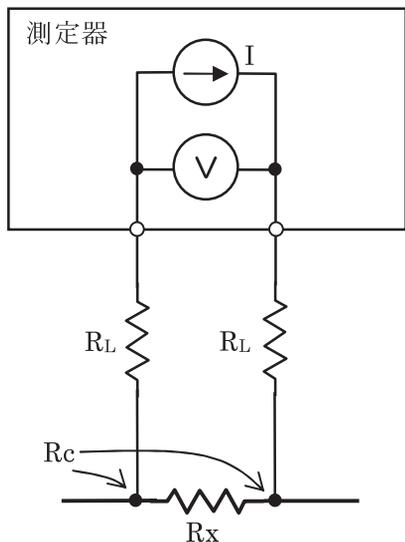


低抵抗の測定方法

銅、アルミや合金のように電気を通しやすい物質の導電率を求めたり、電線の抵抗値や配線接続部分の接触抵抗を求める際に必要となる低抵抗の測定方法について解説します。

2線式と4線式

一般に抵抗値を測定する場合、図1に示すように、未知の抵抗と測定器との間には、2本のリード線で接続されます。この方法を2線式といいます。



R_L : リード線の抵抗 I : 試験電流
 R_x : 未知の抵抗 R_c : 接触抵抗

$$\frac{V}{I} = R_x + (R_c + R_L) \times 2$$

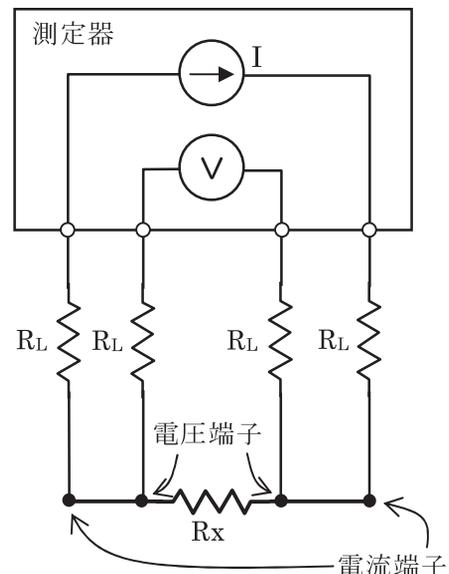
図1 2線式測定回路

リード線の抵抗や接触抵抗が測定誤差につながります

2線式で注意すべきなのは、未知の抵抗と測定器との接続に使用されるリード線にも、1~10m程度の抵抗値が存在するということです。仮に未知の抵抗が100mΩでリード線の抵抗値が10mΩとすると、測定器が示す計測結果は120mΩ程度になります。加えて未知の抵抗とリード線との接続箇所には接触抵抗が存在し、さらに誤差を拡大することになります。未知の抵抗がこれらの誤差要因に比べ十分に大きい抵抗値を有するときは2線式で問題ありませんが、少なくとも100Ω以下の抵抗値を正確に測定したいと

きは2線式を避けるべきでしょう。

低抵抗を測定する場合、2線式が抱える誤差要因を無視することはできません。そこで、図2に示すように、未知の抵抗と測定器との間を、4本のリード線で接続します。この方法を4線式といいます。未知の抵抗の両端での接続点2箇所を電流端子、その内側での接続点2箇所を電圧端子と呼びます。合計4つの端子を有することから四端子法とも呼ばれます。



R_L : リード線の抵抗 I : 試験電流
 R_x : 未知の抵抗

$$\frac{V}{I} = R_x$$

図2 4線式測定回路

電圧計の抵抗値が極めて大きいため電圧端子につながるリード線の抵抗 R_L は無視できます

デジタルの測定器が当たり前となった今日では、図2の測定器内に描かれた電圧計が有する抵抗値は極めて大きく、電圧端子に接続されたりリード線の抵抗値やそこに流れる電流は無視することができます。

起電力による誤差への対策

低抵抗を測定する場合、図2の電圧端子間に発生する起電力が大きな誤差要因になりえます。起電力による誤差は、図3に示すように、電流

極性を反転する前の電圧と後の電圧を測定し演算することによって、取り除くことができます。

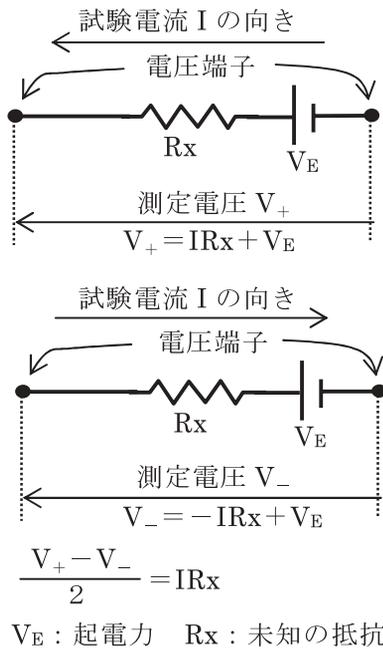


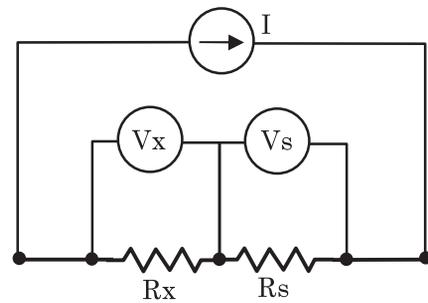
図3 起電力と電流の反転

電流を反転させて2回電圧計測をすることで起電力をキャンセルできます

試験電流はできるだけ大きくとると、電圧端子間の電圧が大きくなり、測定確度が向上します。しかし、あまり大きくとりすぎると、未知の抵抗は自身が発する熱により温度上昇し、その抵抗値は増大します。また同時に起電力も測定中に増大していき、前述の起電力の除去方法はうまく機能しません。試験品の温度を監視する必要があります。なお、一部の試験品では規格により試験電流または電圧が抵抗値に応じて規定されています。

変動する試験電流への対策

例えば金属棒2本を機械的に接続している製品のように、未知の抵抗内に接続部を有する場合には、不十分な機械的接合や酸化膜の存在などにより試験電流が変動し、測定が困難になることがあります。このような場合、図4のように既知の抵抗を未知の抵抗と直列に接続し、各々の電圧端子間に生じる電位差の比をとることで測定可能となることがあります。一般に既知の抵抗には未知の抵抗と同程度の抵抗値を有する図5に示す標準抵抗器を用います。



R_s : 既知の抵抗 R_x : 未知の抵抗
 I : 試験電流

$$R_x = \frac{V_x}{V_s} \times R_s$$

図4 既知の抵抗を用いた測定回路



図5 標準抵抗器

測定結果の再現性を確認するために、測定回路を構成するところからやり直して、再度測定してみると、十分な再現性が得られない場合があります。未知の抵抗そのものに再現性がない場合もありますが、電流端子を工夫することによって再現性が得られる場合もあります。例えばプラスチックにカーボン粒子など導電性を有する物質を混合した試験品の場合、その両端に導電ペーストを塗布して電流端子を形成することがあります。また、より線の抵抗値を測定する場合、その両端に端子を圧着して電流端子とすることがあります。

研究開発部第一部 エレクトロニクスグループ<西が丘本部>
 重松宏志 TEL 03-3909-2151 内線477
 E-mail : shigematsu.hiroshi@iri-tokyo.jp