



株式会社 KOJUNDO CHEMICAL LABORATORY CO.,LTD
高純度化学研究所
High Purity Materials



強誘電体・圧電体評価システム

Precision Non Linear Materials Testers



A Leader Since 1988

Your Gateway to
Ferroelectric/Multiferroic/
Piezoelectric/magnetroelectric Testing & Devices

高純度化学研究所は米国 ラジアント・テクノロジー社 (Radiant Technologies, Inc.) の日本総代理店です。同社の製造する強誘電体、圧電体評価システムは、人感センサー、感圧センサー、熱センサーなどのセンサーデバイスや、圧電応答を利用した各種 MEMS デバイスの特性評価用として全世界で使われています。通常の評価装置以外にも様々なオプションやカスタマイズといったご用件も承っていますので、材料評価でお困りの際にはぜひお問い合わせください。

Vision 制御ソフトウェア ▶ P.2



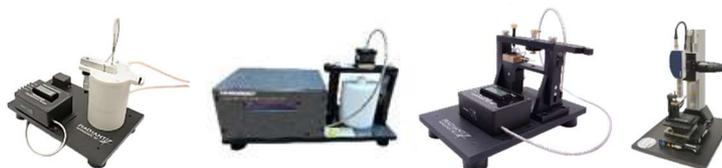
強誘電体・圧電体テスター ▶ P.3



高電圧印加オプション ▶ P.5



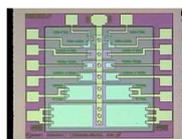
変位計測オプション ▶ P.7



磁気電気応答計測オプション ▶ P.9



強誘電体ウェハー販売 ▶ P.10



Vision 制御ソフトウェア



Vision はラジアント・テクノロジー社製非線形材料測定用テスター、高電圧発生装置や変位センサーといった外部機器を制御するためのソフトウェアです。通常、お持ちの PC (Windows OS) にインストールし、ホスト PC としてドライバーを介して外部機器に信号を送り、計測の実行、測定データの取り込み、そして、解析を行います。

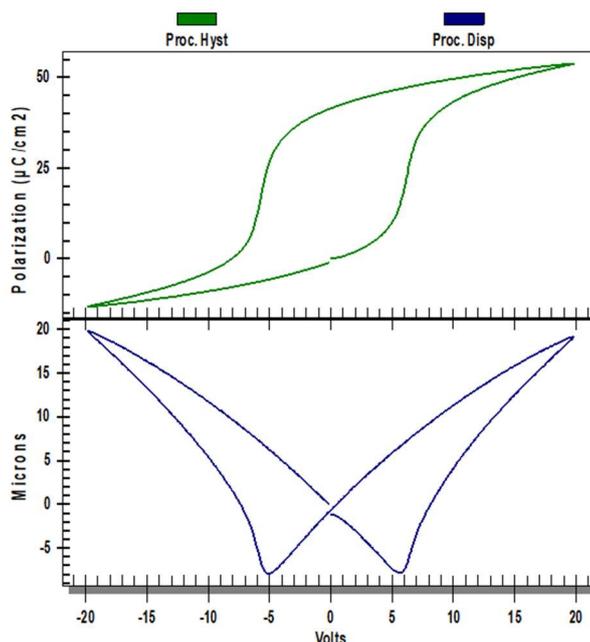
1 つずつデータを確認しながら迅速・簡便に計測を行う“QuikLook”モード、そして、より高度で複雑なプログラムをカスタマイズして実行する“Editor”モードが標準で備わっています。Editor モードでは、ドラッグアンドドロップで容易に試験シーケンスが組み立てられ、さらには、グラフ化だけでなく、座標軸の自動変換、データのエクスポートなど各種計測・データ加工が自由に設計できる仕様になっています。

Vision 環境下で取得されたすべてのデータが収集され、計測条件とともにアーカイブデータとして保存されます。そのため、いつでも実行済みのデータの取り出しが可能です。また、データと計測条件は共同研究先とインターネットやイントラネット回線上で共有が可能なため、試験の手順や管理、そして、評価を共有することができます。

Vision は GPIB や LAN 等が搭載された外部機器との接続が容易に行えることから、汎用性が高く、外部機器と連携した複雑な計測が容易に実行できます。さらに、ラジアント・テクノロジー社製ではない高電圧アンプや恒温槽といった外部機器との接続、そしてそれらの制御も可能です。Vision ソフトウェア内の温度制御プログラムとの組み合わせで、各温度における電気特性を自動で測定することも可能です。材料評価でお困りの際にはぜひお問い合わせください。

Vision ソフトウェアに含まれる計測ソフトの一例

- Hysteresis
- Remanent Hysteresis
- Time Dependent Component
- DLTS
- PAINT
- リーク電流
- 疲労試験
- PUND
- エナジーカーブ
- リテンション
- インプリント



e31 計測治具と組み合わせ、Hysteresis Loop と Butterfly Curve を同時に計測

強誘電体・圧電体テスター

◆ PiezoMEMS Analyzer

マルチフェロイック材料の高速測定に対応した Multiferroic II に LCR メーター、マルチプレクサーの機能を統合した最新テスターです。従来の強誘電体や圧電体の特性評価だけでなく、MEMS センサーやアクチュエーターの開発に必要な電気機械特性の評価を同時に行うことができます。材料開発の効率向上に大きな役割を果



◆ Multiferroic II

プレジジョンマルチフェロイックテスター II (Precision Multiferroic II tester) はマルチフェロイック材料の計測のために、Premier II の内蔵アンプをより高速応答が可能な内蔵アンプ(±100V、±200V、±500V)に変更したものです。高速応答計測に高い能力を発揮します。



◆ Premier II

0.5 μ s までのパルス幅での分極測定、270kHz までのヒステリシスの測定を可能とします(±10V)。薄膜、大面積サンプルや高電圧にも幅広く対応し、第四世代テスターとして高い能力を有



◆ LC II

LC の後続機として、拡張型の LC II を開発しました。ヒステリシス計測時間を 30 秒に増加し、最大 32000 計測点に対応いたしました。プレジジョン LC II は高い柔軟性と容易な使い方を、優れたコストパフォーマンスで実現します。大学や研究機関に最適なテスターです。



◆ RT66C

低価格、且つ研究者が必要とする機能を搭載した新型強誘電体テスターです。セットアップ、使い勝手が非常に簡便で強誘電体薄膜や厚膜が簡単な手順で計測可能になります。標準仕様として±200V の出力電圧が可能で、追加オプションで±10KV まで拡張可能です。



研究現場のニーズにこだわった豊富なラインナップ

ラジアント・テクノロジー社では強誘電体メモリ、圧電体、 piezo MEMS、焦電体、センサー、さらには、薄膜からバルクまで様々な用途で使用可能な強誘電体・圧電体テスターを世界中に供給しています。RT66A を Windows OS 上の Vision ソフトウェアに対応させ拡張性を高めた RT66C、汎用機である LC の性能向上を行った LCII、上位機種 Premier II、マルチフェロイック材料の高速測定に対応した Multiferroic II、そして、最新機種として LCR の計測も可能な PiezoMEMS Analyzer といった 5 種類の強誘電体テスターを取り扱っています。

信頼されるデータ

海外での強誘電体計測に対するラジアント・テクノロジー社の信頼性は、学会論文等をご覧ください。弊社では各種デモ機をご用意しておりますので、装置の精度や機能、動作確認のご相談は、ぜひお気軽にお問合せください。実際のデモ計測で、ラジアント・テクノロジー社の試験装置の正確性、柔軟性及び簡便さについてご理解いただくと確信い

主要機能

- 外部出力ファティーグ機能
- MEMS テスト用内蔵電源 ±30V、±100V、±200V、±500V
- 定常的に変化するパルス幅やヒステリシス測定時間の設定
- 連続可変パルス幅とヒステリシス測定時間
- 保護機能つき高機能高電圧インターフェース (HVI) に接続可能
- バーチャルグラウンド測定回路
- 内部自動校正用各種素子、高機能プレジジョン・アクセサリポート
- 測定用外部センサー・ポート (外部変位計、温度センサー等に接続)
- 48 チャンネルマルチプレクサーによる自動測定。高電圧マルチプレクサー
- 研究者がテストをカスタマイズすることを可能にする Vision データ管理ソフトウェア
- Vision ソフトウェアは Windows 8、10 (32bit、64bit) 対応
- 研究者間で計測条件やデータをグローバルで共有できるデータ形式
- LAN 規格: 10/100/1000BASE-T GPIB によるコミュニケーション (ホスト PC に依存)
- 複数の保存データと測定直後のデータとの比較等
- 電源は 100V~220V を自動選択

仕様

Tester Parameter	PiezoMEMS Analyzer	Multiferroic II	Premier II	LC II	RT66C
電圧レンジ (組込印加電圧アンブ)	±100V, ±200V	±100V, ±200V, ±500V	±10V, ±30V, ±100V, ±200V, ±500V (内部降圧)		±200V
電圧レンジ (外部電圧アンブ + 高電圧インターフェース (HVI) を使用)	10kV	10kV	10kV	10kV	10kV
ADC 変換バイト数	18	18	18	18	14
最小電荷分解能	0.80fC	0.80fC	0.80fC	<10fC	122fC
最小面積分解能 (1bit = 1 μ C/cm ² 換算で)	0.08 μ m ²	0.08 μ m ²	0.08 μ m ²	<1 μ m ²	12.2 μ m ²
最大電荷分解能	526mC	526mC	526mC	276 μ C	4.8 μ C
最大面積分解能 (飽和分極値 = 100 μ C/cm ² と想定して)	526cm ²	526cm ²	526cm ²	2.76cm ²	4.8mm ²
最大電荷分解能 (高電圧インターフェース (HVI) 付で)	526mC	526mC	526mC	276mC	480 μ C
最大面積分解能 (飽和分極値 = 100 μ C/cm ² と想定して、但し HVI 有り)	>100cm ²	>100cm ²	>100cm ²	>100cm ²	4.8cm ²
最大ヒステリシス周波数	270kHz @ 10V 270kHz @ 30V 270kHz @ 100V 100kHz @ 200V 5kHz @ 500V	270kHz @ 10V 270kHz @ 30V 270kHz @ 100V 100kHz @ 200V 5kHz @ 500V	250kHz @ 10V 10kHz @ 30V 10kHz @ 100V 5kHz @ 200V 5kHz @ 500V	5kHz @ 9.9V 5kHz @ 30V 5kHz @ 100V 5kHz @ 200V 5kHz @ 500V	1kHz
最小ヒステリシス周波数	0.03Hz	0.03Hz	0.03Hz	0.03Hz	0.125Hz
最小パルス幅	0.5 μ sec	0.5 μ sec	0.5 μ sec	50 μ sec	500 μ sec
最小パルス立ち上がり時間 (5V まで)	400nsec	400nsec	400nsec	40 μ sec	500 μ sec
最大パルス幅	1sec	1sec	1sec	1sec	0.1sec
最大パルス間延滞時間	40ksec	40ksec	40ksec	40ksec	40ksec
内部時計	25nsec	25nsec	25nsec	25nsec	50 μ sec
最小リーク電流 (最大電流集積期間 = 1sec と想定)	1pA	1pA	1pA	1pA	10pA
最大微小信号キャパシター周波数	1MHz	1MHz	1MHz	20kHz	2kHz
最小微小信号キャパシター周波数	1Hz	1Hz	1Hz	1Hz	10Hz
出力昇降時間制御	10 ³ scaling	10 ² scaling	10 ¹ scaling	10 ⁰ scaling	2 settings
入力キャパシター容量	~60fF	~60fF	~60fF	~60fF	1pF
電位計 任意速度で全試験について全テスト周波数による入力	可能	可能	可能	可能	可能
LCR 機能	内蔵	—	—	—	—
マルチプレクサー	内蔵	オプション	オプション	オプション	オプション

※仕様は予告なく変更される場合があります。

高電圧印加オプション

ラジアント・テクノロジー社製強誘電体テスターに高電圧オプションを接続することで、高電圧下における材料評価を可能にします。高電圧を発生させる高電圧アンプ：HVA、試料の破損によって生じる高電圧から強誘電体テスターを保護する等、4つの保護機能を有する高電圧インターフェース：HVI、そして、測定者を感電のリスクから守るための試料格納容器の役目を果たす高電圧テスト治具：HVTF などから構成されます。計測時に異常放電が起きたとしても、試験中、そして、試験後の試料取り出し時に作業者の安全が確保される設計になっています。±10kV 時でも優れた安全性を提供します。

高電圧インターフェース：HVI (High Voltage Interface)

高電圧アンプからの高電圧を試料に印加させる役割を果たします。また、高電圧印加時における試料破損の際に、その過負荷から強誘電体テスターを保護します。さらには、試験終了後の試料に残留する電荷を開放させ、作業者を試料回収時の感電リスクから守ります。



技術仕様：

増幅器最大電圧	商業電圧	高速保護電流値	高速トリガ ¹ 電圧値
±10kV	100V~240V 50~60Hz (自動選択)	10A	2.1V

低速保護遅延時間	分断リレー電圧	内部耐圧	パネル,マウント,コネクタ耐圧値
~14ms	12kV	>40kV DC	20kV

高電圧アンプ：HVA（High Voltage Amplifier）10kV

強誘電体テスターからの電圧信号（±10V）を最大±10kV に増幅させ、試料に高電圧を印加する装置です。お客様のご要望に応じて、±500V、±2000V、±4000V の各種ラインナップも充実しています。MEMS 向け高速応答タイプといった、計測目的・条件に合わせた最適なアンプをご提案いたします。



※写真はラジアント・テクノロジーズ社製 4kV-HVA になります。

高電圧試料固定器：HVTF（High Voltage Test Fixture）

優れた絶縁性を有するテフロンで作製されており、最大10kVの印加が可能です。試料はチャンバー内の銅製電極で挟み込まれ、外部端子へと電氣的に接続されます。チャンバー内を絶縁オイルで満たすことで、大気中で発生しがちなアーキング現象から試料を保護し、最大 230°Cまでの環境に対応できます。変位計や温度変化ユニット付き等の機種も取り揃えております。



高温・高電圧試料固定器：HT-HVTF （High-Temperature High-Voltage Test Fixture）

恒温槽や高温乾燥機といった 600°Cまでの環境下で使用することができます。本器は耐高温物質で作製されていますが、とても脆いため落下等の衝撃に弱い特徴があります。そのため、取り扱いの際には注意が必要です。



変位計測オプション

d33 バルク圧電応答計測システム

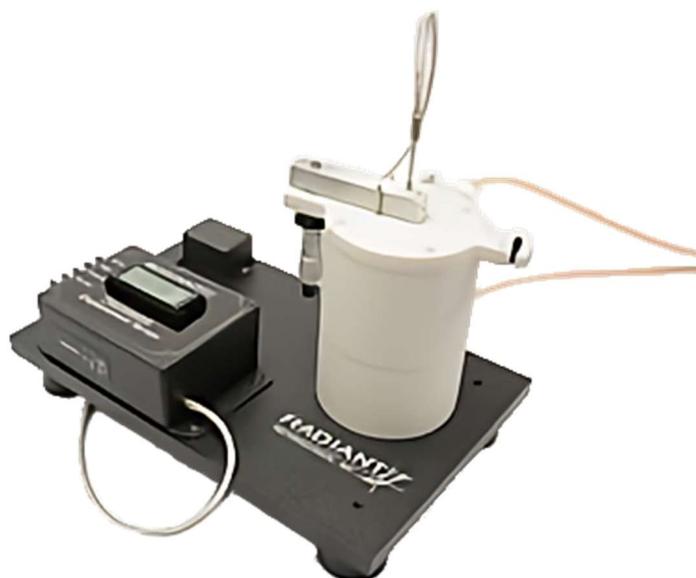
AutoCal 230C は、バルク圧電材料の d33 を求めるために開発された、低価格と使い易さを追求した高性能な変位応答計測システム(HB-PTB)の次世代機です。光学式変位センサー、高電圧変位計測治具、アドバンスドピエゾソフトウェアから構成され、光学式変位センサーがバルク試料の変位 (100nm 以上) を検出し、加熱環境下での圧電定数 d33 を求めます。試料への高電圧印加は 10kV まで可能です。

加熱環境下での変位計自動校正機能を標準装備し、Vision ソフトウェアの計測シーケンスとの組み合わせにより、手動計測に比べて大幅な計測時間の短縮が可能になります。

加熱・光学センサー位置調整機構を持たない B-PTB もございます。



AutoCal230C



B-PTB

e31 薄膜圧電応答計測システム

カンチレバー上に形成された薄膜圧電試料の圧電定数を求めるために開発された応答計測システムです。変位センサー、固定治具、アドバンスドピエゾソフトウェアから構成され、変位センサーが電界の印加によって変形するカンチレバー先端の変位を捕捉し、その変位量を計測することで e31 を求めます。変位量に応じて、光学式センサーやレーザードップラー型の提案が可能です。



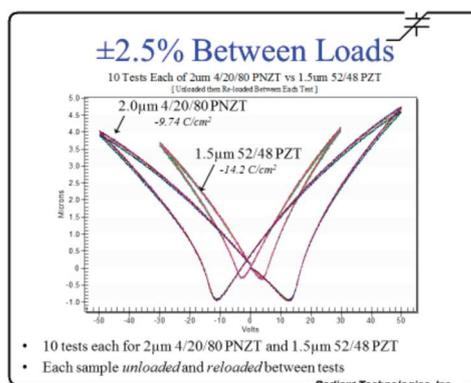
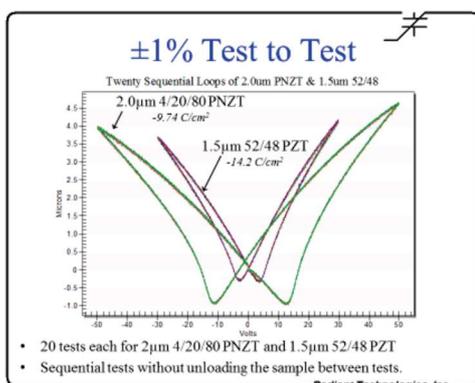
光学センサー型応答計測システム



レーザードップラー型応答計測システム

計測治具の特徴

このシステムで用いる固定治具は、同一試料における繰り返し試験では 1%、また、取り外し／再取り付けの際の再現性においては 2% の高い繰り返し精度を有します。そして、光学式変位センサー、もしくは、レーザードップラー式振動計と組み合わせることで変位量の測定を行います。光学式変位センサーがおよそ 50nm の精度で試料の変位量を検出するのに対し、ドップラー式振動計は 0.02nm の分解能を有し、また、レーザースポット径が 2 μ m と非常に小さいため、光学式変位センサーよりもカンチレバー先端のより微小な変位量の測定が可能です。ラジアント・テクノロジー社の非線形材料計測テスターに接続することで極めて微小な変位しか示さない Piezo MEMS の変位計測時には特に威力を発揮します。



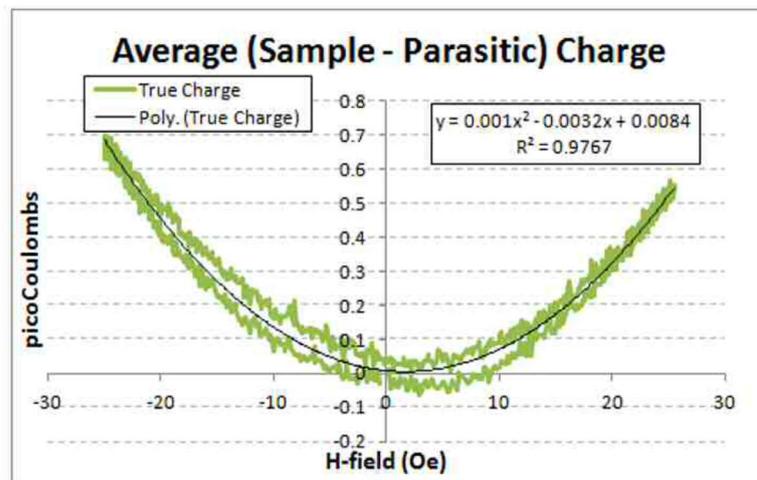
磁気電気応答計測システム

強誘電性と強磁性を併せ持つマルチフェロイック材料は、電場（磁場）によって磁気（電気）を誘起する電気磁気効果を示すことから次世代電気／磁気デバイスの材料として注目されています。ラジアント・テクノロジー社が提供する磁気電気応答計測システムは、バルク体のみならず薄膜試料の磁場印加により発生する微小電荷を計測します。

磁気電気応答プログラムは磁場によって誘起されたマルチフェロイックキャパシター、または、磁気電気複合デバイスで発生した電荷を計測します。このプログラムは各種コイルや磁場センサーと組み合わせることで計測可能です。



下図は PNZT 薄膜に磁石を貼り付けた試料に対して磁気電気（ME）応答プログラムを使った計測結果になります。PNZT キャパシターの圧電定数と磁場コイルの計算強度から求めた理論値に対する実際の応答電荷は 15% の範囲内でした。

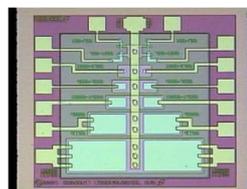


強誘電体薄膜を利用した磁気電気 MEMS のような、いくつかの ME デバイスでは、磁場の振幅で大きな電荷応答を生じます。一方、バルクセラミック ME デバイスは ± 50 エルステッドレベルの振幅では、とても小さな電荷レベルしか得られません。比較的大きい磁場振幅での ME 計測を実行するには、ヘルムホルツコイルをフィールドコイルに交換することで比較的簡単に実現できます。もちろん、そのフィールドコイルは駆動のために非常に大きな電流源を必要とします。このような磁場コイルについては弊社装置担当にお問い合わせください。

強誘電体ウェハー販売

ラジアント・テクノロジー社では、Pt 下部電極付き及び、PZT、PLZT、PZTN 等の強誘電体薄膜をコーティングした各種 Si ウェハーを販売しております。また、長い成膜実績と経験を有しており、電極・強誘電体成膜、ダイシングまでの一連の作業も行っております。

下表に掲載されていない強誘電体薄膜のみや上部電極のみ、下部電極のみの作製等も可能です。お客様が作製した下部電極上に PZT などの強誘電体を成膜することも可能です。また、右写真のようにマスクを使用した特殊形状の成膜も行っております。



マスクを使用した成膜の一例

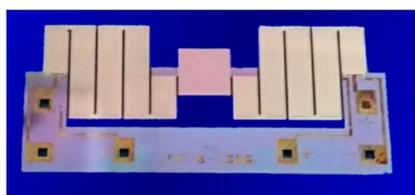
表 Pt 下部電極付き・強誘電体薄膜付ウェハーの一例

仕様	最小購入数量
Pt 下部電極のみ 4 インチ	5 枚
4/52/48 PLZT Wafer - 電極なし	1 枚
4/20/80 PNZT Wafer - 電極なし	1 枚
0/20/80 PZT Wafer - 電極なし	1 枚
9/65/35 PLZT Wafers - 電極なし	1 枚
15/0/100 PLZT Wafers - 電極なし	1 枚
4/52/48 PLZT Wafer - 上部・下部電極付き	1 枚
4/20/80 PNZT Wafer - 上部・下部電極付き	1 枚
0/20/80 PZT Wafer - 上部・下部電極付き	1 枚
9/65/35 PLZT Wafer - 上部・下部電極付き	1 枚
15/0/100 PLZT Wafer - 上部・下部電極付き	1 枚
4/52/48 PLZT Wafer - 上部・下部電極付き	1 枚
4/20/80 PNZT Wafer - 上部・下部電極付き	金パターンニング、PZT パターン
0/20/80 PZT Wafer - 上部・下部電極付き	金パターンニング、PZT パターン
9/65/35 PLZT Wafer - 上部・下部電極付き	金パターンニング、PZT パターン
15/0/100 PLZT Wafer - 上部・下部電極付き	金パターンニング、PZT パターン

※納期・価格は強誘電体成分の構成、電極の組み合わせ等により変動します。

強誘電体・圧電体 MEMS デバイス作製・販売

ラジアント・テクノロジー社では、長年の強誘電体薄膜作製のノウハウを生かし、強誘電体・圧電体 MEMS デバイス作製を行っております。強誘電体・圧電体を使用した特異なデバイス作製をサポートいたします。右の写真は PZT を用いた圧電デバイスの一例です。上部、下部電極、保護膜のパターンマスクを使用したデバイス作製も実績がございます。ご不明な点がございましたら、お問い合わせ頂ければと思います。



ピエゾミラー (デバイスの一例)



株式会社 KOJUNDO CHEMICAL LABORATORY CO.,LTD
高純度化学研究所
High Purity Materials

ラジアント・テクノロジー社 日本総代理店
株式会社高純度化学研究所
〒350-0284 埼玉県坂戸市千代田 5-1-28
Tel.049-284-1511

Web からのお問い合わせ:

<https://www.kojundo.co.jp/contact/device.html>

