

# 分流器

p.42 の「1.14 電流計と分流器」において、分流器について説明した。「理想的な電流計の内部抵抗は 0」という説明の後だったので、例題では電流計の内部抵抗は  $1\Omega$  という非常に低い値に設定した。

しかし、実際のアナログ電流計のメータ部品の抵抗は非常に大きい。例えば、Sanwa KIT-8D というアナログテスタ（ハンダ付けをして製作するキット）がある<sup>1</sup>。このキットに含まれている可動コイル型のメータの仕様は表 1 のようになっている。

表 1 Sanwa KIT-8D のメータ部の仕様

最大電流	$48\mu\text{A}$
内部抵抗	$2\text{k}\Omega$

内部抵抗は  $2\text{k}\Omega$  とかなり高い。最大電流（針が目一杯動いたときに流れる電流）は  $48\mu\text{A}$  と非常に小さい。

このメータ部品が図 1 のように用いられている。図 1(a) の中の  $49\text{k}\Omega$  の抵抗<sup>2</sup> は、抵抗を計測する回路<sup>3</sup> のために存在しており、電流だけを計測するなら不要である。

図中の (A) の部分は、内部抵抗  $1.92\text{k}\Omega$  で  $50\mu\text{A}$  まで計測できる電流計と等価である。

(A) の部分に  $4.08\text{k}\Omega$  の抵抗を直接接続した (B) の部分は、内部抵抗  $6\text{k}\Omega$  で  $50\mu\text{A}$  まで計測できる電流計と等価である。この「(B) の部分」を「1つの電流計」と考える。

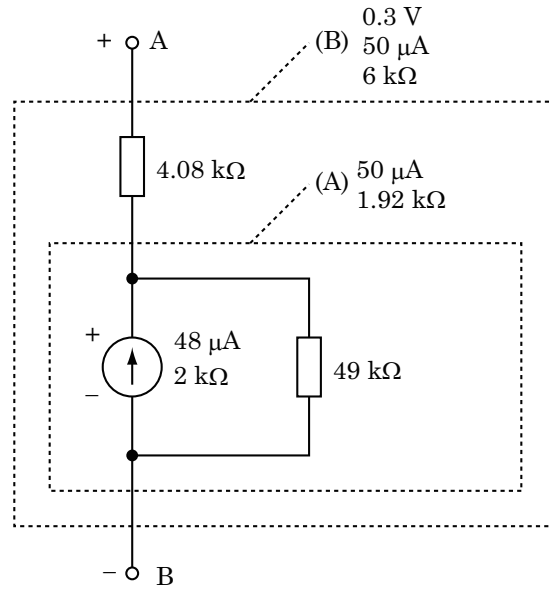
この電流計（(B) の部分）に分流用抵抗を接続して、計測できる電流範囲を拡大することを考える。図 1(b) のように分流用抵抗を設定したときの、各レンジに対する分流用抵抗の抵抗値、電流の比率、全体の抵抗値を表 2 に示す。表から分かるように、アナログ電流計の場合、レンジが小さいとき、電流計全体の内部抵抗はかなり大きい。

<sup>1</sup>PDF 形式のマニュアルを Web から入手することができる。「Sanwa KIT-8D」で検索すると見つかる。

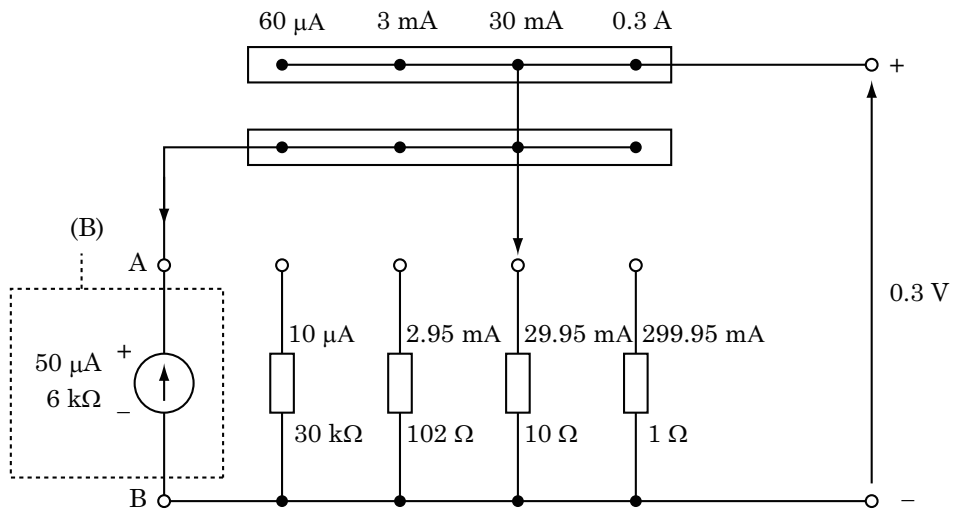
<sup>2</sup>実際は  $10\text{k}\Omega$  の可変抵抗と  $39\text{k}\Omega$  の抵抗の直接接続

<sup>3</sup>テスタのキットであるため、抵抗も計測可能

<sup>3</sup>理論と整合させるため  $4.08\text{k}\Omega$  としているが、実際の製品では  $4.12\text{k}\Omega$  が使われている。



(a) 電流計部分の回路



(b) 分流器の回路

図 1 メータ周辺の回路

表 2 分流器のレンジと抵抗値の関係

レンジ	60 $\mu$ A	3 mA	30 mA	0.3 A
分流用抵抗	30 k $\Omega$	102 $\Omega$	10 $\Omega$	1 $\Omega$
分流比	5 : 1	1 : 59	1 : 599	1 : 5999
全体の抵抗	5 k $\Omega$	100 $\Omega$	10 $\Omega$	1 $\Omega$

図 1(a) において 4.08 k $\Omega$  の抵抗がメーターに直列に接続されていた。この抵抗は電流計の内部抵抗を上げており、「理想的な電流計の内部抵抗は 0」という理想から遠ざかるものである。無い方が望ましいが、その必要性は表 2 から読みとれる。(B) の部分に流せる電流の最大値は 50  $\mu$ A と非常に小さい。0.3 A を測定するときの分流比は 1 : 5999 という非常に大きな比率にすることが必要となる。分流用抵抗の値は、(B) の部分の 1/5999 であり非常に小さな値となる。もし、4.08 k $\Omega$  の抵抗が無いならば、0.3 A のレンジにおける分流用抵抗の値は 1/3  $\Omega$  となる。そのような極めて小さい抵抗<sup>4</sup>を低コストで調達することが難しいので、4.08 k $\Omega$  の抵抗が挿入されていると思われる。

市販されている可動コイル型のアナログ電流計の内部抵抗を調査した結果を表 3 に示す。今回、取り上げたテストのキットである「48  $\mu$ A, 2 k $\Omega$ 」とオーダー的にそれほど変わらない値となっている。

表 3 アナログ電流計の内部抵抗

(a) Sifam 社 Industrial Presentor

レンジ	内部抵抗
50 $\mu$ A	2 k $\Omega$
100 $\mu$ A	1 k $\Omega$
200 $\mu$ A	365 $\Omega$
500 $\mu$ A	155 $\Omega$
1 mA	50 $\Omega$

(b) Sifam 社 Sigma Series DS Meter

レンジ	内部抵抗
50 $\mu$ A	8.48 k $\Omega$
100 $\mu$ A	4 k $\Omega$
500 $\mu$ A	1080 $\Omega$
1 mA	370 $\Omega$

(c) Anders Electronics 社

レンジ	内部抵抗
100 $\mu$ A	1.2 k $\Omega$
1 mA	50 $\Omega$

以上の議論をまとめる。表 1 からわかるように、可動コイル型電流計の内部抵抗は非常に高い。表 2 からわかるように、レンジが小さいときの電流計全体の内部抵抗もかなり高い。これらのことを考えると、書籍 p.42 の例題に登場する「内部抵抗 1  $\Omega$  の電流計」は内部抵抗が小さすぎ、適切な値とは言えないかもしれない。

<sup>4</sup>私の感覚では 1  $\Omega$  以下の抵抗は極めて小さい抵抗値に感じられる。