



記事の内容を試せるソース・コードは、  
p.203の入手先からダウンロードできます。

本誌のご購入はこちら

## 第2章 電流検出用の抵抗とアンプを正しく使う

# 抵抗式によるUSB電源電流の測定

下間 憲行 Noriyuki Shimotuma

本稿では、5VのUSBケーブルで機器供給やバッテリー充電する用途を想定して、電流検出用の抵抗とアンプを使う1A程度の電流測定法を紹介します。

抵抗とアンプ用の実験基板としてUSBケーブル用の電流測定器を製作しました(タイトル写真)。市販品の「USB型電圧電流テスタ」を使えば、電流と電圧を積算して、AhやWhで表示できます。USB用に測定器をわざわざ自作する機会は少ないと思いますが、電流の変化を記録したいときに便利です。USBで充電中のスマホやタブレット、USBで電源供給するArduinoやラズベリー・パイの常態を調べることができます。

### 電流測定の流れ

#### ● 電流を見るために電線を切る

回路の電流を測る基本ツールは電流計です。電流計は電流経路に直列に入れます。通常、電流路を切断して電流検出抵抗(シャント抵抗)を挿入します。後述の

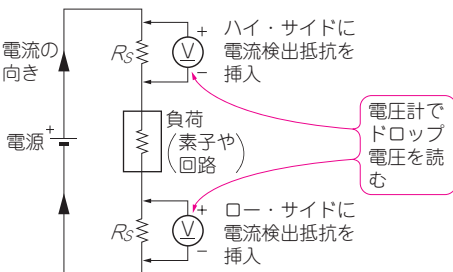
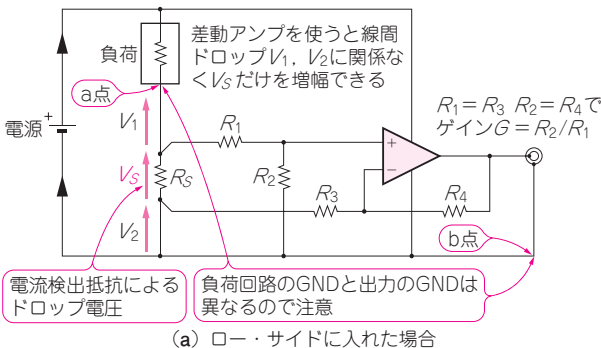


図1 抵抗は負荷に対して上に入れる?下に入れる?



(a) ロー・サイドに入れた場合

理由で抵抗のドロップ電圧を測りますが、電圧測定の方法は図1のように、抵抗を入れる場所が負荷に対してハイ・サイドかロー・サイドかによって変わります。

#### ● 電流検出抵抗で微小電圧を発生させる

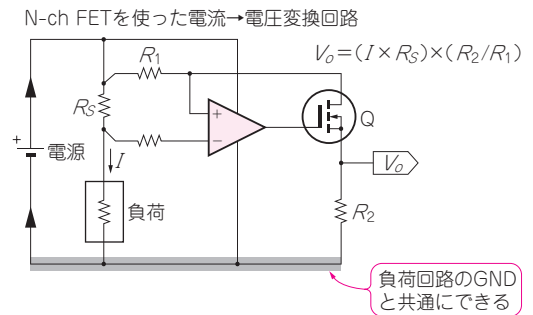
抵抗値を大きくすれば検出感度は良くなりますが、負荷の電流変化が供給電圧の変動となり回路に影響を与えます。0.1Ωの抵抗だとドロップ電圧が1Aで0.1Vとなり少々大きいでしょう。本器では10mΩの抵抗で計りました。ゲイン100倍のアンプで増幅し、測定電流1Aに対して出力電圧1Vを得ます。

#### ▶ ロー・サイドに入れた場合

抵抗の微小電圧は、図2(a)のように一般に差動アンプで増幅します。電流検出抵抗を入れるために増えた配線経路による電圧ドロップ(図中 $V_1$ 、 $V_2$ )を無視して電圧 $V_S$ だけを増幅するためです。ただし、出力電圧の基準(b点)は負荷回路のGND(a点)ではありません。基準となるGNDが異なるので、たとえば負荷がマイコン回路の場合、差動アンプを使う増幅回路の出力電圧をマイコンに入力して、マイコン自体でマイコン回路電流をモニタするという使い方ができません。

#### ▶ ハイ・サイドに入れた場合

負荷回路のGNDと検出回路のGNDを共通にできます。この場合も一般に差動アンプを使いますが、図2(b)のようにNch MOSFETを使う電流-電圧変換回路が利用できます。利点は後の実験で説明します。OPアンプは入出力がレール・ツー・レールの品種が必要です。



(b) ハイ・サイドに入れた場合

図2 抵抗の挿入位置は、電流検出回路と負荷のGNDを「わけるか・わけないか」で決める