

# PbS セルとフォト・トランジスタを 用いた火災報知器

山 口 勝 也\*

Fire-alarm with PbS Cell and Photo-transistor

Katsuya YAMAGUCHI

## Abstract

Fire-alarm with Ge. phototransistor and low impedance type PbS cell has been developed. The longer wavelength-limit of response is expanded to near infrared region ( $\sim 2.9$  microns), and it has been enabled to detect the over heated board or wall which emits near infrared radiation ( $\sim 3.0$  microns).

## 1. 緒 言

筆者は以前真空蒸着法による PbS 光電導セルの試作研究を行なったが製作方法を工夫することによつて低抵抗型 PbS セルを作ることができた<sup>1)</sup>, このセルはセルの暗抵抗値が非常に低く室温 (25°C 程度) で大体数  $k\Omega$  ~ 数十  $k\Omega$  を示すものが多く, 一般に高抵抗型セル (室温にて暗抵抗値数百  $k\Omega$  ~ 数  $M\Omega$ ) よりも低雑音であり<sup>2)</sup>, 液体窒素温度に冷却しても赤外線検知器として良好な動作特性を示す<sup>3)</sup> など高抵抗型セルの有しない特長をもっている, 低抵抗であるため入カインピーダンスの低い増幅器 (トランジスタ増幅器) に接続して光検出器として使用するに適しているが, 筆者はフォト・トランジスタを用いた火災報知器の動作波長限界を長波長側に延ばすために, 低抵抗型 PbS セルをフォト・トランジスタと併用し, 所期の結果を得たので以下それについて報告する.

## 2. 実験および結果

放射検知器として使用した低抵抗型 PbS セルおよび NATIONAL フォト・トランジスタ MCP-71 の分光感度特性を Fig. 1 に示す. 同図から明らかなごとく MCP-71 の遮断波長は約  $1.9\mu$  (ナショナル電子管およびトランジスタ・ハンドブック1962年版にも遮断波長  $1.9\mu$  と記載あり) であるが低抵抗型 PbS セルのそれは約  $2.9\mu$  であるから, PbS セルを用いることによ

つて約  $1\mu$  ほど動作波長限界を長波長側に延ばすことが可能なわけである. また Fig. 2 に黒体の  $400^\circ K$ ,  $500^\circ K$ ,  $600^\circ K$  における分光放射特性を示す. 黒体の温度が上昇するほど放射エネルギーも大きくなり, かつピークの位置が短波長側に移動してゆくのがわかる. 一般に物 (この場合紙や木などの可燃物が対象になる) が発火する場合ガソリンや火薬が瞬間的に燃え上るような場合は別として, ガスコンロ, 電熱器等の過熱が原因である場合はそれらの器具に接している机あるいは床などの温度上昇がまず見られるわけであるがこの温度上昇を成るべく早く捕えて報知することができれば火災報知としてもっとも望ましいのではないかと思われる, つまり焰の形に燃え上る前にかつ火勢が激しくなって部屋の気温そのものが上昇してから報知するのではなくて特定の部分あるいは場所が過熱して赤外線を放射し始めた状態のときに報知することである, コンクリートや木材などはほぼ黒体と見做し得る<sup>4)</sup> からそれらが摂氏百数十度~二百数十度に熱せられている状態を検知するには動作波長限界を  $1.9\mu$  から  $2.9\mu$  に延ばすことが有意義であることが Fig. 2 から理解し得るであろう.

Fig. 3 に本器の全景を示し第4図に本器の回路を示す. Fig. 4 に示すように PbS セルとフォト・トランジスタ MCP-71 とは並列に接続して使用した, MCP-71 の順方向暗抵抗値はベース開放で  $10K\Omega$  (室温  $18^\circ C$ ), PbS セルの暗抵抗値は  $9K\Omega$  (室温  $18^\circ C$ )

\* 応用物理学教室

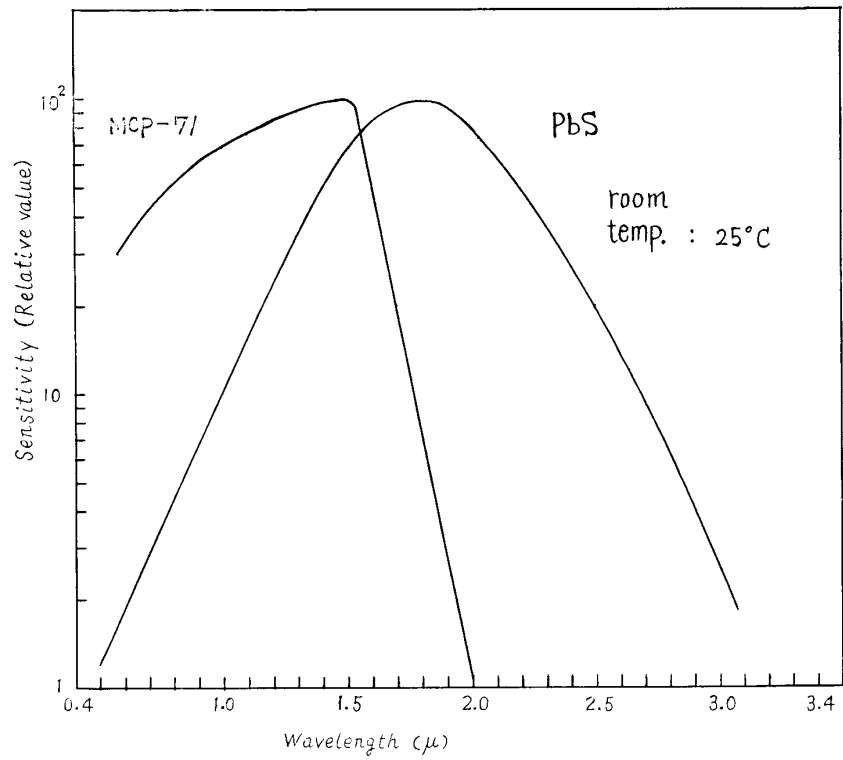


Fig. 1. Spectral response of PbS cell and MCP-71.

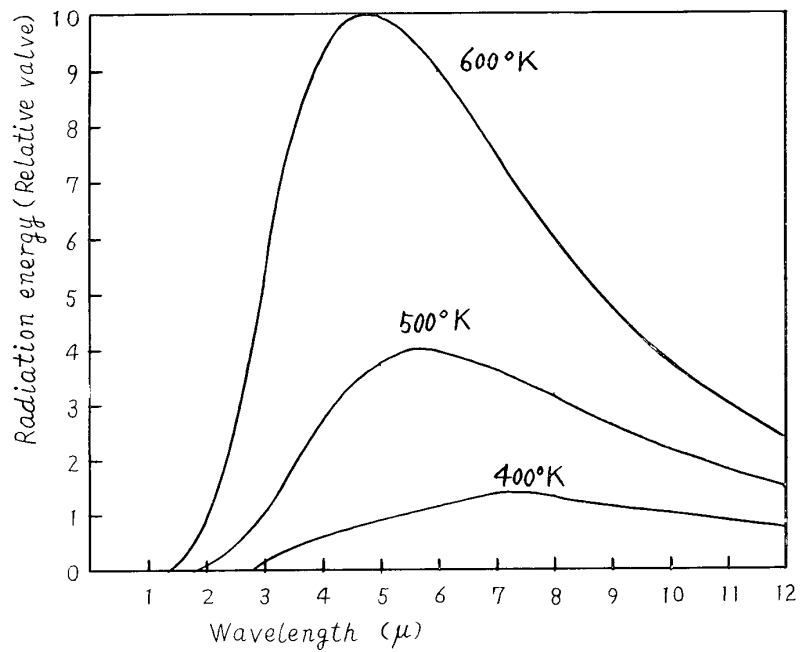


Fig. 2. Spectral radiation characteristics of black body.

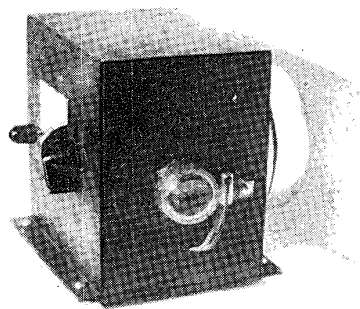


Fig. 3. Whole view of apparatus.

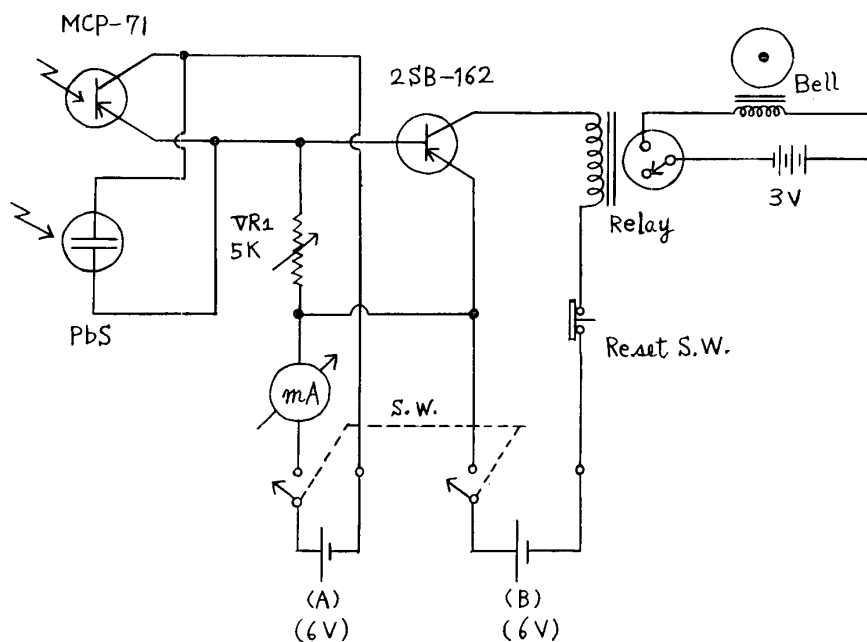


Fig. 4. Circuit diagram.

であるから合成された順方向暗抵抗値は約  $4.7\text{K}\Omega$  となる、リレーにはなるべく高感度なものが望ましいが筆者は富士通信機製 D. C. リレー 151A型 (6volt, 16 mA) を使用した。Fig. 4 の回路において PbS セルの暗抵抗値を  $R$ 、MCP-71 の順方向暗抵抗値を  $r$  とし合成暗抵抗値を  $R_s$  とすれば

$$\frac{1}{R_s} = \frac{1}{R} + \frac{1}{r} = \frac{R+r}{Rr}$$

$$\therefore R_s = \frac{Rr}{R+r}$$

いま一定の放射エネルギーが両検知器に入射してそれぞれ  $\Delta R$ 、 $\Delta r$  だけ抵抗変化を生じた場合、それが合成暗抵抗値  $R_s$  にどれだけえいきょうするかを検討する、 $R_s$  の抵抗変化を  $\Delta R_s$  とすれば

$$\Delta R_s = \left( \frac{\partial R_s}{\partial R} \right) \Delta R + \left( \frac{\partial R_s}{\partial r} \right) \Delta r$$

$$\frac{\partial R_s}{\partial R} = \frac{r^2}{(R+r)^2}, \quad \frac{\partial R_s}{\partial r} = \frac{R^2}{(R+r)^2},$$

であるから  $\Delta R_s = \frac{R^2 \Delta r + r^2 \Delta R}{(R+r)^2}$  となる。

いまもし  $R \gg r$  とすると当然  $R^2 \gg r^2$  であるから

$$\Delta R_s \div \frac{R^2 \Delta r}{R^2} = \Delta r$$

となる。つまり両検知器が効果的に動作するために両者の暗抵抗値がほぼ等しくなればならぬことがわかる。次に PbS セルを並列に入れることによって検知力がどのように変化したかについて述べる。Fig. 5 に実験装置を示す。放射源としては500 wattの電熱器を

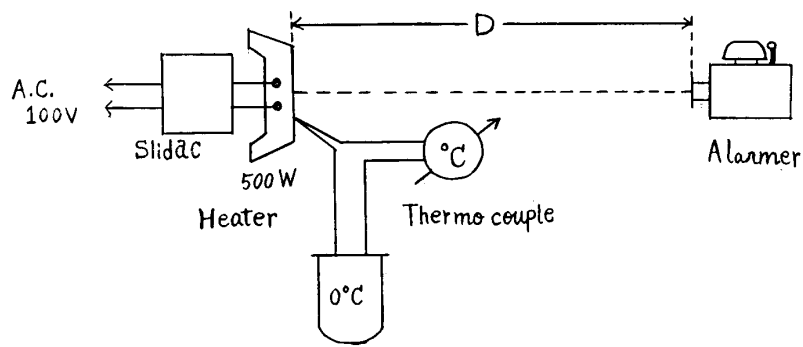


Fig. 5. Experimental arrangement.

用いスライダックで一次側供給電圧を加減してニクロム線の温度が  $127^{\circ}\text{C}$ ,  $227^{\circ}\text{C}$ ,  $327^{\circ}\text{C}$  をそれぞれ保つようにして実験した. 回路の方はフォト・トランジスタにのみ放射が入射しているときに動作せず PbS セルにも放射が入射するとリレーが動作するように感度調節用ボリューム ( $\text{VR}_1$ ) を調節して実験した. いま (A) 電池から回路に供給される電流を (1) 暗電流

(PbS セルおよびフォト・トランジスタ 両者に放射が入射しないとき流れる電流  $I_d$ ) (2) 第 1 光電流 (フォト・トランジスタにのみ放射が入射している時流れる電流  $I_{b_1}$ ) (3) 第 2 光電流 (PbS セルとフォト・トランジスタ両者に放射が入射しているときの電流  $I_{b_2}$ ) の 3 種類に分けておののおのを測定した結果を Table 1. に示す. Table 1. から明らかなごとく PbS セルを用

Table 1. Dark current and photo-current.

Source Temp. ( $^{\circ}\text{C}$ )	D (m)	$I_d$ (mA)	$I_{b_1}$ (mA)	Increase due to MCP-71 (mA)	$I_{b_2}$ (mA)	Increase due to PbS (mA)
327	1	0.545	0.560	0.015	0.581	0.021
227	1	0.560	0.560	tribial	0.565	0.005
127	0.5	0.560	0.560	0	0.562	0.002

いることによって動作波長限界が長波長側に延びていることがわかる.

### 3. 考察とむすび

火災を早期に報知するためには比較的低温 ( $130^{\circ}\text{C}$  ~  $300^{\circ}\text{C}$ ) の物体から放射される赤外線を描ることが望ましいが, フォト・トランジスタを用いた火災報知器に低抵抗型 PbS セルを併用し, 動作波長限界を長波長側に延長することによって目的を達した. PbS セルの抵抗値 (暗抵抗値) がフォト・トランジスタの

順方向暗抵抗と同程度なので, インピーダンス整合回路などを用いる必要無く, きわめて容易にフォト・トランジスタと併用することが可能であった.

### 文 献

- (1) 山口勝也: 応用物理, 30, 172 (1961)
- (2) 山口勝也: 応用物理, 31, 46 (1962)
- (3) 山口勝也: 応用物理, 31, 130 (1962)
- (4) A.S. Locke: "Guidance", D. Van Nostrand Company Inc. (New York), p. 136 (1955)