

エレクトロメータは、高入力インピーダンスの直流増幅回路技術の基本として、直流電圧、直流電流、抵抗、電荷などを測定する直流マルチメータです。

エレクトロメータの入力回路の入力インピーダンスは、 $10^{13} \sim 10^{15} \Omega$ と非常に高く、また入力バイアス電流は、 $10^{-11} \sim 10^{-17} \text{A}$ 以下であり、一般のデジタル・ボルトメータに比べ3桁以上の高性能を有しています。

このような高性能の入力回路の実現には、

- (1)振動容量型増幅器
- (2)電界効果トランジスタ直結型増幅器
- (3)低周波パラメトリック増幅器

などがあり、アドバンテストのエレクトロメータは(1)と(2)の方式が採用されています。

振動容量型増幅器においては、実現可能な限界

とも考えられる、入力インピーダンス $10^{15} \Omega$ 、入力バイアス電流 10^{-17}A の性能を有する製品が用意してあります。(ちなみに、 10^{-17}A という電流は、電子が1秒間に約62個流れることに相当します。)

エレクトロメータの主な測定機能は、

- (1)入力インピーダンスが $10^{13} \sim 10^{15} \Omega$ の直流電圧計
- (2) $10^{-11} \sim 10^{-17} \text{A}$ の検出感度をもつ微小電流計
- (3) $10^{11} \sim 10^{16} \Omega$ の測定ができる高抵抗計、および絶縁抵抗計
- (4) $10^{-14} \sim 10^{-16} \text{C}$ の検出感度をもつ電荷計

などがあり、図-1に各機種の測定範囲を示します。

以上のような測定範囲をもつエレクトロメータは、半導体の評価、絶縁物や高分子材料の研究、コンデンサなど電子部品の試験、放射線測定などに広く利用されており、その測定に適した試験箱、テスト・フィクスチャなどをとりそろえてあります。

また、このような高感度の測定には、一般のシールド・ケーブルでは、ケーブル内で発生する電荷や絶縁抵抗が問題となりますので、専用の低雑音ケーブル、およびパイプ・ケーブルが用意されています。

1. 直流電圧計

高信号源抵抗を持つ電圧の測定は、ケーブルの容量、測定器の入力容量、被測定物の浮遊容量などによって、レスポンスが遅くなります。たとえば信号源抵抗が $1000 \text{M}\Omega$ の場合、ケーブルなどの容量が 100pF あったとしますと、この時定数($\tau = 100 \text{ms}$)により、最終値の $\pm 1\%$ 以内に入るまでのレスポンスは、約 500ms となります。このレスポンスの遅れを改善するため、ドライビング・ガード方式があります。

この方式は図-2に示すように、電圧計の入力増幅器の出力で、ケーブルおよび測定器内のガード・ケースをドライブする方法です。

図-2において、ケーブルの芯線と、内側のシールドとは同電位となりますので、 C_{x1} の容量は無視され、また内側のシールドは低インピーダンスになるため、 C_{x2} による影響も無視されます。またこの方式を使うと同様の理由により、ケーブル絶縁抵抗による、リーク電流も無視されるため、みかけ上のHi-Lo端子間の絶縁抵抗も高くなります。

このドライビング・ガード方式を採用することによって、レスポンスは約 $10 \sim 100$ 倍ほど改善されます。

ドライビング・ガードを完全に行なうためには、ケーブルおよび測定器のガードを二重構造にする必要があります。TR8652, R8240ではこの構造が

直流電圧測定

	表示桁数	型名	入力インピーダンス	$10 \mu\text{V}$ 10^{-5}	$100 \mu\text{V}$ 10^{-4}	1mV 10^{-3}	10mV 10^{-2}	100mV 10^{-1}	1V 10^0	10V 10^1	100V 10^2
デジタル	3½	TR8411	$10^{15} \Omega$								
	4½	TR8652	$10^{13} \Omega$								
	4½	R8240	$10^{13} \Omega$								

直流電流測定

	表示桁数	型名	入力型式	1aA 10^{-18}	1fA 10^{-15}	1pA 10^{-12}	1nA 10^{-9}	$1 \mu\text{A}$ 10^{-6}	1mA 10^{-3}	1A 10^0
デジタル	4½	R8340/A	V/I型							
	3½	TR8411	I型							
	4½	TR8652	I型							
	4½	R8240	I型							
アナログ		TR8601	V型							

■ I型入力型式 □ V型入力型式

抵抗測定

	表示桁数	型名	測定方式	1Ω 10^0	$1 \text{k}\Omega$ 10^3	$1 \text{M}\Omega$ 10^6	$1 \text{G}\Omega$ 10^9	$1 \text{T}\Omega$ 10^{12}	$1 \text{P}\Omega$ 10^{15}	$1 \text{E}\Omega$ 10^{18}
デジタル	4½	R8340/A	定電圧							
	4½	TR8652	定電流							
	1~4	TR8652	定電圧							
アナログ		TR8601	定電圧							

■ 電圧印加電流測定(定電圧法) □ 電流印加電圧測定(定電流法)

電荷測定

	表示桁数	型名	1aC 10^{-18}	1fC 10^{-15}	1pC 10^{-12}	1nC 10^{-9}	$1 \mu\text{C}$ 10^{-6}	1mC 10^{-3}
デジタル	3½	TR8411						
	4½	TR8652						
※		TR8401						

● R12601 □ ローレンジエクステンダを併用の場合

図-1 エレクトロメータの測定範囲

