赤外線用ビジコン

静岡大学電子工学研究所 堀 井 隆
 " " 西 田 亮 三
 " " 岡 本 忍

赤外線に対して高い感度をもつ光導電体の硫化鉛を用いたビジコンの研究を行い、赤外線用ビジコンを試作した。このビジコンは実験の結果、赤外線で照射された暗黒中の物体やあるいは半田ゴテ、アイロンなど、自身で熱線を出す高温物体を撮像して受像管にその映像を再現することができた。試作赤外線用ビジコンの感度、光電変換特性、分光特性、残像などの諸特性およびその応用、特に温度測定の実験について報告する。

最近赤外線は学術的研究あるいは工業分野にも盛んに応用されるようになってきた。赤外線の検出器としては銀セシウム光電面、ゲルマニウム ホトトランジスタ PbS, PbSe, PbTe あるいは InSb などの光電導セル、サーモパイルおよびボロメーターなどがある。しかしながら赤外線の像を可視光線の像に変換するには、イメージ管あるいはテレビジョン撮像管によらなければならない。

これらの感光面としては銀セシウム光電面が専ら用いられているが、その限界波長は約 1.2 ミクロンであるために利用し得る赤外線の領域が非常に狭い。硫化鉛等の光導電物質は遙かに限界波長が長く 3 ミクロン以上にも達するので、これを撮像管の感光面に利用することができれば能率のよい赤外線像変換装置が得られる。当研究所では昨年始め頃より赤外線用ビジコンの研究を開始し硫化鉛を用いたビジコンを試作して赤外線を用いての撮像に一応成功した⁽¹⁾。引続き研究を行い今日までに第 1 段階の成果を得ることができたので、その特性および実験の概要について報告する。

1. 試作赤外線用ビジコン

(1) 構造

写真 1 に試作した赤外線用ビジコンを示す。その構造は第 1 図のごとくで、所謂 1 吋ビジコンに準じた寸法、構造となっている。その電気的な定格も殆んど同等であるので、普通のビジコン・カメラにこの赤外線用ビジコンを入れ換えるだけで赤外線テレビジョンの送像が可能

である。外管およびフェース・プレートは硬質ガラス (C.P.) を用い、フェース・プレートの内面には透明な導電膜ネサを塗付して信号板とした。信号板の上に主として硫化鉛より成る高抵抗光導電層を作った。ネサを塗付したフェース・プレートの赤外線透過特性の 1 例は第 2 図のごとくで、2.1 ミクロンあたりから透過率が減少し始める。2 ミクロン以上の赤外線に対しても、透過特性の低下しない信号板が望ましいので、今後研究を進めたい。電子銃電極は普通のビジコンと同じものを使用した。

筆者紹介

ほり 井 たかし
堀 井 隆

昭和 8 年東京工業大学電気工学科を卒業し旧浜松高等工業学校視研究員となる。現在静岡大学教授、工学部附属電子工学研究所に勤務。テレビ撮像管と回路の研究に従事。正会員。

にし だ りょう ぞう
西 田 亮 三

昭和 12 年浜松高等工業学校電気学科を卒業し、同校視研究員に勤務、テレビ撮像管、光電管、イメージ管などの研究に従事した。現在静岡大学助教授、工学部附属電子工学研究所に勤務。主としてビジコンの研究に従事。正会員。

おか もと しんぶ
岡 本 忍

昭和 17 年浜松工専通信工学科修了と同時に同校視研究員に勤務。暗視管、ブラウン管、撮像管などの試作研究に従事。最近主としてビジコンの試作研究に従事している。

"A Developmental Infrared Sensitive Vidicon", by Takashi Horii, Ryozo Nishida and Shinobu Okamoto

第1図 赤外線用ビジョンの構造

(2) 特性

試作管では光導電層の暗抵抗がまだ十分には高い値に達していないので暗電流がやや多く、シェーディングをとまなうこともある。一定の赤外線量を投射した時のターゲット電圧対ターゲット電流（光電流＋暗電流）の特性の1例を第3図に示す。

赤外線標準量を表わすために色温度 2848°K のタングステン標準電球からの可視部の光束が、1ルーメンであるような放射束を赤外フィルター IR-D1 (3mm厚) に通し、可視部を除いた赤外部の放射束を標準単位としこれを 1 IR ルーメンと呼ぶことにする。同様に赤外線の照度も定めて IR ルクスとする。

第3図は光導電面の照度が 80 IR ルクス、すなわち可視光での面照度が 80 ルクスになるように光量を調節して赤外フィルターを挿入した場合の特性である。またターゲット電圧をパラメーターとした赤外光量対光電流特性の1例を第4図に示す。赤外光量は光導電面上の赤外照度 IR ルクスで表わしてある。第3図および第4図の特性は共に標準方式による走査、すなわち走査線 525 本、毎秒 60 フィールド、30 フレームの飛越走査を行い、走査面積 $9 \times 12 \text{ mm}^2$ として測定したものである。第4図から求めるとガンマー 0.75、出力電流 0.05 μA のときの感度は IR ルーメン当り約 50 μA （ターゲット電圧 = 25V）である。

第5図は試作赤外ビジョンの赤外部の分光感度特性の1例を示す。第6図は同じ管の可視部の特性を干渉フィルターを用いて測定したものである。感度の極大は 550 ミリミクロン附近にある。赤外部は割合に平坦な特性で 2.4 ミリミクロン以上までも感度があるようであるが、分光器の都合でそれ以上はまだ測定していない。なお分光感度特性はいつでも入射エネルギーを一定にして求めた。残像は普通のビジョンに比べるとやや長い。一般の科学研究あるいは工業上の応用に対しては大体差支えない程度と思われる。焼付きは初期の試作管では著しく認められたが、現在では殆んどなくすることができるようになった。

写真1 試作赤外線用ビジョン

解像力は赤外線では照射したパターンを撮像して中央部で約 300~350 本位であるが、可視光線では 400 本以上の解像力を示すのにくらべて、かなり悪くなる。この結果から見て、カメラレンズの赤外部における収差の影響を検討する必要があるのではないかと考えられる。残像を始め暗電流、感度などの諸特性は光導電面製作技術の研究によって、今後さらに改善されるものと期待して研究を進めている。

第2図 フェース・プレートの赤外線透過特性

第3図 ターゲット電圧対ターゲット電流特性

第4図 光電変換特性

第5図
分光感度曲線

(3) 撮像実験

試作管を用いての標準方式による実験では、白熱電球に赤外フィルター IR-D1 (3mm厚) を附した投光器で照射して、数百 IR ルクスの照明で良好な映像を送ることができた。写真2はビジコン・カメラの近傍に自動車用ヘッドライトを改造した約 60 W の赤外投光器を置き、約 3m はなれた人物を肉眼では完全な暗黒の中で撮像した受像写真である。写真3はビジコン・カメラおよび赤外投光器で、カメラは内部を示すためにレンズおよび上蓋を取除いてある。

また半田ゴテや裁縫用アイロンなどの発熱物体ならば暗黒中でも赤外線用ビジコンを使用してその映像を得る

写真2 受像写真 (赤外線照明による)

第6図 分光感度曲線

ことができる。写真4はアイロンの受像写真で、(a)は可視光線の照明で撮像したもの、(b)は可視光線を除いて暗黒の中でアイロンから発する熱線だけで撮像したものである。これらの実験に使用したビジコン・カメラのレンズは、SERENAR F1.8 焦点距離 50mm で、ターゲット電圧は 20 V である。

2. 赤外線用ビジコンの応用

赤外線用ビジコンの応用としては温度の測定、赤外線顕微鏡、暗視装置などがあげられる。ITVのカメラに赤外線用ビジコンを入れ換えるだけで簡単に赤外線テレビジョン装置が得られるので、色々な新しい応用面が開拓されるものと期待される。

(1) 温度の測定

赤外線用ビジコンを応用した温度測定法の1例として次のような実験を行った。第7図は実験の概略図である。図の鉄板は 7cm×14cm、厚さ 1mm で、2枚の鉄板の間に 300 W のアイロン用ヒーターをはさみビス止めにしたもので、スライダックによってその温度を調節する。鉄板には 0.5mm のクロメル・アルメル熱電対を固定し、冷接点を経てミリボルトメーターに接続した。レンズは CANON F1.9 焦点距離 85mm で、絞りは開放で使用した。図のように加熱された鉄板を赤外線用ビジコンで撮像して、その映像を受像管に出すと同時に映像信号のオシログラムから出力電圧を求め、実測せる温度との関係を調べた。この場合一定光度の豆電球の光をスリットを通し小型反射鏡によって感光面へ投射し、スリットの像が鉄板の像と並んで受像画面に現われるようにして置けば、これを標準とすることによって映像増幅器の利得

写真3 ビジコン・カメラおよび赤外投光器

写真 4 (a) 可視光線による受像写真

を簡単に監視することができる。

第 8 図はその測定結果で、鉄板の温度とビジコン出力電流との関係を示し、約 200°C から実用的に温度を測定し得ることがわかる。また映像を認めることのできる最低温度の限界は 150°C であった。黒体を使用して第 8 図のような校正曲線を求め、豆電球からの標準入力によって映像増幅器を調整監視して、温度を測定しようとする物体を撮像すれば、そのオシログラムから温度を求めることができる。しかし被測物体が黒体でない場合にはその放射エネルギーは同温度の黒体の放射エネルギーよりも小さく、したがって真温度より小さく現われる。実際の応用ではこの輻射温度はそのままで十分である場合が多いが、被測物体の真温度が是非とも必要なときにはこれと同一表面条件の試験片を使用して温度校正を行うか、あるいは被測物体の輻射能を知らなければならない。

この方法によれば被測物体に直接接触することなく、物体の映像（熱線による）と対照しながら温度分布を容易に正確に求めることができる。すなわちラインセクターを調節して受像画面に現われるマーカーを温度を測定しようとする位置まで移動すれば、オシログラム上にその位置の温度分布を示す曲線が求められる。写真 5 は半田ゴテの受像画面である。右側の白い長方形は豆電球のスリットの像で水平の白い線はラインセクターで抜取っている走査線の位置を示すマーカーである。写真 6 のオシログラムはマーカーで示される位置の半田ゴテの温度分布を示している。この実験では被測物体を暗黒中に置いて測定を行ったがもし赤外線を含まない可視線の光源で照明してカメラレンズに赤外フィルターをつけて可視線を切れば明るい場所で測定することも可能である。

温度測定や温度分布の観察にはイメージ管を用いる方法も発表されている⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾。しかしイメージ管の場合には測定温度が低くなるにしたがい、螢光面の輝度が微弱となるために、完全な暗黒中で十数分以上肉眼を暗順応

写真 4 (b) アイロンから出る熱線のみによる受像写真

させなければならない不便がある。これに反し赤外線用ビジコンを使えば受像管に現われる映像の輝度が大きいので、明るい部屋でも十分観察することができる。

(3) 赤外線顕微鏡

顕微鏡と組み合わせて赤外線を試料に当て、その透過光を拡大して赤外線用ビジコンに投射すれば赤外線顕微鏡が得られる。赤外線用ビジコンはゲルマニウムやシリコンを透過した赤外線にも感ずるので、これら単結晶のデ

第 7 図 赤外線用ビジコンによる温度測定の実験

第 8 図
鉄板の温度と
ビジコン出力
との関係

写真5 半田ゴテの受像写真

イスロケーションの観察にも役立たしめることができる。赤外線顕微鏡は生物学の研究にも利用の途が考えられる。

3. 結 言

硫化鉛を光導電面としたビジコンの試作研究を行い、試作管の特性について研究した。赤外線像の撮像実験の結果、他の像変換装置に比して優れた特性を示すことを知り得た。今後の研究、特に光導電面製作技術の開発によってその性能をさらに向上させ得るものと思われる。

終りに種々援助を与えられた成田助教授、真空管研究室の諸氏、杉浦研究員および鈴木義二君に謝意を表します。また赤外光源の標準に関して御指導と御援助を賜った電気試験所大阪支所の岡田所長、佐土根課長の両氏に

写真6 半田ゴテの温度分布を示すオシログラム

御礼申し上げます。本研究の一部は文部省科学研究費によって遂行せられたことを記して謝意を表します。

(昭和34年9月21日受付)

本稿投稿後入手した IRE Sept, 1959 に掲載の下記論文によって RCA においてもほぼ同様の製法によって同程度の成果を得ていることを知った。
G.A. Morton and S.V. Forgue: An Infrared Pick-up Tube, IRE, Vol, 47 pp. 1607~1609 (1959)

〔参 考 文 献〕

- (1) 西田, 岡本: 赤外線用ビディコン(第1報)
電気四学会東海支部連合大会講演論文集 65, 昭和33年11月
- (2) 原島, 藤井, 小島: イメージ管による低温度の測定
電気通信学会全国大会講演論文集 138, 昭和31年11月
- (3) 原島, 小島, 鹿倉, 鈴木: イメージ管を用いた赤外光高温計
電気学会東京支部大会講演論文集 43, 昭和33年11月
- (4) 小川, 長谷川, 黒川: 暗視管を用いた放射温度計の試作とその精度
応用物理, 第27巻第11号, pp 698~702 (1958)

テレビジョン学会雑誌寄稿規定

1. 寄稿者は原則として本会々員に限る。
2. 本会所定の原稿用紙に別に定める「テレビジョン学会雑誌執筆要領」に従って執筆すること。原稿用紙および執筆要領は申込みにより送付します。
3. 寄稿の種類
 - (イ) 論文・解説・資料(長さは原則として刷上り6ページ以内, 1ページは本会原稿用紙で8枚)
 - (ロ) 談話室原稿(刷上り1ページ以内), この欄は会員各位の自由な発言の場として寄稿を期待します。
たとえば本会誌に掲載された論文等に関する感想, 討論または本会誌内容および本会の運営, 事業等に対する批判, 意見, 研究速報, テレビに関する随筆, 書評, 海外だより等。
4. 原稿の内容はなるべく本会員多数のため理解しやすくかつ未発表のものに限る。他の著作

権を侵した場合は寄稿者の責任とする。

5. 寄稿された原稿は本会編集委員会で査読し, 不適当と認めたものは掲載しない。この場合, 原稿は寄稿者に返送する。

また, 編集委員会が原稿の一部訂正を適当と認めたときは, その旨寄稿者に通知, 了解を得て訂正の上掲載する。

6. 寄稿が掲載された場合は1件につき抜き取り10部を無料で寄稿者に贈呈する。ただし, 原稿料は支払わない。

なお, この他に別刷を希望する場合は, 実費を要す(寄稿の際, 希望部数を明記のこと。最低100部, 例4ページ100部で約2,000円)。

7. 原稿用紙, 執筆要領の申込み, および原稿の送付先

東京都港区青山北町 4-1 (電波技術協会内)

社団法人テレビジョン学会

TEL. (40) 7117・7118