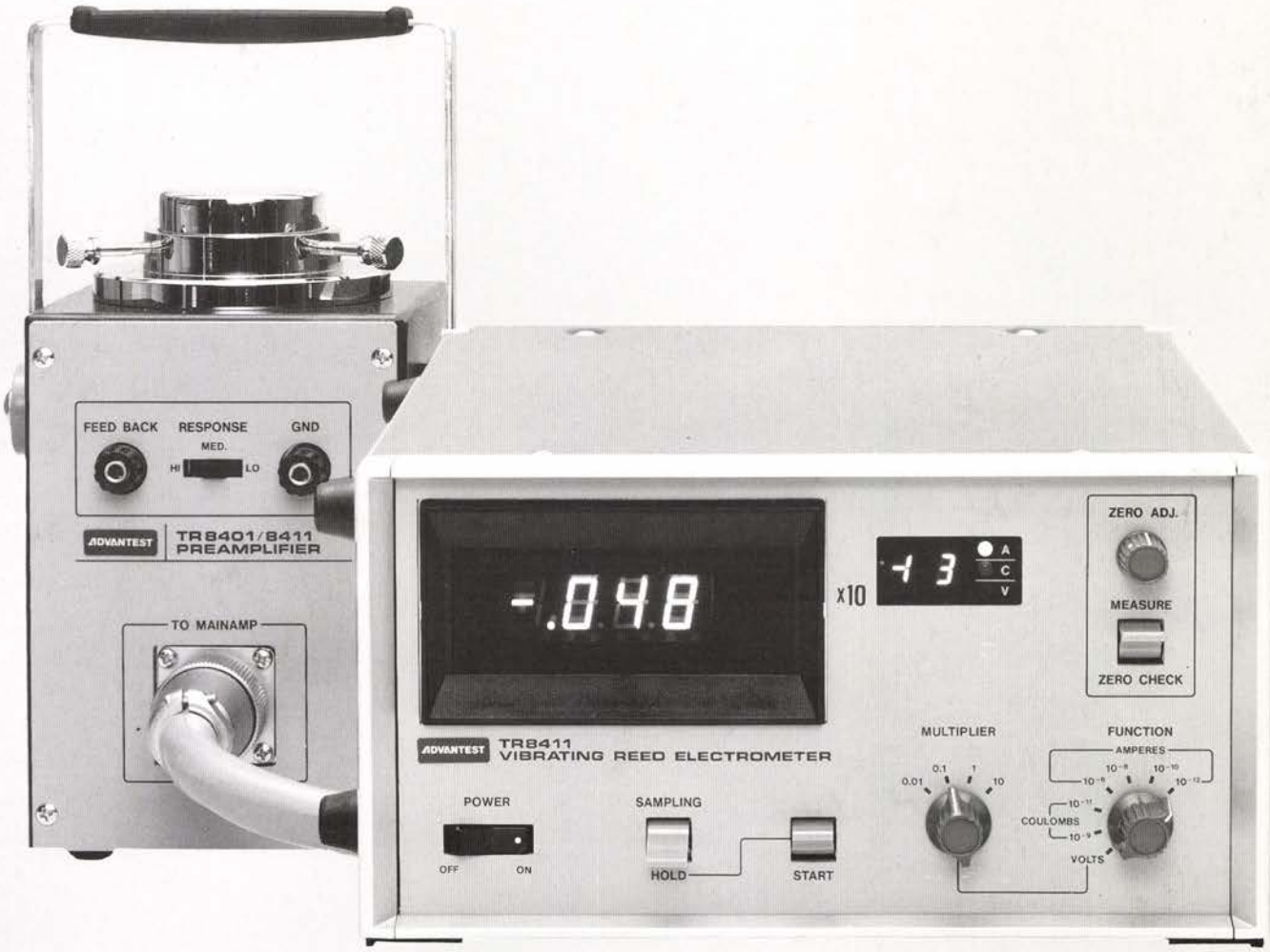
ADVANTEST
株式会社アドバンテスト

TR8411
振動容量型エレクトロメータ

10^{-17}A微少電流測定を実現

■微少電流, 電荷, 電位のもっとも安定した測定に最適
■大型蛍光表示管を採用。LED表示によって，測定レンジも直読可能
■電位測定10μV，電流測定1×10^{-17}A，電荷測定1×10^{-16}C
■低ノイズ10μVrms.以下（入力ショート）
■高入力インピーダンス$1\times10^{15}\Omega$
■電流積分測定（充電法）によって，ノイズの多い微少電流測定も可能
■システム，OEM用として使えるBCD出力付(**TR8411**), 外部コントロール可能



概　要

TR8411振動容量型エレクトロメータは，微少電流，電位，電荷のシステム化計測を追求して生まれたもので，大型蛍光表示管を採用して測定結果がデジタル表示できます。外部コントロール機能があるほか，BCD出力付ですから，デジタル・レコーダを接続することによって，測定結果を記録することもできます。また高安定性，ハイレスポンスの特性をいかして，長時間にわたるデータ（空中電荷測定，放射線量の測定，質量分析など）の収集もできます。振動容量型エレクトロメータは，入力信号を振動コンデンサに電荷としてたくわえ，これを振動コンデンサによってAC電圧に変換したのちに増幅する方式（DC入力は振動コンデンサにチャージされるだけで消費されない方式）であるため，入力インピーダンスのきわめて高い（$10^{15}\Omega$以上）構造につくることができます。本器は，この特長を最大限に活用して，高内部抵抗電源の起電力，およびその電源より流れる微少電流の測定を対象とし，各種電離槽よりのイオン電流，静電気，超絶縁抵抗，質量分析，半導体の測定，放射線の計測，モニタおよび応用機器，医学，生物学への応用として広い用途をもっています。本器は，メインアンプ，プリアンプより構成され，分離していますので，信号検出端と指示部をひきはなして測定する必要がある場合（例えば，質量分析，原子炉，RI利用における放射線防護の必要など）も便利です。両者を接続するケーブルは16芯のシールドケーブルを使用しておりますので，外部からの誘導ノイズには全く影響されず，ご要求により20mまで延長が可能です。

用　途

●入力インピーダンス$10^{15}\Omega$以上での電位測定

高入力インピーダンス，高安定度の特長を生かして，半導体の比抵抗の測定，ホール係数の測定，圧電素子などの電位測定にご使用いただけます。本器は，ブロック・ダイヤグラムに示すように入力信号を振動コンデンサに電荷としてたくわえ，これを振動コンデンサによってAC電圧に変換したのちに増幅し検波する方式で，検波された直流信号は，同時に負帰還されていますので，出力電圧は，利得×帰還定数（$A\beta$）を大きくとれば，増幅器の利得とは無関係となり，帰還定数だけに左右されるという高安定な増幅をします。このような設計によって，零点のドリフトは，1mV/day以内の高安定度が得られます。

- 半導体の比抵抗の測定
  比抵抗測定用試料箱（4探針法比抵抗測定）を併用して，半導体の比抵抗測定
- 半導体のホール係数の測定
  ホール係数・比抵抗測定用試料箱，ホール起電力測定用容器，電磁石，電磁石用電源，温度計などを併用して，半導体のホール係数の測定
- pHおよびpH変化の測定
- 電位の測定
  高入力インピーダンス，低ドリフトの特性をいかした半導体研究，薄膜研究，影像管，圧電素子，などの電位測定，空中電位の測定など，高内部抵抗信号源の電位測定



TR8411　リア・パネル



TR8411　振動容量型デジタル・エレクトロメータ

●高感度の電流測定

電流測定には，直読法と充電法があり，直読法は，信号電流が検出抵抗に流れる際の電圧降下を検出することによって行ないます。そのため，電流検出抵抗はとくに高確度な抵抗を用いており，$1\times10^{6}\Omega\sim1\times10^{12}\Omega$の4レンジをスイッチによって切換えます。電流計としての入力インピーダンスは，この検出抵抗値の$1/A\beta$以下になります。充電法(電荷蓄積法)は，入力回路に含まれる振動コンデンサにたくわえられた電荷から流れた電流を求める方法で，最高1×10^{-17}Aの電流測定ができ，とくに10^{-16}A以下の測定には，この方法が唯一のものです。

- 高電流感度の特性をいかした質量分析，放射線測定におけるイオン電流，影像管のグリッド電流，2次電子増倍光電管のアノード電流の測定に
- アイソトープモニタ用として
- FETのゲート漏れ電流測定に
- 高分子材料の電気的特性の測定に
- 充電法（電荷蓄積法）によって微少電流を求める方法

まず無入力時のバック・グランド・カレントInを求めます。

$$In=\frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

Δt ：測定時間
ΔQ：Δt内にチャージされた電荷量
In ：本器の雑音電流

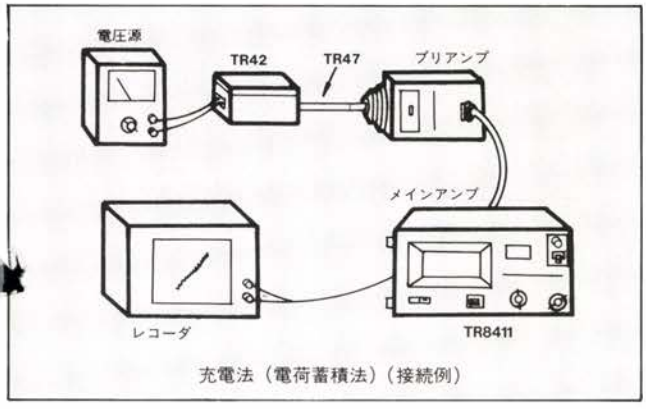
次に **TR42** と電圧源を接続したときの電流Is′を求めます。

$Is'=Is+In$

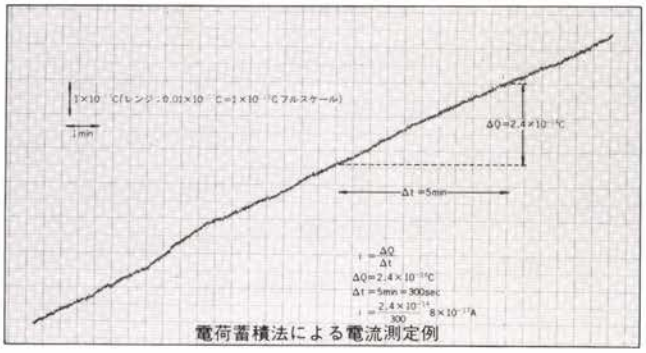
したがって信号電流Isは

$Is=Is'-In$

となります。



充電法（電荷蓄積法）(接続例)

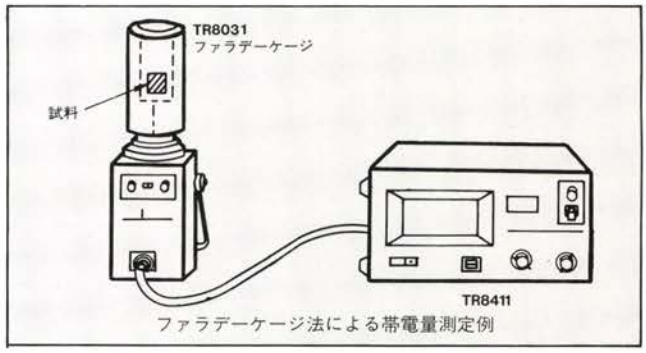


電荷蓄積法による電流測定例

●1 ×10^{-15}Cという極微少電荷測定

絶縁物などの帯電のようにあまり電荷の移動がない場合には真の帯電量を測定するために、帯電体を金属で包み金属に誘導された電荷を電位計で測定するファラデーケージ法が用いられます。

- 空中電荷の測定に
- **TR8031** ファラデーケージを用いて，帯電体の電荷を測定します。絶縁物の帯電量，チップ状，粉末状，液体状の物質の帯電量の測定ができます。

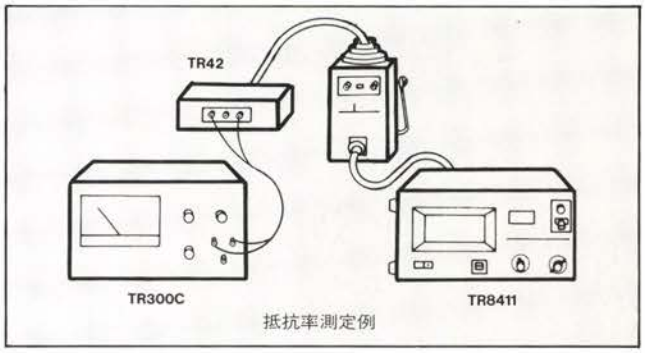


ファラデーケージ法による帯電量測定例

●さらに広範囲に使えます

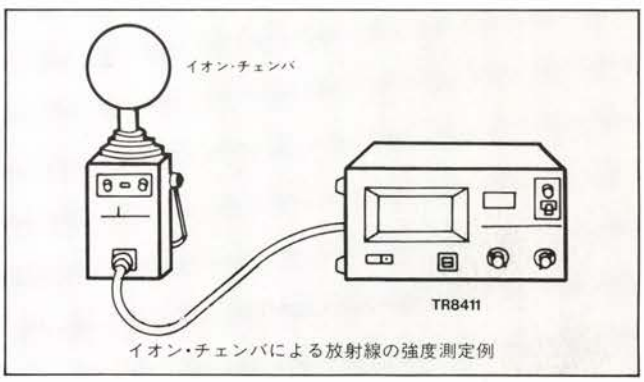
基本となる電位，電流の測定機能に，アクセサリを併用して絶縁抵抗，体積抵抗率，表面抵抗率，放射線量を測定できます。

- **TR42**は常温におけるシート(平板状)試料に，**TR43**は常温から200℃範囲内のシート試料に，**TR44**は液体状の試料に，このように**TR40**シリーズは，絶縁抵抗，体積抵抗率，表面抵抗率の測定に使用できます。



抵抗率測定例

- イオン・チェンバを併用することにより，放射線(γ線)の強度を極微少線量から大線量まで広範囲にわたり，正確に測定することができます。



イオン・チェンバによる放射線の強度測定例

性能諸元

電位測定

測定レンジ	分解能	測定確度※1	入力インピーダンス	応答速度	ノイズ
10mV	10μV	±1% of f.s. ※2	$1\times10^{15}\Omega$以上	約0.7s (10%～90%)	10μVrms. (50μVp-p)以上 入力ショート マルチプライヤ 0.01において
100mV	100μV	±0.3% of f.s.			
1V	1mV				
10V	10mV				

※1. 23℃ ±5℃において1Vレコーダ用出力端子における値
※2. 10mVレンジではノイズ電圧(10μVrms)が付加されます

電流測定

レンジ / マルチプライヤ	10^{-4}A フルスケール	10^{-4}A 測定確度※	10^{-5}A フルスケール	10^{-5}A 測定確度※	10^{-12}A フルスケール	10^{-12}A 測定確度※	10^{-13}A フルスケール	10^{-13}A 測定確度※	分解能 10^{-14}Aレンジにおいて
0.01	1×10^{-4}A	±3.2% of f.s.	1×10^{-5}A	±3.7% of f.s.	1×10^{-12}A	±4.2% of f.s.	1×10^{-13}A	±6 % of f.s.	1×10^{-14}A
0.1	1×10^{-4}A	±1.5% of f.s.	1×10^{-5}A	±2 % of f.s.	1×10^{-12}A	±2.5% of f.s.	1×10^{-13}A	±4.5% of f.s.	1×10^{-14}A
1	1×10^{-4}A		1×10^{-5}A		1×10^{-12}A		1×10^{-13}A		1×10^{-14}A
10	1×10^{-3}A		1×10^{-4}A		1×10^{-11}A		1×10^{-12}A		1×10^{-13}A
電流検出抵抗	$10^{4}\Omega$		$10^{5}\Omega$		$10^{12}\Omega$		$10^{13}\Omega$		
入力インピーダンス	約$10^{4}\Omega$		約$10^{5}\Omega$		約$10^{12}\Omega$		約$10^{13}\Omega$		
応答速度	約0.7s (10%～90%)		約0.7s (10%～90%)		約1s (10%～90%)		Hi : 3 ～ 6s MED : 7 ～11s LO : 22～30s (10%～90%)		
ノイズ					±5×10^{-13}Arms. (±2×10^{-12}Ap-p) (マルチプライヤ0.01において)		±5×10^{-13}Arms. (±2×10^{-12}Ap-p) (マルチプライヤ0.01において)		

※23℃ ±5℃において1Vレコーダ用出力端子における値

電荷測定

レンジ / マルチプライヤ	10^{-9}C フルスケール	10^{-9}C 測定確度※	10^{-11}C フルスケール	10^{-11}C 測定確度※	分解能 10^{-13}Cレンジにおいて
0.01	1×10^{-11}C	±7% of f.s.	1×10^{-13}C	±(7% of f.s. +15% of rdg.)	1×10^{-15}C
0.1	1×10^{-10}C	±5.5% of f.s.	1×10^{-12}C	±(3.5% of f.s. +5% of rdg.)	1×10^{-14}C
1	1×10^{-9}C		1×10^{-11}C		1×10^{-13}C
10	1×10^{-8}C		1×10^{-10}C		1×10^{-12}C
電荷検出コンデンサ	1000pF		10pF		
応答速度	約0.7s(10%～90%)				

※23℃±5℃において1Vレコーダ用出力端子における値

一般仕様

最大印加電圧：100V（ただしZERO CHECK時は33V/電流測定，電圧測定におけるZERO CHECK時は電圧印加できず）
表示部確度：上記確度に±0.05% of reading ±1digitを加えた値
最大表示：1999
レンジ切換え：手動
サンプリング速度：2.5回／秒
表　　示：測定値；000～1999蛍光表示管による記憶表示
測定レンジ，単位（A，C，V）；LED表示
極性；正負自動切換
入力オーバ表示：1999表示を超える入力でオーバ表示が点灯
データ出力：BCDパラレル出力，正論理0～+12V（TTLレベルに変更可），その他オーバ，プリント・コマンド，レンジ，データを出力する。
記録計用出力：10mVフルスケール（出力インピーダンス10Ω）
1Vフルスケール（出力インピーダンス1kΩ）
（ただし，接続される機器はフローティング入力であること）
零ドリフト：1mV/day(max.)，300μV/day(typ.)，100μV/℃(max.)
リモート・コントロール：測定レンジ（Functionスイッチのみ）およびZERO CHECK機能をTTL信号または接点信号で外部コントロールできる。
ウォーム・アップ時間：20分（ただし，零ドリフトについては安定するまでに2～3時間を要することがある。）
バック・グラウンド・カレント：5×10^{-17}A以下
使用環境：温度0℃～40℃，相対湿度80%以下
保存温度範囲：−25℃～+70℃
電　　源：AC100V±10%，50/60Hz，約20VA
（オプションにより115V，200V，230Vに変更可能）
外形寸法・重量：
プリアンプ　約104(幅)×190(高)×104(奥行)mm，約3.3kg
本　　体　約250(幅)×132(高)×300(奥行)mm，約5.4kg
メーカ希望小売価格：￥720,000

付属品

品名	形名	製品コード	備考
電源ケーブル	MP-19		
入力ケーブル	BI-002		
接続ケーブル	MC-58		
入力アダプタ	A08016		

アクセサリ

TR42	超高抵抗測定用試料箱	￥ 60,000
TR43C	超高抵抗測定用試料箱(高温用)	￥650,000
TR44	液体抵抗測定用試料容器	￥100,000
TR45	標準抵抗箱(1×10^{8}, 10^{9}, 10^{10}, 10^{11}, $10^{12}\Omega$)	￥45,000～￥ 70,000
TR47	パイプ・ケーブル(X, Y, Z, M, T, W)	￥15,000～￥ 50,000
TR50	イオン・チェンバ（受注生産）	
TR300C	絶縁抵抗測定用電源	￥180,000
TR8031	ファラデーケージ	￥ 60,000

表示価格には消費税は含まれておりません。
消費税相当額については別途申し受けます。

注）ユーザ各位のご要望，当社の品質管理の一層の高度化などにともなって，おことわりなしに仕様の一部を変更，向上させていただくことがあります。

ADVANTEST®
株式会社アドバンテスト

本社事務所 ■ 163 新宿区西新宿2-4-1……☎(03) 342-7500(代)
(新宿NSビル内私書箱第6069号) FAX(03)342-7510 TELEX232-4914
西事務所 ■ 540 大阪市中央区城見2-1-61(ツイン21 MIDタワー)…☎(06) 947-5500(代)
本社 ■ 176 練馬区旭町1-32-1……☎(03) 930-4111(代)
仙台営業所 ■ 980 仙台市青葉区国分町1-8-14(第2仙台協立ビル)…☎(022)224-1681(代)
宇都宮営業所 ■ 321 宇都宮市東宿郷3-2-18(高智穂ビル)……☎(0286)35-8271(代)
水戸営業所 ■ 310 水戸市上水戸2-9-3……☎(0292)53-5121(直)
筑波営業所 ■ 305 つくば市吾妻3-10-1(松見ビル)……☎(0298)52-1637(直)
千葉営業所 ■ 280 千葉市中央2-3-16(安田東相ビル)……☎(0472)27-7500(代)
東東京営業所 ■ 176 練馬区旭町1-32-1……☎(03) 930-4111(代)
西東京営業所 ■ 191 日野市旭ヶ丘2-2-18……☎(0425)86-1171(代)
横浜営業所 ■ 213 川崎市高津区新作6-5-8……☎(044)888-1111(代)
厚木営業所 ■ 243 厚木市泉町14-2(TYG第2泉町ビル)……☎(0462)29-0500(代)
三島営業所 ■ 411 三島市南田町3-19(アイダ産業ビル)……☎(0559)73-6500(代)
甲府営業所 ■ 400 甲府市丸の内2-30-2(甲府第1生命ビル)…☎(0552)35-7500(代)
長野営業所 ■ 390 松本市埋橋2-7-15……☎(0263)33-7798(直)
名古屋営業所 ■ 464 名古屋市千種区内山3-18-10(千種ステーションビル)…☎(052)731-6100(代)
京都営業所 ■ 600 京都市下京区烏丸通り五条下ル大阪町396(第3キョートビル)…☎(075)341-4021(代)
大阪営業所 ■ 564 吹田市南金田2-18-22……☎(06) 385-6611(代)
広島営業所 ■ 730 広島市中区上幟町2-43(栗原広島ビル)……☎(082)223-7500(代)
九州営業所 ■ 810 福岡市中央区港1-1-16(鶴一ビル)……☎(092)712-2737(直)

取次店