶の並列負荷容量は12pFですので、水晶の両側にこの値の2倍の容量のコンデンサが必要です。パターンの浮遊容量が1pFあるとして、C6とC7に22pFを接続しています。ちなみに、DS2751Eの回路だけを作成して、この回路のDQ端子と写真4のようなDS9490RというUSBと1-WireのI/FアダプタとをRJ-11の電話機用のモジュラー・ケーブルで接続することも出来ます。



写真3 DS9490R インターフェース用アダプタ

DS2751Eの周辺回路についてですが、DS2490SのデータI/O端子との間にはR5の抵抗を入れていません。これは両チップを離れて設置した場合に、I/O端子経由でESD(静電気放電)が流入してICが破壊されるのを防止する役目があります。同じ目的でDS2751Eを保護しているのは、D1、D2、D3、R6、R8です。センス抵抗R7と並列に挿入しているD3は、DC6Vのバリスタを使用しています。

DS2751EのVDDの電源はUSB端子から供給される5Vです。このICのGND側のVSSは電池のマイナス端子に接続されており、回路全体のGNDには直接接続されていないことに注意してください。すなわち、電池を電源として充放電回路を負荷とするハイサイドの電流検出回路を形成していますので、ICのGNDと回路のGND間には25mΩのセンス抵抗が存在します。電池のプラス端子は、R6を通して入

力抵抗値が 5M の電圧検出入力端子に接続しています。

単 3 などの乾電池が充放電回路に接続されないようにすると共に、R9 の負荷抵抗が二次電池に接続されないようにするために、チェック用の電池と充電式の二次電池の切り換え回路を設けて DS2751E の電圧入力を切り換えています。スライド・スイッチが『電池チェック』側になっている時には、DS2751E の電圧入力端子にはチェック用の電池が接続されます。

スイッチが『充放電』側にあると、メータ画面で充電式電池の電圧などがメータに表示され、充電器、放電器または負荷回路（電池を電源とする機器）を CD+ と CD- 端子に接続することにより、それぞれの機器が動作します。回路図にはオプションとして、SW2 の電流制限・負荷の切り替え機能を付けていますが、市販の 2A を超える充電電流の充電器を試験的に接続したり、電池電圧を監視しながら固定負荷で放電するときには使用できます。3.7V のリチウム電池をシステムに接続するときには、オプション回路は必要ありません。

#### 基板のパターン図と部品マウント図

基板のパターン図と部品マウント図は、それぞれ図 4 と図 5 を参照してください。部品を実装せずパターンが通らないランドは白抜きにしてあります。網がかかった部分は銅箔テープの部分です。電池ホルダには、写真 5 のように必ず電池の逆挿入を防止する工夫が必要です。ダイオードなどによる逆接続の防止方法は使用できません。



写真 4 電池の逆挿入防止用のプロテクター

#### ソフトのインストール

##### PC との接続チェック

パソコンの USB 端子と本システムの USB コネクタを、USB ケーブルで接続します。正しく配線されていれば、基板上の LED が点灯します。この時点では電池を入れる必要はありません。Windows が新しい USB デバイスを発見して必要なドライバの検索を始めますが、キャンセルしてください。USB のドライバと本システムのソフトをパソコンにインストールすることにより、本システムが動作します。

##### ドライバとソフトのインストール

マキシム社のウェブサイト（<http://www.ibutton.com/software/tmex/>）にアクセスし、「Download Version 3.22 (TMEX API only.）」にある「Drivers with iButton Viewer (self-extracting executable)」をクリックし、最新版の USB ドライバをインストールします。システム・ソフトは CQ 出版社のウェブサイト（<http://www.cqpub.co.jp/toragi/download/2005/TR0508B/TR0508B.LZH>）にあるソフトウェアをダウンロードしてインストールするか、DS2751K 評価キットのソフトウェアをインストールします。



## 実際の使用方法

DS2751E の電圧センス端子 ( $V_{IN}$ ) の絶対最大定格は、 $-0.3V \sim +4.5V$  です。従って、電池や外部の直流回路を接続するときに逆の極性にしたり、規格以上の電圧を印加すると、IC が破壊する可能性がありますので、十分に注意してください。外部の充放電器を接続するときにも同じく注意が必要です。

充電器と放電器はそれぞれ個別の装置ですので、市販の充電器とリード線が太くて短いダミー電池を自作するなどの方法で、このシステムと接続する方法があります。(充電器に手を加えることはお勧めできません。)しかし残念なことに、ほとんどの市販充電器の充電異常検出機能が動作してしまうため充電を途中で停止してしまいます。また、最近の急速充電器の充電電流は充電状態次第で  $1.9A$  を超えるため ( $2.5A$  を超えるものもあります。)、DS2751E の積算可能範囲を超えてしまい正確な充電量は測定できません。筆者が完全動作を確認した充電器はトランジスタ技術誌 5月号に掲載の充電器です。

電池の充電状態を調べるには、市販の充電器で満充電をしておき、冒頭に述べた急速放電器または市販キットの放電器を使用して  $1.0V$  の放電終止電圧まで放電すれば、総充電量 (充電量) を知ることが出来ます。オプションの  $2.2 / 3W$  のセメント抵抗を使用して放電する場合には SW2 をオンにし、必ず電池電圧を常時監視して、電池電圧が  $1.0V$  になったところでこのスイッチをオフにします。

トランジスタ技術誌 5月号の充電器はパルス充電をしていますので、充電の周期と電流メータの表示のリフレッシュ周期が大きいくずれると、正しい充電電流をメータで見られませんが、積算値には影響ありません。

## こんな使い方も

この電池管理システムは、乾電池などの残容量を簡易的にチェックしたり、充電式の電池の充放電状態を詳細に監視したりする事が出来ますが、最大電圧と最大電流のそれぞれの値が  $4.5V$  と  $1.9A$  以内であれば、簡単な工業計測に転用出来ます。また、センス抵抗値を小さくしてこの較正を行えば、 $\pm 1.9A$  以上の電流にも適用できます。さらに、DS2480B という RS-232C と 1-Wire とのインターフェース用 IC を使用すれば、パソコンの RS-232C 端子に接続してこのシステムが使用できます。例えばある装置や回路の電圧や電流値の時間変化は、ペン・レコーダなどを使用しなくても行えますし、必要に応じて数値データとしてパソコンのハードディスク上に残すことも可能です。また、ダラス・セミコンダクタ社の 1-Wire バスで動作する温度センサなどの IC 回路を製作し、DS2751 と置き換えるか DS2751 が接続されている DQ ラインに並列接続すると、その IC 用のソフトの準備が必要ですが、機能変更や拡張が可能になります。

## [ 試作品の紹介 ]

写真 7 a/b にシステム本体の基板と二種類の電池ホルダを取り付けた基板を一つにして試作した電池管理システムを示します。

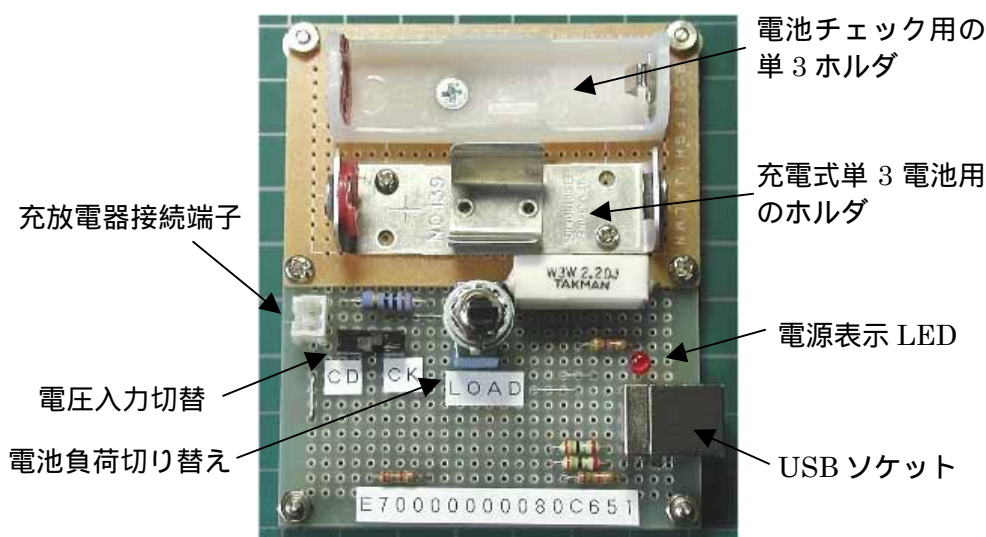


写真 5a 電池管理システム基板と電池ホルダ基板を組み合わせた試作品

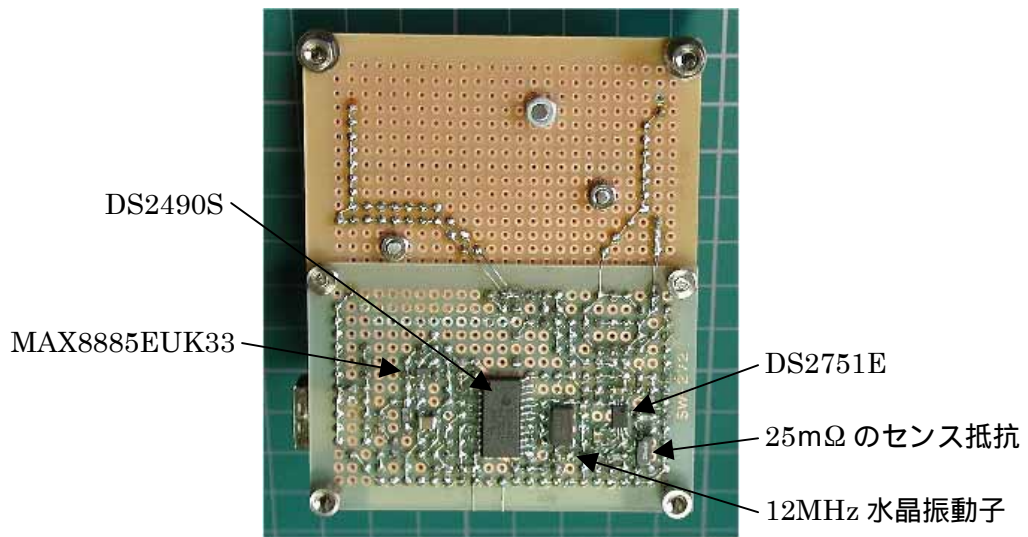


写真 5b 電池管理システムの試作品のパターン面

(註) このアプリケーションノートは、CQ 出版社のトランジスタ技術誌 2005 年 8 月号 (199 頁 ~ 206 頁) に掲載された記事の原稿の抜粋で、著作権者の了解を得ています。