

# 小形電気集じん器の研究と日立電子式空気清浄器の諸特性

Study on Small Type Electrostatic Air Precipitator and Characteristics  
of Hitachi Electronic Air Cleaner

椿 稔 郎\* 持 田 稔 也\*  
Toshio Tsubaki Toshiya Mochida

## 内 容 梗 概

家庭用に適した新しいタイプの電気集じん器としてデルタ形多孔板電極とシールドネットを併用した形を開発した。電気集じん器用高圧電源には小形、軽量で安全性、安定性を有する正弦波発振方式を開発するとともに、陰イオン発生器には誘電体被覆電極を考案した。

これらの研究を基に、除じん、殺菌、脱臭、陰イオン発生の4機能を有する日立電子式空気清浄器を完成した。

## 1. 緒 言

工業の発達、自動車の増加、人口の集中が相まって、最近都市の大気汚染が大きな社会問題となっている。大気汚染はわれわれの日常生活にいろいろの面で実害をもたらすので、その対策が各方面から強く望まれ、政府も大きな努力をはらっているが、一挙に解決できる問題ではなく、むしろ汚染度はますます増大している状態である。

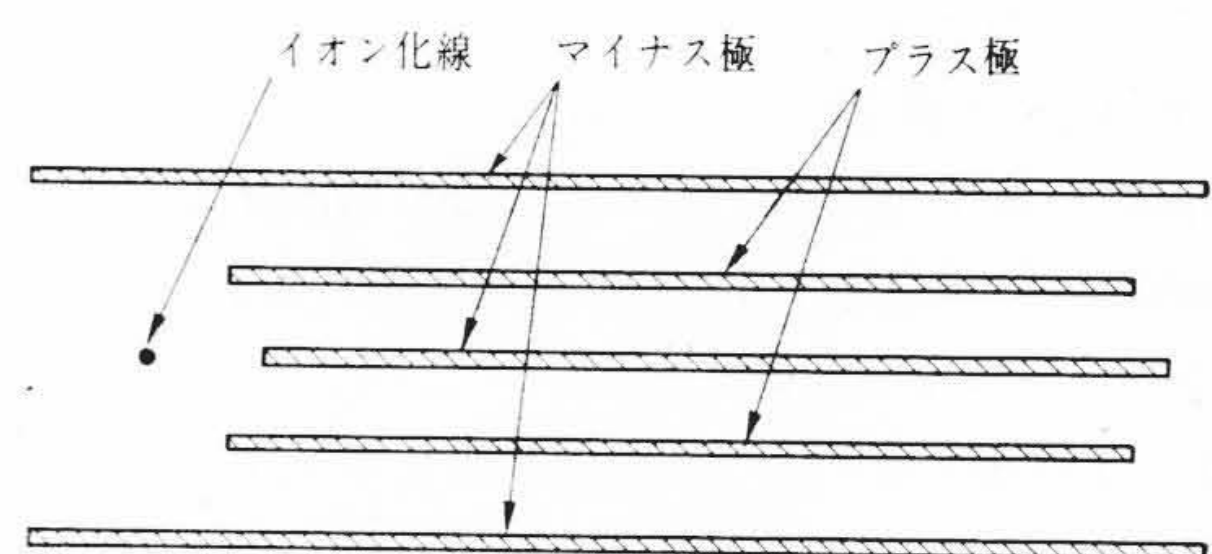
日立製作所は産業用、ビル用電気集じん器の製造に長い歴史を有し、この問題解決の一翼をになってきたわけであるが、このたび、この技術を生かして、家庭用の小形電子式空気清浄器を開発した。空気清浄器は、密閉した室内空気を室外空気と置換することなく、自然大気と同程度の清浄度にするを目的としており、その機能を除じん、殺菌、脱臭、陰イオン発生の四項目に設定した。従来の電気集じん器と異なり、家庭用としての実用性、すなわち小形軽量化、取扱性、安全性、デザインなどについて十分の研究が行なわれ、数多くの新機構が採用されている。

一般家庭の空気汚染度は $0.1 \sim 5 \text{ mg/m}^3$  of air 程度で、この除じん法は、直径 $1 \mu$ 前後のガラス繊維を主体として構成された機械式フィルタを用い、目詰り、拡散、衝突付着により行なう方法と、電気集じん器を用い、コロナ放電により帯電されたじんあい粒子を静電界で捕獲する方法に代表される。両者とも十分目的を達することはできるが、前者は現在のところフィルタの再生が困難で維持費が高額になること、および $0.01 \mu$ 程度の超微粒子の除じんに難があるため、後者が採用されている。

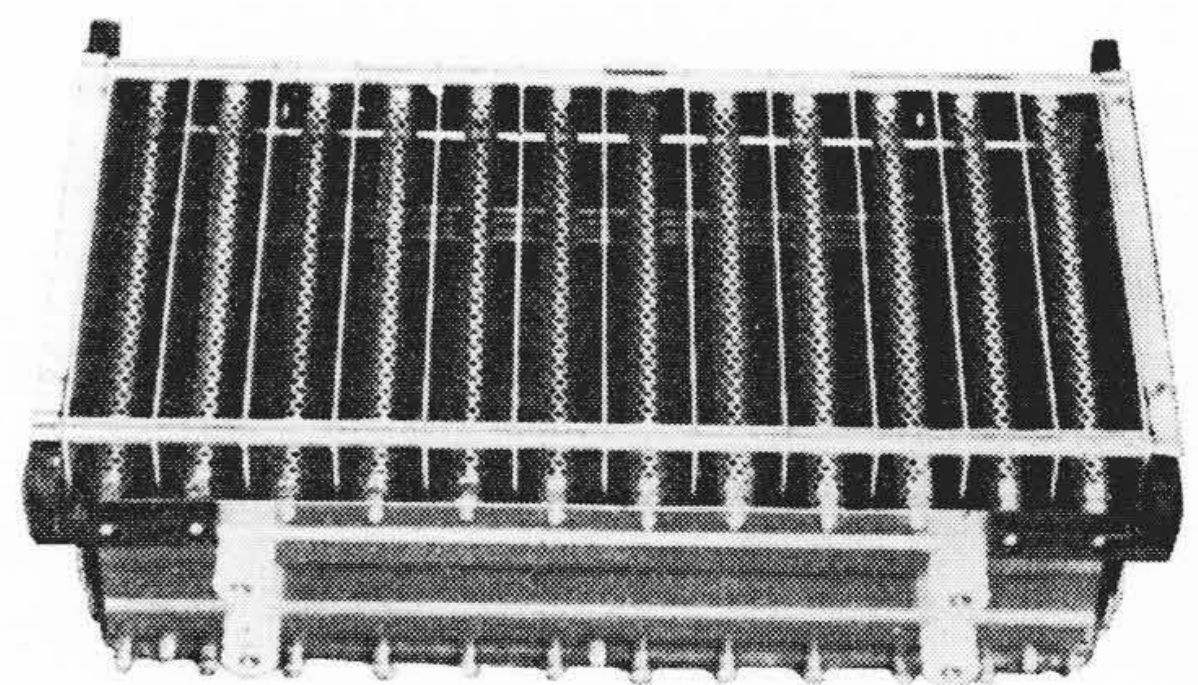
## 2. 電気集じん器の電極と高圧電源の研究

### 2.1 電気集じん器の電極構造

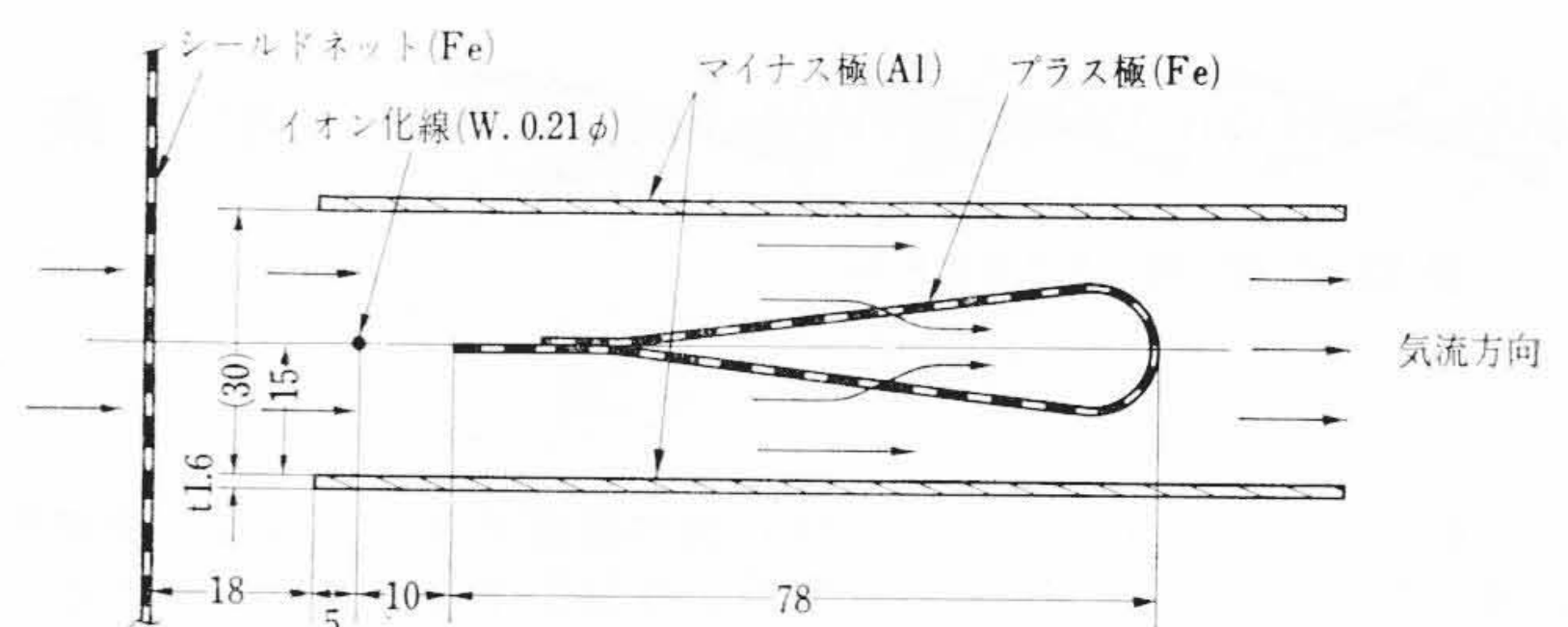
2段式電気集じん器には従来第1図に示す電極構造が使用されてきた。しかしこの構造は、集じん部におけるじんあい付着量分布がいちじるしく不均一で、入口側で大きく、出口側に進むにしたがい急速に減少する。しかも電極の枚数が多く、電極間距離も $5 \sim 10 \text{ mm}$ 程度で非常に狭く、洗浄の際の取扱いに難点があった。これらの点を改良するため考案したのが第2図に示すデルタ形多孔板電極で、その電極断面は第3図に示すとおりである。電極間距離を $15 \text{ mm}$ に広げ、じんあいを捕えるマイナス極を第4図に示すようにロッドで一体にしてある。プラス極をデルタ形にして気流方向に漸次集じん電界強度を高め、マイナス極板上の集じん付着量分布を均一化する。なおプラス極を多孔板として風速をほぼ一定に保ち、これにより $3 \sim 5\%$ 集じん率を高めている。



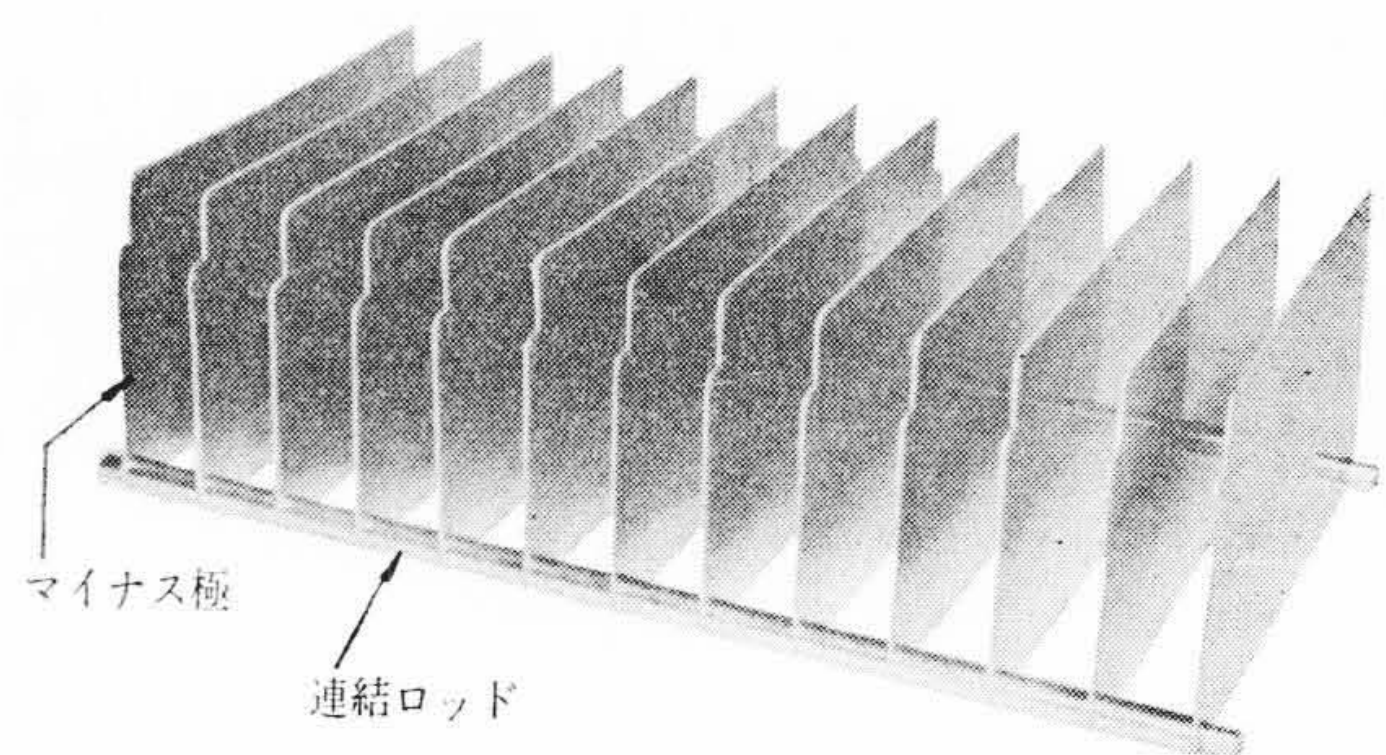
第1図 従来形の電気集じん器電極断面図



第2図 デルタ形多孔板電極を有する電気集じん器電極部

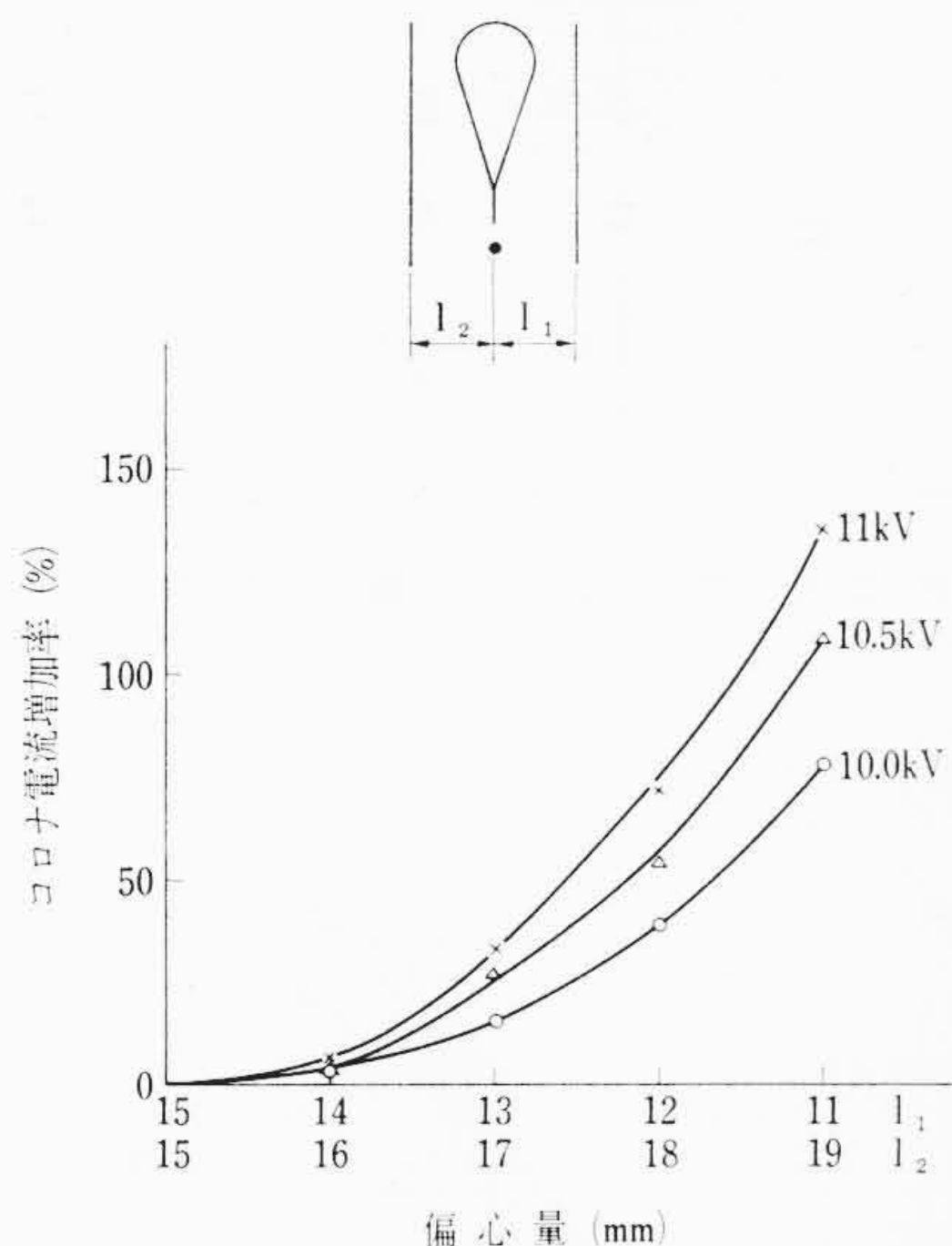


第3図 デルタ形多孔板電極を有する電気集じん器電極断面図

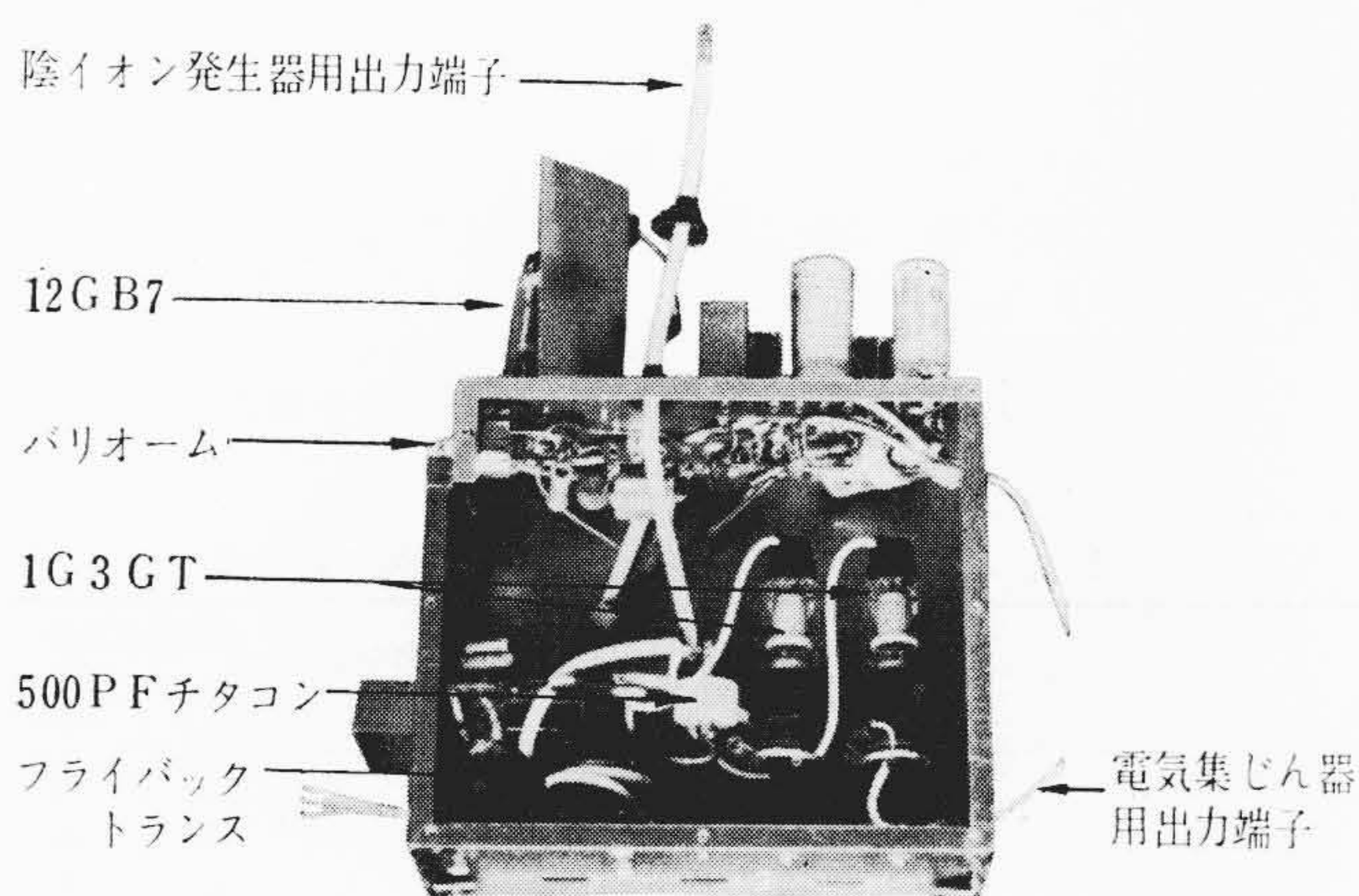


第4図 電気集じん器マイナス極

\* 日立製作所多賀工場



第5図 マイナス極の偏心量に対するコロナ電流の増加率



第6図 日立電子式空気清浄器用高圧電源

この電極で風速を約 1 m/s, コロナ電流をイオン化線 1 cm あたり 1.8  $\mu$ A (印加電圧 DC 10.5 kV) とすると 90% 以上の集じん率が得られ、後に述べる処理風量とより、全コロナ電流は約 400  $\mu$ A と算出される。

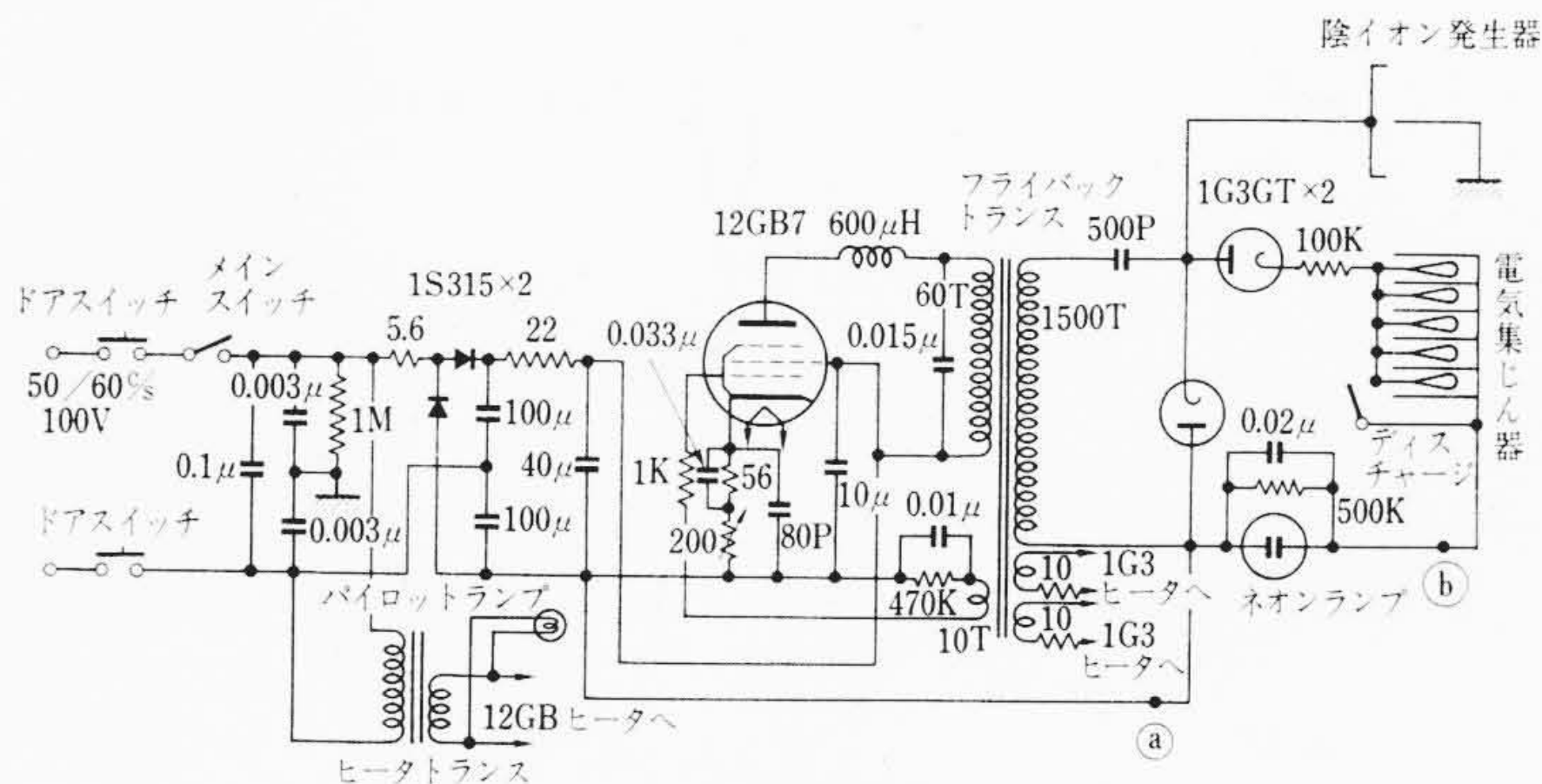
じんあい粒子帯量は次式で表わされる<sup>(1)</sup>。

$$q = 3a_0^2 \sqrt{\frac{i}{K} \cdot \frac{2\pi}{\theta}} \frac{1}{1 + \frac{2v}{\pi} \sqrt{\frac{1}{iK} \cdot \frac{2\pi}{\theta}}} \dots\dots\dots (1)$$

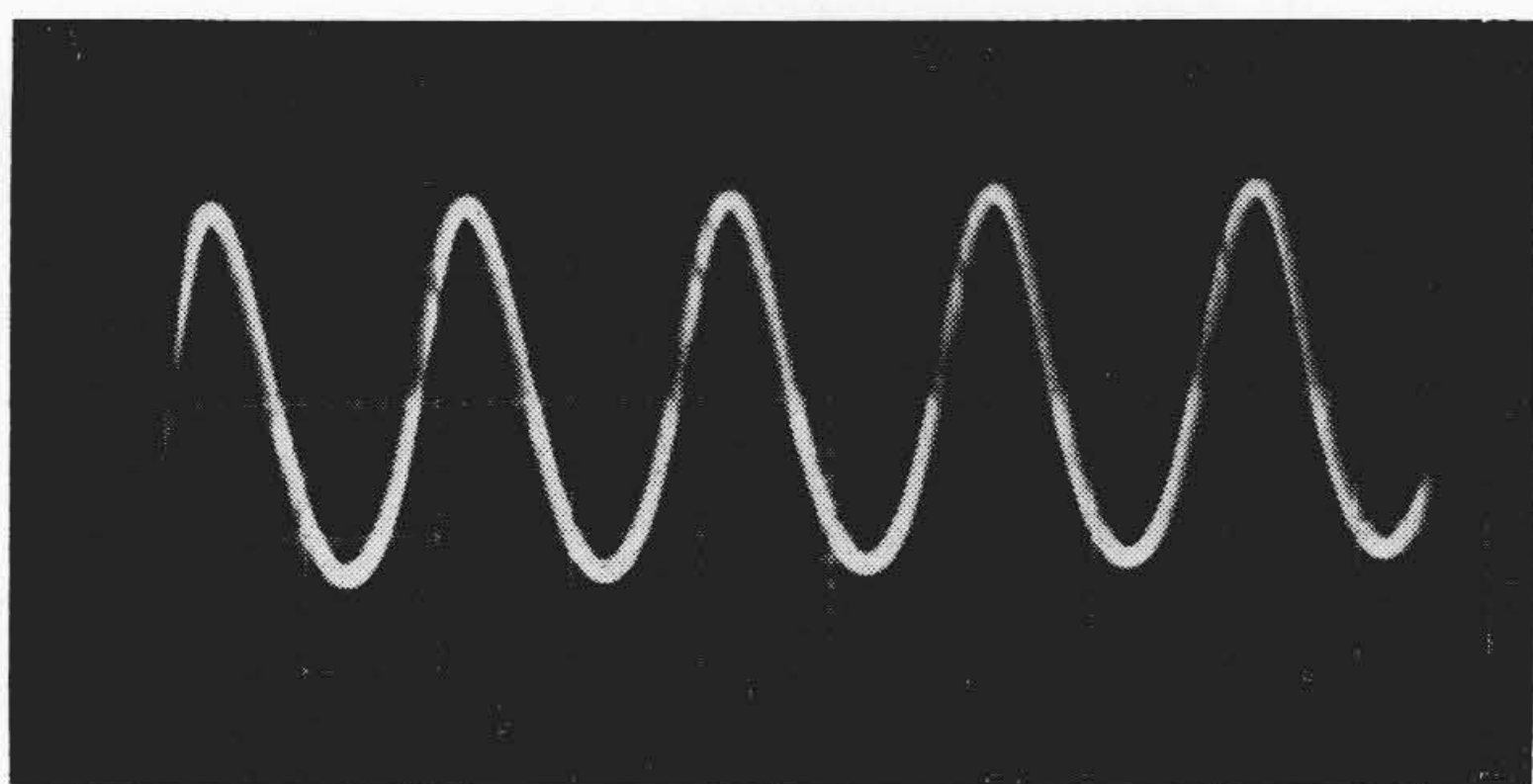
ここに、 $q$  : じんあい粒子帯電量  
 $a_0$  : じんあい粒子半径  
 $i$  : イオン化線単位長当たりのコロナ電流  
 $K$  : イオンモビリティ  
 $\theta$  : コロナ電界の広がり角度  
 $v$  : じんあい粒子の速度

これよりコロナ電界の広がり角度  $\theta$  を小にすれば、コロナ電流  $i$  を増加せずにじんあい粒子帯電量  $q$  を増加せしめることが確かめられ、これを実現する手段として第3図に示すシールドネットを提案した。これはアースから完全に浮かしてあるため、とくに電圧を印加しなくてもつねに正の高圧 (約 7.5 kV) に保たれ、 $\theta$  は縮小される。

マイナス極のかたよりは、集じん率を増加させずにコロナ電流ばかりを消費するので好ましくないが、その変化は第5図に示すとおりで、1.5 mm 程度まではほとんど支障ない。



第7図 日立電子式空気清浄器高圧電源回路図



第8図 高圧電源発振回路の発振波形

## 2.2 電気集じん器用高圧電源の概要

10.5 kV, 400  $\mu$ A の出力を得る高圧電源には、いくぶん効率は低いが出振式を採用した。

- (1) 小形、軽量で、トランス式に比較しいくぶん安価である。
- (2) 出力調整が容易で、電源、負荷のバラツキがカバーできる。
- (3) 50 c/s, 60 c/s と同じ出力が得られる。
- (4) 出力周波数が高いので、負荷の有する容量 (約 390 pF) で十分整流でき、平滑コンデンサを必要としない。
- (5) バックパワーが小さいため、人体に対する危険度が少ない。またこのため、負荷のせん絡、短絡時に消費されるパワーが小さく、回路の寿命をちぢめるおそれが少ない。また同様の理由でせん絡時の電波障害が少ない。

第6図は高圧電源の外観図、第7図は回路図である。

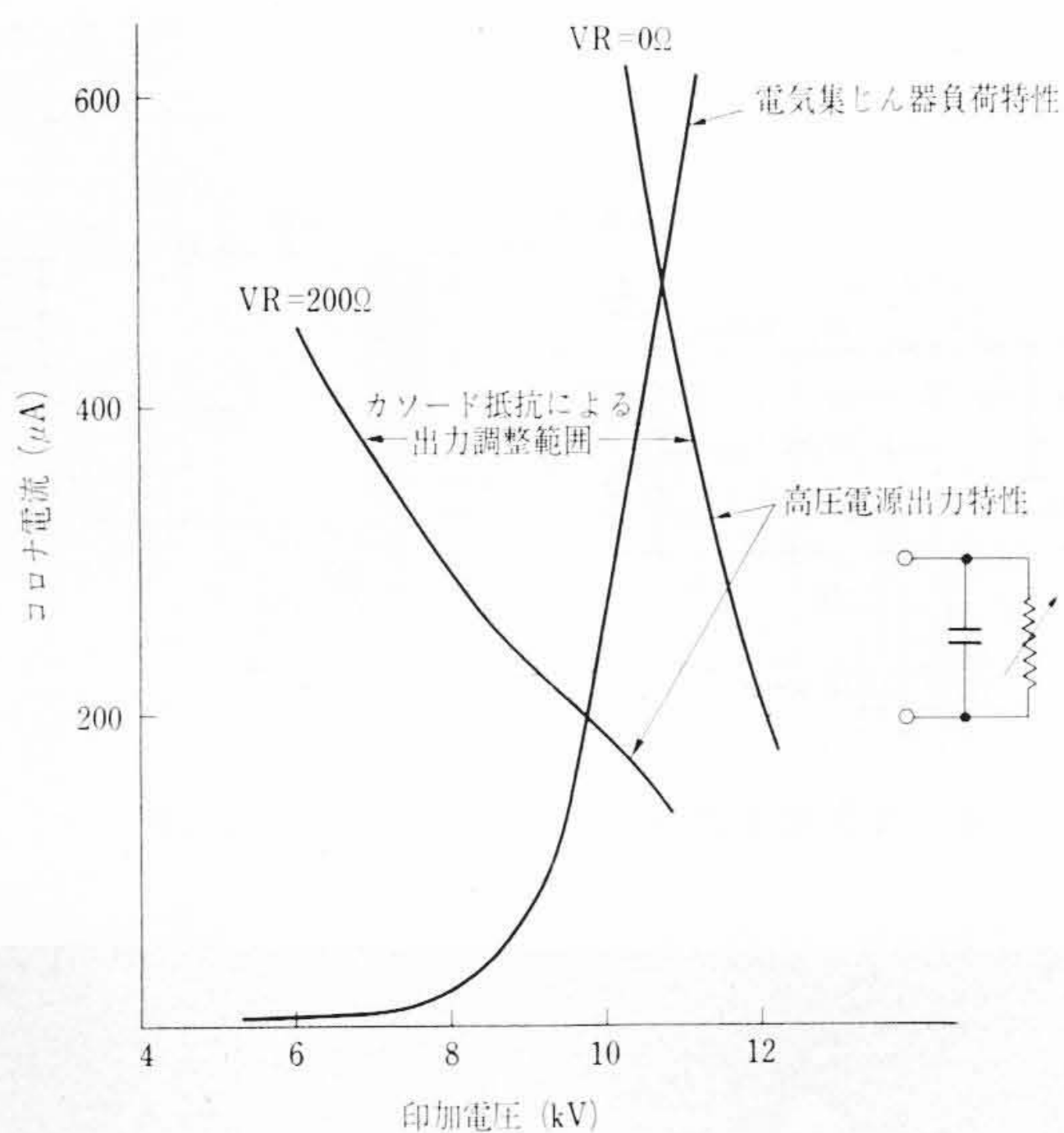
発振回路は電力用として普通使用される陽極同調自励発振回路を使用し、C級動作で、可聴周波を少し上まわる 22 kc/s の発振をさせている。雑音レベルを下げるため、第8図に示すようなきれいな正弦波波形を得ている。またカソード抵抗の一部をバリオームにして出力調整を行なえるようにした。

B回路はシリコンダイオードを用いたトランスレスで、前後にフィルタ回路を有し、高圧出力は、発振回路の出力を高周波昇圧コイル (フライバックトランス) で昇圧し、半波倍電圧整流で得るようにしている。

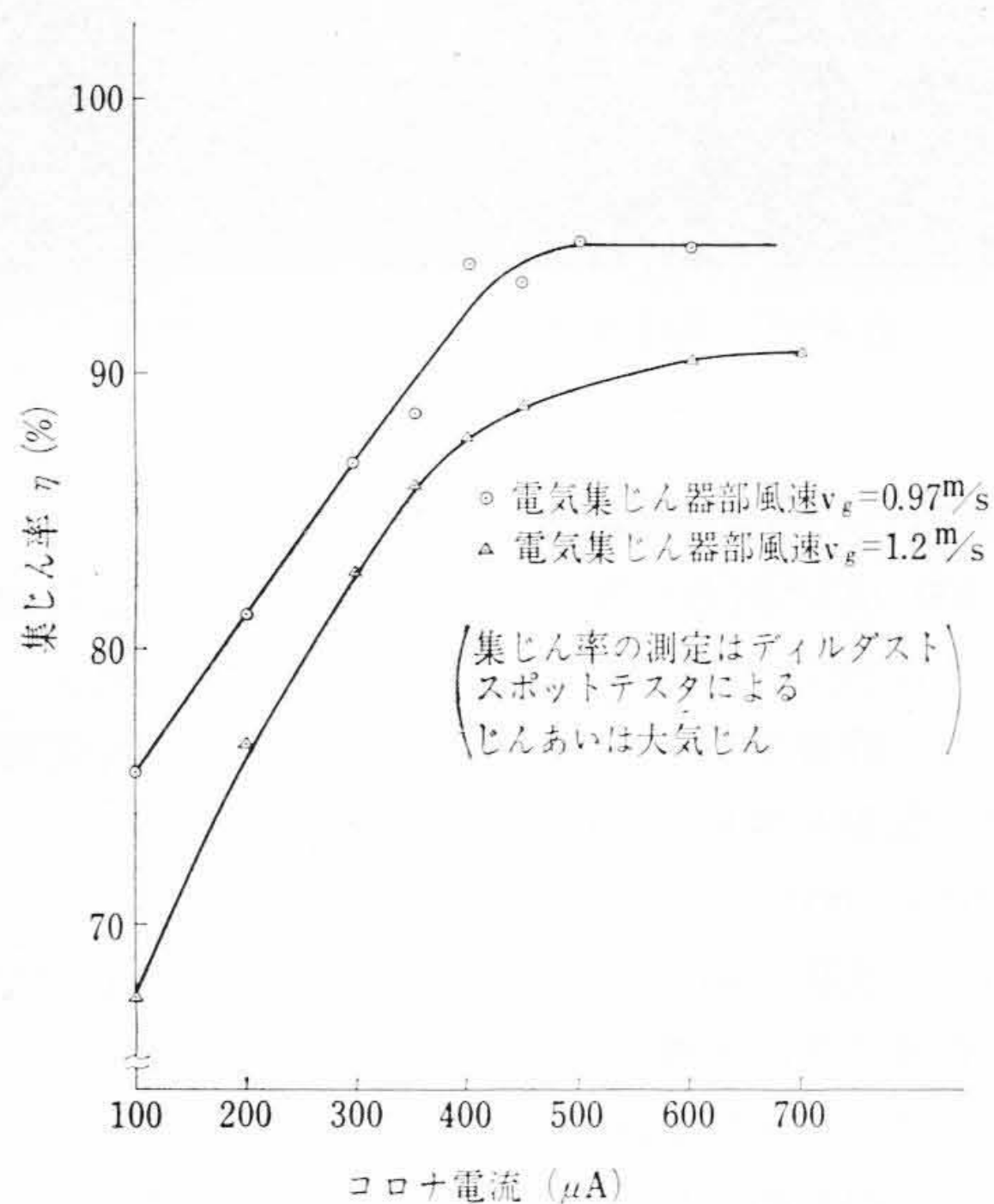
## 2.3 電気集じん器と高圧電源の組合せ特性

第9図は電気集じん器の負荷特性と高圧電源の出力特性を示すもので、12GB7 カソード抵抗 VR の調整で負荷にほぼ 200~480  $\mu$ A の出力がとれる。実際は数  $\Omega$  の抵抗を入れて 400  $\mu$ A で運転される。第10図はコロナ電流に対する集じん率の特性で、集じん率はコロナ電流が 400  $\mu$ A (1.8  $\mu$ A/cm) くらいから飽和の傾向を示している。400  $\mu$ A のところで、電気集じん器部風速 0.97 m/s の場合約 92%, 1.2 m/s の場合約 88% 程度である。

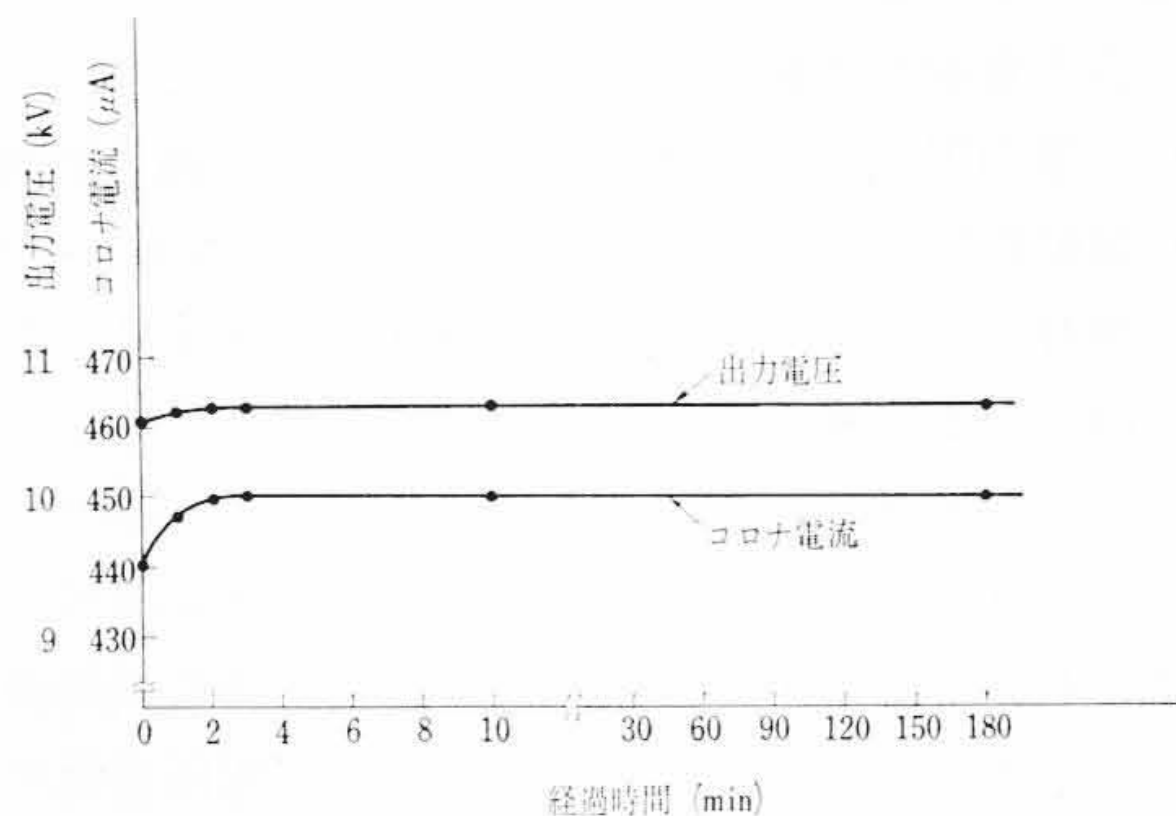
出力の時間的变化は第11図に示すとおりで、スイッチイン約 3



第9図 電気集じん器の負荷特性と高圧電源の出力特性



第10図 コロナ電流に対する集じん率特性

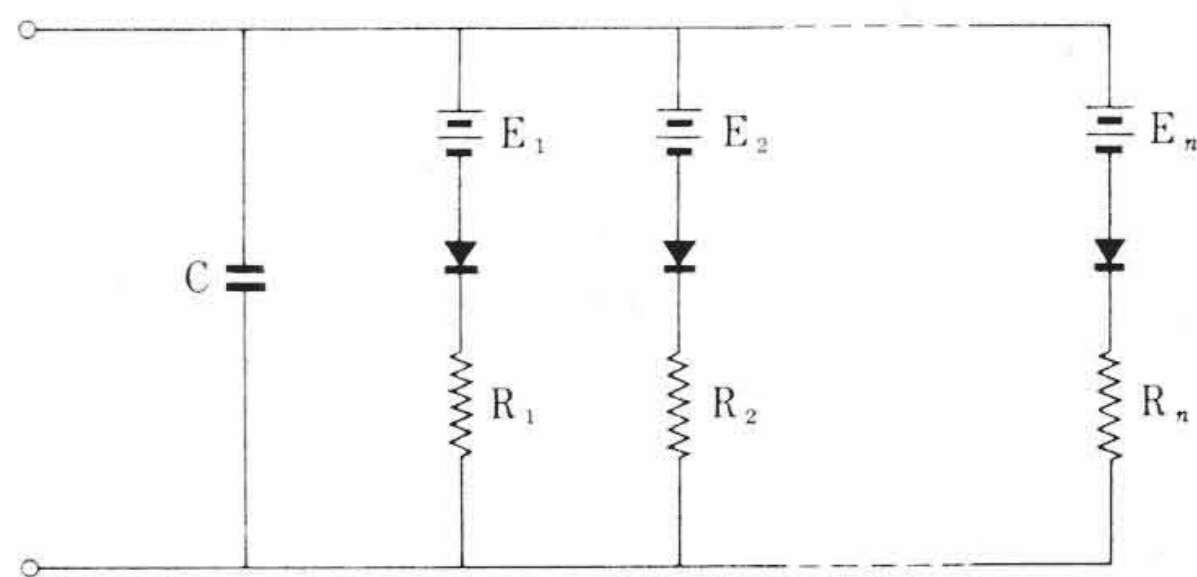


第11図 出力の時間的变化特性

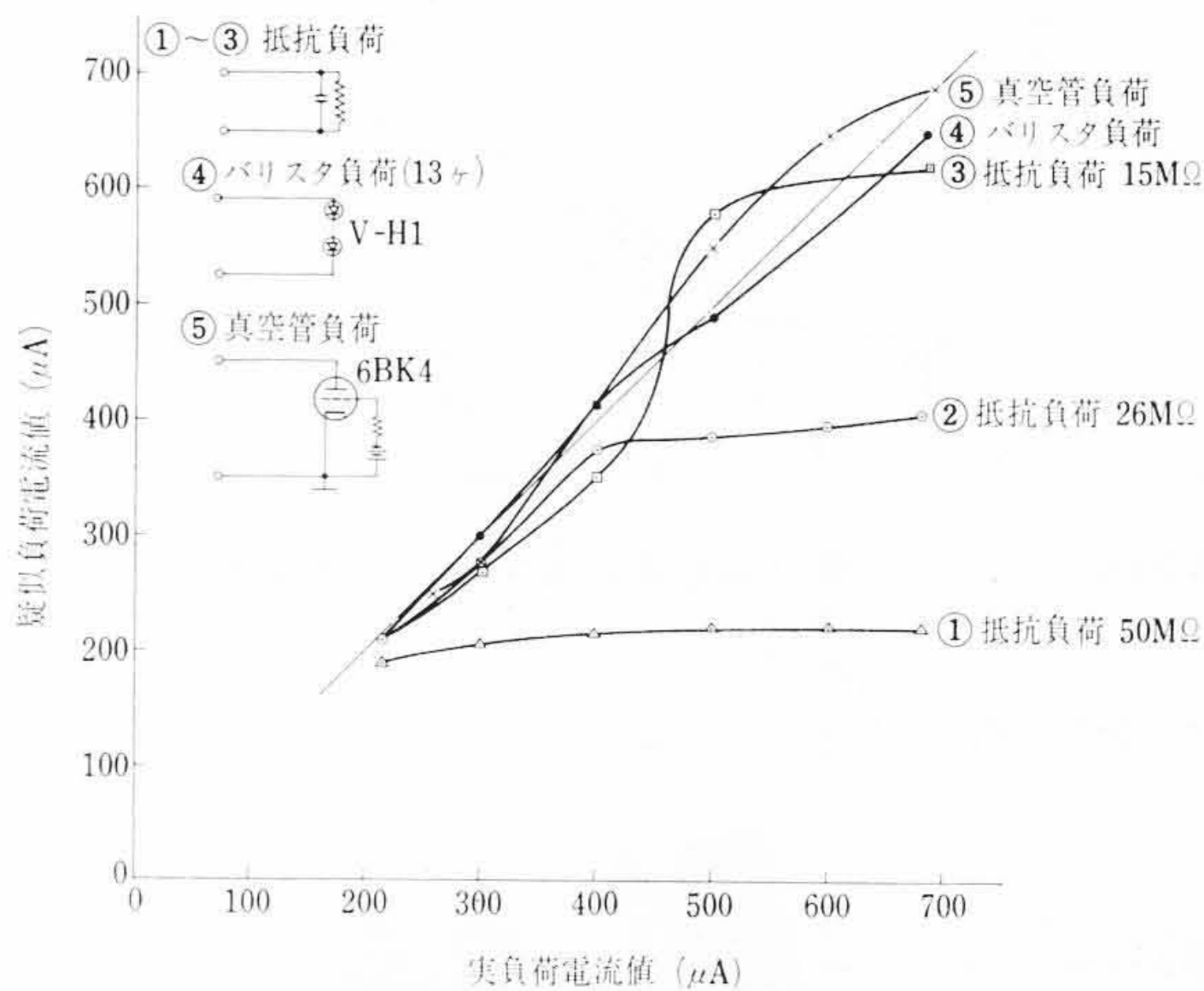
分後に完全に安定し、ドリフト電流も  $10\mu\text{A}$  程度で問題ない。そのほか、発振による異常音、出力の安定性とも問題なく、寿命も現在10,000時間の連続運転で異常は認められていない。

#### 2.4 出力検査用擬似負荷の検討

電気集じん器の負荷特性は、第9図にみられるとおり非直線性を示す。したがって高圧電源に負荷を接続した際の回路の諸現象を解析する場合、あるいは出力検査用として温度、湿度、外力による変



第12図 電気集じん器の等価回路



第13図 実負荷電流と擬定似負荷電流の関係

第1表 日立電子式空気清浄器の電波障害程度

| 放送局      | 放送周波数<br>(kc/s)  | 放送電波電界強度<br>(dB) | 電波障害程度 |     |
|----------|------------------|------------------|--------|-----|
|          |                  |                  | [1]    | [2] |
| N H K 第一 | 590              | 34.9             | C      | A   |
| N H K 第二 | 690              | 38.6             | B      | A   |
| 東京放送     | 950              | 11.1             | C      | A   |
| 文化放送     | 1,130            | 23.2             | C      | B   |
| ニッポン放送   | 1,310            | 21.7             | B      | A   |
| 日本短波     | 3,925            | 2.6              | A      | A   |
| 日本短波     | 6,055            | 2.0              | A      | A   |
| 日本短波     | 9,595            | —                | A      | A   |
| テレビ放送    | 90~221.75 (Mc/s) | 30.0             | A      | A   |

- (注) 1. 電波障害程度の評価は、5人以上の人間が同時に聞いた平均で、下記による。  
A 雑音が全然ない  
B 注意しないとわからない  
C 気にならない  
D 気になるが放送は聞こえる  
E 放送が聞きにくい  
F 放送がほとんど聞こえない  
2. 使用ラジオ 日立製エーダS-550、5球スーパー、トランスレス  
3. 測定場所 日立市  
4. 電波障害程度  
[1] 第7図の回路によるもの、大地アースあり  
[2] 第7図の回路で⑨を開放、⑩をケースアースし、1mHチョークコイルを通して大地アースしたもの  
5. 放送電波電界強度 0dB =  $1\mu\text{V/m}$

形などに対して不安定な実負荷を避けたい場合には、等価回路あるいは擬似負荷を用いるべきである。第12図は非直線性素子に整流器を用いた非直線性負荷の等価回路の一例である<sup>(2)</sup>。これを基にいくつかの簡単な擬似負荷を試作して得たデータを第13図に示す。これは印加電圧を一定とした場合の実負荷電流と擬似負荷電流の関係をプロットしたもので、45度の直線に近いほど実負荷を擬似していることになるが、バリスタ負荷がこれに近い。

#### 2.5 電波障害の検討

電波障害の測定結果は第1表に示すとおりで、中波、短波、テレビ、FM各放送とも実用上問題ない。

### 3. 陰イオン発生器の研究

#### 3.1 空気イオンの概要

空気イオンは空気中の気体分子群が負帯電したもので、自然大気中にはつぎのような生成原因により普通約  $1,000$  個/cm<sup>3</sup> of air 程度の陰陽両空気イオンが存在する。

- (1) 土壌、岩石中に含まれる微量の放射性物質 (Ra, Th など) から放射される  $\alpha, \beta, \gamma$  線の電離作用によるもの。これを生成原因とする空気イオンは地表付近で約  $1/3$  を占める。
- (2) 地殻中の U, Th の emanation である放射性ガス Radon, Thoron が大気中に拡散して電離作用をするもの。全体の約  $1/2$  を占める。
- (3) 宇宙線によるもの。約  $1/6$  を占める。
- (4) その他非定常的なものとして雷などの気中放電、砂あらし、ふぶきなどによるまさつ帯電、降雨などの際の水滴分裂、紫外線、X線、燃焼などの電離作用によるもの。

この空気イオンのうちで、 $0.1 \sim 1$  cm/s/V/cm 以上の mobility を有する小陰イオンは生理的に好影響をもたらすことが、木村、谷口、安倍、Kornbluh, Beckett, Krueger, Smith<sup>(3)~(7)</sup> 氏らにより報告されている。一方前記小陰イオンは大気汚染により数  $10$  個/cm<sup>3</sup> of air 程度に減ずることも明らかにされており、これは空気中のじんあいと結合して大陰イオンに成長するためであることが確かめられている<sup>(8)</sup>。

これらのことより、空調装置に陰イオンを人工的に発生する陰イオン発生器を設置することは有意義と考えられ、アメリカにおいても陰イオン発生器つき空調装置、あるいは陰イオン発生器単体が製品として発売されている。しかし現在のところ陰イオンの人体に及ぼす生理的効果のメカニズム、あるいは適正濃度などに関して定説がなく、したがって自然大気中の陰イオン濃度と同程度かいくぶん上まわる程度に濃度が維持できるよう設計した。

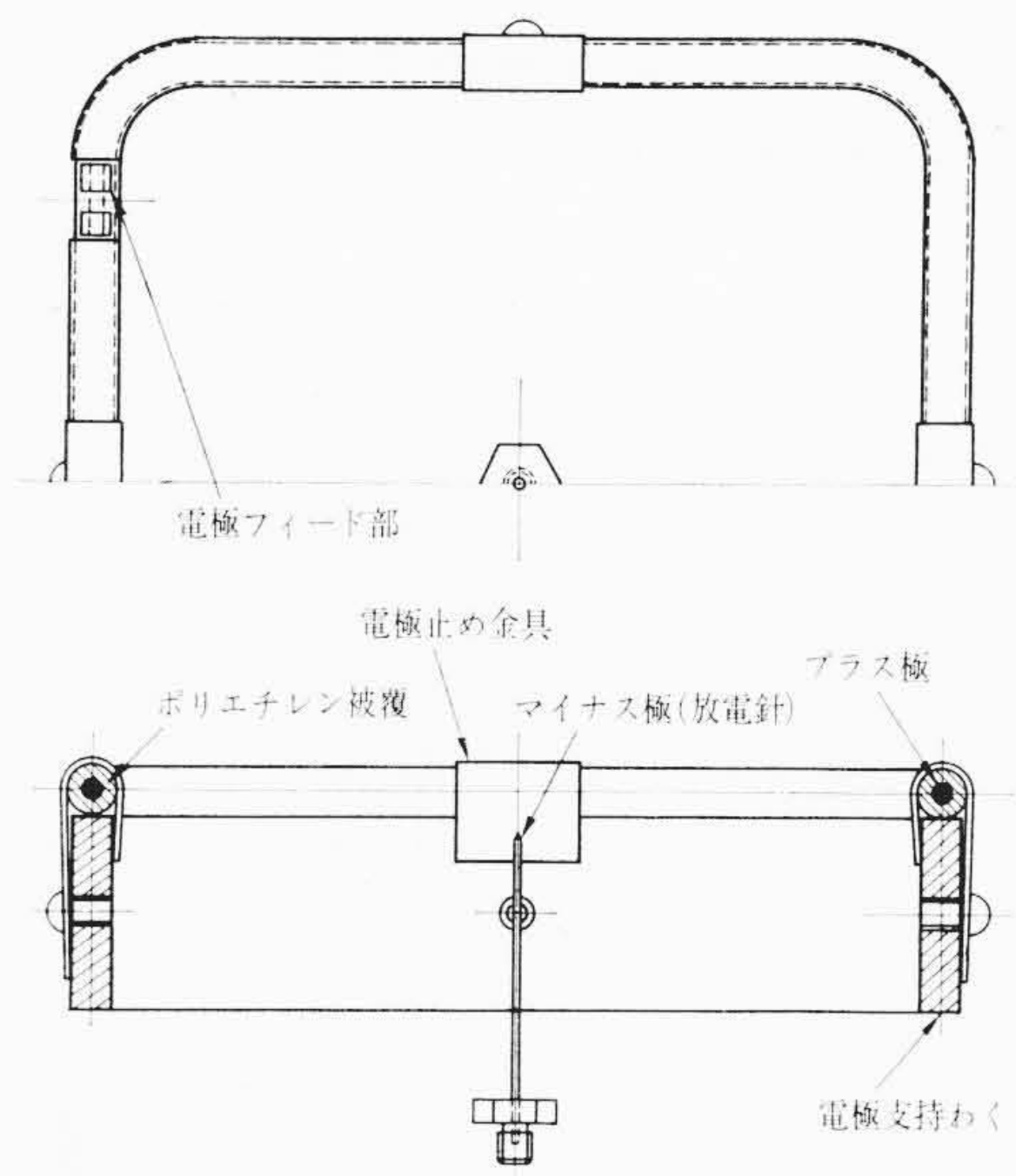
人工的に陰イオンを発生する方法として  $Po^{210}$ ,  $T^3$  などの放射線による電離作用、あるいは紫外線、光電効果による電離作用を使用する場合があるが、前者は放射性物質の取扱いが危険であり、後者は発生効率が低く、また陰イオン、陽イオンを分離するための電界を必要とするため好ましくない。このたび採用したコロナ放電による陰イオン発生法は、簡単な電極で比較的効率よく陰イオンを発生することができ、電気集じん器を用いた空気清浄器に設置する場合、電気集じん器用高圧電源の出力の一部をそのまま利用できるため好都合である。

#### 3.2 陰イオン発生器の電極構造と特性

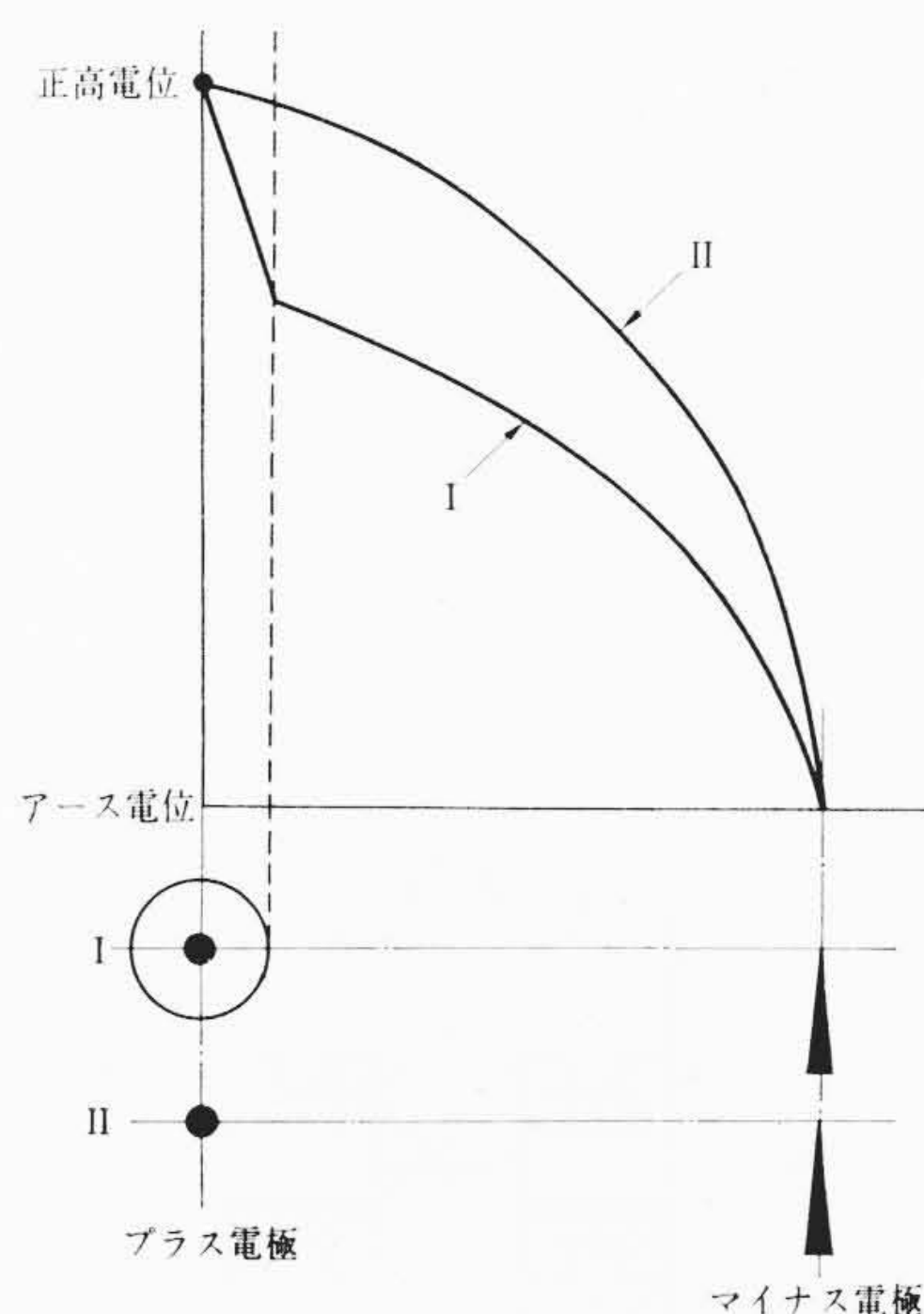
陰イオン発生器の電極構造図を第14図に示す。プラス極はポリエチレンを被覆した環状電極で、ポリエチレンわくで支持されている。電極の一部は露出されておりそこから正の高電圧が印加される。プラス極の中心位置にタングステン製のマイナス極放電針が設置され、アースされている。

プラス極、マイナス極間の空間電位分布はポリエチレン被覆のある場所と、高電圧をフィードしている被覆のない場所では異なり、そのおおよその傾向は第15図のようになる。これはポリエチレンと空気の誘電率の違いと、空間電荷の有無によるもので、被覆のない場所とマイナス極間の電界はコロナ放電の発生、持続に寄与し、被覆のある場所とマイナス極間の電界は、風力で陰イオンを外部に放出するのを容易にしている。このことは風速一定下で完全にプラス極を被覆した場合、および逆に、完全に露出した場合、ともに陰イオン発生量がいちじるしく減少することで確かめられる。

陰イオン発生器は発生した陰イオンが、空気吐出口に達するまでの間にトラップされないよう吐出口の近くに設置してあるので、高



第14図 陰イオン発生器の電極構造図



第15図 陰イオン発生器電極間の空間電位図

電圧の印加されているプラス電極をポリエチレンで被覆したことは、安全性からみても大きな利点である。

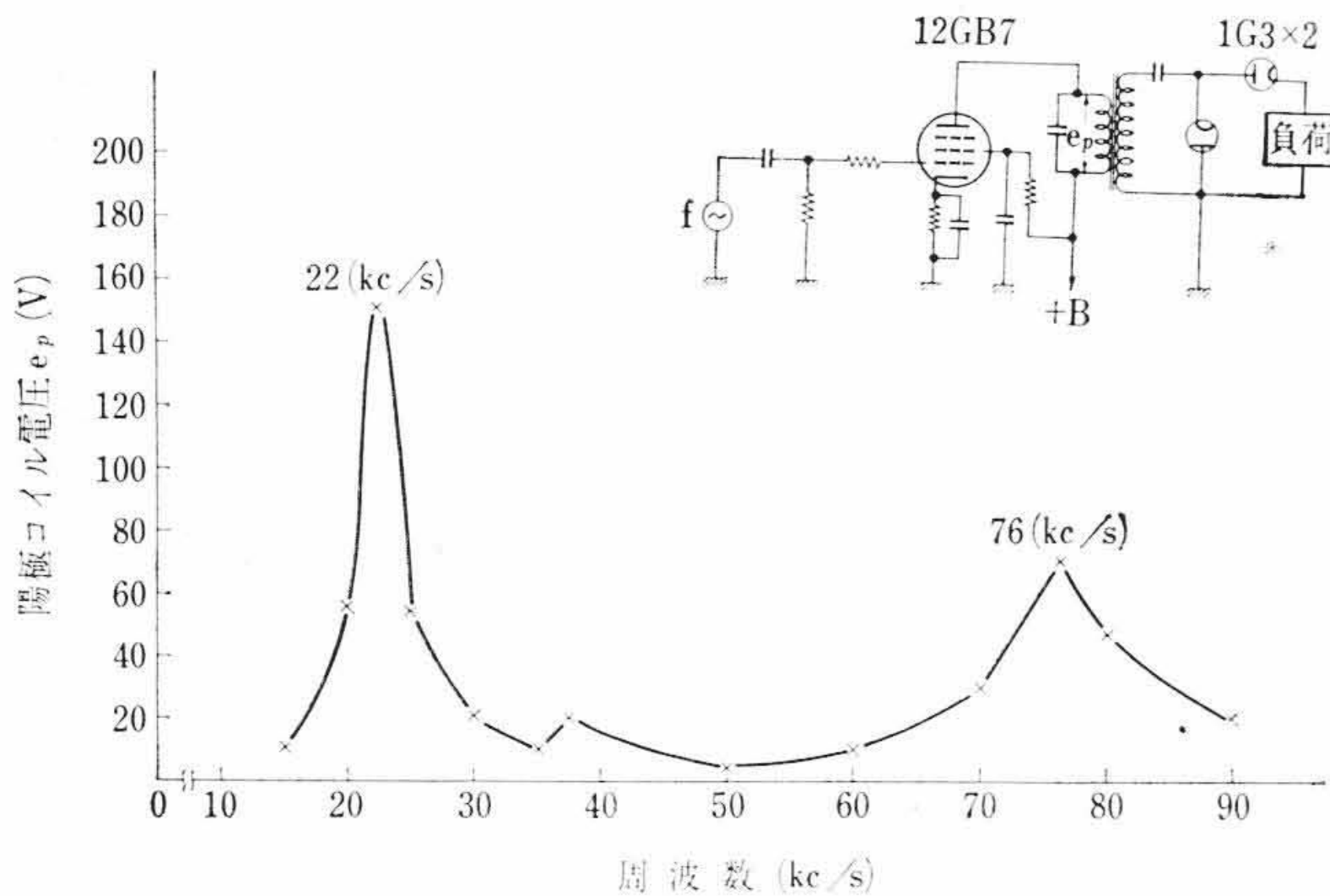
陰イオン発生器印加電圧は第7図に示されたように、半波倍電圧整流回路の一段目よりとっている。一般にはL, C, Rなどで分圧して出力をとる方法が用いられるので、新たにいくつかの回路素子が必要とするのに比較し、この方法は非常に経済的である。

この電圧波形はリップル含有率100%、ピーク値10.5 kV、実効値約6.4 kV、周波数22 kc/sの脈流である。一般に陰イオンを効率よく発生するには、風速により定まる空気の電極部通過時間より、放電針先端に生じた陰イオンの電極間走行時間を大きくとる必要がある。このためには陰イオン発生器をコロナ開始電圧よりいくぶん上まわる程度の電圧で動作されることと、陰イオンの発生直後に電界の弱まることが好ましい。コロナ開始電圧は空気の湿度により大きく上下して一定値をとらないが、脈流を加えた場合、各サイクルごとに必ずコロナ開始電圧値をとり、また脈流の谷部で0Vまで電圧が下がるので、前述の誘電体被覆電極と相まって、きわめて確実に陰イオンを発生することができる。

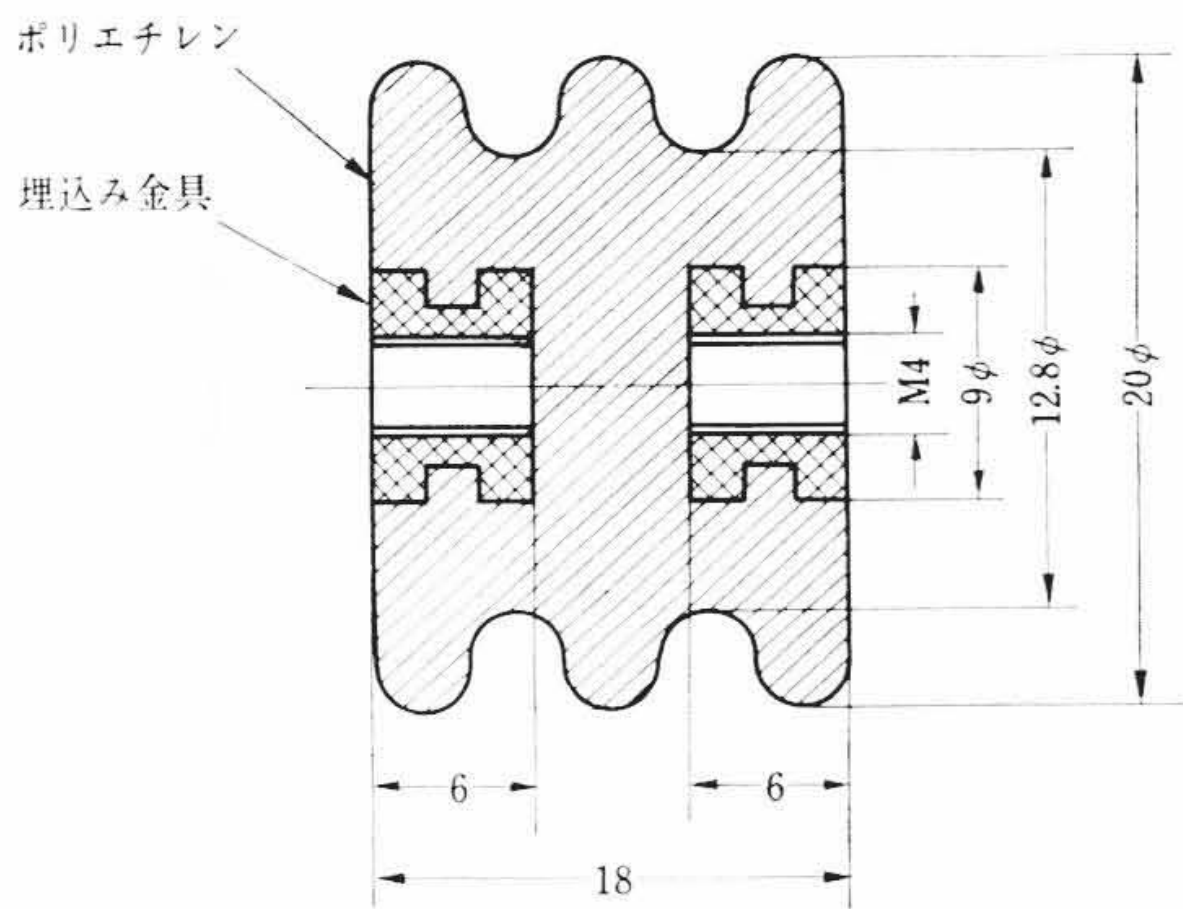
#### 4. 安全性の研究

##### 4.1 安全機構

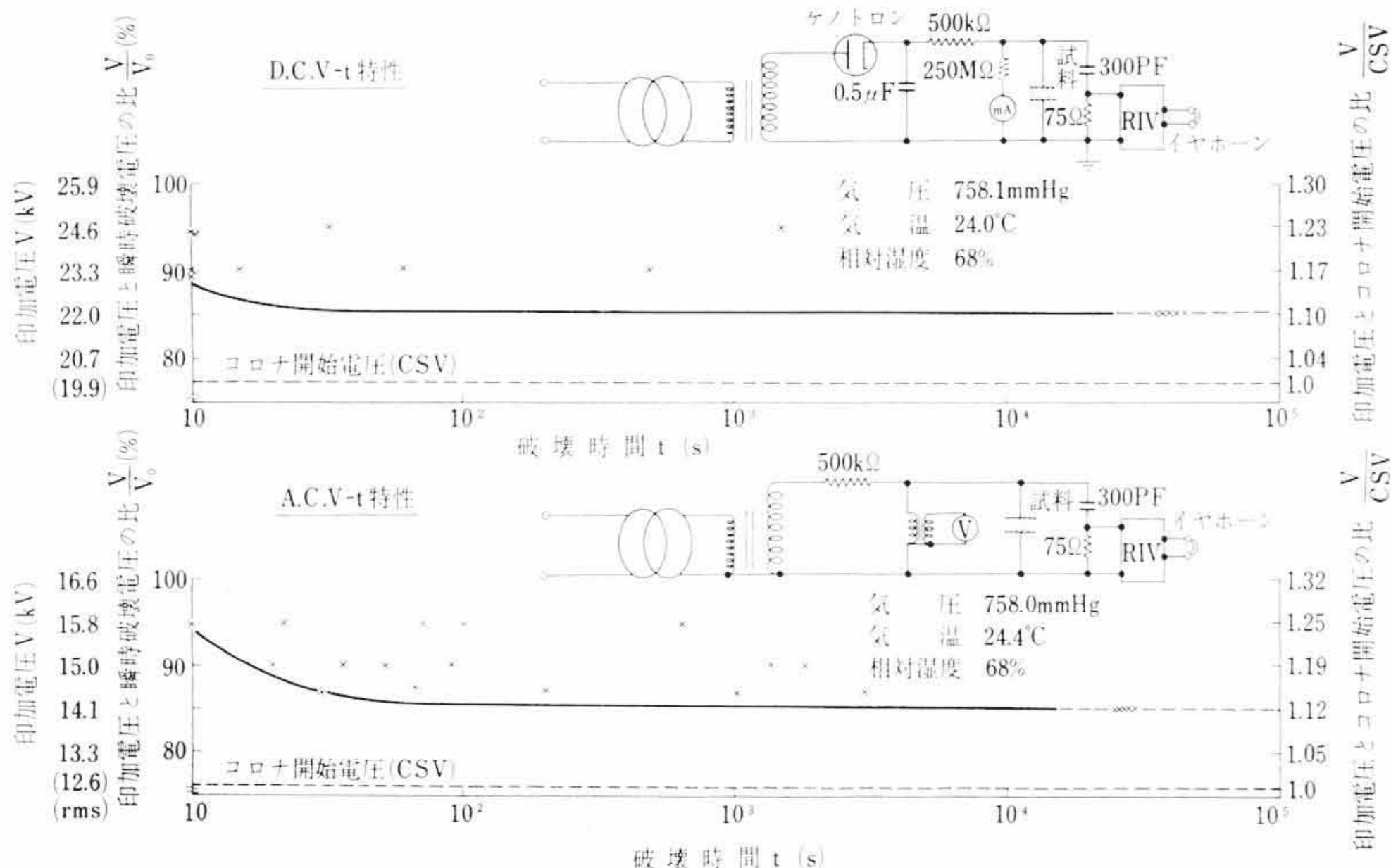
家庭用としてだれが取り扱っても危険がないよう、十分安全機構を検討した。すなわちケース、ライン間に1MΩのリーク抵抗を入れてケースの静電電位を下げ感電を防止し、洗浄のためマイナス極を取り出す際は、ドアスイッチにより自動的に電源が切れるようになっている。また、やはり電極を露出する際、マイナス極の連結ロッドに回転自在に取り付けられたディスチャージャが重力によりプラス極と短絡し、電極間にたくわえられた静電荷を自動的に放電する。高圧電源および電気集じん器が正常に動作しない場合には、出力回路にそう入されたネオンランプが点滅あるいは消燈して表示する。



第16図 グリッド印加電圧の周波数と陽極コイル電圧との関係



第17図 電極支持がい子の断面形状



第18図 電極支持がい子の電圧—破壊時間特性

電気集じん器がイオン化線の断線、じんあい付着量過多などにより短絡すると、発振周波数が22kc/sから75kc/s前後に移行して出力低下をきたす。この現象は感電に対する安全性からみてももちろん有効であるが、これでネオンランプを点滅、消燈させて異常表示をすることも非常に有効である。この模様を調べるため、第16図にグリッド印加電圧の周波数を変化した場合の陽極コイル発生電圧を示す。この場合、共振周波数は22kc/sと76kc/sの2点にあり、常時は22kc/sで発振しているが、界常時は負荷インピーダンスの変化により76kc/sに発振が移行する。二つの共振周波数はほぼフライバックトランスの1次のLC回路と2次のLC回路で定まる。この発振移行の現象は非常にクリティカルであるので、二次側の漂遊容量に十分留意する必要がある。

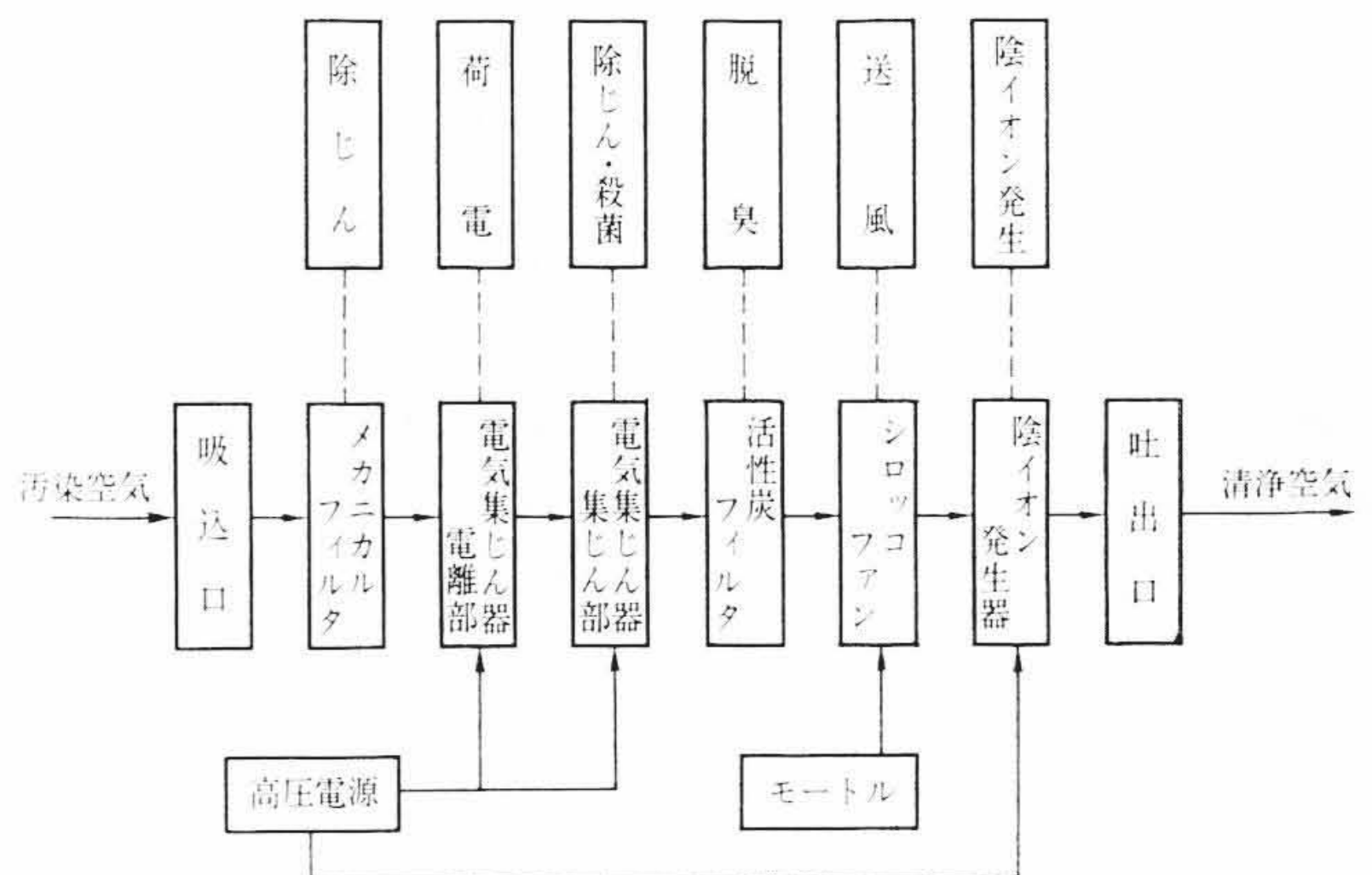
##### 4.2 電極支持がい子の特性

電極支持がい子には第17図に示すポリエチレン製がい子を用いた。ポリエチレン製がい子は振動、衝撃に強いが、埋込み金具とポリエチレン間のボイドによる絶縁劣化が問題になると思われるので、その安全性を検討した。100φロゴスキー電極をがい子両端面にあてて測定した電圧—破壊時間特性を第18図に示す。破壊はすべてがい子の沿面せん絡であった。AC瞬時破壊電圧の平均は16.6kV (rms)、コロナ開始電圧の平均は12.6kV (rms)でその比は1.32、DC瞬時破壊電圧の平均は25.9kV、コロナ開始電圧の平均は19.9kVでその比は1.30である。使用電圧はDC10.5kVであるので、十分の性能が得られていることがわかる。そのほか吸湿、温度、湿度、冷熱繰返し、振動、強度、汚損の各試験とも良好であった。

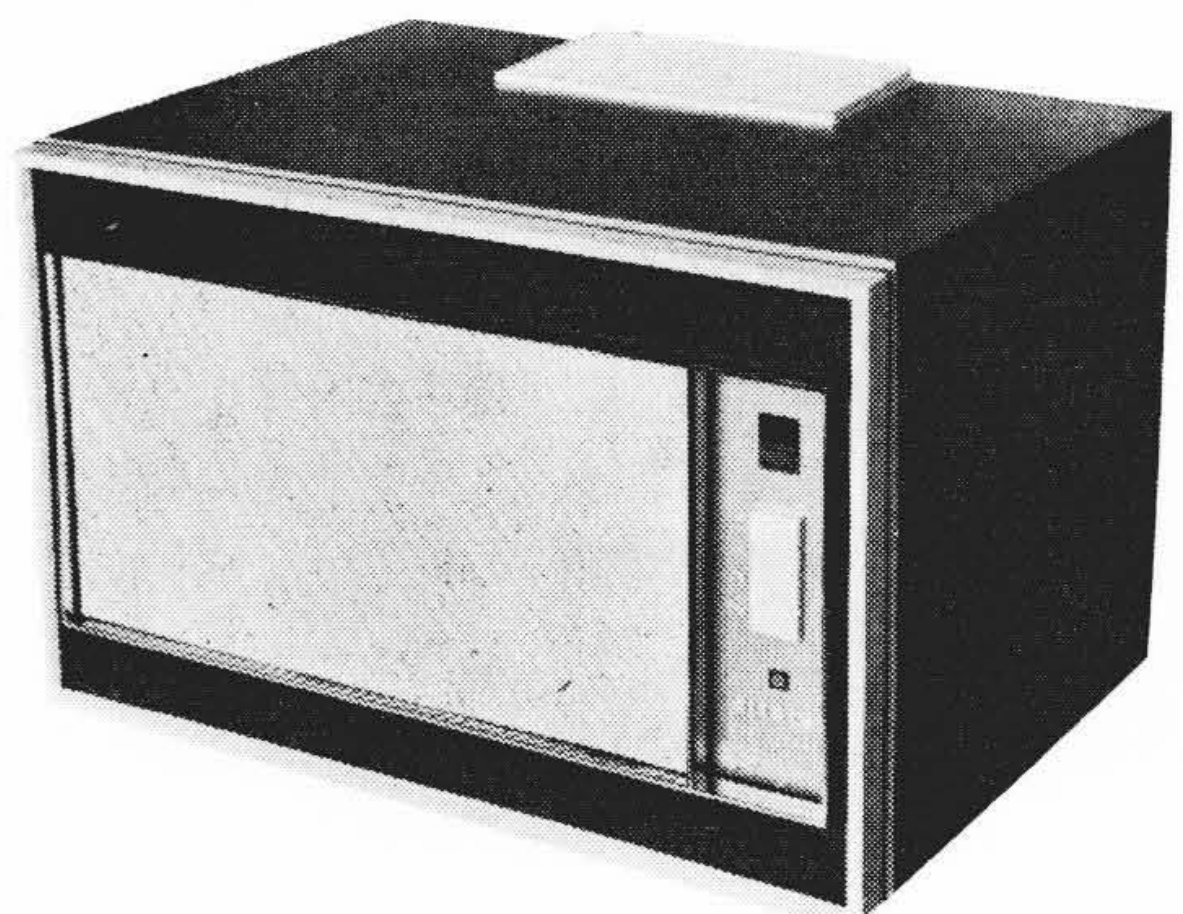
#### 5. 日立空気清浄器の諸特性

##### 5.1 日立空気清浄器の構成

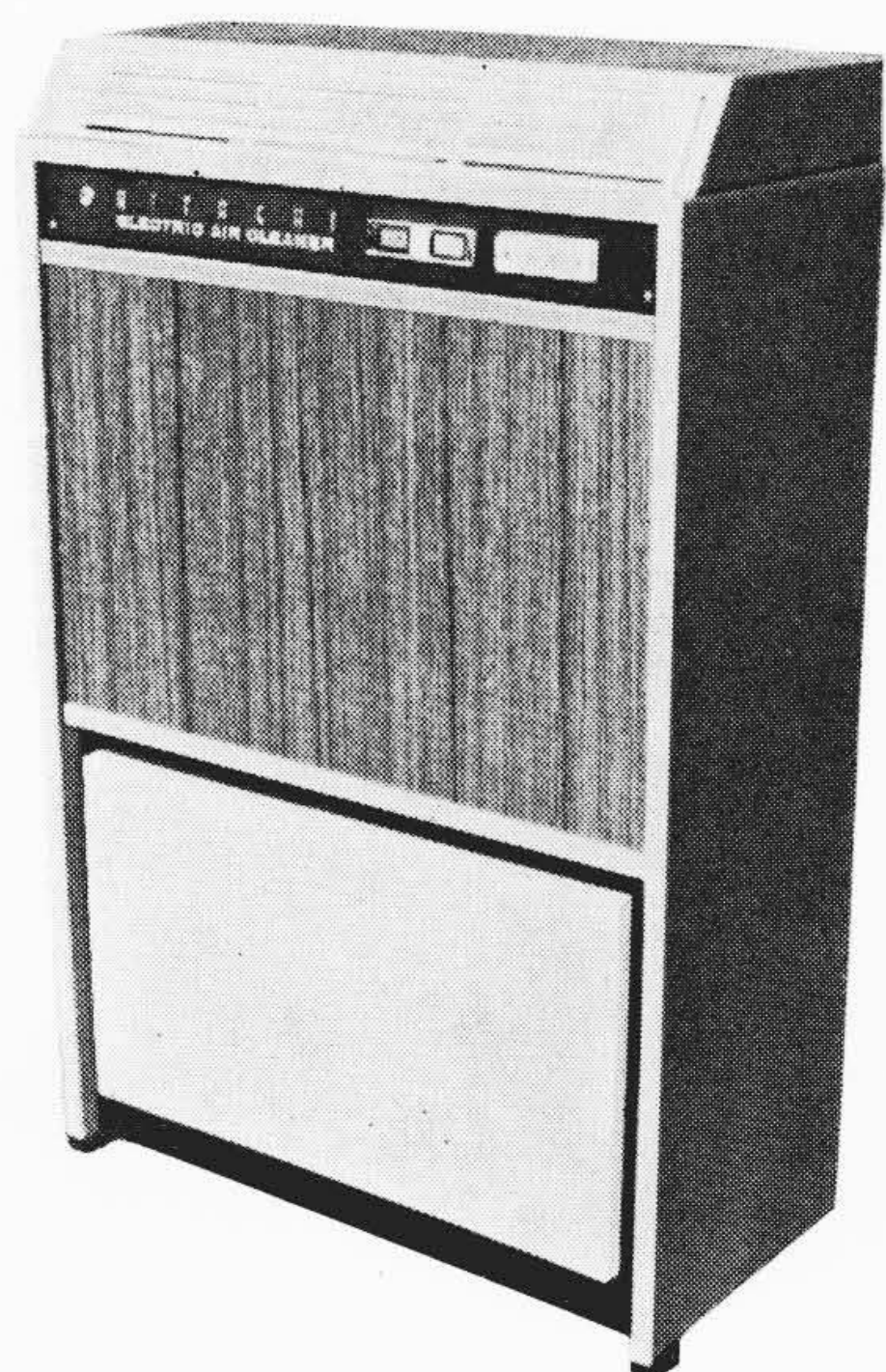
空気清浄器の各機能を果たすための浄化エレメントには、メカニカ



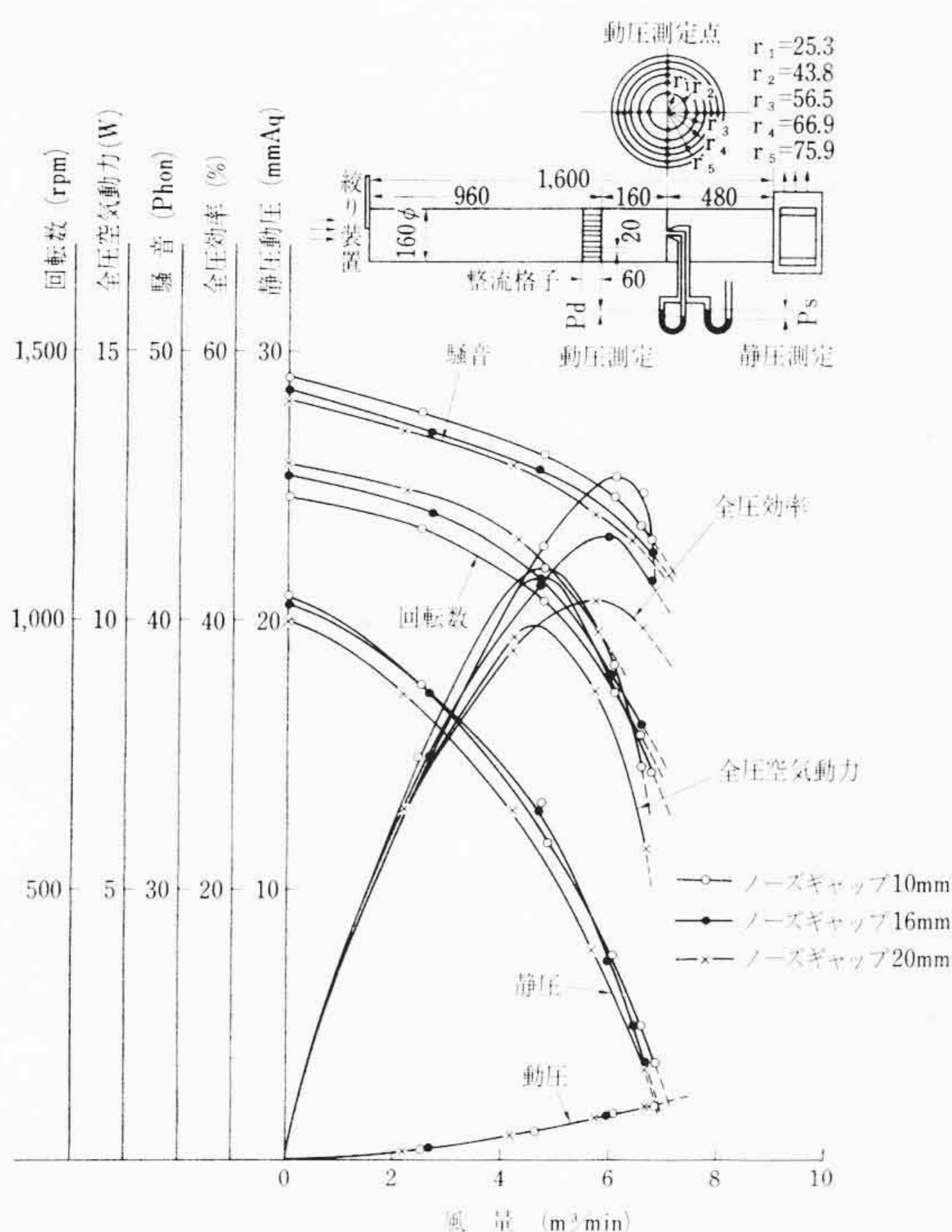
第19図 EP-100形、EP-200形日立電子式空気清浄器ブロックダイアグラム



第20図 EP-100形日立電子式空気清浄器



第 21 図 EP-200 形日立電子式空気清浄器

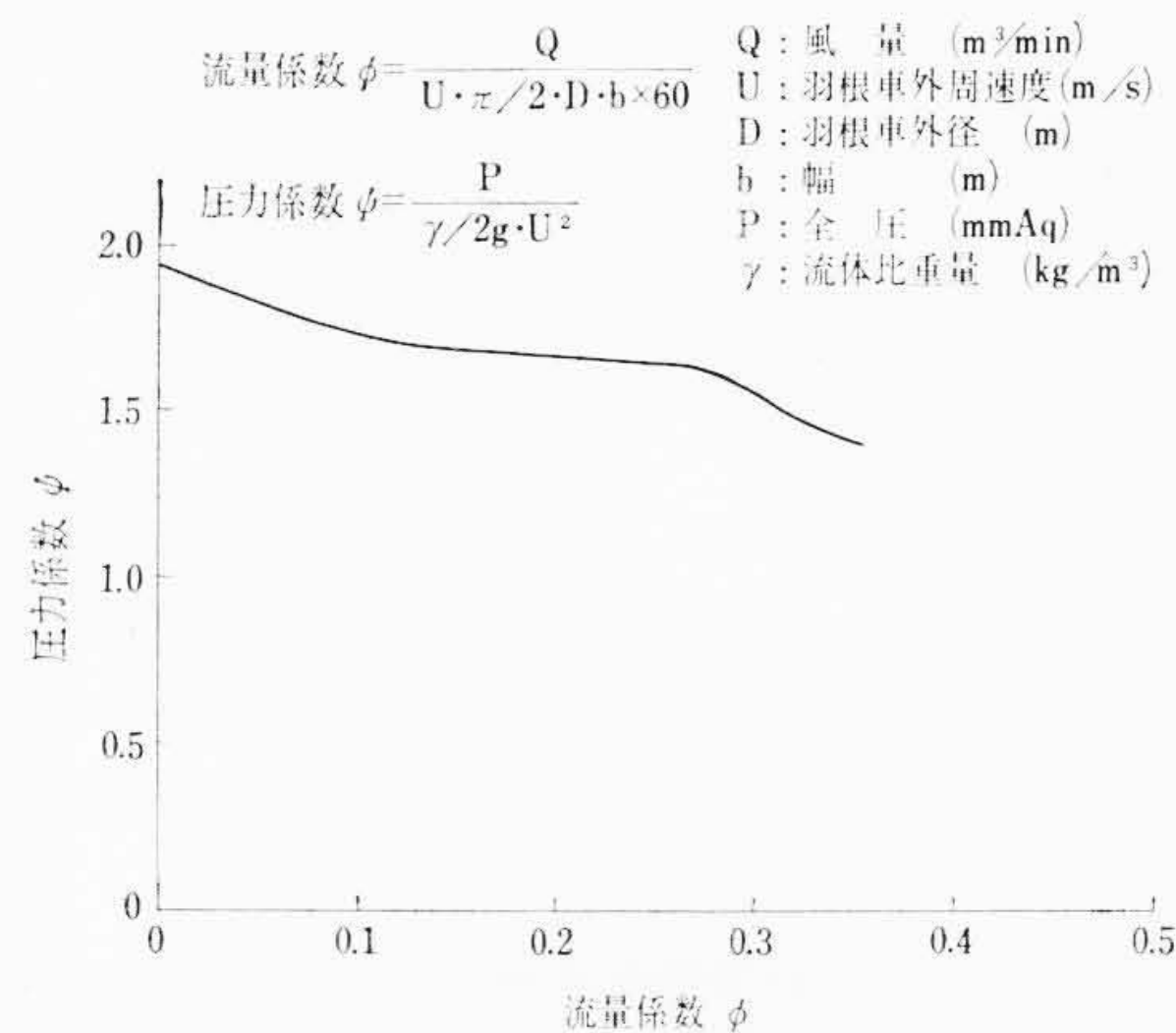


第 22 図 日立電子式空気清浄器用送風機の一般特性

ルフィルタ、電気集じん器、活性炭フィルタ、陰イオン発生器を使用した。配置は第 19 図に示すとおりである。第 20, 21 図は EP-100 形、EP-200 形日立空気清浄器の外観図である。

メカニカルフィルタは風速約 1 m/s のとき  $10\mu$  くらいのじんあいを 40~50% の集じん率で捕える連続気泡性ポリウレタンフォームであるが、これを最前部に設置したのは、粗じんあい(たとえば長繊維状じんあいなど)をここで完全に除去して電気集じん器の異常放電の原因となることを防ぎ、また電気集じん器のコロナ電流が他の除じん法では捕えることのできない  $0.1\sim 0.01\mu$  という微細なじんあいを捕えるのに効果的に用いられるよう考慮したためである。

活性炭フィルタは室内空気中の臭気を除去するために使用したものであるが、コロナ放電で生じるオゾン、酸化窒素を吸着することでも大きな役割となっており、またじんあいによる汚損で寿命がいちじるしく短くならないよう電気集じん器の後部に設置した。



第 23 図 日立電子式空気清浄器用送風機の無次元特性

第 2 表 EP-100 形、EP-200 形日立電子式空気清浄器仕様表  
(カッコ内は EP-200 形の仕様)

|                 |         |                                              |           |
|-----------------|---------|----------------------------------------------|-----------|
| 定 格 電 圧 周 波 数   |         | 100 V                                        | 50/60 c/s |
| 入               | 力       | モートル 70 W                                    | 高圧電源 30 W |
| モ               | ー       | 4 極 コンデンサラン                                  |           |
| フ               | ァ       | 200φ×130 W シロコファン                            |           |
| 風 量<br>(m³/min) | c/s     | 50                                           | 60        |
|                 | ノッチ     | 3.8 (4.6)                                    | 3.4 (4.3) |
|                 | 3       | 3.0 (3.8)                                    | 2.7 (3.5) |
|                 | 2       | 1.7 (2.6)                                    | 1.5 (2.3) |
| 騒               | 音       | 42 ホン以下                                      |           |
| 電気集じん器有効面積      |         | 600 cm²                                      |           |
| 高 圧<br>電 源      | 発 振 回 路 | 陽極同調自励正弦波発振機 12GB7                           |           |
|                 | 高圧出力回路  | フライバックトランス半波倍電圧整流 1G3×2                      |           |
|                 | 出 力     | DC 10.5 kV                                   | DC 400 μA |
| 集じん可能 じんあい径     |         | 0.01~100 μ                                   |           |
| 陰イオン<br>発生器     | 入 力     | ピーク 10.5 kV 脈流, 0.2 μA                       |           |
|                 | 発 生 数   | 1×10 <sup>5</sup> 個/cc                       |           |
| メカニカル<br>フィルタ   | 材 質     | 特殊処理連続気泡性ポリウレタンフォーム                          |           |
|                 | 性 能     | 10 μ 以上 50% (10 μ 以上 60%)                    |           |
| 活性炭<br>フィルタ     | 活 性 炭   | ガス吸着用粒状活性炭 2φ×2~4 l                          |           |
|                 | 性 能     | クロールビクリン 80 分以上, JISK 1412                   |           |
| 安 全 機 構         |         | ドアスイッチ・ディスチャージャ, リーク抵抗故障表示用ネオンランプ            |           |
| 適 用 床、面 積       |         | 13 m², 11 人~29 m² 5 人 (13 m² 16 人~36 m² 6 人) |           |
| 外 形             |         | 535 W×385 D×340 H (510 W×240 D×815 H)        |           |
| 重 量             |         | 24.5 kg (29 kg)                              |           |

陰イオン発生器は発生した陰イオンがケース、ダクトその他にトラップされることがないように最後部に設置した。

## 5.2 送風機 の 特 性

処理風量は次式より算出される。

$$Q = \frac{1}{60} (1+k) \frac{V_r \cdot V_v}{V_n \cdot \eta} \quad (2)$$

ここに、 $Q$  : 処 理 風 量 (m³/min)

$V_r$  : 室 容 積 (m³)

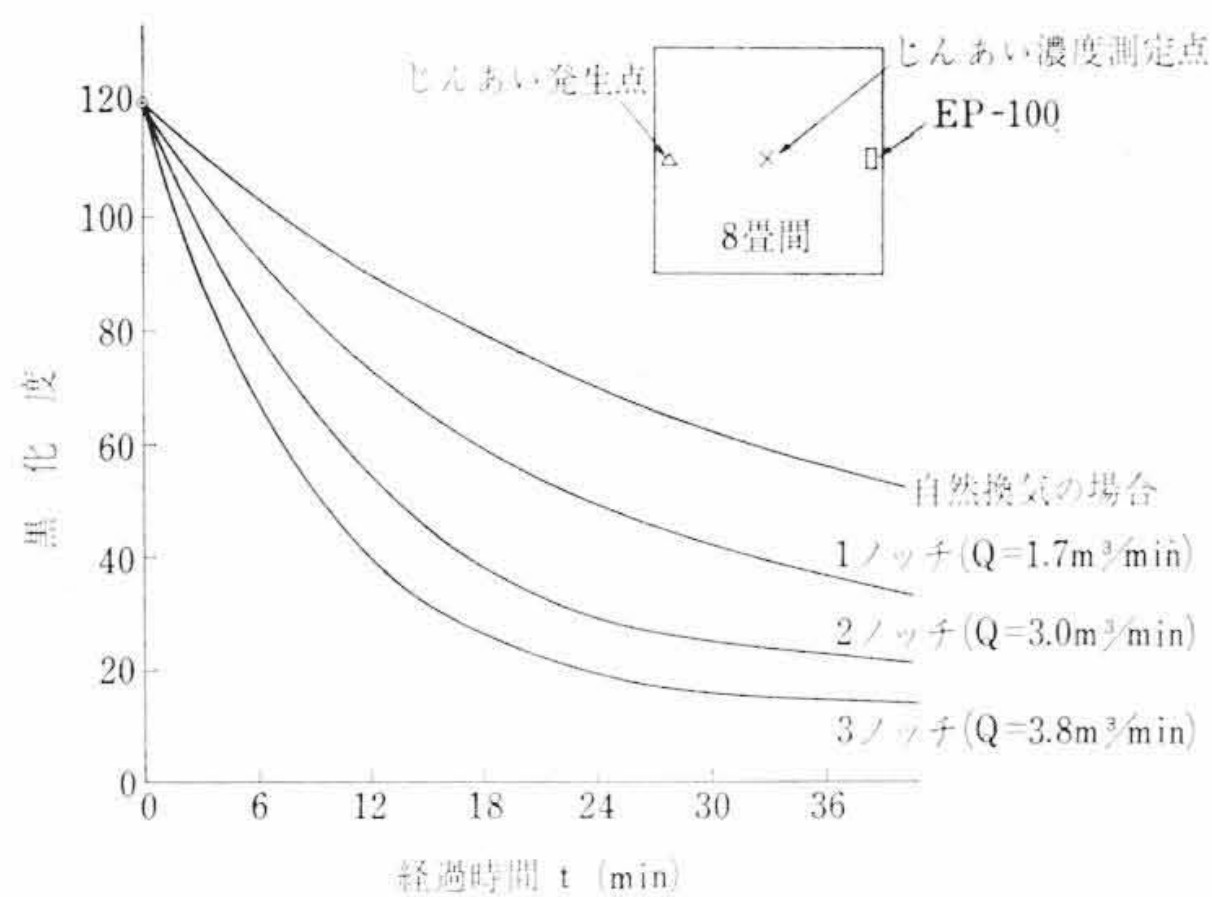
$V_v$  : 一人あたりの必要換気量 (m/h. head)

$V_n$  : 一人あたりの必要空気量 (m³/min)

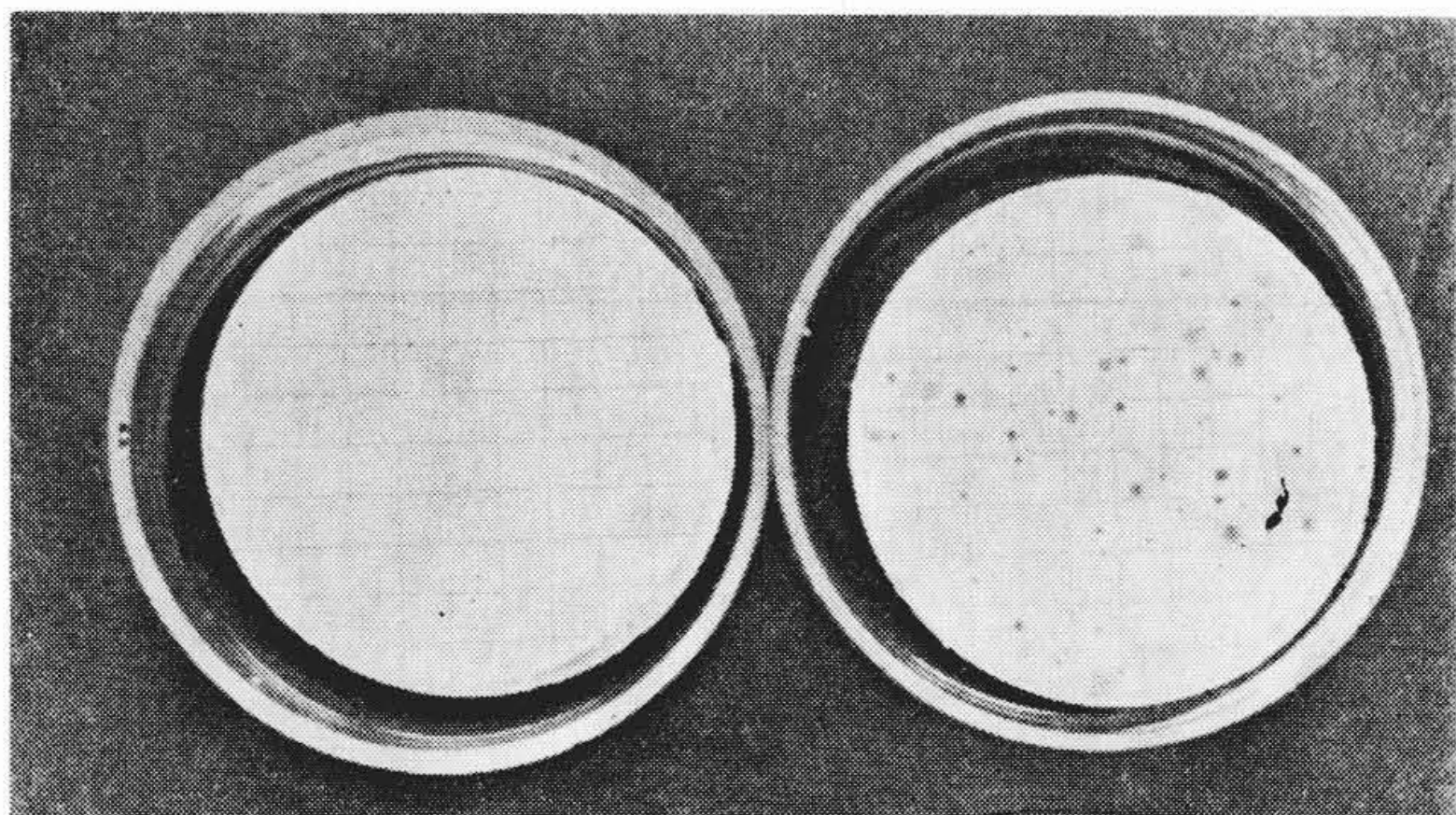
$\eta$  : 集 じ ん 率

$k$  : バイパス係数

EP-100 形空気清浄器の適用床面積は 29 m² (9 坪)、EP-200 形は 36 m² (11 坪) である。天井の高さを 2.5 m とすれば、処理風量はそ



第24図 EP-100形空気清浄器による室内浄化曲線



第25図 メンブランフィルタに培養された  
気中バクテリアコロニー

れぞれ3.8 m<sup>3</sup>/min、4.6 m<sup>3</sup>/minとなる。

第22図はファンの性能で、図中に示す実験装置で測定されたものである。ノーズギャップは16mm、効率は40%前後である。

第23図は流量係数、圧力係数を用いてファン特性を無次元化したものである。奥行きを小さくするためにモートルの一部をシロッコファン内部に納めたものとして良好な特性を示している。

### 5.3 室内浄化曲線と運転効率

EP-100形、EP-200形日立空気清浄器の仕様は第2表に示すとおりである。ここで日立空気清浄器の実用性能について述べる。

第24図はごく一般の8畳間和室で、線香10本をたいて発生したじんあいを測定した室内浄化曲線である。縦軸の黒化度は労研式じんあい計の読みで、じんあい濃度に比例する量である。

じんあい濃度は次式で表わされる。

$$n = \frac{m}{A} \left\{ 1 - \left( 1 - \frac{A}{m} n_0 \right) \right\} e^{-At} \dots \dots \dots (3)$$

$$A = A_0 + \frac{Q\eta\varepsilon}{V_r} \dots \dots \dots (4)$$

ここに、 $n$ ：じんあい濃度 (1/m<sup>3</sup>)

$t$ ：経過時間 (min)

$n_0$ ： $t=0$ のときのじんあい濃度 (1/m<sup>3</sup>)

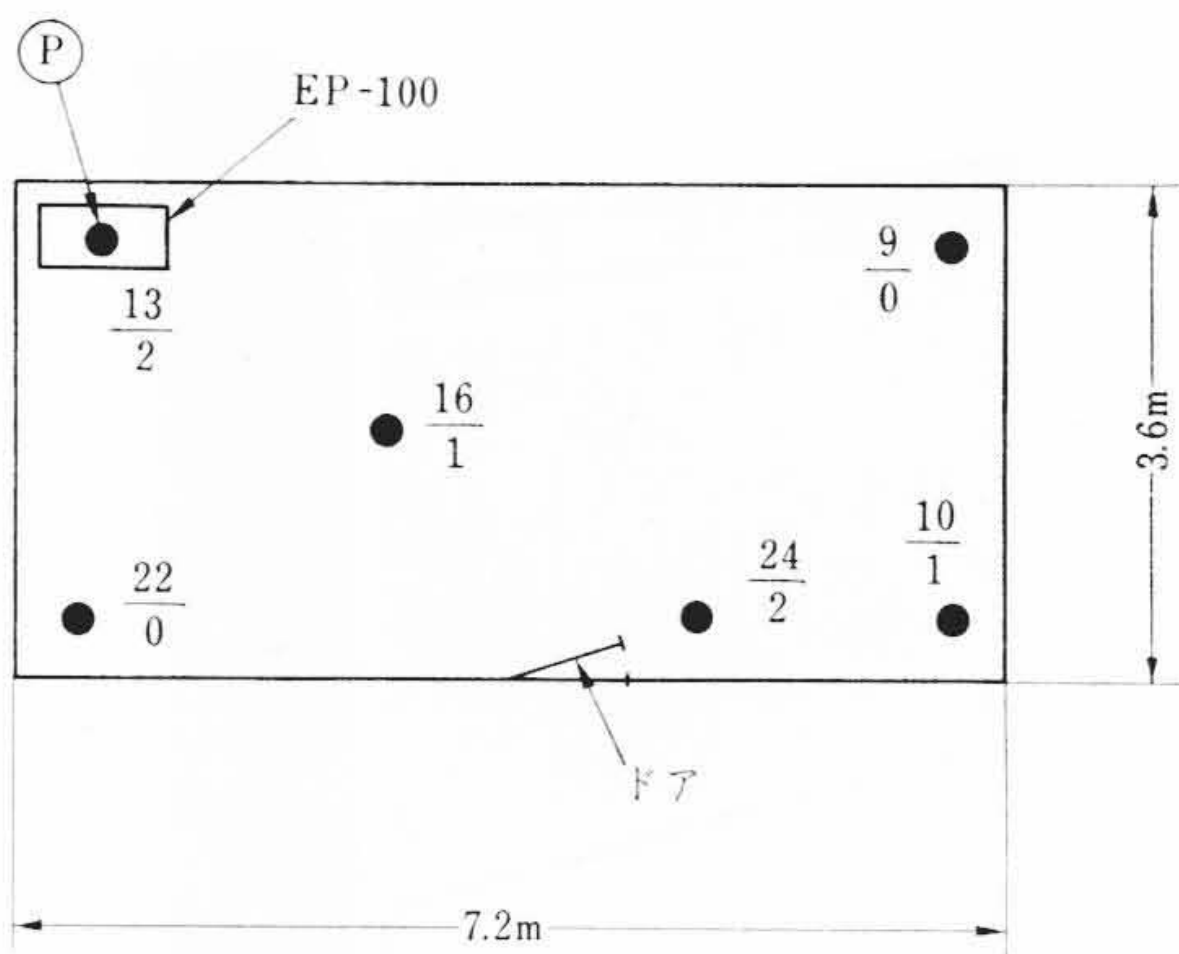
$m$ ：じんあい発生濃度 (1/m<sup>3</sup>・min)

$A_0$ ：自然換気定数 (m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>・min)

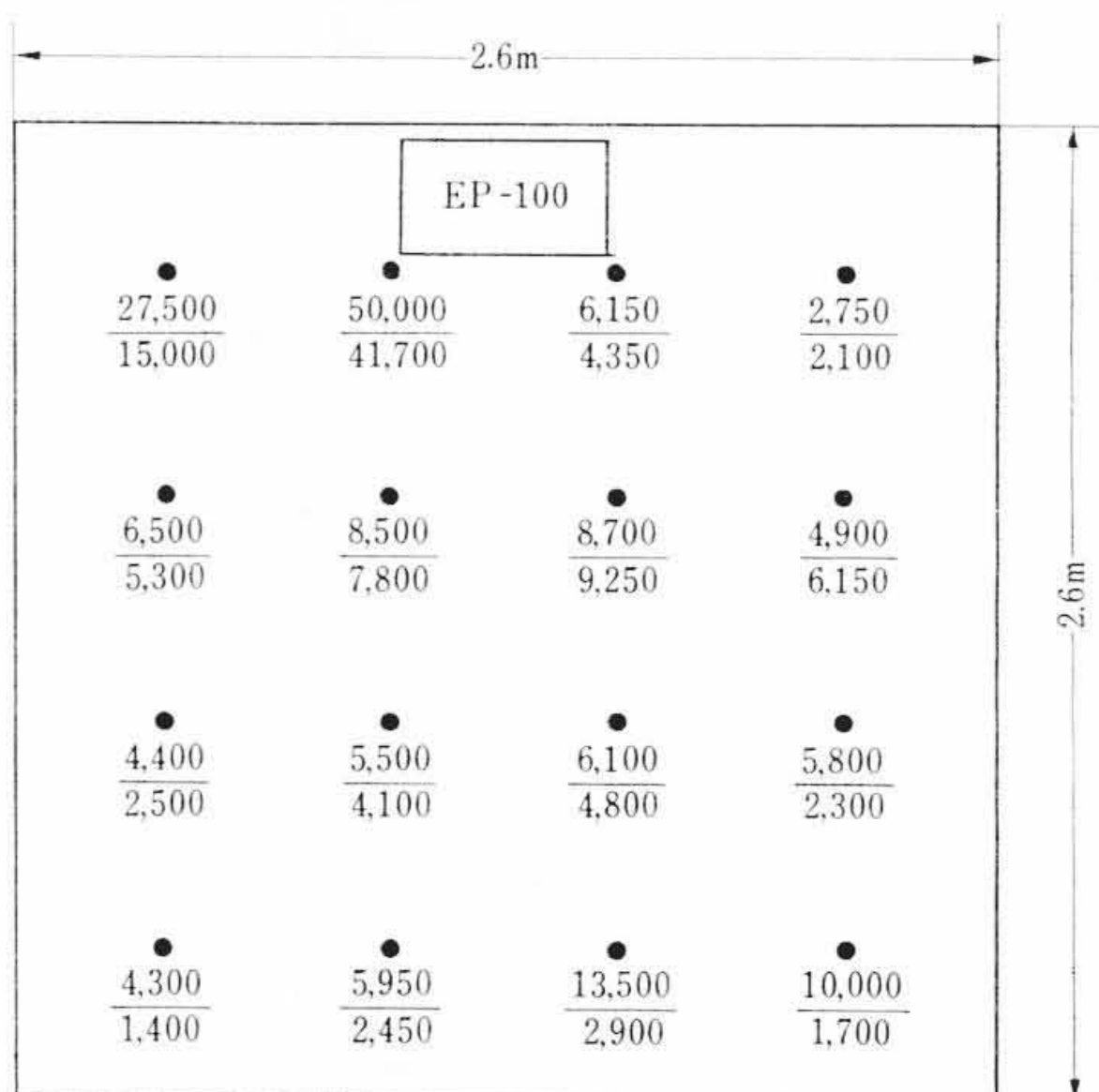
$\varepsilon$ ：運転効率

$m$ と $A_0$ は自然換気の場合の浄化曲線より求められ、第24図の実験の場合それぞれ1.31、3.78×10<sup>-2</sup>となる。この値を用いて3, 2, 1ノッチの場合の運転効率を求めると、それぞれ70%、53%、38%、3ノッチの $Q\eta\varepsilon/V_r$ は7.41×10<sup>-2</sup>となる。

運転効率 $\varepsilon$ は空気清浄器の空気吸込口、吐出口の位置、方向、風速比、部屋の大きさ、空気清浄器の置き場所、室内の空気通路の障害物などにより変わり、空気の循環の良さを表わす量である。



第26図 新生児室(16畳洋室)における落下菌テストの一例  
(分母は空気清浄器を運転しているときの落下菌数、分子は空気清浄器を運転していないときの落下菌数)



(高さ1.3mのところの陰イオン個数)  
(高さ0.85mのところの陰イオン個数)  
(天井の高さ2.7m、1.43、室温16℃、湿度65%)

第27図 室内陰イオン分布の測定例

(4)式の $A$ は清浄効果の良さを表わす量で、右辺第1項 $A_0$ は自然換気による清浄効果、第2項 $Q\eta\varepsilon/V_r$ は空気清浄器による清浄効果である。 $Q\eta\varepsilon/V_r$ は $A_0$ の約2倍の値を持ち良好である。

### 5.4 殺菌効果と脱臭性能

第25図はメンブランフィルタに培養された気中バクテリアコロニーで、吐出口空気のコロニーは全然ない。

第26図は病院の新生児室における落下菌数をハートインフュージョン寒天培地により調べたもので、空気清浄器の運転によりいちじるしく減少していることがわかる。なお図中①は培地を空気清浄器(脚付)の真下に置き、その他は床より70cmの高さに置いて測定した。

種々の臭いに対する実用実験(嗅覚テスト)により良好な結果を得ている。なおオゾン、酸化窒素は測定器では検出されず、ともに0.01ppm以下と推定される。

### 5.5 陰イオンの室内分布

第27図は陰イオンの室内分布の一例で、十分のイオン発生量を得ている。

## 6. 結 言

以上、家庭用の小形空気清浄器に適した電気集じん器、陰イオン器、高圧電源などの研究について述べ、またこれらの研究を基に開発した日立電子式空気清浄器の諸特性について概説した。

近年ますますはげしくなる大気汚染に対して、家庭での非常に有効な自衛手段を提供し得たと信じている。

最後に本開発研究にあたり、とくに協力いただいた日立製作所多賀工場、横浜工場、国分工場、日立研究所の関係者各位に厚く感謝の意を表する。

## 参 考 文 献

- (1) 諫早：日立評論別冊論文集，日立製作所日立研究所創立三十周年記念論文集，44～55（昭39-11）  
 (2) J. B. Thomas ほか：AIEE Tr., Pt. I, 80, 315～320（1961）

- (3) 木村，谷口：医学領域における空気イオンの理論と実際（昭13-5 南山堂）  
 (4) 安倍：産業環境工学 II-15  
 (5) I. H. Kornbluh：Amer. J. of Phys. Med., 37, 18～27（1958）  
 (6) J. C. Beckett, A. P. Krueger：AIEE Tr., Pt. II, 80, 695～698（1961）  
 (7) A. P. Krueger, R. F. Smith：J. of Gen. Physiology. 44, 269～276（1960）  
 (8) たとえば加藤ほか：電気試験所彙報 26, 923～928（昭37-12）

## 特 許 と 新 案

## 最近登録された日立製作所の特許（その3）

（39頁よりつづく）

| 特許番号   | 名 称                                                 | 氏 名    | 特許登録日     | 特許番号   | 名 称                             | 氏 名    | 特許登録日     |
|--------|-----------------------------------------------------|--------|-----------|--------|---------------------------------|--------|-----------|
| 421328 | 燐 酸 素 ほ う ろ う                                       | 及川 充夫  | 39. 3. 9  | 421330 | 無 接 触 開 閉 器                     | 橋本 英明  | 39. 3. 9  |
| 419913 | 高速度磁心マトリックス記憶方式                                     | 忠美 泰   | 39. 2. 19 | 421331 | 自 動 交 流 溶 接 装 置                 | 小室 孝次郎 | "         |
| 419930 | 放電加工または超音波加工工具の製造方法                                 | 島林 秀勝  | "         | 421334 | 電 気 集 塵 器 の 放 電 極               | 牧田 清   | "         |
| 419932 | 直 進 型 ク ラ イ ス ト ロ ン                                 | 真小 達   | "         | 421335 | 電 気 集 塵 器 の 放 電 電 極             | 牧田 清   | "         |
| 419952 | 電 子 線 装 置                                           | 西沢 達   | "         | 421336 | 電 気 集 塵 器                       | 牧田 清   | "         |
| 419964 | 線 型 加 速 器                                           | 寺尾 猛洋  | "         | 419916 | 焼結型電解蓄電気の陽極体化成法                 | 高井 輝雄  | 39. 2. 19 |
| 419967 | 析 出 硬 化 性 銅 合 金                                     | 竹金 信二郎 | "         | 419917 | 溶 接 回 路 の 通 電 制 御 装 置           | 柏木 洋英  | 39. 2. 19 |
| 417884 | 負 荷 時 タ ッ プ 切 換 方 式                                 | 片桐 明嗣  | "         | 419923 | 鉄 心 特 性 の 測 定 法                 | 山田 新一  | "         |
| 417891 | 直 流 逆 電 流 検 出 装 置                                   | 前川 明雄  | "         | 419934 | 高周波変換器の転流失敗保護方式                 | 金沢 信二  | "         |
| 417892 | ベ ル ト 起 電 機                                         | 土井 俊雄  | 39. 1. 21 | 419944 | 抵 抗 溶 接 用 電 極                   | 戸田 忠喜  | "         |
| 417893 | 自 動 交 流 発 電 機 短 絡 保 護 回 路                           | 桜西 義善  | "         | 419959 | 絶 縁 被 膜 を 鋼 板 に 形 成 す る 方 法     | 神力 井孝  | "         |
| 417894 | 直 流 高 電 圧 発 生 装 置                                   | 池本 正一郎 | "         | 419970 | 電 気 車 制 御 装 置                   | 坪小 芳文  | "         |
| 417896 | 密 閉 母 線 の 接 続 部                                     | 杉本 昭男  | "         | 419972 | プ ラ ズ マ ジ ェ ッ ト 装 置             | 八木 秀利  | "         |
| 417899 | 自 動 式 交 流 同 期 発 電 機 に よ る 線 路 充 電 方 式               | 堀井 清伸  | "         | 419976 | 誘導電動機の無仮変速制御装置                  | 一高 木橋  | 39. 1. 21 |
| 419924 | 遠 方 制 御 極 性 切 換 回 路                                 | 佐藤 武俊  | "         | 417876 | 半 導 体 素 子 の 製 法                 | 伴野 正一  | "         |
| 419926 | 空 気 遮 断 器                                           | 井上 清吉  | 39. 2. 19 | 417907 | 半 導 体 光 電 素 子 の 製 法             | 上高 小林  | 39. 1. 22 |
| 419946 | 負 荷 時 電 圧 調 整 器 の 自 動 接 続 装 置                       | 吉田 修一  | "         | 417911 | 細 線 摘 え 装 置                     | 右佐 田恒  | "         |
| 419947 | 負 荷 時 電 圧 調 整 装 置 の 自 動 切 離 装 置                     | 中野 正俊  | "         | 419922 | ツ ェ ー ナ ダ イ オ ー ド               | 吉佐 藤興  | 39. 2. 19 |
| 419948 | 電 気 車 用 変 圧 器 の 巻 線                                 | 桑山 義喜  | "         | 419977 | 電 子 線 加 工 法                     | 右伴 高野  | "         |
| 419949 | 変 圧 器 に お け る リ ー ド 線 支 持 装 置                       | 桜西 義喜  | "         | 417890 | 三 相 電 動 機 用 保 護 継 電 器           | 東田 竜省  | "         |
| 419956 | 密 封 型 変 圧 器                                         | 前川 愛一  | "         | 417909 | 放 射 線 測 定 装 置                   | 上野 田智  | 39. 1. 21 |
| 419966 | 耐 汚 損 多 間 隙 装 置                                     | 前川 治尚  | "         | 421305 | 電 子 式 制 御 方 法                   | 矢比 清一  | 39. 1. 22 |
| 419973 | 同 期 電 動 機 運 転 装 置                                   | 沢田 淳一  | "         | 421311 | 切 換 弁                           | 比見 哲一  | 39. 3. 9  |
| 421999 | サ ン プ ル 回 路                                         | 益田 武雄  | 39. 3. 25 | 419914 | 磁 気 共 鳴 装 置 用 磁 場 測 定 装 置       | 安識 沼   | "         |
| 421995 | 自 動 制 御 装 置                                         | 三浦 武純  | "         | 419920 | 変 調 型 直 流 増 幅 器                 | 赤岡 哲夫  | 39. 2. 19 |
| 422008 | 低 圧 メ タ ル ク ラ ッ ド 配 電 盤 用 遮 断 器 の 操 作 位 置 切 換 装 置   | 岩田 健夫  | 39. 3. 27 | 419925 | 位 相 差 検 出 装 置                   | 小肥 善八  | "         |
| 422012 | 揚 水 発 電 所 ポ ン プ 起 動 制 御 方 式                         | 坂本 昭賢  | "         | 419960 | 電 子 式 接 地 リ レ ー の 自 己 保 持 回 路   | 阿小 部善  | "         |
| 419965 | 射 出 成 形 機 に お け る ノ ズ ル 装 置                         | 大瀬 恭介  | 39. 2. 19 | 419963 | 電 子 サ イ ク ロ ト ロ ン 共 鳴 加 熱 装 置   | 安原 皓一郎 | "         |
| 419974 | 電 気 車 制 御 装 置                                       | 岡山 義雄  | "         | 419969 | 恒 温 槽 温 度 制 御 装 置               | 渡山 房重  | "         |
| 419938 | 横 型 主 幹 制 御 器 の デ ッ ド マ ン 装 置                       | 今泉 健昭  | "         | 421997 | 変 調 型 直 流 増 幅 器                 | 小松 重和  | "         |
| 419939 | 横 型 手 動 制 御 器                                       | 高佐 健三  | "         | 417916 | 恒 温 装 置                         | 百山 本太  | "         |
| 422011 | 横 型 射 出 成 形 機 に お け る 移 動 ダ イ プ レ ー ト の 荷 重 受 台 装 置 | 高松 健介  | 39. 3. 27 | 419911 | マ グ ネ ッ ト の 運 動 持 続 装 置         | 永田 文重  | 39. 3. 25 |
| 422014 | 推 力 軸 受 装 置                                         | 各務 真郷  | "         | 419928 | ブ リ セ ッ ト チ ュ ー ナ ー             | 猪井 重樹  | 39. 1. 22 |
| 422017 | 潤 滑 油 給 油 作 用 を 行 な う ビ ス ト ン 装 置                   | 各務 真郷  | "         | 419968 | ラ ジ オ 受 信 機 の 同 調 指 示 装 置       | 久藤 石節  | 39. 2. 19 |
| 422018 | 潤 滑 油 給 油 作 用 を 行 な う ビ ス ト ン 装 置                   | 各務 真郷  | "         | 419971 | 同 調 位 置 信 号 抽 出 方 式             | 朝島 保泰  | "         |
| 422016 | 潤 滑 油 給 油 作 用 を 行 な う ビ ス ト ン 装 置                   | 各務 真郷  | "         | 422002 | 反 射 型 速 度 変 調 管                 | 横山 章喜  | 39. 3. 27 |
| 417897 | 軸 受 シ ャ ー                                           | 岡野 金平  | 39. 1. 21 | 417904 | 圧 縮 機 の 油 上 り 防 止 装 置           | 山崎 誠洋  | "         |
| 417960 | 集 塵 装 置                                             | 橋本 清隆  | "         | 419918 | 電 気 印 刷 法                       | 金佐 二   | 39. 1. 22 |
| 417905 | 位 相 検 出 方 式                                         | 越前 谷義人 | 39. 1. 22 | 419951 | 冷 凍 機 用 電 動 機 巻 線 の ワ ニ ス 処 理 法 | 波野 泰吉  | 39. 2. 19 |
| 421309 | 珪 素 鋼 板 に 無 機 絶 縁 被 膜 を 形 成 す る 方 法                 | 高林 乍喜  | 39. 3. 9  | 421996 | 電 子 印 刷 機 に お け る 印 刷 装 置       | 宮本 俊次  | "         |
| 421321 | 電 磁 ク ラ ッ チ 用 粉 体                                   | 神内 裕昭  | "         |        |                                 | 宮小 真男  | 39. 3. 25 |
| 421326 | 無 機 薄 板 状 結 晶 の 製 造 法                               | 竹内 瑞司  | "         |        |                                 | 田頭 叡   |           |
| 421327 | 銅 系 溶 浸 材 を 含 浸 せ し め た 鉄 系 焼 体 の 製 造 方 法           | 黒渡 中浩  | "         |        |                                 |        |           |
| 421329 | 電 気 集 塵 装 置                                         | 中戸 義武  | "         |        |                                 |        |           |
|        |                                                     | 宮崎 久典  | "         |        |                                 |        |           |
|        |                                                     | 竹内 早沢  | "         |        |                                 |        |           |
|        |                                                     | 諫荒 沢   | "         |        |                                 |        |           |