

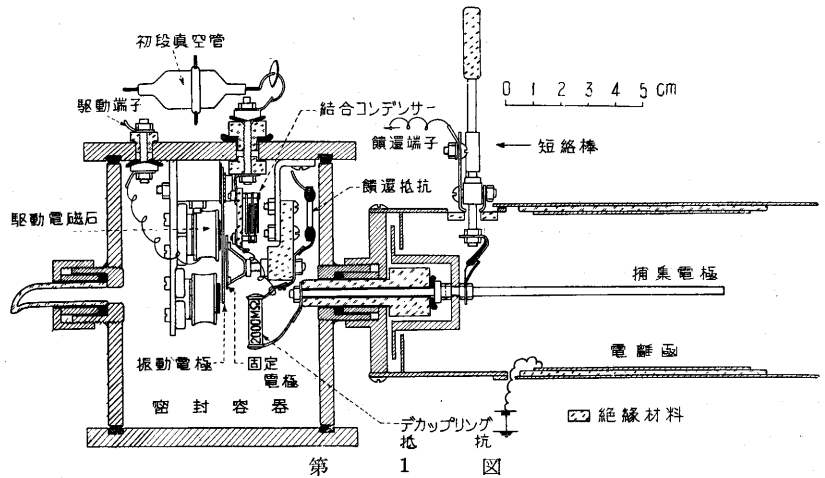
容量変換式微電流計の試作について

中 田 一 郎

微小電流の簡便な測定装置は多方面にわたって広い用途をもっている。その数例として、光電子、熱電子電流の測定、質量分析計、超高真空用電離真空計のイオン電流の測定、また電離函を併用して、X線γ線の定量、種々の放射線による気体中のイオン電流の測定などがある。こうした微小電流を測定する際に、電流が小さくて可動コイルを動かすことがむずかしい場合には、これを高抵抗に流して、一旦電圧に変えてから、別の方法で測定するのが普通である。この場合、電圧の測定方法は主として機械的電位計、および真空管電位計によるものと、標題の容量変換式電位計によるものが考えられる。この容量変換方式のものについては、既にParlevsky等による報告があり¹⁾、これから報告するものも原理的には全然同じであるが、細部について改良を施した点もあるので、要点を簡単にのべる。

なお、この装置は測定対照の内部抵抗が電位計の入力抵抗より十分に大きい場合、例えば大気中や高絶縁物中のイオン電流の測定するときには電流計として働くが、逆の場合、例えばトランジスタの光電流を測定するようなときには単に電圧計として働くにすぎない。

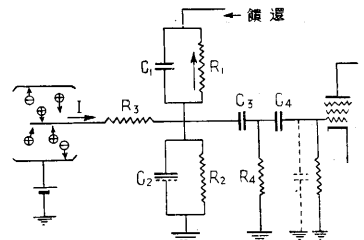
まず第1図は密封した容量変換部と、それに取付けた電離函で、この部分の等価回路を



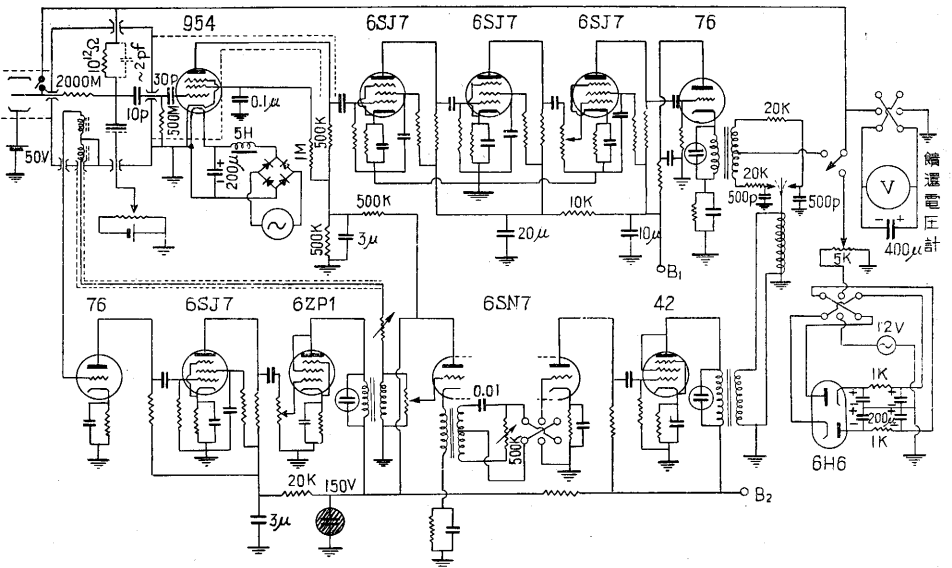
第 1 図

第2図に示す。第3図は全回路である。

動作を第2図について簡単に説明する。電離函から流入する電荷によって、



第 2 図



第 3 図

振動容量 C_2 に準直流電圧がかかる。これは振動的容量変化によって、交流に変換され、増幅同期整流をへて、 C_2 にかかっている電圧を打消すような電圧を自動的に饋還するので、その結果として、電離函からの入力電流は殆んど全部が饋還抵抗 R_1 を流れることになる²⁾。ここで R_1 の値がわかっているから、饋還電圧を読んで入力電流を知ることができる。この電位計の感度は 1mV であるので、 R_1 として $10^{12} \Omega$ のものを用いると、大体 10^{-11} 乃至 10^{-15} アンペアの電流が測定される。 R_2 は絶縁支持台の漏洩抵抗であって、饋還抵抗の 100 倍以上であることが望ましいので、できるだけ優秀な絶縁材料を用いなくてはならない。ここではポリスチロールを用いている。 C_3, R_4, C_4 は初段管の格子電流が雑音として測定値に加わることを除くために挿入したものである。

饋還抵抗はパイレックスガラスにゲルマニウムを真空蒸着したものを用いた。抵抗としては完全なものでなく、 $3 \sim 10 \times 10^{12} \Omega$ の範囲で値がゆるやかに変わるので、電流の絶対測定を行うためには抵抗値の較正が必要になる。この電位計は、そのまま高抵抗計として動作するので、較正を行うことは容易である。抵抗値の温度による変化は 1° 当り大体 2%，電圧に対しては動作範囲である 10 V まで変化はない。入力電流に対する指示の時定数は大体 $C_1 R_1$ できまり、20秒程度であるので指示が一定値に落ち着くまでに 2~3 分を要する。なお電流が流れ込んだ場合に、振動容量部の電圧は変化しないような饋還方式をとっているので、電流指示の時定数には、結合コンデンサの容量を含めた振動容量部の容量は関係しない。

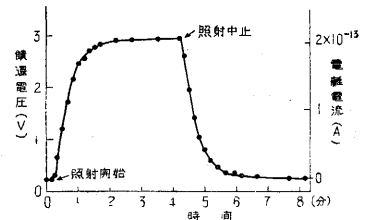
次に振動電極であるが、振動するものを用いるという点がこの方式の大きな欠点の一つになっている。ここでは簡便で安定な振動をうるために、音叉発振器の方式を採用した。第 1 図に示してあるように 2 個の電磁石が振動電極の裏に固定してあり、電極の変位を一方の電磁石によって電流変化として取出し、それを電力増幅して、隣りの電磁石に加えて、同じ電極を駆動するという方法によって、振動電極をその共振点で安定に動作させることができる。採用して一年半になるが全然不便はない。振動電極は駆動電源の電氣的遮蔽も兼ねているので、(4.0 × 3.5 × 0.05) cm の広い鋼板を用いている。振動数は 220 サイクル、固定電極は同じ材料から作ったもので、振動電極とは 0.5mm 程はなれている。両面にはニッケル鍍金を施してある。両面は同じように処理したのであるが、0.1~0.2 V の接触電位差がでている。しかしその揺動は一日に 4~5mV であるので測定の際にはならない。指示の零点調整を行うために振動電極はアースから絶縁して、適当な電圧をかけるために電位差計に接続してある。なお、接触電位差およびゲルマニウム膜の高抵

抗は大気中の湿度などによって大きく変わるので、変換部は乾燥空気を注入して密封してある。

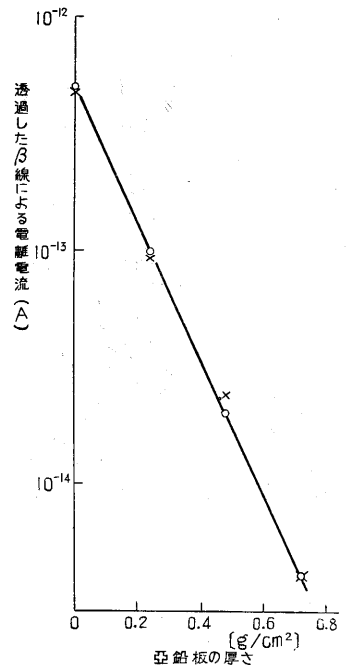
第 1 図の右の部分は電離函で大気中に曝されている。内側の円筒に 50V の直流電圧が加えてあり、この中で発生した電荷はその電場によって、中心部の捕集電極に集められて変換部に流れ込む。この電離函は取外しができる。短絡棒は紙面に垂直に動かして、入力点の開閉を行う。この場合、短絡棒には示零用饋還電圧がかけられている。なお、短絡棒はアースに接続すると短絡効果はないから注意しなくてはならない。

初段管としては、小型の UN-954 を使用している。電源のハムが入らないように、この管のヒーターだけはエリミネーターを通した直流電圧を用いている。初段管の出力は 100db 程度に増幅してから有極リレーによる同期整流を行って、雑音を減らすと同時に正または負の符号をもった饋還用電圧を取出す。この出力電圧は時定数の大きな平滑回路を通して適当な直流にして饋還する³⁾。この場合の指示と安定性については既に詳しく報告してある³⁾。

装置の要点は大体以上である。終りに測定結果として $0.5 \mu C$ の Sr^{90} より放射される β 線を使って、照射のときの指示の模様と、亜鉛板による透過特性をそれぞれ第 4、第 5 図に示す。(1955. 1. 17)



第 4 図



第 5 図

文 献

- 1) Palevsky et. al : Rev. Sci. Instr. 18 298 (1947)
Reese, Jr. : Nucleonics 6 40 (1950)
- 2) 中田・小川 : 生産研究 6 311 (1954)
- 3) 中田・小川 : 生産研究 5 59 (1953)