



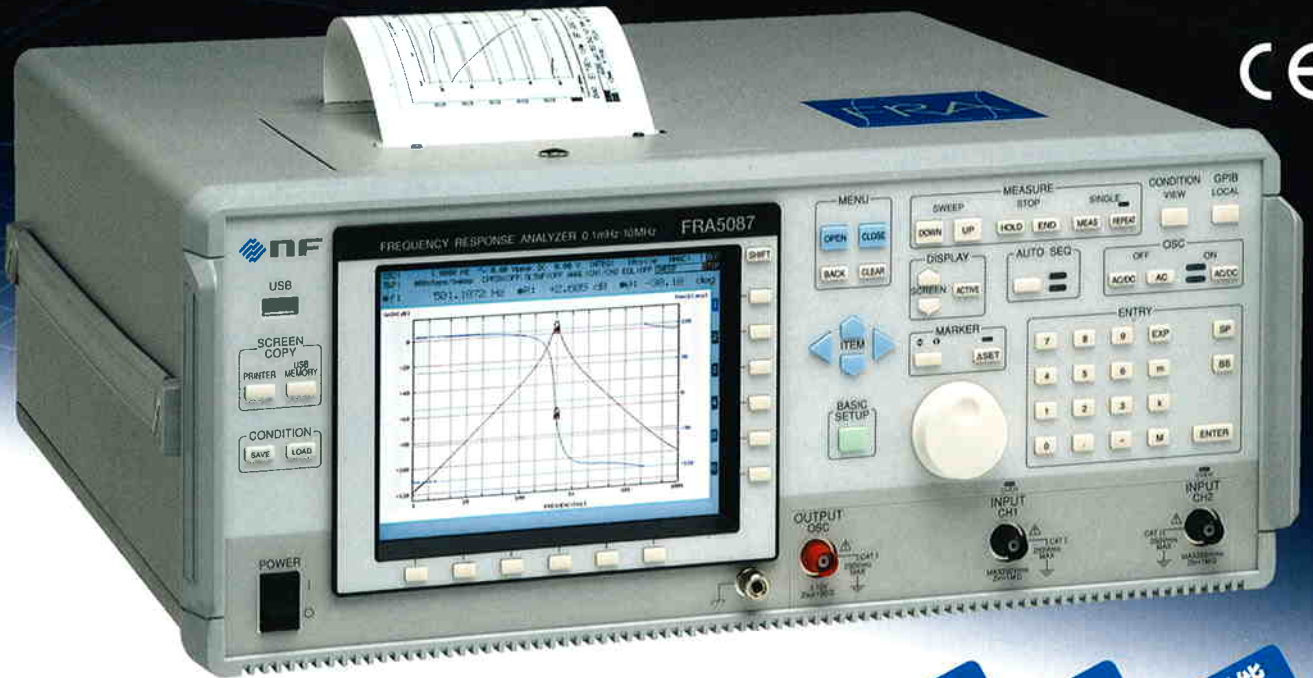
周波数特性を高精度に測定するFRA。
機能・性能をさらにアップして新登場!

周波数特性分析器

FREQUENCY RESPONSE ANALYZER

FRA5087 [10MHzタイプ]
FRA5097 [15MHzタイプ]

従来モデル
2.2MHzから
UP!



もっと使いやすく・便利にする新機能

BASIC SETUPキー
USBメモリ
インピーダンス表示機能
(FRA5087はオプション)

高精度な測定を実現する信頼のスペック

- 測定周波数 FRA5087 0.1mHz~10MHz
- 振幅精度 $\pm 0.05\text{dB}$ 、位相精度 $\pm 0.3^\circ$
- ダイナミックレンジ140dB
- FRA5097 0.1mHz~15MHz
- アイソレーション電圧250Vrms
- オートレンジング機能

「FRAサーボアナライザ」として、さまざまなアプリケーションに対応



スイッチング電源の
ループ特性測定



シリーズレギュレータの
リップル除去比測定



磁気ディスク・光ディスク
のサーボ特性測定



圧電素子の
共振特性測定



電子部品の
インピーダンス測定



燃料電池の
交流インピーダンス測定



電気二重層コンデンサ
の内部抵抗測定



ほかにも多くの
測定シーンで活躍!

確かな測定を実現するFRAならではの高精度、高機能をさらに便利に使いやすくした充実の自信作。

周波数特性分析器 (FRA) は、デジタルフーリエ積分方式の優れたノイズ除去特性を生かし、被測定対象の周波数応答を高精度に測定する装置です。入力レンジを常に最適化するオートレンジング機能とフローティングされた入出力回路を備え、入力信号レベルや被測定対象のGND電位を気にすることなく、ダイナミックに変化する周波数応答を高精度に短時間で測定できます。しかも、操作はいたって簡単。お使い頂くほどにその優れた精度、機能、操作性を実感して頂けます。

●振幅精度±0.05dB、位相精度±0.3°

デジタルフーリエ演算方式と自己校正機能により常に高い精度で測定します。

●測定周波数 0.1mHz~10MHz* / 15MHz*

超低周波から高周波までカバー。ワンスweep最大20000点の高密度測定が可能です。対数等間隔や、測定値が急変する区間だけ自動的に細かくすることもできます。分解能0.1mHz。

*FRA5087は0.1mHz~10MHz、FRA5097は0.1mHz~15MHz

●USBメモリでラクラク保存／読み込み!

●USB
USBメモリに測定データを保存／読み込みできます。さらに、以下の機能を装備。

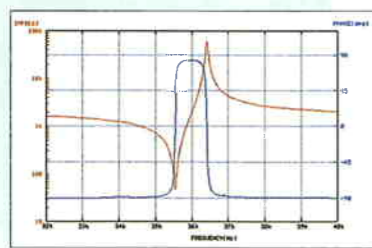
●SCREEN COPY
キーを押すだけで画面をUSBメモリ／内蔵プリンタに出力できます。

●CONDITION
キーを押すだけで設定条件 (1組) をUSBメモリに保存 (SAVE) / 読み込み (LOAD) できます。

●多彩なグラフ出力
ボード線図、ナイキスト線図、ニコルス線図、コイルコイルプロットを表示。測定後、グラフ間の相互変換も可能です。

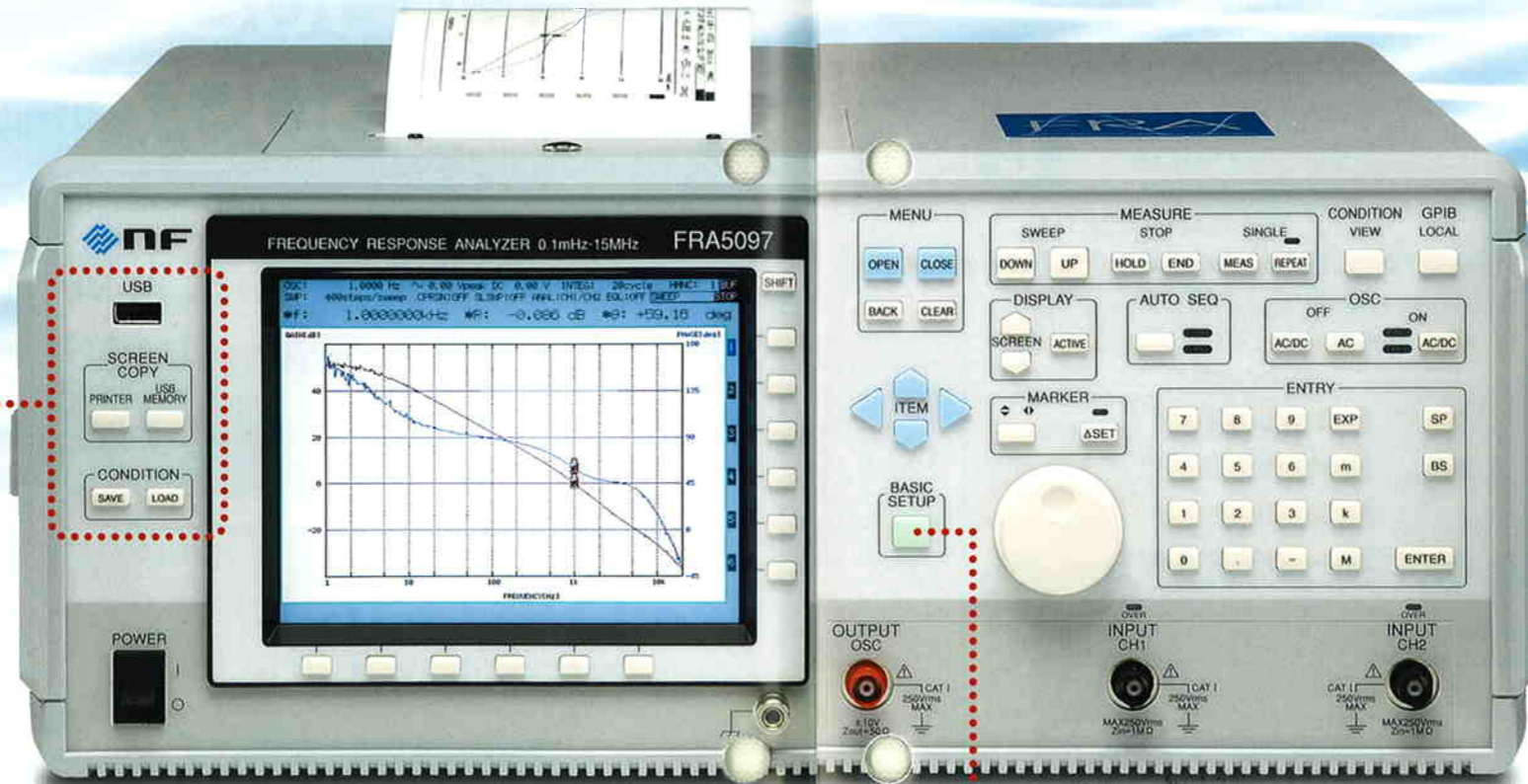
●インピーダンス表示機能 (FRA5087はオプション)

インピーダンスを正確に測定・表示できるうえ、オープン・ショート補正、最大最小値表示、画面イメージ保存も可能です。



●プリンタ内蔵

画面を感熱紙にハードコピーできるプリンタを内蔵。測定データの保存やレポート作成に便利です。



写真はFRA5097です。

●アイソレーション
発振器出力 (OUTPUT) と2チャンネルの分析入力 (INPUT) は、筐体および各入出力間で250Vrms絶縁されています。誤った信号接続による機器の破損等を防ぐことができます。

●カラーTFT-LCD
周波数特性グラフや測定条件の設定メニューを見やすいカラー液晶ディスプレイに表示します。

●バッテリーバックアップ
電源を切る前の設定内容やメモリに格納した測定データは電源を切っても保持されています。

●ダイナミックレンジ140dB

測定周波数ポイント毎に測定レンジを最適化するオートレンジングと、高分解能A/D変換器により広いダイナミックレンジを確保。測定中の大きな変化に対しても確実に測定することができます。

●オートレンジング

入力信号のレベルに追従して入力レンジが自動的に切り換わります。FRAに電圧感度の設定は不要です。

●便利で優れた機能を搭載

最適な積分回数を自動設定して測定結果のばらつきや、外乱の影響を抑える自動積分機能を始め、測定をより確実にする便利で優れた機能を搭載しています。

- ・周波数軸高密度スイープ
- ・遅延機能
- ・自動積分機能
- ・振幅圧縮機能
- ・イコライズ機能
- ・演算機能

(各々についてP.5の主要定格を参照)

●ファイル読み出しソフトウェア

USBメモリに取り込んだデータをパソコンに読み出して、グラフ表示やCSV形式で保存することができます。(本ソフトウェアは、当社ホームページからダウンロード)

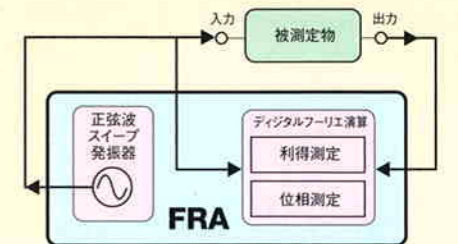
●GPIBとUSBを装備

外部のパソコンで測定条件を設定したり、測定データを読み取ることができます。

これで解った! FRAのしくみ

FRAはスイープ発振器と電圧計・位相計で構成されています。電圧と位相はデジタルフーリエ演算(注)により発振器を基準として同時かつ高精度に求めることができます。ひとつの周波数における測定が終わると次の周波数に移って同じ測定を自動的に繰り返します。これは普段私たちが独立した発振器と電圧計・位相計を使って行う操作と同じです。このためFRAの設定は基本的に忠実で極めてわかりやすいのです。また、測定点毎に電圧計のレンジを変えることができるのでA/Dコンバータのビット数による制限をはるかに超えた高ダイナミックレンジの測定が可能です。

(注) フーリエ演算方式: 測定値と基準値(正弦波信号源)の積の積分を求める方式。フーリエ級数の基本波を求める演算と同一。外乱などの非同期成分は積分時間の平方根に比例して減衰する。

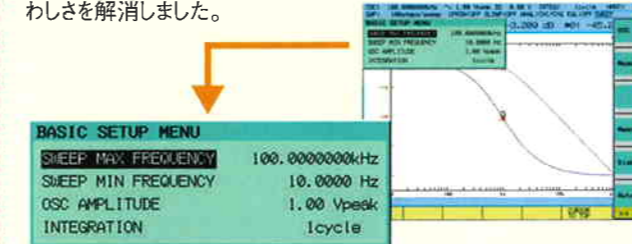


ワンタッチで基本設定画面を表示!

設定を簡単に・わかりやすくする専用キーを装備。

●BASIC SETUP

キーを押せばすぐに基本設定の画面が表示され、測定周波数(スイープ)の上限/下限、振幅、積分回数(スイープ)の設定を一つの画面で行うことができます。従来モデルで設定項目ごとに画面を切り換えて設定していた煩わしさを解消しました。



さまざまなシーンで活躍する信頼のFRA。ますます 広がるお客様のご要求に高精度な測定でお応えします。

APPLICATION

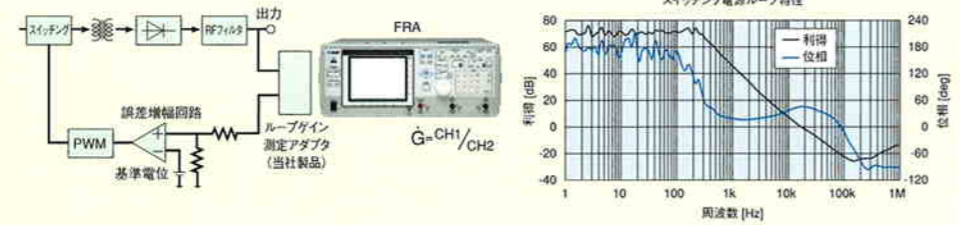
優れた精度・機能で常に質の高い測定を提供する周波数特性分析器は、サーボ系の安定度測定に多く用いられることから、「FRAサーボアナライザ」とも呼ばれ長年にわたり先端技術の測定を強力にサポートしてきました。その応用範囲は広く、電子回路・部品・材料から電気化学、機械、振動までさまざまな分野に及んでおり、多くのお客様から高い評価と信頼を頂いています。



電子回路 電子部品 電子材料 電気化学 機械 振動 ...etc.

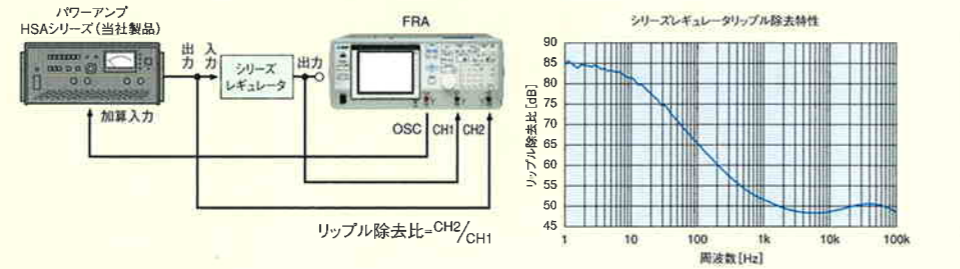
1 スイッチング電源のループ特性測定

スイッチング電源の動的な安定度(利得余裕、位相余裕)を評価する測定です。信号源・測定端共にアイソレーションされているので直流の重畳した部分でも自由な接続が可能です。位相補償回路の働き具合もハッキリと測定できます。



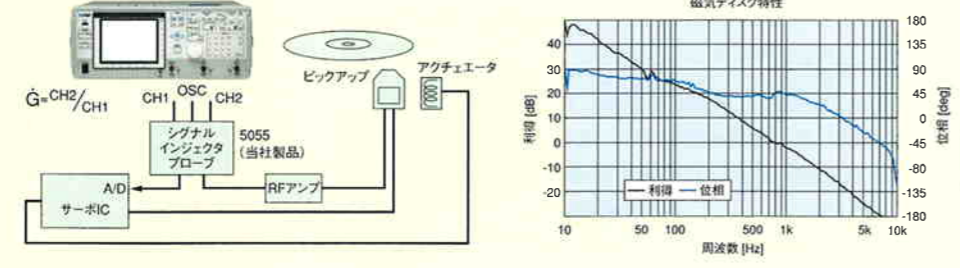
2 シリーズレギュレータのリップル除去比測定

シリーズレギュレータのリップル除去比の測定です。リップル除去特性はシリーズレギュレータの重要な特性の一つです。FRAは最大±200Vの直流を自動的に除去しますので、パワーアンプ(HSAシリーズ)との組み合わせで、高電圧出力のシリーズレギュレータでも最大140dBの高ダイナミックレンジで測定できます。



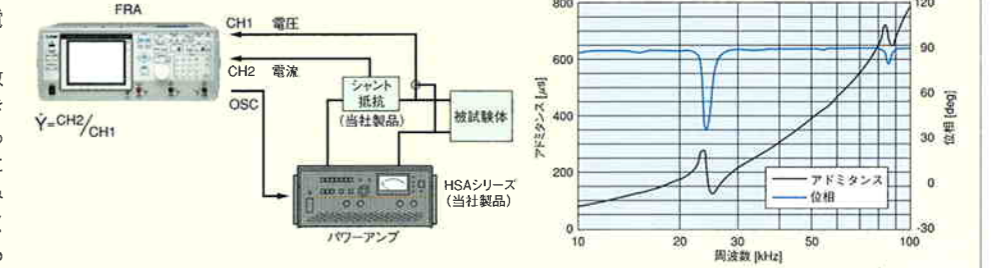
3 磁気ディスク・光ディスクのサーボ特性測定

磁気ディスク・光ディスクのピックアップを制御するサーボ系の伝達関数測定です。通常動作状態のままオープンループ特性を測定。測定周波数毎のオートレンジング動作を利用した最大140dB以上という大きなダイナミックレンジの測定でありながら、FRAの高い雑音排除能力により高利得部分の位相も安定して測定できます。



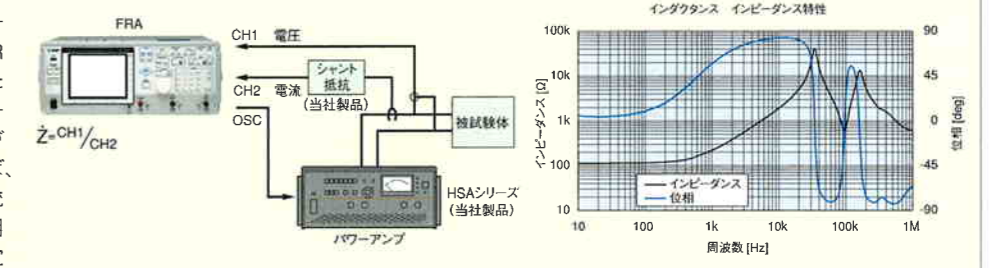
4 圧電素子の共振特性測定

圧電アクチュエータ等に使用する圧電素子の電気的共振特性の測定です。FRAはFFTなどと異なり、特定の周波数範囲の周波数分解能を細かくしたりできるほか、±0.3度の高い位相精度を持っているので、共振点付近の特性を詳細に知ることができます。パワーアンプと組み合わせれば、小振幅特性だけではなく大振幅特性(実駆動電圧での特性)も測定できます。



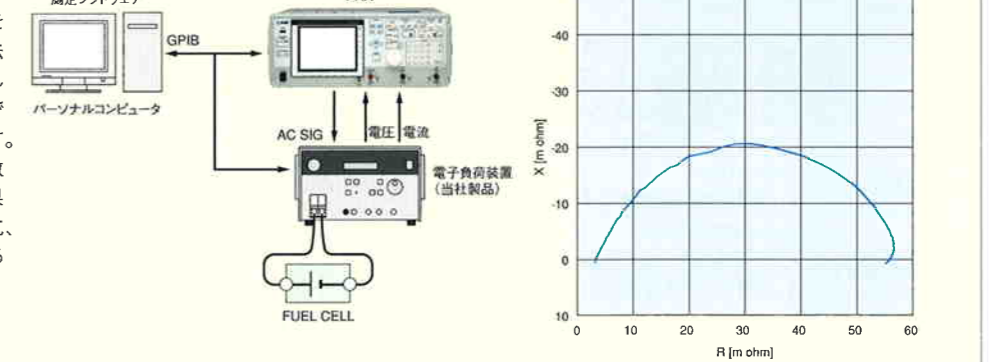
5 電子部品のインピーダンス測定

インダクタンスやコンデンサなどのインピーダンス特性の測定です。FRAはLCRメータなどと異なり周波数をスイープした測定ができますので、周波数によるインピーダンス特性の変化を容易に知ることができます。パワーアンプと組み合わせれば、LCRメータでは不可能な大電圧、大電流下での測定が行えますので、実際の使用条件に近い状態でのインピーダンス測定が可能です。



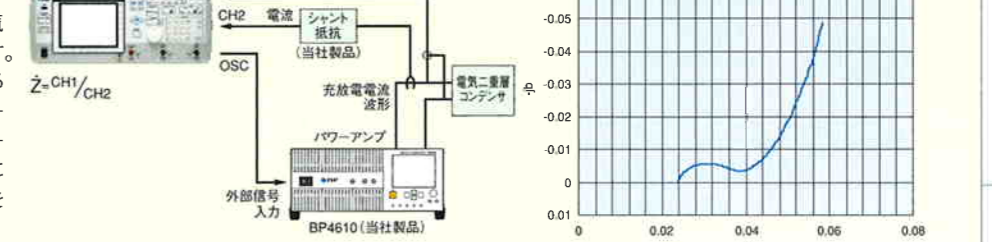
6 燃料電池の交流インピーダンス測定

燃料電池の交流インピーダンス測定をFRAと電子負荷を組み合わせる方法です。FRAは直流の影響を受けませんので、燃料電池の任意の出力電流で詳細なインピーダンス測定が行えます。また、0.1mHzという直流に近い周波数からの測定も可能です。さらに、測定結果から等価回路のパラメータ(寄生抵抗、反応抵抗、二重層容量)を算出できるシステムへ発展させることができます。



7 電気二重層コンデンサの内部抵抗測定

コンデンサと電池の中間に位置する電気二重層コンデンサの内部抵抗測定です。FRAは最高0.1mHz分解能で測定できるほか、コール-コールプロット(複素インピーダンス表示)によるファラデーインピーダンスの解析ができます。また、外乱に極めて強いので、大電流で充電と放電を切り換えながらの測定も可能です。



ほかにも...
多くのお客様がこんな
ところで使っています。

- 防振材の特性評価
- フィルタの周波数特性測定
- EV用コネクタの接触抵抗測定
- 大型振動台、疲労試験機などの油圧機器の試験
- OPアンプ等のCMRR測定/PSRR測定
- トランスの内部温度上昇特性の測定
- 超音波モータの特性測定
- ケミカルインピーダンス測定

■主要定格

◆発振部

出力波形	正弦波、 方形波、 三角波
周波数	: FRA5087 0.1mHz~10MHz FRA5097 0.1mHz~15MHz : 0.1mHz~100kHz 設定分解能: 0.1mHz 確 度: ±10ppm
AC振幅	0V~10Vpeak(無負荷時) 設定分解能: 3桁または0.01mVpeakのいずれか大きい方
DCバイアス	-10V~10V(無負荷時) 分 解 能: 10mV
出力制御	QUICK : 瞬時に設定電圧あるいは0Vにする SLOW : 徐々に増減し、設定電圧あるいは0Vにする 位相制御: 発振の開始/停止位相を1°ステップで設定可 AC、DC同時オン/オフおよびACのみ単独にオフ可
周波数スイープ	ログスイープ: 3~20,000steps/sweep または1~20,000steps/decade (ただし、3steps/sweep min、 20,000steps/sweep max) リニアスイープ: 3~20,000steps/sweep または0.1mHz~10MHz/step (FRA5087)、 0.1mHz~15MHz/step (FRA5097) (ただし、3steps/sweep min、 20,000steps/sweep max) 周波数軸高密度スイープ: 測定データが大幅に変化する時、自動的にその前後の周波数区間のスイープ密度を上げて正確に測定
アイソレーション	耐 電 圧: 250Vrms(対筐体、対分析部入力) 測定カテゴリ: I

◆分析部入力

入力チャンネル数	2チャンネル(CH1、CH2)
アイソレーション	250Vrms(信号およびグラウンド 対 発振部、分析部入力チャンネル間) 測定カテゴリ: I
最大入力電圧	±350Vpeak(AC+DC)
最大測定電圧	250Vrms
ダイナミックレンジ	140dB typ.(10Hz~1MHz)
測定モード	REPEAT、SINGLE、SWEEP
分析モード	レシオ: CH1/CH2、CH2/CH1 レベル: CH1、CH2
高調波測定	2~10次 (FRA5087は10MHz、FRA5097は15MHzまで)
高調波・雑音除去比	ノーマルモードDC : 60dB以上 広帯域ホワイトノイズ: 50dB以上(雑音帯域幅500kHz) 高調波(10次以下): 60dB以上(100kHz以下) 40dB以上(100kHz以上)
オートレンジング機能	入力信号のレベルに追従して入力レンジが切り換わる機能
遅延機能	周波数切換え後、測定開始までの時間を遅延する機能 0~9,999秒または0~9,999サイクル
積分機能	ノイズの影響を取り除いて測定する為のデータ積分機能 0~9,999秒または1~9,999サイクル
自動積分機能	一定の信頼度になるまで積分を繰り返す機能 0~9,999秒または2~9,999サイクル
振幅圧縮機能	被測定系の飽和や破損を防ぐ為、被測定形の振幅レベルが一定となるように発振器のレベルを制御する機能
イコライズ機能	センサやケーブルなどの測定系の周波数特性をあらかじめ測定しておき、後の本測定の時にこの測定系の誤差分を取り除いて、被測定系のみ特性を得る機能
演算機能	四則演算(データ対データ、データ対数値、数値対数値)、データの微分、二階微分、積分、二階積分、開ループ→閉ループ変換、閉ループ→開ループ変換

◆測定誤差

CH1/CH2またはCH2/CH1	≤20kHz	≤500kHz	≤2.2MHz	>2.2MHz
a、b、R	±0.5%	±1%	±10%	±25%
dBR	±0.05dB	±0.1dB	±1dB	±2dB
位 相	±0.3°	±0.5°	±2°	±5°

※キャリブレーション直後で、分析入力電圧が100mVpeak~10Vpeak(2.2MHzを超える場合は~2Vpeak)の時

◆表 示

表示器	6.5インチ カラーTFT-LCD
グラフ	ボード線図、ナイキスト線図、ニコルス線図、 コルコルプロット 相互変換可能 (カーソルによる読み取り、オートスケール可能)
測定データ表示	利得(リニア、ログ)、位相 拡大表示可能
その他機能	オートスケールリング、マーカ表示、測定条件表示、 タイトルの表示、日付および時間表示

◆外部記憶

媒 体	USB1.1またはUSB2.0に準拠したUSBメモリ
コネクタ	フロントパネル、USB-Aコネクタ
ファイルフォーマット	FAT (IBM PC/AT互換機のWindows98SE以降と コンパチブル)
記録内容	設定条件、測定データ、画面データ(ビットマップ形式)
ファイル操作機能	ディレクトリ、リネーム、デリート、セーブ、ロード

◆外部入出力

インタフェース	GPIB: 条件の設定、条件・データの問合せ、動作指令 USB : USB1.1 (Low Speed, Full Speed)、TMC リアパネル、USB-Bコネクタ
感熱プリンタ	LCD画面を内蔵の感熱プリンタにハードコピー
直流電源出力	5055(別売)用コネクタ ±24V 最大100mA

◆インピーダンス表示機能 (FRA5087はオプション)

表示項目	インピーダンス、レジスタンス、リアクタンス、 アドミタンス、コンダクタンス、サセプタンスを リニアグラフおよびロググラフで表示
電流シャント入力 変換係数	0~1.0E+6(分解能5桁もしくは0.01E-9)、 位相反転機能
オープン・ショート 補正機能	オープン補正メモリとショート補正メモリを設定し、 測定時にオープン・ショート補正しグラフ表示
最大最小サーチ 機能	ボード線図において、縦軸パラメタの最大値、最小値 をサーチしてマーカを移動し、その計算値を表示

◆一般事項

電 源	AC100V/120V/230V±10% ただし250V以下 50Hz/60Hz ±2Hz
消費電力	最大100VA
性能保証温度・ 湿度	+5~+35°C、5~85%RH (ただし、絶対湿度1~25g/m ³ 、結露がないこと)
外形寸法	434(W)×177(H)×453(D)mm(突起物を除く)
質 量	約12kg
付属品/添付品	本体取扱説明書×1、GPIB/USB取扱説明書×1、 電源コード(3ピン、2m)×1、信号ケーブル(BNC-BNC)×3、 T型ディバイダ×1、感熱紙×1

■別売品

品 名	型 名
●高耐圧クリップセット(3本セット)	PA-001-0419
●高耐圧ワニ口ケーブルセット(小)(3本セット)	PA-001-0420
●高耐圧ワニ口ケーブルセット(大)(3本セット)	PA-001-0421
●みの虫ケーブルセット(3本セット)	PA-001-0422
●高耐圧BNCアダプタ(Tプランチ)	PC-001-4503
●高耐圧BNCケーブル	PC-002-3347
●高耐圧延長BNCケーブル	PC-007-0364
●交換用プリンタ用紙(10巻入)	PC-007-0382
●ループゲイン測定アダプタ用クリップケーブル(交換用)	PC-007-1922

周辺機器

インピーダンス測定アダプタ
PA-001-0368 オプション



電子部品などのインピーダンスの周波数特性を測定するためのアダプタ。電流検出用のシャント抵抗(1Ω, 10Ω, 100Ω)を内蔵。FRA5087/FRA5097用。

ループゲイン測定アダプタ
PA-001-0369 オプション



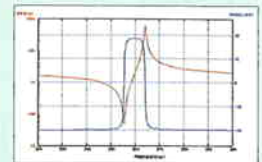
負帰還回路が動作している状態で、そのループゲインを測定するためのアダプタ。FRA5087/FRA5097用。(クリップケーブル部分を交換可能。PC-007-1922)

シャント抵抗
PA-001-0370 オプション



内部に1Ωの4端子抵抗を内蔵したシャント。インピーダンス測定において、被測定物に流れる電流(最大1Arms)を検出する場合に使用。当社のFRA全機種に対応。

インピーダンス表示機能
PA-001-1231 オプション
 (ご注文時指定)



インピーダンスを正確に測定・表示できるうえ、オープン・ショート補正、最大最小値表示、画面イメージ保存も可能。FRA5087用。(FRA5097には標準装備)

シグナルインジェクタ
 プロープ
5055



サーボ系などのループ特性を閉ループのまま測定するための補助ユニット。誤差の少ない測定が可能。当社のFRA全機種に対応。

周波数特性分析器ラインナップ

周波数特性分析器 **5010A**



判定機能付・生産ライン用FRA

- 10MHz~20kHz
- GO-NOGO判定機能付
- スポット周波数方式(最大10スポット)
- 低価格

周波数特性分析器 **FRA5020A**



グラフ表示付・汎用タイプのFRA

- 10MHz~20kHz
- CRT内蔵
- イコライズ機能等装備
- グラフ表示(ボード図、ナイキスト図、ニコルス図及び数値)

関連製品

高速バイポーラ電源 **HSAシリーズ**



HSA4101 (DC~10MHz)

FRAの発振器出力をパワーアップ

- DC~最高10MHz、高スルーレート
- 最大300Vp-p、最大5.66Ap-p
- 4象限出力、低出力インピーダンス
- 6モデルをラインナップ

バイポーラ電源 **BPシリーズ**

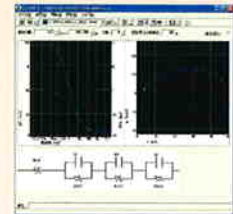


BP4610

シーケンシャル信号源内蔵

- BP4610: ±10A (30Ap-p)
- BP4620: ±20A (60Ap-p) **NEW**
- ±60V、DC~150kHz、CV/CCモード
- 最大255ステップ、4象限出力

燃料電池特性分析ソフトウェア **As-510-Z**



等価回路を自動推定

燃料電池、電気二重層コンデンサなどの交流インピーダンス測定結果をもとに、カーブフィッティングを用いた独自のアルゴリズムにより、等価回路を自動推定。電気化学分野の測定で幅広く応用可能。

技術資料

「FRAだからできること」をご理解いただくために、技術資料をご用意しました。お気軽にご請求ください。

周波数特性分析器による
 スイッチング電源の安定性評価

スイッチング電源の安定性の定量的な評価に不可欠な、ループ利得と出力インピーダンスの測定について解説。スイッチング電源を構成する部品の特性や、出力電圧の品質を左右する電解コンデンサのインピーダンス測定などについてもご紹介しています。



周波数特性分析器
 技術解説集

FRAの測定原理やFRAを用いた周波数特性の測定方法を詳しく解説。具体的な測定方法を実測データをもとにご紹介するほか、正しく測定するためのヒントなど、すぐに役立つ情報満載です。これからFRAをお使いいただく方には必見の資料です。

