

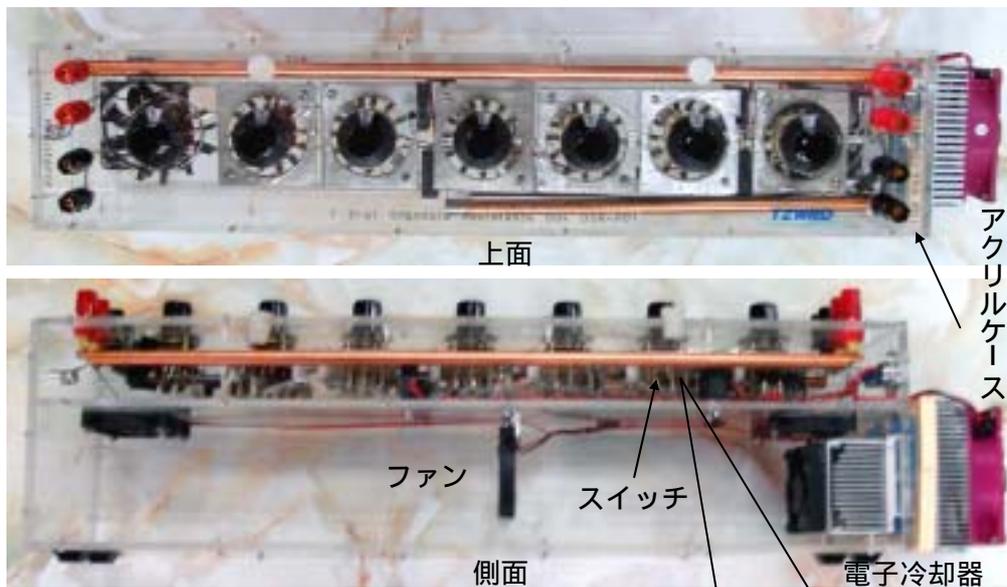
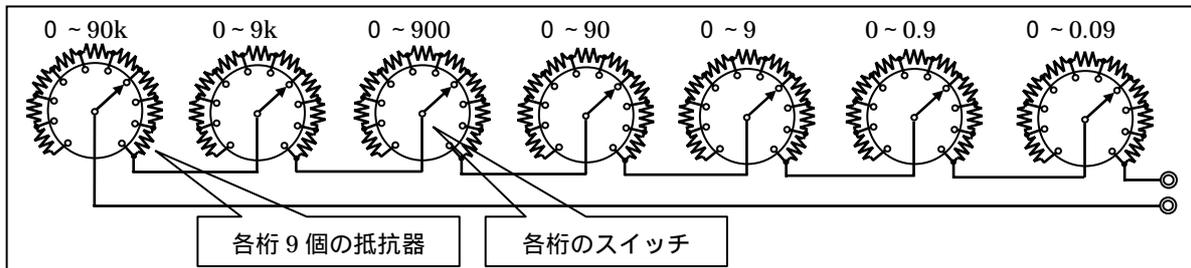
7桁標準可変抵抗器の製作上のノウハウ

業種：開発(区分：F)

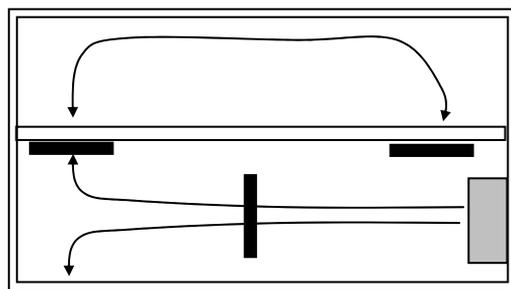
高精度な抵抗計の校正、入出力特性の直線性等の試験を行うには、次の性能を満足する標準可変抵抗器が必要である。

- ・ 抵抗器の所要の精度、分解能に対応した可変抵抗レンジ幅、設定分解能を有すること。
- ・ 環境温度変化に対して抵抗値が安定していること。
- ・ 経年変化が小さいこと。

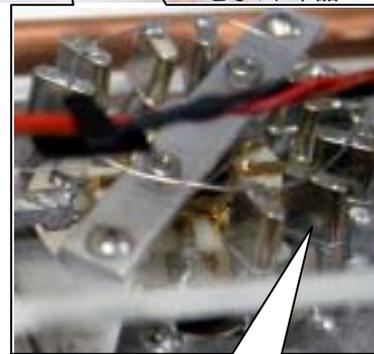
上記の条件を満たす既製品がないため、今回、標準可変抵抗器を製作した。この構成図と外観を次に示す。



電子冷却機能付き標準可変抵抗器



上部は温度均一槽、下部は温度発生槽



拡大

金属箔抵抗器

この抵抗器の製作において、所要の性能を満足するには、幾つかのノウハウが必要であり次に説明する。

(1) 標準固定抵抗器の選定、エージング

標準可変抵抗器は 63 個の標準固定抵抗器と 7 個のスイッチからなる。固定抵抗器の種類は多いが、温度係数が小さく、且つ、経年変化が小さいものが必要であり、その特性を有する固定抵抗器としては一般的には巻線型と金属箔抵抗器があるが、金属箔抵抗の方がより特性が良いため、これを選定する。但し、金属箔抵抗器であっても、製造直後においては抵抗値の経時変化が大きいため、エージングを十分に行う。エージング条件としては自然放置で十分であり、加速劣化のような特別の条件を与える必要はない。但し、自然放置でのエージング期間は最低でも半年間をかける必要があり、1 年後のドリフトは 1ppm/ 以下になることも多い。

(2) 機械式ロータリー・スイッチの選択

スイッチの接点抵抗の安定性が非常に重要である。今回、使用したスイッチは特注品であり、一接点当りの抵抗に関する仕様は 10mΩ 以下、経年変化 0.1mΩ 以下であり、2 回路を並列結合にして使用。

(3) 端子の選定上での注意

接触抵抗を出来る限り小さくするため金メッキ仕様とする。金メッキの下地の材質、処理方法についても注意する必要がある。

(4) 電子冷却器による温度制御

配線の接続点、スイッチの接点等に熱起電力が発生し誤差要因となるため、電子冷却器により温度制御を行う。抵抗器とスイッチが入っている槽内温度を均一にするため槽は 2 重にし、且つ、DC ファンで十分に空気を攪拌する。その際、DC ファンの選定にも注意する。DC ファンから発生するノイズが大きいと、誤差要因になる。

(5) 配線上での注意

配線に厚い銅板、太い銅バー等を用い、配線抵抗は可能な限り小さくする。

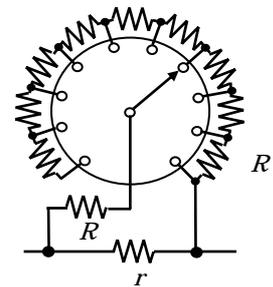
(6) 0.1 以下の可変抵抗の作り方

0.1 以下の単位の固定抵抗を得ることは困難であるため、右図の Waidner-Wolf 回路に従って製作する。

一ステップの抵抗値の変化幅を R とすると、回路の合成抵抗の変化幅 R_p は次式で与えられる。

$$\Delta R_p = \left(\frac{r}{R} \right)^2 \Delta R$$

例えば、 $R_p = 0.01$ で製作する場合、 $r = 0.1$, $R = 1$, $R = 1$ で製作し、 $R_p = 0.001$ で製作する場合、 $r = 0.1$, $R = 1$, $R = 0.1$ で製作すれば良い。



Waidner-Wolf 回路