

自然エネルギーの 活用にチャレンジ

蛍光灯とパワーLEDの併用で消費電力を削減する
大型ソーラ・パネルを使った
終夜灯の製作〈後編〉

漆谷 正義
Masayoshi Urushidani

第10回

前回(2006年4月号)は、大型のソーラ・パネルを使って、写真10-1のような屋外灯を作りました。今回は、この屋外灯に組み込む制御回路を製作します。日暮れになると、まず蛍光灯を点灯させます。そして人通りの少なくなる22時ごろに、ハイ・パワーLEDラ

ンプに切り替えて消費電力を削減します。夜明けになると消灯し、ソーラ・パネルからバッテリーに充電が始まります。

日暮れの検出はソーラ・パネルの出力電圧を利用します。タイマはアナログ回路で作ります。蛍光灯は12Vのバッテリーを電源とするインバータ回路で駆動します。また、簡単にするため、ハイ・パワーLEDランプはバラスト抵抗で定電流駆動します。以上の機能をマイコンを使わずに実現してみましょう。

制御回路の設計

● 太陽電池は高感度な照度センサになる

一般の街路灯は、硫化カドミウム(CdS)照度センサ(とバイメタル)を使って昼夜を判別しています。夜明けに、周囲が明るくなっても点灯し続けている街灯をよく見かけます。CdSセンサは明るさの検知精度が悪く、屋外環境下で光-抵抗値特性が劣化していくという欠点があります。また、有害物質であるのに廃棄管理が難しく、代替手段が求められています。しかし、CdSセンサ回路は図10-1のように非常に簡単に済むものなので、代替手段もコスト的に見合うものでなければなりません。



写真10-1 冬の日差しを浴びて充電中の太陽電池屋外灯

Keywords

CdS照度センサ、蛍光灯、定電流プッシュプル方式インバータ、パワーLED、CRタイマ、コンパレータ、自動車用バッテリー、38B19L、LM393

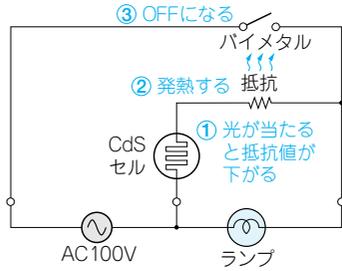


図10-1 街灯に使われているCdSセンサの回路

太陽電池はCdS照度センサの置き換えになり得るものです。実際、超小型の太陽電池セルを直列に接続し、MOSFETを直接駆動できる素子がCdS代替手段として開発されています。今回は、太陽電池をエネルギー源としているので、これを照度センサとして使うことができます。太陽電池は、周囲がやっと見えるほどの薄明かりでも、十分な出力電圧(このモジュールでは1V程度)が得られ、CdSセンサの性能をはるかに凌駕しています。

● 照度検出回路はコンパレータで構成する

日暮れ時の太陽電池の出力は1V以下ですから、低い電圧を比較検出できるものでなければなりません。図10-2のIC_{1a} LM393は、単電源動作で、入力レベルがグラウンド・レベル近辺でも使える(つまり同相入力範囲が広い)コンパレータです。

日暮れになり、3ピンの電圧が2ピンの基準電圧より低くなると、出力端子1ピンがH→Lとなります。R₅により検出電圧にヒステリシスを設けて、切り替わり時のばたつきを防止しています。

実際の回路は後述の図10-5のようになっています。IC_{1a}の1ピンがLレベルになると、R₇とR₁₁を通じてTr₃のベース電流が流れ、Tr₃がONして、インバータの発振が始まり、蛍光灯が点灯します。

太陽電池の出力は、図10-5のバッテリーBT₁を外し

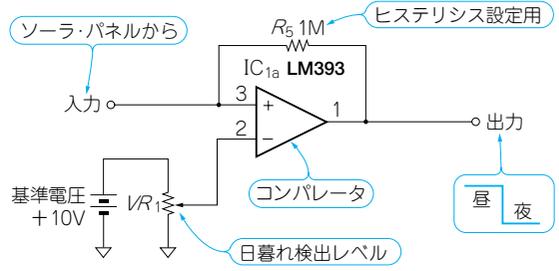


図10-2 日暮れを検出するコンパレータ回路

た場合には20V以上になりえます。したがって、ツェナー・ダイオードD₂により、コンパレータへの入力電圧が10Vを越えないようにしています。逆流阻止ダイオードD₁があるので、太陽電池の電圧がバッテリーの電圧(12~14V)以下になると太陽電池の出力電圧がD₁のアノードに直接現れます。これをR₂とR₃で分割(0.9倍)して、IC_{1a}の3ピンに入力しています。一方、2ピンにはD₃の電圧(10V)を、R₂と(R₄+VR₁)で分割した約0.74Vが入力されます。これが検出レベルで、VR₁により調整できます。

● 蛍光灯は負性抵抗をもった放電管

蛍光灯は、水銀蒸気を含む低圧の混合気体における放電を利用したものです。まず、放電を開始するのに気体の絶縁を破る高い電圧が必要です。いったん放電を開始すると、電極両端の電圧は低くなり、負性抵抗(電流が増えると抵抗が小さくなる)を示します(図3)。

したがって、内部抵抗の低い電源につなぐと、電流が増加するにつれて抵抗値が下がるので、電流はさらに増加し、暴走に至ります。一般の蛍光灯は、放電開始時に管両端にあるフィラメントを予熱して水銀蒸気を発生させます。今回は回路を簡単にするため、フィラメントを予熱せず、トランス2次側の電圧を上げることににより、放電を開始させます。この方法は、フィラメントを傷めるので、管の寿命が短くなりますが、消費電力を小さくできるメリットがあります。蛍光灯の寿命は、管の両端が黒ずんでくることで判断できます。

● インバータ用トランスの設計

トランスの設計手順は、概略次のようなものですが、難しいと思われる方は、この項は読み飛ばして計算結果だけ使うか、または後述の市販品を流用するなどしてください。

① コアの選定

トランスのコア・サイズは、出力電力30W程度の場合にはEI28が妥当です。今回は巻き線を容易にするため、大きめのEI35(60W程度)を使いました。フェ

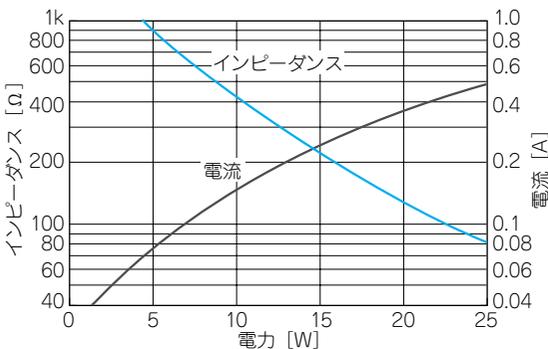


図10-3 蛍光灯(FL20)の特性