

採用されています。(TR8652ではドライビング・ガードと、ノーマル・ガードの切換えをシールド・ドライブ・スイッチによって切換えしています。)

2. 直流電流計

10 μ A程度以上の電流は、メータ(指示計)で直接測ることができますが、より高精度な測定、または微小な電流を測定するためには、直流電圧増幅器を応用した電流計が使用されます。特にエレクトロメータでは、 10^{-11} A以下の微小な電流を測定するため、この方式が採用されています。

この直流電圧増幅器を使った電流計には

- (1)シャント方式
- (2)フィードバック方式

の二通りの方式があり、当社では、前者の方式をV型回路、後者の方式をI型回路と呼んでいます。

(1)のシャント方式は、一般にDMM(デジタル・マルチメータ)に多く使用され、(2)の方式はエレクトロメータのように、微小電流を測定する場合に多く使用されています。

(1)の方式、(2)の方式ともに、既知の標準抵抗に電流を流し、その抵抗の両端に現われる電圧を測定するという点では同じですが、それぞれに特長があり、測定する対象物、電流値によって、使い分けられています。

2-1 シャント方式(V型回路)

図-3(a)にシャント方式の電流計を示します。この方式は、入力Hi-Lo端子間に電流検出用抵抗 R_r が入っており、電流計の入力イン

ピーダンスは、この入力抵抗そのものになります。信号源抵抗を R_s としますと、入力インピーダンスによる誤差は、 $R_r/(R_s+R_r)$ となり、 R_s は R_r に比べ充分大きい必要があります。この方式の特長は、

- (1)入力雑音に対し、フィードバック方式に比べ強い。
 - (2)コンデンサなどの容量性試料に対し、安定に測定できる。
- と言う反面、
- (1)入力インピーダンスが高い。
 - (2)ケーブル容量、入力容量などによって、レスポンスが遅くなる。
 - (3)入力部の絶縁抵抗が、検出抵抗に比べ充分大きい必要がある。

などの欠点があります。

(R8340/Aでは、前期のドライビング・ガード方式を採用し、(2)と(3)の問題を改善しています。)

2-2 フィードバック方式(I型回路)

図-3(b)に、フィードバック方式の電流計を示します。

この回路は、入力に高入力インピーダンス直流増幅器を使った反転増幅器を使用し、帰還回路に、電流検出用抵抗 R_r が接続されています。回路の入力インピーダンスは、 R_r を増幅器のゲイン A で割った値となります。たとえば、1 pAの電流を測定する場合、シャント方式の入力インピーダンスは、 10^{11} Ω 程度となりますが、フィードバック方式では、 10^7 Ω 程度となります。また、入力Hi端子はLo端子と同電位となります。

すので、ケーブルなどの入力容量によるレスポンスの低下、Hi-Lo端子間の絶縁抵抗を通してのリーク電流増加などを防ぐことができます。この方式の特長は、

- (1)入力インピーダンスが低い。
- (2)レスポンスが速い。
- (3)入力部の絶縁抵抗によるリーク電流が少ない。

などがあげられます。しかし、反面、

- (1)入力雑音に対して弱い
- (2)容量性試料の場合は、電圧源の交流ノイズを増幅する。
- (3)信号源抵抗が帰還抵抗 R_r に比べ非常に低いと、入力アンプのオフセット電圧が誤差となる。

などの欠点があります。

以上のように、二つの方式の特長を生かして、半導体の評価などの高レスポンスを要求する測定には、フィードバック方式が用いられ、コンデンサ、高分子材料の試験など、容量性の試料には、シャント方式の電流計が用いられています。

また、半導体のリーク電流の測定では、電流計のレンジ切換時のスパイク・ノイズ、オーバ・レンジング時の電流計からの過電圧印加などによって、素子の破壊をまねくことがあり、この対策が充分なされた電流計を使用する必要があります。TR8652、R8340/A、R8240では、これらを考慮した回路設計がなされており、半導体評価用として最適です。

3. 高抵抗および絶縁抵抗計

抵抗測定的方式には、図-4に示すように、

- (1)電流印加電圧測定方式(定電流法)
- (2)電圧印加電流測定方式(定電圧法)

の二通りの方式があります。(1)はDMM(デジタル・マルチメータ)に使用されており、さらに2端子測定法、4端子測定法の二通りの方法があります。一般に1 Ω 以下の低抵抗測定には4端子測定が使用されますが、エレクトロメータでは、 10 $\Omega \sim 10^{14}$ Ω 程度の高抵抗測定を対象としており、2端子測定法が使われています。この方式は、比較的低い抵抗を高精度で測定でき、またエレクトロメータを定電流源として、使用することもできます。

この方式は、ケーブル、試料などの容量に一定電流でチャージするため、レスポンスが遅い欠点がありますがTR8652では、前記の電圧計と同様にドライビング・ガード方式を採用し、この欠点を改善しています。

後者の電圧印加電流測定方式は、一般に絶縁抵抗測定に使用され、微小電流計で測定した電流で、印加電圧を割った値を表示しています。アナログ・メータの測定器は、メータのスケール

