

日立 UCA-1 型 分析用超遠心機

Hitachi Analytical Ultracentrifuge, Type UCA-1

大沼嘉郎*
Yoshiro Onuma古谷弘*
Hiroshi Furuya須藤卓郎**
Takuro Sudo後藤保之**
Yasuyuki Goto大原保***
Tamotsu Ohara山口政昭***
Masaaki Yamaguchi

内 容 梗 概

日本においてはじめて設計、製作された日立 UCA-1 型分析用超遠心機の概要と性能について述べる。分析用超遠心機によつて沈降速度または沈降平衡の測定を行うためには、試料に対流が起らず、回転速度、温度、温度勾配の時間的変化振動などができる限り少なく⁽¹⁾、回転中正確な光学的測定を行うことができ、しかも安全装置が完全で操作が容易でなければならない。日立 UCA-1 型分析用超遠心機は以上の条件を満足し安心して高速に駆動され、高精度の沈降測定を可能としたものである。

1. 緒 言

分析用超遠心機は、昭和22年わが国における研究当初から、日本学術研究会議特別委員会とともに日立製作所において、研究試作されてきたが、その後理論的研究と製作技術の進歩によつて長足の発展を遂げ、沈降測定の基礎的なものから、高分子の沈降理論の証明、生物化学における応用、あるいは鎖状高分子に対する応用など、理学、工学、医学各方面に使用されて超遠心機独自の長を發揮しつつあるが、機器の安全性、操作の容易さや価格の面で種々改善すべき点も多かつた。

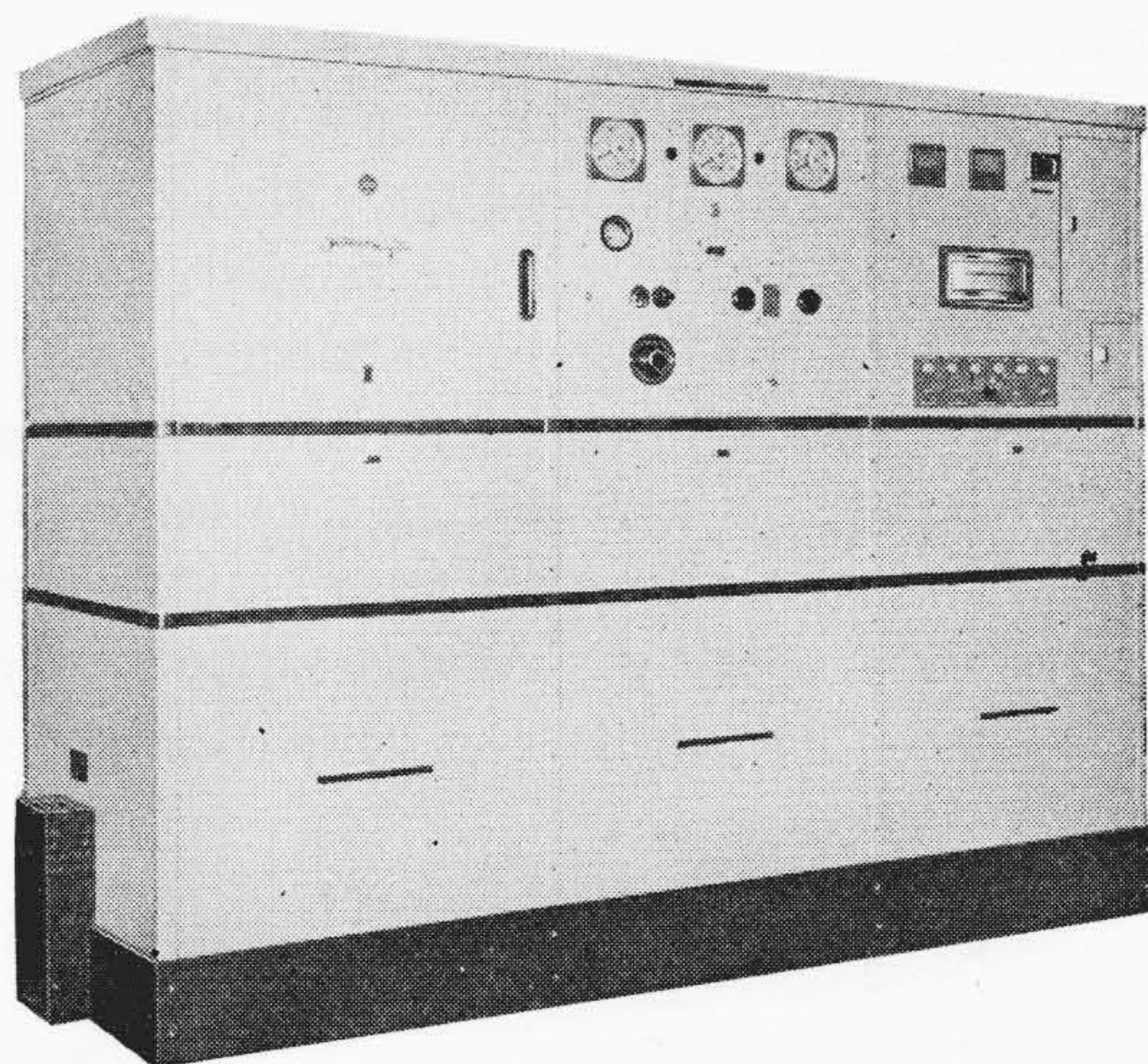
日立 UCA-1 型分析用超遠心機はこれらの要求に応じて設計、製作されたもので、わが国の悪い電源事情の下でもその性能を十分發揮しうるように特に考慮され、安全防護装置にも素材の慎重な非破壊検査ならびに破壊試験を実施して絶対安全を期してあり、操作も非常に容易で各種の安全装置が付属され、誤操作では動作しないような考慮が払われ、圧縮空気や特殊な基礎工事が不要なので設備費がかからないなどの長をもっている。

以下日立 UCA-1 型分析用超遠心機についてその概要と構造大要、性能について述べる。

2. 原理および概説^{(2)~(4)}

2.1 超遠心機の定義

超遠心機(Ultra centrifuge)とは本来“遠心力場における沈降を定量的に測定しうる計測器”に与えられた名称である。厳密には単に分離だけを目的としている高速遠心機(Super centrifuge)と区別すべきであるが、邦語では同一語になる。分析用超遠心機はこれらを明確に区



第1図 日立 UCA-1 型分析用超遠心機外觀

別するために用いられている言葉で、沈降定数に着目した混合試料の成分分析またはそれらの分子量測定が可能であることに由来している。

2.2 沈降拡散に関する理論の概要

試料溶液が角速度 ω で回転しているとし、回転中心から x の距離にある溶液中の溶質分子に作用する力 F は、浮力を考慮に入れて次式で表わされる。

$$F = \frac{M}{N}(1 - V\rho)\omega^2x \dots\dots\dots (1)$$

ここに

 M : 溶質の分子量 N : アヴォガドロ数 V : 分比容 ρ : 溶媒の比重

摩擦係数を f とすれば、上記の力 F は $f \frac{dx}{dt}$ と平衡を保ちながら沈降していくから

* 日立製作所多賀工場
** 日立製作所中央研究所
*** 日立工機株式会社

$$f \frac{dx}{dt} = \frac{M}{N} (1 - V\rho) \omega^2 x \dots\dots\dots (2)$$

となる。拡散定数を D とすれば、 D と f との間には次の関係がある。

$$D = \frac{RT}{Nf} \dots\dots\dots (3)$$

ここに R : 気体恒数
 T : 絶対温度

以上諸式より次式を得る。

$$M = \frac{RT}{D(1 - V\rho)} S \dots\dots\dots (4)$$

ただし

$$S = \frac{\frac{dx}{dt}}{\omega^2 x}$$

S は沈降定数と呼ばれ時間の次元をもつ量である。その物理的意味は単位距離の遠心力が作用した場合の沈降速度にほかならず、通常 10^{-13} s を単位として表わす習慣である。 D が既知である場合は分析用超遠心機を用いて S を実測することにより上式から分子量 M が求められる。試料用セルを挿入したロータが所定の回転数で運転されている間に一定時間ごとに付属光学系で試料を観測撮影し、得られた乾板から界面の移動を測定すれば S が求められる。ただし沈降に伴って生ずる溶液と溶媒との境界面付近においては沈降現象と拡散現象とが同時に存在する。沈降拡散による濃度の時間的ならびに位置的分布は次式によつて決る。

$$C = \frac{1}{2} C_0 e^{-2\omega^2 s t} \left[1 - \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\xi} e^{-\xi^2} d\xi \right] \dots\dots\dots (5)$$

$$\xi = \frac{r_0 e^{\omega^2 s t} - r}{\sqrt{4Dt}} \dots\dots\dots (6)$$

ここに C : 位置 r , 時間 t における濃度
 C_0 : $t=0$ における濃度
 r_0 : $t=0$ における界面位置

もし光学系が濃度分布を精度高く測定できるものであれば、界面の移動速度から S が、また界面が時間とともに広がっていく様子から D がわかる。

ただし以上は溶質粒子が分子量、形状について均一であると仮定し、かつ分子相互間の作用を無視した場合であつて、実際にはこれほど簡単ではない。 S そのものの温度、濃度についての補正が必要な場合が多く、 20°C の水に対する沈降速度に換算するなどの手順が伴う。

2.3 沈降平衡法

以上述べた方法は沈降速度法といわれる方法で、これに対して最近沈降平衡法が開拓されつつある。これは超遠心機を十分長い間運転し、遠心力による溶質の沈降 $S\omega^2 r c$ と拡散による溶質粒子の逆向流れ $D dc/dr$ がつり

合う状態を実現させて濃度分布を測定することによつて分子量を算出するものである。この方法は平均分子量の標準測定法の一つで、信頼性が高いだけでなく分子量分布の程度判定も同時に行うことができる。

3. 設計仕様

本装置の仕様は下記のとおりである。

- (1) 型式 UCA-1
- (2) 駆動方法 直巻電動機、歯車増速式
- (3) 駆動モータ 電源 AC 1- ϕ 100V 50 または 60 Hz
加速時の電流 約 15 A
出力 最高 1 1/2 HP
定格 連続
冷却 水冷、空冷併用
- (4) 増速機構 最低回転数 6,020rpm
最高回転数 60,000rpm
上記の間を 30 段に分割し各回転数にセット可能
- (5) 回転数自動制御機構、電子管制御方式
回転精度 14,400rpm 以下 0.5% 以内
15,590rpm 以上 0.3% 以内
- (6) 撮影 乾板 キヤビネ長手 2 等分またはフィルム ブローニ 6 $\times$ 6 判 6 駒取り
- (7) 電源 AC 100V, 3 kVA
- (8) 冷却水 有効流量 4l/min (最低 1l/min)
- (9) 寸法 本体 2,090 $\times$ 1,705 $\times$ 737mm (幅 $\times$ 高 $\times$ 奥行)
点灯装置 354 $\times$ 402 $\times$ 654mm (幅 $\times$ 高 $\times$ 奥行)

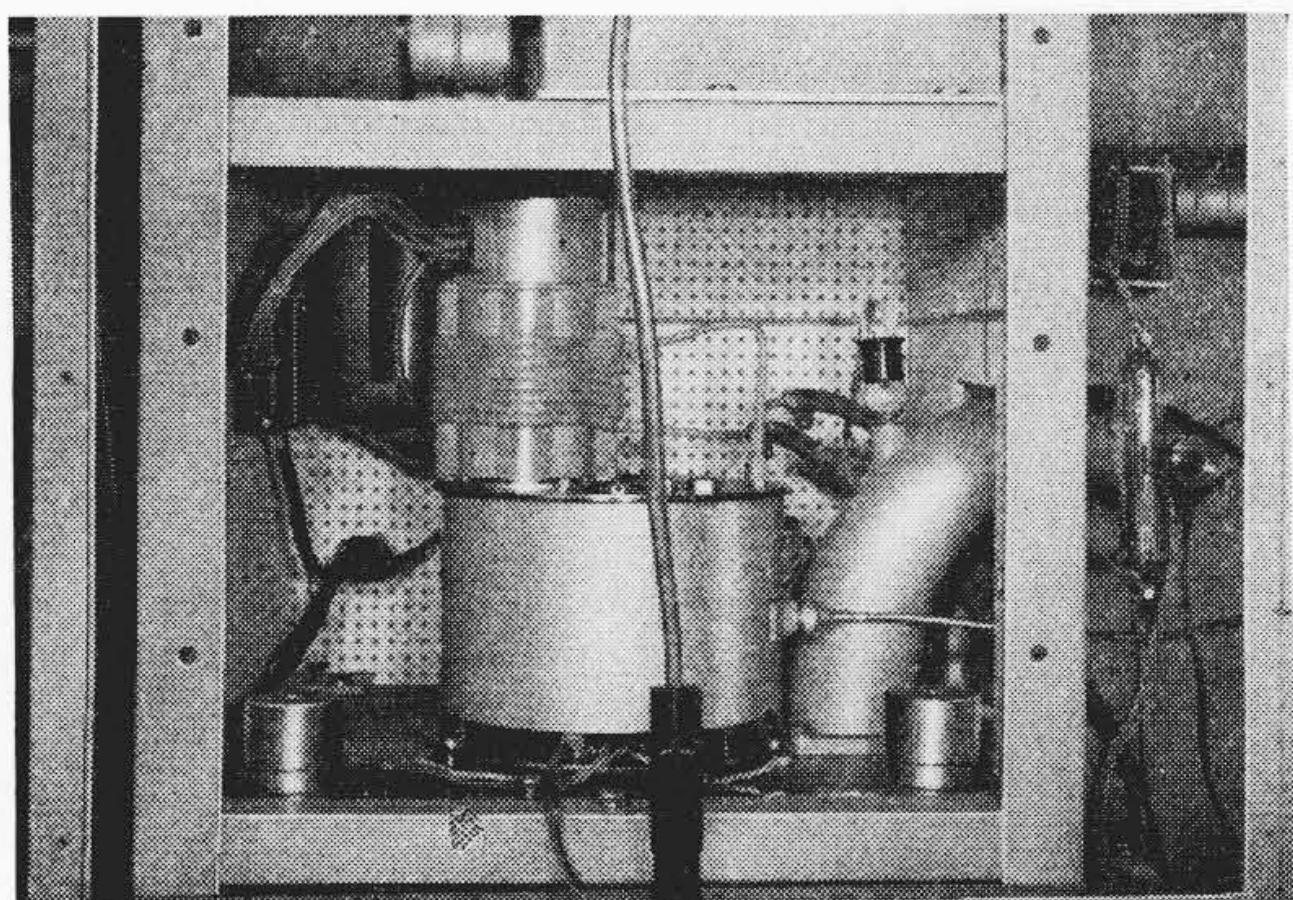
4. 構造

4.1 駆動部

4.1.1 駆動モータ

超遠心機用起動モータとしては、起動トルクが大きくて能率が良く、しかも信頼性のあるモータが希望される。なお速度制御が行いやすいことも一つの条件となる。これらの要求を満足するものとしてはまず直流直巻モータが考えられるが、小容量のモータでは交流直巻モータで十分代用でき、しかも電燈線電源を使用できる利点がある。

本装置のモータはこれらの点を考え、出力 1.5HP 極数 4 の交流直巻モータを採用した。なお出力に対する大きさ、重量を極力少なくするため、ならびに信頼性、寿命の向上を考えて H 級絶縁とし、マグネットワイヤにはシリコン処理二重ガラス巻電線を、スロットライニング、ウェッジにはガラスマイカガラス板、ガラス積層板などの H 級絶縁材料を使用し、シリコンワニス



第2図 駆動モータおよび増速機構部

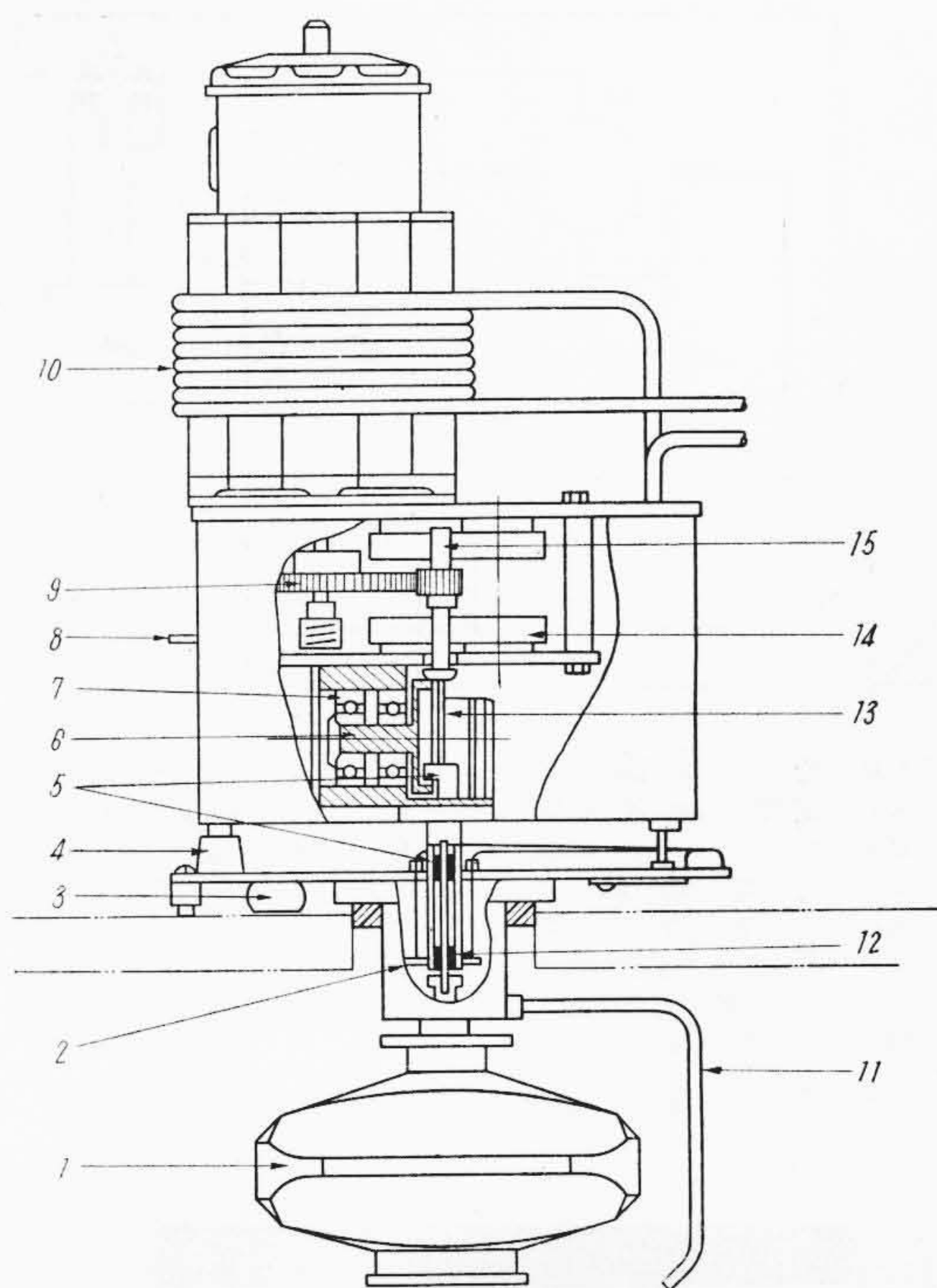
で処理を行つた。また冷却方式としてはファン冷却のほかに水冷方式を併用したが、水冷方法はむき出しにしたステータコアと密着して取り付けられた銅パイプに水道水を通して冷却を行つている。このように冷却が十分に行われているため、普通の運転条件ではモータ各部の温度上昇はごくわずかであり、H級絶縁としてはかなり余裕のある温度条件となり、長寿命高信頼性の特長を十分発揮している。

またモータの常用最高回転数は 11,300 rpm で、整流子を有するものとしては比較的高速度のモータであり、良好な整流状態を実現することは困難であるが、電刷子、刷子ホルダには独特の形状と構造を採用し、刷子材はこの種の高速モータに定評のある GH 445B を使用して好結果を得ている。

そのほか本モータはコア形状が合理的な角形であること、コアをむき出しにして、小型軽量化を図つていること、精密級のシールド型玉軸受にシリコングリースを充填し高速で長時間の運転に耐えること、十分注意してバランスを行い高速回転での振動を少なくしたことなど、高性能モータとして多くの特長をもっている。

4.1.2 増速機構

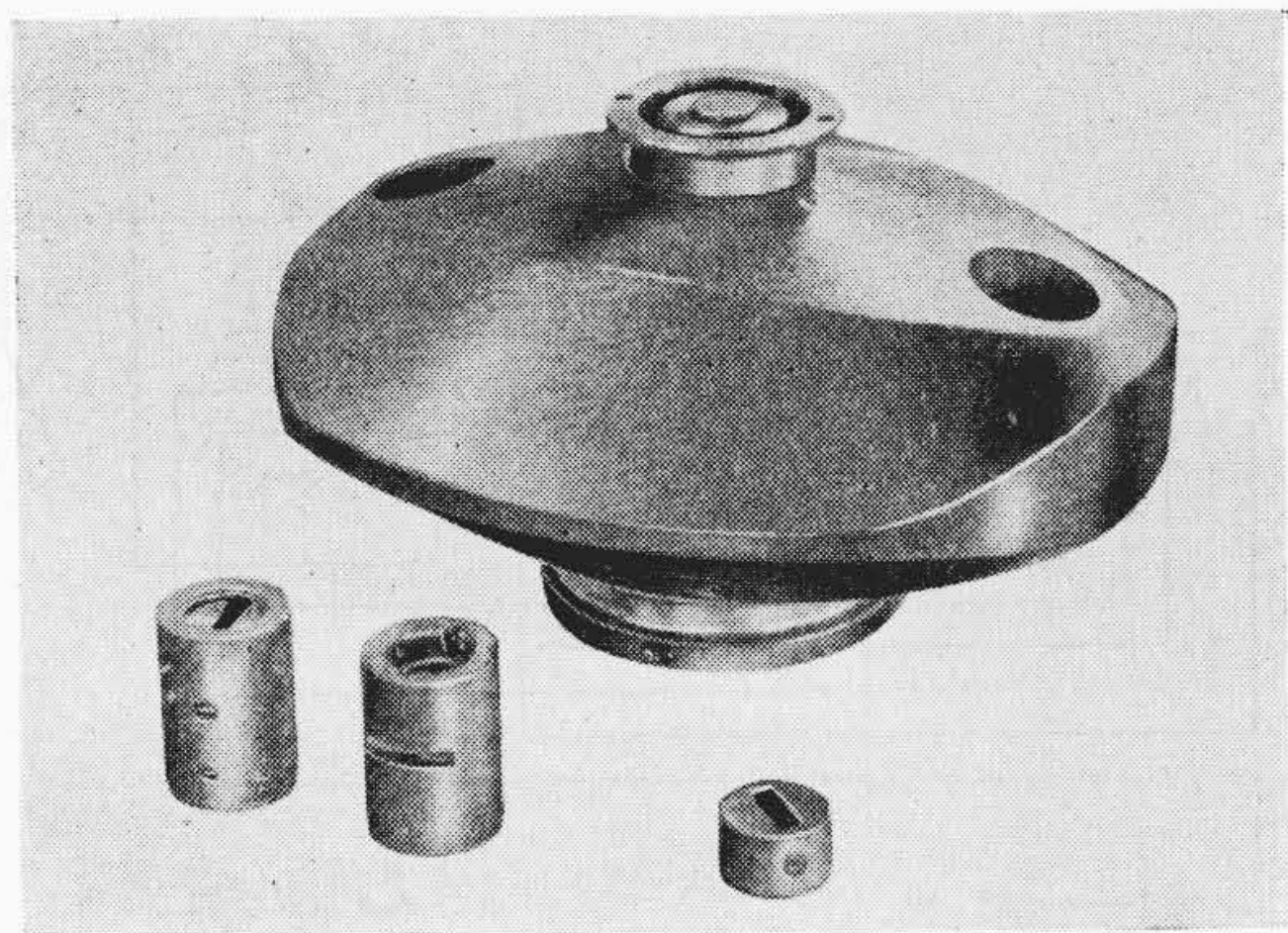
増速機構部の外観写真を第2図に、構造断面を第3図に示す。ロータシャフトは歯車比 1:5.33 のヘリカルギヤにより増速される。騒音を減すためにギヤはベーク製とした。高速回転軸に玉軸受をそのまま使用すると DN 値が 500,000 にも達し、玉軸受の寿命を保証できなくなるので、玉軸受を内部に入れたローラを正三角形に配置し、その中央に高速回転軸を支持してラジアル方向の荷重を受けている。ロータの回転数 60,000 rpm に対してローラの回転数は 11,000 rpm である。スラスト方向の荷重約 4kg はスラストローラで受けている。高速回転をするロータシャフトは直径 2.5 mm の可撓軸で、ロータを取り付けたときの最初に出会う



- | | |
|-----------------|---------------|
| 1: ロータ | 9: ギヤ |
| 2: サーマカップル | 10: 冷却水用コイル |
| 3: デイスタンスラバー | 11: ドレインパイプ |
| 4: ダンピングラバー | 12: 緩衝ベアリング |
| 5: 平軸受 | 13: ロータシャフト |
| 6: スラストローラ | 14: ロータ |
| 7: ボールベアリング | 15: サブロータシャフト |
| 8: パイロット発電機用取出軸 | |

第3図 増速機構断面図

危険速度は 120rpm である。増速機構が収められているケースの中に潤滑油としてタービン油を入れ、玉軸受部は主として飛沫潤滑され、平軸受は潤滑油の中に浸されている。平軸受はホワイトメタルを内張りしたもので S.V. タービン油によつて潤滑し、 10^{-4} mmHg 程度の真空に保つことができる。増速機構のケースからは、パイロット発電機用の回転取出軸と積算計に導かれる軸とが出ていて、両軸の回転はともに増速機構内で適当に減速されている。冷却水用コイルは最初増速機構内に入り、潤滑油および玉軸受などを冷却し、次に駆動モータの側壁を巻き、最後に油拡散ポンプへ導かれる。ロータ回転数 60,000 rpm における玉軸受取付部の温度上昇は約 15°C である。ダンピングラバーはロータや増速機構内で生じる微少な振動をさらに吸収するもので、ロータ増速機構、駆動モータ、ダンピングラバーを含めた振動系の危険速度はロータ回転数にして 3,000~3,500 rpm である。このときの駆動モータハウジング部の振幅は 30 μ 程度である。6,000~



第8図 分析用ロータおよびセル

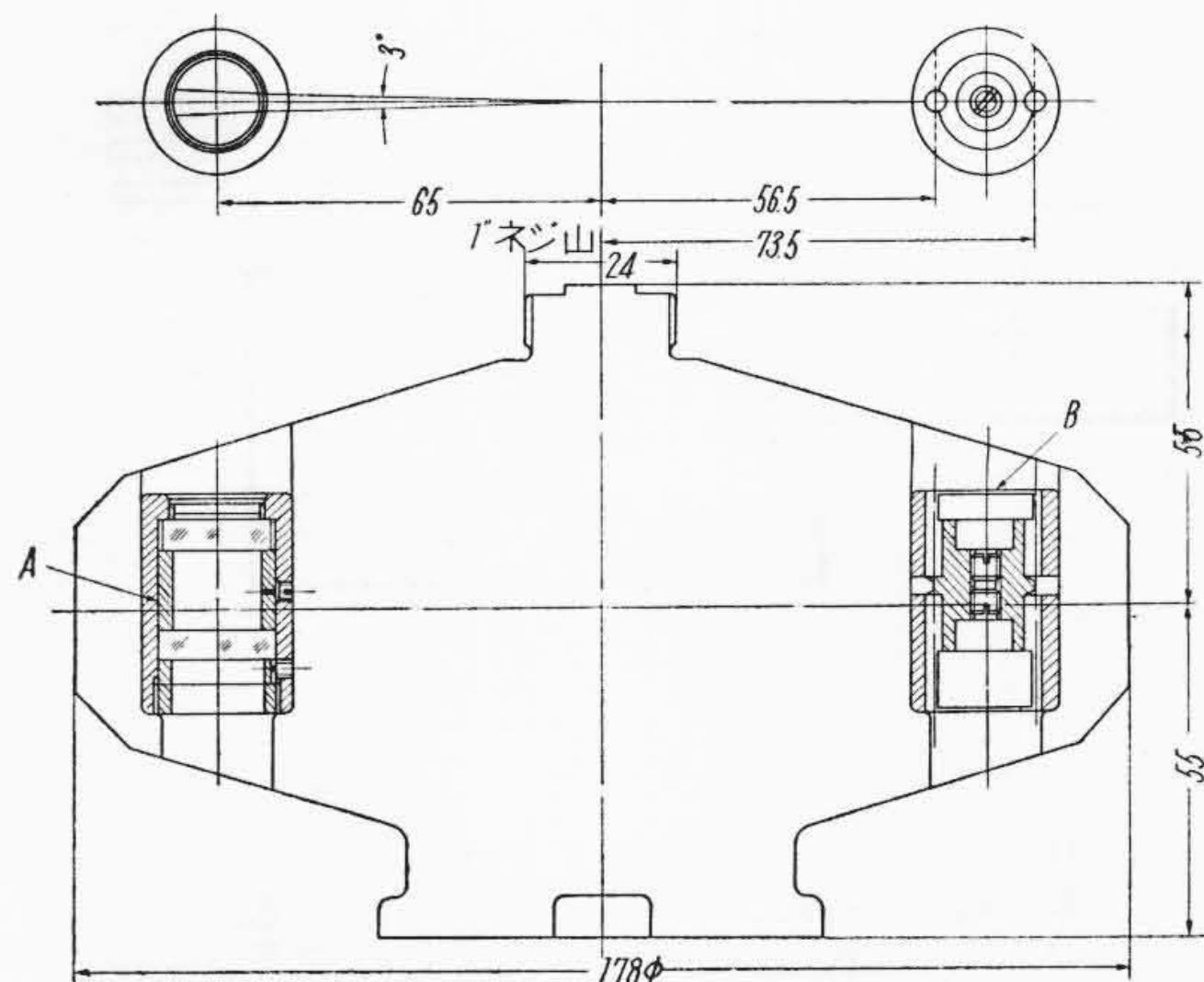
使用電子管のフィラメント電圧の変動をおさえている。なおロータの回転数で6,000~60,000 rpmという広い範囲にわたって高精度が要求されるため、駆動モータを含んだパワー回路も上記2 kWの自動電圧調整器の出力側に接続されている。

4.1.4 ロータ

分析用ロータの外観写真を第8図に示す。ロータの回転中心からセル中心までの半径距離を65mmとした。これはSvedberg氏の装置でアメリカでも採用している値である。平均応力分布を均一にするためにロータの外周は長径178mm、短径165mmの楕円型を用いた。円盤の遠心破壊を計算するのに最も妥当とされている平均応力説⁽⁵⁾により、ロータが60,000 rpmで回転しているときの長軸断面と短軸断面の平均応力を求めてみると、それぞれ20kg/mm²、20.3kg/mm²となる。われわれが行ったロータの強度に関する研究によると、このロータとほとんど同一寸法のロータの破壊回転数は80,000~82,200rpmである。ロータの材料⁽⁶⁾として用いられた超ジュラルミン75Sは抗張力47kg/mm²以上、0.2%の降伏点40kg/mm²以上、伸び2.3%以上である。分析用ロータは超音波探傷試験によつて、内部に少しも欠陥の認められぬ材料を選んで製作されている。75S材は耐蝕性に劣るので、アルマイト処理を行つて防蝕に留意している。

4.1.5 セル

第9図は分析用ロータにセルを挿入した図である。セルはパッキングを介して2枚の平行平面ガラスではさみ、セル取付金内に正しく挿入し、リングと締付ネジにより締め付け、上部にセクトルをセルの扇形孔と合せてロータ内に挿入する。セルはロータ中心を中心として4度の扇形孔をもち、この中に試料を満たし狭い方から広い方に沈降を行わせる。試料は小孔より注射針で入れ、ネジにより漏洩のないように栓をする。扇



A: セル B: カウンタウェイト

第9図 分析用ロータ断面図

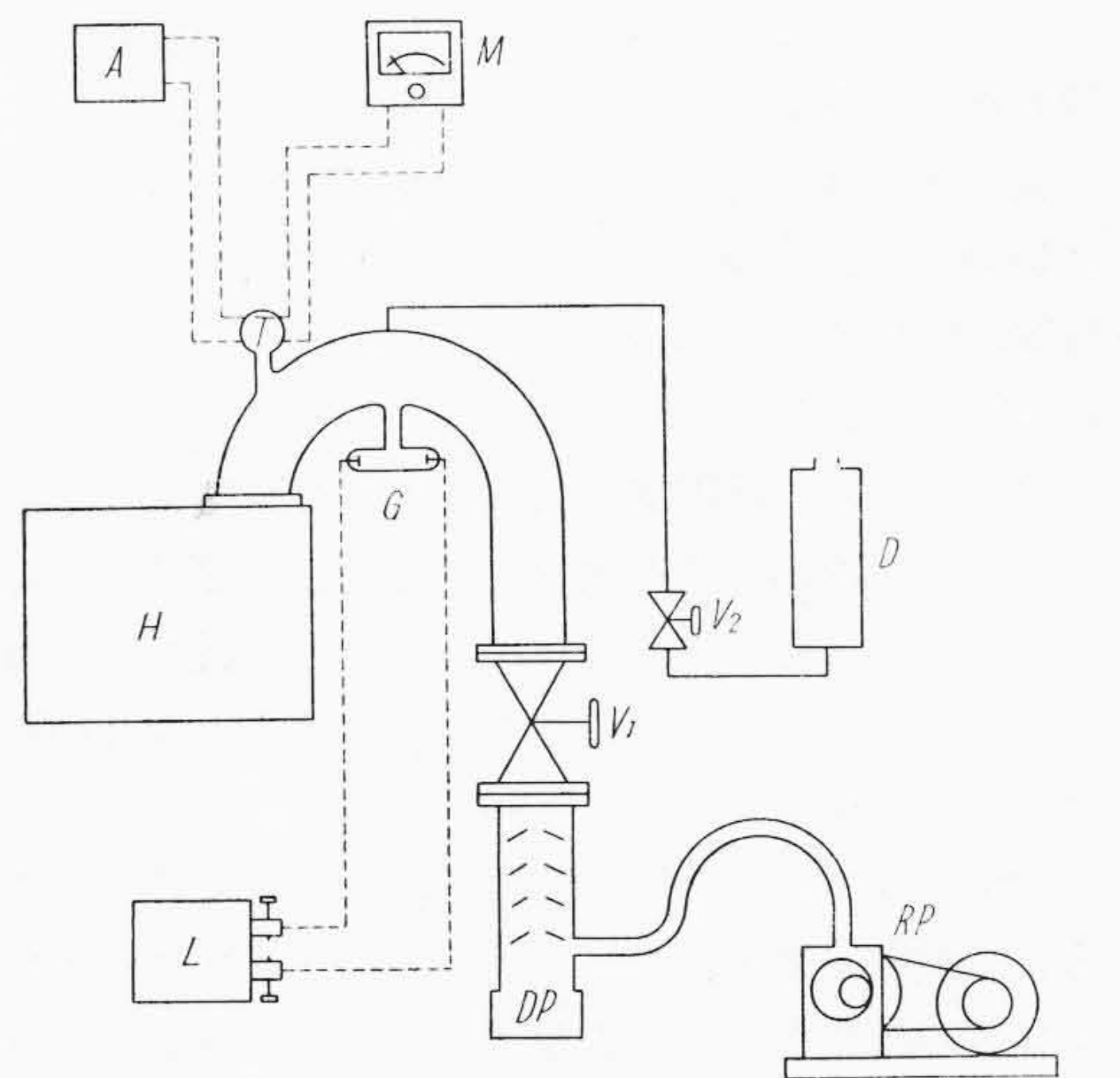
形孔がロータ中心に正しく向かないと対流を起す心配があるので⁽¹⁾ 正しく挿入できるように工夫されている。なおセルの沈降溝はセクトルで3度にかくすから、光の通路は3度だけが有効である。

セルの厚さは13mm、扇形孔の長さは15mm、試料容量は0.88ccで、取付金具、セル、リング、締付ネジ、セクトルはロータと同材料の75-S超ジュラルミン製でアルマイト処理を施してある。

4.2 真空排気部、冷凍機部、温度測定部

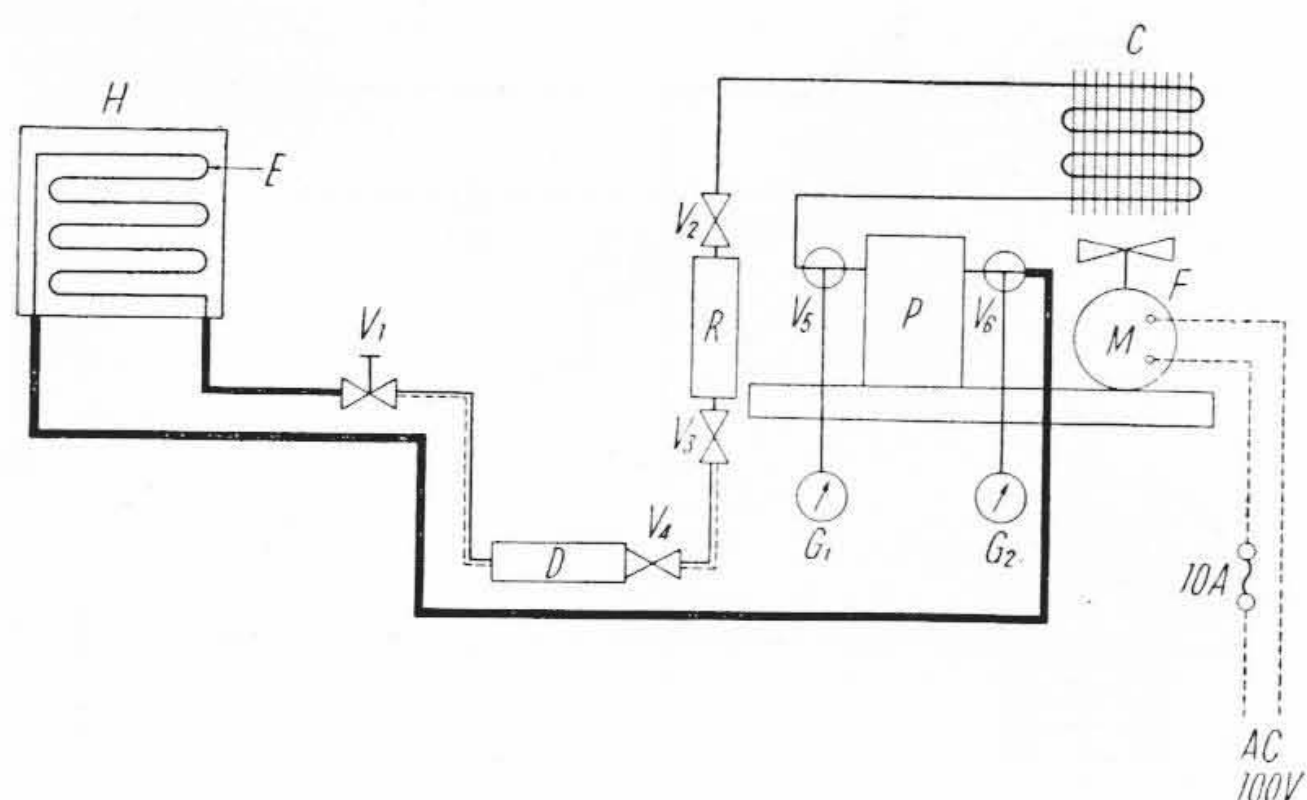
4.2.1 真空排気部

ロータを超高速回転させるには、摩擦によるロータ



A: 真空系電源
T: 熱電対真空計測定管
M: 真空度指示計 10⁻⁴mmHg
H: 真空室
G: ガイストラ管
L: インダクションコイル
V₁: ストップバルブ
DP: 油拡散ポンプ
V₂: 真空バルブ
D: 乾燥器
RP: 油回転ポンプ

第10図 真空排気系統図



- H: 真空室
E: 蒸発器(蛇管)
D: 脱水器
R: 受液槽
P: 圧縮器
V₁: 定圧自動膨脹弁
V₂: 入口阻止弁
V₃: 出口阻止弁
V₄: 阻止弁
V₅: 吐出側阻止弁
V₆: 吸込側阻止弁
G₁: 吐出側圧力計
G₂: 吸込側圧力計
C: 凝縮器
F: 冷却扇
M: モータ

第11図 冷凍系統図

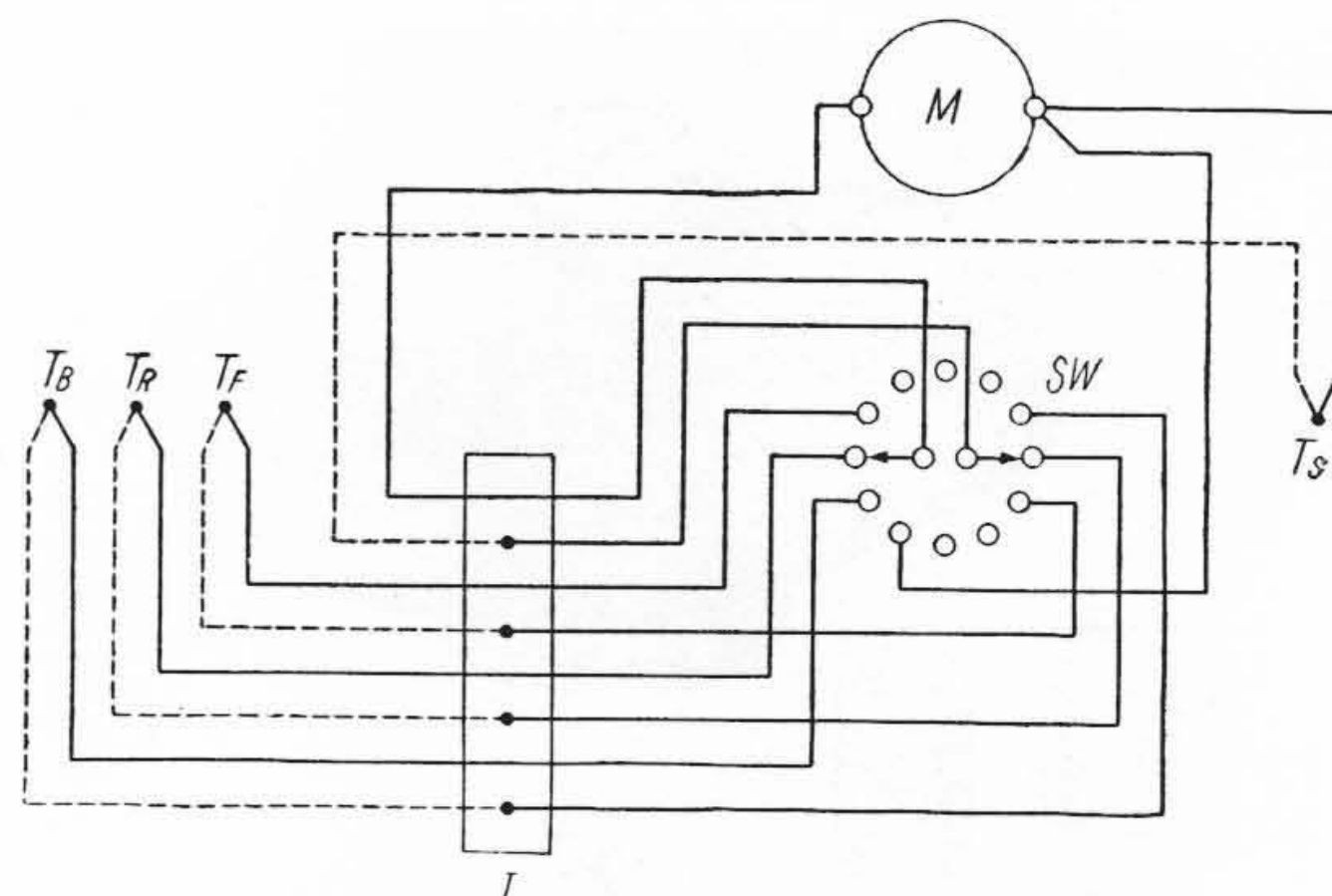
の温度変化をできる限り小さくするため、 10^{-3} mmHgより良い真空中で回転させねばならない。このため真空室はシリコンオイルを使用した120l/sの水冷式油拡散ポンプと、60l/minの油回転ポンプからなる2段排気系によつて排気した。なお熱電対真空計とガイスラ管真空計を挿入し、いずれによつても真空度を確認できるようにした。油回転ポンプは音と振動を最小にするため緩衝台に取り付け本体に内蔵してある。第10図に真空排気系統図を示す。また真空室の開閉は $\frac{1}{4}$ HPのモータにより行い、真空室内へのリークを急激に行うとロータ軸などに悪影響を与えやすいので乾燥器を通した乾燥空気を除々に入れるようにした。

真空度が 10^{-4} mmHgに到達するまでの時間はポンプ始動時より約20分、真空室内への空気のリーク所要時間は約1分30秒である。

4.2.2 冷凍機部

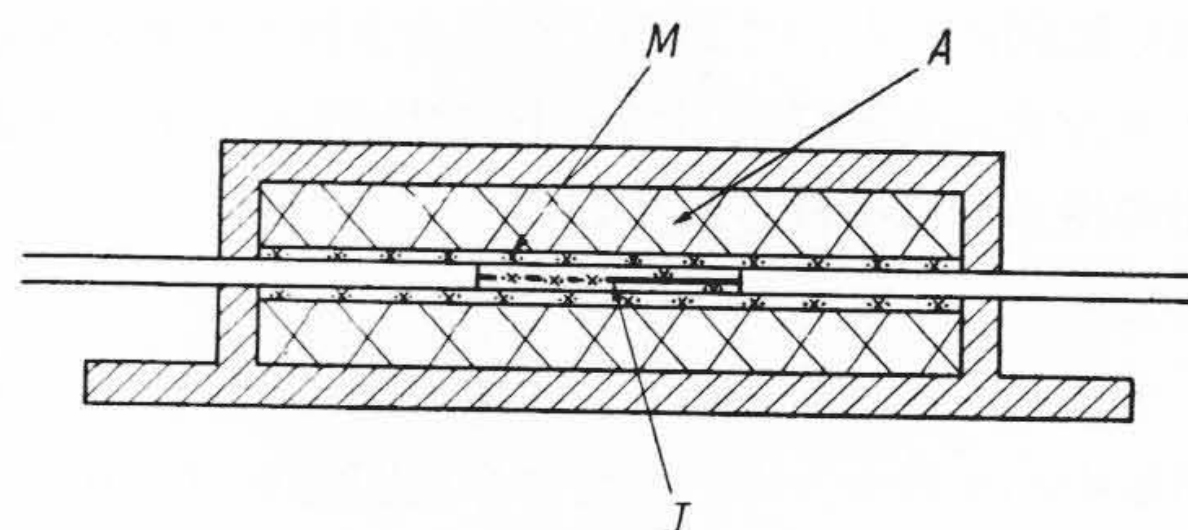
冷凍機部は $\frac{1}{4}$ HP空冷式フロン冷凍機を緩衝台に取り付けて本体内に内蔵され、定圧自動膨脹弁により真空室内の蒸発器内面における温度を室温から -5°C 以下に制御してロータ温度を変化させる。第11図に冷凍系統図を示す。

冷媒にはフロン12を使用し、冷媒量は1kgである。なお冷凍機運転中ビューイング、コリメーティングレンズの曇りを防止するため曇り防止装置も取り付けられている。



- 銅線
.....コンスタンタン線
J: 基準接点
SW: 切換スイッチ
M: 指示計
T_S: サーモカップル(基準)
T_B: サーモカップル(ベアリング)
T_R: サーモカップル(ロータ)
T_F: サーモカップル(冷凍機)

第12図 温度計配線図



- M: 雲母
A: 断熱材
J: 基準接点

第13図 基準接点断面図

4.2.3 温度測定部

振動と温度変化は分析性能を害するものとしてあげられている。このためわずかな温度変化をも確実に認知できるように、温度計の精度はきわめて高いものでなくてはならない。

本機にはロータ温度測定用、増速機構部内ベアリング温度測定用、ならびに冷凍回路蒸発器の真空室出口温度測定用の3組の銅コンスタンタン熱電対が装着され、これら熱電対の基準温度を決める基準熱電対が魔法瓶内に納められている。基準温度は 0°C とし、氷水を魔法瓶内に入れて棒状アルコール温度計で読む。第12図に温度計配線図を示す。各部の温度はスイッチで切り換えて読む。

温度計はH₁₃型指示パイロメータを使用しており、基準接点は室温のほか外部の条件に影響されやすいので第13図のような構造として一箇所に集中させ、外部条件に対して断熱または均一条件下に置いて熱起

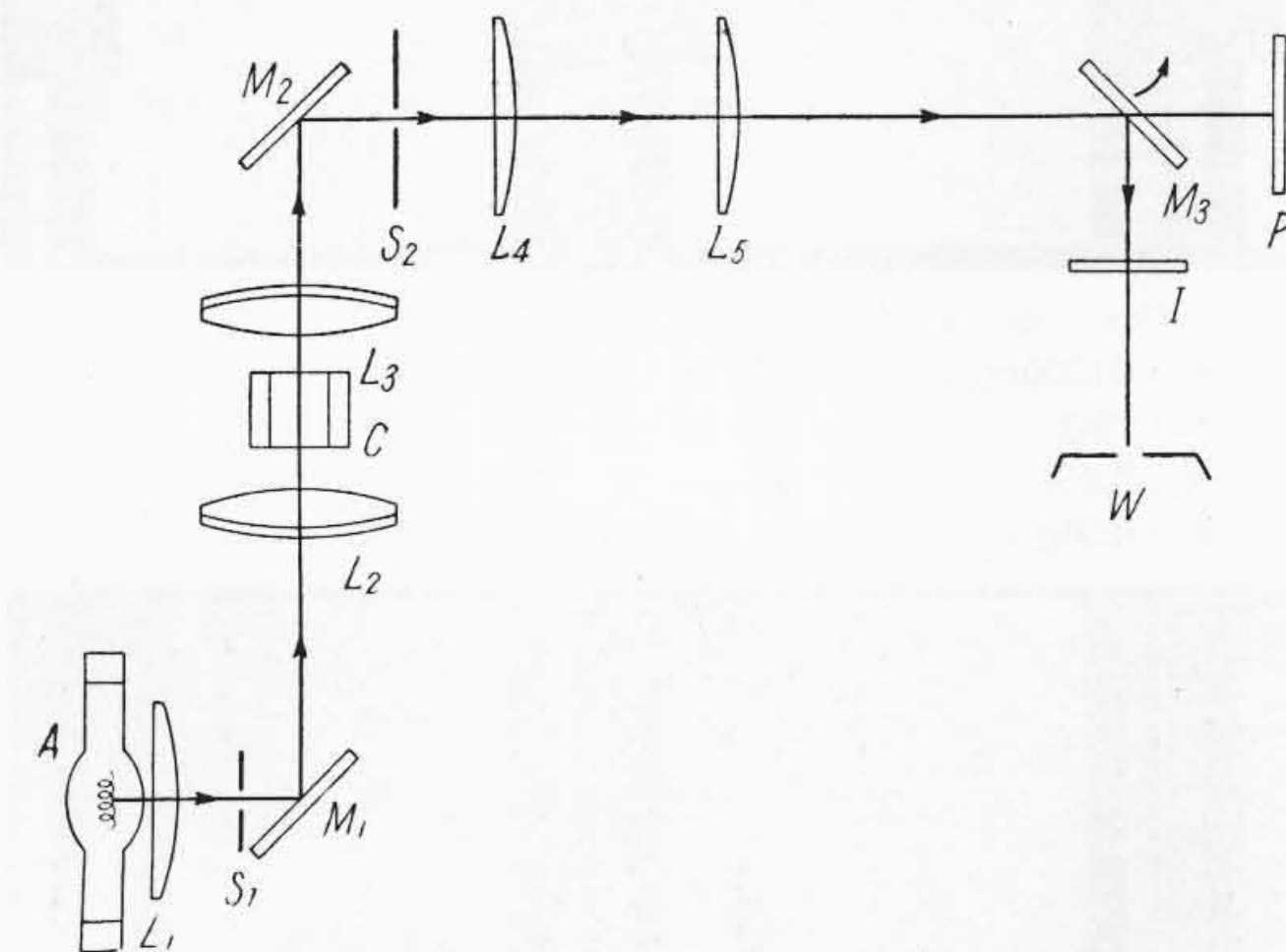
第1表 温度較正表

(単位 $^{\circ}\text{C}$)

水銀温度計	48.6	40.0	38.4	29.8	18.9	10.8	0.2	-10.8	-13.6	-20	-30	-32.5	-49.5
指示パイロメータ	49.3	40.6	38.5	29.7	18.7	10.4	0.2	-10.3	-13.7	-19.5	-29.5	-32.5	-49.5

第2表 ロータ温度実測値

回転速度 (rpm)	運転時間 (min)	真空度 (mmHg)	運転前温度 (°C)	運転後温度 (°C)	温度上昇 (°C/60min)	平均
60,000	75	2×10^{-3}	34.5	36.4	1.52	1.08
60,000	94		25.9	26.9	0.64	



- A : 光源 (超高圧水銀灯)
 S₁ : スリット
 S₂ : ダイアゴナルパー
 M₁, M₂ : ミラー
 M₃ : 上部シャッター
 C : セル
 P : 乾板 (フィルム)
 W : 観察窓
 L₁ : 集束レンズ
 L₂ : コリメーティングレンズ
 L₃ : ビューイングレンズ
 L₄ : カメラレンズ
 L₅ : 円筒レンズ
 I : 像面 (スリガラス)

第14図 光学系統図

電力を生じないようにし、メータの外部抵抗を一定値におさえるなど十分注意を払い、わずかの温度変化も確実に読むことができるようにした。第1表に本機の温度計と水銀温度計で測定した値との比較を示し、第2表に 60,000rpm おけるロータ温度の実測値を示す。

4.3 光学系および撮影部

4.3.1 光学系統

沈降測定を行うための光学的方法は種々あるが、精度が高く簡便でしかも実験中その沈降状態を知りたいときにそのつど撮影しなくてすむ直視装置が必要なため、シュリーレン法としての円筒レンズ法⁽¹⁾を採用している。第14図に光学系統図を示す。

4.3.2 光源

スリット (第14図) を二次光源とするため、輝度が強くかつ使用感光材料に高感度を与え露出時間を短くしうるような光源が必要である。このためできるだけ明るい連続性光源として SHL-D-500 型超高圧水銀灯を使用している⁽¹⁾。この超高圧水銀灯は消費電力 500 W、水平光度 2,000 cd、光源輝度 20,000cd/cm² で、本体と別個に設けた点灯装置により直流 95~100 V 電源に接続し瞬時高圧をかけて点灯すれば、最初12~13 V、約20 A 程度であるが 4~5 分で約 70 V 7 A の一定値に安定し、最高輝度に達して点灯が続く。また寿命は約

100時間以上である。

4.3.3 カメラボックス

試料の濃度勾配により屈折し2倍に拡大された像は乾板またはフィルム

上に結び撮影される。上部、下部および撮影シャッターは連動し、運転中沈降状態の観察と撮影は切換スイッチにより簡単に切り換えられる。観察は45度に傾斜しているミラー付きの上部シャッターを閉じスリガラスをとおして行い、撮影は切換スイッチの操作後押ボタンスイッチにより、着脱簡単なフィルタを通して行う。

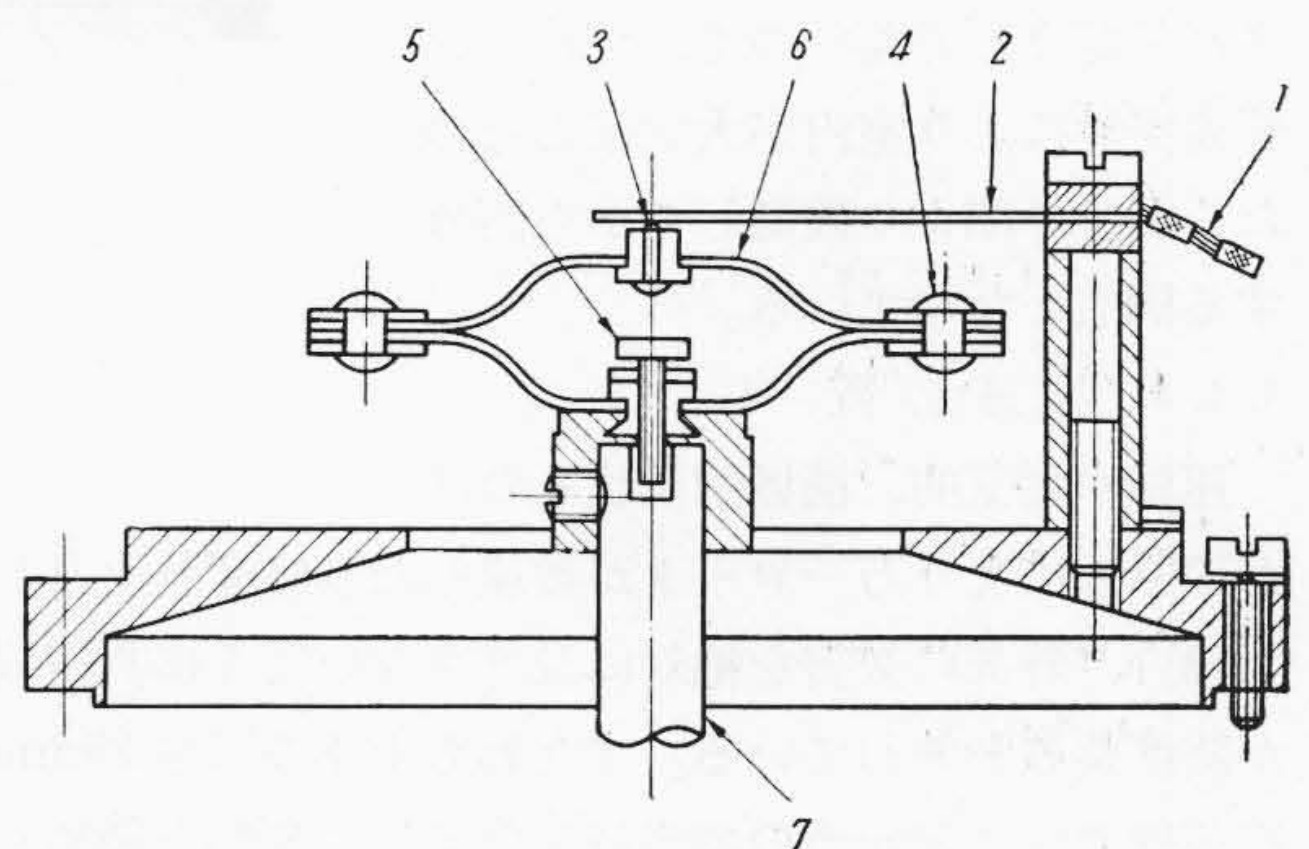
4.3.4 乾板送り機構

乾板またはフィルムの出し入れは、感光防止のため乾板ホルダの遮光ふたをしたままカメラボックスに挿入し、IN, OUT の切換スイッチにより出し入れ方向を決定し、押しボタンスイッチにより行う。乾板ホルダの撮影位置は撮影インジケータにより1から6までの枚数を確認でき、二重撮影防止に役だっている。

4.4 安全装置

4.4.1 過速度制御装置

制御機構の誤動作によつてロータの回転数が 61,000 rpm を越えるとロータに永久変形が現われて^{(1)~(5)} ロータ破壊の危険性が増すので、モータに制動をかけて停止させる装置で、安全性をより確実にするために機械的と電氣的との2段階構えとしている。機械的過速度制御装置の動作回転数は 61,000~61,500 rpm、電氣的のそれは 62,000~64,000 rpm に調整してある。機械的のもの構造断面図は第15図のようで、リード線は電子管リレーに導かれている。モータ軸が回転するとウェイトに遠心力を生じ、2枚のガバナスプリングがたがいに相寄せられ、接点が調整ネジに接触するとリード線の接地によつて電子管リレーが動作し駆動モ



- 1 リード線
 2 スプリング
 3 接点
 4 ウェイト
 5 調整ネジ
 6 ガバナスプリング
 7 駆動モータ軸

第15図 機械的速度制御装置断面図

ータに制動をかける。電氣的過速度制御装置は駆動モータと直結した速度発電機の出力電圧を信号として電子管リレーを動作させるものである。

4.4.2 断水警報装置

運転中の断水や著しい水圧低下は駆動モータや油拡散ポンプの過熱焼損および増速機構内ベアリングの温度上昇によるロータへの悪影響など事故や性能低下の原因となる。本装置は断水や著しい水圧低下の際に油拡散ポンプヒータの電流を自動的に遮断すると同時に、ブザーを鳴らしてこれをすみやかに実験者に知らせ、ただちに運転停止するよう警報を与えるものである。

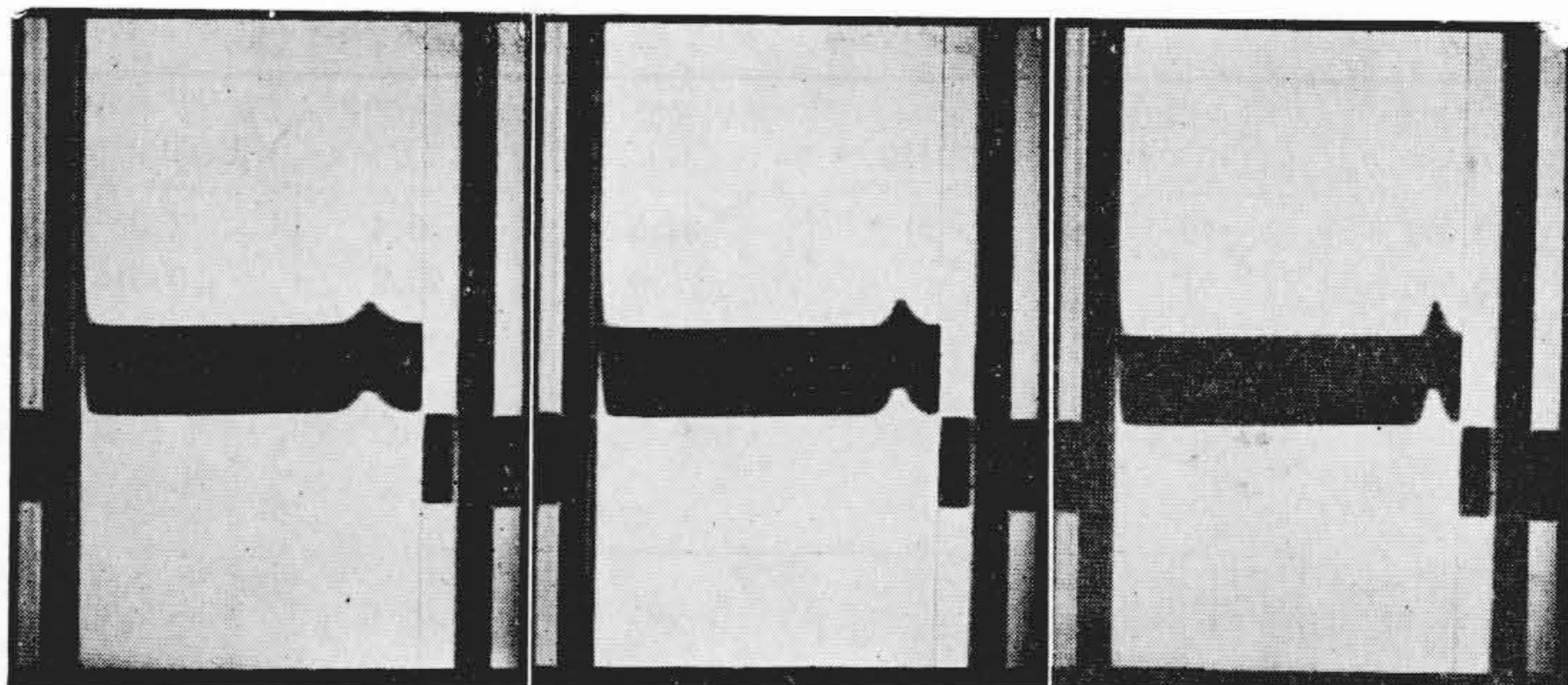
単に油拡散ポンプのみ運転する場合は、本装置により監視者なしで安心して作動させることが可能である。

4.4.3 真空排気安全装置

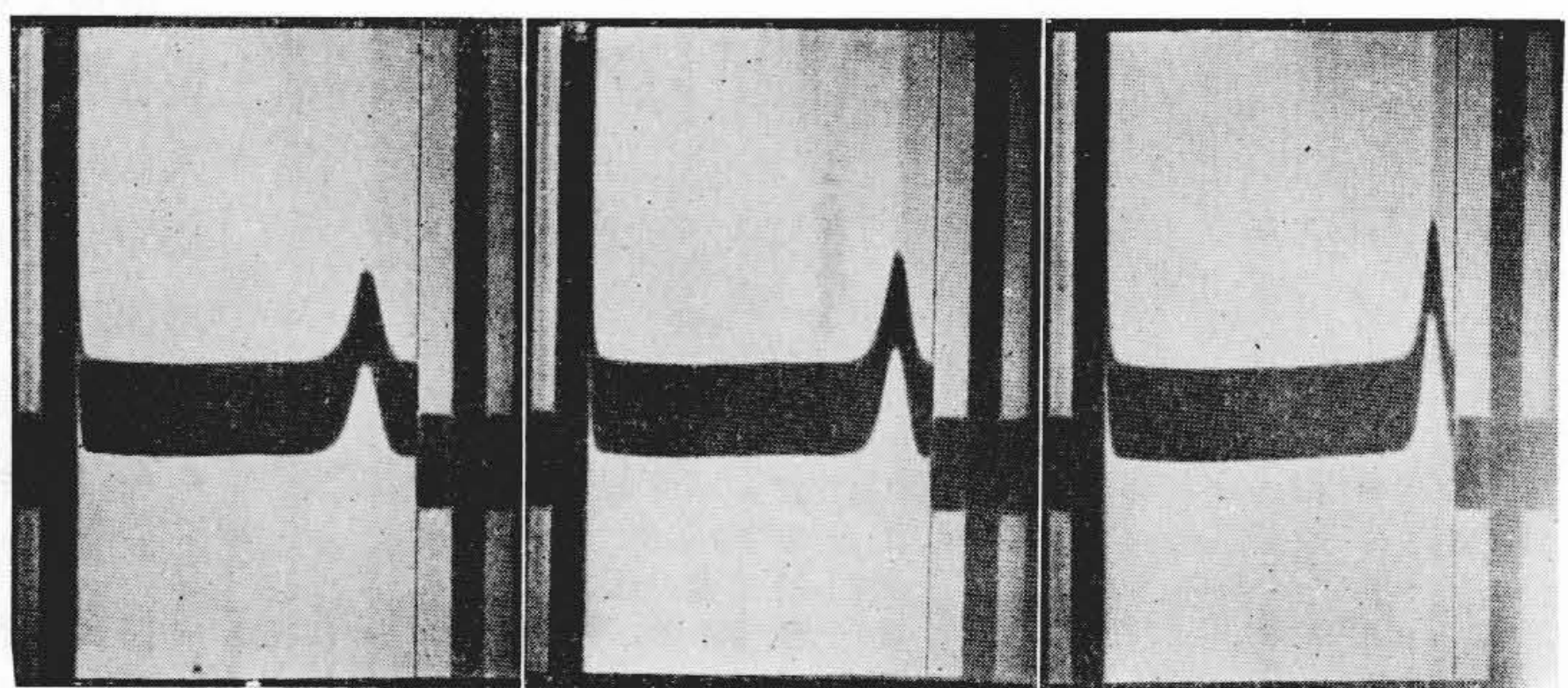
ロータの回転は必ず真空中で行わせるため、真空ポンプが運転されない限りロータ回転はできない。また真空ポンプスイッチは真空および冷却水バルブが完全に開かない限り投入できない。油拡散ポンプは油回転ポンプとタイマースwitchを投入し予備排気してから作動させる方式となつている。さらに真空室開放の際は、内部が完全に大気圧とならないうちに開放すると急激に空気が導入されて好ましくないので、ブルドン管真空計により室内が大気圧となつたことを外部より確認してから開放する構造となつている。

4.4.4 防護装置

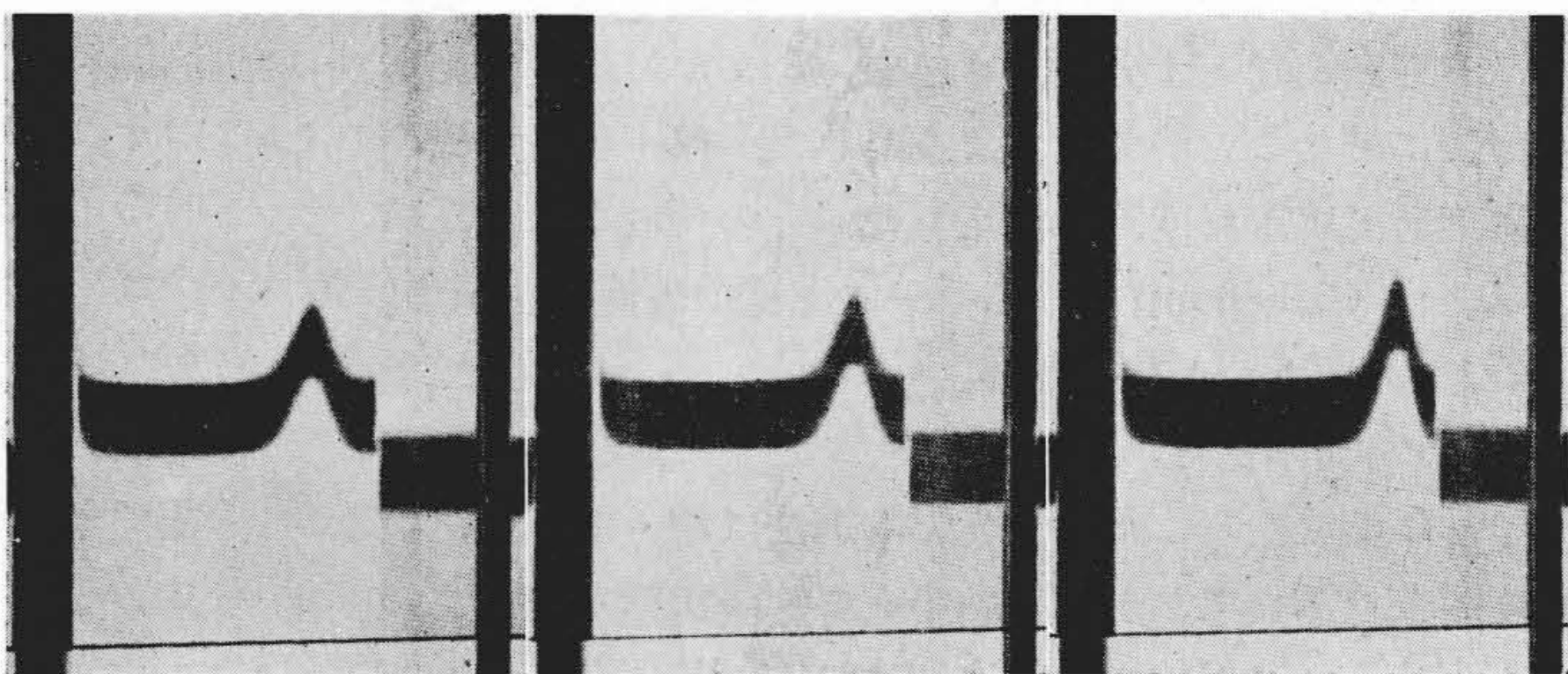
運転中電氣的、機械的異状そのほかの原因により万一ロータが破壊したりはずれたりした場合、外部に被害を絶対に及ぼさないように真空室が防護装置を兼ねている。すなわち上下の厚さ 25mm 円筒壁の厚さ 50mm の超音波探傷試験で無傷と認められた材料に熱処理を施した特殊鋼（防弾鋼板製）で構成し、さらに円筒壁は、15mm と 6mm の普通鋼で 3 重にかこみ、破壊した際の破片のエネルギーを完全に吸収させる構造となつている。



(a) ポリスチレン
回 転 数: 60,000rpm 撮 影 間 隔: 10分
ダイアゴナル: 75度 露 出 時 間: 4秒
沈 降 定 数: 3.6S 溶 媒: ペンゼン
濃 度: 0.30g/l ロータ温度: 17.0°C



(b) 血清アルブミン
回 転 数: 60,000rpm 撮 影 間 隔: 10分
ダイアゴナル: 70度 露 出 時 間: 4秒
沈 降 定 数: 4.0 S 溶 媒: 食塩水
濃 度: 1% ロータ温度: 18.0°C



(c) タマゴアルブミン
回 転 数: 60,000rpm 撮 影 間 隔: 10分
ダイアゴナル: 70度 露 出 時 間: 5秒
沈 降 定 数: 3.4S 溶 媒: 食塩水
濃 度: 1.0% ロータ温度: 18.4°C

第 16 図 応 用 例

5. 応用分野および応用例

分析用超遠心機はコロイド、高分子化学、医学および生体物理化学の方面に広い応用分野をもっている。コロイド粒子の粒度決定、粒度分布の決定には電子顕微鏡なども利用できるが、構造材料、絶縁材料、化学繊維などに広く用いられているプラスチック（高分子化合物）または蛋白分子の分子量およびその分布状態を観察する

には分析用超遠心機が簡単できわめて有効である。これらの高分子物質の分子量は一般に分子量の分布をもち、低分子物質におけるように単一分子量分子の集合体ではない。また製造の条件、方法などにより長鎖状であつたり側鎖を生じて球状に近くなつたりするため、たとえ分子量の等しいものでも形の違うものがいくとおりもありうる。工業材料として用いられるプラスチック、合成繊維などの平均分子量、分子量の分布状態および構成分子の形は作られた物質の物理的性質、たとえば柔軟さ、引伸強度、結晶性、破壊強度、伸張度、絶縁耐力、誘電損失、導電率など、あるいは化学的性質、すなわち耐薬品性、吸湿吸水性などにも微妙な関連をもっている。プラスチック工業の進展に伴いこの材料のメーカー研究者にとって平均分子量、分子量分布、分子形態は非常に重要なものになつてきたが、このすべてに対して超遠心法は適確な知識を与えることができる。

同様に医学方面では微小なヴィールスの分子量決定にまた血清蛋白の分子量決定などに超遠心法による沈降速度、沈降平衡の観察が行われている。

高分子（蛋白質など生体構成物質も含めて）の基礎的な研究、特に高分子電解質の対イオンによる形状変化、高分子溶液物性論などに超遠心機が提供する情報は非常に豊富であり、このことは装置がSvedbergにより発明されて以来の膨大な研究業績が明らかにしているところである。

第16図に日立UCA-1型超遠心機による応用例を示す。

6. 結 言

以上日立UCA-1型分析用超遠心機の概要、構造および性能について述べた。

本機はわが国初の製品でその運転結果多くの特長を発揮し安定な性能をもつことが判明したが、今後の新知識と新製作技術とによりさらに精度の高いよりすぐれたものにする事を念願として努力していきたい。

終りに当り本機設計の当初絶大な努力を払われた村田外喜男氏、製作について種々御指導、激励を賜つた日立製作所中央研究所および多賀工場、日立工機株式会社の関係者各位に心から感謝の意を表わす次第である。

参 考 文 献

- (1) 佐々木重雄：超遠心機とそれによる蛋白質およびヴィールスの研究
87.72.69.199 (昭-29 丸善本店)
- (2) Svedberg T, ほか：The Ultracentrifuge Oxford 1940
- (3) 須藤，黒崎：日立評論 34, 1334 (昭 27-11)
- (4) 須藤：日立中央研究所 創立十周年記念論文集 (昭 27)
- (5) 鶴戸口：機械の研究 5, 11 (昭 28-1)
- (6) 佐々木，谷口：機学誌 54, 255 (昭 26-7)



日立製作所社員社外講演一覧

(その1)

(昭和33年1月受付分)

講演月日	主 催	演 題	所 属	講 演 者
5. 上旬	電気四学会	マイラー絶縁の耐コロナ性	日立工場 絶縁物工場	磯部昭二 山県良介
3. 27	日本機械学会	原子動力プラントの機器	日立工場	荒井利治
1. 27	東京大学工学部	原子炉設計法大要	日立工場	松本政吉
4. 2~5	日本金属学会	強靱鋼(SNC-2)の熔接性について	日立工場	根本正雄 八重樫敏雄
4. 2~5	日本金属学会	急熱急冷による鋼の変態に関する研究(第1報)	日立工場	小野健二 根本正雄 八重樫敏雄
1. 下旬	中国電力	水車振動について	日立工場	伊藤栄郎
4. 3~7	日本化学会	珪瑯の機械的性質	日立研究所	岡島安二郎
4. 3~4	日本化学会	フルフリルアルコールの縮合反応(第9報) フルフリルアルコールとナフトール類 二価フェノール類との塩酸縮合物について	日立研究所	岡島安二郎 高野憲三
4. 3~7	日本化学会	隔膜を有する重水製造用電解槽	日立研究所	川島夏樹
4. 3~6	日本化学会	融解塩の電導度理論に関する考察	日立研究所	酒井馨
4. 3~6	日本化学会	フェノールノボラックの硬化反応に関する研究(第9報) ジヒドロキシジフェニルメタンの硬化反応について	日立研究所 多賀工場	山西敬二 横山亮次

(第54頁へ続く)

日立製作所社員社外講演一覧

(その2)

(第53頁より続く)

(昭和33年1月受付分)

講演月日	主 催	演 題	所 属	講 演 者
5. 上旬 1. 28 1. 29 5. 上旬	日本鋳物協会 日本機械学会 日刊工業新聞社 電気学会	合成砂の配合と抗圧力について フライス盤作業の能率化について 機械選定と工具標準のきめ方 プリント配線用積層板の特性	亀有工場 川崎工場 川崎工場 多賀工場	南郷忠勇 鈴木光輔 阿武芳平 宮本光亮 横山英次
4. 3~7	日本化学会	フェノールノボラックの硬化反応に関する研究(第8報) 加熱樹脂の流動粘度について	多賀工場	横山英次
1. 21 1. 24	兵庫県電気協会 熊本市商工会議所	機械設備の自動化 交流アーク溶接機の原理構造および取扱について	亀戸工場 亀戸工場	友貞睦夫 鬼頭国忠
1. 21 5. 上旬	兵庫県電気協会 工業課 電気四学会	日立インダクションカップリングモートルおよび日立ブレーキモートルについて 10 G C テ レ ビ 中 継 装 置	亀戸工場 戸塚工場	清水永以 松岡伸彰 井崎口存 関不破康博
2. 4 5. 上旬	自動制御研究会 電気四学会	相関型サーボアナライザの計算機構 A形自動交換機用上昇回転スイッチの寿命の改良について	戸塚工場 戸塚工場	田島喜平 菊水地洗 水島喜平
5. 上旬	電気四学会	小形クロスバースイッチについて	戸塚工場	田島喜平 海野惟幸 西山村静男 米村茂樹
4. 3~7	日本化学会	β -チオジグリコール系含イオウ不飽和ポリエステルレジン共重合性と重合遅延効果について	絶縁物工場	棚橋作哲 山入真
4. 3~7	日本化学会	O, P-フェニルフェノールニ成分系について	絶縁物工場	鶴田四郎 野口澄夫
4. 3~7 4. 3~7	日本化学会 日本化学会	マレイン酸ロジン付加物の異常酸価について ポリエチレンの γ 線による酸素吸収	絶縁物工場 絶縁物工場	阿保雅宏 新川旭治
4. 2~5 4. 3~6 4. 2~5 4. 3~7 4. 3~6 4. 2~4	日本金属学会 日本化学会 日本金属学会 日本化学会 日本化学会 日本金属学会	洋白およびCu-Si線のクリープ ハロ磷酸塩系蛍光体の諸特性 強力導電用Cu-Cr-Ti三元系合金の研究 ポリエチレンの溶液粘度について 数種の膠質黒鉛の物理化学的諸特性について メチレン青-ニトロベンゼン抽出-吸光度法による鉄および非鉄金属酸化物中の微量硫黄の定量	中央研究所 中央研究所 中央研究所 中央研究所 中央研究所 中央研究所	大原秀晴 江本正之 土井俊雄 上山守德 牟田明徳 北川公夫
4. 3~6	日本化学会	硫化亜鉛蛍光体における結晶の生長過程について	中央研究所	大伴友義 江野正一郎 江本元一
4. 2~5	日本金属学会	合金白鑄鉄の研究(第3報) NiまたはCr含有量とS曲線	中央研究所	福池元一郎 元津武郎
4. 2~5	日本金属学会	合金白鑄鉄の研究(第4報) 合金白鑄鉄の硬度に及ぼす焼鈍の影響	中央研究所	福池元一郎 福柴一則
4. 2~5	日本金属学会	合金白鑄鉄の研究(第5報) Ni, Cr合金白鑄鉄の初晶オーステナイト中のNi, Cr含有量について	中央研究所	北川公夫 柴田則夫
4. 3~7 4. 2~5	日本化学会 日本金属学会	鉄鋼の金属化学的研究(第14報) スルホサリチル酸を用いるセメントタイトの電解分離法 フェライトの研究(第2報) 迅速鉄鋼ガス定量法の研究(V) 金属蒸気とN ₂ , Co, H ₂ との反応	中央研究所 中央研究所 中央研究所	黒川進登 米田登

(第59頁へ続く)