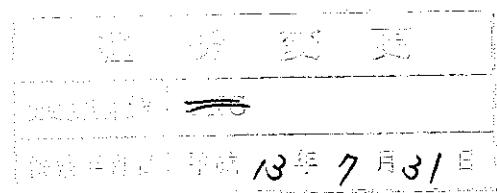
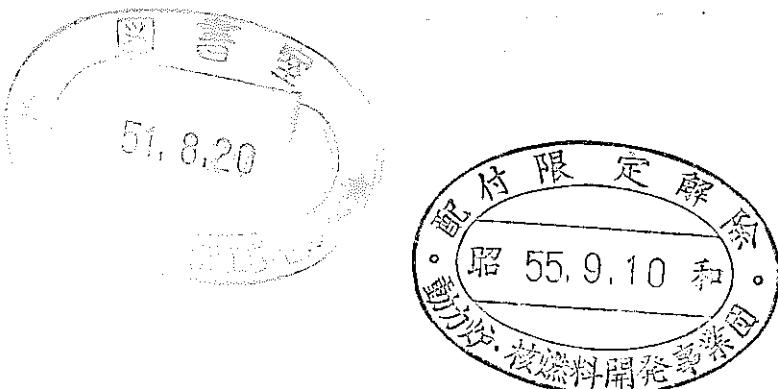


SJ-206 74-13

TJ-223 74-01



## 2次冷却系主空気冷却器用ナトリウム漏洩検出器の試験



1974年3月

### 技術資料コード

開示区分	レポートNo.
	J223 74-01

この資料は 図書室保存資料です  
閲覧には技術資料閲覧票が必要です

動力炉・核燃料開発事業団大洗工学センター技術管理室

三菱重工業株式会社

三菱電機株式会社

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村大字村松4番地49  
核燃料サイクル開発機構  
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:  
Technical Cooperation Section,  
Technology Management Division,  
Japan Nuclear Cycle Development Institute  
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1184  
Japan

に配  
さい。  
ます。

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)



配管限定期  
TBJ-206 74-~~123~~  
~~01~~

1974年3月

## 2次冷却系主空気冷却器用ナトリウム漏洩検出器の試験\*

飯田昌二\*\* 小田 稔\*\*  
菅原 宏\*\* 足立 清\*\*  
松永博之\*\* 上村和広\*\*

常陽 2 次冷却系に使用される空気冷却器は、ナトリウムの配管が複雑に配置されているため、配管が破損事故を生じた場合、漏洩するナトリウムの検出を早期に行なわないと事故の拡大が大きくなる可能性があると云われている。本試験では空気冷却器内で配管破損の際発生するナトリウム酸化物の煙を光学的に検出する検出器を作成し、実践で発生すると想定される諸元について調査した。特に感度、外乱、寿命の諸項目は、厳重に検討し、検出器の一部改良を行なった。

結果は、充分な感度及び耐久性のある事が確認され、設置条件が必ずしもよくない場所でも殆ど保守などの手数が省ける事が判明した。

\* 本報告は三菱電機㈱および三菱重工業㈱が動力炉・核燃料開発事業団の委託により実施した研究の成果である。

\*\* 三菱電機㈱



~~NOT FOR PUBLICATION~~  
TBJ-206 23 74-4301

1974 March

Test of a optical Na leak detector for  
air cooler of 2ndary cooling system.\*

S.Iida\*\*, M.Oda\*\* H.Sugawara\*\*  
K.Adachi\*\* H.Matsunaga\*\* and  
K.Kamimura\*\*

A b s t r u c t

Since air cooler which use for 2ndary cooling aystem of the Toyo has many complex cooling pipes in the inside, it is said that accident will expand in a short time when sodium leakage does not detects in its early stage. The present experiment examined some operational characteristics of a optical sodium leak detector for leaked sodium change into white mist in the cooler. Tests were carried particularly on sensivity, disturbance and life about the detector , and some designs of the detector were reformed according the tests.

The experimental results show that the detector has enough oprational characteristics on sensitivity , life and maintenance free even in some enviroments where temperature has not controled so good in room temperature.

\* Work performed under contracts between Power Reactor and nuclear Fuel Development Corp. and Mitsubishi Electric Corp., Mitsubishi Heavy Industries.

\*\* Mitsubishi Electric Corp .

## Figure caption

	Page
Fig. 1 Light source.....	18
Fig. 2 Flange for window.....	19
Fig. 3 Detector .....	20
Fig. 4 Block diagram of optical sodium leak detector .....	21
Fig. 5 Change of output voltage with temperature .....	22
Fig. 6 Influence of temperature on bias voltage .....	22
Fig. 7 Influence of displacement of lamp .....	24
Fig. 8 Fluctuation of output voltage of differentiator .....	23
Fig. 9 Dependance of output voltage on transmittance .....	24
Fig. 10 Dependance of peak value of output voltage of differentiator on transmitter.....	25

## Photo caption

Photo 1 Light source .....	28
Photo 2 Detector .....	28
Photo 3 Electronics circuits .....	29
Photo 4 Light source on heating Test .....	29
Photo 5 Detector on heating test .....	30
Photo 6 A simulator model of a duct .....	30

## Table caption

Table 1 Influence of external light on output voltage.....	26
Table 2 Detecting delay time depend on various smokes .....	26
Table 3 Change of output voltage of Lock-in Amp. during continuous operation .....	27

## 目

## 次

ページ

1. まえがき .....	1
2. 試験装置 .....	2
(1) 煙検出器 .....	2
① 投光器 .....	2
② 受光器 .....	2
③ 電子回路 .....	3
(2) 模擬漏洩試験装置 .....	5
3. 煙検出器の動作原理 .....	6
4. 試験内容 .....	8
(1) 検出器単体試験 .....	8
(2) ナトリウム漏洩検出試験 .....	9
(3) 寿命推定試験 .....	9
5. 試験結果と検討 .....	10
(1) 検出器単体試験 .....	10
(2) ナトリウム漏洩検出試験 .....	11
(3) 寿命推定試験 .....	11
6. あとがき・謝辞 .....	13

## 1. まえがき

高速実験炉「常陽」の二次主冷却系および二次補助冷却系の空気冷却器に用いられるナトリウム漏洩検出器としては、空気冷却器の構造上、通電式のナトリウム漏洩検出器では取付が困難で、且つ検出に要する時間が長くかかる。

そこで、高温のナトリウムが空気中に漏洩した時に発生する白煙の光散乱作用を利用した光学式ナトリウム漏洩検出器（以下煙検出器と略す）が、空気冷却器上部冷却ダクトに設置されることになった。

本試験では、煙検出器および模擬漏洩試験装置を製作し、実機としての設置を想定して、以下の各項目について確性試験を行った。

### (1) 検出器単体試験

- ① 外部光の影響
- ② 周囲温度の影響
- ③ 冷却ダクトへの取付方法および取付位置

### (2) ナトリウム漏洩試験

### (3) 寿命推定試験

- ① 連続試験
- ② 窓の曇りの影響

## 2. 試験装置

今回行なう実験条件および目的を考慮して、以下に述べる様な試験装置を製作した。試験装置は煙検出器（投光器、受光器、電子回路）、および模擬漏洩試験装置（模擬ダクト、フランジ、保温カバー）から成っている。

### (1) 煙検出器

#### ① 投光器

投光器は投光ランプ、集光レンズ、保護用ガラス窓および支持構造物から成っている。

(Fig.1 及び Photo 1 参照)

投光ランプは、短波長成分の多い Hg-Ar ランプを使用した。これは、ナトリウムの白煙粒子の大きさが小さく ( $3 \sim 10 \mu$ )、短波長の光ほど散乱を受けやすいので、煙の検出に有利であるからである。投光ランプの仕様を次に示す。

型 名：PEN-RAY Model 11SC-1 (Ultra-Violet Products, Inc.)

寸 法： $6.3 \phi \times 53 L$

発光波長域： $2500 \sim 5800 \text{ \AA}$  (石英ガラス使用)

放電開始電圧： $800 V$

放電維持電圧、電流： $270 V, 17 mA$

ランプキャップ：アルミニウム ( $2 \times 16 \text{ mm}^2$  の窓がついている)

集光レンズは投光器から受光器に達する光量を大きくするためのものであり、短波長光の透過率を良くするために石英ガラスを用いている。レンズの幾何学的条件は、口径  $25 \phi$ 、集点距離  $50 \text{ mm}$  の平凸レンズである。

保護用ガラス窓は、投光器をダクト内の高温の空気の圧力変動から保護し、且つ清掃や点検を容易にするためのものである。寸法は  $50 \phi \times 5 t$  であり、集光レンズと同じ理由から石英ガラスを用いてある。

支持構造物は、上記の三者を一体に納める鏡筒、およびその取付金具である。実機では、ダクト壁の振動による投光器の振動を避けるため、投光器はダクトと独立した支点で支えられる様に計画されているが、今回は Fig. 2 に示すダクトのフランジに直接に取付けた。しかし、ランプの鏡筒への取付け位置が摺動可能となっているので、投光器の取付誤差の影響の試験は可能である。

#### ② 受光器

受光器は Fig.3 及び Photo.2 に示すように、受光素子、集光レンズ、保護用ガラス窓、

照準器、および支持構造物から成っている。

受光素子はシリコンダイオードであり、詳細を下記に示す。

型 名：PIN-10 (UDT社製)

有 効 径：17.5 φ

形 式：シリコン サーフェスバリア ダイオード

感 度：約  $0.4 \mu A/\mu W$

感光波長域： $4000\text{~}11000\text{\AA}$

集光レンズおよび保護ガラス窓は、投光器の項で述べたものと同じものである。

照準器は、光軸の調整を容易にするためのものであり、受光素子を後方に $90^\circ$ 回転すると、受光素子と入れ替りに同一位置に照準用のすりガラスが現われる様になっている。

支持構造物は上記の四者を一体に納める鏡筒とその取付金具であり、投光器の項で述べたものと同じであるが、受光素子の取付は固定で位置調整はしない。これは、投光器側で、光軸調整を行なう事が出来るためである。

③ 電子回路の外観を Photo.3 に、ブロックダイアグラムを Fig.4 に示す。回路の各部分の構成と仕様を次に示す。

#### 高 壓 電 源

投光器の投光ランプを点灯するものである。

型 式：三菱電機製

出力電圧：800 V

出力電流： $150 \text{ mA}$

リップル： $1 \text{ VRMS}$  以下

#### 低 壓 電 源

各電子回路の駆動電源である。

型 式：AEC NIM 規格品

出力電圧： $\pm 12 \text{ V}, \pm 24 \text{ V}$

出力電流：各  $1 \text{ A}$

出力電圧安定度： $< \pm 0.1\% \quad (0\text{~}100\% \text{ 負荷})$

$< \pm 0.02\%/\%$

$< \pm 3 \text{ mV} \quad (\text{リップルおよびノイズ})$

#### 発 振 器

投光器の変調用信号およびロックインアップの位相検波用の基準信号を提供するものであ

る。

型 式：AG-250（トリオ）

周波数範囲：20～20,000 Hz

周波数安定度： $\pm (1\% + 1 \text{ Hz})$

出力信号：20 dBm (600 Ω)

歪 率： $< 0.1\%$

#### チェック回路

発振器の出力信号を所定の比率だけ減衰させるものである。

型 式：三菱電機製

信号減衰率：チェック信号-1 : 0.1 dB

チェック信号-2 : 1 dB

#### 電力増巾器

発振器の信号を電力増巾し、投光器の変調入力とするものである。

型 式：TA-250 (NF回路社)

出 力：250 V A

整合負荷抵抗：40～230 Ω

#### 低雑音増巾器

受光器の信号電流を増巾し、ロックインアンプに供給するものである。

型 式：三菱電機製

利 得： $10 \text{ V} / \mu \text{A}$

雑 音：約  $1 \mu \text{V}$  at 1 MHz

#### ロックインアンプ

リニア・アンプ、バンドパスフィルタ、移相器および位相検波器から成り、受光器からの

信号を位相検波するものである。

型 式：401A (Brookdeal社)

周 波 数：1 KHz～50 KHz

感 度： $1 \mu \text{V} \sim 100 \text{ mV}$

雑 音： $< 10 \mu \text{V} / \sqrt{\text{Hz}}$

入カインピーダンス： $10 \text{ M}\Omega$ , 20 PH

出 力： $\pm 1 \text{ V}$  1 KΩ

## 微 分 回 路

ロックインアンプ出力の時間変化を取出すものである。

型 式：三菱電機製

時 定 数：0.3 sec

利 得：100

## 両方向性比較回路

比較レベル設定範囲： $\pm 10 \text{ mV}$  ~ 1 V

ドリフト： $< 1 \text{ mV}$

出力信号：0.5 V 2.5 mA

## 二 安定回路

比較回路の信号によってアラーム信号を出すものである。非自動復帰型であり、現場および中央制御室からリセットできる。

型 式：三菱電機

反転レベル：0.3 V

入カインピーダンス：10 KΩ

## (2) 模擬漏洩試験装置

模擬漏洩試験装置は、模擬冷却ダクト（以下ダクトと略す。）、フランジおよび送風ファンから成っている。

ダクトの外観を Photo 6 に示すが、寸法は実機の寸法を考慮して (3000W × 500D × 200H)とした。外部光の影響の試験ができる様にダクトの上部は取りはずし可能となっている。

フランジは投光器および受光器を取付けるためのものであり、ダクトの長手方向の光軸上に一对とり付けてある。

ファンは受光器用フランジの下部にあり、ダクト内に試験用の煙を導入するため、および実験後の煙の排出のために使用した。

### 3. 煙検出器の動作原理

煙検出器として特に考慮しなければならない点として、次の諸点があげられる。

- ① 外部光の影響をうけにくいくこと。
- ② 経時変化の少ないとこと。
- ③ 寿命の長いこと。
- ④ 感度が高いこと。

これらの点を考慮して、次の様な原理を採用した。投光器は高圧電源で点灯しておくと同時に、約 2 KHz、± 25 V の変調を与えておく。従って、投光器は一定の平均光度をもって発光すると同時に、2 KHz の周期で光度が脈動しており、信号としてはこの交流成分のみを使用する。

受光器には、投光器からの光と、周囲からの雑光線が入射し、それ等の和にほぼ比例した光電流が流れる。

増幅器は、この光電流の交流成分のみ（雑光線にも交流成分があれば、それによる交流成分も）を増幅する。増幅器としては、ロックインアンプに内臓されたリニアアンプの他に、受光器近傍に低雑音増幅器を使用しているが、これは、受光器から現場盤までの距離が長いことによる S/N 比の低下や、投光器への変調信号の漏話を減少させるためである。

増幅された交流光電流信号はロックインアンプで位相検波されるが、位相検波の基準信号として、投光器の変調信号を分歧して用いる。位相検波器は基準信号と同期した信号のみに対して応答するので、ここで雑光線の影響を除去くことができる。位相検波器の出力端には、定常状態では、投光器からの変調光信号による一定の直流電圧が出ている。この電圧は入力アッテネータで約 0.3 V に調整する。信号光が煙によって減衰すれば、その交流成分も比例的に減衰し、位相検波出力も同様に減衰する。

微分回路は、位相検波出力の時間変化を取出す働きをし、直流成分や長時間にわたるゆるやかな変化には応答しない。入力電圧の時間変化に対する微分回路の感度は、30 mV のステップ状変化または 30 mV/sec のランプ状変化に対して、出力電圧 1 V である。

警報回路は微分回路の出力電圧が正負どちらかに、あらかじめ設定されたアラームレベルを超えた時に警報信号を発するものである。アラームレベルの標準値としては、± 0.1 V を採用しているが、これは位相検波出力での ± 3 mV のステップ状の変化に相当する。位相検波出力は通常 0.3 V に調整されるので、この変化は入力の相対変化率で 1 % に当る。従って信号光が煙によって瞬間に 1 % 以上減衰すれば警報回路が応答する。

以上の様に、この方式によれば受光器が受けた光信号のうちで、変調信号に同期した交流成分が短時間に変化した場合にのみ検出され、警報回路が動作する。従って、信号光が煙によって急

に減衰した場合には応答するが、レンズや保護ガラスの定常的なくもりや長期にわたって徐々に増加するくもり等には応答しない。

チェック回路は煙による信号光の減衰を電気的に模擬するためのものである。チェック回路は投光器の変調信号を1%または10%だけステップ状に減衰させるものであるが、これによって信号光の交流成分が1%または10%だけ変化する。これは、光信号のうち有効信号となる交流成分に関する限り、信号光が煙によって1%または10%減衰したことと同等である。構成上、この回路ですべての要素の機能が調べられる。

## 4 試験内容

以下に述べる試験は、試作した煙検出器の動作、性能を確認し、実機を製作する際に改良すべき点があれば、それを見いだすために行なわれたものである。

### (1) 検出器単体試験

#### ① 外部光の影響

投光器、受光器はそれぞれ冷却ダクトにフランジで固定されているので、この部分からは光が入らないが、冷却ダクト端部より外部光の入る可能性がある。そこで、冷却ダクトの上部または下部からダクト内部を投光器と異なる光源（水銀灯、蛍光灯または赤外線ランプ）を单一または混合して照射し、外部光による誤動作を感度変化の有無を調べた。誤動作のチェックは警報回路の応答で行ない、アラームレベルを  $0.1 \text{ V}$ （光量変化  $1\%$  に相当）とする。感度変化はロックインアンプ出力（位相検波出力）の変化でチェックした。これは感度（信号光が一定のパーセンテージだけ変化した時の微分回路出力）が、ロックインアンプ出力に常時出ている電圧に比例するからである。また、参考のために外部光の照度をダクト内側の受光器取付口付近に照度計を置いて測定した。（投光器からの光の照度は、今回試験に用いた外部光照度に比べて無視できる。）

#### ② 周囲温度の影響

投光器および受光器の温度を室温より  $60^{\circ}\text{C}$ まで上げて、煙検出器が安定に動作する温度の上限を求める。そのため投光器および受光器の外部にヒータを巻き、温度の均一性を良くするためにそのまわりに保温材を巻いた。温度の測定はランプおよび受光素子付近に夫々熱電対を挿入して行なった。試験の状態を Photo.4, 5 に示した。試験の方法は投光器および受光器の温度を室温より徐々に上げてゆき、感度（ロックインアンプ出力電圧）の変化および受光素子のバイアス条件（端子間電圧）を測定した。この時、室温は  $20^{\circ}\text{C}$  であったが、投光ランプ付近は自身の発熱のため室温より高く、約  $20^{\circ}\text{C}$  であった。

#### ③ 投光器の取付方法および取付位置の影響

投光器の光軸のずれは感度の低下をきたすので、据付時に光軸の調整ができる構造にしているが、この調整が実際にうまく出来るかどうかを試験した。投光ランプの発光部のランプ保護用キャップの窓の大きさが  $2 \times 16$  ( $\text{mm}^2$ ) なので縦方向は調整不要であり、これと直角の横方向のみ摺動可能としてある。試験は、投光ランプの位置と感度（ロックインアンプ出力電圧）との関係を求めた。

#### ④ 冷却ダクト内の空気のゆらぎの影響

冷却ダクト内は、高温の空気が流れるため、かけろうに似た現象が生じて、透過光量が変化し、誤動作するおそれがある。この現象を模擬するために、ダクト内でガスストーブを点火し誤動作の有無をしらべた。

#### (2) ナトリウム漏洩検出試験

ダクト内にナトリウムその他の煙源からの煙を流して、煙検出器がどの様に作動するかを調べた。煙源としては線香、煙草、少量のナトリウムを用いた。アラーム設定点は 0.1 V ( 1 % 光量変化 ) とし、煙発生時からアラーム信号の出るまでの時間を測定し、同時に微分回路の出力電圧をペンレコーダで記録した。

#### (3) 寿命推定試験

##### ① 連続動作試験

煙検出器を約 1 ヶ月間連続動作させ、その期間中感度（ロックインアップ出力電圧）の変化を点検し、微分回路の出力電圧をペンレコーダに記録した。

##### ② 保護ガラス窓の曇りの影響

煙検出器を長期間使用した場合、保護ガラス窓の曇りが予想される。徐々に進行する曇りは、測定原理上誤動作の原因とはならないが、受光素子に入る光量が定常的に減少するので感度が低下する。この場合もロックインアンプ入力段のアッテネータで補正し、ロックインアンプの出力電圧を標準値 ( 0.3 V ) にすれば、機能的には同一の状態に保つことができる筈である。このことを確認るために、煙検出器の応答が透過光量に対して線形であることを確かめた。窓の曇りを定量的に作り出すことは困難なので、試験には透過率が既知の光学フィルタを用い、透過率と感度の関係を求めた。また、フィルタを光軸上に急速に出し入れして、微分回路出力電圧のピーク値を求めた。

## 5. 試験結果と検討

### (1) 検出器単体試験

#### ① 外部光の影響

投光器と異なる光源（蛍光灯、水銀灯および赤外線ランプ）でダクト内を照明し、且つ照明光を点滅して、感度変化および誤動作の有無を調べた。結果を Table 1 に示す。感度変化は、ロックインアンプの出力電圧が、外部照明の有無に影響されないことから、無いことが判る。誤動作は、いずれの場合にも起らなかつたが、これは、外部照明の ON-OFF の際に受ける影響が、信号光量の変化に換算して 1 % 以下であったことを意味する。なお、外部光の影響は、後述する受小素子の小型化、および受光器鏡筒内の絞りの採用によって更に小さくすることができる。

#### ② 周囲温度の影響

投光器および受光器の温度を室温より  $60^{\circ}\text{C}$  まで上昇させ、感度（ロックインアンプ出力電圧）および受光素子バイアス条件（両端子間電圧）を測定した結果を Fig 5, Fig 6 に示す。 $45^{\circ}\text{C}$  以上では感度の低下が見られるが、この原因は受光素子の逆方向抵抗値の低下による光電流損失である。このことは、Fig 6 の受光素子端子電圧の低下から知られる。逆方向抵抗値の低下は小型の（接合面積の小さい）受光素子の採用によって緩和できる。今回用いた受光素子は PIN-10型（接合面積  $1.3 \text{ cm}^2$ ）であるが、実機では PIN-6LC（接合面積  $0.11 \text{ cm}^2$ ）に変更するので、 $60^{\circ}\text{C}$  程度まで使用できる様になると考えられる。また、 $60^{\circ}\text{C}$  まで昇温した後、室温まで冷却した場合の投、受光器の性能は、昇温前と比べて変化は見られなかった。

#### ③ 投光器の取付方法および取付位置の影響

投光器のランプの位置を縦方向と直角の横方向に移動した時の感度の測定結果を Fig 7 に示す。ランプ位置の調整は、受光器の照準装置によるか、またはロックインアンプ出力電圧を監示しながら容易に行なう事が出来た。投光ランプの移動はランプの固定ネジをゆるめて摺動し、照準装置での光量またはロックインアンプの出力電圧が最大になる位置を見出してランプを固定すれば良い。Fig 7 の結果に示されるように、光軸を一度合わせたら、投受光器の相対的な位置は変更しない方がよい。冷却ダクトの振動の影響は、実機では投光器をダクトと独立な支持金具で固定するので、避けることができる。

#### ④ 冷却ダクト内の空気のゆらぎの影響

ダクト内にガスストーブを持込んで点火し、約 30 分間にわたって感度変化および誤動作の有無を調べたが影響は見られなかった。同時に微分回路出力をペンレコーダで連続監視し

たが、この点でも通常の状態との差違は見られなかった。従って高温空気のゆらぎの影響は受けないものと考えられる。高温空気のゆらぎに対して安定な理由は、光源が点光源でなく、ある程度の大きさを持っていることがあると思われる。

### (2) ナトリウム漏洩検出試験

煙の発生源として採用したものは線香3本、線香6本、煙草1本、ナトリウム約0.1gの各ケースである。それぞれの煙発生源をダクト内に持込み、アラーム信号が動作するまでの時間を測定した結果をTable 2に示す。

ダクト内は無風の状態で試験を行なったが、発生した煙は、煙発生源自体の発熱による上昇気流によって上昇した後拡散していく。この状況は煙発生源の発熱量や煙の性質によって夫々異なり、実験結果を一律に比較することは適当でない。線香3本の場合は、検出に長時間を要しているが、煙の状態を肉眼で見た限りでは、煙が投光器の光軸より下方に漂っていて容易に上昇せず、検出された時点でも光軸上では肉眼で見えない程度の濃度であった。ナトリウムの場合は発煙が著しく、煙の上昇も早かったため、短時間で検出された。

いずれの場合も、検出時間の長短はあるが、確実に検出できることができた。

### (3) 寿命推定試験

#### ① 連続動作試験

1カ月間の連続運転を行なったが、ロックインアンプの出力電圧を任意の日に測定した結果をTable 3に示す。微分回路の出力電圧の変動の様子をFig 8に示す。ロックインアンプの出力電圧は十分に安定しており、投、受光器および回路を含めた全系の経時的な変化が無いことを示す。微分回路の出力電圧の測定は、誤動作の原因となる様な突発的な変動をチェックする意味で行なったが、この点でも問題は無い。ただし、共通の電源に接続された大電力負荷のON-OFFの際には、過渡電圧変動によって誤動作をする場合があったので、回路系のデカップリングを補強する必要があると思われる。

#### ② 保護ガラス窓の曇りの影響

保護ガラス窓の曇りを光学フィルタで模擬し、曇りの程度と感度低下の関係、およびフィルタを光軸上に急速に出し入れした場合の微分回路出力のピーク値を調べた。結果をFig 9およびFig 10に示す。用いたフィルタの透過率は、夫々70%，50%，25%，13%，5%である。また、透過率の更に大きいフィルタとしては透明な石英ガラス（反射損のため透過率は約93%）を用いた。感度低下はロックインアンプ出力電圧で測定し、微分回路出力電圧はペンレコーダに記録したものを読み取った。どちらの測定値も透過率に対して比例

的であり、保護ガラスの曇りは、ロックインアンプのアッテネータで補償できることが判った。ただし、Fig 9に於て、透過率零の外挿点でロックインアンプ出力がわずかに残留することが認められるが、これは、配線の関係上、投光器への変調電力信号が、受光器へ電気的に混入したものであることが判った。この点は配線の修正により容易に改善できる。

この試験から保護ガラスの曇りはかなりの程度（例えば透過率 50%）まで放置しても差支えないことが判ったが、実機の冷却ダクト内のじんあいの瞬間的な付着を考えると、アラーム設定レベルは現在の 1% の値より大きくする必要があるかも知れない。

## 6. あとがき

この試験によって、光学式漏洩検出器は感度および寿命の点で十分実用に耐え得るものであり、若干の改良を行なえば、温度特性と安定性の点でも実用に耐え得るものとなることがわかった。

今回の試験を通じ、終始御指導と御鞭撻をいただきました動力炉・核燃料開発事業団の関係者各位に深甚の謝意を表します。

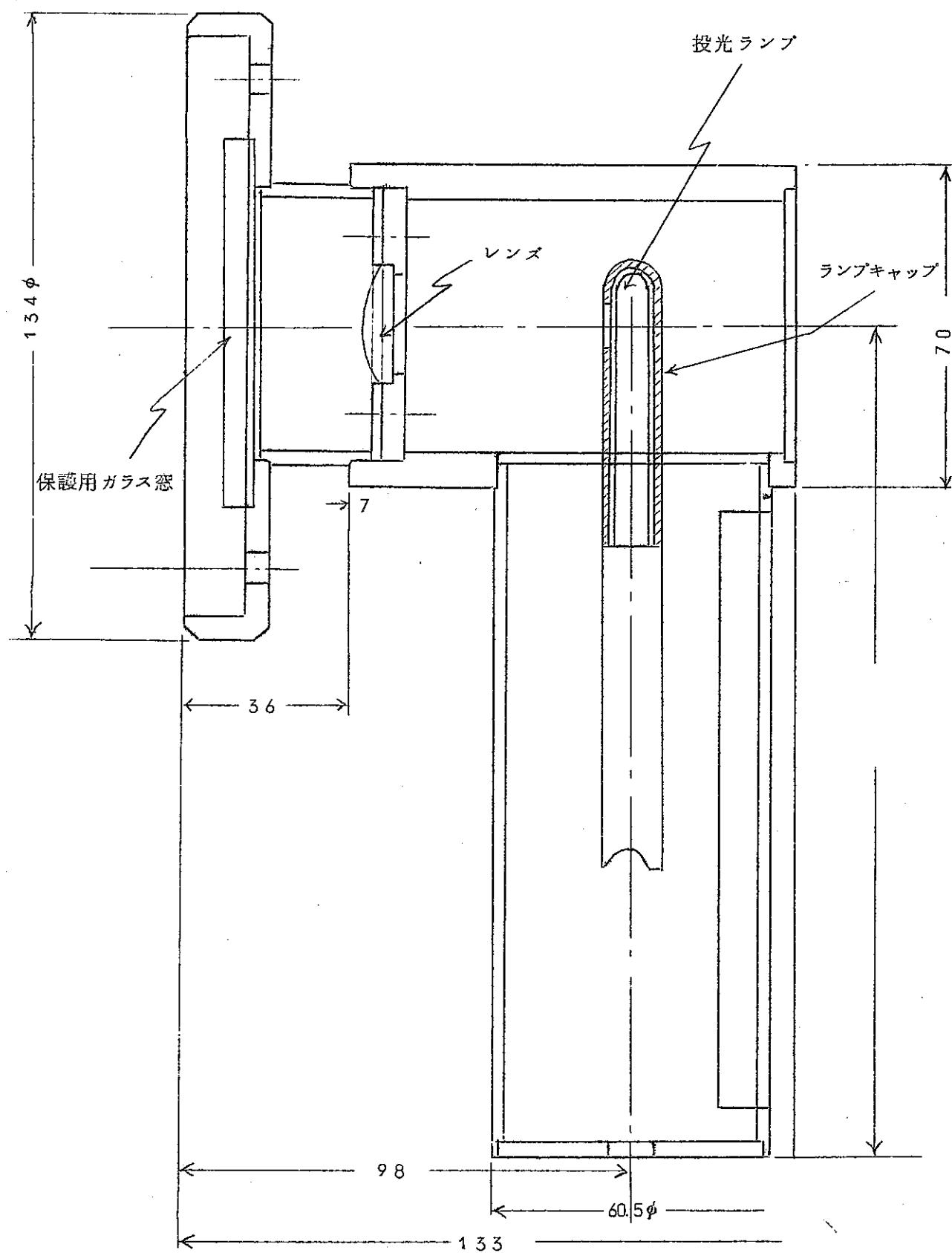


Fig. 1 Light source

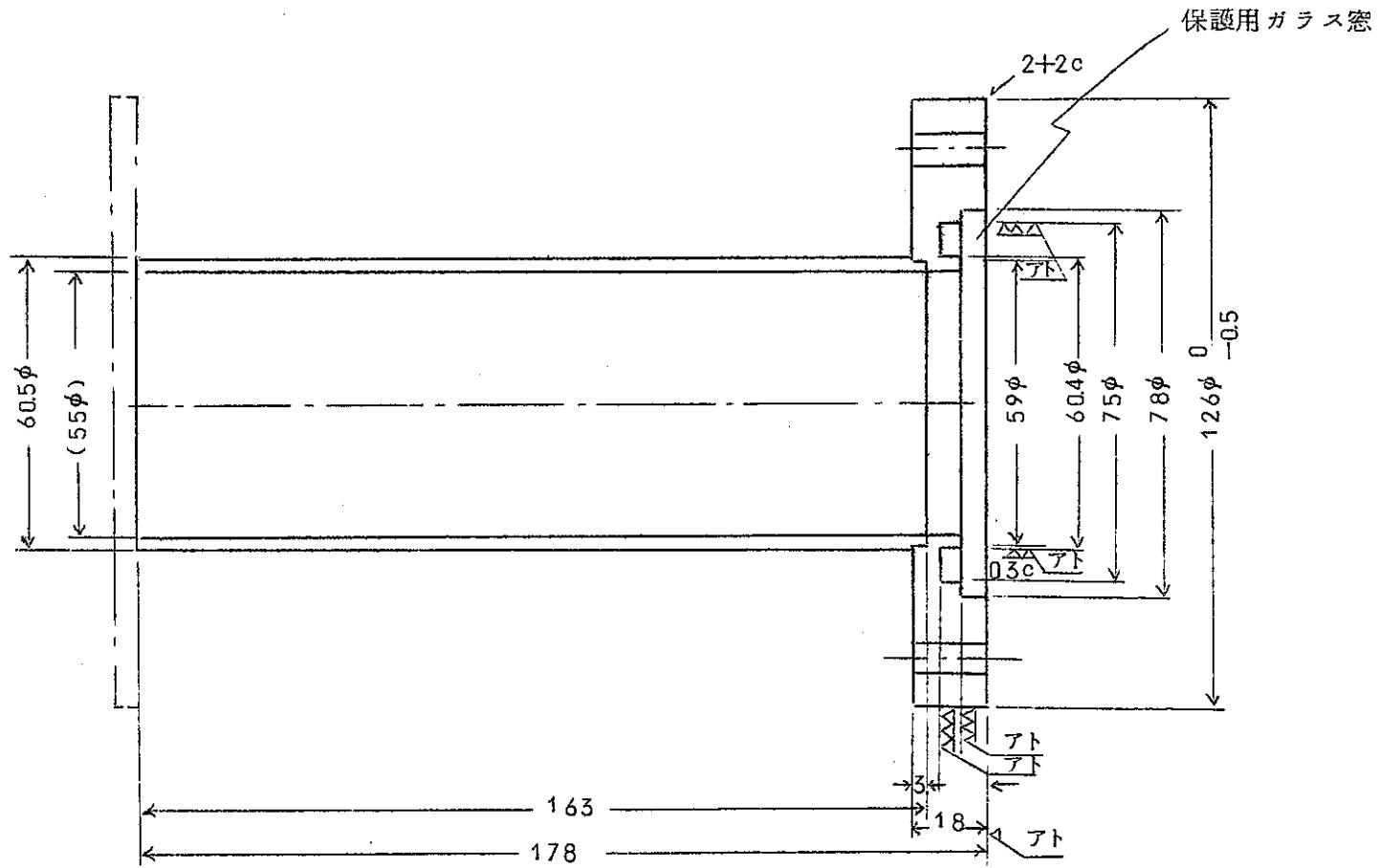


Fig. 2 Flange for window

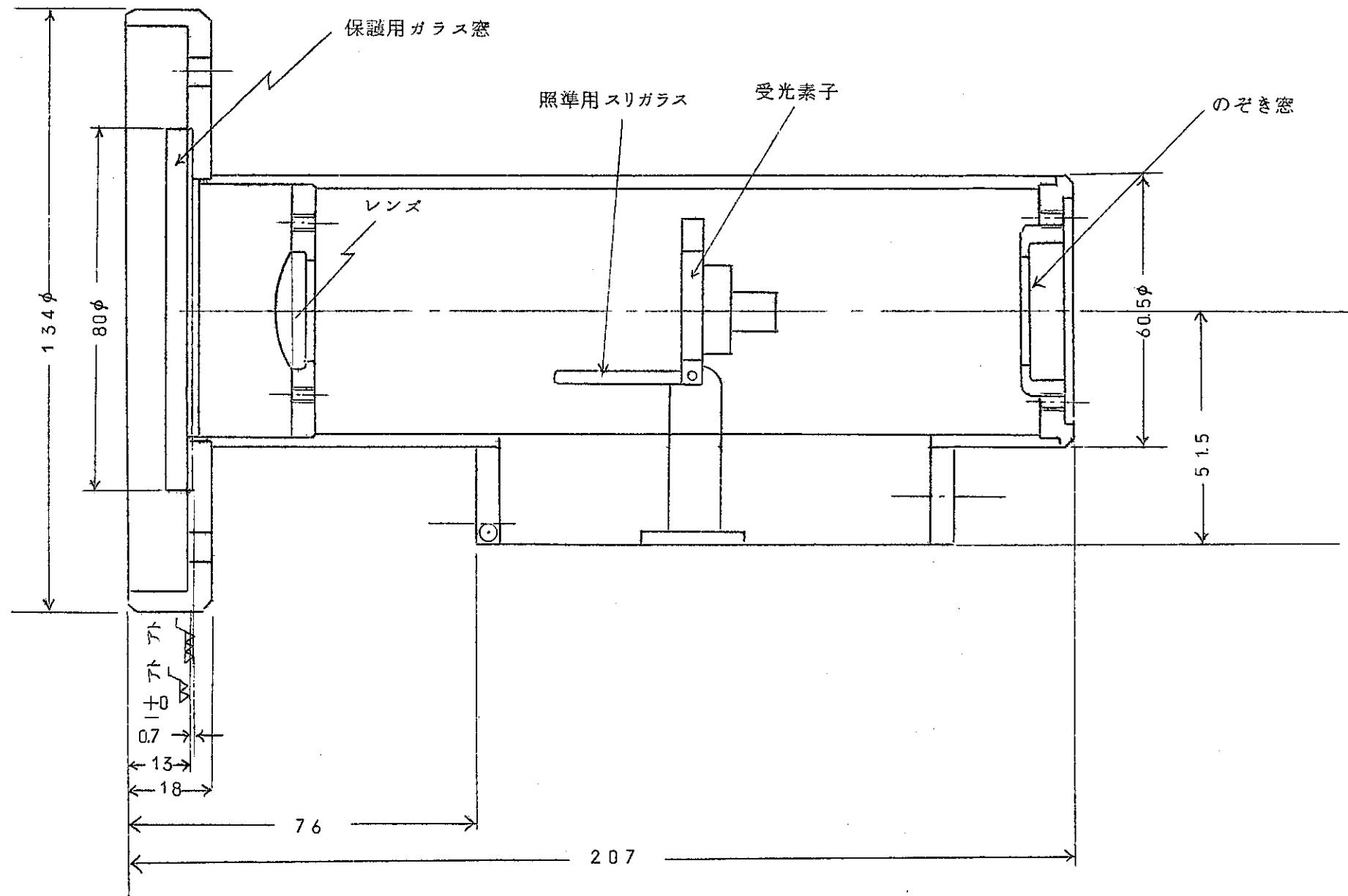


Fig. 3 Detector

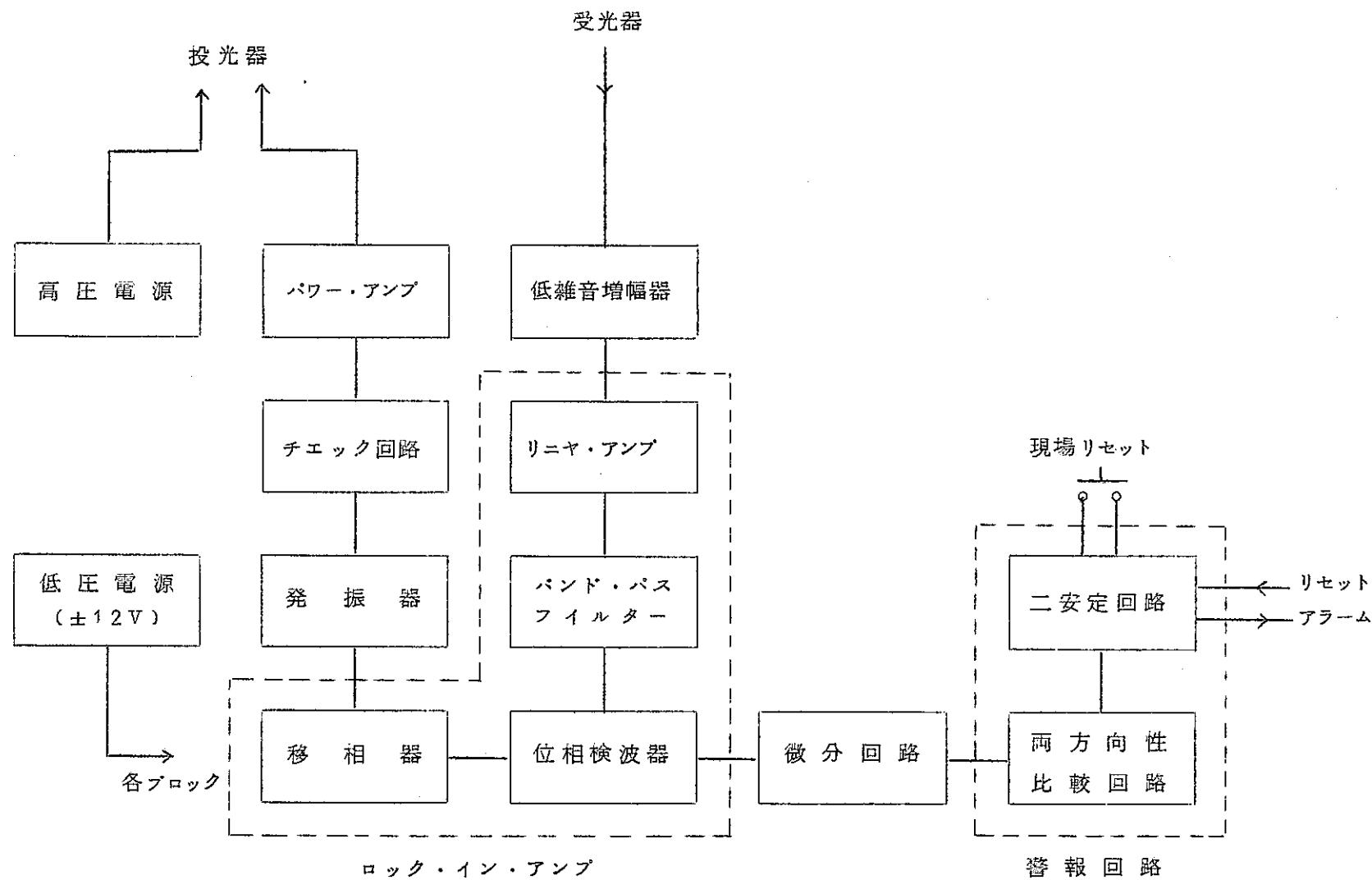


Fig.4 Block diagram of optical sodium leak detector

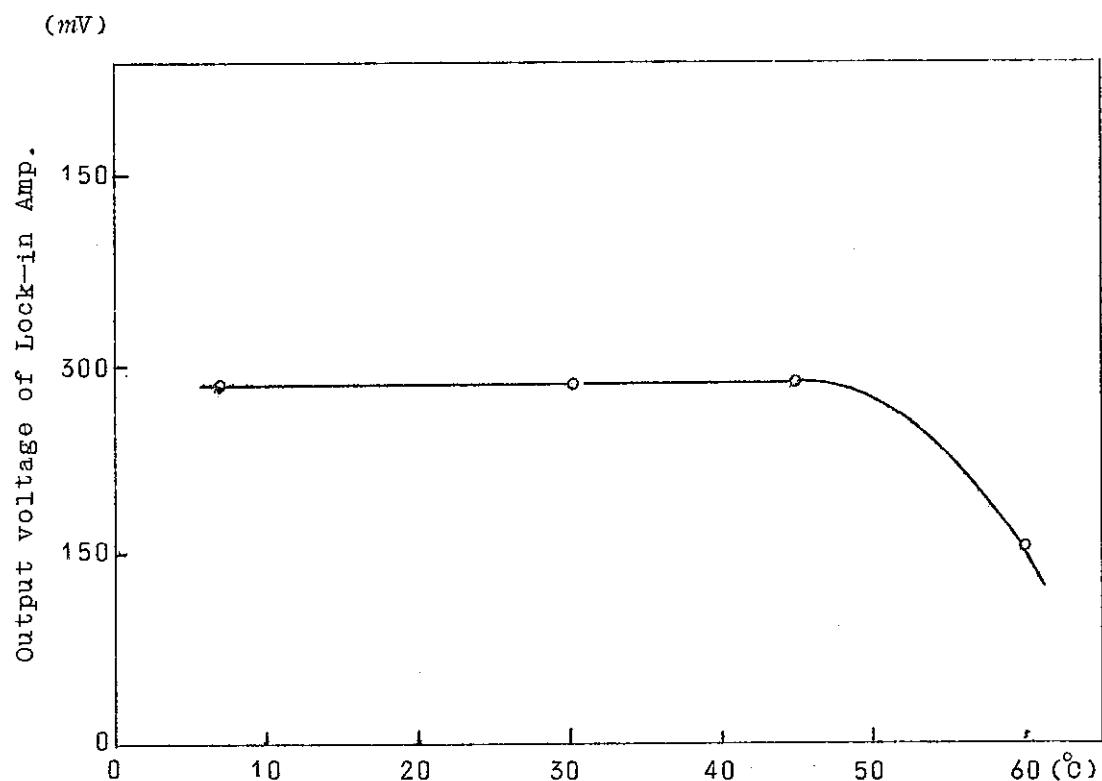


Fig.5      Temperature of detector  
                Change of output voltage with temperature

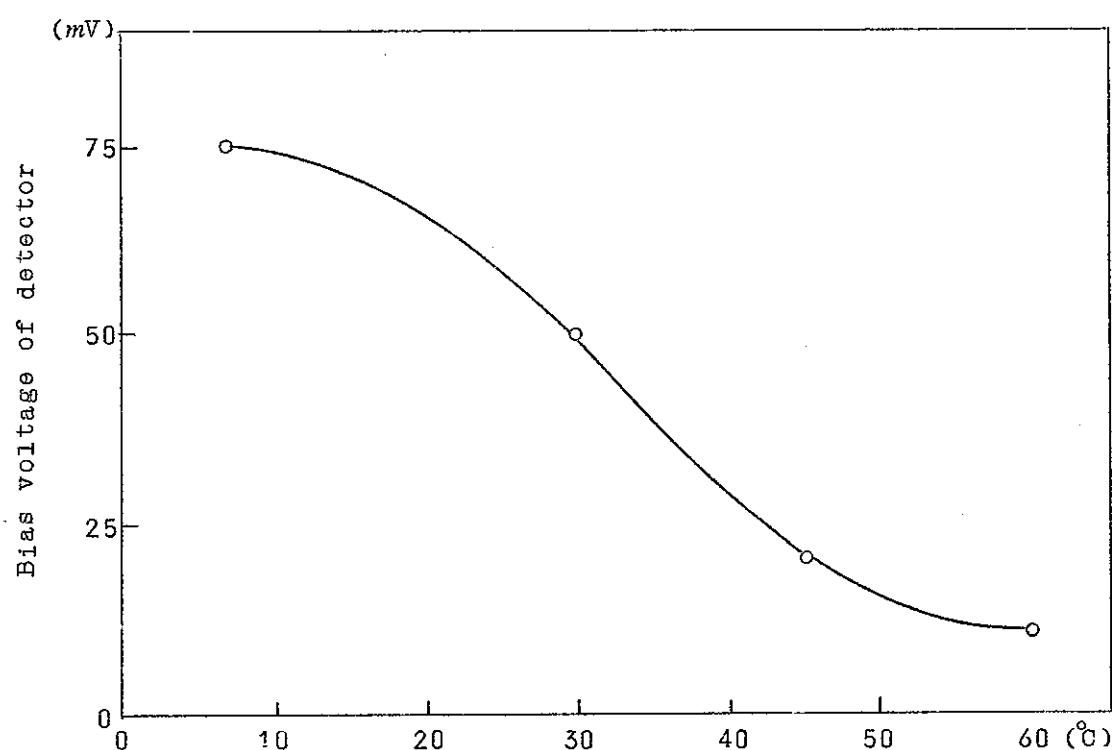
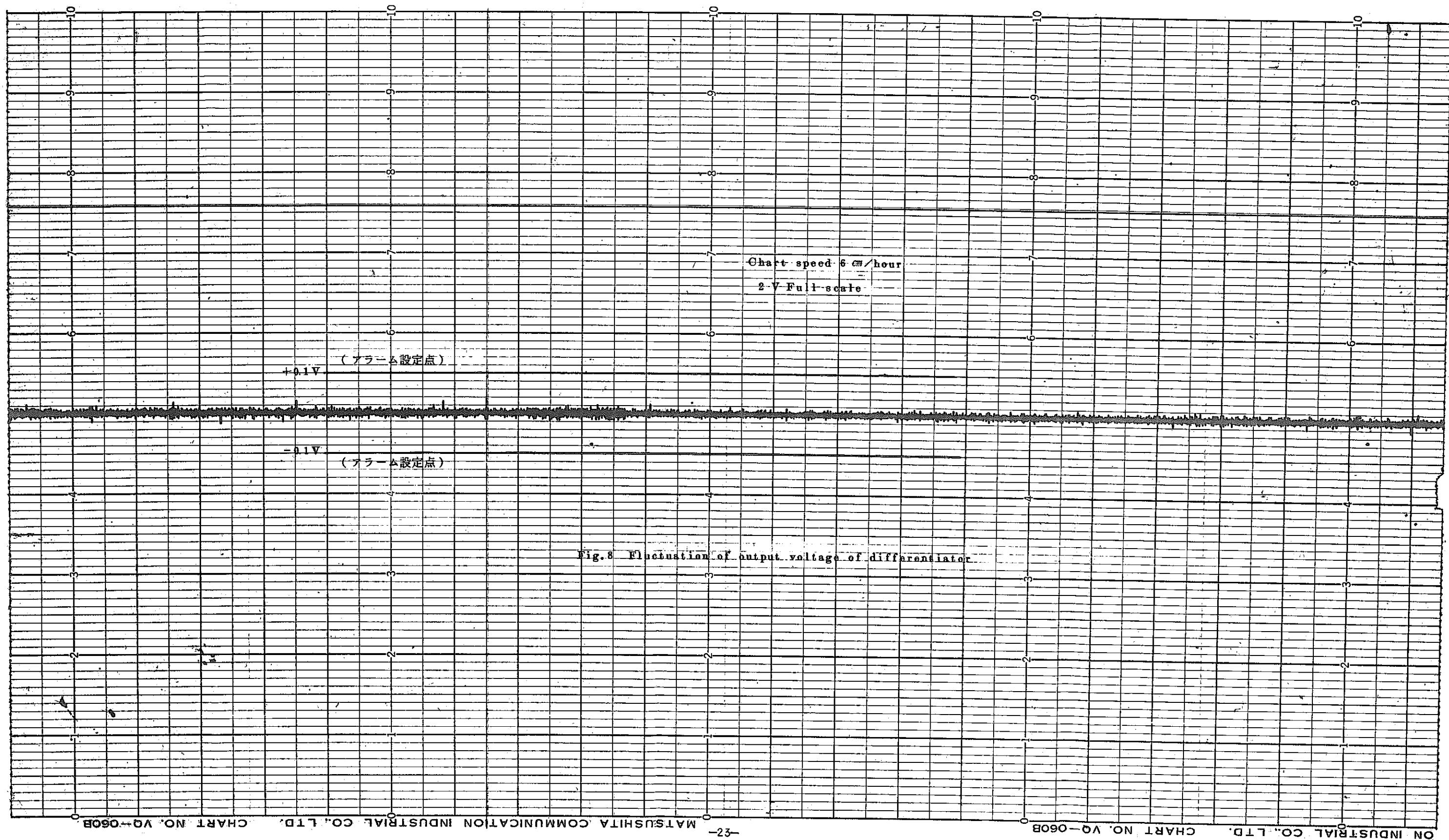


Fig.6      Temperature of detector  
                Influence of temperature on bias voltage



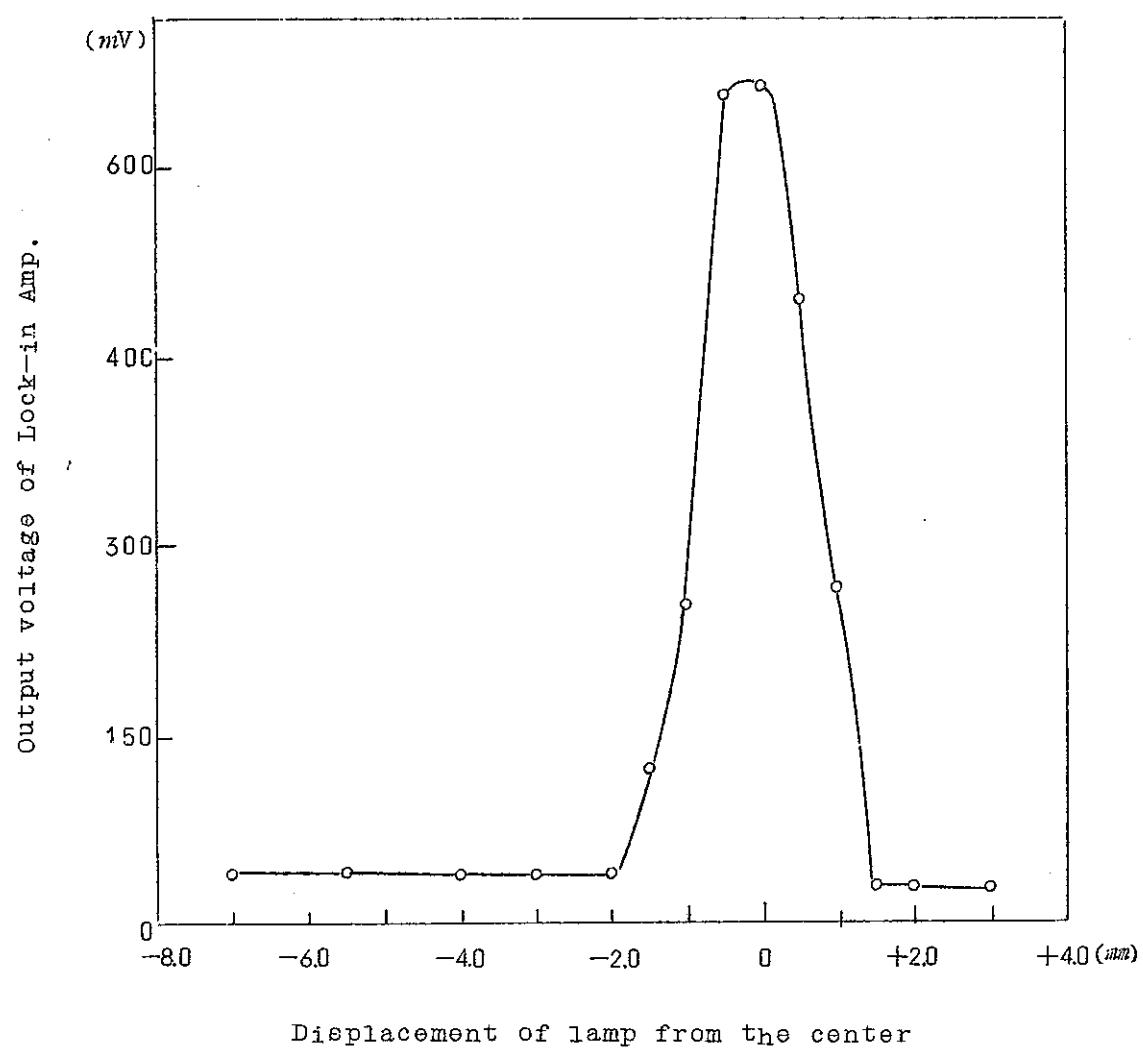


Fig.7 Influence of displacement of lamp

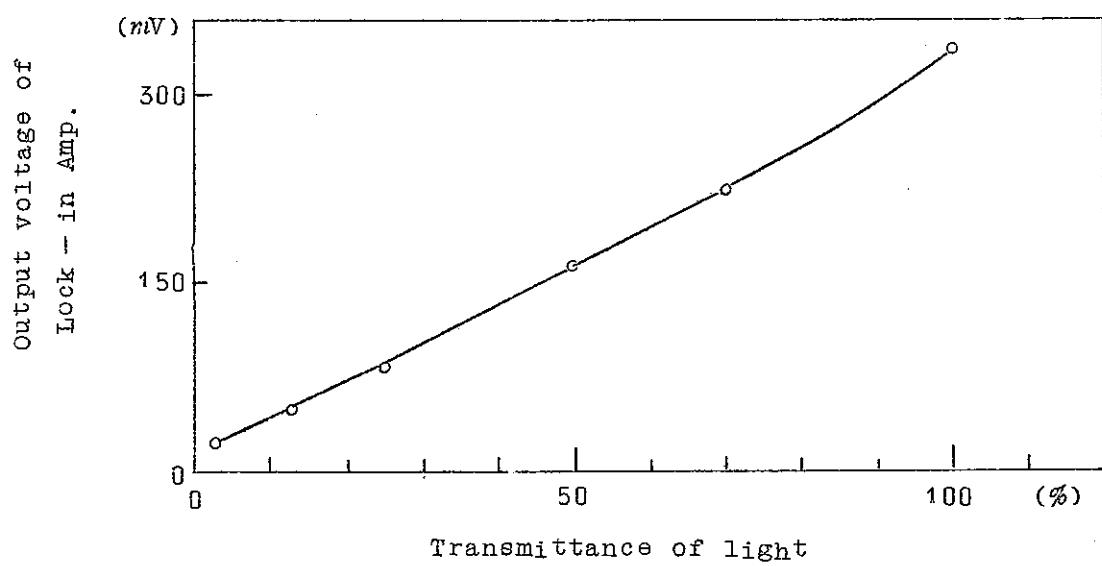


Fig.9 Dependence of output voltage on transmittance

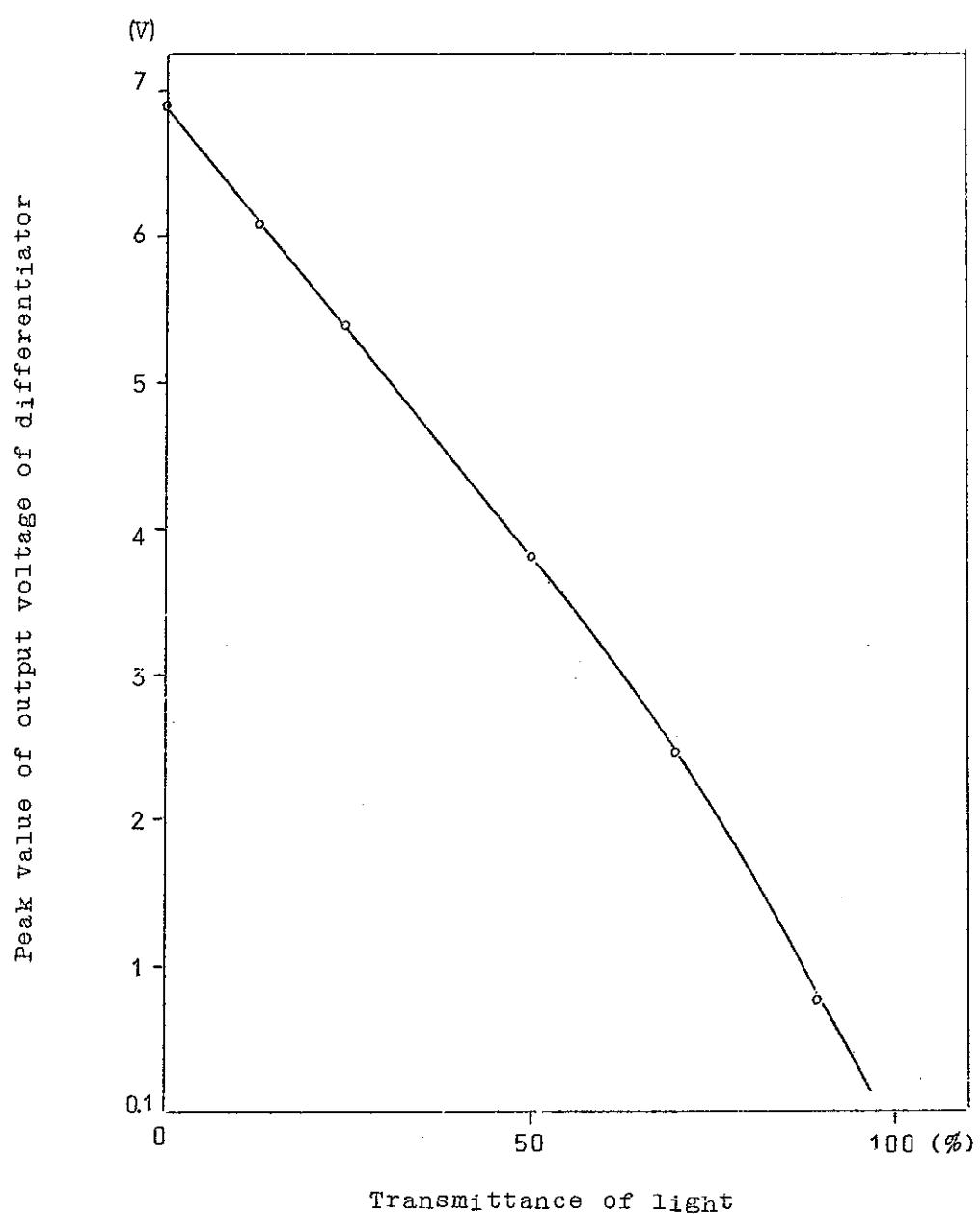


Fig.10 Dependence of peak value output voltage of differentiator on transmittance

table 1. Influence of external light on output voltage

照 明	ON-OFF	照 度 (Lux)	ロック・イン・アンプ の出力電圧 (mV)	感度変化	警報回路
螢光灯	O N	60	627	なし	警報ランプ つかず
	O F F	9.5	"	"	"
水銀灯	O N	11	618	"	"
	O F F	9.5	"	"	"
蛍光灯+水銀灯	O N	68	603	"	"
	O F F	12.5	"	"	"
赤外線ランプ	O N	85	624	"	"
	O F F	4.5	"	"	"
赤外線ランプ+ 水銀灯+蛍光灯	O N	100	300	"	"
	O F F	26	"	"	"

table 2. Detecting delay time depend on various smokes.

発 煙 物 質	検 出 時 間 (sec)
線香 3 本	1190
線香 6 本	40
タバコ 1 本	130
少量のナトリウム(0.1g)+水	32

Table 3. Change of output voltage of Lock - in Amp. during continuous operation

日付	時刻	ロック・イン・アンプの出力電圧 (mV)	累積時間	備考
2/13	17:00	300	0	連続運転開始
19	17:00	288	144	—
20	14:00	300	165	10.0に設定し直す
22	14:00	285	213	—
25	9:00	264	280	—
28	14:00	273	357	—
3/1	9:00	273	376	—
4	8:50	270	447.83	—
10	9:00	270	592	—
15	10:00	270	713	—
20	9:00	270	833	連続運転停止

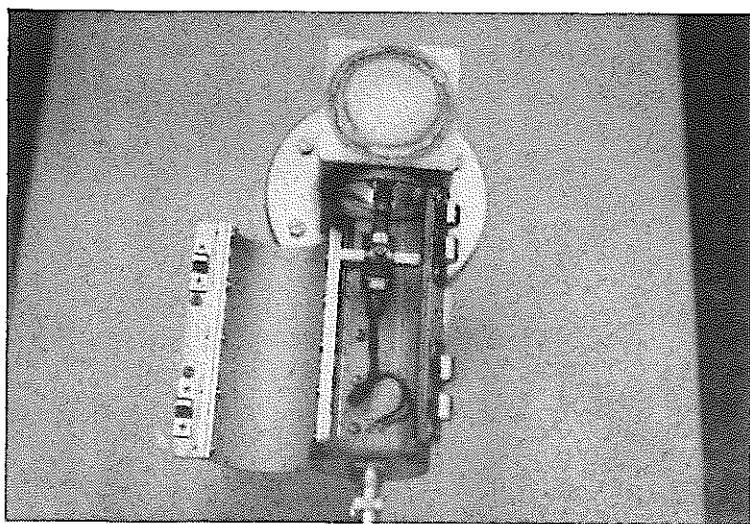


Photo 1. Light source

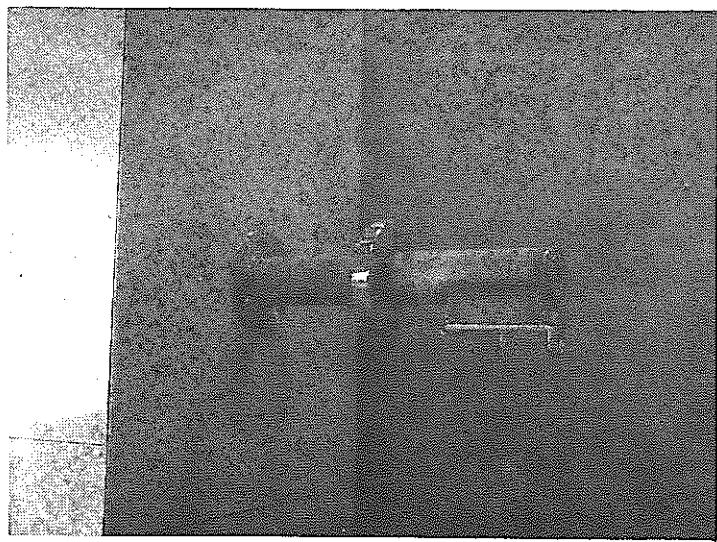


Photo 2. Detector

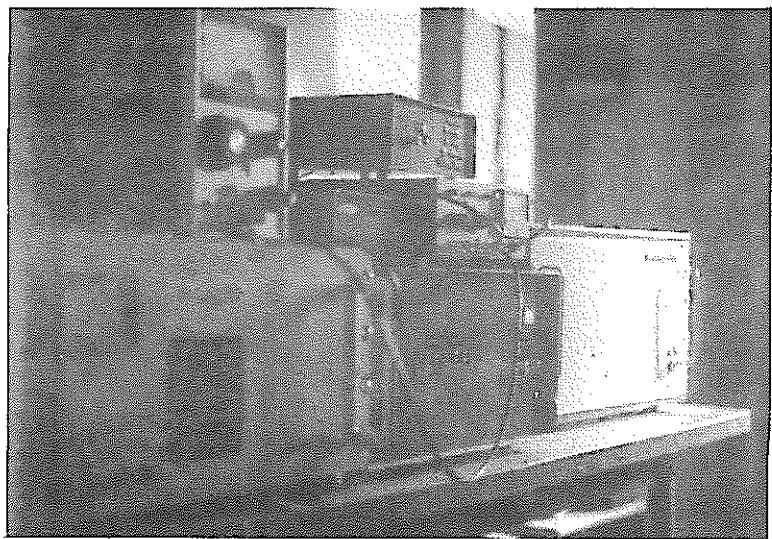


Photo 3. Electronics circuits

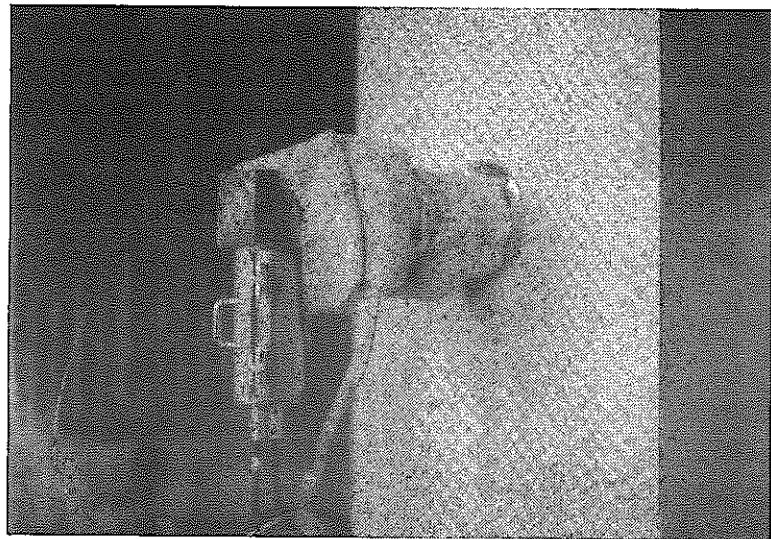


Photo 4. Light source on heating test

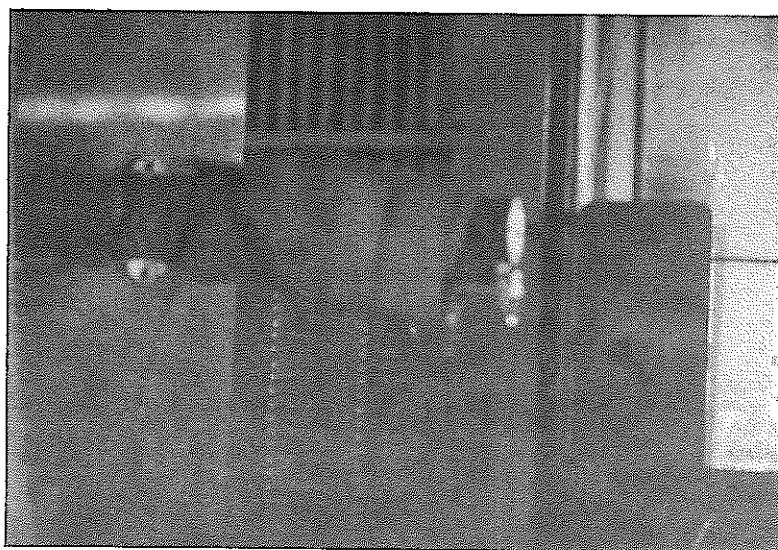


Photo 5. Detector on heating test

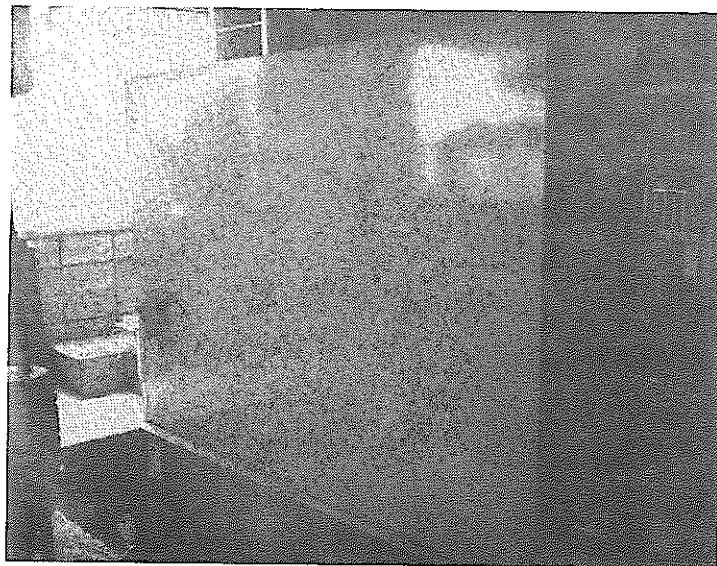


Photo 6. A simulator model of aduct