

# 6514型

# プログラマブル・エレクトロメータ



6514型エレクトロメータは、柔軟なインターフェース機能と、前世代のエレクトロメータを凌駕する電流感度、電荷測定、高分解能、高速性を融合しました。6514型の内蔵IEEE-488、RS-232、デジタルI/Oインターフェースは高感度試験の高速完全自動システムの構築を簡単化します。

5<sup>1</sup>/<sub>2</sub>桁の6514型は、微小電流、高抵抗ソースからの電圧、電荷や高抵抗を高速かつ精密に測定する必要のあるアプリケーション用に設計されています。

6514型の卓越した測定性能が経済的な価格で得られます。多くの高性能DMMの価格帯であるにもかかわらず、6514型は他の測定器が提供する電流感度や入力電圧降下の性能をはるかに上回り、電圧降下では20 $\mu$ Vと超低レベルを達成しています。

- <1fAノイズ
- >200T $\Omega$ 入力インピーダンス(電圧測定)
- 10fC~20 $\mu$ Cの電荷測定
- 高速—最高1200読み/秒
- スイッチ、コンピュータ、ハンドラとのインターフェース付き
- 電圧・電流のオフセットを容易にキャンセル

経済的に研究室レベルを実現

6514型は広範な各種実験に必要とされる柔軟性と高感度を有し、既存エレクトロメータにくらべてはるかに高速に、より信頼度の高いデータを提供します。アプリケーションとして、光検知器やセンサからの電流測定、ビーム実験、電流源を使つての抵抗測定などがあります。物理学、光学、材料科学などの分野での研究に供されるのみならず、6514型は経済価格なので、スイッチ、リレー、その他の部品の抵抗やリーク電流測定といった微小電流測定アプリケーションに使われる高級DMMに替るソリューションにもなります。(6514型の方式については、“微小入力電圧降下”の項を参照ください。)

6514型は先行したケースレーのエレクトロメータの特長や性能の上に設計されています。たとえば、それら測定器と同様に、内蔵の定電流源は抵抗測定を簡素化します。

2つのアナログ出力、2V出力、プリアンプ出力があるので、チャートレコーダへのデータ記録に用いることができます。

## ご注文情報

6514 プログラマブル・エレクトロメータ

### 付属アクセサリ

237-ALG-2 ローノイズ・トライアキシャルケーブル、3スロット・トライアキシャル・ワニ口クリップ

### 別売サービス

6514-3Y-EW 1年標準保証を3年に延長  
C/6514-3Y-ISO 購入から3年間に3回の校正(ISO-17025認定)  
TRN-LLM-1-C トレーニング: 高感度測定

## 別売アクセサリ

ケーブル	アダプタ
237-ALG-2	7078-TRX-BNC 3ラグトライアキシャル-BNCアダプタ
	237-TRX-NG トライアキシャルオス-メスアダプタ(ガード非接続)
7007-1	237-TRX-T 3スロット・オストライアキシャル-デュアル3ラグメストライアキシャルTアダプタ
7007-2	237-TRX-TBC 3ラグ・メストライアキシャル隔壁コネクタ(定格1.1kV)
7009-5	7078-TRX-TBC 3ラグ・メストライアキシャル隔壁コネクタ、キャップ付き
7078-TRX-3	7078-TRX-TBC 3ラグ・メストライアキシャル隔壁コネクタ、キャップ付き
7078-TRX-10	7078-TRX-TBC 3ラグ・メストライアキシャル隔壁コネクタ、キャップ付き
7078-TRX-20	7078-TRX-TBC 3ラグ・メストライアキシャル隔壁コネクタ、キャップ付き
8501-1	7078-TRX-TBC 3ラグ・メストライアキシャル隔壁コネクタ、キャップ付き
8501-2	7078-TRX-TBC 3ラグ・メストライアキシャル隔壁コネクタ、キャップ付き
ラックマウントキット	7078-TRX-TBC 3ラグ・メストライアキシャル隔壁コネクタ、キャップ付き
4288-1	7078-TRX-TBC 3ラグ・メストライアキシャル隔壁コネクタ、キャップ付き
4288-2	7078-TRX-TBC 3ラグ・メストライアキシャル隔壁コネクタ、キャップ付き

## 経済的な部品試験

従来、エレクトロメータは、製造試験に要求される高スループットを満たすにはスピードが遅すぎると考えられてきました。6514型は高感度・高速の設計になっているので、ファストインテグレーションで読み取りレート秒1200回、60Hzの積分時間で秒17回の測定スピードを実現しています。2nAレンジで10fAの分解能で、最終値の10%以内に落ち着くに15ミリ秒しかかかりません。ノーマルモード除去比は60dBなので、製造フロアなどで着目される電源によるノイズ電流がある環境でも微小電流を正確に測定することができます。その高感度により、10nFまでのキャパシタのリーク抵抗の測定が行え、直列抵抗を使えばより大きな容量でも行うことができます。

6514型は、表面パネルからマニュアルで簡単に操作ができ、また自動試験アプリケーションでの外部コントロールも行えます。GPIBおよびRS-232Cインタフェースを標準装備しているため、外部コントローラからすべてのファンクションをコントロールすることができます。電源、スイッチシステム、その他の外部ハードウェアを試験システムに容易に組み込むトリガリンク機能を備えています。また、デジタルI/Oインタフェースを装備しているため、一般的な部品ハンドラと接続でき、ピンングなどを含む緊密なシステム構築を行えます。

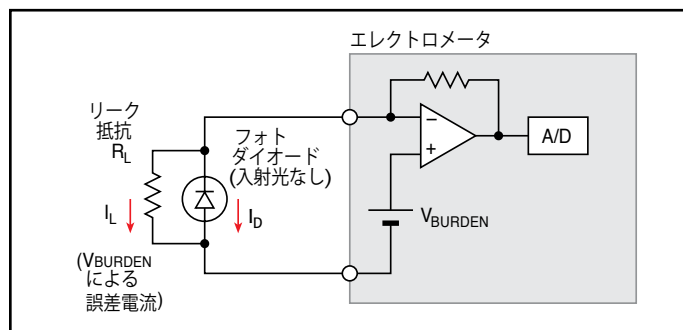


図1. 入力電圧降下が補正されない場合の暗電流測定

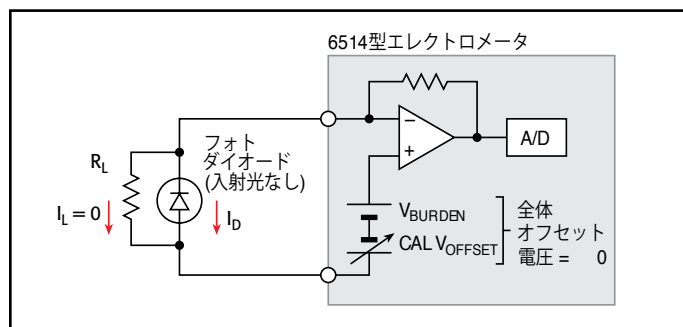


図2. 入力電圧降下が補正された場合の暗電流測定

これらの特長により、6514型は、特に試験システムが電圧源/電流源を含んでいたり、抵抗測定を電流印加電圧測定で行う場合に低価格で強力なツールになり、オプトデバイス、小容量キャパシタのリーク抵抗、スイッチなどのデバイスの試験に最適です。

## 微小入力電圧降下

6514型のフィードバック電流計方式により入力回路の電圧オフセットを最小化できるので電流測定の確度が向上します。また、入力電圧・電流オフセットを、表面パネルからのマニュアル操作でもバス経由でもIEEE-488コマンドでも、電子的にキャンセルできます。

## 暗電流測定

フォトダイオードのようなデバイスの暗電流を測定する場合(図1)、電流計は2つの相違する電流の和を読みます。一つの電流はデバイスに光が照射されないときに発生する暗電流( $I_D$ ) (換言すると測定すべき信号)であり、もう一つの電流は電流計端子に発生する入力電圧降下( $V_{BURDEN}$ )によって流れるリーク電流( $I_L$ )です。フィードバック電流計では、主入力電圧降下は増幅器のオフセット電圧です。これによるリーク電流が誤差電流になります。キャンセル手法を使わないと、 $I_L = V_{BURDEN} / R_L$ となります。図2は、6514型のCAL  $V_{OFFSET}$  が数 $\mu V$ の電圧ノイズレベルまで $V_{BURDEN}$ をキャンセルし、測定電流がフォトダイオードの真の暗電流( $I_D$ )になる仕組みを示しています。同様に、オフセット電流もキャンセルされます。従来のエレクトロメータでは、入力電圧降下が依然として存在した状態で単に内部数値補正がなされるため、暗電流測定では $I_L = V_{BURDEN} / R_L$ なる誤差項を含んでいました。

## 入力電圧降下と測定誤差

エレクトロメータは、DMMで測定するときよりも小さな端子間電圧で電流測定が行われます。図3に示すように、DMMでは、入力回路に電圧(通常200mV)を発生させるシャント抵抗を使って電流測定をします。これによって約200mVの端子間電圧( $V_{BURDEN}$ )が発生し測定電流を低下させます。これに対し、エレクトロメータでは図1に示すようにフィードバック電流計方式によって端子間電圧を減少させます。6514型はこの端子間電圧を、図2に示したように、残っている小さなオフセット電圧をキャンセルさせることによりさらに電圧ノイズレベルまで低下させます。どんな誤差信号もDMMでの電流測定で起こりうるものに比べて無視できます。

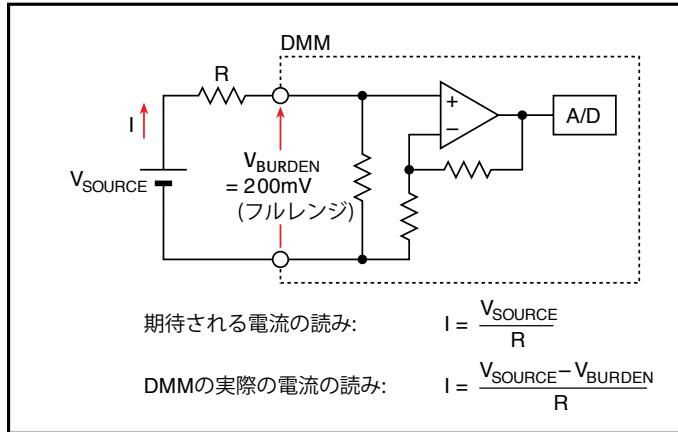


図3. DMMで測定する場合の入力電圧降下による誤差

下の例は、DMMの入力電圧降下による誤差と6514型のそれを比較しています。

$V_{SOURCE} = 1V$ ,  $R = 50k\Omega$ のとき、

期待される電流の読み:  $I = \frac{1V}{50k\Omega} = 20\mu A$

実際の読み (DMM: 20 $\mu A$ レンジ):	$V_{BURDEN} = 200mV$	$I = \frac{1V - 200mV}{50k\Omega} = \frac{800mV}{50k\Omega} = 16\mu A$	= DMMでの電圧降下による20%の誤差
------------------------------------	----------------------	--	----------------------

6514型の 実際の読み: 図2参照	$V_{BURDEN} = 10\mu V$	$I = \frac{0.999990V}{50k\Omega} = 19.9998\mu A$	= 6514型での電圧降下による0.001%の誤差
--------------------------	------------------------	--	---------------------------

### DMMのオフセット電流

DMM内のオフセット電流は、6514型の3fA入力バイアス電流に対して、通常数10pA~数100pAとなるため、微小電流測定での能力が著しく制限されます。

### 電圧

レンジ	5 $\frac{1}{2}$ 桁分解能	精度 (1年) <sup>1</sup> 18°-28°C $\pm$ (読みの%+カウント)	温度係数 0°-18°C & 28°-50°C $\pm$ (読みの%+カウント)/°C
2 V	10 $\mu V$	0.025 + 4	0.003 + 2
20 V	100 $\mu V$	0.025 + 3	0.002 + 1
200 V	1 mV	0.06 + 3	0.002 + 1

注:

<sup>1</sup> 正しくゼロ調整した時、5 $\frac{1}{2}$ 桁、レート: スロー (積分時間100m秒)

ノーマルモード除去比: 60dB(2V, 20V)、>55dB(200V)、50Hz/60Hz  $\pm 0.1\%$ の時  
コモンモード除去比: DC、50Hz、60Hzで>120dB

入力インピーダンス: >200T $\Omega$ /20pF、ガード容量<2pF (ゼロチェックオンで10M $\Omega$ )  
プリアンプ出力の小信号バンド幅: 100kHz (-3dB) 代表値

### 電流

レンジ	5 $\frac{1}{2}$ 桁分解能	精度 (1年) <sup>1</sup> 18°-28°C $\pm$ (読みの%+カウント)	温度係数 0°-18°C & 28°-50°C $\pm$ (読みの%+カウント)/°C
20 pA	100 aA <sup>2</sup>	1 + 30	0.1 + 5
200 pA	1 fA <sup>2</sup>	1 + 5	0.1 + 1
2 nA	10 fA	0.2 + 30	0.1 + 2
20 nA	100 fA	0.2 + 5	0.03 + 1
200 nA	1 pA	0.2 + 5	0.03 + 1
2 $\mu A$	10 pA	0.1 + 10	0.005 + 2
20 $\mu A$	100 pA	0.1 + 5	0.005 + 1
200 $\mu A$	1 nA	0.1 + 5	0.005 + 1
2 mA	10 nA	0.1 + 10	0.008 + 2
20 mA	100 nA	0.1 + 5	0.008 + 1

注:

<sup>1</sup> 正しくゼロ調整した時、5 $\frac{1}{2}$ 桁、レート: スロー (積分時間100m秒)

<sup>2</sup> aA = 10<sup>-18</sup>A, fA = 10<sup>-15</sup>A

入力バイアス電流: <3fA@T<sub>CAL</sub> (ユーザ調整可)、温度係数 = 0.5fA/°C

入力バイアス電流ノイズ: <750aA p-p (入力キャップ時)、0.1Hz~10Hzバンド幅、ダンピングオン、デジタルフィルタ = 40回

入力電圧降下(T<sub>CAL</sub>  $\pm 1^\circ C$  (ユーザ調整可)):  
<20 $\mu V$  (20pA, 2nA, 20nA, 2 $\mu A$ , 20 $\mu A$ レンジ)  
<100 $\mu V$  (200pA, 200nA, 200 $\mu A$ レンジ)  
<2mV (2mAレンジ)  
<4mV (20mAレンジ)

入力電圧降下の温度係数: <10 $\mu V/^\circ C$  (pA, nA,  $\mu A$ レンジ)

プリアンプセトリング時間 (最終値の10%以内まで):

pAレンジ: 2.5秒(ダンピングOFF時、代表値)、3秒(ダンピングON時、代表値)  
nAレンジ: 15m秒  
 $\mu A$ , mAレンジ: 5m秒

ノーマルモード除去比: >95dB (pA), 60dB (nA,  $\mu A$ , mAレンジ)、50Hz/60Hz  $\pm 0.1\%$ 、デジタルフィルタ = 40

### 抵抗

レンジ	5 $\frac{1}{2}$ 桁分解能	精度 (1年間) <sup>1</sup> 18°-28°C $\pm$ (読みの%+カウント)	温度係数 0°-18°C & 28°-50°C $\pm$ (読みの%+カウント)/°C	試験電流
2 k $\Omega$	10 m $\Omega$	0.20 + 10	0.01 + 2	0.9mA
20 k $\Omega$	100 m $\Omega$	0.15 + 3	0.01 + 1	0.9mA
200 k $\Omega$	1 $\Omega$	0.25 + 3	0.01 + 1	0.9mA
2 M $\Omega$	10 $\Omega$	0.25 + 4	0.02 + 2	0.9 $\mu A$
20 M $\Omega$	100 $\Omega$	0.25 + 3	0.02 + 1	0.9 $\mu A$
200 M $\Omega$	1 k $\Omega$	0.30 + 3	0.02 + 1	0.9 $\mu A$
2 G $\Omega$	10 k $\Omega$	1.5 + 4	0.04 + 2	0.9 nA
20 G $\Omega$	100 k $\Omega$	1.5 + 3	0.04 + 1	0.9 nA
200 G $\Omega$	1 M $\Omega$	1.5 + 3	0.04 + 1	0.9 nA

<sup>1</sup> 正しくゼロ調整した時、5 $\frac{1}{2}$ 桁、レート: スロー (積分時間100m秒)

最大開回路電圧: 250V DC

# 6514型

# プログラマブル・エレクトロメータ

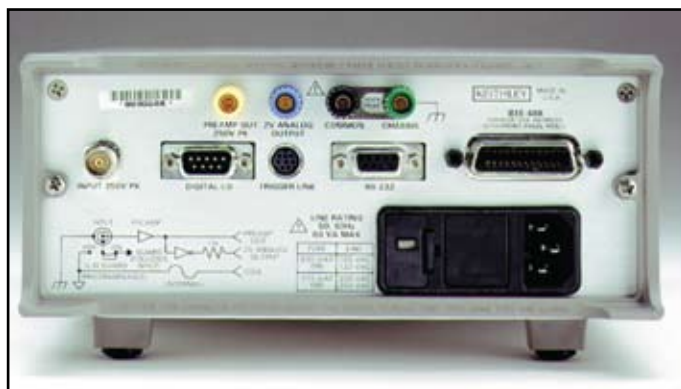
プリアンプセットリング時間 (最終値の10%に入るまで、入力容量<100pF):  
2kΩ~200kΩ: 2m秒, 20MΩ~200MΩ: 90m秒, 2GΩ~200GΩ: 1秒

レンジ	6½桁 分解能	精度 (1年) <sup>1,2</sup>	温度係数
		18°-28°C ±(読みの%+カウント)	0°-18°C & 28°-50°C ±(読みの%+カウント)/°C
20 nC	10 fC	0.4 + 50	0.04 + 10
200 nC	100 fC	0.4 + 50	0.04 + 10
2 μC	1 pC	1 + 50	0.05 + 10
20 μC	10 pC	1 + 50	0.05 + 10

注:  
<sup>1</sup> 電荷収録時間は、<1000秒、10,000秒追加されるごとに精度から2%減じる  
<sup>2</sup> 正しくゼロ調整した時、6½桁、レート:スロー(積分時間100m秒)  
 入力バイアス電流: <4fA@T<sub>CAL</sub>、温度係数=0.5fA/°C

## GPIBバス仕様

マルチラインコマンド: DCL, LLO, SDC, GET, GTL, UNT, UNL, SPE, SPD  
 言語体系: SCPI (IEEE-488.2, SCPI-1996.0); DDC (IEEE-488.1)  
 ユニライン・コマンド: IFC, REN, EOI, SRQ, ATN  
 インタフェースファンクション: SH1, AH1, T5, TE0, L4, LE0, SR1, RL1, PP0,  
 DC1, DT1, C0, E1  
 プログラマブル・パラメータ: ファンクション、レンジ、ゼロチェック、ゼロコレクト、  
 EOI (DDCモードのみ)、トリガ、ターミネータ (DDCモードのみ)、2500データ  
 ストレージ、キャリブレーション (SCPIモードのみ)、ディスプレイフォーマット、  
 SRQ, REL, 出力フォーマット、ガード、VオフセットCal, IオフセットCal  
 アドレスモード: トークオンリーとアドレスブル  
 言語エミュレーション: DDCモードを経由して6512, 617, 617-HIQ型のエミュレ  
 ーションを行う  
 トリガから読み取り終了まで: 外部トリガで150m秒(代表値)  
 RS-232仕様:  
 サポート: SCPI 1996.0.  
 ボーレート: 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19.2k, 38.4k, 57.6k  
 プロトコル: Xon/Xoff, 7ビットあるいは8ビットASCII, parity-odd/even/none  
 コネクタ: DB-9 TXD/RXD/GND



6514型裏面パネル

仕様は予告なく変更になる場合があります。  
 Keithleyの商標はすべてKeithley Instruments, Incに帰属します。  
 その他の商標は各所有会社に帰属します。

## 一般仕様

表示: 6½桁真空蛍光ディスプレイ  
 オーバーレンジ: "OVRFLOW"と表示される  
 レンジング: オートまたはマニュアル  
 A/D変換時間: 0.01PLCから10PLCまでで選択可  
 プログラム: フロントパネルより、GPIBアドレス、単位や科学的表記の選択、デジ  
 タル校正にアクセス  
 最大入力: 250Vp, DC~60Hzサイン波、mAレンジでは最大1分間に10秒  
 最大コモンモード電圧 (DC~60Hzサイン波): 500Vp  
 アイソレーション (メータのコモンモードとシャーシ間): 10<sup>10</sup>Ω (公称)/500pF  
 入力コネクタ: リアパネル、3ラグトライアキシャル  
 2Vアナログ出力: フルレンジ入力に対して2V、電流や電荷ファンクションでは反  
 転、出力インピーダンス10kΩ  
 プリアンプ出力: 電圧測定用のガード出力。電流、電荷ファンクションでは反転出  
 力や外部フィードバックとして使用可  
 デジタルインタフェース:  
 ハンドラインインタフェース: テストの開始、終了、3カテゴリビット  
 デジタルI/O: トリガ入力数1、500mAシンク可能な出力数4  
 コネクタ: 9ピンDサブミニチュア、オスピン  
 EMC: European Union Directive 89/336/EEC (EN55011, EN50082-1,  
 EN61000-3-2, EN61000-3-3, FCCパート15クラスB)  
 安全性: European Union Directive 73/23/EEC EN61010-1に適合  
 ガード: 電圧と抵抗測定用、スイッチでオンオフ可  
 トリガライン: 使用可、詳細は取扱説明書に記述  
 データストア: 2500個の読み  
 読み取りレート:  
 内部バッファへ 1200回/秒<sup>1</sup>  
 IEEE-488バスへ 500回/秒<sup>1,3</sup>  
 表面パネルへ 17回/秒 (60Hz)<sup>2</sup>  
 15回/秒 (50Hz)<sup>2</sup>  
 注:  
<sup>1</sup> 0.01PLC、デジタルフィルタオフ、フロントパネルオフ、オートゼロオフ  
<sup>2</sup> 1.00PLC、デジタルフィルタオフ  
<sup>3</sup> バイナリ転送モード  
 デジタルフィルタ: メディアンが平均 (2~100リーディングで選択可)  
 ダンピング: 電流ファンクションで選択可  
 環境:  
 動作: 0° -50° C、相対湿度70%で35° Cまで結露なし  
 保存: -25° ~+65° C  
 ワームアップ: 規定精度まで1時間 (手順は取扱説明書参照)  
 電源: 90-125Vまたは210-250V、50-60Hz、60VA  
 寸法: 90mm H × 214mm W × 369mm D  
 ネット質量: <4.6kg  
 出荷質量: <9.5kg

# KEITHLEY

ケースレーインストルメンツ株式会社

本社 ■〒105-0022 東京都港区海岸1-11-1 ニューピア竹芝ノースタワー13F ■ TEL:03-5733-7555 ■ FAX:03-5733-7556 ■ www.keithley.jp  
 大阪オフィス ■〒564-0052 大阪府吹田市広芝町9番地 第11マイダビル ■ TEL:06-6190-0014 ■ FAX:06-6190-0017 ■ info.jp@keithley.com