

B2961Aと34420Aを使用した 高性能低抵抗測定

Technical Overview

B2961A/B2962A 6.5桁 低ノイズ・ソース



はじめに

抵抗測定は、電気デバイスの特性を評価するために行われる最も一般的なテストの1つですが、非常に低い抵抗の測定では、テスト中のデバイスの自己発熱や損傷を防ぐために、高精度の微小レベル電流源が必要です。

高精度の低抵抗測定を行うには、さまざまな要因を考慮する必要があります。

- リード抵抗と接触抵抗を除去するには、4端子(ケルビン)測定手法を使用する必要があります。
- 低ノイズ、高精度の電流源と電圧計が必要です。

- テスト機器の分解能で測定できる電圧降下をテスト抵抗で生じさせられる大きさのテスト電流が必要です。
- 電力損失による自己発熱の影響を最小限に抑える必要があります。
- オフセット電流を除去(ゼロ調整)したり、電流の方向を交互に切り替えて熱起電力(EMF)を低減するために、特殊な測定法を使用する必要があります。
- 電源のセトリング時間に起因する測定誤差を回避するには、電流源と電圧計を同期する必要があります。

テスト電流を大きくするほど測定分解能は向上しますが、電力損失や自己発熱の影響も大きくなるので、適切なテスト電流を決定することが重要です。この技術概要では、Agilent B2961A 6.5桁 低ノイズ・ソースとAgilent 34420A 7 ½桁ナノボルト/マイクロオーム・メータを使用して、高精度低抵抗測定を実現する最適なテスト電流を見つけ出す方法を紹介します。



Agilent B2961A/B2962A 低ノイズ・ソース

B2961A/B2962Aは、Agilent B2900Aシリーズ プレシジョン・ソース/メジャー・ユニットの1つです。6.5桁の分解能で電圧または電流を供給しながら、電圧と電流の両方をモニタできるので、さまざまな測定に使用できます(図1を参照)。

B2961A/B2962Aは、使いやすいグラフィカル・ユーザ・インタフェース(GUI)を備えています。AgilentのPCベースの無料アプリケーション・ソフトウェアで制御することもできます。このため、さまざまな測定をすぐに開始することができます。

B2961A/B2962Aは、4象限動作をサポートするバイポーラ電源なので、電圧/電流の極性を正または負にすることができます。10 fA ~ 3 A (DC) または10.5 A (パルスド) の電流、100 nV ~ 210 V の電圧を供給できます(図2を参照)。B2961A/B2962Aには、上述の基本的な電源供給機能に加えて、より複雑なテスト/評価が可能な高度な機能も備わっています。これらの機能には、任意波形発生機能、プログラマブル出力抵抗、タイム・ドメイン電圧/電流波形ビューワーも含まれています。このため、B2961A/B2962Aを、34420Aと組み合わせて使用すれば、高精度低抵抗測定を実現するための要件をすべて満たすことができます。

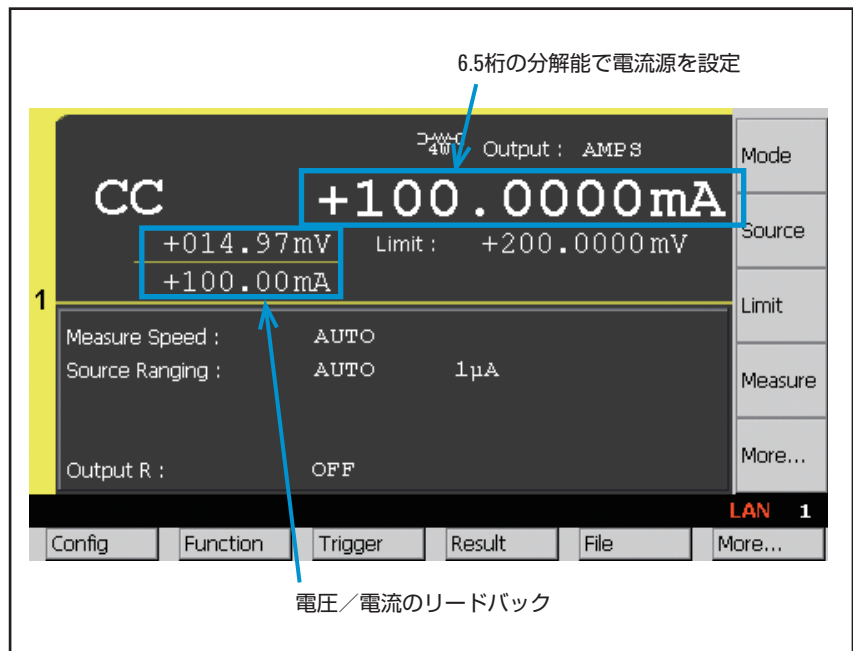


図1. B2961A/B2962Aは、6.5桁の分解能で電圧または電流を供給できます

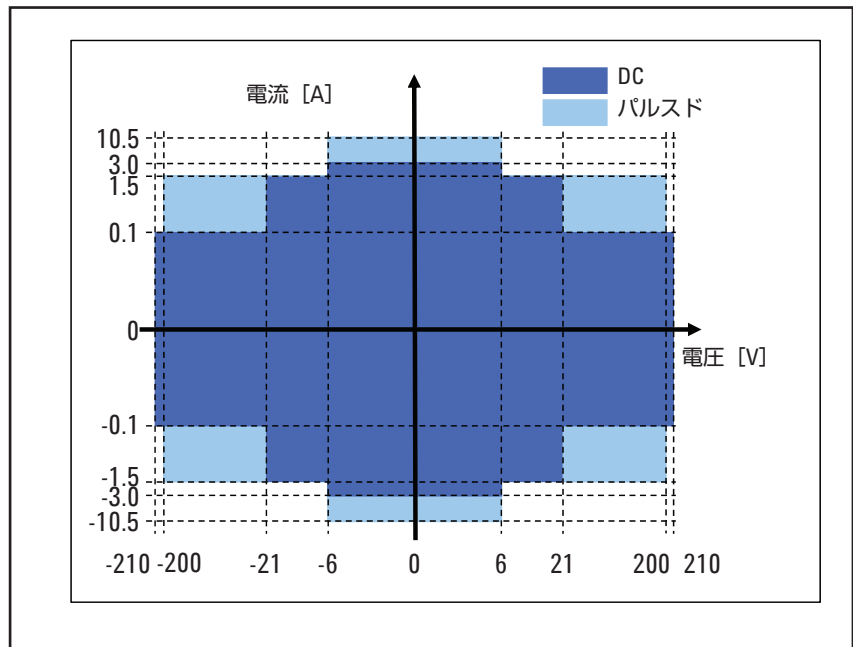


図2. 広いバイポーラ・レンジ/電流レンジ(4象限動作)

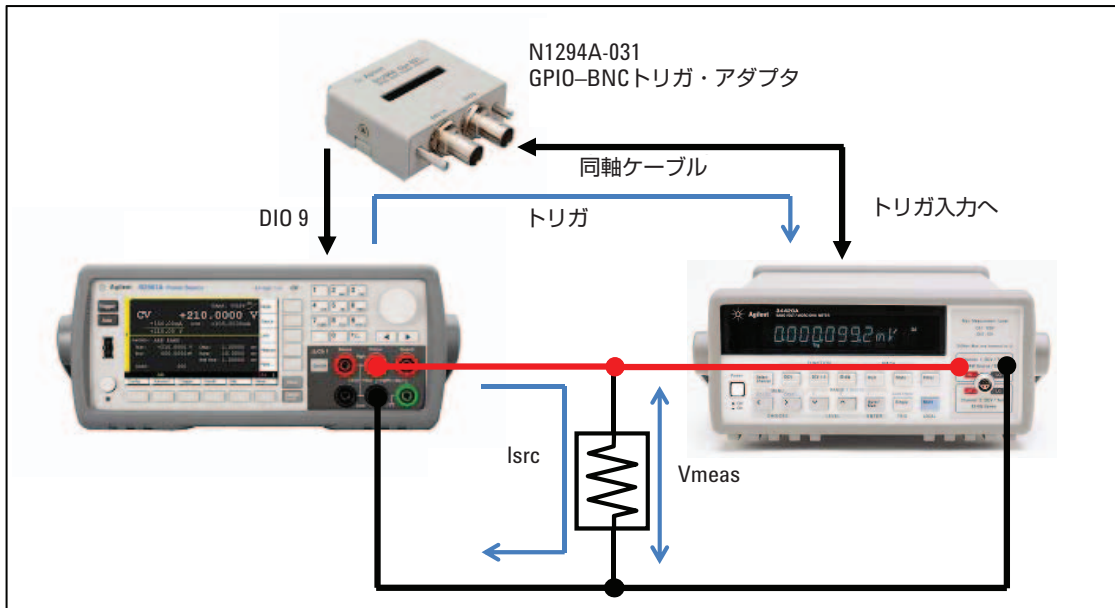


図3. B2961A/34420A低抵抗測定ソリューションのブロック図

測定システムのブロック図

B2961Aと34420Aを組み合わせる使用すれば、優れた性能で、低抵抗測定を行えます。図3に示す抵抗測定方法では、B2961Aで高精度の電流を供給し、34420Aで電圧を測定します。このセットアップでは、B2961Aはマスターとして動作し、トリガ信号を34420Aに送信して電圧測定を実行し、設定された間隔で測定を行います。

34420Aは、他の測定器がなくても抵抗を測定することができます。最小抵抗レンジは1Ω、最大出力電流は10mAですが、B2961Aは、最大3Aの電流を印加できるので、34420Aを単独で使用した場合に比べて、300倍の分解能で測定を行うことができます。さらに、B2961Aのリスト掃引モードは、テスト電流の極性を反転させながら供給し、熱起電力(EMF)の影響を低減することができます。低い抵抗を測定する場合は、オフセット電圧やEMFによる誤差が測定精度に大きな影響を与える可能

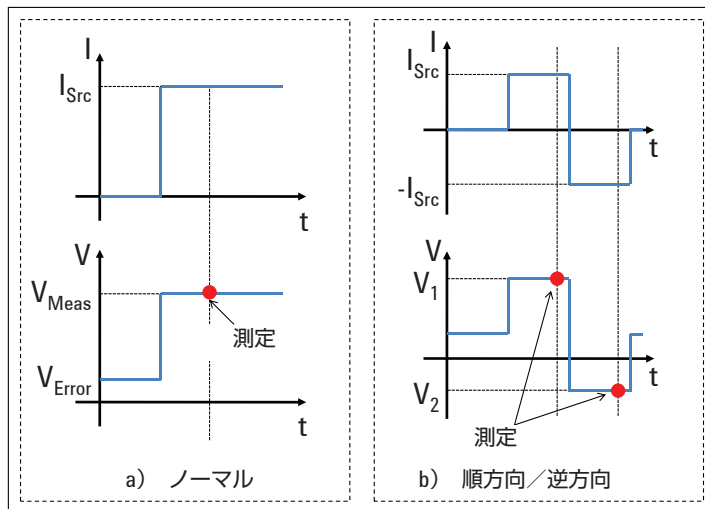


図4. 起電力に起因する測定誤差を除去するための手法

性があるため、この機能は重要です(図4aを参照)。以下の式は、電流を印加して電圧を測定する抵抗測定の誤差の影響を表しています。

この誤差は、順方向電流と逆方向電流を印加し(I_{Src} と $-I_{Src}$)、2つの電圧測定結果を平均することにより除去できます(図4bを参照)。これらの2つの測定結果を用いて真の抵抗値を以下の式で計算します。

$$R_{Meas} = \frac{V_{Meas}}{I_{Src}} = \frac{V_{DUT}}{I_{Src}} + \frac{V_{Error}}{I_{Src}} = R_{DUT} + R_{Error} \quad R_{Meas} = \frac{V_1 - V_2}{2 \times I_{Src}} = R_{DUT}$$

測定例

EMFが非常に小さい、10 mΩ金属箔抵抗の測定例を示します。測定結果を図5、6、7に示します。

34420Aは、B2961Aを使用しなくても、内蔵の10 mA電流源(とオフセット補正機能)を使用して抵抗を測定できます(図5を参照)。図5からわかるように、10 PLC(電源周波数)のアパーチャ時間(積分時間)では、測定結果に電氣的ノイズによるデータのばらつきが見られます。データのばらつきは、アパーチャ時間を100 PLCにすることによって減少しますが、測定時間が非常に長くなります(自動補正がオンの場合で約8秒/ポイント)。

これに対して、B2961Aによって10 mAの電流を印加した場合のデータのばらつきは(10 PLCのアパーチャ時間を使用)、34420Aに内蔵されている10 mA電流源を使用した場合より小さくなります。これは、B2961Aが低ノイズの電流を供給できるからです(図6を参照)。

さらに、B2961Aからの電流を100 mAに増加させると、10 PLCのアパーチャ時間で、非常に安定した測定を実現できます。これにより、測定時間を1秒/ポイント未満に維持できます(図7を参照)。

この例からわかるように、B2961Aと34420Aを組み合わせて使用すれば、最短の測定時間で、確度の高い抵抗測定結果を得ることができます。

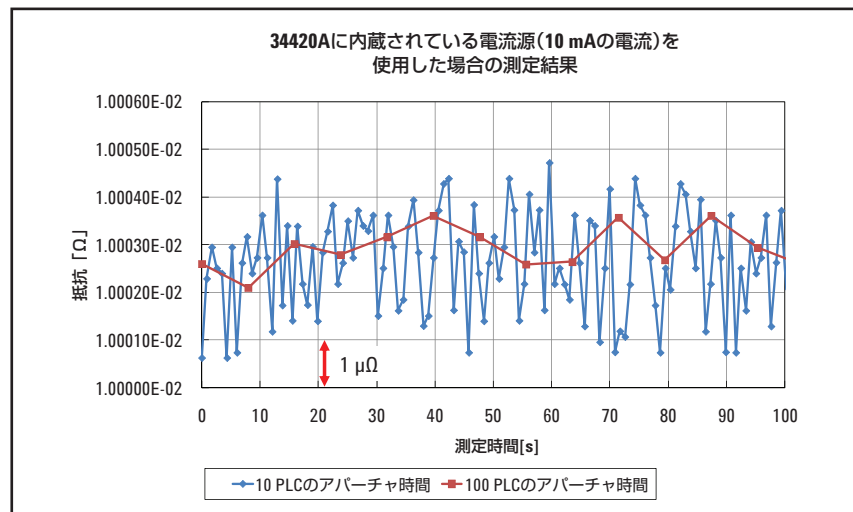


図5. 34420Aに内蔵されている電流源を使用した場合の測定結果

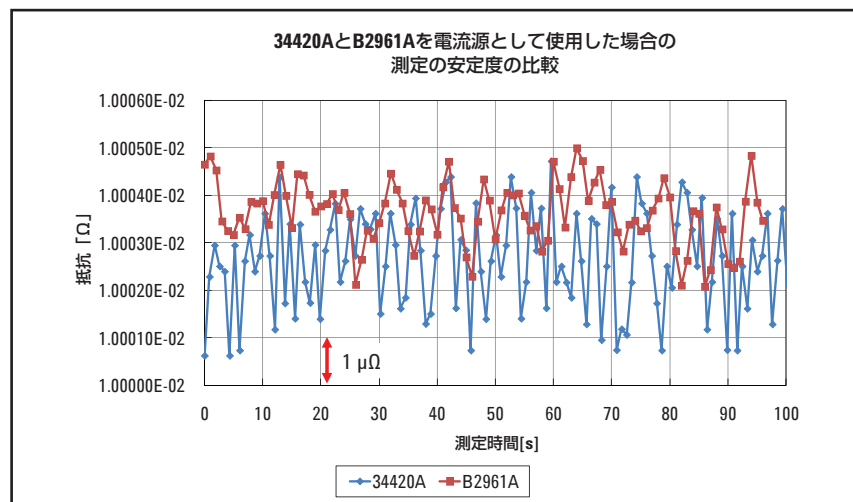


図6. 34420AとB2961Aを電流源として使用した場合の測定の安定度の比較

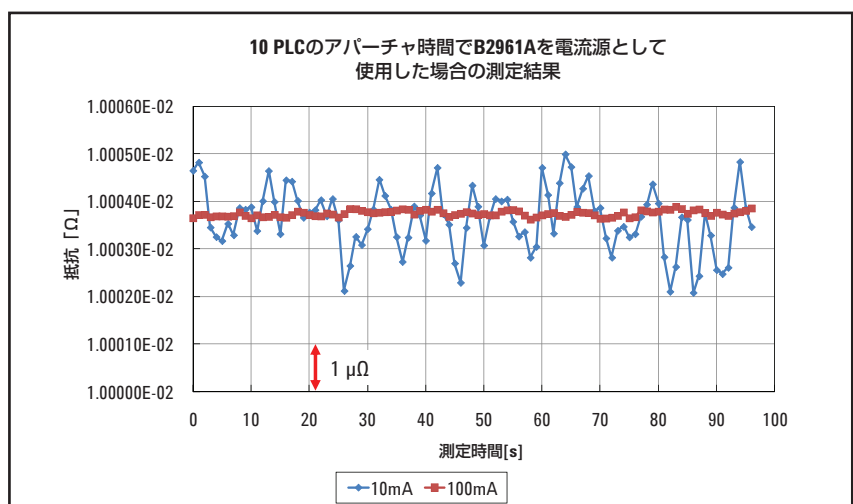


図7. B2961Aを電流源として使用した場合の測定結果

最適なテスト電流を決定するための手法

前述のように、テスト電流を大きくするほど分解能も向上しますが、デバイスの自己発熱量も増加するので、適切なテスト電流を決定することが重要です。以下の例では、安定した測定結果を得るために最適な電流を決定する手順を説明します。

まず、B2961Aを以下の条件で使用して、サンプリング測定を行います。

アパーチャ時間：10 PLC

測定インターバル：1秒

テスト電流：10 mA、100 mA、500 mA、1 A、3 A

図8に測定結果を示します。

最小電力損失は1 mW(10 mAのテスト電流)、最大電力損失は90 mW(3 Aのテスト電流)です。図8からわかるように、10 mAのテスト電流の結果には大きなばらつきが見られ、正確な特性評価ができませんが、他のテスト電流値のノイズ・レベルは低いためデバイスをもっと評価できます。ただし、1 Aと3 Aのテスト電流では、測定曲線が時間軸上でシフトするほどの自己発熱がデバイスで発生します。検討した結果、約500 mAのテスト電流がこの測定には適切であり、測定分解能と電力損失による熱効果のバランスが良好になることがわかりました。

この例からわかるように、適切なテスト電流を決定する最も効率的な方法は、小さなテスト電流から、徐々にテスト電流を増やしていき、許容できるノイズ・レベルで電力損失による発熱効果が最小になる値を見つけることです。この例では、測定分解能の要件と電力損失に起因する発熱効果のバランスをとるのに最適な値は、500 mAのテスト電流でした。

サンプル測定プログラム

B2961Aと34420Aを使用して抵抗測定を行うためのサンプル・プログラムを、AgilentのWebサイトからダウンロードできます(図9を参照)。プログラムは、C#、National Instruments LabVIEW、Microsoft Excel(VISA-COM使用)で動作します。また、基本的な抵抗測定の他に、この技術概要で紹介している測定誤差を低減する手法もサポートしています。

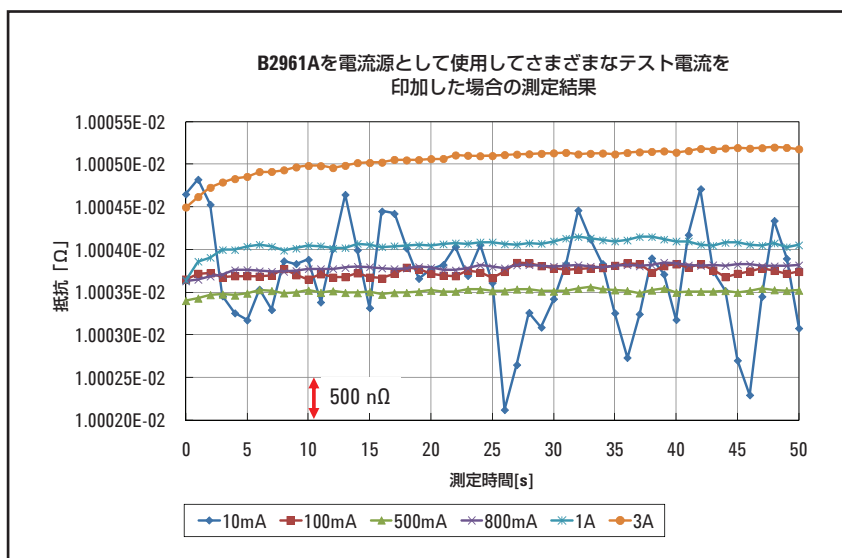


図8. B2961Aを電流源として使用してさまざまなテスト電流を印加した場合の測定結果

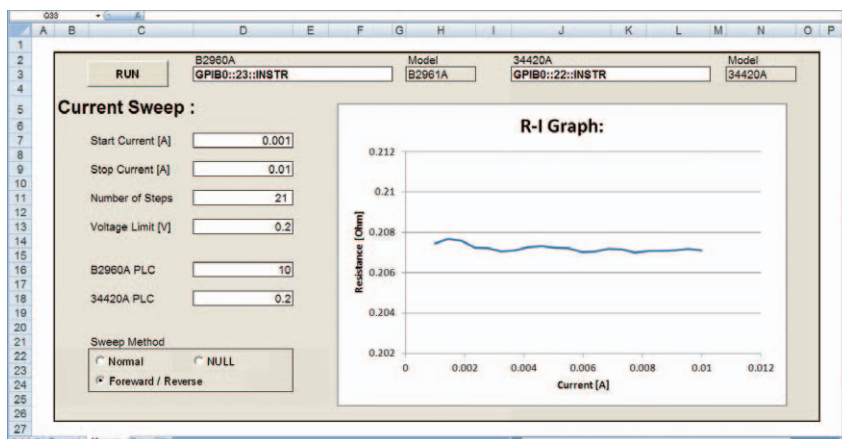


図9. B2961Aと34420Aを使用して抵抗測定を行うサンプル測定プログラム



<http://www.agilent.co.jp/find/myAgilent>

お客様がお求めの情報はアジレントがお届けします。myAgilentに登録すれば、ご使用製品の管理に必要な様々な情報を即座に手に入れることができます。



www.axistandard.org

AXIe (AdvancedTCA® Extensions for Instrumentation and Test) は、AdvancedTCA®を汎用テストおよび半導体テスト向けに拡張したオープン規格です。Agilentは、AXIeコンソーシアムの設立メンバーです。



www.lxistandard.org

LXIは、Webへのアクセスを可能にするイーサネット・ベースのテスト・システム用インタフェースです。Agilentは、LXIコンソーシアムの設立メンバーです。



<http://www.pxisa.org>

PXI (PCI eXtensions for Instrumentation) モジュラ測定システムは、PCベースの堅牢な高性能測定/自動化システムを実現します。

Agilent Advantage Services

アジレント・アドバンテージ・サービスは、お客様の機器のライフタイム全体にわたって、お客様の成功を支援します。また、サービスの品質向上、サービス内容の充実、納期の短縮に継続的に取り組みます。こうした取り組みは、機器の維持管理費の削減にも繋がると信じております。このような修理・校正サービスに支えられたアジレント製品を購入後も安心してお使いください。機器およびサービスの管理の効率化に、Infoline Webサービスもご活用いただけます。修理・校正サービスを通じて、お客様のビジネスの成功に貢献できるよう努め、エンジニアは専門知識を積極的にお客様に提供します。

www.agilent.co.jp/find/advantageservices



契約販売店

www.agilent.co.jp/find/channelpartners

アジレント契約販売店からもご購入頂けます。お気軽にお問い合わせください。

Microsoft® およびWindows® は、Microsoft Corporationの登録商標です。

アジレント・テクノロジー株式会社
本社 〒192-8510 東京都八王子市高倉町 9-1

計測お客様窓口

受付時間 9:00-18:00 (土・日・祭日を除く)

TEL ■■ 0120-421-345
(042-656-7832)
FAX ■■ 0120-421-678
(042-656-7840)

Email contact_japan@agilent.com

電子計測ホームページ

www.agilent.co.jp

● 記載事項は変更になる場合があります。
ご発注の際はご確認ください。

Agilent B2900Aシリーズ プレジジョン・ソース/メジャー・ユニット



B2900Aシリーズは、高精度電源供給と高精度測定の両方に対応しています。

www.agilent.co.jp/find/b2900a

© Agilent Technologies, Inc. 2013

Published in Japan, April 19, 2013
5991-1854JAJP
0000-00DEP