

Readout

HORIBA Technical Reports

特集 量から質へ エンジン排ガス分析 September 1995 ■ No.11

自己診断機能付き焦電形赤外線センサ

Pyroelectric IR Sensor with Check Mode

岡本一隆

Kazutaka OKAMOTO

(Pages 71-76)

株式会社 堀場製作所

自己診断機能付き焦電形赤外線センサ Pyroelectric IR Sensor with Check Mode

岡本 一隆
Kazutaka OKAMOTO

【要旨】

熱型の赤外線センサの一種として知られる焦電形赤外線センサは、人体から放射される微弱な赤外線を検知する光学素子で、侵入者警報器などに数多く用いられている。焦電センサの内部にチェック機能としての発熱体を付加した、『自己診断機能付き焦電形赤外線センサ』を新しく開発・製品化した。

このセンサをセキュリティシステムに適用すれば、これらを管理する警備会社は通信回線を利用して遠隔かつリアルタイムにシステムが正常に動作しているか否かの点検作業が可能となる。本稿では本センサの原理、特長に合わせ、セキュリティシステムへの応用例を紹介する。

Abstract

Pyroelectric sensors are known as a kind of thermal type infrared sensor. These optical devices detect very weak infrared radiation emitted from the human body, and so they are frequently used in applications such as motion detectors for security systems. Recently, we at HORIBA have developed and put onto the market a Pyroelectric IR Sensor with Check Mode. This pyroelectric IR sensor contains a heater for use as a check function.

Applying this sensor in security systems allows security companies to check in real-time from a remote location over a communications line whether or not the system is functioning normally. This paper describes the principles of operation and features of the sensor, and gives examples of how it is applied in security systems.

1. はじめに

自動化・省力・省エネなどの言葉が使われ始めてから久しい。焦電形赤外線センサ(図1, 以下焦電センサと呼ぶ)を使った人体検知システムは、侵入者警報器や自動ドア、ライトスイッチ(自動照明)など、私達の生活空間において活用されている。

近年、生活環境の快適さ、安全性を追求するための機器はますます複雑化し、

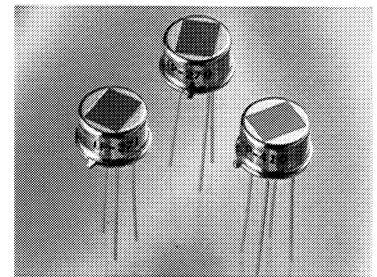


図1 焦電形赤外線センサ
Pyroelectric IR sensors

保守点検のための工数も増加しがちである。本来、保守作業までが簡略されてはじめて省力化が達成できたといえる。

『自己診断機能付き焦電センサ』はこのような課題に応える新しい製品である。

2. 焦電センサと人体検知ユニット

*1 非分散形赤外線ガス分析計

赤外線の照射を受けたガス分子が、その固有の振動及び回転スペクトルに相当する波長の赤外線で励起され相応する赤外線を吸収する効果を利用したガス分析計

当社では、永年にわたって培ってきた赤外線の基盤技術をもとに、各種の赤外線関連製品を取り揃えている。焦電センサは、非分散形赤外線ガス分析計*1の核である検出用として、あるいは人体検知用として幅広く利用され、当社では最も小形でかつ量産(生産能力20万個/月)される製品である。

焦電センサは赤外線検出器のうちでも、感度の波長依存性がなく、室温で動作する“熱型”のセンサであり取扱いが容易なうえ安価である。

赤外線を集光するミラーやフレネルレンズなどの光学系と、バンドパスアンプやコンパレータなどの電気回路を接続すれば人体検知ユニット(図2)が構成される。本ユニットは、侵入者警報器や自動ドア、ライトスイッチとして室内の一角に設置され、その視野内(警戒エリア、図3)の人体の動きを非接触で検知して電気信号として出力する。

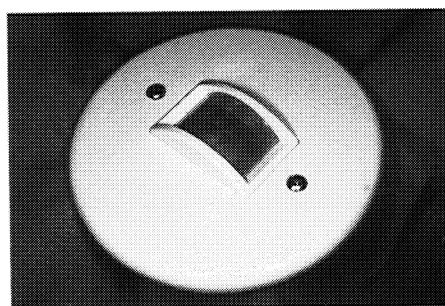


図2 人体検知ユニットと構成図
Motion detector and configuration

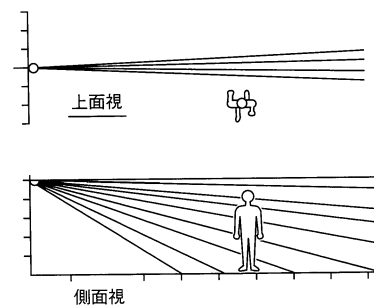
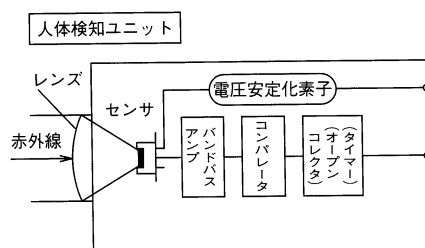


図3 人体検知器の警戒エリア
Detection area of motion detector

3. セキュリティシステムの点検と自己診断機能付き焦電センサ

3.1 セキュリティシステムの点検

“治安が行き届いた国”といわれてきたわが国でも、天災、人災を問わず、社会不安を感じる事が多い昨今、“安全・安心・快適”を提供するセキュリティ産業の成長は目覚ましいが、セキュリティシステムには常に万全な態勢が必要で、警報器の定期点検は欠かせない。

従来、警報器は点検者が設置現場に向いてチェックしているが、その設置台数は年々増加しており、点検作業を合理化することが大きな課題となっている。

システムになくってはならない警報機器には主に受動形赤外線式の端末器が採用されており、その心臓部には焦電センサが使われている。

3.2 自己診断機能付き焦電センサ

従来の焦電センサは、人体から放射される赤外線($h\nu_1$)を透過させる赤外線透過窓と赤外線検出部とから構成される。一方、自己診断機能付き焦電センサは、パッケージ内部に更に別の赤外線($h\nu_2$)を放射する発熱体を配置し、赤外線検出

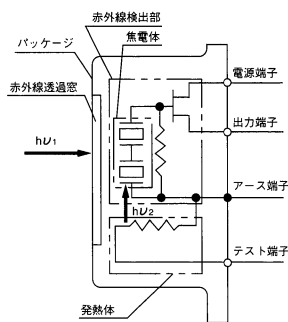


図4 自己診断機能付き焦電センサ
Pyroelectric IR sensor with check mode

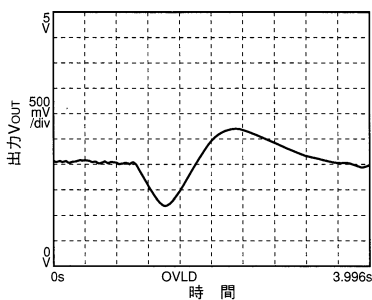


図5 自己診断機能による出力波形の一例
Example of output waveform generated by check mode

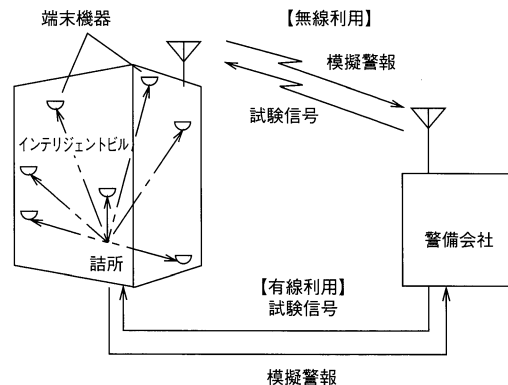


図6 自己診断機能の利用方法の例
Example of how to use check mode

部とを複合化させている(図4)。

使い方は、センサの発熱体に外部から所定の電圧を印加して赤外線($h\nu_2$)を発生させると、人体を検知した時と同様の模擬信号が出力される(図5)。この模擬信号によってシステムが正常に働いているか否かが容易に確認できる。これを『自己診断機能』と呼ぶ。

自己診断機能の利用方法を、警備会社とインテリジェントビルに適用した例を図6に示す。

通信回線(有線や無線)を利用して警備会社から自己診断機能付き焦電センサを使った警報器の端末機器に対して、自己診断機能を動作させる命令($h\nu_2$ の点灯命令)を送ればこれに反応した模擬警報が戻ってくる。これを各端末に次々と繰り返すことにより、全ての端末機器が手で点検できることになる。

4. 新しい焦電センサの動作原理と内部構成

4.1 動作原理

センサの受光部にはPZT(チタン酸ジルコン酸鉛)系の強誘電体*2からなる焦電素子が配置される。

素子が赤外線を受けると、素子表面の電荷量が過渡的に変化し、素子に並列に接続された負荷抵抗に焦電流が流れる。この現象は焦電効果とよばれる。

センサの等価回路を図7に示す。焦電流 I_p は負荷抵抗 R_g の両端に電圧 V_p を発生させるが、負荷抵抗のインピーダンスが $1 \times 10^{11} \Omega$ (100G Ω)と非常に高いため、FETでインピーダンス変換し、外部に電圧出力する。 R_p と C_p は焦電素子の絶縁抵抗と静電容量であり、 R_T は自己診断機能としての役割を担う発熱抵抗体である。

*2 強誘電体
自発分極が、周囲の電場によってその方向を反転できる結晶

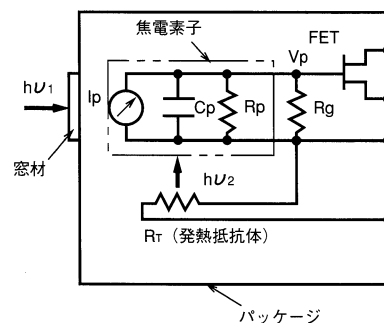


図7 センサの等価回路
Equivalent circuit of sensor

4.2 内部構成

焦電センサの断面図を図8(A)に示す。電磁シールドと気密封止を行うため検出器は通称TO-5型と呼ばれる金属パッケージに収納する。パッケージの開口部は赤外線透過窓で封止されるが、焦電素子の感度は波長依存性がないため、透過窓は用途に応じて波長選択性を持たせる。人体を検知する場合は、人体から放射する6~12 μ mの赤外線を透過し、それより短波長の光(特に可視光)の影響を受けないような光学フィルタを窓材に使う。

センサ内部ではステム上部にリードピンを介して回路基板が配置される。基板の上面の支持台に焦電素子を置く。この支持台は、焦電素子と基板とのスペーサ

の役割を担い、素子が受けた熱が基板へ散逸しないように断熱し、焦電効果を有効に活用する。基板の裏面にはチップ状の高抵抗やFETのほか、自己診断機能を果たす発熱体としての薄膜チップ抵抗体を実装する。発熱体周辺部を拡大して図8(B)(特許出願中)に示す。この抵抗体で発生した熱を焦電体に伝える方法がポイントとなる。

基板裏面のチップ抵抗体での熱は熱伝導率の高い金属(銅)導体部を選択的に伝わり、スルーホール中のハンダを経て基板表面の発熱端面及びその周辺部から焦電素子へ熱放射される。

このチェック用赤外線($h\nu_2$)を受光して、検出器は人体を検知した時と同様の模擬信号を出力する。

焦電センサ内部の基板裏面の部品実装状態を図9に示す。表面実装部品は通称1608サイズと呼ばれる小形部品を採用し、高密度実装を達成している。こうしてわずか直径8mmのTO-5型パッケージに赤外線検出部と発熱抵抗体とを複合化した。

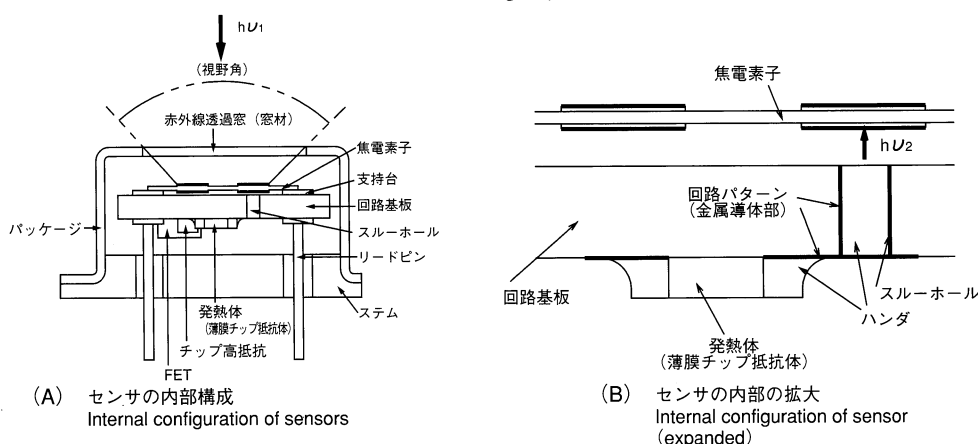


図8 自己診断機能付き焦電形赤外線センサ
Pyroelectric IR sensor with check mode

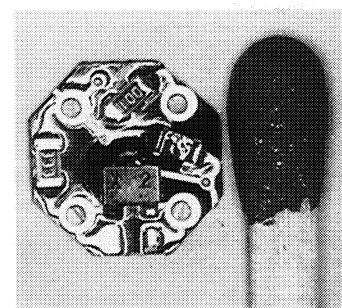


図9 構成部品の実装(参考にマッチ棒を添えている)
State of mounted components (match stick provided as reference)

5. 『自己診断機能付き焦電センサ』を選択するポイント

最良の自己診断機能付きセンサを選択する上での設計ポイントがいくつかある。(1)適切な「自己診断機能」を確認すること。

①正常な自己診断機能と誤動作

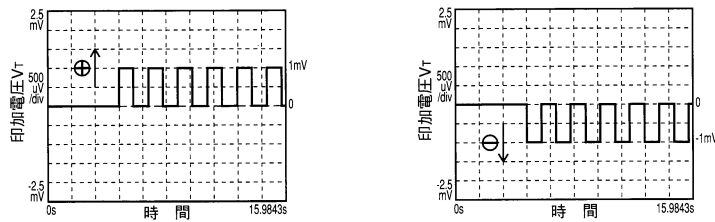
自己診断機能の出力は、センサ内部の赤外線($h\nu_2$)によるものを選択すること。市販品のなかには、発熱体へ電圧 V_T を印加すると、熱によってではなくセンサ内部で起こる電磁場の乱れによって出力し、これを自己診断機能と称するセンサがある。この場合はセンサから後のシステムは点検できても、センサ自体の異常は発見できず、失報を招くことになる。

②自己診断機能の動作と誤動作の判別方法

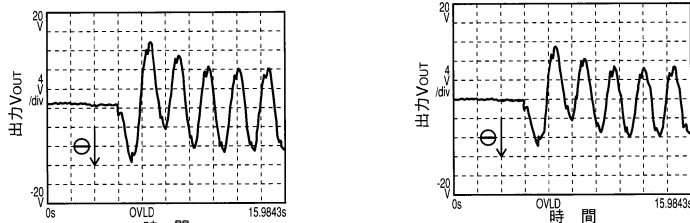
誤動作か否かは発熱体へ印加する直流電源 V_T の極性を反転させて(図10(A), 図11(A))焦電センサの出力の極性が反転するか否かで判断できる。

当社のセンサは $h\nu_2$ により選択的に動作するから、 V_T の極性に関係なく、出力(V_{out})の極性は-で変わらない(図10(B))。

一方、誤動作するセンサは、 V_T の極性を+から-に反転させると V_{out} の極性が-から+に反転しており(図11(B)), V_{out} は $h\nu_2$ によるものではなく他の雑音に起因する誤動作と判別できる。

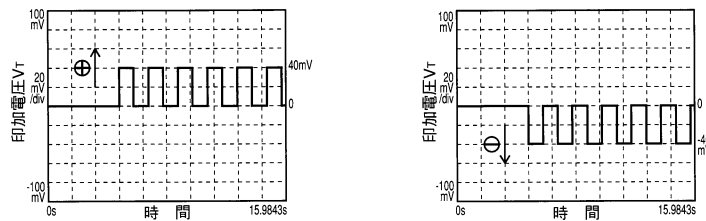


(A) 発熱体への印加電圧
Applied voltage to the heater element

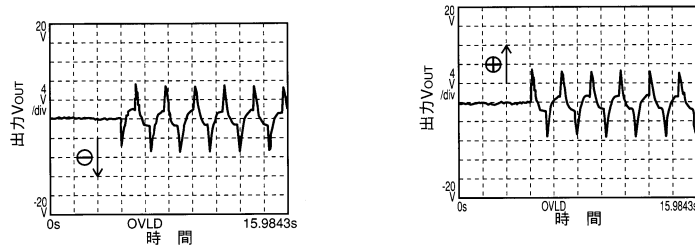


(B) センサ出力
Output of the sensor

図10 発熱体への印加電圧とセンサ出力(自己診断機能が正常な場合)
Applied voltage to the heater element and output of the sensor (Within normal check mode)



(A) 発熱体への印加電圧
Applied voltage to the heater element



(B) センサ出力
Output of the sensor

図11 発熱体への印加電圧とセンサ出力(自己診断機能が適切でない場合)
Applied voltage to the heater element and output of the sensor (Bad check mode)

(2) 電圧感度のばらつきが少ないセンサを選択すること

侵入者警報器は検出感度を設定するため、人体にかわる熱源を移動しながら、警報器のバンドパスアンプのゲインボリュームを調整する。

当社の自己診断機能付き焦電センサは、電圧感度(人体から放射される赤外線 $h\nu_1$ を検知する感度)のばらつきが少なく、かつ自己診断の出力 V_{out} (赤外線 $h\nu_2$ を検知して出力)との相関があるから、ゲイン調整の手段として自己診断機能を利用できる。即ち、自己診断機能の出力が所定の値になるようにボリュームを調整すれば人体による調整は不要となる。

(3) 自己診断機能付き焦電センサは従来モデルとの互換性を確認すること

センサを多機能化する場合、往々にしてパッケージが大きくなりがちである。それに応じてユーザーがユニットの設計変更を余儀なくされることがある。

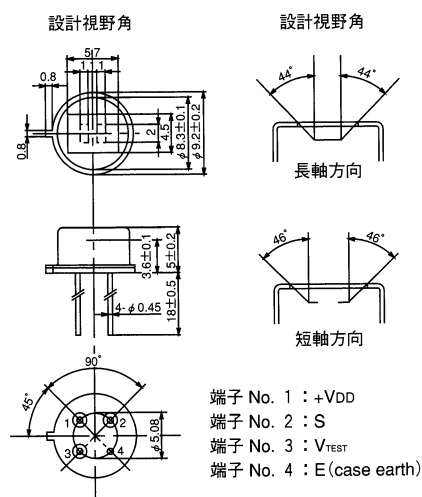


図12 外形寸法図
External dimensions

焦電センサの外形の主流はやはりTO-5型であり、警報器に自己診断機能を付加するしないに関わらずTO-5型で設計されることがユーザーにとって部品の共通化につながる。当社のセンサは自己診断機能のためのピンが存在する以外は外形は勿論、ピン配置や光学的な構成は従来品とかわりない(図12)。

(4) センサの選択は高信頼性を重視すること

点検作業がいくら簡略化されても、センサの信頼性が不十分なために度々故障するようでは結局、点検者が端末機器まで行って修理することになる。

これでは機器に自己診断機能を付加した意味が薄れる。当然のことながら、信頼性の高いセンサを選択することがポイントとなる。

6. 導入効果のまとめ

自己診断機能付き焦電形赤外線センサの導入効果をまとめると次のようになる。

- (1) 遠隔かつリアルタイムでセキュリティシステムの正常動作が確認できる。
- (2) 点検者の個人差が解消され、容易に点検頻度が上げられる。
- (3) 警報器の感度調整が簡略できる。

本文では自己診断の利用方法の一例を説明したが、使い方はこれに限定されるものではない。たとえば、

ホームセキュリティーの普及とともに住宅居住者自らが家庭用防犯機器の定期点検を行ったり、長期間の旅行で空き家となったマイホームや別荘の警備状態を自分自身でいつでも電話で確認できるシステムも可能であろう。

7. おわりに

自己診断機能付き焦電センサの内容と用途、特にセキュリティ分野での応用についてを紹介した。センサの原理・構造、赤外線モジュールや計測機器への応用については本誌バックナンバー^{1,2)}を参照願いたい。

本文が読者の方々の焦電センサへの一層のご理解と製品企画などのお役に立てれば幸いである。

参考文献

- 1) 操谷俊之, 高田秀次, Readout, No4, p.83-90 (1992).
- 2) 松本浩一, 岡本一隆, Readout, No7, p.57-63 (1993).



岡本 一隆
Kazutaka OKAMOTO
開発センター主任
1986年入社
赤外線検出器の研究開発

