

電圧の測定

電圧と言えば、一般によく使われる電気量ですが、正確でかつ精密に測定しようとするとき、測定対象にあわせて測定方法などを考慮しなければいけません。

1 電圧の測定と入力抵抗

(1) 指示計器の場合

指示計器の指針を動かすには、それだけのエネルギーを必要とします。この場合、測定される側がそれだけのエネルギーを供給しなければ指針は振れませんし、逆に計器のほうも必要とするエネルギーを得ようとするならば、入力抵抗をあまり高くすることができません。普通、指示計器の入力抵抗は、数 \sim 数 M 程度です。第1図のように、測定対象となる電圧源に内部抵抗がある場合、計器の入力抵抗が低いと、誤差を生じてしまいます。これがより低い電圧（数 mV ）になると計器の入力抵抗も低くなるので、電圧源の内部抵抗だけでなく、リード線の抵抗までもが誤差要因となってしまいます。

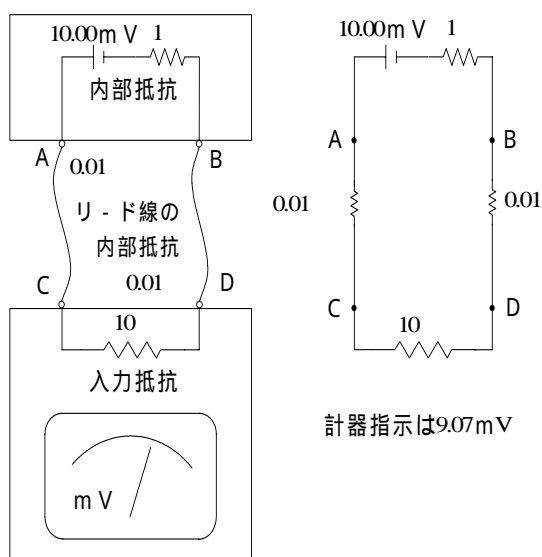


図 1

(2) 電位差計の場合

測定器の入力抵抗を高くすれば、測定対象の内部抵抗などの影響を受けにくく、測定精度も良くなります。このような目的で使われるのが電位差計です。原理的には零位法なので、測定対象から、ほとんど電流を取り出さないで測定することができます。言い換えると、測定対象から見て、測定系の抵抗を非常に高くすることが可能となり、精度的には、各ダイヤルの精度と検出器の感度によってきまると言えます。

(3) デジタル電圧計の場合

指示計器並の測定の容易さと電位差計のような高精度な測定を可能にしたのがデジタル電圧計で、電子回路によって数 $\mu V \sim 1000V$ 程度までと広範囲にわたって、高い入力抵抗を持っています。精度的には、指示計器クラスのものから ppm オーダーのものまであり、特に高精度なものでは、入力抵抗も 10G 以上といったものがあります。

2 低い電圧 (mV 以下) を測るには

このあたりの電圧になってくると、普通の指示計器での測定は難しくなってくるので、電氣的に増幅して測定する方法（電子電圧計、デジタル電圧計）や電位差計（直流）などが用いられます。しかしながら、測定系に重畳される外乱の影響が大きくなるので、この影響を考慮することが大切です。

(1) 直流の場合（熱起電力）

これは、異種金属の接合において、双方の間に温度差が生じることによって発生します。ですから、その要因となる異種金属の接合と温度差がないよう

にすれば良いのですが、実際には、これらの要因をすべて取り除くことは極めて難しいので、熱起電力をできるだけ小さくするよう次のような配慮が必要です。熱起電力が小さくなるような材質の組み合わせ、空調等、周囲の温度に注意する。接合部（端子等）を手で触ったときは、熱起電力がおさまるまでしばらく時間をおく。（第2図）

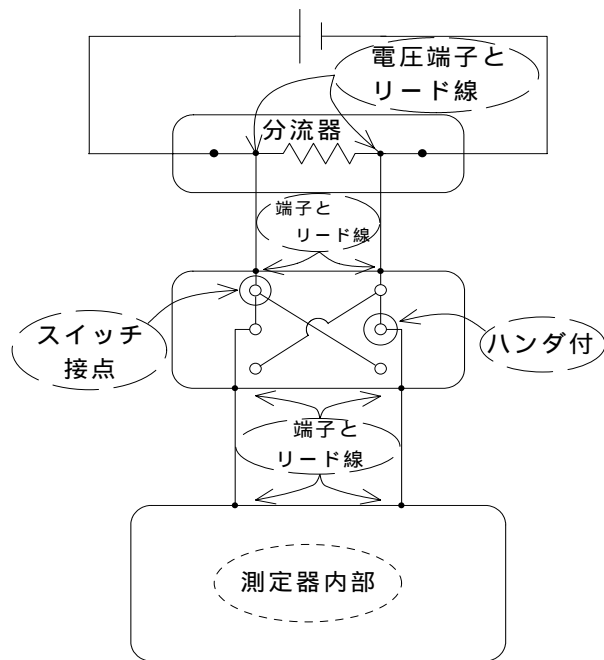


図2 熱起電力の発生源

（静電気）

これは、測定系の抵抗が非常に高い場合（ほとんど電流が流れない）、ある電荷をもったものを近づけると、測定系に分極が生じることによるものです。したがって、測定系全体の抵抗を低くする、測定器やリード線をシールドする、静電気が起きないようにする、などの配慮が必要です。

（2）交流の場合（電磁誘導）

直流では、平均化されるのでそれほど問題になりませんが、交流の場合には大きく影響します。この電磁誘導の内、リード線で重畳されるものは、2本のリード線をより線にすることにより、ある程度防ぐことができます。しかしながら、測定電圧が低くなればなるほど、また、測定器の入力抵抗が高くなればなるほど、電磁誘導が測定値に及ぼす影響は大きくなります。したがって、交流では入力抵抗を高くすることによって、かえって誤差要因や不安定要

因を増やすことになるので、一般に交流の電圧測定器の入力抵抗（入力インピーダンス）は、直流に比べると低くなっていることに注意しなければなりません。

低電圧の測定では、熱起電力、静電気、電磁誘導などの比較的小さな現象も大きく影響することを考慮しなくてはなりません。

3 高い電圧（1000V以上）を測るには

高電圧の測定で考えられる方法としては、静電電圧計、分圧器+電圧計、倍率器+電圧計又は電流計、VT+電圧計などがありますが、それぞれの特徴を把握して使用したいものです。

（1）静電電圧計

それ単体で測定ができ、原理的には、二つの電極間の吸引反発によって指針を駆動するもので、交直両用で使えるほか、電極間が絶縁されているため、入力抵抗が極めて高いという特徴がありますが、精度としては1.5級程度です。

（2）分圧器+電圧計

この場合、分圧抵抗の両端に電圧計を接続するわけですから、分圧器の抵抗値と電圧計の入力抵抗を考慮する必要があるほか、測定対象から見れば、分圧器の抵抗が入力抵抗になることも考えなければなりません（第3図）。この分圧器の抵抗値は、その定格電圧によっても様々ですが、内部の抵抗が発熱し、時間とともに値が変化したり、抵抗値が高くなると、リークによる影響がでてくるので、あらかじめそれらの特性を把握し、また、端子間などでリークを生じないように汚れなどに気を付ける必要があります。この外にも、数十kVといった電圧になると、コロナ放電による誤差もあります。普通、分圧器を使用する場合、入力抵抗の高い直流電位差計やデジタル電圧計などが組み合わせられますが、分圧器とデジタル電圧計の組み合わせで一体化したデジタル高電圧計などもあります。

(3) 倍率器+電圧計・電流計

分圧器と同様の注意が必要ですが，組み合わせられる指示計器が電流計の場合には，計器の入力抵抗が低いので，リード線の抵抗が誤差になる可能性があることに気を付けなければなりません。

(4) VT+電圧計

交流の場合，VT によって容易に電圧を変えられることから，2 次電圧 110V，150V の VT と電圧計の組み合わせがよく使用されます。しかしながら，VT は 2 次側の負担によって値が変化するので，組み合わせる電圧計によっては誤差が大きくなります。いずれの場合でも高電圧を取り扱う場合は，アースを必ず取るなど安全面の注意が何よりも大切です。

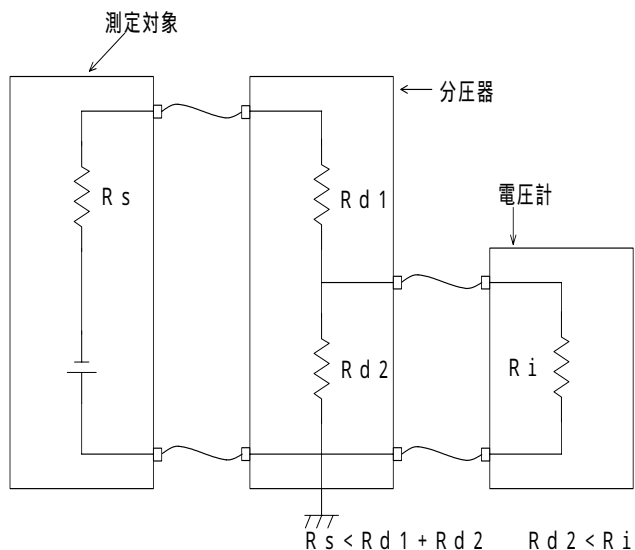


図 3