

技術ノート

電球用断線検出装置の開発

宮島良一*

Development of a fault detection device for a light bulb

Ryoichi MIYAJIMA

1. まえがき

一般に、交通信号灯や照明灯等に用いられる電球の断線検出法には、電圧・電流を直接モニターする方法や電球からの放射光をモニターする方法等が考案されている。

前者は、電圧を電圧変成器(PT)、電流を電流変流器(CT)で、それぞれ検出し、その信号をデジタル変換した後、CPU等で判断して電球の断線を判定する方法である。一方、後者は、光を検出する受光センサの出力等で電球の断線を判定する方法である。

しかし、前者は、電源電圧の不安定さが正確な電球の断線検出を阻害する恐れがあり、かつCT、PT及びCPU等で構成されるため、装置が大きくなる。後者は、光センサの取り付け場所や外乱となる周囲光対策など課題が多い。

そこで、電球に印加される交流電圧及び交流電流の有無をパルス出力として得る新しい検出回路を考案し、電球の断線検出装置を開発したので報告する。

2. 電球用断線検出装置の試作

2.1 電球用断線検出装置

1) 試作装置の概要

電球の断線検出は、次の3つの状態、
 ① 電源がオフの状態、
 ② 電源がオンの状態で電球点灯、
 ③ 電源がオンの状態で電球断線のため消灯の3つの状態が考えられる。それぞれを論理回路の出力の”L”、”H”、”パルス”で表すことが可能である。本試作装置では表1のような組み合わせの回路を考案した。

試作装置の断線検出法は、電圧・電流を直接モニターする方法の一種であり、電圧・電流の有無をフォトカプラ出力で検出し、その出力を用いて断線判定を行う方法である。

試作装置は、図1に示すように電圧検出回路、電流検出回路、断線判定回路で構成されている。

表1 電球の状態表示

電球の状態	電源オフ	電源オン	電源オン・断線
点灯状態	消灯	点灯	消灯
論理出力	”L”レベル	”H”レベル	パルス

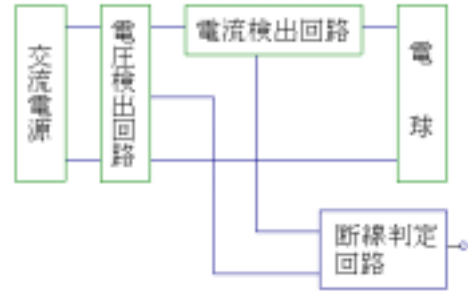


図1 電球断線検出装置の構成

2) 電圧検出回路

電圧検出回路は、整流ダイオード、フォトカプラ駆動回路とフォトカプラを直列に接続した。

電圧検出回路の出力、つまりフォトカプラの出力は、電源がオンの正の半波では”L”レベル、負の半波では”H”レベルになり、その結果、パルスとなる。

一方、電源がオフの状態、フォトカプラの出力は”H”レベルの状態が連続的に保持される。

なお、電圧検出回路の出力は、電圧がAC10V以上であれば、連続的に安定なパルスを発生するものであり、電圧の変動に対し極めて安定である。

3) 電流検出回路

電流検出回路は、図2に示すように負の半波の電流を流す整流ダイオードと正の半波の電流を流すトランジスタを逆方向に接続したもので、トランジスタのコレクターベース間にバイアス抵抗を、さらにバイアス抵抗に並列に電流制限抵抗とフォトカプラを接続した構成である。

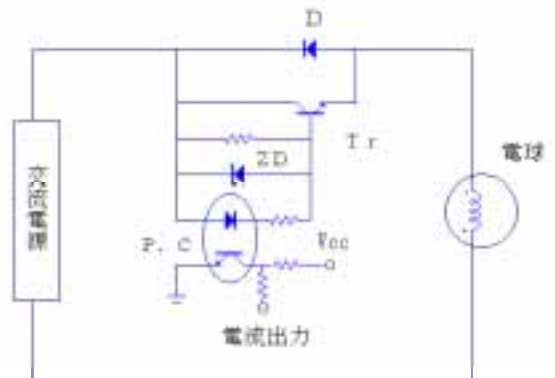


図2 電流検出回路

*情報システム技術グループ

この回路の出力は、フォトカブラの出力になり、電球に正の半波の電流が流れた状態では、"L"レベルになり、負の半波では"H"レベルになり、その結果、パルスとなる。一方、電源がオフの状態、フォトカブラの出力は"H"レベルになる。

なお、電流検出回路の挿入による電圧損失は、1V以下である。

4) 断線判定回路

断線判定回路は、図3に示すようにシュミット・トリガ・インバータ2個、リトリガ・シングル・ショット(RSS)1個、2入力AND1個で構成されている。

次に、断線判定回路の動作を、図4の波形図を用いて時間軸のタイミングで3つの状態、交流電源オン、電球断線に分けて説明する。なお、信号波形A~Dの各々は、Aは交流電源の波形及び図3の各部の波形BからDを表わしている。

まず、状態1では、フォトカブラの出力B、Cの波形は共に"H"レベルを維持し、出力Dは"L"レベルを維持している。

状態2では、出力波形B、Cは、正弦波Aの正の半波に"L"レベル、負の半波に"H"レベルに対応したパルスになる。この時、Dの波形は"H"レベルを維持している。

状態3では、出力波形Bは状態2と同様にパルスになるが、電球の断線の発生によって出力波形Cは"H"レベルになる。そのため、出力Dはパルスを連続して発生する。よって、このパルスの発生を検出することにより、電球の断線を検出できる。

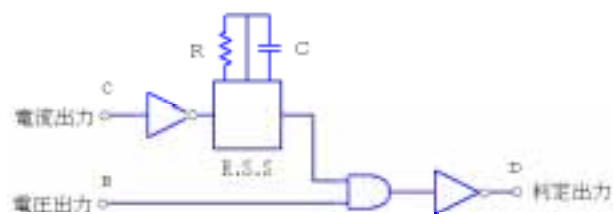


図3 断線判定回路

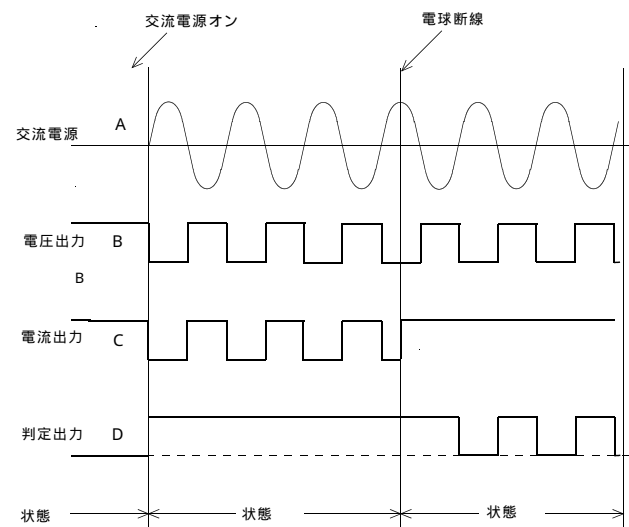


図4 各部の波形

2.2 二重フィラメント電球用断線検出装置

独立した2つのフィラメントを有する二重フィラメント電球の断線検出は、図5に示すように、電圧検出回路、2つのフィラメントに流れるそれぞれの電流を検出する2つの電流検出回路及び断線判定回路で構成されている。

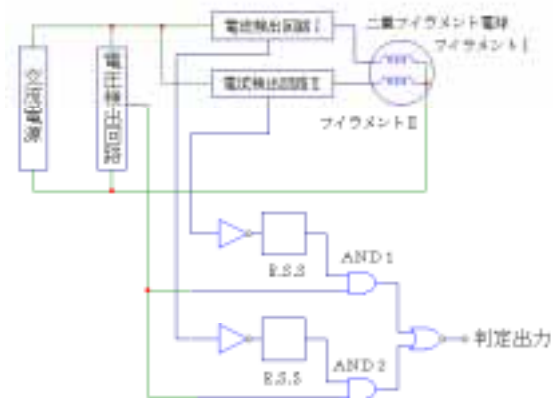


図5 二重フィラメント電球の断線検出装置

断線判定回路は、図3の断線判定回路と同様な回路をフィラメント毎に接続した上に、さらに、その2つの出力を入力とする2入力ORで構成されている。

次に、電源オンで、電球の一つのフィラメントが断線した状態について説明する。断線していないフィラメントの電流検出回路の出力はパルスになる。断線したフィラメントの電流検出回路の出力は"H"レベルになる。その結果、AND1の出力は"L"レベルを維持し、AND2の出力はパルスになり、AND1、2の出力を入力とする2入力ORの出力はパルスになる。つまり、電球のフィラメントが断線したことにより断線判定回路の出力は"H"レベルからパルスに変わり、その後、連続してパルスが持続されます。この結果、電球の断線を検出できる。

逆に電球のフィラメントだけが断線した場合や電球のフィラメント及びが同時に断線した場合も同様に、断線判定回路の出力は"H"レベルから連続したパルスになる。このことにより電球の断線を検出できる。

3. まとめ

試作の断線検出装置は、回路構成が簡単、電源電圧の変動に対し、電圧検出回路が安定で、影響が極めて少なく、CT、PT、CPUが不要で小形で安価等の特長がある。

独立した二つのフィラメントを有する電球を用いることにより、一つのフィラメントが断線した状態でも完全に消えることがなく、かつ断線検出装置によりフィラメントの断線を自動検出することで、交通信号システムの安全性向上及び保守性向上に大きく貢献できる。

今後は、信号灯や照明灯の断線検出装置として、新設及び既設の設備の保守性を向上するため、技術移転し、実用化を図る。

(原稿受付 平成13年8月1日)