

ホームページはこちら

<http://www.kawaguchidenki.co.jp>



振動容量型電位計の特徴と利点

2012年11月

株式会社川口電機製作所

近年、プラスチック、セラミック等の新機能材料の研究開発が盛んに行われている中、電氣的性能は材料評価に欠かせない評価試験となっています。

エレクトロメータは、電位、電流、抵抗、電荷といった電氣量を1台の測定器で評価できる測定器です。

現在、市販されている多くのエレクトロメータ^{※1}は、半導体プロセスの発達によりバイアス電流(オフセット電流)^{※2}の小さなFET入力演算増幅器(以下オペアンプと呼ぶ)が簡単に入手できるようになった為、これを用いたエレクトロメータが主流となっている。オペアンプが登場する以前には、振動容量型増幅器が使用されていた。

この振動容量型増幅器を用いた振動容量型電位計は、国内において現在確認できる限りでは1、2社しか製造しておらずそのうちの1社が当社、(株)川口電機製作所であり、製品としてはユニバーサルエレクトロメータ/MMAⅡ-17シリーズになります。

ここに振動容量型電位計の特徴と利点を簡単に紹介する。

※1：市場には、微小電流計、超高抵抗計等の名前で呼ぶ製品もありますが基本的にはエレクトロメータと同じ分類になっています。

※2：バイアス電流はオペアンプの半導体接合部で発生する漏れ電流(リーク電流)を言います。このバイアス電流は、ノイズの大きな要因の一つであり測定器の性能を左右します。

1. エレクトロメータの測定原理

エレクトロメータは日本語に訳すと「電位計」となります。本来、電位を測定する測定器であり電位測定により微小電流、微小電荷を測定しています。

何故、電位を測定する事で微小電流、微小電荷が測定できるのか。

既知の抵抗器に電流を流して抵抗器両端の電位を測定する事で電流→電位変換が行われて微小電流を測定する事ができます。

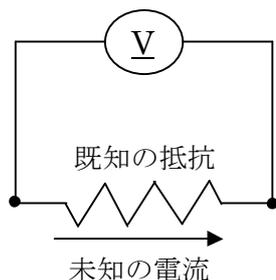
又、既知のコンデンサに電荷を貯めてコンデンサの両端の電位を測定する事で微小電荷が測定できます。

微小電流の測定ができれば、オームの法則より抵抗が求められます。

従って直流の電氣量、電位、電流、抵抗、電荷が測定出来るという事になります。

【電流測定】

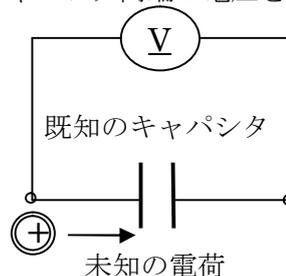
既知の抵抗に未知の電流を流し
抵抗両端の電圧を測定



$$I \text{ (電流)} = V \text{ (電圧)} / R \text{ (抵抗)} \text{ [A]}$$

【電荷測定】

既知のキャパシタに未知の電荷をチャージ
させキャパシタ両端の電圧を測定



$$Q \text{ (電荷)} = V \text{ (電圧)} \times C \text{ (キャパシタ)} \text{ [C]}$$

$$I \text{ (電流)} = Q \text{ (電荷)} / t \text{ (時間)} \text{ [A]}$$

2. 振動容量型電位計の特徴

測定原理は、静電容量が一定の周期で変動するコンデンサに既知の精度の高い基準抵抗器に測定する電流を流して基準抵抗器の両端に発生した電位を直接入力します。

コンデンサの静電容量変化は、コンデンサの電極間距離を音叉等を利用して変化させる。コンデンサに電圧を印加すると一定の電圧でも容量が一定周期で変化することにより交流電圧が発生します。測定する電流信号を一旦、交流信号にする事で容易に増幅する事ができ、増幅した信号を再び直流に変換して指示値を出力します。

高性能なオペアンプが無かった時代では、この測定手法が重宝されていました。

振動容量型電位計は、容量を一定周期で変化するコンデンサを通す事で直流的には電流が流れないのでノイズの小さな増幅器が実現できます。

容量が一定周期で変化するコンデンサは、機械的に音叉等の構造を利用して作られている為、2枚の電極板同士は空気絶縁されている事により入力インピーダンスが $10^{15} \Omega$ 以上になります。

オペアンプを使用したエレクトロメータは、 $10^{15} \Omega$ 以下となります。

3. 振動容量型電位計の利点

上述の通り入力インピーダンス $10^{15} \Omega$ 以上である為、静電気のようなインピーダンスの高い電流量測定に向いています。

又、電流測定の分解能（ノイズ）を 10^{-16}A 以下にすることが実現できる。

振動容量型電位計を用いる事で 10^{-15}A レベルの微小電流の観測が可能である。

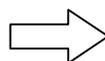
オペアンプを用いた場合、性能の良いオペアンプでもバイアス電流が 10^{-15}A 程度である為、分解能は 10^{-15}A 以下となる。（ 10^{-15}A レベルの微小電流の観測が難しい。）

【参考文献】

電気雑誌 OHM 昭和 34 年 1 月号（第 46 巻第 1 号）別刷

振動容量型超微小電流計とその用途／東北大学電気通信研究所 高木栄一

ホームページへ戻ります



<http://www.kawaguchidenki.co.jp>