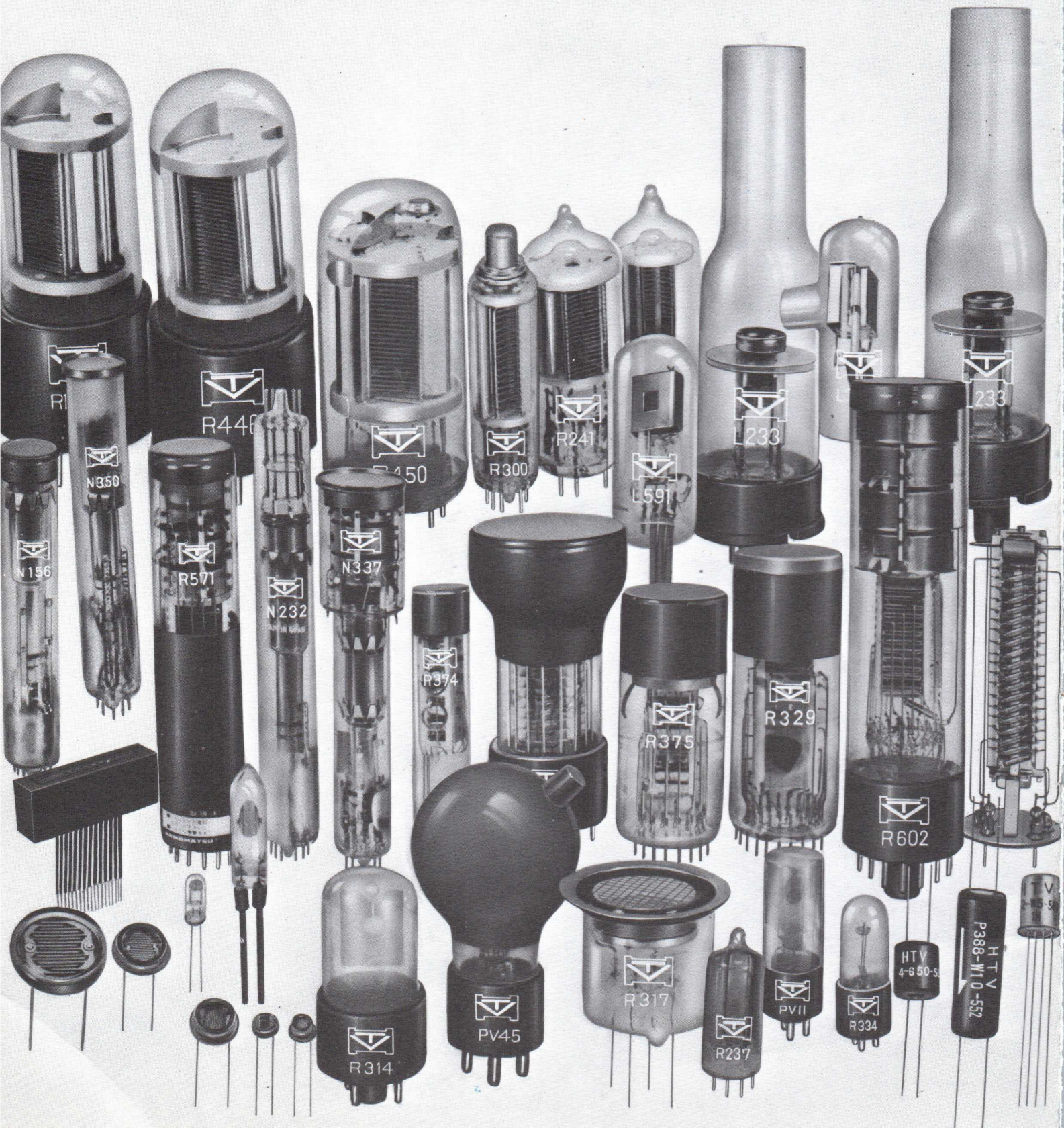


'72
HAMAMATSU

光電變換素子

Photon is our business



目 次

光電子増倍管、電子増倍管、ホロカソードランプ等の使用例	2
光電変換素子の選択方法と使用上の一般的注意事項	3 ~ 7
分光感度特性	8 ~ 9
光電子増倍管	10 ~ 23
サイドオン形光電子増倍管	
ヘッドオン形光電子増倍管	
電子増倍管	
光電管	24 ~ 33
真空形光電管	
ガス入形光電管	
紫外線検出管 (UV tron) [®]	
光源	34 ~ 37
ホロカソードランプ	
重水素ランプ	
光導電セル	38 ~ 47
CdS, Cd(S, Se), CdSeセル	
ランプフォトセル複合素子	
PbSセル	
撮像管・蓄積管	48 ~ 55
赤外ビジコン	
X線ビジコン	
イメージディセクターチューブ	
蓄積管	
撮像蓄積管	
計測用ビデオ装置	56 ~ 60
ビデオアナライザー	
エリアアナライザー	
イリスコーダー	
赤外線用TV	
ストレクトビジョン	
X-Yアナライザー	
TVトラッカー	
高速度X-Yトラッカー	
高圧直流定電圧電源	表 3
所在地案内図および注文方法	

光電子増倍管, 光電管, ホロカソードランプ, 重水素ランプ等の使用例

- 分光光電光度計
- 原子吸光分光光度計
- 原子蛍光分光光度計
- 蛍光分光光度計
- ラマン分光光度計
- 隣光光電光度計
- 紫外-可視-赤外分光光度計
- オキシダント測定器
- オゾン測定器
- 色彩計
- 濃度計
- シンチレーションカウンター
- サーベーター
- チェレンコフカウンター
- 反射計
- 放射計
- 光散乱光電光度計
- ドレメーター
- 比色計
- 光学温度計
- 質量分析器
- 真空紫外分光光電光度計
- 電子顕微鏡
- X線マイクロアナライザー
- 燃焼用警報器
- 火災警報器
- 流量計
- 煙検知器
- レベル検知器
- 生産機器用オートストッパー
- キズ、クラック検知器
- ピンホール検知器
- 光学式同期検出器
- 選別機
- 照明調節器
- 霧検知器
- 露点検出器
- 移動装置用リミットスイッチ
- 位置検出器
- プレス機の安全装置
- 厚さ、巾の検出器
- 自動写真露光機
- フライングスポット装置
- EVRプレーヤ
- ファクシミリ
- 図形読取
- 文字読取
- テープリダー
- 波長標準
- 紫外光源

原子吸光分光光度計
臨床検査、毒物鑑識、環境衛生、材料分析などの金属微量分析に活躍している原子吸光分光光度計の光源にホロカソードランプ、検出管に光電子増倍管が使われています。

シンチレーション カウンター
シンチレーションカウンターは放射線のエネルギースペクトルをパルス高分布として測る。放射線がシンチレーターに入って放出する光を検知して後の増幅機構へ伝える為に光電子増倍管が使われています。

[放射線源...¹³⁷Cs, シンチレーター...NaI (TI)]

EVRプレーヤ
EVRプレーヤはフィルムカートリッジをプレーヤにかけてフィルムに収録されている番組をいつでも家庭用受像機で見ることが出来る装置です。フィルム画像再生の為に光電子増倍管、ブラウン管の輝度調整にCdSセルが使用されています。

UVtron
UVtron は紫外線専用の検出器でフィルムコントロール等に用いられ炎より放射する紫外線だけを検知します。又、火災検知器にも広く用いられています。

光電変換素子の選択方法と使用上の一般注意事項

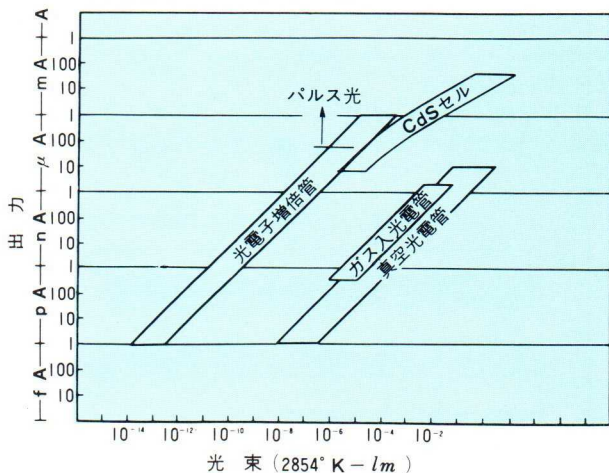
光が物質に当たるとその光のエネルギーを吸収して電気的な変化を起す現象を光電現象といいます。光電現象には光が当たると電子を放出する光電子放出効果、抵抗値が変化する光導電効果、起電力を発生する光起電効果があります。

光電子放出効果は外部光電効果であり、光導電効果、光起電効果は内部光電効果です。浜松テレビの製品はこのような現象を応用し、光電子放出効果には光電子増倍管、光電管、イメージディセクター、UV tron 等があり、光導電効果にはCdSセル、PbSセル、赤外ビジコン等があります。更にこれらの検出管に対応する分折用光源も製造しております。

1. 入射光 (Input)

光電変換素子の入力となる放射エネルギーの性質、強度、分布状態、時間的な変化などが素子を選ぶ大切な要因となります。図1に真空形光電管、ガス入り形光電管、光電子増倍管、CdS光導電セルの検出能力範囲を示しました。図から明らかなように、光電子増倍管は最も微弱な光量まで検出できますが、反対に光量が増大しますと光電流が大きくなり、劣化、ドリフトが大きくなりますから、あまり大きな光量にまで使用することは適当ではありません。このような場合には印加電圧を下げ、電流増幅率を減らして使用することが必要です。

図1. 各光電変換素子の光検出範囲



ガス入り形光電管の電流増幅率は最大10倍程度ですから、光電子増倍管に比べれば大きな光入力に適しますが、入射光量に対する出力電流の直線性が悪いので(P27.図26) フォトリレー、トーカー再生など直線性がさほど問題にならない用途に用いられています。しかし光電子増倍管と同様に、ガス入り形光電管は印加電圧で感度の調節が行なえる利点があります。

真空形光電管は電流増幅作用はありませんが優れた直線性を有しており、ガス入り形光電管に比べ暗電流が少ないので小さな光入力まで検出することができます。しかし出力電流は0.1~数μA程度ですから(負荷抵抗を $10^6 \sim 10^{12} \Omega$ 位) アンプ系を使用してください。

CdS光導電セルは、光電子増倍管、光電管などに比べ大きな光入力に対し有効です。光電子増倍管、光電管などは出力電流が小さいので直接電力を要する負荷を駆動することはできませんが、CdSセルは光電管と同じ程度の光入力で比較的大きな電流を直接制御できる利点を有しています。しかし小さな光入力になりますと、応答速度、安定性などが悪くなりますから光量により利用範囲が制限されます。

PbS光導電セルは赤外光(常温で2.5μmまで)の検出に有効です。

2. 分光感度特性と光源の組合せ

入射光の分光分布と検出器の分光感度分布をマッチングさせることは光電変換素子を使用する上で最も重要なことです。図2に代表的な光源の分光分布を示し、各種変換素子の分光感度特性はP8、9に示しました。これらはいずれも各波長の入射エネルギーが等しい場合の特性で表わしてありますから、実際に使用する場合は、光源のエネルギー分布と受光素子の分光感度の積が変換される出力となります。また実際にはさらに途中の光学系の透過率、反射率などがありますから実働の出力信号は、光源のエネルギー分布、変換素子の分光感度特性、光学系の特性の積となります。図3に各種光電子増倍管を同一光源、分光器を使って各波長の出力分布を示しました。これを受光素子自身の分光感度特性表と比較すると、形が変わることがわかります。

図2. 代表的な光源のエネルギー分布

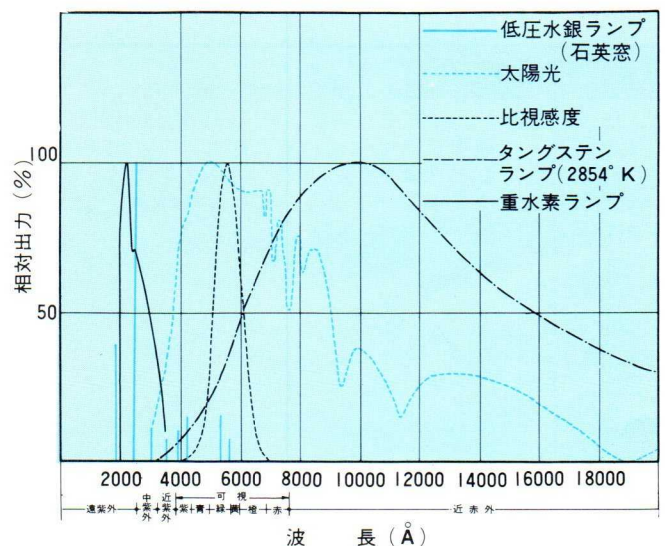


図3. 各種光電子増倍管の分光感度比較

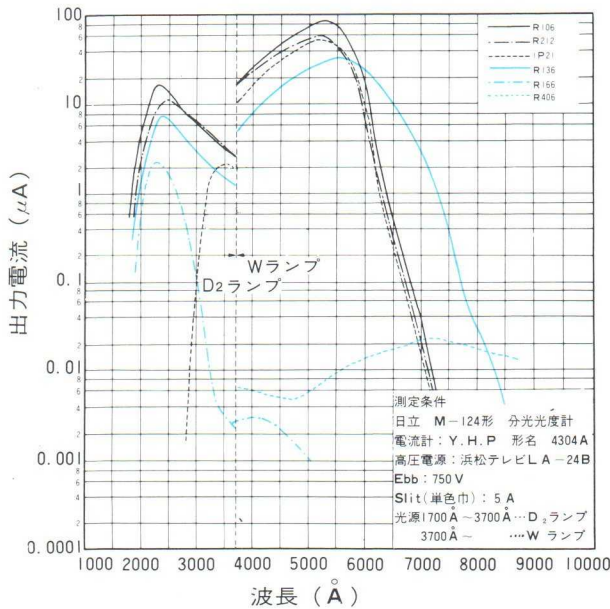
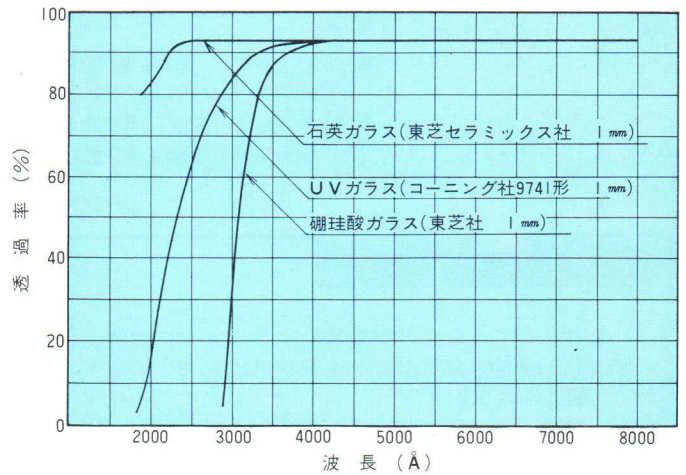


図4. ガラスの透過率



3. 応答特性

入射光がパルスの場合、チョッパー用いて変調する場合、またフォトリレーのようなスイッチ動作の場合などは変換素子の応答時間が問題になります。

応答速度は、陰極-陽極間の電子走行時間で制限されます。真空形光電管、光電子増倍管の応答特性は各種変換素子の中で最も優れており、その値はnsec (10^{-9} 秒)程度です。このように真空形光電管、光電子増倍管は管球自身の応答は速いのですが、出力電流が小さいため負荷抵抗を高くしなければなりませんから、負荷抵抗と管球内の電極間静電容量の値によって時定数が大きくなり、通常の使用法では数10nsecの立ち上りしか望めません。このため出力電流をアンペアオーダーにし、負荷抵抗を50Ω程度に下げて使用できるバイプレーナ光電管 (R317)が開発されました。また光電子増倍管は、負荷抵抗を下げ、回路の時定数を少なくすれば、立ち上りの速いパルス光の検出も可能となります。

ガス入り形光電管は電流増幅にイオン化を利用していますから、応答速度も遅く、15KHz程度が取り扱える周波数の限界となります。(P27. 図27)

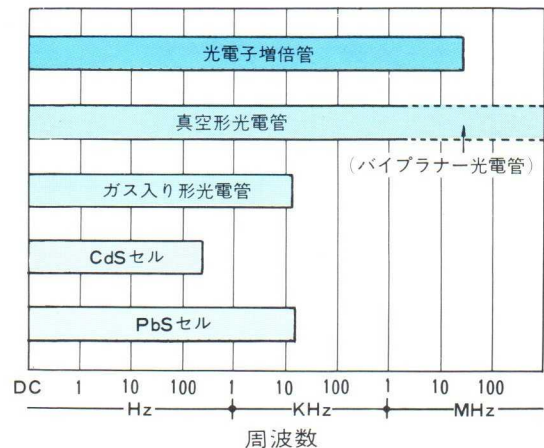
CdSセルは入射光量により異なりますが、最も速い場合でmsec、遅い場合は秒単位の立ち上り時間を要します。

(P41. 図46)

PbSセルは0.1msec程度の値となります。

図5に各々の変換素子の取り扱える応答範囲を示しました。

図5 各種光電変換素子の周波数応答



4. 印加電圧

光電変換素子の中には光起電効果を利用した、Si太陽電池、Se光電池等もありますが、このカタログに記載されている浜松テレビの光電変換素子はいずれも外部より電圧を印加しなければ動作しません。

真空形光電管

真空形光電管の電圧-電流特性は、P26. 図22に示すように陽極電圧を0から徐々に上げるとそれにつれて光電流も増えますが、ある電圧値以上に上げて、光電流はほとんど増加しなくなります(これを飽和特性といいます)。一般に光電管の飽和電圧は20~50Vを要しますが、R330、R314、R414などのように10V以下で飽和特性の良いものもあります。

真空形光電管の印加電圧の選び方は、飽和点以上の電圧を印加し、負荷抵抗線と電圧-電流曲線の交点が最大入射光量に対し飽和点以下にならないように設定します。飽和点以下で交わり、入射光量が大きくなると直線性を失うこととなります。

また電圧を必要以上に上げることは、暗電流の増大をまねきますから、上記飽和特性を満たす印加電圧の最低点で設定するのが最も効果的です。

ガス入り形光電管

ガス入り形光電管の電圧-電流特性は、P26. 図24 に示すように、印加電圧によりガス増幅率が変り20V付近までは真空形光電管と同じ特性を示しますが、20V以上になると急激に感度上昇を示し、最大定格電圧近くでは真空形光電管の4~10倍程度の値になります。よって単に感度を得たい場合は最大定格電圧近くまで電圧を上げればよいわけですが、球の寿命が短くなりますので必要な感度を得られる電圧で使用するようになしてください。

光電子増倍管

光電子増倍管の電圧-電流特性は、P12. 図13 に示すように対数で直線関係にあります。したがって出力電流 I_p 、印加電圧 E とすると

$$\log I_p = \log E^K + \alpha$$

$$= K \log E + \alpha$$

で表わすことができます。Kの値はダイノードの構造、材質などで異なりますが、9段増幅の籠形のSbCsダイノード面をもつP21、R106などは $K \approx 7.2$ となります。

上記式からある電圧における出力およびKの値がわかれば、他の電圧の出力あるいは要求される出力を得ることができる電圧は算出できます。

例：R106 $E = 1000Vdc$, $I_p = 100 \mu A / \mu m$ とすると
 $[\log I_p = K \log E + \alpha]$
 $\log 100 = 7.2 \log 1000 + \alpha$
 $\alpha = -19.6$

$E = 750Vdc$ では

$$\log I_p = 7.2 \log 750 - 19.6$$

$$\log I_p = 7.2 \times 2.875 - 19.6$$

$$I_p = 12.6 \mu A / \mu m$$

下表に各種光電子増倍管のKの値を示しました。

表1 光電子増倍管のKの値

段数	形状	材質	K	品種例
3	籠形	SbCs	2.3	PM57
4	ボックス形	SbCs	2.0	R241, R252
9	籠形	SbCs	7.2	IP21, IP28 R136, R446
10	籠形	SbCs	8.0	6199, R189 R192
10	ボックス形	SbCs	7.3	7696, R236
10	ボックス形	SbCs	6.0	R375
11	ボックス形	AgMg	5.3	R316
11	ボックス形	SbCs	8.4	R268, R292
11	ボックス形	SbCs	7.6	R374

以上のように光電子増倍管の出力は、電圧変動の何乗かになりますので電源電圧の安定にはとくに注意を要します。実働の目安として、1%の安定性を望む場合はそれより1桁優れた電源性能を必要とします。また光電子増倍管の各ダイノード間の抵抗は、一般的に直列回路(ブリーダ)で電圧を分割して与えますが、この回路に流す電流と陽極電流の比が1に近い値になると、出力電流は飽和してきます。これは各ダイノードより流れる電流が分割回路に流れ(ブリーダ電流に重畳し)、電圧分割比が変るために起る現象です。直線性を重視する場合は少なくともブリーダ電流は出力の5~10倍ぐらいに選ぶ必要があります。

出力に大きなパルス電流を流す場合にはブリーダ抵抗を低くすればよいわけですが、高圧・大電流の安定化電源も経済的ではありませんから、P14. 図17のように抵抗に並列にコンデンサを挿入し、パルスの期間、ダイノード間電圧を一定に保つ方法がよく使われています。

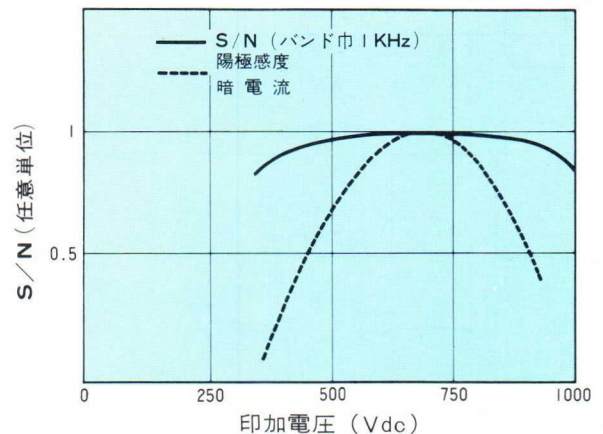
光電子増倍管の暗電流は大略、次の三つの要素が考えられます。

- (1) ベース・ピン間、内部電極間などの漏洩電流
- (2) 光電面およびダイノードより放出された熱電子がダイノードで増幅され陽極に流れるもの
- (3) 最大印加電圧近くになると、管内の残留ガスがイオン化され陰極その他のダイノード面にフィードバックし電子をたたき出す

したがって比較的低電圧(300~400V以下)では上記(1)が支配的要因ですので暗電流の急激な増加はみられません。電圧を徐々に増すと、感度の上昇とともに暗電流も増加し。ある電圧から急激に増加し不安定となります。P13. 図16等価暗電流入力特性は横軸に感度、縦軸に暗電流/感度を示したもので、等価暗電流入力が低いほど直流的なS/N比が良いことを示します。

図6は横軸に印加電圧、縦軸にS/N比をとった一例で直流的なS/Nの値は狭い範囲に最良の点ができることがわかります。また検出系のバンド巾を広くしたときのS/N比は、図に示したように電圧の低い間と高い所では悪く、その中間点のかなり広い範囲で、印加電圧にさほど関係なく、S/N比が変わらないことがわかります。

図6. 光電子増倍管の印加電圧とS/Nの関係(IP21)



光電子増倍管のノイズは、いわゆるショットノイズで、その周波数分布は数10MHz以上まではほぼ平坦になっています。したがってACアンプを使用する装置でS/N比をよくするためには陰極感度が高く、 $DY_1 \sim DY_2$ の二次電子放出比の大きな管を選ぶ必要があります。また印加電圧も、必要な信号レベルのとれる最低電圧を印加するようになしてください。

CdS 光導電セル

CdS光導電セルの印加電圧は許容される消費電力で決まりますが、実働時の温度も加味しなければなりません。したがって使用最高温度が決まれば、P40. 図42より許容電力を求め、入射光による抵抗値範囲がわかれば、負荷との関係から必要な印加電圧が決まります。またCdSセルの電圧-電流特性はP41. 図44に示したようにほぼ直線的に変ります。

PbS 光導電セル

PbS光導電セルの電圧-電流特性は、CdSセルと同様、直線的に変ります。印加電圧を上げると信号と同時に雑音も増えS/N比はかえって低下してきますから一般には50V以下で使用して下さい。

5. 出力 (Output)

光電変換素子の出力は、入射光エネルギーに比例した信号出力と、素子自体から発生するノイズ、暗電流の重畳されたものですから、ノイズ成分が検出能力を決定する主要因になります。その他、信号出力が入射光一定の場合も変動するドリフト、または疲労が現われたり光導電セルにみられる履歴現象のように前置条件によって初期変動の形が変わったりする不安定性も、使用上の制限になります。図7および図8は光電子増倍管のドリフトとヒステリシス現象を示したもので、前者は比較的大きな電流で動作させる場合、後者は微小電流の場合に問題になります。この現象は光電管でもみられます。浜松テレビ光電管、光電子増倍管はこれらの現象が起らぬよう対策が講じられています。

図7. 光電子増倍管のドリフト特性 (R106)

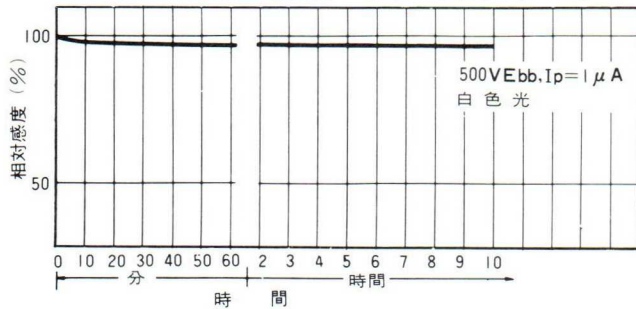
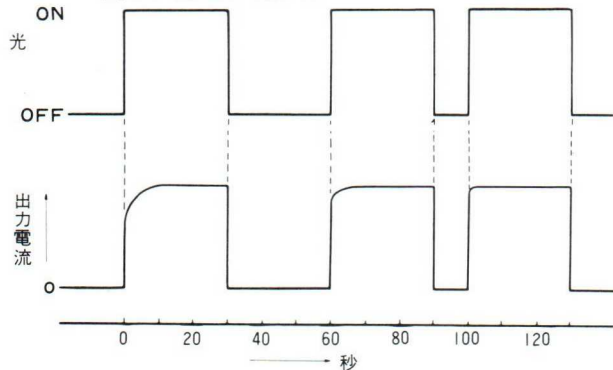


図8. 光電子増倍管のヒステリシス現象



ドリフト、あるいは光導電セルの履歴現象などはいずれも初期に大きく変動する傾向がありますので、とくに安定な動作を望む場合には使用条件で20~30分エージングをする必要があります。

光電変換素子より取り出し得る最大出力電流値は夫々の規格表に明記されていますが、この値を越えて使用しますと場合によっては素子の損傷または破壊をおこしますのでご注意ください。

前述したように、光電変換素子の出力で直接電力を要する負荷を駆動させるような使用方法は、光導電セルを除いてはほとんどなく、途中にアンプ系を介して電力負荷を駆動する必要があります。素子とアンプ系の結合は、素子に負荷抵抗を直列に接続し、負荷抵抗両端の電圧降下をアンプ系の入力電圧とします。

光電管、光電子増倍管の場合の負荷抵抗は、要求される応答時間で上限が決められます。P26. 図22および図24は光電管の負荷抵抗線の引き方の一例で、P27. 図25およびP27. 図26はこの図より求めた動特性(入力光対出力特性)を示します。

光電子増倍管の陽極特性(光束をパラメータとし、陽極終段ダイノード間の電圧を変え測定したもの)は真空光電管と同様な特性を示しますので、真空光電管と同様にして動特性が求められます。負荷抵抗の値は、通常、真空形光電管では $10^6 \sim 10^{12} \Omega$ (バイプレーナ光電管は例外)、ガス入り光電管では $10^6 \sim 10^7 \Omega$ 、光電子増倍管では数 $10 \sim 10^{10} \Omega$ 程度が用いられます。PbSセルでは暗抵抗にほぼ等しい負荷抵抗を接続したときS/N比が最良になりますので、数 $100 \text{ K} \sim$ 数 $\text{M}\Omega$ の範囲の値が用いられます。CdSセルは直接リレーなどの電力負荷を駆動できますので便利で、動特性は照度をパラメータにとった電圧-電流特性(P41. 図45)に負荷が純抵抗または誘導的かに応じて負荷線を引くことにより求められます。

6. 外周条件およびその他

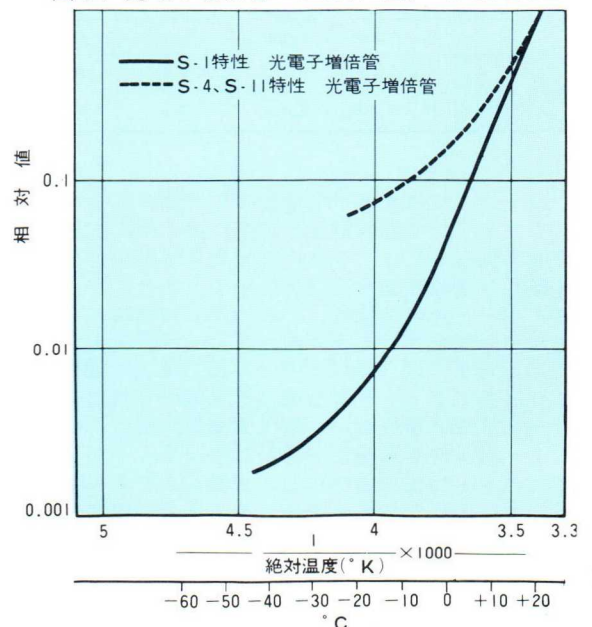
光電変換素子を安定して使用するためには周囲温度、湿度、振動などの条件を考慮する必要があります。

温度

温度の上昇は感度変化、暗電流の増加をきたし検知能力が低下することになります。温度変化による悪影響を防ぐためには温度補正を行なう、温度係数の少ない品種を選ぶ、素子を恒温器に入れるなどの対策をする必要があります。図9は光電子増倍管の低温における暗電流の変化を示したもので、温度係数の目安になります。

光導電セルも温度が上昇すると暗電流が増加しますが、使用上で注意を要するのは、むしろ最大電力が制限を受けることでP40. 図42のように高温になるほど許容電力が低下します。

図9. 光電子増倍管の温度(低温)-暗電流特性



湿度

日本のように高湿になる所では素子の外部ピン間、ソケット端子間の漏洩電流も無視できません。素子は素手で扱うことを避け、使用前にはアセトン、シンナー（アルコール不可）などで清拭し、ソケットもテフロン、スチロールなどの絶縁の良いものを使用し、シリカゲルなどの乾燥剤を用いるのが得策です。

光電管の頭部端子形（PV16、PV22など）は陽極と陰極間の間隔を広くした構造ですので、漏洩電流が少なくなっています。

振動

光電変換素子の感光面の感度は場所により多少異なります。したがって、外部より振動が加わる場合、それによって光の当たる位置が変わらないようにすることが必要です。

光導電セルは構造上、比較的振動には強いのですが、光電管や光電子増倍管などは電極のわずかな振動で電子軌道が狂い、出力信号が変動することになりますので防振式のホルダーを考慮する必要があります。

磁界

光電管、光電子増倍管は外部磁界の影響を受け易く、例えば931A形では管軸と垂直に数ガウスの磁界を与えた場合出力が約1桁低下しますので、使用場所によっては磁気シールドを必要とします。磁気シールドは透磁率のよいパーマロイなどの金属板を使用します。尚、一部の製品についてはシールドケースが用意してありますのでお問い合わせ下さい。

7. 管の名称法および試験方法

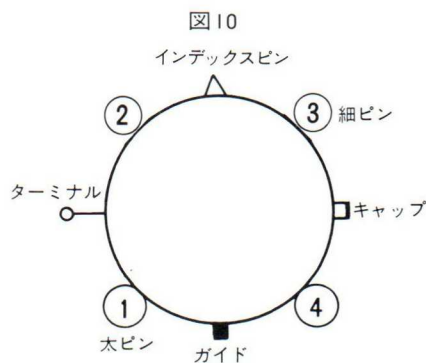
管の名称法はJIS（日本工業標準規格）方式、CES（電子機械工業会標準規格）方式で一応統一されていますが、なかには外国製品名をそのまま用いたり、メーカーの試作品名称をそのまま用いているものなどがあります。

また、試験方法は一部を除いてCES試験方法に準じて行なっています。

8. 口金接続および記号の説明

各電極が口金のピンのどこから引き出されているかを示すもので、ベースまたはステムを裏面からみた位置で示されています。ピンは時計の針の進行方向にガイドまたはインデックスピンから1、2、3、4、……と呼んでいます。

- DY……ダイノード
- G……グリッド
- H……ヒーター
- K……陰極（光電面）
- P……陽極
- SJ……信号電極
- NC……内部に接続していないピン
- IC……内部に接続してあるピン
（外部より接続して使用してはいけない）



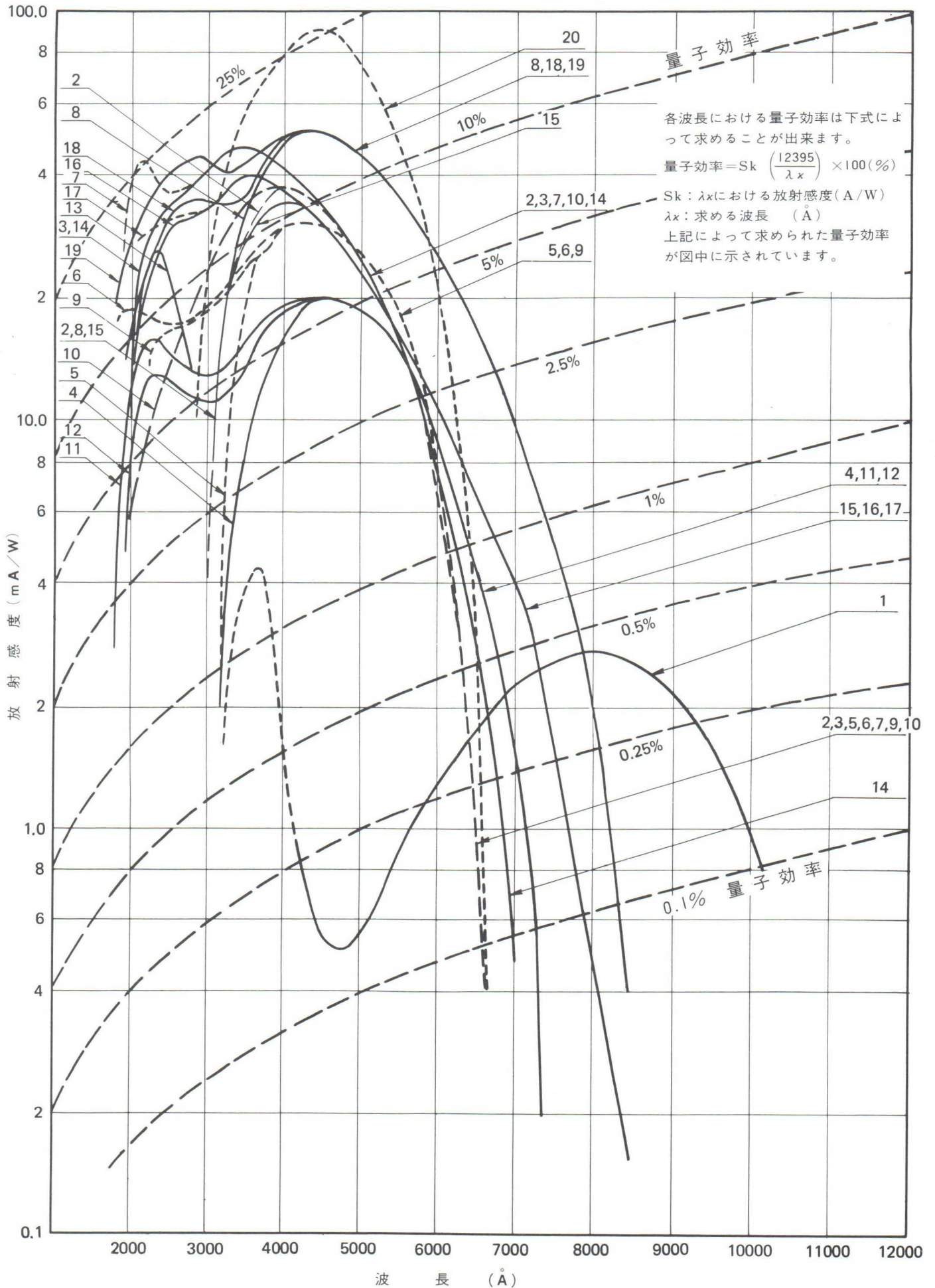
9. ソケット

ソケットは通常市販のもので間に合います。市販にない特殊なものは弊社に用意してあり管に添えて発送致します。尚特殊なタイプの製品にはAGFのナンバーが付いています。個々の寸法については外形図の項を御参照下さい。

※管の取扱い

管の着脱は必ずベースを持って行なって下さい。とくに熔融石英を用いた管はバルブ部に段つなぎをしてありますから、少しの加圧や衝撃でも壊れることがあります。また、ボタンステムの管のソケット着脱は、ステム部に無理な力がかからないよう注意して下さい。

光電面分光感度特性



※ No.	光電面	Sナンバー	分光感度 波長範囲 (Å)	ガラス窓	形 名	陰極 感度 ($\mu\text{A}/\text{Lm}$)	最高感度 波長 (Å)	陰極放射 感度 (mA/w)	量子効率 (最高感 度波長に おける) (%)
1	Ag-O-Cs	S-1	4000~12000	硼珪酸ガラス	*R406 (S-1相当)R316 7102R473 **PV11 PV29A PV45 R237 R317 PV22 PG12 PG25	30	8000	2.8	0.4
2	Sb-Cs	S-4	3000~6500	硼珪酸ガラス	*PM57 R241 931A 1P21 R450 R105UH *PV13 PV16 PV23 PV31A 90AV 1P39 R414 PG14A 90AG 4409 R250 RG28	40	4000	39	12
3	Sb-Cs	S-5	1850~6500	UVガラス	*R300 R444 1P28 R212 R212UH **935	40	3400	49	18
4	Ag-Bi-O-Cs	S-10	3000~8000	硼珪酸ガラス	*R252 R192	40	4300	20	5.8
5	Sb-Cs	S-11	3000~6500	硼珪酸ガラス	*R268 R546 6199 7696 ***N333 N337	40	4400	32	9
6	Sb-Cs	S-13	1600~6500	石英ガラス	*R292 R189	40	4400	32	9
7	Sb-Cs	S-19	1600~6500	石英ガラス	*R306 R106 R106UH **R110	40	3400	49	18
8	Na-K-Sb-Cs	S-20	3000~8500	硼珪酸ガラス	*R550 PM55 **R424 ***R312 R571	120	4200	51	15
9	Sb-Cs	S-21	1850~6500	UVガラス	*R269 R430	40	4400	32	9
10	Sb-Cs		2000~6500	特殊ガラス	**R183	40	4000	39	12
11	Ag-Bi-O-Cs		1600~8000	石英ガラス	*R136 R207 R236 **R310	40	4300	20	5.8
12	Ag-Bi-O-Cs		1850~8000	UVガラス	*R213 R270 **R369	40	4300	20	5.8
13	Cs-Te		1600~3200	石英ガラス	*R427 R166 R431 R190 **R404	-	2200	28	15
14	バイアルカリ		1850~700	UVガラス	*R372	40	3400	49	18
15	マルチアルカリ		3000~8500	硼珪酸ガラス	*R554	45	4000	35	11
16	マルチアルカリ		1850~8500	UVガラス	*R500 R446 R446UR **R518	45	3500	40	14
17	マルチアルカリ		1600~8500	石英ガラス	*R456	45	3500	40	14
18	マルチアルカリ		1850~8500	UVガラス	*R374 R453 R567 R592 **R330 R314	120	4200	51	15
19	マルチアルカリ		1600~8500	石英ガラス	*R376 R457 R375 R593 R562	120	4200	51	15
20	バイアルカリ		3000~6500	硼珪酸ガラス	*R329 R464 R594 R580	90	4500	90	25

*光電子増倍管 **光電管 ***撮像管

※ 分光感度曲線番号

PHOTOMULTIPLIER TUBES



光電子増倍管

光電子増倍管は光電陰極と二次電子増倍電極とを備えた光電管の一種で、増幅率が大きく、応答時間が速く、さらに低雑音であるため、微少光の検出には最も優れた光電変換素子とすることができます。

浜松テレビ光電子増倍管はとくに精密な測定値を得るため微少な光の変化やon-off および電圧の変化にも安定した動作が得られるよう設計、製作されておりますので、各種分光分析装置、濃度計、放射線測定装置およびその他の測光応用工業分野にも広く使用されております。

1. 構造と動作

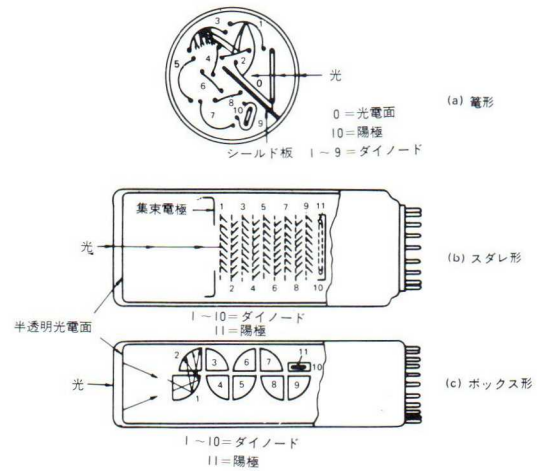
光電子増倍管は、二次電子増倍部（ダイノード）の電極構造により籠形、ボックス形、スタレ形に区分され、ダイノード面としてはAg-Mg、Sb-Cs、Cu-Beなどが用いられています。また、入射光窓の位置からサイドオン形とヘッドオン形に区分されます。図11にその電極構造の例を示しました。

動作原理を図の籠形について説明しますと、光電面に光が当たると光電子が放出され、この光電子は集束格子（光電面と同電位）と第1、第2ダイノードによってできる電界により集束され、第1ダイノードの二次電子面に衝突し、この二次電子面より光電子の数倍の二次電子が放出されます。

このようにして第3、第4から第9ダイノードまで、つぎつぎにネズミ算式に増倍されて、最後にはじめの光電子の数百万倍にも増倍され、陽極からとりだされることになります。

このように光電子増倍管は、管内部に増幅機構を有していますから、2極光電管のように管外増幅器による影響が比較的少なく、さらに低雑音ですから、微少光測定用には最適なものといえます。

図11. 光電子増倍管の電極構造



2. 感度

光電子増倍管の感度は陰極感度 S_k と陽極感度 S_p で示されます。 S_k は2極真空形光電管と同様に考えられますが S_p は管内ダイノードで増幅された値です。

各ダイノードの二次電子増倍率（1個の電子が射出したとき放出する二次電子の数）をそれぞれ δ_1 、 δ_2 、 $\delta_3 \sim \delta_n$ としますと、光電子増倍管の陽極感度 S_p は、光電面の感度を S_k とすれば

$$S_p = S_k \times \delta_1 \times \delta_2 \times \delta_3 \cdots \times \delta_n$$

で表わされます。

この $\delta_1 \sim \delta_n$ がそれぞれダイノード間に加えられた電圧により変化するわけで、したがって、光電子増倍管の感度はダイノードの電極電圧を一定にした場合の感度で表示するか、あるいは一定の感度が出るダイノードの電圧で表示することができます。後者の場合は感度がよいほど電圧は低くなるわけですが、ふつう、感度の表示は前者の方法で示されています。

分光感度

分光感度は光電陰極と入射光窓材によっていろいろな種類に区分されます。（P8、9参照）

普通の分光感度曲線は最大感度波長値を100にした相対感度で示されていますから、設計の際には放射感度を参考にし、出力の絶対値を考慮に入れてください。その場合、入射光の波長エネルギー分布またはその変化などについても十分な研究、考察が必要です。

ルーメン感度

光電子増倍管の感度は、ふつう、陰極感度（光電面感度）とダイノードにより増幅された陽極感度で表示され、ルーメン感度を用いています。

1 lm の光とは、1 lx の照度の面 1 m²中に含まれる光束をいい、

$$\text{光束}(lm) = \frac{CA}{r^2}$$

で表わされます。ここで、Cは光源の強さ（しよく光）、Aは光電面の面積（m²）、rは光源と光電面の距離（m）です。また、光源には色温度2854°Kの標準タングステンランプを使用しています。

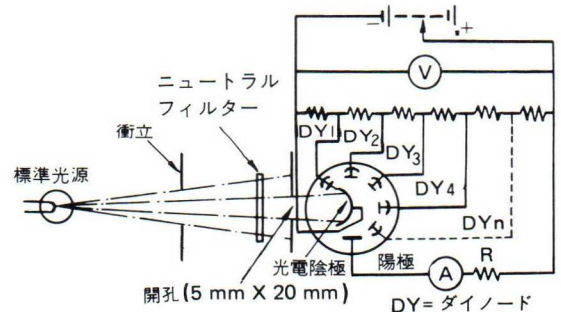
光電子増倍管の陽極感度 S_p は

$$S_p = \frac{I_p}{L}$$

で表わされます。ここで、 I_p は陽極出力電流（A）、Lは2854°Kの標準タングステンランプを光源とした光束（lm）です。

下に陽極感度測定回路図を示しました。

図12. 光電子増倍管の陽極感度測定回路図



感度のバラツキ

光電子増倍管の感度は、前述のごとく、光電面の感度 (Sk)、ダイノードの増幅率および供給電圧などによって決定されますが、2極真空形光電管に比べますと、ダイノードの増幅率が影響しますので個々のバラツキは大きくなります。

光電子増倍管は、供給電圧によって感度が大きく変わりますので、逆に供給電圧によって感度のバラツキを押えることもできます。したがって、使用に際しては供給電圧の調整範囲をできるだけ広くとることが必要です。

3. 電流増幅率

電流増幅率とは、指定の供給電圧における、陽極出力電流と陰極出力電流の比をいいます。

$$\text{電流増幅率}(\mu) = \frac{\text{陽極感度}(S_p)}{\text{陰極感度}(S_k)}$$

μ はダイノードの二次電子放出比と増幅段数によって定まります。この場合、放出比を一定としても、段数を増すことにより、 μ はいくらでも上げられるように思われますが、実際には雑音も一緒に増幅されることになり、あまり多い段数は意味がありません。

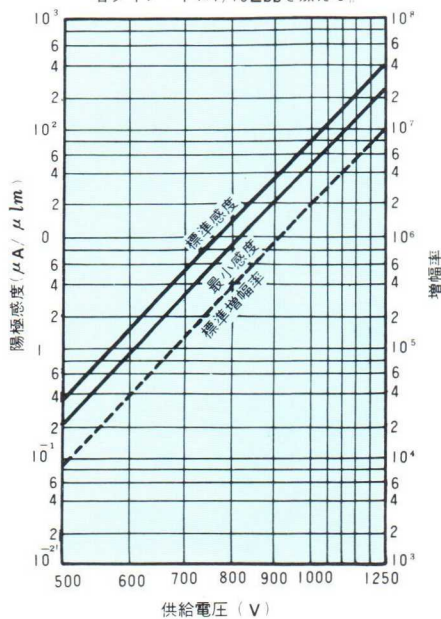
4. 陽極感度と増幅特性

陽極感度と増幅率の関係は、ほぼ直線的な関係にあります。陽極感度、増幅率は図13に示したように、供給電圧によって大きく変化しますから、少し電圧を変えることにより、陽極感度、増幅率は大幅に調節することができます。

このように光電子増倍管は、供給電圧によって陽極感度、増幅率が大きく変化しますから、ダイノードに加える印加電圧の安定度にはとくに注意をはらう必要があります。したがって、精度の高い測定を要求される場合は、安定化された電源を用いなければなりません。

図13. R 106の陽極感度と増幅特性

- 1 光源色温度2854° K
- 2 陽極供給電圧1000Vdc(Ebb)を分圧し各ダイノードに1/10Ebbを加える。



5. 動作特性

応答速度と周波数特性

光電子増倍管の応答時間は、 $10^{-8} \sim 10^{-9}$ sec ですから急峻なパルス光を検出する場合には最適なものといえます。また印加電圧も高いので電子走行時間も速くなります。

一方、二次電子の速度分布の拡がり、光電子のそれに比べてやや拡がっているため、わずかなひずみはありますが、光電子増倍管を使用した方が、光電管に比べて簡易にひずみのない広帯域の増幅をすることができます。

周波数特性（ここでいう周波数特性とは、光の断続周波数などに対する特性）は供給電圧・電極構造で異なります。これは主に光電子・二次電子の初速度の差、光電子・二次電子放出方向の分布、電子軌道の差、二次電子放出の速度分布の拡がりなどが考えられますが、この値は少なく、簡単に広帯域の増幅が得られる点では、二次電子放出による増幅は他に比類のないすぐれたものです。したがって、光電管に比べて外部回路による制限が減少されますから、高周波の場合には有利に使用することができるわけです。

疲労現象

光電子増倍管は、真空形光電管と同様に定格内で使用する時は、ほとんど疲労現象は認められません。疲労現象の原因の多くは、使用時のミスによるものが多く、一時に高圧を印加したり、明るい光を入射すると過大電流が流れ、時には放電する場合があります。光電面、ダイノードが損傷され感度が著しく低下したり、耐圧不良、不安定動作の原因となりますので使用の際は入射光量、印加電圧にはとくに注意を要します。

実用に際し、とくに安定度を要する場合には、陽極電圧を低くして(700~800Vdc以下)陽極電流を小さく(1μAmax)すれば、優れた安定性が得られます。

温度特性

光電子増倍管の温度特性は、周囲温度が上昇すると、熱電子放出による暗電流が増加します。また最大定格を越えた温度で長時間放置あるいは動作させると、感度劣化の原因になります。したがって、温度による影響を減少させるには、周囲温度を下げて使用することが必要です。またセットによってそれが困難な場合は、サーモスタットなどにより温度を一定に保つことも一方法です。

温度と感度との関係は、図14、15に示しましたように、光電面の種類や入射波長によっても異なります。

異常現象

異常現象については、主に微小光測定（暗電流の値に近い程度の光電流を得る入射光のとき）の場合に問題となります。この異常現象は、とくに精密物理測光用として製作した管以外は、多少ともその傾向を有しています。また光電子増倍管以外の部分に起因して、同様な現象を生ずる場合がありますから、これらの判定については、慎重に行うことが必要です。異常現象を大別すると、

- (1) 光電流、暗電流が不安定でふらふらする
 - (2) 電圧印加直後の初期の現象を除いて、光電流が除々に増加または減少して安定するのに時間がかかる。(できれば、測定開始前5～10分はエージングして下さい。)
 - (3) 光を照射したとき、光電流がオーバーシュートしたり、アンダーシュートしたりする過渡現象(ヒステリシス)
- 以上のような各種の異常現象は、とくに微小光測定の場合に生じます。また入射光が単色光の場合、波長によって異常現象の傾向が異なることもあります。

偏光特性

光電陰極面に入射する光の偏光方向が異なると感度が変わります(偏光特性)。したがって、光電陰極面に入射する偏光角が変わるような装置を設計する場合には、光電子増倍管の偏光特性の少ないものを選ぶことが大切です。

図14. 温度－陽極感度(青)特性

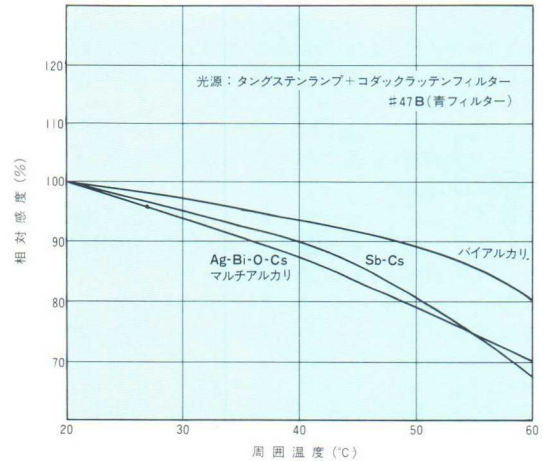
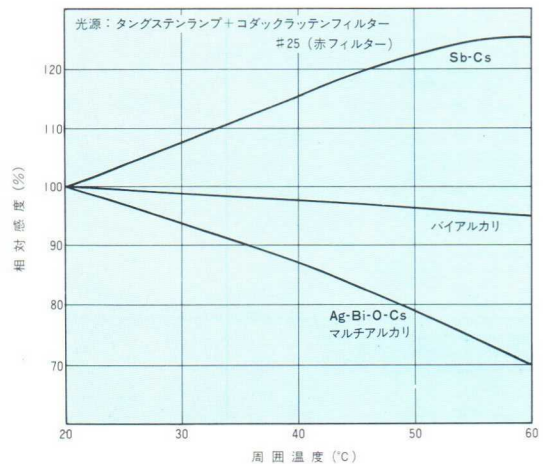


図15. 温度－陽極感度(赤)特性



6. 暗電流

暗電流の原因は、熱電子放出によるものと、電極間の漏洩電流によるものと大別されます。

熱電子放出によるものは、光電面、ダイノードより放出された熱電子が、光電子と同じようにダイノードにより増幅されて陽極にとりだされるものです。したがって、管球温度の変化によって増減されるわけですから、一定温度で使用するか、あるいはドライアイス、液体窒素などで冷却して使用すれば、比較的影響されずに使用できます。

尚液体窒素などで冷却して使用する場合には、バルブ、ベース、接着剤の膨張係数が違う為に破損する事が有りますので、対策品を用意して有りますからご指示下さい。

電極間の漏洩電流によるものは、ベースピン間、内部システム間などが考えられます。とくにベースは、その材質や表面の汚れなどが問題となりますので、十分注意して下さい。

この他、暗電流は供給電圧によってもかなり増減しますから、必要以上に印加電圧を上げないことが大切です。

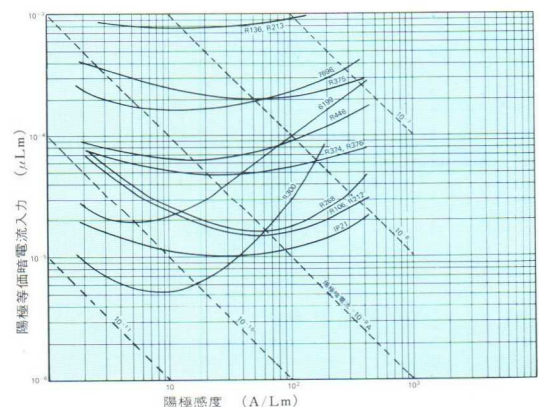
等価暗電流入力(EADCI)特性

等価暗電流入力は、暗電流のひとつの表示法で入射光束に換算して表わし、暗電流に等しい陽極電流を得るに要する光束をいい、次式で計算されます。

$$EADCI(Lm) = \frac{\text{暗電流}(A)}{\text{陽極感度}(A/Lm)}$$

等価暗電流入力が小さい程感度に対する暗電流が小さいことになり、最適使用範囲はこの等価暗電流入力が最小に近いところでご使用下さい。

図16. 等価暗電流入力特性



7. 雑音

光電子増倍管の陽極出力電流のうち、信号電流以外のすべての電流を雑音電流と言います。雑音電流の中には、時間的、もしくは信号などにより、変化しないもの（例えば、電極間の漏洩電流）も含まれますが、ここでは不規則に変化して信号の処理を不能にさせる成分のみを扱います。

通常の電気回路系では信号入力がない状態での出力を雑音としますが、光電子増倍管の場合、それは暗電流雑音に相当します。光信号の系では、それ以外に信号自身も持っている光特有の大きな雑音があります。強さが完全に安定な入射光（D.C光とも言う）を検出した場合、その出力電流は厳密には直流とならず変動を伴います。これは入射光を構成する光子の粒子性によるもので、光子1個当りの陽極出力電流がそれに対応した1個のパルス電流であることと、光電面に到達する光子数の時間的割合が、ごく短い時間の平均をとった場合一定でなく、ゆらぎをもっているからです。

この様な出力電流は、入射光量に比例した直流成分と不規則に変動する交流成分（ショット雑音）とからなり、直流成分を信号、交流成分を雑音として扱われます。この場合、交流の振幅は回路の時定数に関係し、大きいほど振幅は小さくなります。また直流と交流分の比（S/N）は入射光量の平方根に比例します。

以上は理想的な光検出器としての扱いですが、実際の光電子増倍管では光電面の量子効率が1より小さいため等価的に入射光量が低下したことになり、また、光電子の増倍が確率過程であるため、増倍率が光電子個々に対して異なり、出力電流のゆらぎを助長します。

その他の雑音として、暗電流のゆらぎ、背景光に起因するもの（背景光量の変化および信号光と同様な過程によるゆらぎ）、従続する増幅器の雑音などがあります。これらの雑音を現象別に表示すると下表の様になります。

光電子増倍管を用いた光検出器の雑音	暗電流によるもの	熱電子・電界放出電子	}	ショット雑音
		残留ガスのイオン化		
	光電流によるもの	放射線によるバルブの発光	}	増倍過程のゆらぎ
電極間漏洩電流				
後続増幅器によるもの	信号光	}	増幅器の過剰雑音	
	背景光の変動			
信号回路によるもの	負荷抵抗の熱雑音	}	電磁誘導（漏洩磁束）	
	増幅器の過剰雑音			
	静電誘導（ハム・スパーク）への誘導			

ホトン・カウンティング（光電子計数）法

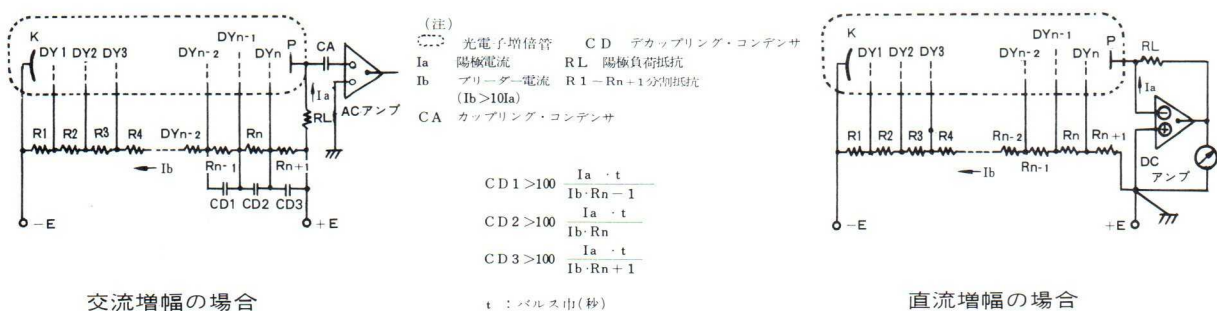
光量が少ないと、光子の到達する時間的な割合が小さく交流分の割合が高く、S/Nが低下することは前に説明しましたが、この様な場合、出力パルスの数をパルス・カウンターを用いて計数し、その値が入射光量に比例することを利用して測光する方法があり、これをホトン・カウンティング法と呼んでいます。この方法では、直流法で雑音として扱った光子の到達時間間隔のゆらぎ、増倍率のゆらぎ、後続増幅器のドリフトなどは問題とならず、また出力波高分布をたくみに利用して、暗電流雑音をも軽減することができ、ごく微弱光の測光に利用されております。

8. 電圧印加法

光電子増倍管のダイノードに加える電圧は通常 図17に示すように $R_1 \sim R_{n+1}$ の分割抵抗によって分割供給します。 $R_1 \sim R_{n+1}$ の値は少なくとも $I_b > 10I_a$ になるような値にすべきです。これは陽極電流 (I_a) の増大によりダイノード間電圧が変化して入射光量と陽極電流の直線性が失われるのを防止するためです。分割抵抗は通常 $100 \sim 500k\Omega$ を使用する場合が多く高圧定電圧電源の容量も考慮の上定めます。光電子増倍管は定電流電源と考えても良く負荷抵抗の影響を受けないで負荷抵抗に比例した出力を得られます。負荷抵抗の値は周波数特性を考慮に入れた上ではどんな値でも良い訳です。しかしあまり大きな出力電圧 ($I_a R_L$) を取り出す事は Dyn-P 間電圧がその分だけ減少する結果になり出力電圧に歪を生ずる事があります。従って出力電圧は後段の増幅度を考慮の上最大でも数V以下に押えるべきであります。

後段の分割抵抗間にあるデカップリングコンデンサーは、パルス状の大きな陽極電流で動作させる時にその間の電圧を一時的に保持するためであり、その値は I_b, I_a , 電流パルス幅等により一概には言えませんが、およそ(注)に示したように選ばれます。集取効率、第1ダイノードの二次電子放出比の増加などによりヘッドオン形光電子増倍管の R_1 を R_2 以降に比べて大きくする時以外は一般に $R_1 \sim R_{n+1}$ 同値 (等ダイノード間電圧) で良いように電極が設計されてあります。しかしパルス状のより大きな出力電圧を取り出す場合の動作では、後段ダイノード附近の空間電荷の影響により直線性が失われます。このような場合にはデカップリングコンデンサーの値を変えると同時に分割抵抗を後段に行く程少しづつ大きくしてより大きな電流まで直線性を上げる措置もとられます。

図17 光電子増倍管の代表結線図



光電子増倍管のセレクションガイド

標準陽極感度曲線		外 径 (mm) (インチ)		13	19 23	28	38	50 76
		ガラス窓材質		($\frac{1}{2}$)	($\frac{3}{4}, \frac{7}{8}$)	($1\frac{1}{8}$)	($1\frac{1}{2}$)	(2, 3)
<p>Sb-Cs</p>	硼珪酸 ガラス	サイド オン形			PM57($\frac{3}{4}$ " R241	931A 1P21 R105UH R450		
		ヘッド オン形				R268 R546	6199	7696
	U V ガラス	サイド オン形	R300 R444			1P28 R212 R212UH		
		ヘッド オン形				R269 R430		
	石 英 ガラス	サイド オン形	R306			R106 R106UH		
		ヘッド オン形				R292	R189	
<p>バイアルカリ</p>	硼珪酸 ガラス	サイド オン形						
		ヘッド オン形					R580	R329 R464 R594(3")
	U V ガラス	サイド オン形				R372		
		ヘッド オン形						
	石 英 ガラス	サイド オン形						
		ヘッド オン形						
<p>Ag-Bi-O-Cs</p>	硼珪酸 ガラス	サイド オン形		R252				
		ヘッド オン形					R192	
	U V ガラス	サイド オン形				R213 R270		
		ヘッド オン形						
	石 英 ガラス	サイド オン形				R136		
		ヘッド オン形					R207	R236
<p>マルチアルカリ</p>	硼珪酸 ガラス	サイド オン形			R554			
		ヘッド オン形					R550 RM55	
	U V ガラス	サイド オン形	R500			R446 R446UR		
		ヘッド オン形				R374 R453 R567	R592	
	石 英 ガラス	サイド オン形				R456		
		ヘッド オン形				R376 R457	R593	R375 R562
<p>Ag-O-Cs, Cs-Te</p>	硼珪酸 ガラス	サイド オン形			R406 (AgOCs)			
		ヘッド オン形				R316 (AgOCs)	7102 (AgOCs)	R473 (AgOCs)
	U V ガラス	サイド オン形						
		ヘッド オン形						
	石 英 ガラス	サイド オン形	R427 (CsTe)			R166 (CsTe)		
		ヘッド オン形				R431 (CsTe)	R190 (CsTe)	

サイドオン形光電子増倍管

Side-on Type Photomultiplier Tubes

形名	他社製品との 互換性	バルブ外径 (インチ) (mm)	外形 ベース 接続図	電極 段数	分光感度 特性 (Å)	最高感度 波長値 (Å)	入射光束 材質	光陰極 種類
R300	RCA C70219H***	1/2 (13)	I	9	S-5	3400	UV ガラス	Sb-Cs
R444								
R306	RCA C70129C***							
R427								
R500 ▲								
PM57	東芝 PM57 *	3/4 (19)	2	3	S-4	4000	硼珪酸ガラス	Sb-Cs
R241		7/8 (23)	3	4	S-4	4000	硼珪酸ガラス	Sb-Cs
R252								
R450 ▲	RCA C31028 **	1-1/8 (28)	6	9	S-4	4000	ソーダ石灰ガラス	Sb-Cs
R554 ▲								
R270	EMI 9663B **							
931A	RCA 931A *							
1P21	RCA 1P21 *							
R105UH								
1P28	RCA 1P28 *							
R212	RCA 1P28/V1 ** EMI 9661 B **							
R212UH	EMI 9781 B **							
R106	RCA 7200 *** EMI 9665B **							
R106UH								
R372	RCA 1P28A/V1 ** RCA 1P28A **							
R213	EMI 9664B **							
R136	EMI 9670B **							
R446								
R446UH								
R456								
R166								
R406	RCA C31004A **							

他社製品との交換性

- * 外形、ベースコネクション、特性は同一品
- ** 外形、ベースコネクションは同一、特性は類似品
- *** 特性は同一、外形、ベースコネクションは相違品

- ① 外形・ベース接続図は P 20 参照。
- ② 分光感度特性は P 8, 9 参照。
- ③ 絶対最大定格。許容周囲温度は全品種とも -80°C ~ +50°C
- ④ 30秒間の平均値。
- ⑤ 光源は色温度2854° K 標準タングステンランプ
温度は25°C
- ⑥ 最高感度波長における値。
- ⑦ 標準値。
- ⑧ 陽極供給電圧1000 V dc を10等分し各電極間に加える。

最大定格③			特 性 ⑤												形名
陽極供給電圧 (Vdc)	平均④陽極電流 (mA)	陽極-最終段間電圧 (Vdc)	陰極			陽極供給電圧 (Vdc)	陽極				陽極放射感度 (A/W)	電流増幅率⑦	内部静電容量		
			陰極感度		赤感度/⑪陰極感度標準		陽極感度		陽極暗電流				陽極-最終段間 (pF)	陽極-他全電極間 (pF)	
			最小 (μA/Lm)	標準 (μA/Lm)			最小 (A/Lm)	標準 (A/Lm)	標準 (nA)	最大 (nA)					
1000	0.01	150	10	30	—	1000 ⑧	30	60	1.0	7	7.3×10 ⁴	2.0×10 ⁶	1.7	2	R300
1000	0.01	150	10	30	—	1000 ⑧	10	60	75	200	7.3×10 ⁴	2.0×10 ⁶	1.7	2	R444
1000	0.01	150	10	30	—	1000 ⑧	30	60	1.0	7	7.3×10 ⁴	2.0×10 ⁶	1.7	2	R306
1000	0.01	150	—	—	—	1000 ⑧	1000 ⑬ (A/W)	4000 ⑬ (A/W)	0.1	0.5	5.6×10 ³	2.0×10 ⁵	1.7	2	R427
1000	0.01	150	20	45	0.12	1000 ⑧	30	100	5	10	9.0×10 ⁴	2.2×10 ⁶	1.7	2	R500 ▲
500	0.01	150	20	40	—	400 ⑨	0.001	0.003	0.05	0.5	2.9	7.5×10	2.5	3.2	PM57
500	0.01	150	20	40	—	400 ⑩	0.003	0.01	0.05	0.5	9.8	2.5×10 ²	1	2	R241
500	0.01	150	10	40	—	400 ⑩	0.003	0.01	0.5	1	5.2	2.5×10 ²	1	2	R252
800	0.1	150	30	60	—	600 ⑧	0.3	3	5	10	2.9×10 ³	5.0×10 ⁴	4	5	R450 ▲
800	0.1	150	20	45	0.1	600 ⑧	0.7	3	5	10	2.3×10 ³	6.7×10 ⁴	4	5	R574 ▲
1250	0.1	250	10	40	0.07	1000 ⑧	50	80	75	200	4.0×10 ⁴	2.0×10 ⁶	4	5	R270
1250	0.1	250	10	30	—	1000 ⑧	20	100	50	500	9.7×10 ⁴	3.3×10 ⁶	4	6	931A
1250	0.1	250	20	40	—	1000 ⑧	40	150	2	10	1.5×10 ⁵	3.8×10 ⁶	4	6	1P21
1000	0.1	250	30	50	—	1000 ⑧	1000	1500	20	100	1.5×10 ⁶	3.0×10 ⁷	4	6	R105UH▲
1250	0.1	250	10	40	—	1000 ⑧	20	100	30	100	1.2×10 ⁵	2.5×10 ⁶	4	6	1P28
1250	0.1	250	10	40	—	1000 ⑧	50	120	2	10	1.5×10 ⁵	3.0×10 ⁶	4	6	R212
1000	0.1	250	30	50	—	1000 ⑧	1000	1500	20	100	1.8×10 ⁶	3.0×10 ⁷	4	6	R212UH▲
1250	0.1	250	10	40	—	1000 ⑧	50	120	2	10	1.5×10 ⁵	3.0×10 ⁶	4	6	R106
1000	0.1	250	30	50	—	1000 ⑧	1000	1500	20	100	1.8×10 ⁶	3.0×10 ⁷	4	6	R106UH▲
1250	0.1	250	10	40	0.01	1000 ⑧	50	120	10	50	1.5×10 ⁵	3.0×10 ⁶	4	6	R372
1250	0.1	250	10	40	0.07	1000 ⑧	50	80	75	200	4.0×10 ⁴	2.0×10 ⁶	4	6	R213
1250	0.1	250	10	40	0.07	1000 ⑧	50	80	75	200	4.0×10 ⁴	2.0×10 ⁶	4	6	R136
1250	0.1	250	20	45	0.12	1000 ⑧	50	100	10	50	9.0×10 ⁴	2.2×10 ⁶	4	6	R446
1000	0.1	250	30	50	0.18	1000 ⑧	500	700	50	500	6.3×10 ⁵	1.4×10 ⁷	4	6	R446UR▲
1250	0.1	250	20	45	0.12	1000 ⑧	50	100	10	50	9.0×10 ⁴	2.2×10 ⁶	4	6	R456
1250	0.01	250	—	—	—	1000 ⑧	1000 ⑬ (A/W)	4000 ⑬ (A/W)	0.1	0.5	5.6×10 ³	2.0×10 ⁵	4	6	R166
1500	0.01	250	10	20	0.04 ⑬	1250 ⑧	1	4	50 ⑭	100 ⑭	3.7×10 ²	2.0×10 ⁵	4	6	R406

- ⑨ 陽極供給電圧400 Vdcを4等分し各電極間に加える。
- ⑩ 陽極供給電圧400 Vdcを5等分し各電極間に加える。
- ⑪ 赤感度：使用フィルター 東芝V-R68
(カットオフ 6500 Å)
- ⑫ 赤感度：使用フィルター 東芝IRD1A

- ⑬ 光源は低圧水銀ランプ(波長2537 Å)を使用。
- ⑭ 陽極電流が2 A/Lmになるように供給電圧を調整したのち、入射光をしゃ断して測定する。
- ⑮ ▲印の形名は新製品です。

ヘッドオン形光電子増倍管

Head-On Type Photomultiplier Tubes

形名	他社製品との 互換性	バルブ外径 (インチ) (mm)	外形 ① ベース 接続図	電極 ② 段数	分光感度 ③ 特性 (Å)	最高感度 ④ 波長値 (Å)	入射光窓 ⑤ 材質	光陰極 ⑥ 種類																																																										
R268	EMI 9524B *	1-1/8 (28)	7	11	S-11	4400	硼珪酸ガラス	Sb-Cs																																																										
R269	EMI 9601B *								UV ガラス	Sb-Cs																																																								
R430											UV ガラス	Sb-Cs																																																						
R292	EMI 9526B *												石英ガラス	Sb-Cs																																																				
R374															UV ガラス	マルチアルカリ																																																		
R453																	UV ガラス	マルチアルカリ																																																
R376																			石英ガラス	マルチアルカリ																																														
R457																					石英ガラス	マルチアルカリ																																												
R567▲																							UV ガラス	マルチアルカリ																																										
R316																									S-1	8000	硼珪酸ガラス	Ag-O-Cs																																						
R431																													1600-3200	2200	石英ガラス	Cs-Te																																		
R546▲	Telefunken XP1080 **																																8	4	S-11	4400	硼珪酸ガラス	Sb-Cs																												
6199	RCA 6199 *	9	10	S-11	4400	硼珪酸ガラス	Sb-Cs																																																											
R580▲	Philips XP1010 *							10	10	3000-6500																													4500	硼珪酸ガラス	バイアルカリ																									
R592▲											1850-8500	4200																														UV ガラス	マルチアルカリ																							
R593▲													1600-8500	4200																														石英ガラス	マルチアルカリ																					
R189															S-13	4400																														石英ガラス	Sb-Cs																			
R192																	S-10	4500																														硼珪酸ガラス	Ag-Bi-O-Cs																	
R207																			1600-8000	4500																														石英ガラス	Ag-Bi-O-Cs															
7102	RCA 7102 *																				S-1	8000																														硼珪酸ガラス	Ag-O-Cs													
R190																							1600-3200	2200																														石英ガラス	Cs-Te											
7696	DuMont 6292 * 東芝 7696 *																								11	10	S-11	4400																												硼珪酸ガラス	Sb-Cs									
R473▲																													17	10	S-1	8000																										硼珪酸ガラス	Ag-O-Cs							
R236																																	12	10	1600-8000	4500	石英ガラス	Ag-Bi-O-Cs																												
R375		12	10	1600-8500	4200	石英ガラス	マルチアルカリ																																																											
PM55▲	Philips XP1002 * 東芝 PM55 *							13	10	S-20																													4200	硼珪酸ガラス	マルチアルカリ																									
R550▲											13	10																														S-20	4200																	硼珪酸ガラス	マルチアルカリ					
R562▲	EMI 9558QB *												14	10																														1600-8500	4200																	石英ガラス	マルチアルカリ			
R329	RCA 8575 *														15	12																														3000-6500	4500																	硼珪酸ガラス	バイアルカリ	
R464																	16	12																														3000-6500	4500																	硼珪酸ガラス
R594▲	DuMont 6363 * RCA 8054 *																		3 (76)	18																														10	3000-6500															

他社製品との交換性

* 外形、ベースコネクション、特性が同一品

** 外形、ベースコネクションは同一、特性は類似品

① 外形・ベース接続図はP20, P21参照。

② 分光感度特性はP8, P9参照。

③ 絶対最大定格。許容周囲温度は全品種とも-80℃+50℃

④ 30秒間の平均値。

⑤ 光源は色温度2854°K標準タングステンランプ。

⑥ 最高感度波長における値。

⑦ 標準値。

⑧ 陽極供給電圧1000Vdcを12等分し各電極間に加える。

⑨ 陽極供給電圧750Vdcを5等分し各電極間に加える。

⑩ 陽極供給電圧(Ebb)を分圧し、陰極-第1ダイノード間に1/6Ebbを、各ダイノード間および第10ダイノード間に1/12Ebbを加える。

⑪ 陽極供給電圧(Ebb)を分圧し、陰極-第1ダイノード間に1/6Ebbを、各ダイノード間および第10ダイノード陽極間に1/12Ebbを加える。集束電極(ピンNo.13)の電圧は、陰極-第1ダイノード間に印加する電圧の約1/2とする。

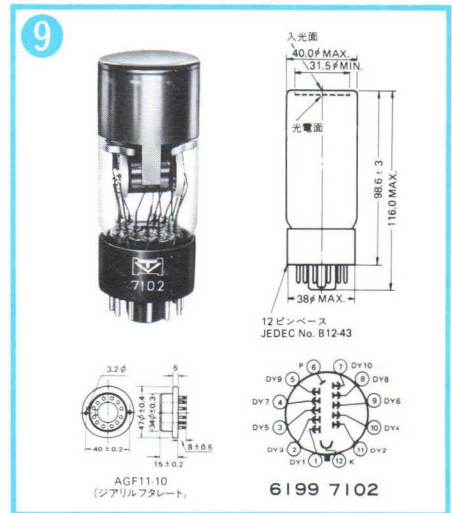
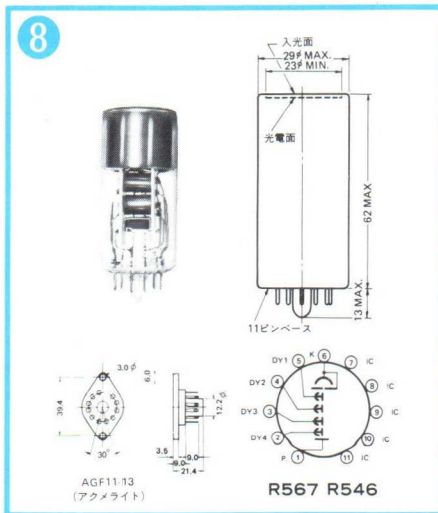
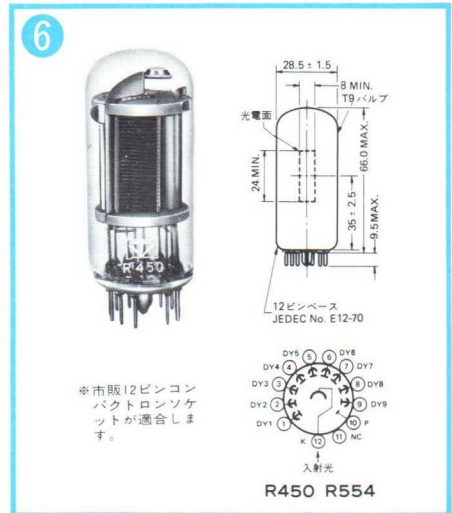
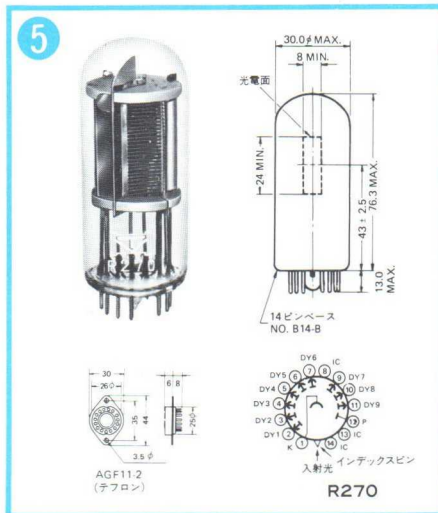
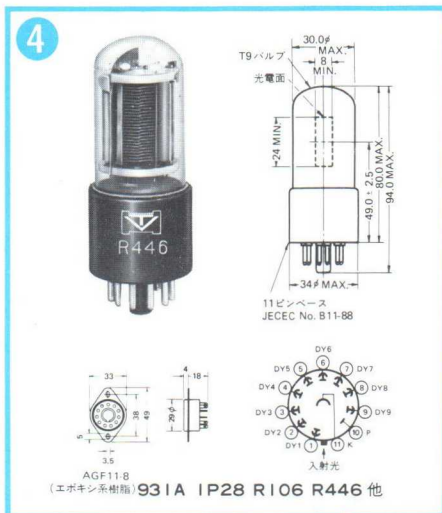
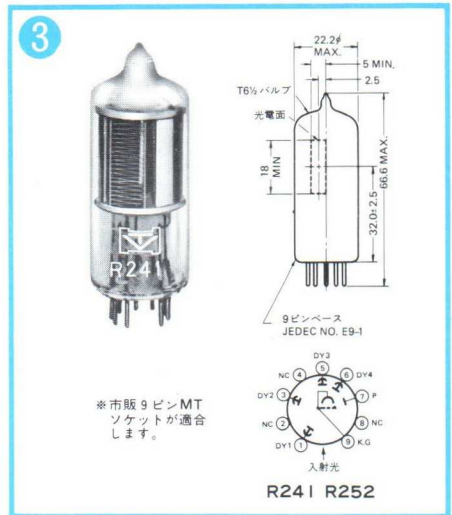
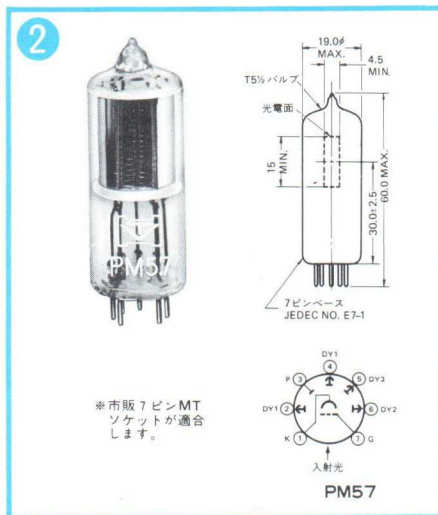
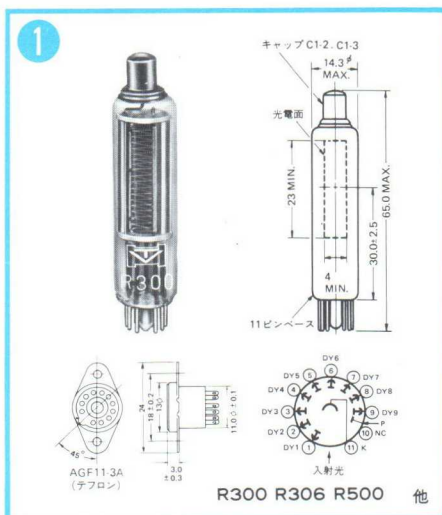
最大定格③			特 性 ⑤												形名
陽極供給電圧 (Vdc)	平均陽極電流 (mA)	陽極-最終段間電圧 (Vdc)	陰 極			陽極供給電圧 (Vdc)	陽 極				陽極⑥放射感度 (A/W)	電 流⑦増幅率	内部静電容量		
			陰 極 感 度				陽 極 感 度		陽極暗電流				陽極-最終段間 (pF)	陽極-他全電極間 (pF)	
			最 小 (μA/Lm)	標 準 (μA/Lm)	標 準		最 小 (A/Lm)	標 準 (A/Lm)	標 準 (nA)	最 大 (nA)					
1500	0.01	250	40	60	—	1000⑧	50	150	3	30	1.2×10 ⁵	2.5×10 ⁶	3	3.5	R268
1500	0.01	250	40	60	—	1000⑧	50	150	3	30	1.2×10 ⁵	2.5×10 ⁶	3	3.5	R269
1500	0.01	250	40	60	—	1000⑧	50	150	1	2	1.2×10 ⁵	2.5×10 ⁶	3	3.5	R430
1500	0.01	250	40	60	—	1000⑧	50	150	3	30	1.2×10 ⁵	2.5×10 ⁶	3	3.5	R292
1500	0.01	250	80	120	0.2	1000⑧	10	50	2	5	2.0×10 ⁴	4.2×10 ⁵	3	3.5	R374
1500	0.01	250	30	60	0.1	1000⑧	10	50	10	50	2.0×10 ⁴	8.3×10 ⁵	3	3.5	R453
1500	0.01	250	80	120	0.2	1000⑧	10	50	2	5	2.0×10 ⁴	4.2×10 ⁵	3	3.5	R376
1500	0.01	250	30	60	0.1	1000⑧	10	50	10	50	2.0×10 ⁴	8.3×10 ⁵	3	3.5	R457
1000	0.005	250	80	120	0.15	750⑨	0.02	0.07	0.5	1	3.0×10	5.8×10 ²	3	3.5	R567▲
1500	0.01	250	10	20	0.1 ⑭	1250⑧	2	5	1000 ⑯	5000⑯	4.7×10 ²	2.5×10 ⁵	3	3.5	R316
1500	0.01	250	—	—	—	1000⑧	1000⑮ (A/W)	4000⑮ (A/W)	0.1	0.5	5.6×10 ³	2.0×10 ⁵	3	3.5	R431
1000	0.005	250	40	60	—	750⑨	0.025	0.06	2	5	4.8×10	1.0×10 ³	3	3.5	R546▲
1250	0.1	250	20	50	—	1000⑩	10	50	3	50	4.0×10 ⁴	1.0×10 ⁶	3	4	6199
1600	0.1	350	70	90	—	1250⑩	10	35	3	20	3.5×10 ⁴	3.9×10 ⁵	3	4	R580▲
1250	0.01	250	80	120	0.2	1000⑩	10	50	10	20	2.0×10 ⁴	4.2×10 ⁵	3	4	R592▲
1250	0.01	250	80	120	0.2	1000⑩	10	50	10	20	2.0×10 ⁴	4.2×10 ⁵	3	4	R593▲
1250	0.1	250	20	50	—	1000⑩	10	50	3	50	4.0×10 ⁴	1.0×10 ⁶	3	4	R189
1250	0.1	250	20	30	0.07	1000⑩	10	30	100	500	1.5×10 ⁴	1.0×10 ⁶	3	4	R192
1250	0.1	250	20	30	0.07	1000⑩	10	30	100	500	1.5×10 ⁴	1.0×10 ⁶	3	4	R207
1500	0.01	250	10	20	0.1 ⑭	1250⑩	1	4.5	1000 ⑯	5000⑯	4.2×10 ²	2.3×10 ⁵	3	4	7102
1250	0.01	250	—	—	—	1000⑩	100 ⑮ (A/W)	400 ⑮ (A/W)	0.5	1	5.6×10 ²	2.0×10 ⁴	3	4	R190
1500	0.1	250	40	60	—	1250⑪	20	50	10	100	4.0×10 ⁴	8.3×10 ⁵	2.5	3.5	7696
1500	0.01	250	10	20	0.1 ⑭	1250⑪	1	4	1000 ⑯	5000⑯	4.2×10 ²	2.3×10 ⁵	2.5	3	R473▲
1250	0.01	250	20	40	0.07	1000⑪	10	40	50	500	2.0×10 ⁴	1.0×10 ⁶	2.5	3	R236
1500	0.01	250	80	120	0.2	1000⑪	10	50	10	20	2.0×10 ⁴	4.2×10 ⁵	2.5	3	R375
1800	0.3	250	80	100	0.2	1500⑪	10	50	20	50	2.0×10 ⁴	5.0×10 ⁵	2.5	3.5	PM55▲
1500	0.3	250	100	150	0.2	1000⑪	10	50	10	30	2.0×10 ⁴	3.3×10 ⁵	2.5	3.5	R550▲
1500	0.01	250	100	120	0.2	1000⑪	10	50	10	20	2.0×10 ⁴	4.2×10 ⁵	2.5	3	R562
2700	0.2	500	30	80	—	1500⑫	15	50	1 ⑰	2⑰	5.0×10 ⁴	6.3×10 ⁵	2	2.5	R329
2500	0.01	500	80	50	—	1500⑫	15	50	0.3 ⑰	0.5 ⑰	5.0×10 ⁴	1.0×10 ⁶	2	2.5	R464
2000	0.1	300	40	80	—	1500⑬	10	30	10	20	3.0×10 ⁴	3.8×10 ⁵	2.5	3.5	R594▲

⑫ 陽極供給電圧 (Ebb) を分圧し、陽極-第1ダイノード間に4/16.4 Ebbを、第1ダイノード-第2ダイノード間に1/16.4 Ebbを、第2ダイノード-第3ダイノード間に1.4/16.4 Ebbを、他電極間および第12ダイノード-陽極間に1/16.4 Ebbを印加する。集束電極 (ピンNo.17) は第1ダイノードに、ダイノード・シールド (ピンNo.10) は第5ダイノードに接続する。

⑬ 赤感度: 使用フィルター 東芝 V-R68 (カットオフ 6500 Å)

⑭ 赤感度: 使用フィルター 東芝 IRD1A
 ⑮ 光源は低圧水銀ランプ (波長2537 Å) を使用
 ⑯ 4 A/lm になるときの電圧を印加する。
 ⑰ 暗黒中に3時間放置後の値。
 ⑱ ▲印の形名は新製品です。

光電子増倍管外形寸法図・ベース接続図およびソケット



(単位: mm)

10

入光面 40φMAX.
31.5φMIN.
光電面
109 ± 3
125 MAX.
38φMAX.
12ピンベース
JEDEC No. B12-43

AGF11-10
(ジルコニウム)

R580 R592 R593

11

入光面 53.0φMAX.
40φMIN.
光電面
124.0 ± 3
148.0 MAX.
58.7φMAX.
14ピンベース
JEDEC No. B14-38

7696

※市販I4Pダイヘ
プタルソケット
が適合します。

インデックスピン

12

入光面 53.0φMAX.
40φMIN.
光電面
112 ± 2
15ピンベース
No. B15-B

AGF11-1
(チロロン)

R236 R375

13

入光面 53.0φMAX.
40φMIN.
光電面
124.0 ± 5
148.0 MAX.
58.7φMAX.
14ピンベース
JEDEC No. B14-38

PM55 R550

※市販I4Pダイヘ
プタルソケット
が適合します。

インデックスピン

14

入光面 51.5φMAX.
40φMIN.
光電面
140 ± 2
19ピンベース

AGF11-11 (チロロン)

R562

インデックスピン

15

入光面 53.5φMAX.
46.0φMIN.
光電面
127.0 ± 2
21ピンベース

AGF11-5
(チロロン)

R329

インデックスピン

16

入光面 53.5φMAX.
光電面 (11×10)
127.0 ± 2
16.0 MAX.
21ピンベース

AGF11-5
(チロロン)

R464

インデックスピン

17

入光面 53.5φMAX.
40φMIN.
光電面
112 ± 2
16 MAX.
15ピンベース

AGF11-1
(チロロン)

R473

インデックスピン

18

入光面 77.5φMAX.
65φMIN.
光電面
137 ± 3
160 MAX.
58.7φMAX.
B14-38ベース

R594

※市販I4Pダイヘ
プタルソケット
が適合します。

インデックスピン

電子増倍管

Electron Multiplier Tubes

電子増倍管はイオンマルチプライヤー、またはエレクトロンマルチプライヤーとも呼ばれ、電子・イオン化された粒子、真空紫外光、軟X線などの検出・測定に用いられています。

浜松テレビの電子増倍管は利得が高く、暗電流が小さいので、カウンティング法を用いて非常に小さい入射粒子及びエネルギー量の測定を行なうのに適しています。ダイノードは16及び20段のものがあり金属板のステムの上に組立てられ、この管の使用状態に適した性能の分割抵抗を内蔵しております。抵抗値は1個当り1MΩであります。陽極はその周囲にシールドが設けられていて、そのシールドを陽極に近い電位に接続する事により、漏洩電流や外部よりの誘導を著しく低減する事ができ

取扱い上の注意事項

- 動作時は 10^{-5} torr以上の真空度に保って下さい。真空度が悪いとノイズの原因となり、著しい場合には放電する事があります。また機器に取付けた最初は吸着ガスの離脱などによりノイズレベルが高くなる場合がありますので、印加電圧を徐々に上げ、電流を流しながらある程度エージングをしてから御使用ください。
- 強い紫外線でダイノードを照射しないでください。ノイズの増大及び劣化の原因になります。
- 製品は真空封止されたガラス管の中に入っておりますので、紫外線を当てる事により動作試験は出来ますが、御使用時には次の方法によりガラス管を切取って下さい。

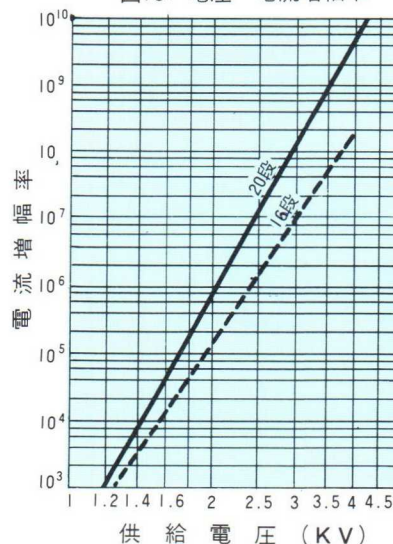
Ⓐ ニクロム線による方法 (図19を参照)

- ガラス管の下部より10~20mmの所にダイヤモンドカッター又はヤスリにより傷をつけます。
- 図のようにニクロム線に電流を流し、ニクロム線が赤熱するまで電圧を上げます。
- バルブにつけた傷口に赤熱したニクロム線を当て、数秒後すぐ離し傷口に水を2~3滴そそぐと傷口より亀裂を生じます。
- 順次③と同じ方法でガラス管を一周させれば割ることが出来ます。

Ⓑ ガラス棒による方法

- Ⓐ-①と同じ方法で行います。
- ガラス棒又は細いガラス管を赤熱させ、先端が赤玉になるようにします。
- 赤玉をすばやく傷口に当てると傷口より亀裂を生じません。
- ③を繰り返して亀裂がガラス管を一周すると割れます。

図18. 電圧-電流増幅率



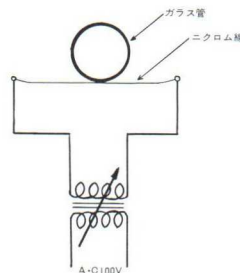
- 真空紫外領域測光用としてエレクトロンマルチプライヤーを使用する場合には、ダイノードNo.1を光電陰極として使用する必要があります。その場合、標準品としてはCu-BeOを採用してありますが、標準品以外の光電陰極をご要望の時はその旨御連絡下さい。

使用中、イオン等の衝突により特にダイノードNo.1の疲労が現われる場合があります。そのような時にダイノードNo.1を取替える場合には次のような要領で行ないます。なおこの取替法は真空紫外用陰極を取付ける場合にも応用できます。

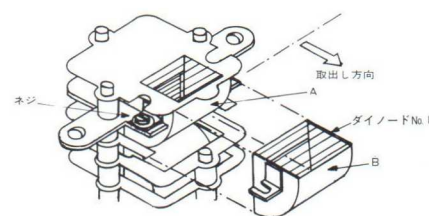
- 図19の2個のネジをゆるめます(ネジは付けたままにして置くこと)。
- ダイノードNo.1をA点位置から矢印の方向にB点までピンセットにて取り出します。
- 代りのダイノードを逆の順序で取り付けます。

- ガラス管を切り取った以後に保管する場合は、油蒸気のない真空デシケーターあるいは乾いた不活性ガス(N₂、Arなど)中に保管して下さい。空気その他に長くさらされるとゲインが低下しますからご注意ください。

図19. (ガラス管切取法)



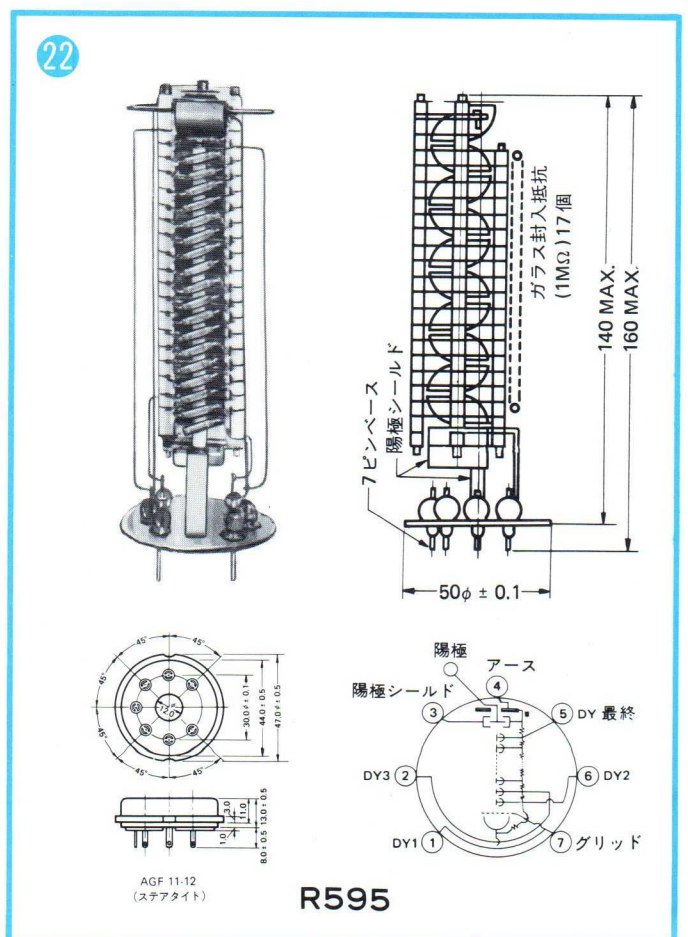
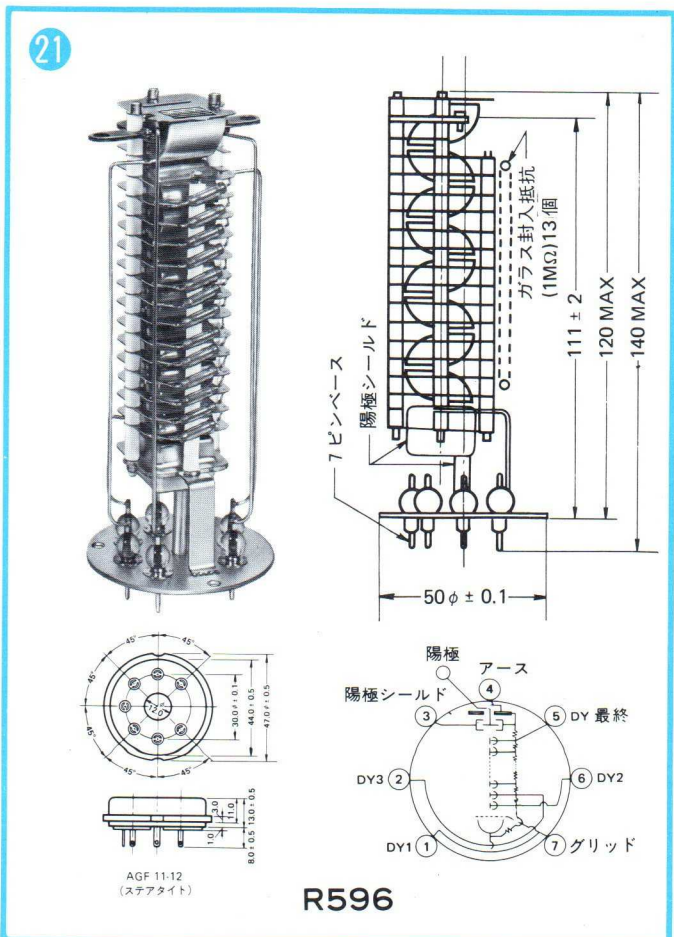
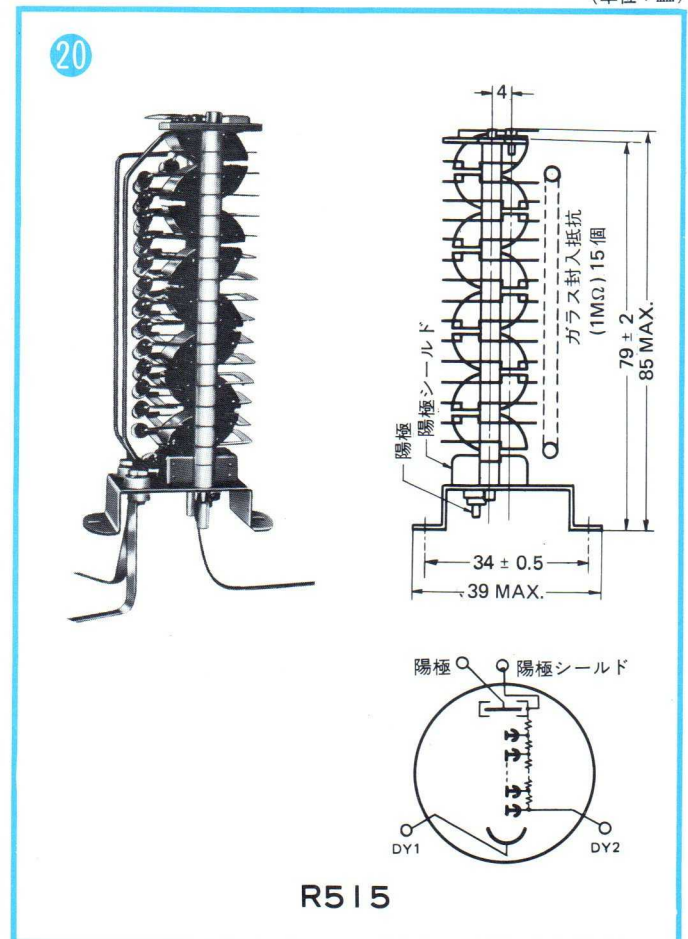
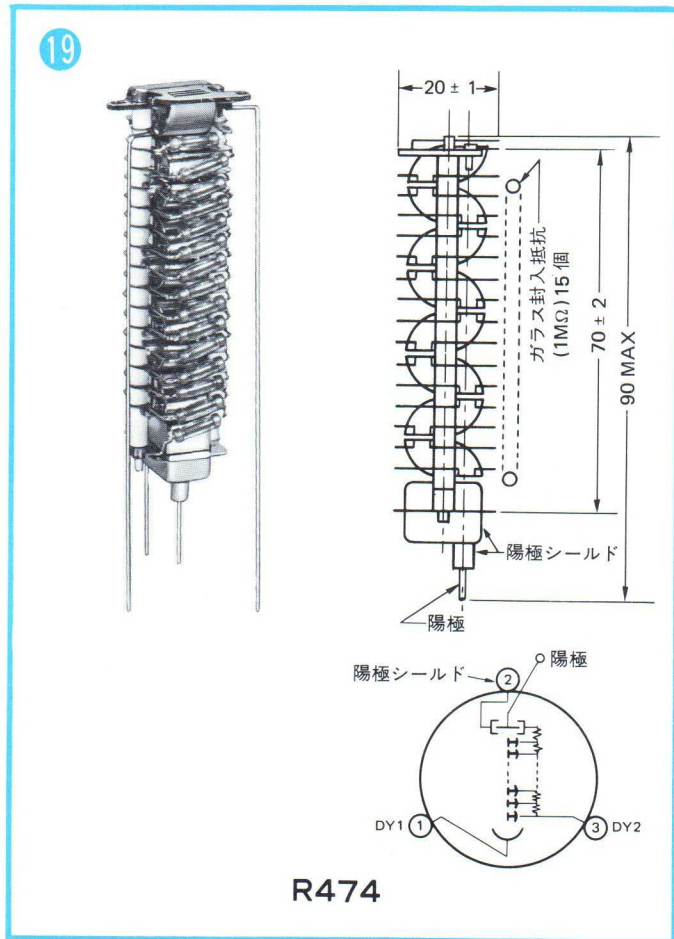
(ダイノードの取替法)



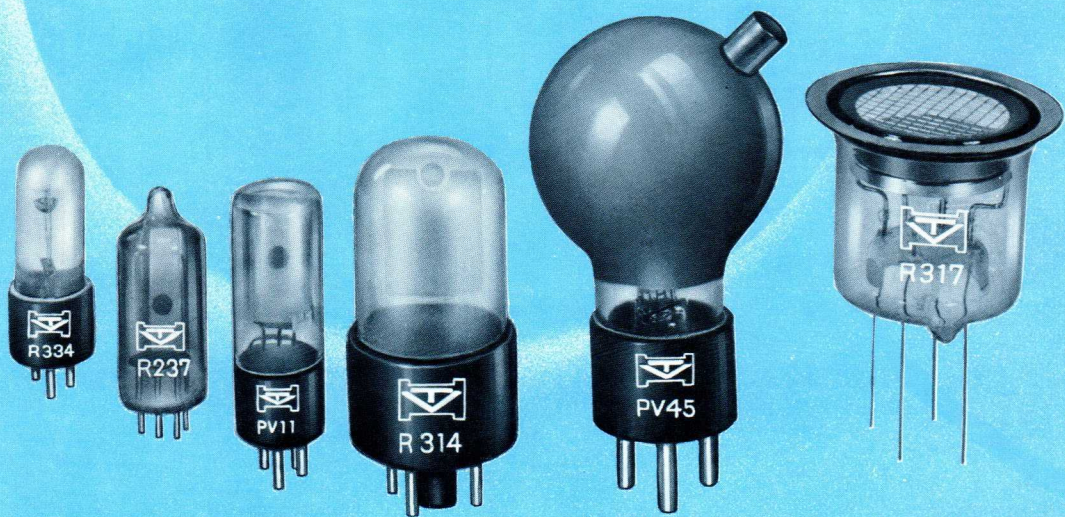
形名	ダイノード 段数	外形寸法 ベース接続図	ダイノード 材 料	電流増幅率 250V/段 (最小)	第1ダイノード -陽極間電圧 (Vdc)	平均陽極電流 (μA)	最終ダイノード -陽極間電圧 (Vdc)
R474	16	19	Cu-BeO	4×10 ⁷	5000	10	350
R515	16	20	Cu-BeO	4×10 ⁷	5000	10	350
R596	16	21	Cu-BeO	4×10 ⁷	5000	10	350
R595	20	22	Cu-BeO	1×10 ¹⁰	6000	10	350

電子増倍管外形寸法図・ベース接続図およびソケット

(単位: mm)



PHOTOTUBES



光電管

光電管は光電子増倍管と同様、光電子放出現象を利用した真空管で、光電変換素子としてはもっとも早くから使用されています。

光電管は大別して、真空形光電管とガス入り形光電管に区分され、真空形は安定度および周波数特性がよいこと、暗電流が少ないことなどの理由により、一般フォトリレーのほか精密物理測光に広く使用され、またガス入り形は、真空形に比べ5～10倍感度がよいことから、横写電送やフォトリレーなど光の変化の検出に使用されています。

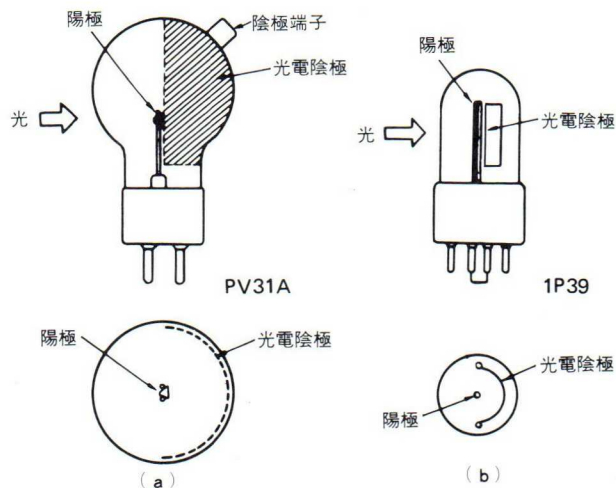
1. 構造と動作

光電管は、光電陰極面（光電面）と呼ばれる光電子放出面と放出された光電子を集める陽極とを備えた2極真空管です。

形状的には側部窓形（サイドオン形）と頭部窓形（ヘッドオン形）に分かれ、光電面には（a）ガラスバルブ内壁に蒸着したものと、（b）管球内の金属板上に蒸着したものとがあります（図20参照）。

また動作原理的には、真空形とガス入り形とに分かれます。真空形は放出された光電子を陽極に集め、出力光電流として取り出すもので、安定度がよく、低暗電流・低雑音であり、周波数特性も他の光電変換素子とは比べものにならないほど優れています。ガス入り形は管内にアルゴンなどの不活性ガスを低圧封入したもので、光電面から放出された光電子による封入ガス原子のイオン化により、光電子流の増幅を図ったものです。真空形に比べて感度は5～10倍よくなりますが、周波数特性は真空形に比べて劣ります。

図20. 光電管の電極構造例



2. 感度

光電管は、光電面に入射した光のエネルギーを出力光電流としてとりだすものですから、その感度 S は

$$S = \frac{\text{出力光電流}}{\text{入射光のエネルギー}}$$

で表わされます。

光電面は、入射光の光子のエネルギーの大きさにより、その量子効率（1個の光子が入射したとき、何個の光電子を放出するかの比率）は異なってきますから、入射光の波長により出力光電流は異なってきます。この入射光のエ

ネルギー（ある波長における）に対する出力電流の比を放射感度とよび A/W の単位で表示しています。

このように光電面は波長特性を有していますから、感度を測定する場合は、入射光中の波長エネルギー分布を一定にしなければなりません。このため、光電管では色温度を指定したタングステンランプ（普通2854°K）を光源とした場合の測定値を感度として表示しています。

この入射光束に対する出力電流の比を普通ルーメン感度とよび、 $\mu A/lm$ の単位で表わしています。

分光感度

光電管の分光感度は、用いる光電面およびガラスバルブによって、いろいろな種類に区分されます（P 8. 9 参照）。

光電面を使用する場合は、この分光感度特性と入射光の波長エネルギー分布とを組み合わせ、検出する入力（光）をもっともよく検知するよう考慮しなければなりません。

光電面の選択は、機器を設計する上で一番重要なことですから、入射光の波長エネルギー分布またはその変化などについて十分な研究・考察が心要です。

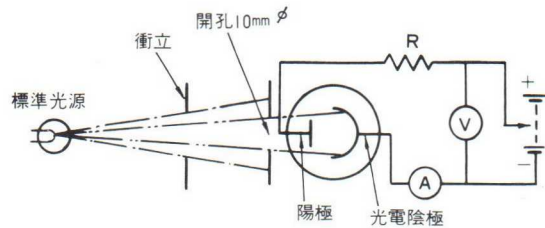
ルーメン感度

前述したように、光電管の感度は入射光の波長によってそれぞれ異なってきますから、普通、ルーメン感度を用いて比較しています。

1lmの光とは、1lxの照度の面1m²中に含まれる光束をいい、1lxとは、1しよく光の光源から1m離れた点の照度をいいます。したがって、照度が一定でも面積が変れば光束（lm）も変わってきます。このため光電管の感度の測定は、光電面の直前に10mmφの開孔板をおき、これを通して真空形では0.1lm、ガス入り形では0.05lmの光を、光電面のほぼ中心に投射して行ないます。この測定に使用する回路を図21に示しました。

光源には色温度 2854° K の標準タングステンランプを用い、供給電圧は真空形は 250Vdc、ガス入り形では 90Vdc を与えています。負荷抵抗はいずれも 1 MΩ を使用しています。このため真空形ではあまり問題になりませんが、ガス入り形では一種の動特性を測定していることになり、負荷抵抗の変化が感度に大きな変化を与えることがあります。

図21. 光電管の感度測定回路図



感度のバラツキ

一般に光電面の感度は、同品種のものでもかなりバラツキがあります。このバラツキが問題になる場合は、仕様規格を提示していただければセレクトして納入することも可能です。

また 1 本の球でも、光電面の場所による感度のバラツキ (ユニフォミティ) がありますが、光を直接光電面に投射せずオパールガラスなどにより散乱光にしたり、入射光の

位置がふらつかないようにすれば、この影響を少なくすることができます。

ガス入り形光電管においては、印加電圧によって感度を調整することができますから、簡単な on-off のフォトリレー装置などに使用する場合は、バラツキはあまり問題になりません。

3. 電圧—電流特性

真空形光電管の電圧—電流特性の例を図22に示しました。いま光電管に一定の光を入射させ、陽極電圧を 0 から徐々に上げていくと、光電流は急速に増加して、すぐ飽和します。この場合、入射光束が少ないと陽極電圧 20V ぐらいですぐに飽和しますが、入射光束が多くなると飽和するまでの電圧は高くなります。一般的には真空形光電管の光電流は、はじめは電圧とともに増加しますが、50V 前後になると電圧の変化に対して電流の変化はほとんどなくなりますから、100V 前後で使用すれば電圧変動の影響はないと考えてさしつかえありません。

この飽和特性を決定する主な要因は電極形状で、品種によっては 10V 前後の低電圧で飽和するものもあります (R414、R424、R330 など)。

ガス入り形光電管の代表的な電圧—電流特性を図24に示しました。図から明らかなように、ガス入り形では入射光束が少ない場合は、管内ガスがイオン化されない程度の低い電圧では光電流は少なく、約 20V になると光電流が急速に増加します。また陽極電圧が低くても入射光束が多くなると、光電流の増加は著しくなります。したがってガス入り形光電管では、負荷に高抵抗を接続しています。これは光電流が著しく増加すると負荷抵抗による電圧降下が大きくなり、陽極電圧が実質的に低下して光電流の増加を抑制し、グロー放電を抑えるようにしているわけです。

図22. 真空形光電管の電圧—電流特性

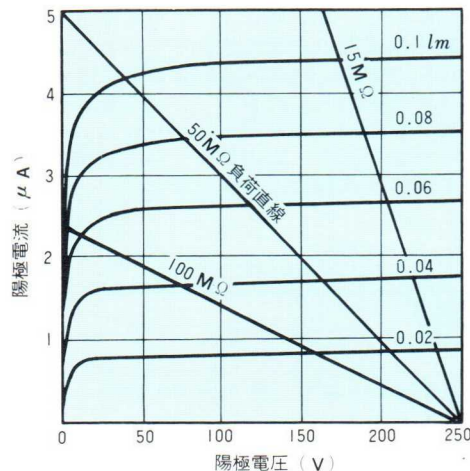


図23. 真空形光電管 R330 の電圧—電流特性

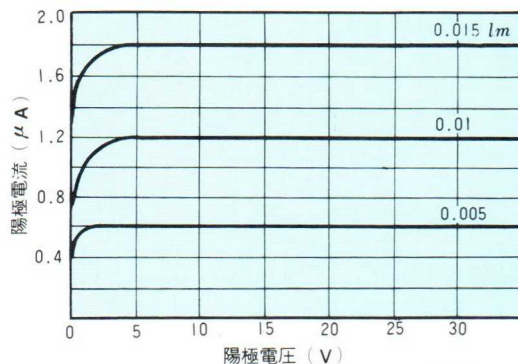
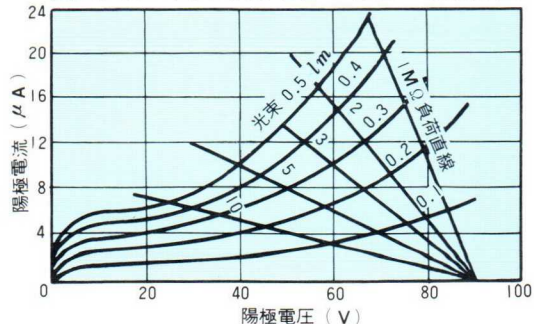


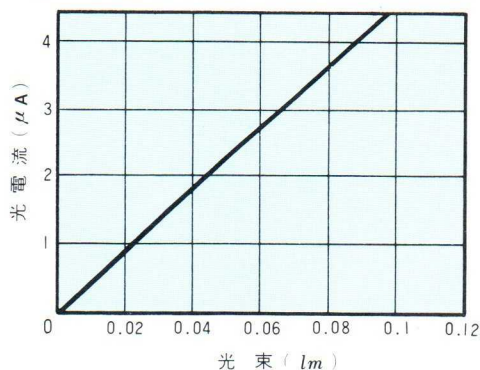
図24. ガス入り形光電管の電圧—電流特性



4. 光束－光電流特性

真空形光電管の光束と陽極電流は直線な関係で、適当な陽極電圧を与えれば、入射光束に対してひずみのない安定した出力が得られます。

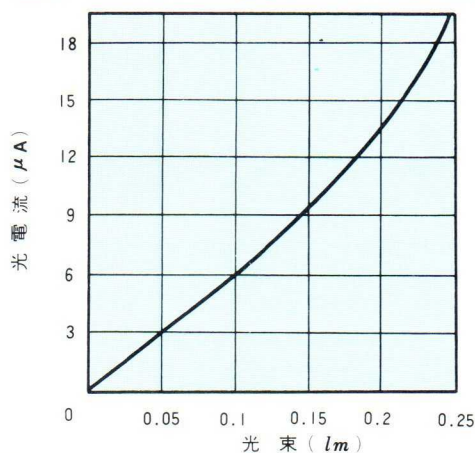
図25. 真空形光電管の光束－光電流特性



ガス入り形光電管の場合も入射光束が少ないときはほぼ比例しますが、入射光束が多くなると図26に示したように直線からはずれてきます。したがって、入射光束と負荷抵抗を適当に選ぶことによって、比較的ひずみの少ないところで使用するのが理想的です。負荷特性は前項の電圧－電流特性をご覧下さい。

また規格表中のガス増幅率とは、陽極電圧90Vと25Vの感度の比： $\frac{S_1(90V)}{S_2(25V)}$ です。

図26. ガス入り形光電管の光束－光電流特性



5. 動作特性

応答速度と周波数特性

応答速度は主として電子またはイオンの走行時間で定められます。

真空形光電管は光電流が小さく、空間電荷の影響を無視できますから、飽和2極管と考えることができます。したがって光電面（陰極）と陽極間の電子走行時間(t)は、

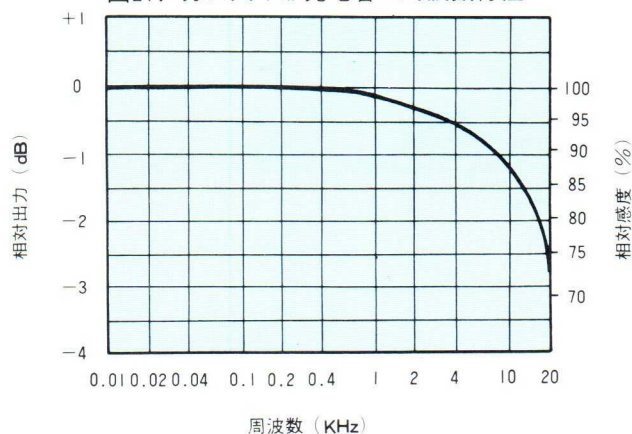
$$t = 3.37 \times 10^{-8} \frac{d}{\sqrt{V_p}} \quad (\text{秒})$$

で示されます。ここでdは電極間距離(cm)、V_pは陽極電圧(V)です。

ガス入り形光電管の応答速度は、光電管中のアルゴン原子の電離により生じる正イオンの走行時間に関係してきますが、イオンは電子に比べて質量が大きい(約7300倍)ので、印加電圧が等しければ、イオン(1価の正イオンとしての)の速度は電子の走行時間に比べて約270倍にもなり、慣性が大きく、応答速度は必然的に低下してきます。さらに、正イオンが光電面をたたいて電子を放出させるので、しばらくの間、陽極電流が流れ、これが時間遅れとなって現われます。

周波数特性は、真空形が非常に優れており(約100MHz)ガス入り形は構造、封入ガスの圧力などにより個々の品種に多少の相違がみられますが、図27に示したように、15KHzで80%に低下します。回路や電極間の静電容量、とくに負荷に高抵抗を使用した場合は、その影響によって感度がいくぶん低下してきます。

図27. ガス入り形光電管の周波数特性

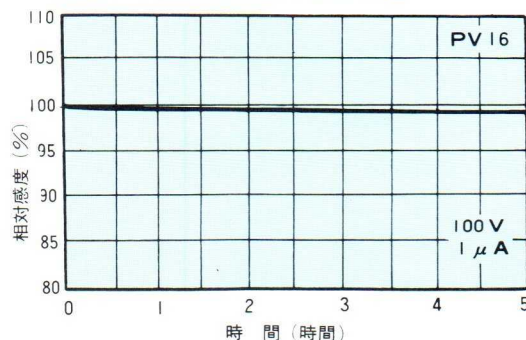


疲労現象

光電管の疲労現象とは、一般に、一定の条件(入射光や周囲温度など)で使用したときに光電流が次第に変化する現象をいいます。

真空形光電管はふつう1μA以下で使用すれば疲労現象はほとんど認められません。しかし、あまり明るい光が入射すると疲労現象を生じることがあります。図28に真空形光電管の疲労特性を示しましたが、これは平均的なもので光電面の種類や同品種でも管によっては多少のバラツキは免れません。

図28. 真空形光電管の疲労特性

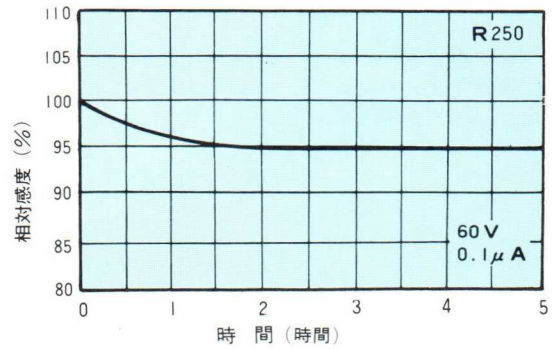


ガス入り形光電管は、光電面がイオンで衝撃されますので、真空形に比較して感度が低下しやすく、このため使用に際しては、陽極電圧を低くして、陽極電流を少なくすれば比較的安定して使用できます。図29にガス入り形光電管の代表的な特性を示しました。

また、この疲労特性は入射光の波長や周囲温度によっても異なります。

規格表に示された平均陰極電流は、有効光電面の全面に光を当てたときの許容値ですから、スポット光、スリット光などの場合は面積比を計算に入れてご使用下さい。

図29. ガス入り形光電管の疲労特性



温度特性

光電管は周囲温度が変化すると感度変化をきたすことがあり、上昇の場合は熱電子放出による暗電流が増加しS/N比が低下しますので、精密な測光に使用する場合は周囲温度の変化にはとくに気をつけて下さい。

図30、31に代表的な光電面の温度による感度および暗電流変化の特性を示しました。図のように、光電面の種類によって温度特性は異なりますが、また入射光の波長によっても異なります。図30は白色光 (2854° K 標準タングステンランプ) の場合を示しました。

図30. 光電管の温度による感度変化

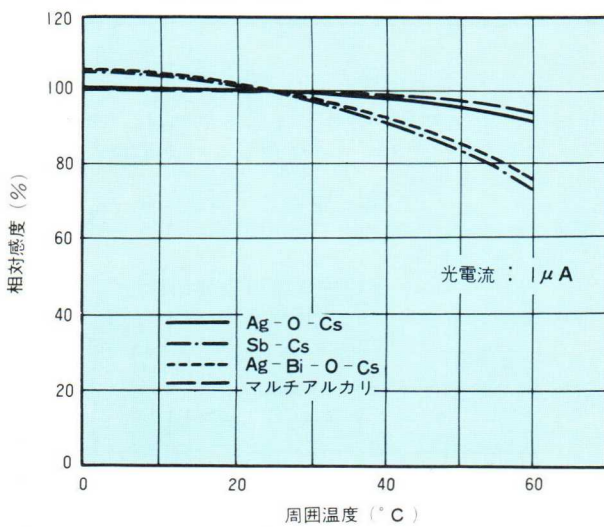
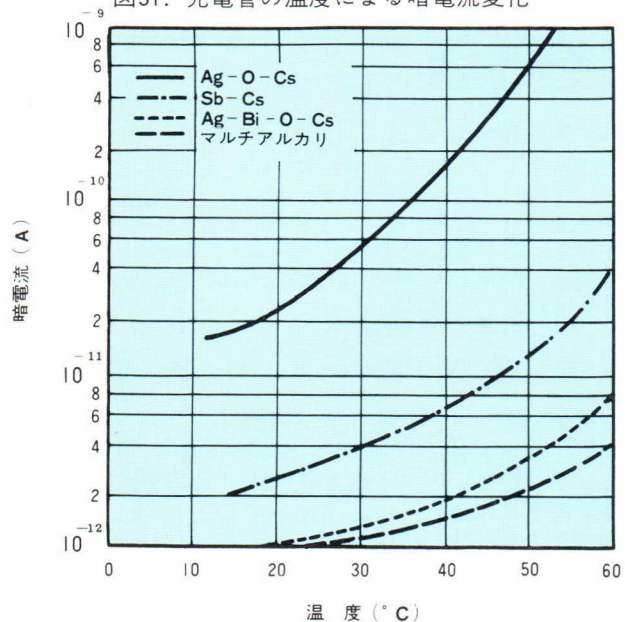


図31. 光電管の温度による暗電流変化



6. 暗電流

光電管の暗電流は、入射光0のとき、陽極・陰極間に流れる電流をいいます。

暗電流の原因としては、光電面の熱電子放出のほか、ベースのピン間・内部電極間の漏洩電流などがあげられます。

とくにAg-O-Cs光電面 (S-1特性) では、周囲温度の上昇に伴ない光電面の熱電子放出が急激に増加しますから注意して下さい。しかし一般に常温以下で使用する場合は、光電管の暗電流の大部分は漏洩電流と考えてよいと思われます。

7. 雑音

光電管の雑音で使用上とくに問題となるのは、管内電極の振動不良による異常雑音で、一般的には増幅器の雑音の方が大きくなっています。増幅器雑音には、光電管の負荷抵抗の熱雑音によるもの、初段増幅管の雑音が入っています。したがってセットの設計に際しては、異常雑音に対する防振および増幅器の雑音対策などについて十分考慮することが大切です。

真空形光電管 Vacuum Types

形名	外形・ベース 接続図	分光感 度特性 (Å)	最大定格					特性 (25°C)		
			陽極供 給電圧 (V)	尖頭陰 極電流 (μA)	平均陰極 電流密度 ($\mu\text{A}/\text{mm}^2$)	平均陰 極電流 ^④ (μA)	周囲 温度 (°C)	陽極供 給電圧 (V)	標準 ^⑤ 感度 ($\mu\text{A}/\text{Lm}$)	陽極 ^⑩ 暗電流 (nA)
PV11	23	S-1	250	6	0.05	2	50	250	25	50
PV13	24	S-4	250	6	0.05	2	50	250	25	50
PV16	25	S-4	250	6	0.05	2	50	250	45	0.5
PV22	26	S-1	250	9	0.05	3	50	250	35	1
PV23	26	S-4	250	9	0.05	3	50	250	35	1
PV29A	27	S-1	250	30	0.05	10	50	250	30	1
PV31A	27	S-4	250	30	0.05	10	50	250	35	0.5
PV45	28	S-1	250	0.3	0.005	0.1	50	250	6 ^⑥	5
90AV	29	S-4	100	6	0.0125	2	50	100	45	50
1P39	31	S-4	250	20	0.05	5	75	250	45	5
935	33	S-5	250	30	0.05	10	75	250	35	0.5
R110	34	S-19	250	9	0.05	3	50	250	35	1
R183	35	2000~6500	250	6	0.05	2	50	250	35	1
R310	34	1800~8000	250	9	0.05	3	50	250	45	1
R414	36	S-4	100	1	0.05	0.3	50	100	40	0.05
R369	31	2000~8000	250	6	0.05	2	50	250	35	5
R237	30	S-1	250	6	0.05	2	50	250	25	50
R403	37	2000~3200	250	4.8	0.05	1.6	50	250	20 ^⑦	1
R404	38	1800~3200	100	1.2	0.05	0.4	50	100	(mA/W)	1
R314	32	2000~8500	250	1	0.005	0.1	50	250	20	0.05
R330	39	2000~8500	100	1	0.005	0.075	50	100	120	0.005
R424	40	S-20	100	1	0.005	0.075	50	100	120	0.005
R317	41	S-1	2500	1 (A)	—	50	75	250	15	50 ^⑧
R518	44	2000~8200	250	1.5	0.01	0.1	50	250	45	0.5
R520	31	2000~8200	250	3	0.01	0.1	50	250	45	0.5

補修品：PV15, PV24, PV26, PV47, 929, 5652

ガス入り形光電管 Gas-Filled Types

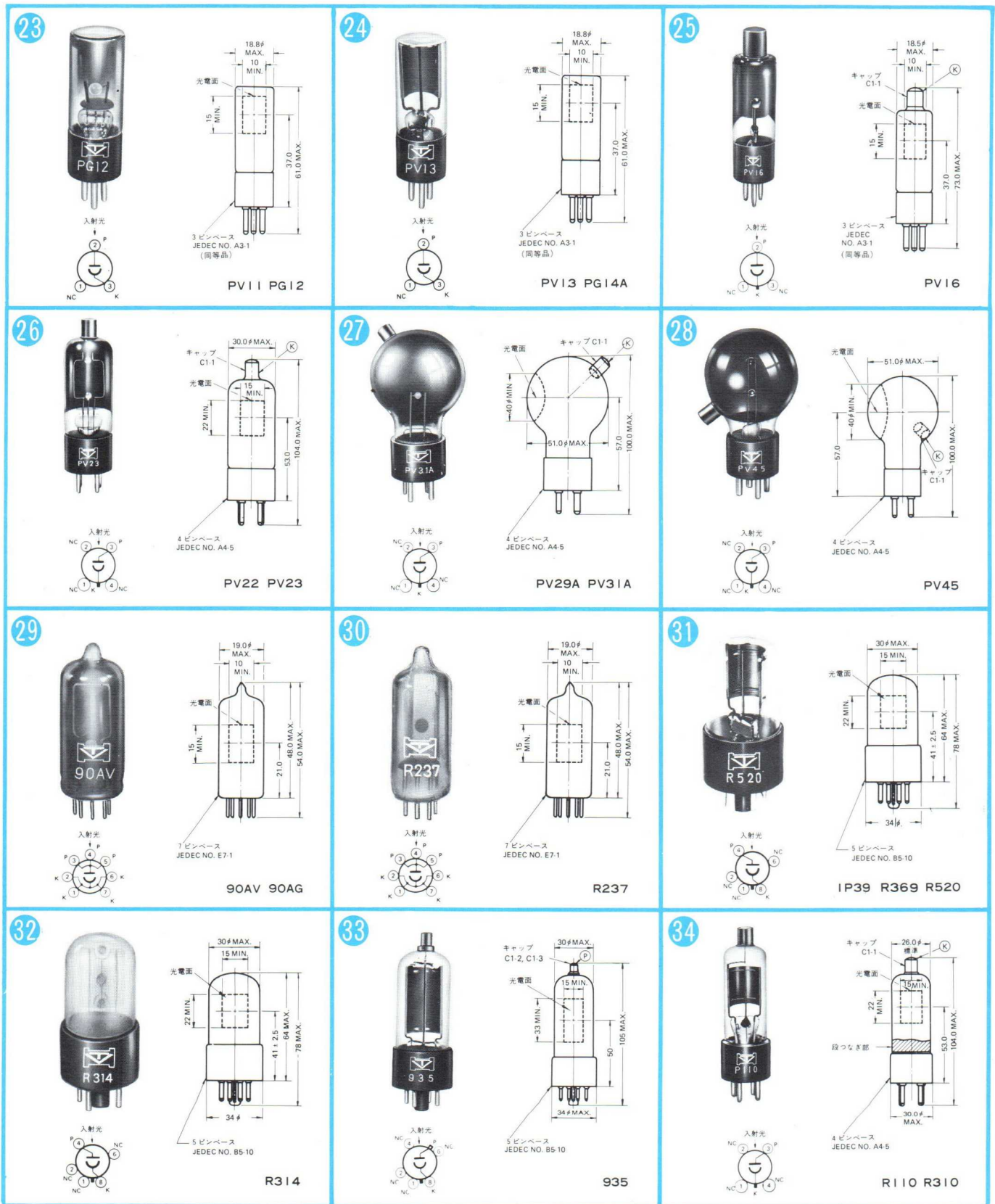
形名	外形・ベース 接続図	分光感 度特性 (Å)	最大定格					特性 (25°C)			
			陽極供 給電圧 (V)	尖頭陰 極電流 (μA)	平均陰極 電流密度 ($\mu\text{A}/\text{mm}^2$)	平均陰 極電流 ^④ (μA)	周囲 温度 (°C)	陽極供 給電圧 (V)	標準 感度 ($\mu\text{A}/\text{Lm}$)	ガス ^⑩ 増幅率	陽極 ^⑩ 暗電流 (nA)
PG12	23	S-1	90	6	0.05	2	50	90	125	10	100
PG14A	24	S-4	90	6	0.05	2	50	90	200	8	100
PG25	42	S-1	90	9	0.05	3	50	90	180	7.5	100
PG28	42	S-4	90	9	0.05	3	50	90	135	5.5	100
90AG	29	S-4	90	6	0.05	2	50	90	150	7.5	100
4409	43	S-4	100	10	0.05	3	75	90	135	5.5	2
6953	45	S-1	90	9	0.05	3	100	90	200	10	2
R250	44	S-4	80	6	0.05	2	50	75	300	8	0.5

補修品：PG14, PG27, R121, R193

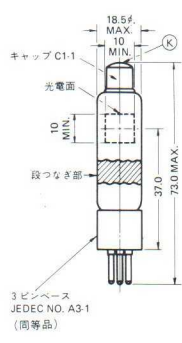
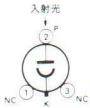
- ①外形・ベース接続図はP 30, 31参照。
- ②分光感度特性はP 8, 9参照。
- ③絶対最大定格。
- ④30秒間の平均値。
- ⑤指定の陽極電圧で、光源色温度2854°K標準タングステンランプ。負荷抵抗1M Ω 。入射光束は真空形0.1ルーメン、ガス入り形0.05ルーメンを与え測定。

- ⑥開孔の直前に赤外フィルタ I RD1A (東芝製)をおき測定した値。
- ⑦光源は低圧水銀灯 (2537 Å)を使用。
- ⑧印加電圧 2500 V。
- ⑨CES PG 51相当管。
- ⑩最大値。

光電管外形寸法図・ベース接続図

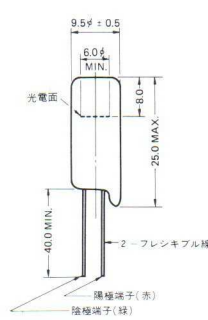


35



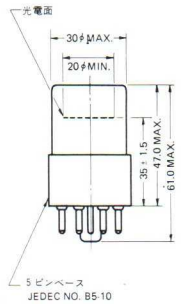
R183

36



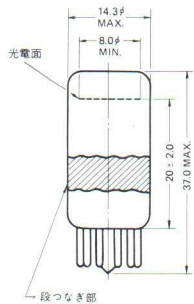
R414

37



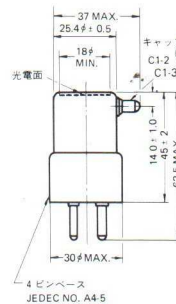
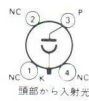
R403

38



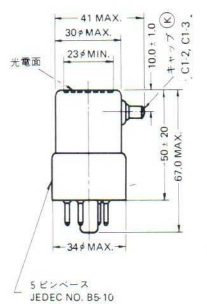
R404

39



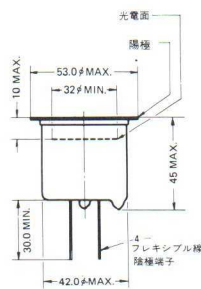
R330

40



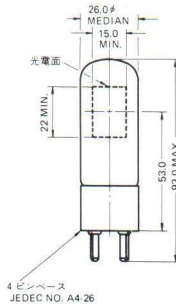
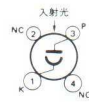
R424

41



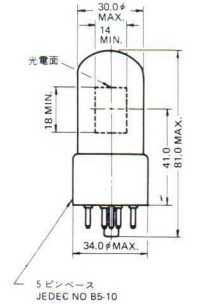
R317

42



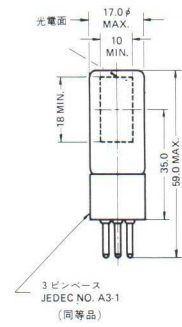
PG25 PG28

43



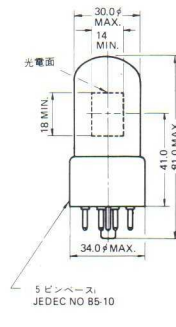
4409

44



R250 R518

45

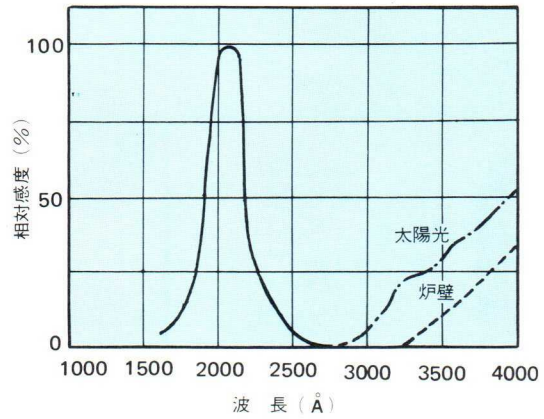


6953

紫外線検出管 (UVtron)[®]

UVtronは、ボイラー用バーナーに取付け、火焰の着火・滅光などを確実に検知するために開発された紫外線検出器です。従来この用途に使用されてきた光電管・PbSセル・CdSセルなどは、これらの感度が可視・赤領域或いは赤外領域にตอบสนองするものであるため、赤熱した炉壁や外光の影響を受けて誤動作を起しやすかったり、ガスの普及によって焰の色が薄紫色あるいは無色になったため、焰の検知が不安定になるなどの問題点がありました。しかしUVtronは図32に示したように、1600Å～2900Åという紫外線にだけ感度を有する放電管で、しかも焰中の微弱な紫外線に対し十分応答する能力をもっているため、従来の素子の問題点が解決され、UVtronの利用によって、ボイラーの自動制御がより信頼性の高いものになりました。

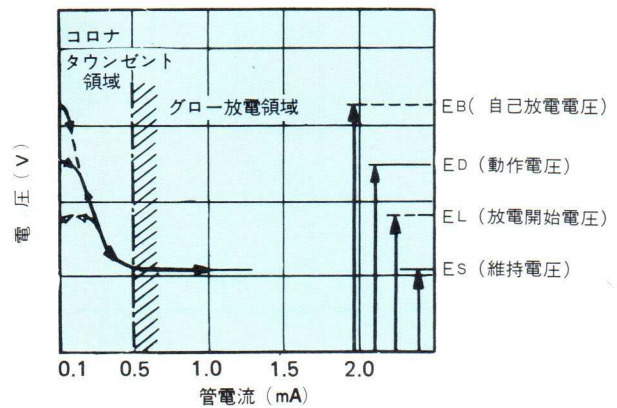
図32. UVtronの分光特性



動作原理

UVtronは、紫外線をトリガー（引金）として動作するように作られた放電管です。UVtronの陰極面に紫外線が入射すると光電子が放出され、その光電子が封入ガスをイオン化して放電が生じます。出力信号は負荷抵抗の選び方によってそれぞれ異なりますが、放電パルスの出力をそのままパルス信号として取出したり、あるいは、積分回路を通し直流信号として取出して使用します。印加電圧（ E_D ）は、図33に示すように自己放電開始電圧（ E_B ）と紫外線の入射によって電離が開始される電圧（ E_L ）とのほぼ中間にバイアスさせますが、一般的な放電管と同様グロー放電領域の放電管固有の性質である自続放電をさけるため、通常商用周波数の50Hzあるいは60Hzの正弦波を整流した半波または全波の脈流電圧を供給し放電の消滅を行なわせます。

図33. UVtronの静特性



感度

UVtronの感度は、外部回路によって異なりますので、UVtronの場合は、光源として市販のローソクを用い管から20cm離れた時の光量を基準とし、図35に示した回路を用いて測定した値を感度の基準としています。

図34. 市販のローソクの炎の形状（単位mm）

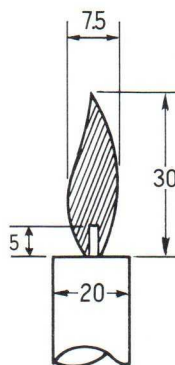
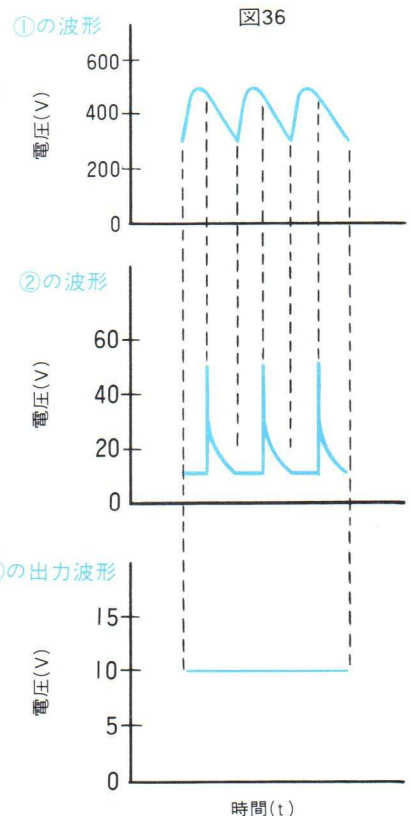
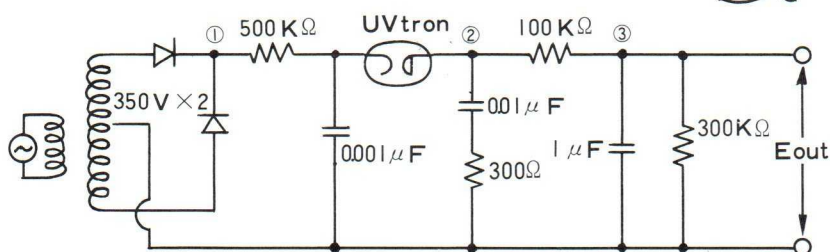


図35. 感度測定回路



温度特性

温度特性

UVtronの周囲温度に対する特性を図37、38に示しました。図からわかるように、100℃付近までは特性にほとんど変化はありませんが、120℃以上の高温になってきますと自

己放電電圧に変化が現われます。一般にこの変化は低下する方向ですので、UVtronを安定に使用するためには、できるだけ常温に近い温度で使用して下さい。

図37

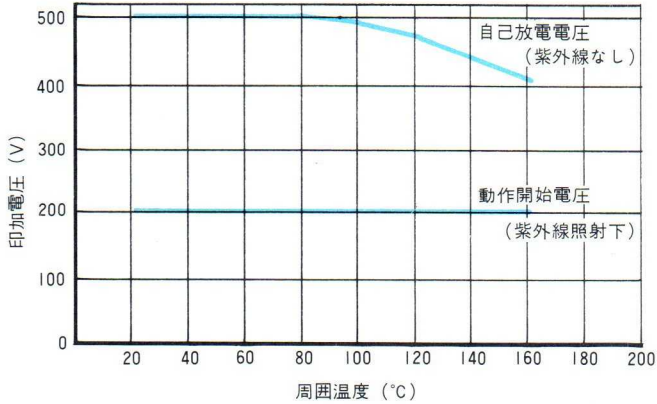
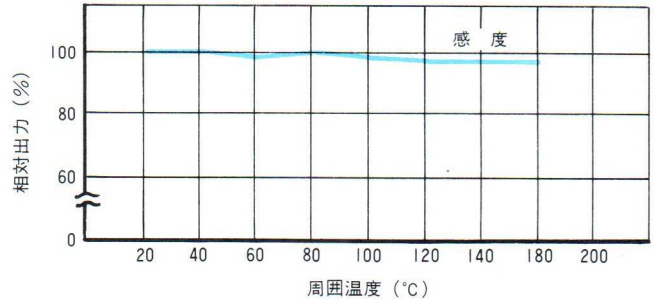


図38



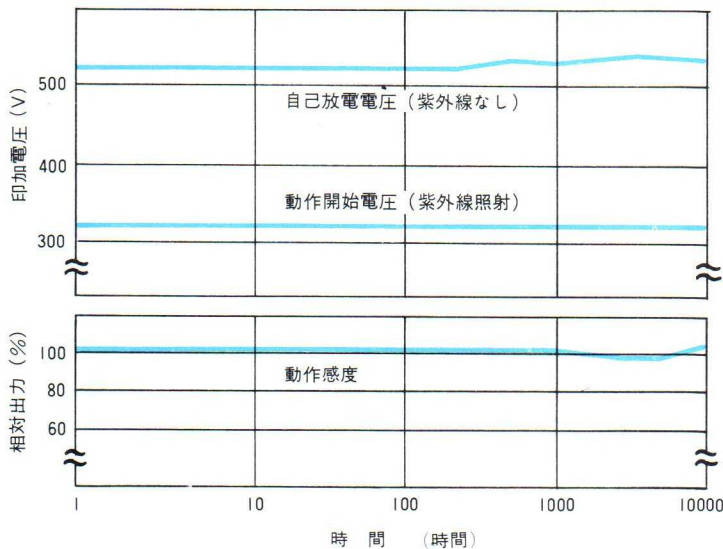
寿命

寿命

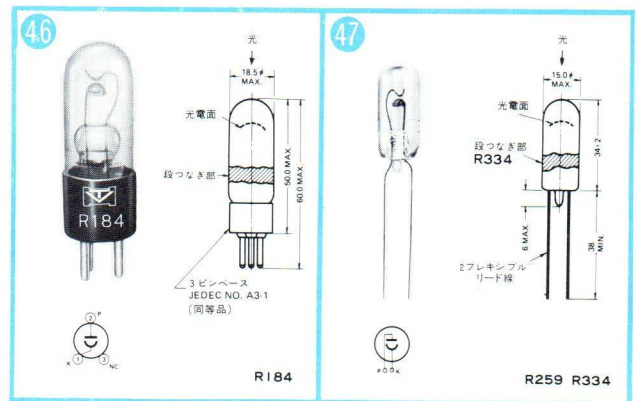
UVtronの寿命は、管電流・印加電圧・直列抵抗の大きさ及び周囲温度に依存します。特に主要要因は管電流で、電流の多いほどカソードのスパッタリングが激しくなり、飛散カソード物質のバルブ内壁への付着による紫外線入射量の低下及びカソード物質のスパッタリングによる封入

ガスのクリーンアップ=ガス圧の低下を引起し動作が不安定になります。従って管電流を下げて使用の方がより長寿命を期待することができます。図39にR334を印加電圧350V (r.m.s.) 平均電流1mAで常温の下で動作させた時の寿命特性を示しました。

図39 R334寿命特性



外形寸法図・ベース接続図



外形 ベース接続図 型名	分光感度 特性 (A)	最大定格			① 周囲温度 (°C)	特性 (25°C)				
		最大動作 電圧、直流 又は尖頭値 (V)	尖頭放電 電流 (mA)	平均放電 電流 (mA)		動作電圧 (V.r.m.s.)	維持電圧 (Vdc)	最適動作 電圧 (V.r.m.s.)	最適動作 電流 (mA)	標準 感度 (Vdc)
R259	2000~2900	420	10	3	-25~100	220±10%	180	220	0.3	3.5
R184	1600~2900	575	10	3	-25~100	350±10%	350	350	0.3	10
R334	1600~2900	575	10	3	-25~100	350±10%	350	350	0.3	10

①絶対最大定格。

②図35の回路を用い光源(一般市販ローソク)とUVtronを20cm離し測定した値。

LIGHT SOURCE



光 源

光検出管に対応する分析用光源として浜松テレビでは、ホロカソードランプ及び重水素ランプを製造しており、ホロカソードランプは37種（46年9月現在）、重水素ランプは3種揃えております。

ホロカソードランプL233シリーズは、原子吸光光度計用に新しく設計・製作された光源で、分析専用に使われたカソードと特殊なベース金属により波長純度が良く、点灯後短時間で優れた安定動作が得られます。

重水素ランプL238、L544及びL591は物理測光用紫外線光源として特別に開発されたランプで、窓材に熔融石英又はUVガラスを採用し、ヒーター、カソードに特殊加工金属を用いておりますので高輝度・長時間安定動作が得られます。吸収、反射等の各種分光光度計に高い信頼性が得られます。

重水素ランプ Deuterium Lamps

形 式	L 2 3 8	L 5 4 4	L 5 9 1	単 位
放射波長.....	1600~4000	1600~4000	1850~4000	(Å)
管 電 流.....	0.3	0.3	0.3	(A dc)
管 電 圧.....	約90	約90	約90	(V dc)
点灯時フィラメント電流.....	4	0.8	0.8	(A dc又はac)
点灯時フィラメント電圧.....	4	10	10	(V dc又はac)
フィラメント加熱時間.....	10	10	10	(秒)
点灯電圧 ^①	300	300	300	(V)
最小プレート供給電圧.....	200	200	200	(V dc)
放電中のフィラメント電流.....	約 2.5	約 0.3	約 0.3	(A dc又はac)
放電中のフィラメント電圧.....	2±0.5	3 ± 1	3 ± 1	(V dc又はac)
寿 命 ^②	500	500	500	(時間)

①上記点灯電圧において、ランプは自力で点灯します。もしランプにスイッチ投入後、いわゆる高周波電圧が瞬間的に印加される場合には、点灯電圧は最小プレート供給電圧まで低下させることができます。

②最小値。寿命は紫外部における輻射エネルギーが最初の50%まで低下した時をもって終りとします。

ホロカソードランプ一覽表

Hollow Cathode Lamps

元 素	型 名	封入ガス	窓 材 料 ^①	管の電圧 降下 (V)	最大電流 (mA)	分 析 線 (Å)	推奨光電子 増 倍 管	分析線出力 ^② (nA)	最 適 フ レ ーム	フ レ ーム の 状 態
Ag	L233-47NU	Ne	UV	180	20	3280.7※ 3382.8	R 106	1250 835	Air-C ₂ H ₂	STOICH.
Al	-13NU	Ne	UV	190	20	3092.7※ 3961.5	R 106	1800 1600	N ₂ O-C ₂ H ₂	RICH
Au	-79NQ	Ne	Q	230	16	2428.0※ 2675.9	R 106	105 150	Air-C ₂ H ₂	STOICH.
Ba	-56NB	Ne	B	130	25	5535.5※	R 106	50	Air-C ₂ H ₂ N ₂ O-C ₂ H ₂	STOICH. STOICH.
Be	-4NQ	Ne	Q	170	35	2348.6※	R 106	1100	N ₂ O-C ₂ H ₂	STOICH.
Ca	-20NU	Ne	UV	210	18	4226.7※	R 106	680	Air-C ₂ H ₂ N ₂ O-C ₂ H ₂	STOICH. STOICH.
Cd	-48NQ	Ne	Q	195	12	2288.0※	R 106	260	Air-C ₂ H ₂	STOICH.
Ce	-58NB	Ne	B	130	20	5200.2 5697.0	R 446	50 50	N ₂ O-C ₂ H ₂	RICH
Co	-27NQ	Ne	Q	180	30	2407.3※ 3465.8	R 106	320 2000	Air-C ₂ H ₂	RICH
Cr	-24NU	Ne	UV	160	30	3578.7※ 4254.4	R 106	4400 4000	Air-C ₂ H ₂	RICH
Cs	-55NB	Ne	B	180	20	8521.1※ 8943.5	R 446	1.5 2.0	Air-Propane	STOICH.
Cu	-29NU	Ne	UV	205	20	3247.5※ 3274.0	R 106	3700 2600	Air-C ₂ H ₂	STOICH.
Fe	-26NQ	Ne	Q	170	30	2483.3※ 3719.9	R 106	300 2500	Air-C ₂ H ₂	RICH
Ge	-32NU	Ne	UV	195	20	2651.6※	R 106	100	N ₂ O-C ₂ H ₂	STOICH.
Hg	-80NQ	Ne	Q	180	6	2536.5※	R 106	1100	Air-C ₂ H ₂	STOICH.
K	-19NB	Ne	B	200	20	7664.9※ 7699.0	R 446	115 105	Air-C ₂ H ₂	STOICH.
La	-57NU	Ne	UV	130	20	3574.4 5501.3	R 106	65 90	N ₂ O-C ₂ H ₂	STOICH.
Li	-3NB	Ne	B	150	25	6103.6 6707.8※	R 446	150 1750	Air-Propane	STOICH.
Mg	-12NU	Ne	UV	135	20	2852.1※	R 106	1350	Air-C ₂ H ₂	STOICH.
Mn	-25NU	Ne	UV	180	30	2794.8※ 4030.8	R 106	1010 6000	Air-C ₂ H ₂	STOICH.
Mo	-42NU	Ne	UV	140	30	3132.6※ 3208.8	R 106	340 105	N ₂ O-C ₂ H ₂ Air-C ₂ H ₂	STOICH. RICH
Na	-11NB	Ne	B	150	20	5890.0※ 5895.9	R 106	820 725	Air-Propane Air-C ₂ H ₂	STOICH. STOICH.
Nb	-41NU	Ne	UV	150	30	3349.1※ 4058.9	R 106	115 190	N ₂ O-C ₂ H ₂	STOICH.
Ni	-28NQ	Ne	Q	200	25	2320.0※ 3414.8	R 106	370 2000	Air-C ₂ H ₂	STOICH.
Pb	-82NQ	Ne	Q	220	15	2170.0※ 2833.0	R 106	30 300	Air-C ₂ H ₂	STOICH.
Pt	-78NU	Ne	UV	190	30	2659.5※ 2998.0	R 106	145 160	Air-C ₂ H ₂	STOICH.
Rb	-37NB	Ne	B	165	20	7800.2※ 7947.6	R 446	40 15	Air-Propane	STOICH.
Sb	-51NQ	Ne	Q	200	18	2175.8※ 2311.5	R 106	45 55	Air-C ₂ H ₂	STOICH.
Si	-14NU	Ne	UV	170	20	2516.1※ 2881.6	R 106	200 160	N ₂ O-C ₂ H ₂	STOICH.
Sn	-50NQ	Ne	Q	200	18	2246.1※ 2863.3	R 106	35 155	Air-H ₂ Air-C ₂ H ₂	STOICH. RICH
Sr	-38NU	Ne	UV	135	25	4607.3※	R 106	350	Air-C ₂ H ₂ N ₂ O-C ₂ H ₂	STOICH. STOICH.
Ti	-22NU	Ne	UV	160	35	3642.7※ 3653.5	R 106	1250 1175	N ₂ O-C ₂ H ₂	STOICH.
Ta	-73NU	Ne	UV	145	35	2714.6※ 2758.3	R 106	105 50	N ₂ O-C ₂ H ₂	STOICH.
V	-23NU	Ne	UV	170	35	3066.4 3184.0	R 106	185 1350	N ₂ O-C ₂ H ₂	STOICH.
W	-74NU	Ne	UV	155	35	2551.4※ 4008.7	R 106	75 880	N ₂ O-C ₂ H ₂	STOICH.
Zn	-30NQ	Ne	Q	195	18	2138.6※ 3075.9	R 106	360 900	Air-C ₂ H ₂	STOICH.
Zr	-40NU	Ne	UV	135	30	3601.2※ 4687.8	R 106	390 575	N ₂ O-C ₂ H ₂	STOICH.
D ₂ ランプ	-1DQ	D ₂	Q	390	40	バックグラウンド補正用				

① B : ボロシリケートガラス UV : UVガラス Q : 石英ガラス

② 光電子増倍管 : R106……SP=130A/lm. HT : 600V, SBW : 1.6Å

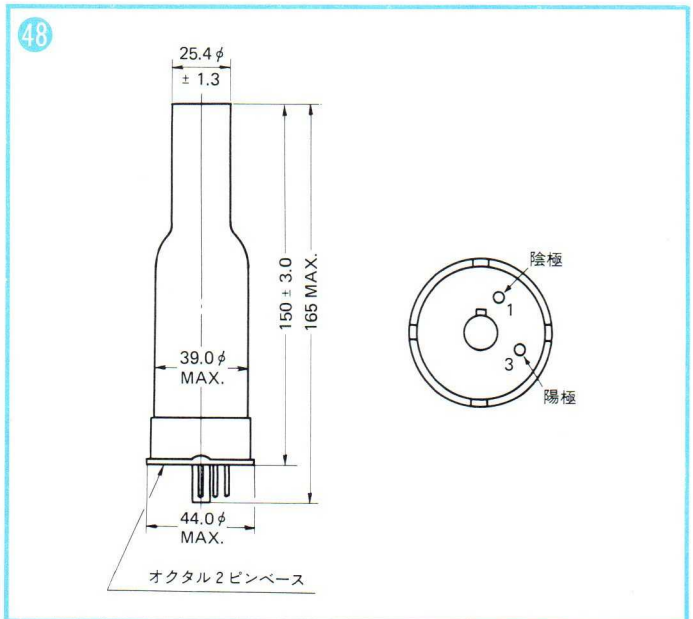
R446……SP=230A/lm.

※ 最大吸収波長

光源外形寸法図・ベース接続図

ホロカソードランプ

L233



重水素ランプ

L238



L544



L591

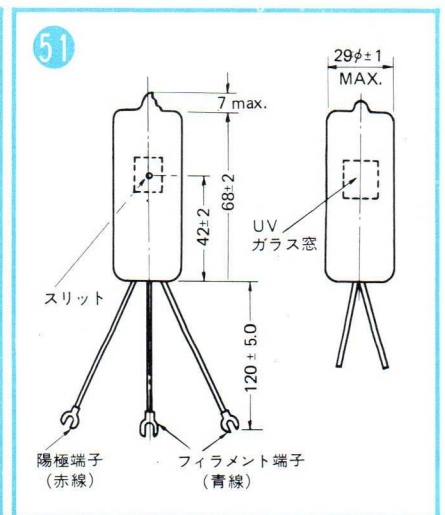
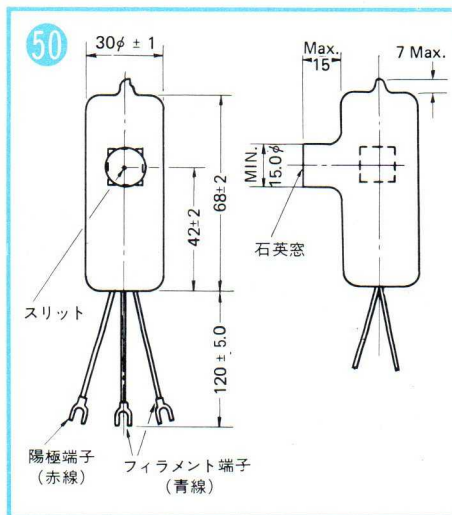
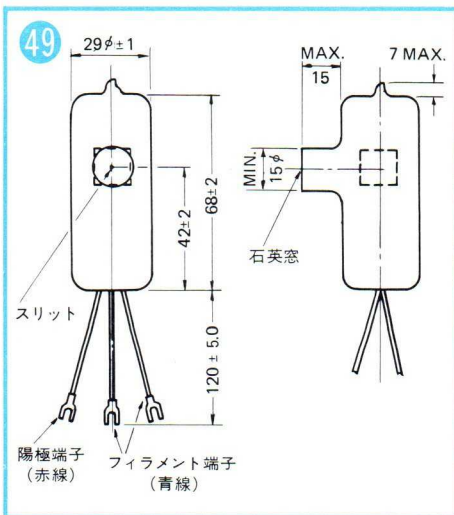
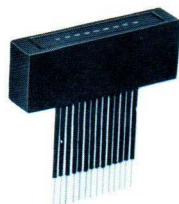
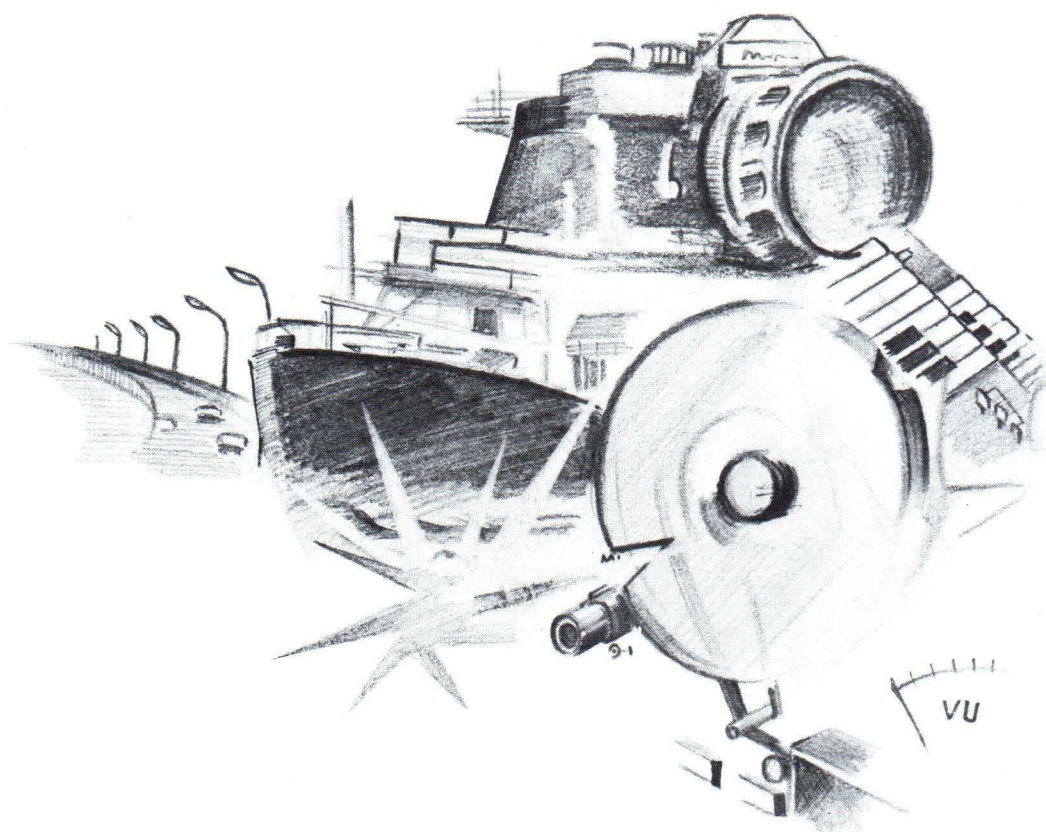


PHOTO CONDUCTIVE CELLS



光導電セル

硫化カドミウム (CdS)、硫セレン化カドミウム (CdS, Se)、セレン化カドミウム (CdSe) 光導電セルは照射された光により抵抗値が変化する一種の抵抗器で、電極間に電圧を印加して光による抵抗変化を電流変化として外部回路にとりだすようにした半導体素子で、可視光に対する光電変換素子の中ではもっとも高感度の部類に属しています。

また比較的形が小さくでき、小形リレーを直接動作させる程度の電流が流せますから、フォトリレー装置などに

使用する場合の回路構成は非常に簡単なものとなります。

一方、硫化鉛 (PbS) 光導電セルは CdS セルと同様に光導電現象を利用した半導体素子ですが、 $0.8 \sim 2.5 \mu$ の近赤外領域の光電変換素子として分光光度計・輻射温度計・赤外線通信・その他赤外線計測と制御に広く利用されています。

このカタログでは(1)CdSおよびCd(S, Se)、CdSe、(2)ランプ・フォトセル、(3)PbSに分けて載せてあります。

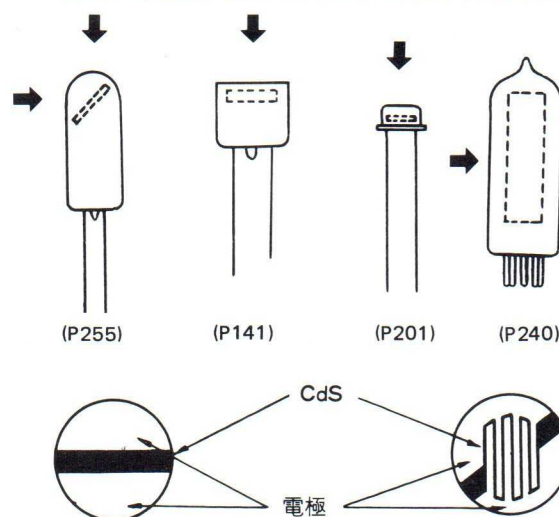
1. 構造と動作

CdSセル (Cd(S, Se)セルおよびCdSeセルも含む)は、光導電面の製法から大別して単結晶形、焼結形、蒸着形などに区分されます。

CdSセルは、光導電面の面積や形状が比較的自由に変わることができる焼結形を用い、構造は図40に示したようにステアタイトなどの基板にCdSの粉末を焼結させ、その上に対向電極を備えたものです。また感光面を保護するためにガラスバルブ、プラスチックケース、メタルガラス容器などに封入してあります。ガラスバルブやメタルガラス容器を使用したものには窒素などの不活性ガスが封入してありますが、これは感光面の経年変化を防ぐためのものです。

入射光窓は、頭部形、側部形、側部・頭部共用形に分けられます。

図40. CdSセルの入射光窓の種類と電極構造



2. 感度

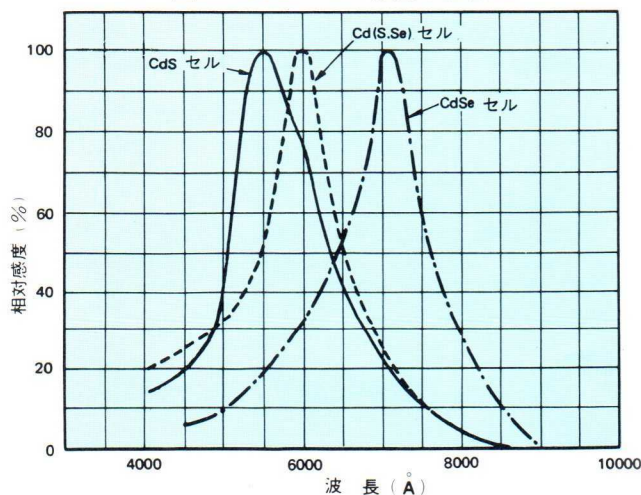
CdSセルは、光電管や光電子増倍管と異なり、光導電効果の現象を利用したもので、感度は光電流または抵抗値で示されます。

普通、色温度を指定したタングステン電球 (2854 K) を光源とした場合の感度を測定し、mA/lxの単位で表わしていますが、この場合は印加電圧も共に示さねばなりません。簡略化するため KΩ/lxの単位を感度の表示として用いるときもあります。また分光感度も各波長における単位入射光エネルギーに対する出力光電流値を基にして算出しています。

分光感度

CdSセルの分光感度特性を図41に示しましたが図から明らかなように、CdSセルのピークは約5500 Å、Cd(S, Se)セルでは6000 Å、CdSeセルは7200 Åにあります。一般にSとSeの割合によって5200 Åから7200 Åまで、ほぼ連続的にピーク位置を変えることができますが傾向としては、Seが多く入りますとピークが長波長側に移行します。

図41. CdSセルの分光感度特性



ルクス感度

CdSセルの感度は、波長範囲がほぼ可視域に限られることと、電極形状からも光導電面全体に光を当てねばなりませんから、普通、照度(lx)で表示した感度を用いています。

CdSセルの感度の測定は、光源に2854°Kの標準タングステンランプを用い、通常は照度100 lx 、10 lx の光を照射して感度の測定をしています。

感度のバラツキ

例えば規格表中P201Aの100 lx の抵抗値は0.5~1.5 K Ω となっていますが、これはP201Aの電極形状を変えないで、製作したときの感度範囲を示したものです。CdSセルの感度は、有効光導電面は同じでも、電極間隔、電極の長さ、感光面の調整法を変えればかなり広範囲に感度を変えることができます。

3. 最大定格

許容損失

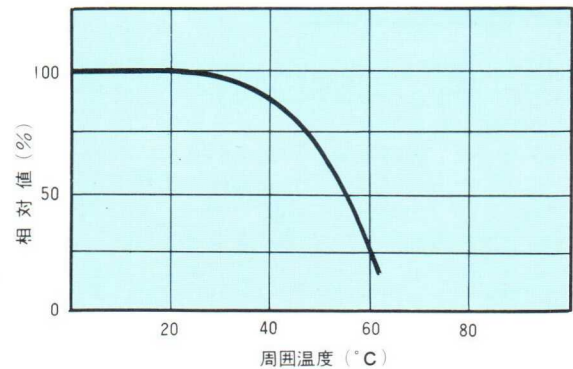
許容損失とは、セルが使用回路で実際に動作している時そこで消費する電力の許容値を示したものです。

CdSセルの最大許容損失は規格表中に記載してありますが、この値を越えた条件で動作させますと、感度劣化を早め、また感光面が損傷または破壊される原因となりますから、使用に際しては、印加電圧や周囲温度と同様定格内に押さえることが必要です。

許容損失は、CdSセルの光導電面全体に均様な光を照射したときの値ですから、光導電面の一部のみを使用する場合は入射光の面積の大小にほぼ比例した許容損失に押さねばなりません。

規格表中の許容損失は、25°Cにおける値を示してありますが、周囲温度が常温以上になると許容損失は逆に小さくなりますので、この点も考慮に入れて下さい。普通周囲温度が60°Cにあがりますと許容損失は常温の1/4以下とお考え下さい。

図42. 温度—許容損失



周囲温度

周囲温度は-30~+60°Cと規定されていますが、電圧をかけずに保存する温度としては、+70°Cを最大と考えて下さい。低温ではタイムラグが大きくなったり、光電流対暗電流比が小さくなったりしますが、とくに低温のためセル面が破壊するような現象はみられません。

温度と感度の関係は、CdSセルの製法によってちがった特性を示します。代表的な特性を動作特性、温度特性の項に示しました。一時的現象として光を当てて高温で放置しますと、感度(一定照度に対する光電流)が小さくなり、暗中に放置した場合は感度が大きくなる傾向があります。

4. 照度—電圧—光電流特性

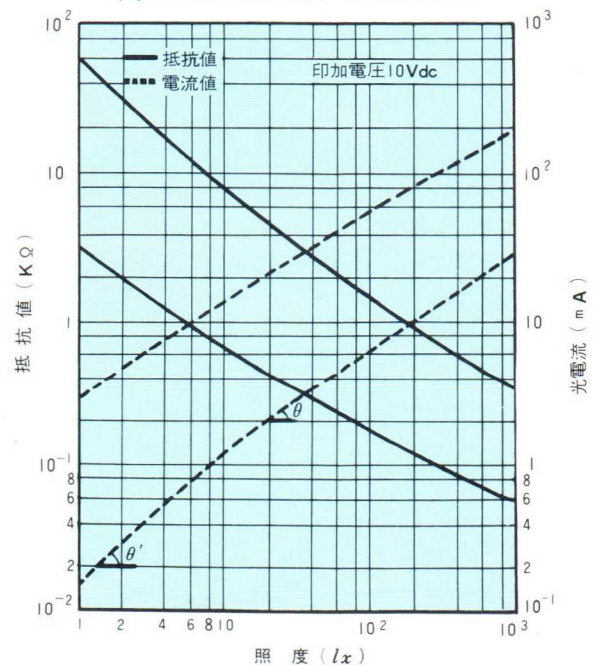
照度—光電流特性

光電流は照度に比例するように考えられますが、実際には低照度ではほぼ比例し、高照度になるにしたがって飽和してきます。照度—光電流の関係をP141を例にとって図43に示しました。

図のように、照度—光電流を両対数グラフに記してみますと、狭い範囲ではほぼ直線的になり、広い照度範囲では傾斜が $\tan \theta$ 、 $\tan \theta'$ の2つ以上の直線からなっています。普通 $\tan \theta$ 、 $\tan \theta'$ をガンマ(γ)と呼んでいます。この値はセルによって異なってきます。普通のCdSでは、100~1000 lx で $\gamma=0.5\sim 0.8$ 、100 lx 以下では $0.6\sim 1.0$ となっています。Cd(S, Se)では10~1000 lx ではほぼ1に近く10 lx 以下では1以上の値になります。

最近CdSのみでも0.1~1000 lx の $\gamma=0.9\sim 1.0$ と、光電流が照度にほぼ比例するような特性のセルができるようになり、計測用やカメラ電子シャッターなどに用いられています。

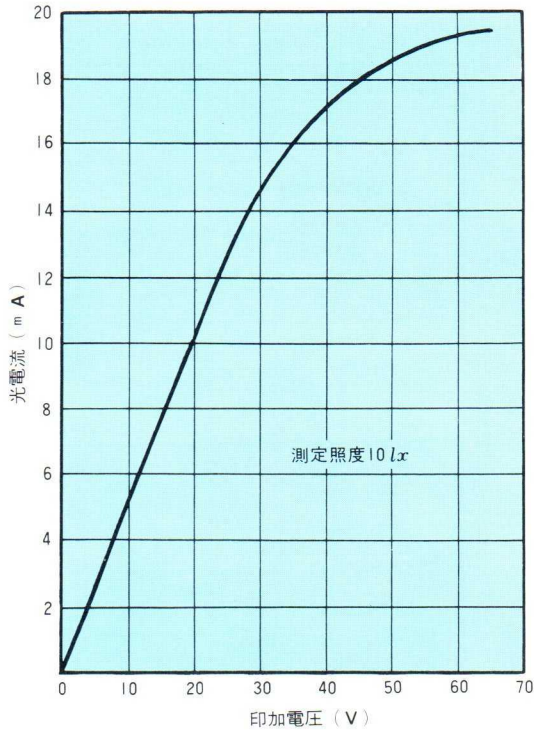
図43. P141の照度—光電流特性



電圧－光電流特性

P141の電圧－光電流特性を図に示しました。許容損失以内ではほぼ直線的な関係にあり、この関係は1V以下のかなり低い電圧範囲まで成立します。ただし、セルの消費電力が300mW以上になりますと、セル面温度が上昇するために感度が低下して直線的な関係からはずれます。このような特性は他のセルについても同じです。

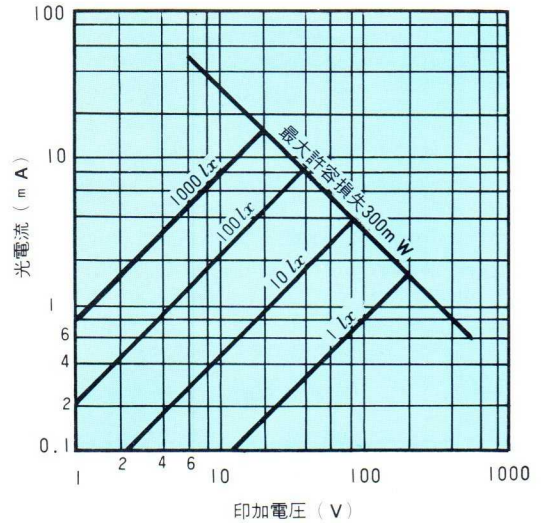
図44. P141の電圧－光電流特性



照度、電圧、光電流の関係

P141を例にとり照度、電圧、光電流の関係を照度をパラメータとして図に示しました。

図45. P141の照度－電圧－光電流特性



5. 動作特性

応答時間特性

セルに光が当たってから光電流がその照度における飽和値に達するまで（立上り時間）と、光を切ってから光を当てる前の暗黒時の値にもどるまで（減衰時間）の光電流の変化を図に示しました。

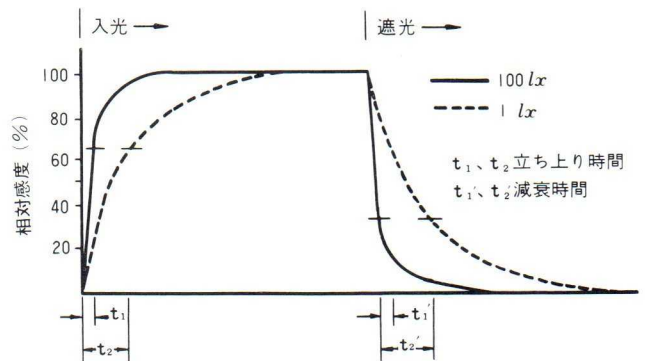
CdSセルの応答時間は、照度の強弱、前歴条件、負荷抵抗の値、温度などでかなり変化します。

照度との関係は高照度になるにしたがって応答は速くなり、前歴条件による影響は明所放置よりも暗所放置の方が、また同じ暗所でもその放置時間が長いほど応答時間は遅くなります。

負荷抵抗を大きくしますと立上り時間は速く減衰時間は遅くなり、周囲温度が高くなると減衰時間は速くなる傾向にあります。

CdSセル規格表中の応答時間の立上り時間は飽和値の63.2%、減衰時間は飽和値の36.8%までに要する時間を示してあります。

図46. CdSセルの応答特性



履歴現象

一般にCdSセルの感度、応答時間は測定前にCdSセルを暗所に放置したか、あるいは光を照射しておいたかにより異なってきます。

傾向として、光を照射しておいた場合に比べ長時間暗所に放置したのち光を当て測定すると、光電流は少し大きな値を示します。

CdS, Cd(S, Se)セルに比し、CdSeはこの現象がとくに顕著で、変化率は50%にも及ぶものもあります。

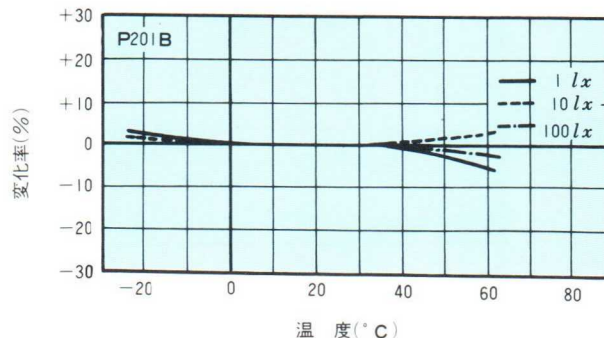
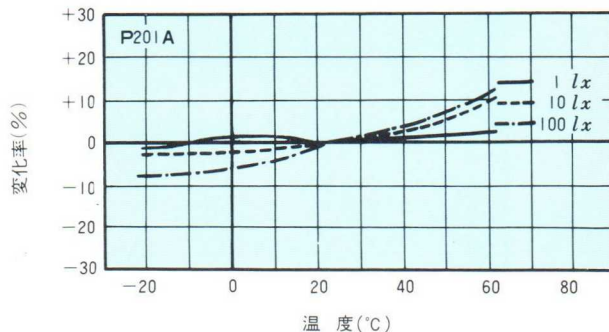
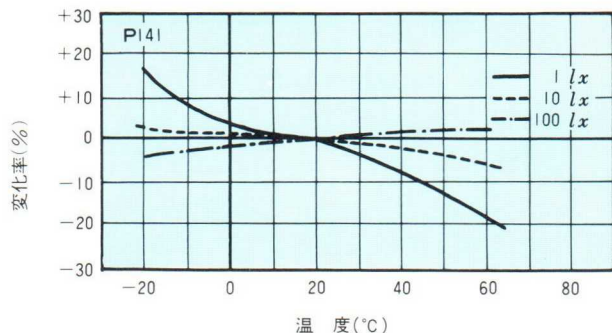
CdSセルにはこのような履歴現象があるため、比較的高照度で動作させる場合とか、いつでもわずかながら光が入っている状態におかれている場合とか、on-off動作で5~10%ぐらいの誤差がゆるされる場合などにおいては、一般に問題は生じませんが、1lx以下の低照度で使用する測定器などについては数分露光させてから測定をはじめることが履歴現象の影響を少なくする一方法です。

温度特性

温度と光電流の関係は図47に示しましたように照度によって変化します。また製造法がちがうと特性もちがってくる場合があります。たとえば図に示したP141とP201AとP201Bとは随分傾向が異なっています。

また温度と応答時間の関係は、0~50℃ではほとんど変わりませんが、0℃以下で低照度になりますと遅くなります。たとえば1lxの照度で-20℃のときは、+20℃のときの約1.5倍の値を示します。なお、寿命の点を考慮しますとCdSセルを安全に使用できる温度範囲は-30~+50℃と考えられます。

図47. CdSセルの温度特性



寿命

寿命に関係する原因としては、大別して、製造工程によるものと使用条件の不適當によるものが考えられ、前者としては

- (1)焼結膜が完全でない
 - (2)電極が不完全である
 - (3)封入ガスの純度と圧力が適當でない
 - (4)容器が不完全で耐湿性に欠ける
- などがあげられます。(1)~(3)については、工程中での抜き取り検査(負荷試験、温度試験、オーミック試験など)をして、常に工程へのフィードバックをしています。(4)については、ガラス形とメタル形では全数リークテスト(浸漬テスト)を行ない、またプラスチック形のものでは、高湿容器中に保存して耐湿テストをしています。

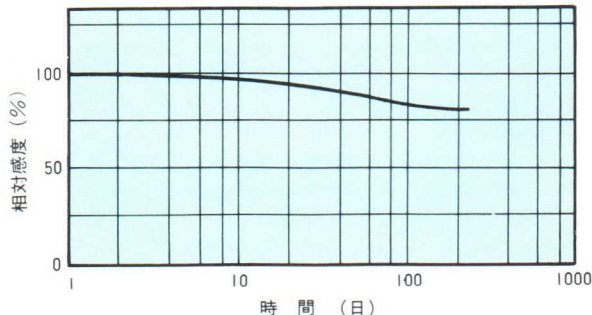
実際使用に際して起る変動の原因としては

- (1)電圧、消費電力、温度などの使用条件が定格以上の場合
- (2)容器が破損して、感光面が高湿度のもとにおかれた場合
- (3)感光面が強い紫外線に長時間照射された場合

などがあげられます。これらの点を考慮して使用すれば、寿命はかなり長く半永久的といえます。

現在行なっているライフテストの方法の例を記しますと、P141では、20℃~60℃の温度サイクルを1時間間隔で行い、約100lxの光を与え、セルには常時20~30mWの電力を消費させています。このデータを下図に示しました。

図48. P141のライフテストデータ



外径寸法	外 围 器	最高感度波長	γ 特性 $\gamma = \frac{\log R_1 - \log R_2}{\log L_1 - \log L_2}$
4 ~ 24	M ... メタルガラス G ... ガラス J ... プラスチックケース H ... プラスチック膜	0 ... 520 m μ 1 ... 520 ~ 580 m μ 2 ... 560 m μ 4 ... 600 ~ 640 m μ 6 ... 640 ~ 680 m μ 8 ... 680 ~ 720 m μ	0 ... 0.55 2 ... 0.65 4 ... 0.75 6 ... 0.85 8 ... 0.95 9 ... 1.0 以上

注

- ①許容周囲温度は-30℃~+60℃
- ②最大許容損失は、周囲温度25℃において有効感
光面積に様な光を照射した場合の許容値です。
- ③光遮断60秒後の値、最小値。
- ④10Luxの場合、立上り時間は明電流飽和値の63.2
%に達する時間、減衰時間は明電流飽和値の36
.8%に減衰する時間です。

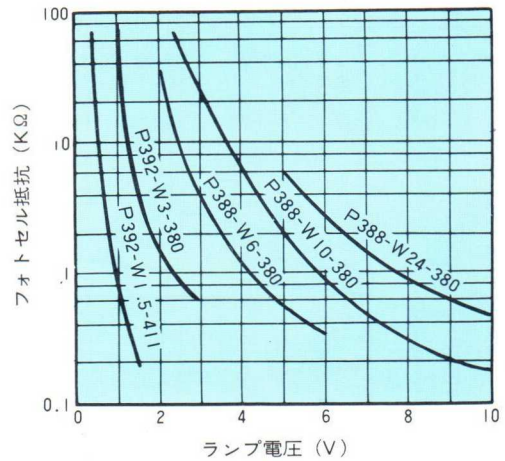
				最大定格 ①		特 性 at 25℃					
				印加電圧 (DC volt)	許容損失 at 25℃ (watt) ②	抵 抗 値			応答時間 at 10 Lux ④		
形 名						0 Lux ③ (M Ω) min.	10 Lux (K Ω) med.	100 Lux (K Ω) med.	立上り (m sec)	減衰 (m sec)	
4	M	-	4 4	P401	100	0.03	10	30	4	60	20
			4 6	P347	100	0.03	300	400	50	15	10
6	M	-	0 0	P559	200	0.05	0.5	5.7	1.4	100	140
			0 4	P441	200	0.05	2	11	2.3	45	30
			0 6	P320	200	0.05	10	70	10	60	20
			0 6	P536	200	0.05	10	33	4.2	45	30
			0 8	P227D	200	0.05	10	150	12	30	15
			2 4	P227A	100	0.05	1	8.5	1.5	170	130
			2 6	P227E	200	0.05	10	11	1.7	30	10
				P561	100	0.05	10	4.5	0.67	30	10
			2 8	P227B	100	0.05	10	100	14	25	20
			4 4	P227C	100	0.05	1	7	1	45	40
			4 8	P440	200	0.05	10	55	7.8	20	10
				P551	100	0.05	50	8.8	1.4	35	20
			8 9	P285	200	0.05	500	5500	275	10	2
8	M	-	0 4	P589	200	0.1	10	5.5	1.1	45	30
			0 8	P201D	200	0.1	10	50	4	30	15
				P467	100	0.1	10	14	1.5	30	15
			2 0	P534	200	0.1	1	1.9	0.52	70	100
			2 4	P201A	100	0.1	1	5.2	1	170	130
			2 6	P201E	200	0.1	10	9	1.2	30	10
				P501	100	0.1	10	2.6	0.4	30	10
			2 8	P199B	300	0.1	1000	4400	560	25	20
				P201B	200	0.1	10	42	6	25	20
				P487	100	0.1	10	23	2.7	25	20
				P489	300	0.1	1000	820	100	25	20
			4 4	P201C	100	0.1	1	3	0.5	60	20
			4 8	P203	300	0.05	300	625	80	20	10
				P204	200	0.05	200	20	2	20	10
				P346	300	0.05	200	55	7.8	20	10
				P368	300	0.05	200	28.3	4.5	35	20
				P380	200	0.05	200	8.8	1.4	35	20
				P411	100	0.1	10	5	0.65	35	20
			8 6	P560	200	0.05	100	3.2	0.7	2	2
			8 9	P295	250	0.05	1000	800	13	10	2
11	M	-	1 6	P202	150	0.3	5	2	0.36	80	40
				P537	300	0.3	20	17	2	60	30
			2 4	P202A	100	0.2	1	1.8	0.45	170	130
			2 8	P202B	200	0.2	5	35	4.5	25	20
			4 4	P202C	100	0.2	1	5	0.7	60	20
14	M	-	0 4	P322	200	0.3	10	4.4	0.7	80	40
			2 4	P322A	200	0.3	1	7.5	1.4	50	30
5	G	-	0 4	P586	300	0.05	100	350	45	45	30
				P587	200	0.05	10	88	11	45	30
			4 4	P242	200	0.05	100	350	45	35	20
				P510	100	0.05	10	80	11	35	20
12	G	-	1 6	P141-1	300	0.3	20	17	2	60	30
				-2	150	0.3	5	2	0.36	80	40
15	G	-	1 6	P255	300	0.4	10	28	4.5	80	40
6	J	-	0 4	P575-1	200	0.05	10	230	40	45	30
				-2	200	0.05	5	68	13	45	30
				-3	200	0.05	3	23	4	45	30
				-4	100	0.05	1	7	1.3	45	30
			4 4	P578-1	200	0.05	10	250	40	45	30
				-2	200	0.05	5	76	13	45	30
				-3	200	0.05	3	25	4	45	30
				-4	100	0.05	1	7.5	1.3	45	30
13	J	-	0 4	P576-3	300	0.15	5	165	32.5	45	30
				-4	300	0.15	5	56	10	45	30
				-5	200	0.15	3	7	3.25	45	30
				-6	200	0.15	3	5.5	1.0	45	30
				-7	100	0.15	1	1.6	0.33	45	30
			4 4	P579-3	300	0.15	5	180	32.5	45	30
				-4	300	0.15	5	60	10	45	30
				-5	200	0.15	3	18	3.25	45	30
				-6	200	0.15	3	6	1	45	30
				-7	100	0.15	1	1.8	0.33	45	30
24	J	-	0 4	P577-2	300	0.3	5	25	4.5	45	30
				-3	300	0.3	3	11	2	45	30

ランプ・フォトセル複合素子

ランプ・フォトセル複合素子は、発光体にタングステンランプ、ネオンランプ又は発光ダイオードを用い、受光体としてCdS、CdSe光導電セルもしくはシリコン・フォトダイオードを組み込んで一つにまとめた無接点スイッチング素子です。電子楽器、AGC回路、可変抵抗器、スイッチング回路、トレモロ回路、フォトチョッパーなどに使われ、新しい電子部品として非常に多くの用途をもってあります。

- ミニチュアタイプなので幅広い適用性をもっています。
- 無接点なので機械的摩擦や接点不良がなく、ノイズは全くありません。
- 入力側の電圧または電流を変化させることにより、抵抗値巾が非常に広くとれます。
- 入力側と出力側が電気的に分離されているので、回路相互の誘導現象がありません。
- 発光体と受光体の組み合わせにより、抵抗値や応答速度などを容易に変えることができます。

図49. 入力-出力特性 (P388-W, P392-W)



P388-W、P392-Wシリーズ ランプフォトセル

形名	入力(ランプ)		出力(フォトセル)					
	印加電圧 (V)	電流 (mA)	抵抗値		最大定格		応答時間 ②	
			On (Ω) ①	Off (MΩ)	印加電圧 (V)	許容損失 (mW)	立上り (m sec)	減衰 (m sec)
P388 - W3 -380	3	15±2	500±250	10	200	50	40	20
		15±2	250±125	1	100	100	40	20
		15±2	650±325	10	100	50	40	20
		15±2	250±125	5	100	100	40	20
		15±2	150±75	10	100	100	40	20
P388 - W6 -380	6	15±2	300±150	10	200	50	40	20
		15±2	120±60	1	100	100	40	20
		15±2	400±200	10	100	50	40	20
		15±2	150±75	5	100	100	40	20
		15±2	100±50	10	100	100	40	20
P388 - W10 -380	10	18±2	200±100	10	200	50	30	20
		18±2	70±35	1	100	100	30	20
		18±2	150±25	10	100	50	30	20
		18±2	70±58	5	100	100	30	20
		18±2	50±35	10	100	100	30	20
		10±2	100±10	10	100	100	30	20
P388 - W24 -380	24	25±3	70±25	10	200	50	30	20
		25±3	30±15	1	100	100	30	20
		25±3	50±25	10	100	50	30	20
		25±3	30±15	5	100	100	30	20
		25±3	20±10	10	100	100	30	20
P392 - W1.5 -380	1.5	15±2	500±200	10	200	50	40	20
		15±2	300±100	1	100	100	40	20
		15±2	1000±500	10	100	50	40	20
		15±2	400±200	5	100	100	40	20
		15±2	200±100	10	100	100	40	20
P392 - W3 -380	3	15±2	400±200	10	200	50	40	20
		15±2	200±100	1	100	100	40	20
		15±2	300±150	10	100	50	40	20
		15±2	200±100	10	100	100	40	20
		15±2	80±40	10	100	100	40	20
P392 - W5 -201D	5	30±3	75±37	10	200	50	30	20
		30±3	65±32	5	200	50	30	20
		30±3	150±75	10	200	50	30	20
P392 - W10 -380	10	12±2	150±75	10	200	50	30	20
		12±2	100±50	1	100	100	30	20
		12±2	150±75	10	100	50	30	20
		12±2	100±50	5	100	100	30	20
		12±2	50±25	1	100	100	30	20

① ランプ入力をOFFにしてから10秒後の抵抗値

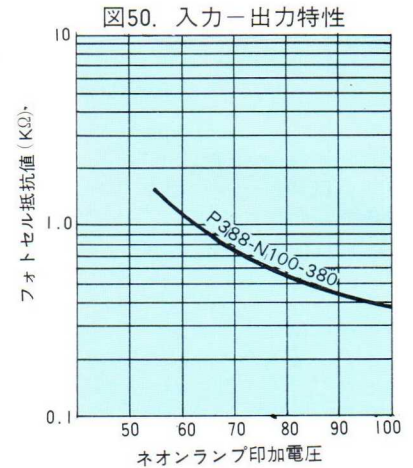
② 入力をON、OFFした場合の飽和抵抗値の63% (立上り)、37% (減衰) に達する時間

P388-Nシリーズランプフォトセル

形名	入力(ランプ)			出力(フォトセル)					
	直列抵抗 (KΩ)	印加電圧 (Vdc)	電流 (mA)	抵抗値①		最大定格		応答時間②	
				On (Ω)	Off (MΩ)	最大定格 (V)	許容損失 (mW)	立上り (m sec)	減衰 (m sec)
P388-N100-295	25	100	1.5	5000±2500	100	200	50	5	5
-295S	25	100	1.5	5000±2500	100	200	50	5	5
-380	25	100	1.5	500±250	10	200	50	10	10
-411	25	100	1.5	200±100	1	200	100	10	10
-419	25	100	1.5	100±50	1	200	100	10	10

① ランプの入力をOffにしてから10秒後の抵抗値。

② 入力をOn、Offした場合の飽和抵抗値の63%(立上り)、37%(減衰)に達する時間。



P588-G50発光ダイオード・フォトセル

入力 (発光ダイオード)

最大定格			
逆電圧 (Vdc)	順方向電流 (mA)	許容損失 (mW)	温度 (°C)
3	50	100	-40~80

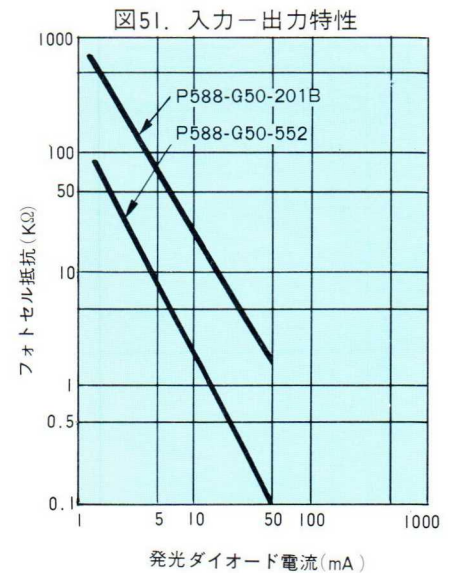
出力 (Cdsセル)

形名	抵抗値		最大定格		応答時間③	
	On (KΩ) ①	Off ② (MΩ)	印加電圧 (V)	許容損失 (mW)	立上り (m sec)	減衰 (m sec)
P588-G50-201B	0.75~2.25	10	200	50	1.5	0.4
-552	0.05~0.15	10	100	100	5.0	2.0

① 入力、順方向電流50 mAを流した場合の抵抗値。

② 入力をOffしてから10秒後の抵抗値。

③ 入力をOn、Offした場合の飽和抵抗値の63%(立上り)、37%(減衰)に達する時間。



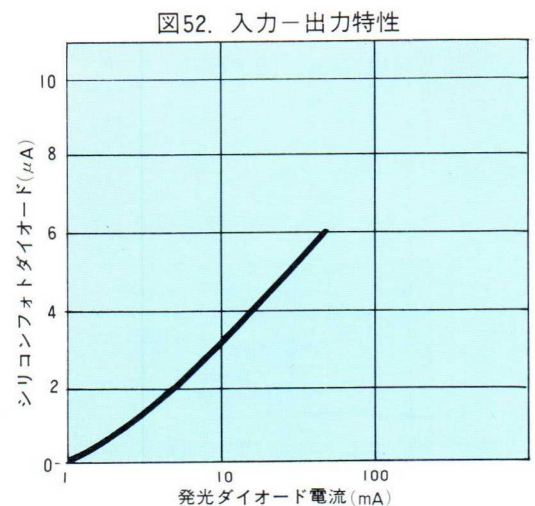
P604-G50-598発光ダイオード・シリコン・フォトダイオード

入力側 (発光ダイオード) 最大定格

逆電圧..... 3 (Vdc)
 順方向電流 (If) 50 (mA)
 許容損失..... 100 (mW)
 温度範囲..... -40~80 (°C)

出力側 (シリコン・フォトダイオード) 特性

(条件)
 光電流 (短絡電流) 6 (μA) If = 50mA
 暗電流 (短絡電流) 1 (mA) If = 0
 開放端電圧..... 250 (mA) If = 50mA
 絶縁耐圧..... 1000 (V)
 絶縁抵抗..... 1000 (MΩ) } 入力と出力間
 応答時間 立上り (63%値)..... 6 (μsec) If = 50mA
 減衰 (37%値)..... 6 (μsec) } 負荷抵抗 = 1 KΩ
 周波数特性..... 5 (KHz) -3db落ち



硫化鉛 (PbS) 光導電セル

硫化鉛光導電セル(PbSセル)は、光導電現象を利用した近赤外波長領域の光電変換素子で、特性的には常温で 2.5μ までの赤外光に感度を有しています。暗抵抗は常温で $300\text{K}\Omega$ 以上ありますが温度が 10°C 上昇するごとに、だいたい $20\sim 30\%$ 抵抗値が下ります。従って測定には直流的な方法よりも光チョッパーによって断続光をセル面に照射し、その出力を選択増幅する方法の方がS/N比は高く安定度も良くなります。周波数特性については 1000Hz 程度まで感度偏差がほとんど有りませんから、断続光の周波数も増幅器の設計が容易な数百Hzに選ぶことができます。最大直流供給電圧は 90V ですが、電圧を増しますと信号と同時に雑音を

増大し、S/Nはかえって低下してきますから、通常では 50V 以下で使用するのが望ましく、また最大周囲温度は 60°C ですがセルの温度上昇は感度低下をもたらすのみでなく感光面の劣化を早めますから注意して下さい。

PbSの製造法は化学沈澱形と蒸着形とがあります。PbSセルP124は蒸着形、P394、P397が化学沈澱形に相当します。P124はガラスバルブ面上に感光面を有する高感度品です。P394、P397は平板ガラス面上に感光面を折出させ、それをメタルケースに封入した、諸特性のバラツキが少ない製品です。冷却用デュアー形のP506をも開発いたしました。

形名	外形寸法図	外形寸法	感光面積 (mm)	分光感度特性 (A)	最大印加電圧 (Vdc)	特性 (25°C)		
						感度 ^③ $\frac{I_L - I_D}{I_D}$	暗抵抗 (MΩ)	S/N比 ^④ (dB)
P124	9G	ガラス	2×4	8000~25000	90	0.4	0.3~10	55
P394	9M	ガラスメタル	1×5	8000~25000	90	0.6	0.3~2	55
P397	14M	ガラスメタル	4×5	8000~25000	90	0.6	0.3~2	55
P506	17G	サファイヤガラス	1×10	7000~25000	90	0.8	0.03	65
				7000~32000*		14*	0.3*	70*
				7000~36000** ^⑤		14**	3**	65**

補修品：P168 (相当品はP397)

- ① 外形寸法図はP47参照。
 ② P394…感光面積 2×5 、 $0.5 \times 5\text{mm}$ 、P397… 3×5 、 $5 \times 5\text{mm}$ のセルを製造しています。特別注文も致します。
 ③ 最小値。感度は $\frac{I_L - I_D}{I_D}$ で計算します。

I_L ：光電流+暗電流 I_D ：暗電流
 感度は色温度 2854K の標準タングステンランプを用いて次の条件で測定する。
 照度： 0.1hololumen/cm^2 、印加電圧： 5Vdc 、
 周囲温度：常温 ($20\sim 25^\circ\text{C}$)

- ④ S/N比の測定条件は光源： 2μ の単色光、照度： $15\mu\text{W/cm}^2$ 、
 印加電圧： 25Vdc 、光の断続周波数： 90Hz 、
 増幅器の帯域幅： 8Hz 、負荷抵抗：セルの暗抵抗にほぼ等しい。
 ⑤ * -78°C 、** -196°C における値。

53. PbSセルの分光感度特性

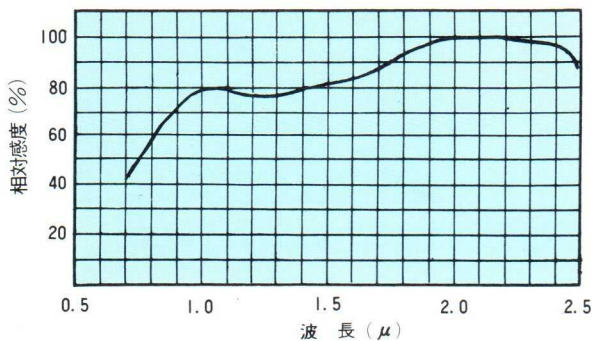
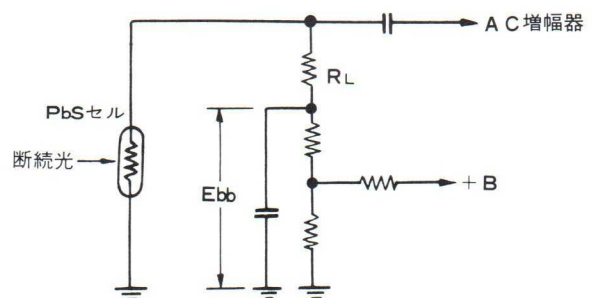


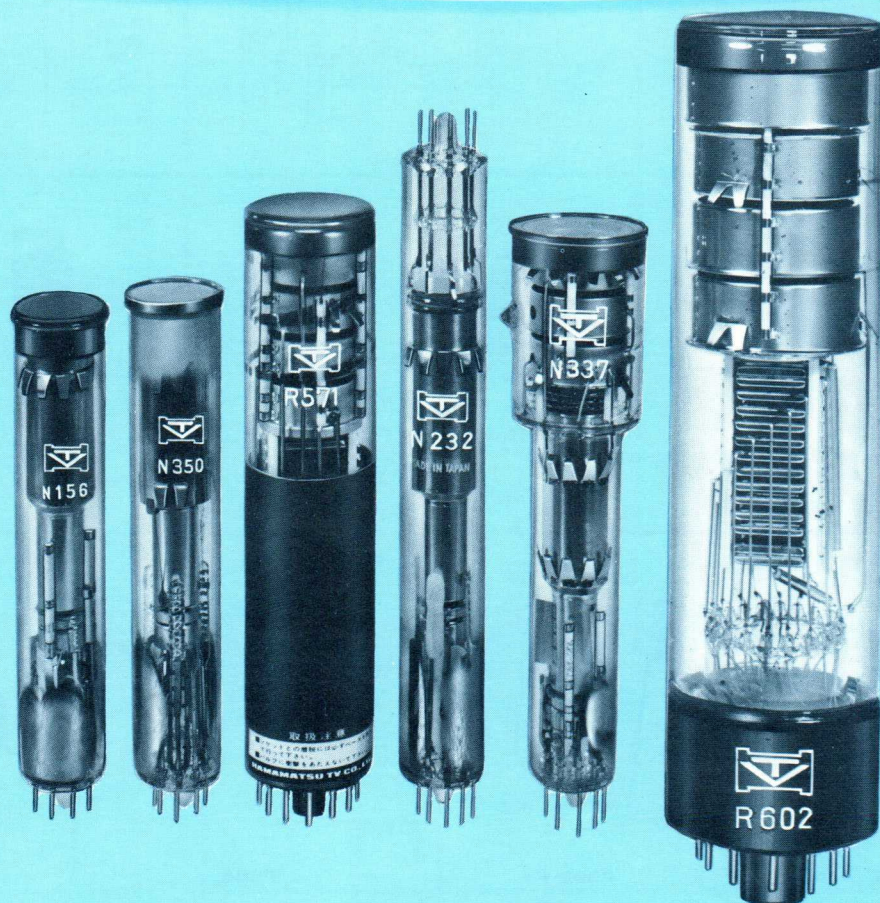
図54. PbSセル使用回路例



光導電セル外形図

<p>4M</p> <p>P401 P347</p>	<p>6M</p> <p>P441 P320 etc.</p>	<p>8M</p> <p>P201B P346 etc.</p>	<p>9M</p> <p>P394</p>
<p>11M</p> <p>P202A P202 etc.</p>	<p>14M</p> <p>P322 P397</p>	<p>5G</p> <p>P586 P587</p>	<p>9G</p> <p>P124</p>
<p>12G</p> <p>P141</p>	<p>15G</p> <p>P255</p>	<p>6J</p> <p>P575 P578</p>	
<p>13J</p> <p>P576 P579</p>	<p>24J</p> <p>P577</p>	<p>17G</p> <p>P506</p>	
<p>52</p> <p>R388-W,N</p>	<p>53</p> <p>P392-W</p>	<p>54</p> <p>P588</p>	<p>55</p> <p>P604</p>

Image Pickup Tubes, Memory Tubes



撮像管・蓄積管

撮像管には、大別してビジコンとイメージ・ディセクターがあります。このうちビジコンには、 2μ 以上の赤外領域まで感度のある赤外ビジコンとX線に感度のあるX線ビジコンがあります。イメージ・ディセクターは、高速物体撮像に適しており、走査方式を自由に選択出来る利点をもっています。

蓄積管には、信号変換形格子制御読み取り方式の蓄積管と格子制御形の蓄積管で撮像管と蓄積管を兼ね備えた撮像蓄積管とがあります。

赤外ビジコン

種類：赤外ビジコンは、いずれも外径寸法が1インチですが、偏向集束方式、全長の長さ、及びセパレートメッシュ形によって次表のような種類があります。

応用：赤外ビジコンの用途には、暗視（重病患者や動物の監視、瞳孔観察）、発熱体の検知・観察（製鉄・製鋼およびセメント関係）、半導体結晶構造の観察（Si、Geのディスプレイ）、レーザー・パターンの観察、水素炎の監視などがあり、赤外線の可視像変換に使用されています。

形名	全長(mm)	偏向集束方式	特徴
N 156	159	電磁	6インチ形
N 157	130	電磁	5インチ形
N 214	159	電磁	6インチセパレートメッシュ形
N 177	159	静電	6インチ形

X線ビジコン

種類：X線ビジコンはいずれも電磁偏向、電磁集束形でフェースプレートはBe板になっています。外径寸法によって、1インチ形がN350、1½インチ形がN400の2種類があります。

応用：X線ビジコンの用途は、小形部品の非破壊検査（電子回路部品のマイクロエレメント、マイクロモジュール、

固体回路、シールドワイヤー、マイクロスイッチの透視観察）、生物学、医学分野に於ける透視実験、検査（軟X線による昆虫、小動物の生態、組織構造の研究、歯、顎骨など極部小面積の透視観察）、X線回折法による物質の結晶構造の格子欠陥、格子ひずみの測定等の解析実験等に利用することが出来ます。

イメージ・ディセクター

種類：イメージ・ディセクターは、外径寸法、偏向集束方式、自動利得制御方式によって、次表のような種類があります。

応用：イメージ・ディセクターは、高速移動物体の撮像に適しています。また、いわゆるラインスキニングが可能となり、この特性を利用して各種計測への応用があります。現在実用化されている応用としては、鉄鋼メーカーにおける熱間圧延鋼板の剪断長さ指示装置への利用があり、鉄道のトロリー線摩耗自動測定装置の試験が行なわれてい

ます。その他、動変位物体の変位計、トラッカー、あるいは図形読み取り装置に、コンピュータにおける光学文字読み取り機（OCR）等の応用があります。

形名	外径寸法(mm)	偏向集束方式	特徴
R 571	38	電磁	1½インチ形
R 442	38	電磁	1½インチAGC付
R 602	57	電磁	2インチ形
R 312	38	静電	1½インチ形

蓄積管

種類：蓄積管は外径寸法によって、1インチ形のN232と1½インチ形のN319があり、いずれも電磁形です。

応用：蓄積管は、電気信号を蓄積して読み取ることの出来る管ですから、映像の蓄積、スキャン・コンバータ、アルファニューメリック・コンソール、グラフィック・ディスプレイ、エデュケーション・TVコンソール及び二次元計測装置等多くの応用があります。

撮像蓄積管

種類：撮像蓄積管には、イメージ部外形寸法によって、1½インチ形のN337、2インチ形のN333とがあり、いずれも電磁形です。

応用：撮像蓄積管は、電子的な高速度シャッタ機能を持ち、イメージを蓄積出来る管ですから、オプティカル・イメージ・インフォメーション・ストレージ、レトリバー・システム及び高速移動体の静止像の観察、或は又、スロースキャンが容易にでき、狭帯域の伝送関係への使用が期待出来ます。

構造と動作

構造

赤外ビジコンの構造は図55に示しましたように、ガラスバルブの一端に光学平面ガラス板を有し、その内面に透明導電膜（ネサ膜）が付けられ、これを信号板としています。この被膜の上に光導電物質の薄膜（ $PbO \cdot S$ 系のもの）が蒸着され、ターゲットを形成しています。一方、この光導電面の反対側に電子銃（ヒータ、カソード、 G_1 、 G_2 ）が封じ込まれ、これらの中間に加速電極（ G_3 ）を備えています。

動作

光学系により被写体が光導電面に結像されると、光の入射によって伝導度が増し、光導電層の表面へ電荷が移動し、次の走査をうけるまでの間（フレーム期間という、標準走査は $1/30\text{sec}$ ）に表面の電位が上昇します。こうして光導電層の上にその明暗に応じた電位像ができるわけですが、電子ビームで走査すると蓄積された電荷が放電され、電位像に応じた信号電流がとりだされます。

図55. 赤外ビジコンの電極構造

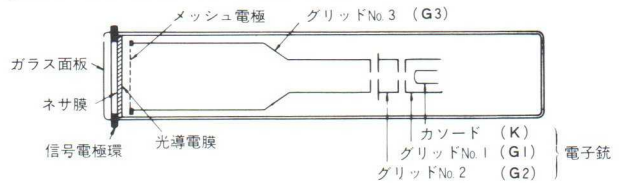
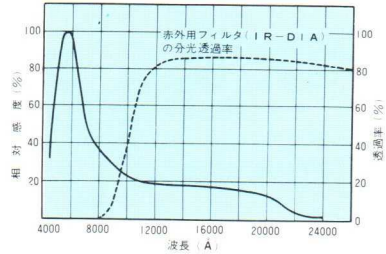


図56. 赤外ビジコンの分光感度特性と赤外用フィルタ (IR-DIA) の分光透過率特性



特性

分光感度特性は図56に示しました。図から明らかなように、 2μ 以上の赤外域に感度があり、 200°C ぐらいの物体からの放射のみで赤外像を受像画面に現出することが出来ます。

光電変換特性

光電変換特性は、均一な光を光電面上に照射した場合の面照度と信号電流の関係で表わします。図57に光電変換特性を示しました。この特性曲線上、 $10lx$ の面照度のとき、赤外用フィルタ（東芝IR-DIA）を通して得た信号電流値を光電感度といいます。この特性で重要な点は、暗電流により光電感度が変わります。又暗電流はターゲット電圧によって変わりますから、これを調整して、ほぼ暗電流が $0.02\mu\text{A}$ になるようにします。

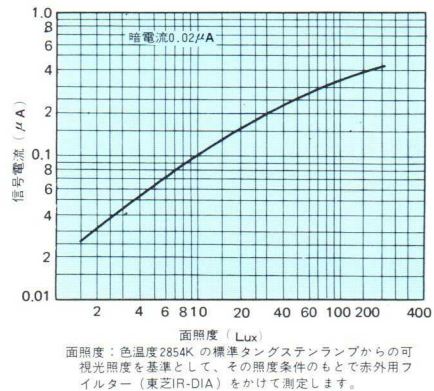
光電変換特性から、赤外ビジコンの入射光に対する信号出力の関係（ r :ガンマ）は、数 lx から数 $10lx$ の範囲で平均 0.6 ぐらいです。

画質

画質はビジコンの特性上重要なポイントです。画質は一般にターゲット電圧を上げると光導電面の不均一さやキズが受像画面にめだってくる場合があります。ターゲット電圧は、暗電流 $0.02\mu\text{A}$ 、平均信号電流 $0.2\mu\text{A}$ 以下に調整します。画質は信号対雑音比、コントラスト、解像度、フリッカその他で決定されますので、指定された暗電流よりも低いターゲット電圧にすることが望まれます。

解像度は、おもに走査ビームのアーチャー・レスポンスで決まりますが、電磁形で 500 本以上、静電形が 350T V ライン以上です。なお、N214の、解像度は 700T V ライン以上です。

図57. 光電変換特性



残像特性

残像は、ターゲット上の信号電荷をビームで放電するときの時間遅れ、光導電現象の遅れなどに起因します。

赤外ビジコンでは、可視ビジコンに比べてやや長く、残像を出来る限り少なくしたいときは、光量を増し、ターゲット電圧を低くして下さい。その際光量を最大定格以上にして感光面に焼付きを生じさせることのないように注意が必要です。

温度特性

一般にビジコンの感光面に用いている光導電体は、温度の影響を受けやすく、温度上昇とともに暗電流が増加します。周囲温度は、ふつう $25\sim 35^\circ\text{C}$ が理想的ですが、温度を最大定格値近くで使用するときは、冷却を考慮することが望まれます。

形名	外形寸法図・ベース接続図	ヒータ電流 (mA)	最大定格③④				特 性④							
			信号電極電圧 (V)	G_{3A} 電圧 (V)	G_2 電圧 (V)	暗電流 (μA)	信号電極電圧 (V)	G_{3A} 電圧 (V)	G_2 電圧 (V)	G_1 電圧⑥ (V)	暗電流 (μA)	信号出力電流 (μA)	解像度 (TV-ライン)	
N156	55	150	125	350	350	0.05	10 100	250	300	-45 -100	0.02	0.1	500	
N157	56			1000	750			400~500						700
N214	-			700	700			0~60						
N177	-	95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

①外形寸法・ベース接続図はP55参照。

②ヒータ電圧：6.3V

③絶対最大定格、許容周囲温度 $+60^\circ\text{C}$
最大面照度：500lx

④走査面積： $12.7 \times 9.5\text{mm}^2$

⑤ G_{3A} と G_2 は内部接続。

⑥映像しゃ断電圧、 G_1 の掃線消去電圧をしゃ断したとき。

⑦赤外用フィルタはIR-DIAを使用。10lxにおける値

⑧N177(G_4 、 G_5 電圧)、

N214(G_3 、 G_4 電圧)

⑨ G_3 電圧(G_4 電圧500V、 G_5 電圧300V)

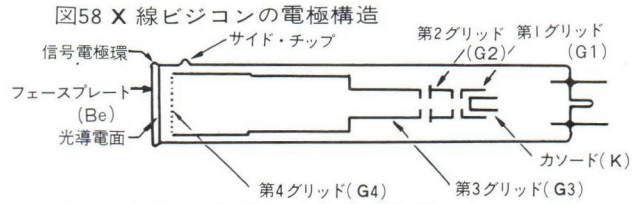
X線ビジコン X-Ray Vidicon

構造と動作

X線ビジコンは、1インチ、1½インチ可視ビジコンと同じ構造で、電気的な定格もほとんど同じです。可視のITV用ビジコン・カメラにX線ビジコンを差し換えるだけで、X線テレビジョン装置として使用することが出来ます。なお、X線ビジコンには図58のようにサイドチップの突起がありますから注意して下さい。

フェースプレートはベリリウム板が使用されています

から軟X線を最も良く透過します。



特性

光導電物質にPbOを使用している他は、電気的な定格は1インチ、1½インチ可視ビジコンと同じです。次の諸特性は、標準走査方式の撮像装置を用いて、X線源には、自己整流方式のX線発生装置を使用した値です。特性は、2mm厚のアルミニウム透過板をX線放射口から取除いて軟X線領域でのX線ビジコンの特性を示してあります。

ターゲット電圧電流特性

一定の強度のX線(120μ/min)を投射したときの信号電流および暗電流のターゲット電圧に対する特性を図59に示しました。

図に示すように、信号電流は、走査面積の増加に従って増加します。暗電流は約1nA以下で、ターゲット電圧に対して飽和特性を示します。暗電流が小さいために、低コントラストの領域でも、すぐれた識別能を持っています。

X線に対する変換特性

X線管電圧30KVpのときのX線照射強度に対する信号電流の特性を図60に示します。

この変換特性はターゲット電圧60Vで管電流を1~5mAの間で測定します。図のように変換特性は直線で、傾斜(ガンマ)はほとんど1となっています。

解像度

X線用ビジコンの解像度は、TVーライン方式で示しますとN350は400TVーライン、N400が600TVーライン以上の解像度が得られます。X線ビジコンの解像度の測定方法は、便法として200メッシュ又は300メッシュの金網を2枚重ねて、光電面に密着させて、お互いの線が分離され識別される程度を見て判断する方法と、線間隔、線径の等しい

500メッシュ又は600メッシュのステンレスの網を用いて判別する方法とが実際に行なわれています。

解像度と識別度の測定条件は、X線管電圧100KV、管電流5mAをかけた状態で行ないます。

残像特性

残像特性は、ターゲット電圧40V、信号電流0.2μAに設定し、X線管電圧50KVpで測定します。残像特性は、図61に示すように、X線遮断後3フィールド(50msec)後の残留信号の大きさは、初期値の約15%程度で、市販の可視ビジコンに比較して同等又は優れています。

又、像の焼付き現象は殆んど認められませんから、移動物体のX線透視にもかなり追従できます。

識別度

X線ビジコンの、或る種の金属の欠陥を判別出来る能力がどのくらいあるかを知ることは、実際の使用上では重要な特性です。

識別度の測定方法は、透過度計(A02-JIS Z2341)或いは鋼板ステップ(階段状に一定の厚みの差をつけた板)によって測定する方法等があります。通常X線ビジコンでは、次のようなアルミニウム板を用いて識別度を測定します。

- (1) 12.5mm厚のアルミニウム板上に、深さ0.254mmで直径0.51mmの孔をあけたもの。
- (2) 6.35mm厚のアルミニウム板上に、深さ0.127mmで直径0.254mmの孔をあけたもの、のいずれかの方法で行ない映像上でその差が識別出来るかどうかを判別します。

画質その他注意事項

暗電流が極めて小さく、映像信号上すぐれたS/N特性をもっていますから、ターゲット電圧はあまり高くする必要はありません。通常10V~40V以内で十分な信号を得ることが出来ます。ターゲット電圧をあまり高くすることは、キズの発生、光導電面の絶縁破壊が進行して好ましくありません。又一次に強いX線を光導電面に照射すると焼付となって画質を損なうことがありますから、指定の最大定格条件以上の信号電流を流すX線の照射は行なわないように注意して下さい。

図59 ターゲット電圧—電流特性

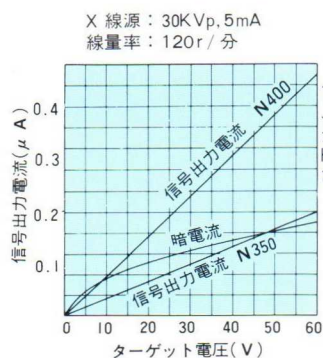
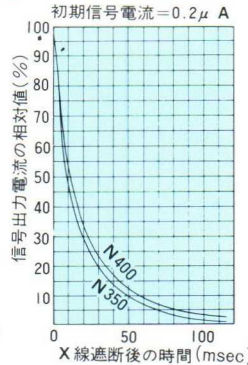


図61 残像特性



外形寸法図 ベース接続図	外形寸法 ①	ヒータ電流 (mA)	最大定格				特性						
			信号電極電圧 (V)	G ₁ 電圧 (V)	G ₂ 電圧 (V)	G ₃ 電圧 (V)	暗電流 (μA)	信号電極電圧 (V)	G ₁ 電圧 (V)	G ₂ 電圧 (V)	G ₃ 電圧 (V)	暗電流 (nA)	
N 350	57	150	125	350	350	350	0.005	10~100	250~300	250~300	300	-45~-100	0.1~1
N 400	58		125	1500 ^③	1500 ^③	550	0.005	10~100	1400 ^③	800~1000 ^③	300	-45~-100	0.1~1

① 外形寸法、ベース接続はP55参照

② ヒータ電圧：6.3V

③ N 400はG₂とG₃電極は分離されています(セパレートメッシュ)

イメージ・ディセクター Image Dissector Tubes

構造と動作

構造

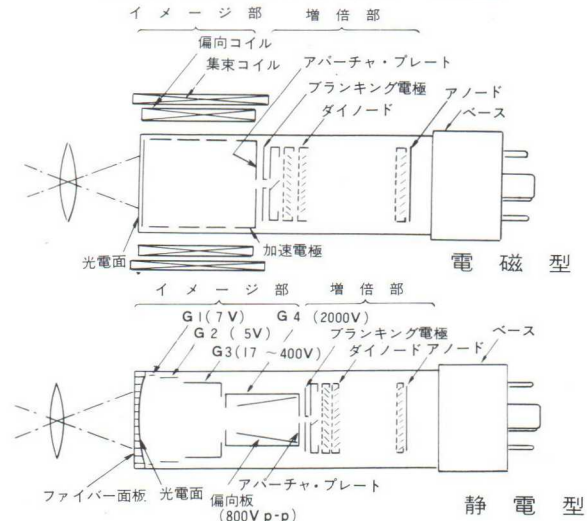
イメージ・ディセクターの構造を図62に示します。管はイメージ部と増倍管から成っており、イメージ部は光電面と加速電極を持っています。増倍部は12段、11段のベネシャン形ダイノードから成っています。アパーチャ板と第1ダイノードの間にブランキング電極を挿入したことがこの管の特徴です。R442は自動利得調整(AGC)の機能を持たせたものです。電磁集束、電磁偏向形では集束および偏向コイルを装置して用います。

動作

レンズ系を通して光学像を結ぶと、光電面より光学像に応じた光電子が放出され、その光電子は加速電極により加速され、集束磁界によりアパーチャ板に集束されます。

イメージ部を通過中の電子像を偏向磁界により偏向すると、電子像は順次アパーチャを通りダイノードに達し、ダイノードは二次電子を放出し、順次増倍が行なわれ、最後にははじめの光電子の 1×10^6 程度に増倍され陽極からとりだされます。

図62. イメージディセクターの構造



特性

特性は代表例としてR571について示してあります。

分光感度特性

標準製品には、S-20レスポンスのものがありません。この外S-1、S-11レスポンスのもの、更に紫外域用等の光導電面も作ることが出来ます。

光電変換特性 (図63参照)

図から明らかのように、 γ (傾斜) ≈ 1 で、入射光に対する信号出力の関係は直線となります。

信号出力電流は次式で示される関係があります。

$$\text{信号出力電流} : (I_s) = \frac{L \cdot S_k \cdot a \cdot G}{m^2} = \frac{I_k \cdot a \cdot G}{A \cdot m^2}$$

- L : 面照度(Lx), S_k : 陰極感度(A/Lm)
- a : アパーチャ面積(m^2), G : 電流増倍率
- m : 縮少率, I_k : カソード電流(A)
- A : 光電面受光面積(m^2)

電流増倍率特性

電流増倍率特性は、光電子増倍管の場合と同様に考えられ、アノード供給電圧とダイノードの種類によって決まります。図64はアノード供給電圧と増倍率の関係を示します。

信号対雑音比 (S/N比)

ノイズは光電流のショットノイズと考えられますが、面照度が大きく、アパーチャが大きく、映像増幅器の帯域幅は狭い方がS/N比が向上します。しかし、あまり面照度を大きくして光電流を増加すると光電面の疲労が増大し、管の寿命は短くなり、アパーチャを大きくすると解像度は低下します。ただし、帯域巾については、低速走査の場合にはS/N比の点で非常に有利となります。S/Nは、次に示す式で示されます。

$$\text{信号対雑音比 (S/N, } \gamma \cdot \text{ms.)} = \frac{1}{7} \sqrt{\frac{S_k \cdot L \cdot a \cdot (\delta - 1)}{2 \cdot e \cdot \Delta f \cdot \delta \cdot m^2}}$$

- $S_k \cdot L = J_k$: カソード電流密度($\mu A/cm^2$), $e : 1.6 \times 10^{-19}$ (クーロン)
- Δf = 帯域巾, δ : 二次電子放出比

解像度

解像度は、本質的には光電面の有効直径とアパーチャの関係で決まります。しかし解像度を向上するためにアパーチャ径を小さくするとS/N比が低下してきます。このため、良好な画質を得るための適当なアパーチャの大きさは、おのずと決まってくることになります。アパーチャ径は50 $\mu\phi$ と25 $\mu\phi$ として、解像度特性を図66に示します。

図63. 光電変換特性

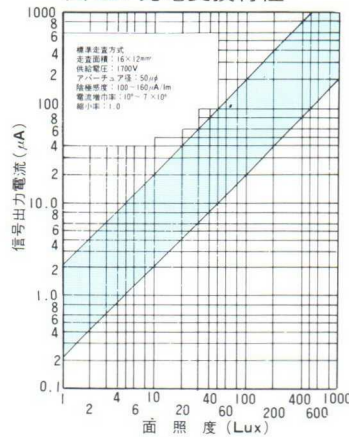


図64. 電流増倍率特性

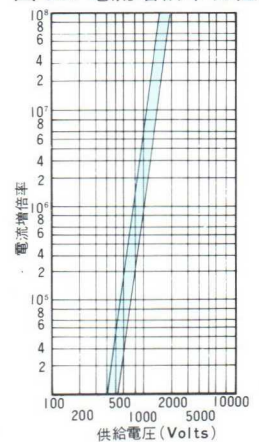


図65. 信号対雑音比

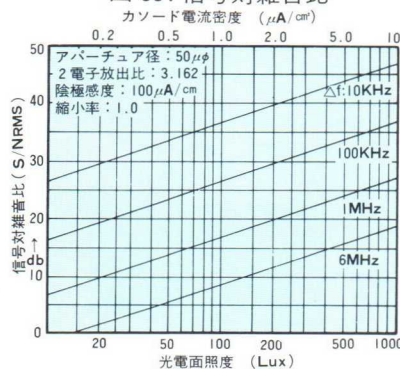
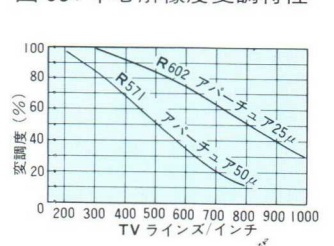


図66. 中心解像度変調特性



形名	① 外形寸法およびベース接続図	② 分光感度特性	イメージ部		増倍部		動作印加電圧					集束磁界 (G)		
			陰極感度 ($\mu A/lm$)	アパーチャ径 ($mm\phi$)	段数	③ 電流増倍率	陰極電圧 (V)	G, 電圧 (V)	DY, 電圧 (V)	ブランキング電極電圧 (V)	ダイノード段間電圧 (V)		陽極電圧 (V)	
R 571	59	S-20	100	0.05	12	-1700	-1300	-1200	-1700	100	0	35~40		
R 442	60			0.025~0.05	11		-1400						-1750	18~25
R 602	61				12		+300							
R 312	62			0.03										

① 外形寸法およびベース接続図はP41参照

② 分光感度性はP8, 9参照

③ 最小値

蓄積管 Storage Tubes

構造と動作

構造

N232及びN319の構造と各電極電圧及び集束偏向系を図67、表68に示します。

蓄積管は蓄積部と走査部とからなっています。

走査部の動作は全くビジコン動作と同一で図に示す各電極間電圧を与えます。又、偏向ヨークは、ビジコンに使用されているものがそのまま使用出来ます。G1電極は各モード毎に適正バイアスを供給しますが、記録モードでは、入力信号（正極性）をバイアス電圧に加えて変調ビームで記録を行いますが、カソード変調でも差しかえありません。さらにブランキングパルスはカソードに加えてもG1電極に加えてもかまいません。

蓄積部のGcは蓄積面からの放出二次電子を集める電極として働き、さらにビジコンのセパレートメッシュ形とほぼ同じ構造と機能もっています。

Gmはメッシュの上に絶縁物、信号電極側にはAlが薄く蒸着されています。

信号電極(P)は蓄積ターゲットを透過したビームを集めることによって信号電流をとり出します。

動作

N232及びN319は単一電子銃形式のため、消去、準備、記録及び読み取りの基本動作は順次に行なわれます。一般に消去は絶縁物上に残された電位のパターン像を均一に除くためにあります。準備は絶縁物表面と蓄積スクリーン間に電位差を与えて記録の準備をする作用を行なうものです。記録は蓄積すべき電気信号を蓄積面に蓄積させて、読み取りはこの蓄積した電気信号を再生するためにあります。各モードの動作電圧は表に示します。

図67. 蓄積管の構造

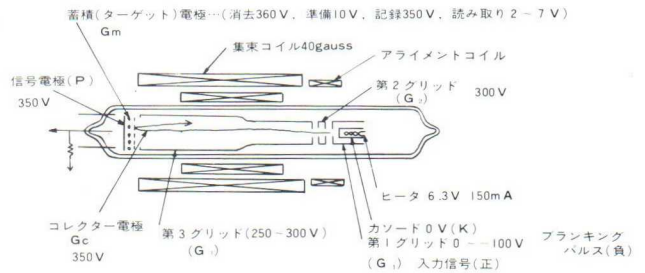


表68. 蓄積部の各モードにおける電圧配分

	消去	準備	記録	読み取り
コレクター電極	各モード共 350V			
信号電極	各モード共 350V			
蓄積電極	360V	10V	350V	2~7V
第1電極電圧	0V	0V	調整	調整

特性

記録速度

N232、N319の記録速度は、1TVフレーム(1/30秒)の記録速度で充分です。もし帯域幅を圧縮するときのように、低い周波数の走査で記録を行なうときは、記録ビームを減らす必要があります。このとき第1グリッドに入る誘導電圧が問題となることがありますから注意して下さい。

保持特性

蓄積管としては、読みとり時間は出来るだけ長いことが望まれます。読みとり時間は出力信号が大きい程短くなりますが、最適な条件では2~数十分間に及びます。また走査ビームを切った場合の保持時間は十数時間から数十時間良好な画像を保持することが出来ます。

準備時間

記録、消去及び準備動作の中で一番長い時間を必要とするのは、準備動作です。したがって準備動作によって全体の動作速度が制限されますから出来るだけ短くする必要があります。しかし短かすぎると不十分な蓄積面の電位で動作することになりますから、読み取り時に良好な蓄積信号の再生が出来ません。準備時間として2TVフレームの時間で動作します。

消去時間

消去時間は1TVフレームから2TVフレームが必要で、動作時間に余裕があれば2TVフレームの時間をかければほとんど完全に良好な消去が行なわれます。

解像度

蓄積管の解像度は記録時の変調信号の特性と蓄積メッシュ電極のメッシュの大きさによる変調特性が関係します。記録特性が充分な状態での蓄積管の解像度は、N232では400TVライン以上、N319では600TVライン以上の解像度もっています。

階調

出力信号の階調は記録時の走査ビームの変調特性(バイアス特性)蓄積電極の記録特性によって影響を受けます。蓄積管では、8階調以上の能力があります。ガンマ補正をすることによって、一層良好な階調状態を現出することが出来ます。

形名	外形寸法 ベース 接続図	① ヒータ 電流 (mA)	最大定格				特 格				
			G ₁ 電圧 (V)	G ₂ 電圧 (V)	G ₃ 電圧 (V)	集束磁界 (G)	解像度 (TVライン)	階調 (段階)	記録時間 (TV フレーム)	準備消去 時間(TV フレーム)	保持時間 (分)
N232	63	150	250	300	-45	40	400	8	1	2	動作状態 2分以上 動作停止 10時間
N319	64		300		-100						

①外形寸法・ベース接続はP55参照

③1TVフレームは1/30秒

②ヒータ電圧6.3V

④標準TV走査方式

撮像蓄積管 Image Pick-up Storage Tubes

構造と動作

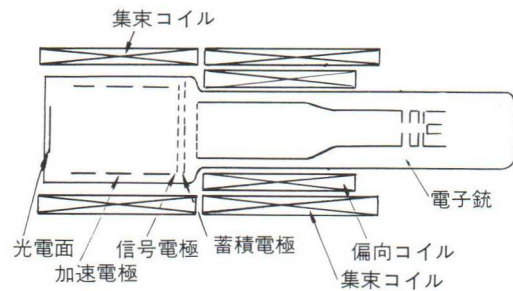
構造

撮像蓄積管の構造を図69に示します。N337は、イメージ部が1 $\frac{1}{2}$ インチで走査部が1インチ、N333は、イメージ部が2インチで走査部が1 $\frac{1}{2}$ インチのもので、蓄積電極をはさんでイメージ部と走査部からなっています。走査に用いる電極は1インチ及び1 $\frac{1}{2}$ インチ形のビジコンと各々同じものです。蓄積電極は、メッシュにCaF₂を蒸着して、その裏面にAlを蒸着してあります。蓄積面に対向してメッシュ状の信号電極があって、これは記録のときのコレクタの役目をします。光電面は、標準として、S-20レスポンスとS-11レスポンスのものを作っています。

動作

撮像蓄積管は、光入力を光電子像に変換して記録を行ないます。又、表に示す電圧を蓄積電極、コレクタ電極に与えて、蓄積面の裏側より電子ビームで走査（蓄積管では、蓄積面の表側より走査）して、消去、準備及び読み取りの各動作を行ないます。各動作の目的は蓄積管と全く同じです。

図69. 撮像蓄積管の構造



形名	走査部				
	モード電極	消去電圧 (V)	準備電圧 (V)	記録電圧 (V)	読み取り電圧 (V)
N337	コレクタ	0	0	350	350
	蓄積	350	20	350	5~15
N333	コレクタ	0	0	350	350
	蓄積	350	20	350	5~15

特性

透過特性

撮像蓄積管の透過特性を図70に示します。諸特性の内、最も重要な特性で、受信管のグリッド特性に相当し、蓄積管では画質、階調に影響します。準備電圧によって記録された表面電位が、曲線の直線部分にくるような読み取り電圧に調整して再生を行ないます。又標準動作状態での準備電圧と読み取り電圧の関係を図71に示します。

記録特性

良好な階調をもった映像信号を得るためには、図70の透過特性より表面電位の範囲を知り、この電圧範囲に収めるように露光量を調整します。良好な画像を再生するために、記録時の入射光束と記録時間の積 ($Lx \cdot Sec$) は小さいほど良いのですが、絶縁物の膜厚による静電容量を小さくするため、透過特性から制限されます。露光量の最適値は、S-20レスポンスの光電面のもので、 $0.4Lx \cdot Sec$ 、S-11レスポンスの光電面のもので、 $1.0Lx \cdot Sec$ 程度です。面照度と記録時間の関係を図72に示します。

保持特性

撮像蓄積管の読み取り時間は2~数十分間に及びます。また走査ビームを切った場合の保持時間は十数時間から数十時間良好な画像を保持することが出来ます。

準備及び消去時間

準備、消去は2TVフレームで行います。

解像度

撮像蓄積管の解像度は、N337では400TVライン、N333では600TVラインの解像度があります。

階調

出力信号の階調は準備電圧と記録電圧（蓄積電極）の設定条件或は蓄積電極の記録特性によって影響を受けます。撮像蓄積管では8階調以上の能力があります。ガンマ補正をすることによって、一層良好な階調状態を現出することが出来ます。

図70. 蓄積電極の透過特性

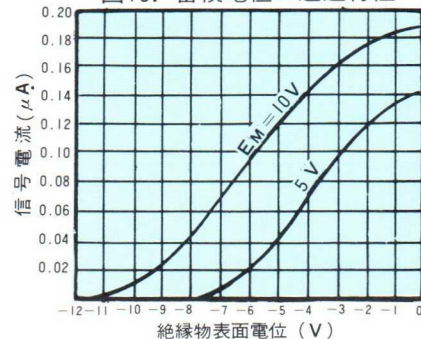


図71. 準備電圧と読み取り電圧の関係

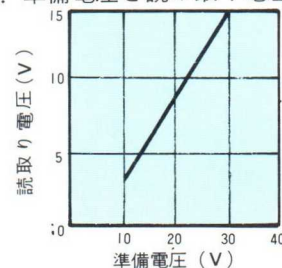
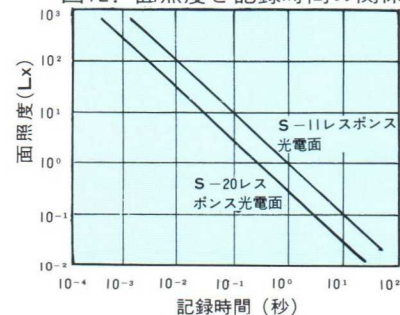


図72. 面照度と記録時間の関係

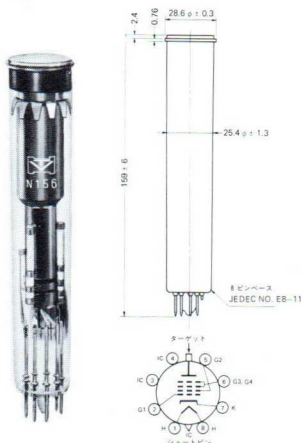


形名	外形寸法 ①ベース 接続図	ヒータ電流 ② (mA)	分光特性 ③	陰極感度 ($\mu A/lm$)	イメージ部					走査部								
					G ₁ 電圧 (V)	G ₂ 電圧 (V)	G ₃ 電圧 (V)	G ₄ 電圧 (V)	集束磁界 (G)	G ₁ 電圧 (V)	G ₂ 電圧 (V)	G ₃ 電圧 (V)	集束磁界 (G)	解像度 (TV-ライン)	階調 (段階)	準備消去時間 (TVフレーム)	露光量 (lx-sec)	保持時間
N337	66	150	S-20	100	90	180	270	300	80	250	300	45	40	400	8	2	0.4	動作状態2分以上
N333	65		(S-11)	(30)				400	60	300	300	100	30	600			(1.0)	動作停止10時間以上

①外形寸法図、ベース接続図はP参照 ②ヒータ電圧6.3V ③()内はS-11レスポンスの特性を示す。④1TVフレームは60秒 ⑤標準TV走査方式

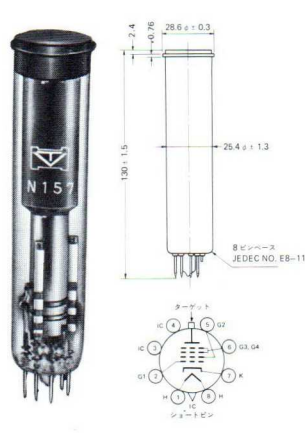
赤外線ビジコン

55



N156

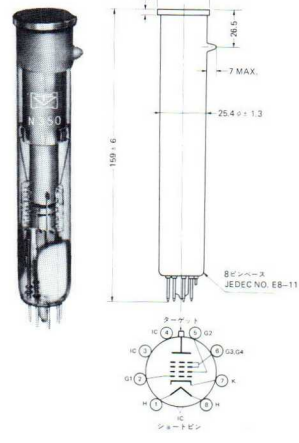
56



N157

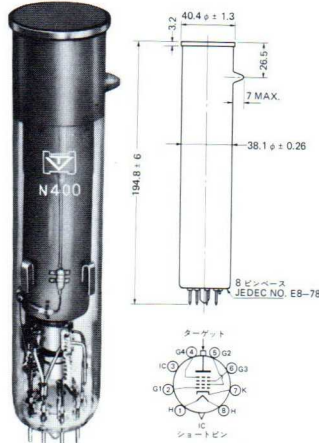
X線ビジコン

57



N350

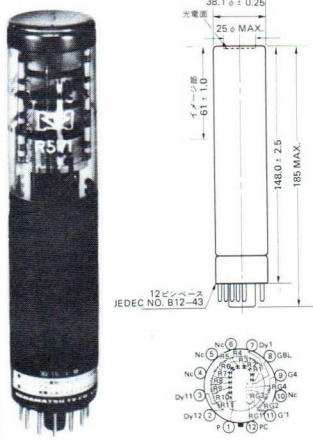
58



N400

イメージ・ディセクター

59



R571

60



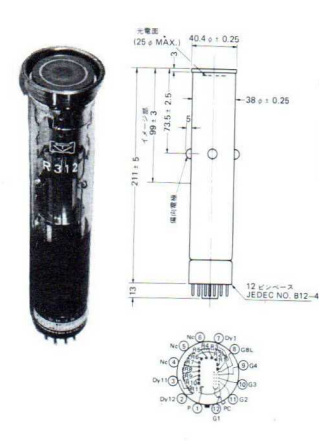
R442

61



R602

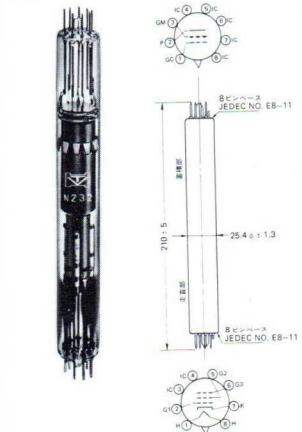
62



R312

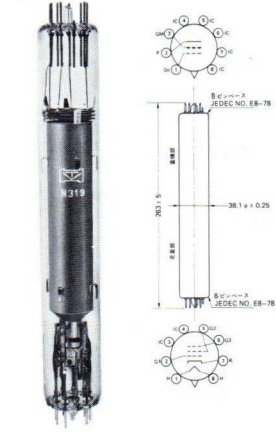
ストレージチューブ

63



R232

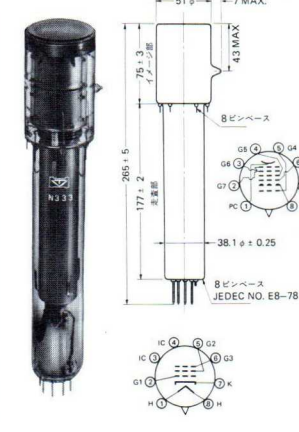
64



R319

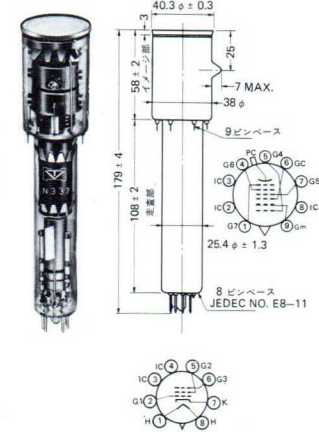
イメージ・ストレージチューブ

65



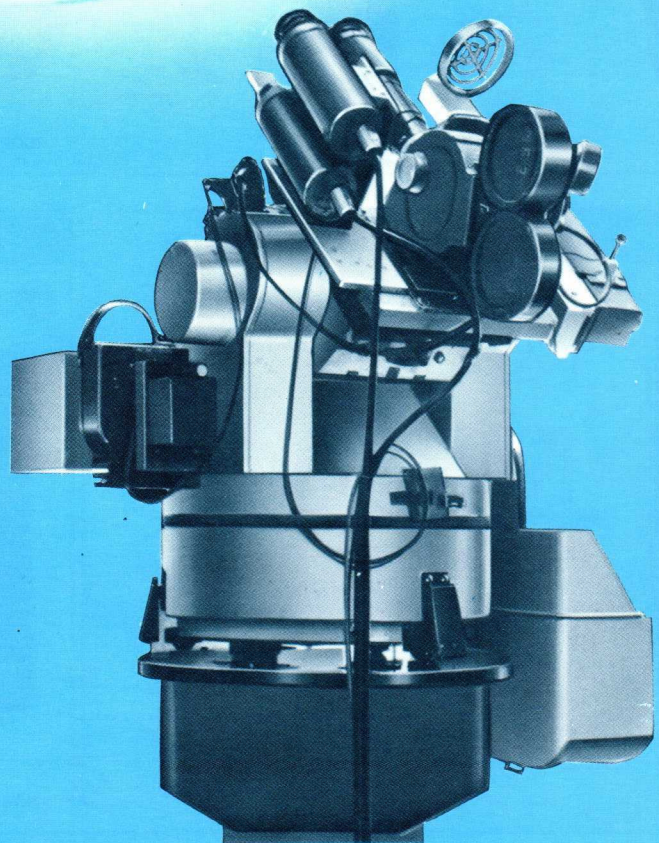
N333

66



N337

VIDEO EQUIPMENTS



計測用ビデオ装置

浜松テレビでは、設立以来一貫して光エネルギーに含まれている情報を電気信号に変換する各種素子の開発及び製造に努力してまいりましたが、同時にそれら素子を用いた計測装置も他の方式には類をみない独自性をもって開発製造して今日に至っております。テレビジョン方式を用いた産業用計測装置につきまして特殊仕様にも応じられますので御問合せ下さい。

用途	品名	形名
振動、たわみ、ひずみ、 ずれ等一次元的変位量の 計測	ビデオアナライザー	C525
	ビデオアナライザー	C279
二次元的変位量の計測、 ロボットアイ、飛翔体の 自動追尾	X-Yアナライザー	C583
	X-Yアナライザー	C420
	TVトラッカー	C527
高速度トラッキング	高速X-Yトラッカー	C426
面積の測定	エリアアナライザー	C507
電子瞳孔計	イリスコーダー	C301
赤外線像の観測	赤外線用TV	C158
瞬間像の解析	ストレクトビジョン	C469

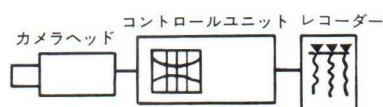
テレビジョン方式計測装置の特徴

1. 非接触、非破壊で測定
光を媒体としているため被測定体に接触することなく計測でき、また当然非破壊で測定できます。
2. 多点測定
レンズの交換のみによって視野を自由に変えることができ、多点測定が可能です。
3. 同時測定
計測の時間が極めて短かく、また即時に演算結果が得られます。
4. 物体の同時観測
映像モニターで被測定物体を監視できますので、計測動作の確認を同時に行なえます。
5. パターン認識
装置自体でパターン処理を行なっていますので他の制御系との連係動作が容易になります。

■ 下記装置にはレンズ、レコーダ、シンクロスコープ等標準品として含まれておりませんので別途御相談により申し受けます。

ビデオアナライザー

C525



用途

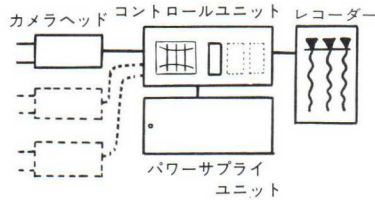
- 高圧送電線、鉄道架線等の振動計測
- 吊橋、塔など建造物の振動計測
- 移動物体の監視、位置、速度の計測
- その他のたわみ、ひずみ、変位などの計測

物体の動的変位の計測

1. 視野内の3本のY軸サンプリングラインに沿った一次元的変位が各々独立に取り出せます。
2. 任意の輝度レベルを中心に白黒2レベルの画像にすることができますので一般には被測定点に指標をつける必要がありません。
3. レンズの選択により視野を選ぶことができ遠方の動変位が非接触で計測できます。

ビデオアナライザー

C279



用途

○用途はC525と同じですが、カメラヘッド及びプラグインユニットの増設により同時に多点の計測ができ用途が拡大されます。

物体の動的変位の計測

1. 本装置は3本までカメラヘッド及びプラグインユニットを装着できるプラグインタイプのセットです。
1ヘッドおよびプラグインユニットの装着でC525と同じ働きをします。
2. 3本のカメラヘッドの位置を適当に定めると三次元的計測も可能となります。この場合、合計9点までの計測ができます。(1ヘッドが標準)

エリアアナライザー

C507



用途

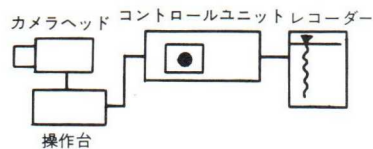
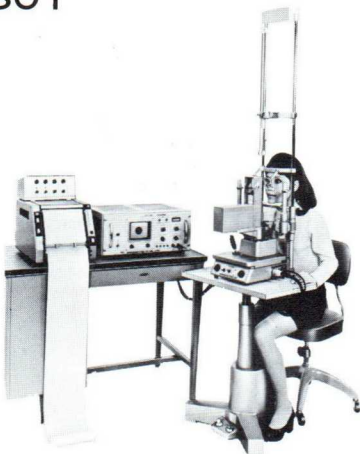
- 製造工程における品質管理と自動制御
- 剪断寸法、断面積の非接触計測
- 複雑な模様面積の非接触計測

動的面積の計測

1. モニターで監視しながら変化又は移動する面積を計測できます。
2. 複雑なパターンの面積を即時に計測しアナログ値として出力を得ることができます。
3. 輝度レベルの異なる被計測面積の場合、レベルの選択ができます。

イリスコーダー

C301



用途

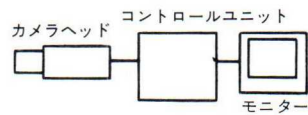
○本装置は外部刺激による瞳孔の面積の変化をモニターで監視すると同時に、アナログ出力を得ることができます。臨床診断学上、眼科のみでなく、脳外科、神経科など各分野への応用があります。

瞳孔反応の計測

1. 光刺激等の外部刺激による瞳孔面積の反応が計測できます。
2. 被験者に非接触で、しかも赤外光を用いているため、何ら苦痛を与えることはありません。
3. 操作が簡単で、高精度の計測ができます。
附属セットとして光刺激装置と幅そう機能検査装置があります。(附属セットは別途注文品です。)

赤外線用 TV

C158



用途

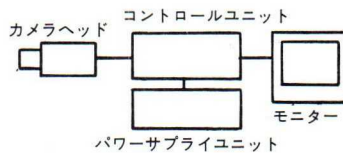
- 暗室作業の監視、防犯、保安用
- 発熱物体(200℃以上)の温度パターン観測
- レーザー光の赤外領域での発振状態の観察
- 半導体内部構造の観察

赤外線像の観測

1. 赤外線を放射する物体又は赤外線を投射し反射されている物体の像の観測ができます。
2. ラインセレクト用遅延掃引トリガパルス回路およびラインインジケータを内蔵していますので、遅延掃引回路をもたない普通のオシロスコープでも希望の走査線を選択して出力信号波形の観測を行なうことが可能です。

ストロクトビジョン

C469



用途

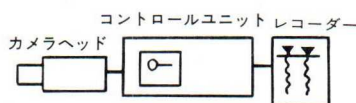
- 高速走行物体を間歇的に静止像として監視
- 高速製造ラインにおける製品の品質検査
- ストロボとの併用による運動物体の解析
- 宇宙観測用

瞬間像の解析

1. 運動物体の瞬間的像を静止像として、記録および観察できます。
2. 自動露光制御が行なえます。
3. カメラの光軸と直角方向のぶれ補正された像を得ることができます。
4. 標準方式から超低速まで任意の走査方式が選べます。

X-Yアナライザー

C583



用途

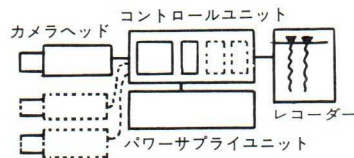
- 移動物体の監視および位置検出
- 二次元面内における機器の自動制御
- サーボ機構との組合せによる移動物体の自動追尾

二次元的変位の計測

1. 視野内の最明点の位置を、画面中心を原点としたX-Y直交座標軸電圧出力に変換することができます。
2. 計測中の最明点は画面上でポイントマークが指示しますので類似の輝度の点がある場合でも計測の確認ができます。

X-Yアナライザー

C420



用途

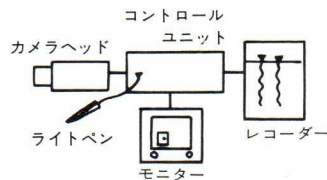
○用途はC583と同じですが、カメラヘッド及びプラグインユニットの増設により同時に多点計測ができ、用途が拡大されます。

二次元的変位の計測

1. 本装置は3本までカメラヘッド及びプラグインユニットを装着できるプラグインタイプのセットです。
1ヘッドおよびプラグインユニットの装着でC583と同じ働きをします。
2. 3本のカメラヘッドの位置を適当に定めると同時に3点の動変位が二次元的に計測されます。

TVトラッカー

C527



用途

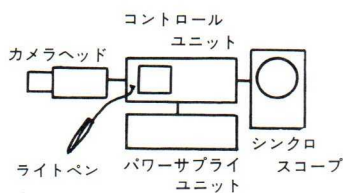
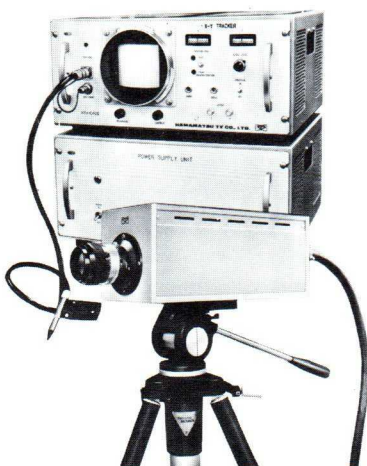
○生産工程におけるロボットの眼
 ○サーボ機構との組合せによる移動物体の自動追尾

二次元的変位の計測

1. 視野内の明点の位置を画面中心を原点としたX-Y直交座標電圧出力に変換することができます。
2. 類似の輝度の点が多数ある場合でもライトペンにて指定された計測点を「窓わく」がトラッキングし、その点のみの計測を自動的に継続します。
3. ライトペンにより移動点のトラッキングをモニター上で行えば任意の点の変位が計測値として得られます。

高速度X-Yトラッカー

C426



用途

○回転体、振動体の偏心および変位計測
 ○高速度運動体の自動追尾
 ○発射体、衝撃試験など加速度計測
 ○自動車、飛翔体の走行、衝突実験

高速度運動体の二次元計測

1. 高速な運動体の二次元的解析を行ない、X-Y直交座標電圧出力に変換することができます。
2. ライトペンの使用により、複数個の計測点のうち特定な点のみの追従計測が行なえます。
3. イメージディセクターを使用していますので実用上広範囲の速度に計測レスポンスが得られます。

高圧直流定電圧電源

光電子増倍管の増幅率特性は供給電圧によって大きく変化しますので、供給電圧の安定化には十分な注意を払う必要があります。

高圧直流定電圧電源は、とくに光電子増倍管の安定化電源として設計されたもので、1000V用のC447および1500V用のC448Aの2種があります。

いずれも、ハイブリッド方式の小形軽量の縦形ペンチスタイルで、出力電圧は10回転ポテンシオメーターにより250Vから微調整ができ、高い安定度を有しています。



形名	出力電圧	出力電流
C447	250~1000V	0~20mA
C448A	250~1500V	0~15mA

外形寸法：140(W)×200(H)×280(D)mm

重量：約9kg

- 入力変動率(A C 100V ±10%の変化に対し)……±0.05%+10mV
- 負荷変動率(負荷電流0~100%の変化に対し)……0.05%+10mV
- リップル……………10mV (R. M. S.)

所在地案内図

本社・工場

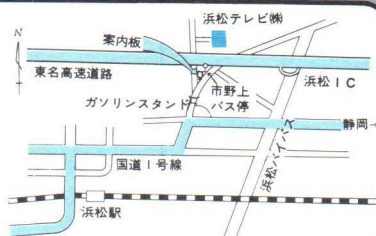
静岡県浜松市市野町1126-1

電話 浜松(0534)34-3311(代表)

テレックス 4225-185



東海道本線浜松駅前より遠鉄バス
笠井行 → 市野上 下車徒歩8分



東京営業所

東京都港区麻布飯倉町3丁目13麻布台ビル6階

電話 東京(03)584-4391(代表)4392, 4393



地下鉄(日比谷線)神谷町 下車徒歩7分
都バス 狸穴 下車徒歩4分



HAMAMATSU CORPORATION

3000 Marcus Avenue, Lake Success, N.Y. 11040 U.S.A.
TELEX 967 869 ☎(516)354-7121

ご注文方法

この小冊子は浜松テレビが製造する全製品の御案内を兼ねた総合カタログです。主な製品については個々に技術資料が用意してありますのでご請求下さい。ご希望製品は通常カタログより設計仕様に合ったものをご選定下さい。尚特注品に関しては直接浜松本社にご相談下さい。

御注文は、浜松本社・業務部(販売)あるいは東京営業所へご命令下さい。

お急ぎの場合はお電話でも結構ですが、後日、確認のため原則として「注文書」を発行して下さい。

納期は通常受注後45日を要しますが、品種によっては即納できるものもありますので、至急ご入用の場合はご一報下されば便宜をはからさせていただきます。

保証期間

浜松テレビは全製品について、原則として納入後1ヶ年間を保証いたします。ただし、保証期間内でも天災および使用上のミスによる損傷については保証しかねます。

営業品目

光電子増倍管 (サイドオン、ヘッドオン形)
電子増倍管 (エレクトロン マルチプライヤー)
光電管 (真空、ガス入形)
紫外線検出管 (UV Tron)
ホロカソード ランプ
重水素ランプ
光変調放電管
CdSセル
ランプフォトセル複合素子
PbSセル
赤外線用ビジコン
イメージディセクター チューブ
赤外線用TVカメラ
ビデオ アナライザー
イリスコーダー (赤外線電子瞳孔計)
高速X・Yトラッカー
ストレクトビジョン
TVトラッカー
X・Yアナライザー
高圧直流定電圧電源



浜松テレビ株式会社

本社・工場 静岡県浜松市市野町1126-1
TEL. (0534) 34-3311(代表) 〒435
テレックス 4225-185
東京営業所 東京都港区麻布飯倉町3-13(麻布台ビル6階)
TEL. 584-4391(代表) ~3 〒106

November, 1971.