



DMM4020型デジタル・マルチメータによる 正確なナノアンペア (nA) 電流測定

今日の電気回路設計では、待機電力または漏れ電流の測定はデバッグ/設計検証において一般的な作業となっています。バッテリーの長寿命化やエネルギー効率の良い製品が求められており、設計エンジニアは漏れ電流によるエネルギー損失を注意深く管理する必要があります。このためには、正確な電流測定が必要になります。

待機電流は、デバイスの設計でもしばしば考慮されます。この待機電流は、直ちに電源がオンになる機能、時計が常に表示される民生家電、充電器などの電力変換デバイスなどにおける副産物といえます。エネルギーは電力と時間の掛け算になるため、待機電流が小さい場合でも長時間では大きなエネルギーを消費することになり、AC電源、バッテリーの浪費になります。

ナノアンペア (nA) の微小電流を正確に測定することは、多くのデジタル・マルチメータにとっては難しいことです。テクトロニクスのDMM4020型デジタル・マルチメータは、1nAの分解能で電流を測定するための専用回路を備えています。

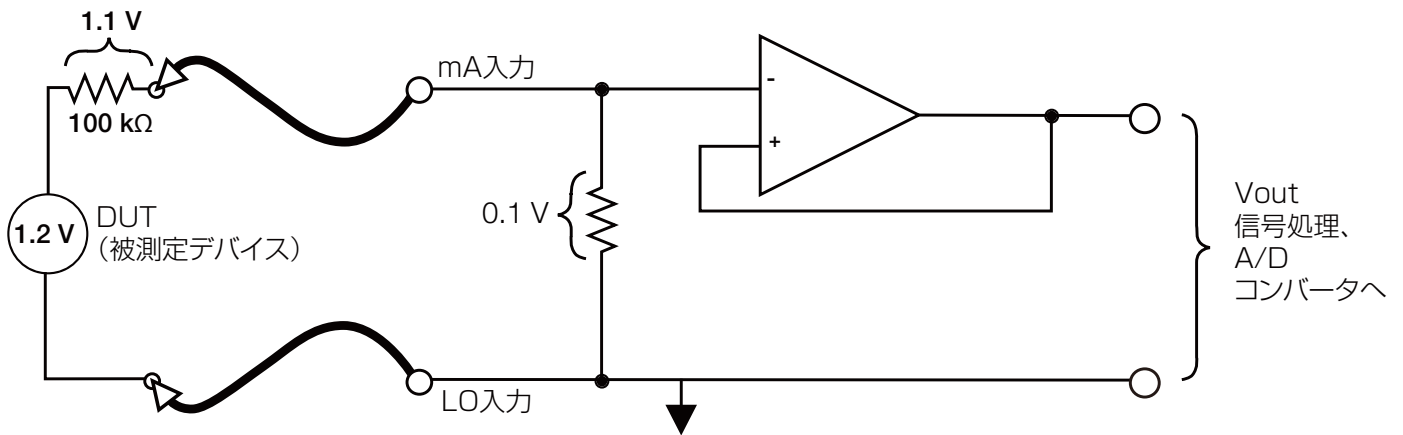


図1. 電流計を使用したシャント・マルチメータの回路

待機微小電流の測定

待機電流は簡単に測定できるように思えます。品質の優れたデジタル・マルチメータ (DMM) のテスト・リードを測定する端子に接続し、電流値を直接読み取ればよいように思えます。しかし、実際にはそれほど簡単なことではなく、待機電流は通常マイクロアンペアと非常に小さいため、従来のDMMでは正確に測定できません。

DMMの電流測定では、通常、値のわかっているシャント抵抗を、テストする回路に直列に接続します。電流が流れると、DMMはシャント抵抗で発生する電圧を測定し、オームの法則を使って電流値を計算します。シャント抵抗を使用したこの方法では、図1に0.1Vと示された「バードン電圧」と呼ばれる電圧降下が生じます。キルヒホッフの電圧則によると、バードン電圧は回路の電源電圧から差し引かれることになるため、誤差の原因となります。誤差は、50%あるいはそれ以上になることもあります。

小さなシャント抵抗を使えば誤差は小さくなります。また、高性能なDMMでは電流レンジやシャント抵抗の値を選択することもできます。しかし、シャント抵抗が小さいと測定する電圧の感度を高くしなければならないため、測定精度は低下し、測定は不安定になります。

DMM4020型デジタル・マルチメータによる正確なナノアンペア (nA) 電流測定

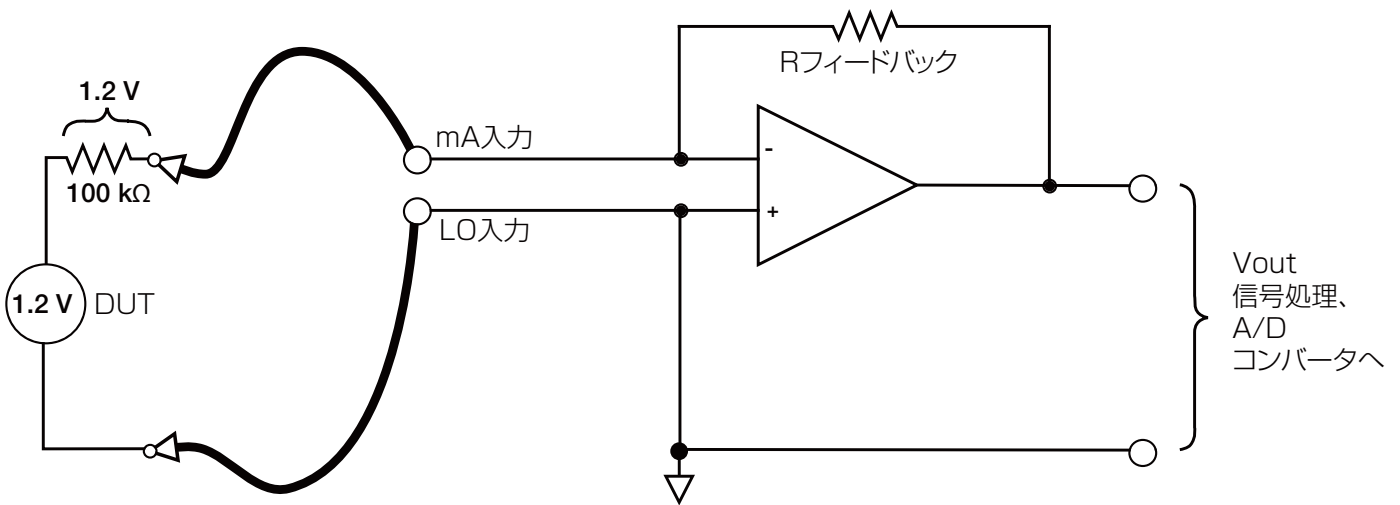


図2. 低電流計として使用した場合のDMMの回路。テクトロニクスのDMM4020型はこのようなタイプの計測器である

図2に示すように、電流／電圧演算増幅器（オペアンプ）による変換手法を使ったDMMの電流測定機能により、より正確な測定が可能になります。

例えば、1.2Vdcの電源で100kΩ負荷のDUT（Device Under Test、被測定デバイス）に流れる電流は $12\mu\text{A}$ と計算できます。しかし、10kΩのシャント抵抗を直列に接続すると、DUTに流れる電流は $10.909\mu\text{A}$ に減少します。微小電流の測定感度を上げるためにシャント抵抗を大きくすると、誤差も大きくなります。

テクトロニクスのDMM4020型デジタル・マルチメータは、 $2000\mu\text{A}$ と $200\mu\text{A}$ の微小電流レンジで電流／電圧オペアンプを使用しています。この電流レンジでは、回路におけるオペアンプのインピーダンスは小さく、未知の入力電流は電圧に変換されます。低抵抗のシャントが不要になるため、バードン電圧も発生しません。結果として、 $2000\mu\text{A}$ と $200\mu\text{A}$ のレンジでは、最高1nAの分解能、確度0.03%の測定を実現しており、回路に与える負荷が最小になります。DMM4020型デジタル・マルチメータを使用することで、待機電流を正確に測定することができます。

誤差の要因について

微小電流の測定では、測定誤差の原因や、測定に与える影響をどのように取り除くかについて考慮する必要があります。以下に、代表的な誤差要因を示します。

- ホコリ、グリース、はんだ付け用フラックスなどの不純物などによって発生する外部漏れ電流があります。DUT、計測器、またはケーブルやコネクタであっても、不純物によって余計な経路ができ、そこを電流が流れることで測定の誤差が生じます。微小電流を測定する前には、不純物が付着しているような表面をアルコールできれいに拭き取る必要があります。
- どのような種類のノイズであっても、微小電流測定の誤差になります。
 - ー 感度の高い増幅器にとっては、AC電源ノイズは大きな影響を及ぼすことになり測定誤差の原因となります。AC電源ノイズにはフィルタの使用が有効であり、同軸ケーブル、シールド付のツイスト・ペア・ケーブルの使用も測定誤差を防ぐのに役立ちます。
 - ー オーディオ・ノイズも、測定プロセスにおいて振動になります。また、振動によって絶縁物に接触している導体が動くことで、誤差の原因となるようなノイズが発生することがあります。
 - ー シャント抵抗やDUTの熱によってサーマル・ノイズが発生し、回路内の電子がランダムに移動したり、衝突したりします。測定される電圧と電流は、回路内の抵抗（DUTと測定回路の両方）の二乗に比例します。このような場合は、低抵抗のシャントを使用するようにします。

Tektronix お問い合わせ先：

日本
お客様コールセンター
0120-441-046

地域拠点

米国 1-800-426-2200
中南米 52-55-54247900
東南アジア諸国／豪州 65-6356-3900
中国 86-10-6235-1230
インド 91-80-42922600
欧州／中近東／北アフリカ 41-52-675-3777
他 30 カ国

Updated 9 October 2009

詳細について

当社は、最先端テクノロジーに携わるエンジニアのために、資料を用意しています。当社ホームページ (www.tektronix.com/ja) をご参照ください。



TEKTRONIX および TEK は、Tektronix, Inc. の登録商標です。記載された商品名はすべて各社の商標あるいは登録商標です。

11/09

3MZ-24435-0



日本テクトロニクス株式会社

www.tektronix.com/ja

〒108-6106 東京都港区港南2-15-2 品川インターシティ B棟6階
ヨッ!良い オシロ
お客様コールセンター TEL:0120-441-046
電話受付時間／9:00～12:00・13:00～19:00 (土・日・祝・弊社休業日を除く)

■ 記載内容は予告なく変更することがありますので、あらかじめご了承ください。

© Tektronix