

新 技 術

125kN高周波対応振動試験

①概 要

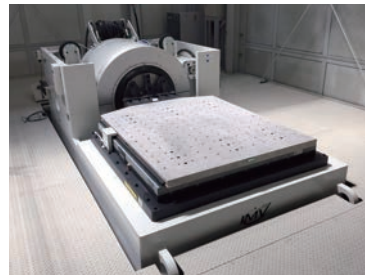
大型の加振機を導入しました。この加振機は、1.2m×1.2mサイズのテーブルを持ち、最大搭載質量が2000kgと大型製品の加振に適しています。さらに、対応周波数域が広く、振動子のみで2.5kHz、水平テーブルで2kHz、垂直テーブルで500Hzと高周波数での試験対応が可能です。大型構造物で高い周波数まで加振試験が必要な場合に適した試験機となっています。

■125kN振動試験機性能表

最大加振力	125kN(正弦波) 125kNrms(ランダム波) 250kNpeak(ショック波)
振動数範囲	振動子のみ 5~2500Hz 水平方向(1200×1200)* 5~2000Hz 垂直方向(750×750)* 5~1000Hz 垂直方向(1200×1200)* 5~500Hz
加 振 方 向	水平・垂直 単独切り替え式
最 大 変 位	51mmP-P(機械的ストローク 62mmP-P)
最 大 速 度	2.0m/s O-P
最大加速度	1000m/s ² (SIN) 700m/s ² (RANDOM) 2000m/s ² (SHOCK)
波 形	正弦波・ランダム波・ショック波・任意波
最大搭載質量	2000kg
可動部質量	70kg

※カッコ内はテーブル寸法

装置外観



新 技 術

大気非開放下での観察機能を備えた高分解能SEM

①概 要

本装置の特徴は、トランスファーベッセルを用いた大気非開放下での観察・分析に加え、低加速電圧での高分解能観察が挙げられます。加速電圧1kVでの高分解能観察に加え、試料表面で入射電子を減速させるリターディング機能を用いた極低加速電圧(0.01 ~ 1.0kV)での観察も可能です。EDXに採用したBruker社のFQ5060Iは、検出器が分析試料の直上に位置する仕様であり、特性X線の収集効率が良く、短時間での分析に加え、分析時の熱ダメージ軽減と空間分解能を向上した低加速電圧でのマッピング分析が可能です。

②主な仕様

- (1) 分 解 能: 0.8nm (15kV)、1.1nm (1kV)
- (2) 倍 率: 20 ~ 1,000,000 倍
- (3) 加速電圧: 0.01 ~ 30kV

③特 徴

- (1) 大気非開放下で断面作製した試料を大気にさらすことなく観察が可能。
- (2) リターディング機能により、極低加速電圧での観察が可能。
- (3) 短時間・低加速電圧でのEDXマッピング分析が可能。

④利用分野

- (1) Liイオン電池など、水分などで変質しやすい材料の観察。
- (2) 実装品やその他電子部品、金属・セラミックスなど各種材料の観察、分析。
- (3) ソフトマテリアルなど熱に弱い材料の観察、分析。

装置外観



新 技 術

IM4000PLUSによるSEM観察試料加工技術

①概 要

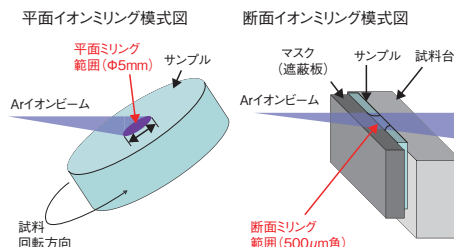
イオンミリング装置IM4000PLUSは、Arイオンビームスパッタリング現象を用いてSEM観察用の試料作製を行う装置です。従来の断面加工機能に加え、冷却ユニットを用いて加工することで(クライオ加工)、はんだや有機材料など熱ダメージを受けやすい試料の作製が対応可能となりました。また、大気非開放ユニットを併用することで(大気非開放加工)電池材料など空気や水分、熱に反応しやすい試料を、変質なく断面加工することも可能です。上記の断面加工機能のほか、平面ミリング加工機能も搭載されたことにより、広範囲(φ5mm)で試料調製時の加工ひずみを除去することができるようになりました。これにより広域かつ高精細の断面SEM観察、解析が可能となります。

②主な仕様

- (1) 平面加工範囲: φ5mm (大気非開放、クライオは不可)
- (2) 断面加工範囲: 500μm×500μm
- (3) クライオ断面加工: (-100℃~常温)
- (4) 大気非開放断面加工(グローブボックスを併用することにより、試料受け入れから観察まで対応可能)

③利用分野

- (1) 鉄鋼材料、非鉄材料、有機材料、電池材料など、各種分野の断面解析。
- (2) き裂やポイドなどの詳細な欠陥解析。
- (3) 積層界面の観察や結晶情報の評価。



装置外観



新 技 術

高感度2次元検出器搭載、その場測定対応X線回折装置

①概 要

高感度な2次元検出器や、多彩な集光光学素子を搭載したX線回折装置を導入しました(第1図)。最新の2次元検出器により効率的な測定が可能になるため、引張試験中や高温中などの試料のX線回折測定にも適用しやすくなりました。

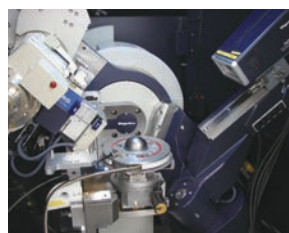
②主な仕様

- (1) X 線 源 : Co-K α 線、および、Cu-K α 1線
- (2) 高温(雰囲気) : 室温~1100℃(窒素、空気、真空)
- (3) 引 張 : <2kN
- (4) 測 定 法 : Out-of-plane、in-plane、透過法、超小角散乱、反射率、極点、残留応力など

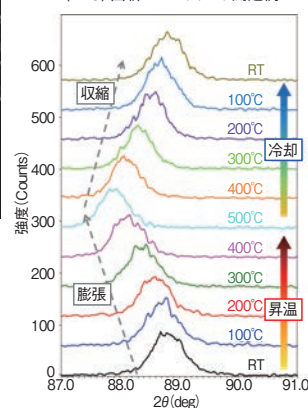
③利用分野

- (1) 高温環境下における各種薄膜材料の相変化・膜厚・残留応力、その場評価(第2図)。
- (2) 引張試験中の金属組織(転位密度や格子ひずみ、加工誘起変態)、その場評価。
- (3) 充放電中の電池活物質の結晶構造、その場評価。
- (4) 鉄鋼材料の析出物、各種材料中の空孔やクラスターのサイズ(1nm~数100nm)評価。

第1図 試験装置外観



第2図 Cu薄膜の高温in-planeXRDによる(220) 回折のピークシフト測定例



新 技 術

環境分析用新ICP質量分析装置の導入

①概 要

環境分野においてはPM2.5等の越境大気汚染の顕在化により大気中等に含まれる極微量有害金属の測定ニーズが高まっています。また、昨今電力需要の逼迫により石炭火力発電所の新規計画が各地で進められている中、その環境アセスメント調査で対象となる排ガス、排水の健全性と周縁の大気および海域への影響を評価するうえでも要求される非常に高い精度で極微量有害金属の分析が可能となりました。

②特 徴

- (1) 高マトリックス試料導入システム(HMI)
1%以上のマトリックスを含むサンプルを、直接分析することが可能。
- (2) 新しい第3世代コリジョン/リアクションセル(ORS3)
プラズマと試料マトリックス起因の干渉除去。

③適 用 例

石炭火力発電所では、排煙中に含まれるSO₂を取り除くためにスクラバーによる排煙脱硫処理を行っています。このスクラバーからの排煙脱硫廃水には、数百~数千ppmのCa、Mg、Na、塩化物、硫酸塩等の物質が含まれていることがあります。このように高マトリックスの試料に含まれる極微量金属を1ppb*の濃度まで測定する場合は、マトリックスに起因

する多原子イオン干渉によりこれまでの装置では、精度良く分析することが困難でありました。新装置では、HMIとORS3を組み合わせることによりppbレベルまたはそれ以下で信頼性の高い分析が可能となりました。

* 100mlの海水中に含まれる0.1gの極微量金属に相当

○環境試料に含まれる有害金属元素の一例とその定量下限

海 水	Cd,Pb : 0.3ppb ($\mu\text{g/L}$)
海底質	Cd,Pb,Cu,Be,V,Cr : 50ppb ($\mu\text{g/Kg}$)



アジレント社製 7700x

新 技 術

液体クロマトグラフ-飛行時間型質量分析計を用いた有機化合物の構造推定

①概 要

液体クロマトグラフ-飛行時間型質量分析計(LC-TOF/MS)は、有機化合物の分析成分をフライトチューブ内で飛行させることで小数点以下3桁以上の精密質量数を測定し、その質量数から構造推定を行う装置です。これまで対応困難であった高沸点化合物の構造推定が可能であるため、多様な性質を持つ有機化合物に対して幅広く対応可能になりました。

②主な仕様

- (1) 質量分解能 : 20,000 FWHM
- (2) 検 出 感 度 : 2pg (reserpine)
- (3) 質 量 範 囲 : 20-40,000m/z

③特徴的な測定手法

通常の液体クロマトグラフ法に加えて、以下のような測定手法が適用可能です。

- (1) ダイレクトプローブ測定法 : 試料を直接TOF/MSに導入することにより、0.1 μg 程度の微量試料であっても迅速かつ高感度な測定が可能です。
- (2) コールドスプレーイオン化法 : -40℃まで冷却した窒素ガスにより試料をイオン化させて測定する手法で、金属錯体等の熱に弱い物質に対して有効です。

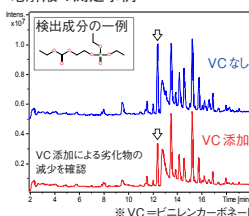
④利用分野

- (1) 二次電池 電解液中の変性物調査。
- (2) OLED、液晶関連の発光材料の分析。
- (3) その他、高沸点有機化合物の分析。

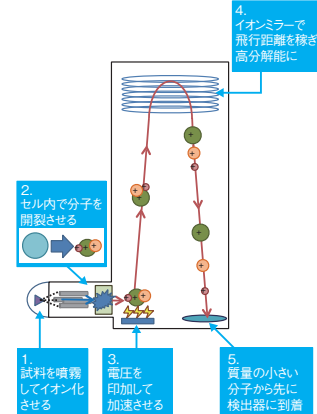
装置外観



電解液の測定事例



TOF/MS 原理



新技術

高性能イオンクロマトグラフ (IC) によるイオン成分の分析

①概要

イオン性の成分を対象とした分析において重要な装置です。今回導入した高性能ICは、1台で2チャンネルを搭載した装置で、様々な検出器を選択できるので、組み合わせ次第で多種多様なイオン分析のご要望に対応できます。特に、2チャンネルを組み合わせた2次元ICでは、通常のICでは不可能だった複雑な分離分析にも対応できます。

②主な仕様

- (1) 装置構成：2チャンネル（キャピラリー IC+スタンダード IC）を搭載したハイブリッドシステム
- (2) 選択可能な検出器：電気伝導度検出器、紫外可視吸光度検出器、電気化学検出器
- (3) その他の機能：高耐圧システム（粒子径4 μ mカラムの使用可）、4液低圧グラジエントポンプ、溶離液自動生成システム、ポストカラム送液システム

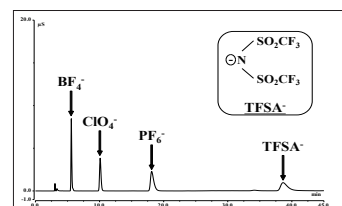
③利用分野

「LIB電解質成分の分析」「廃液中の6価クロム分析」「試薬中の不純物分析」「有機材料の加熱発生ガス分析（アンモニア、シアン化水素、

有機酸、ハロゲン化水素など）」「腐食原因調査」「有機溶媒中のイオン分析」など、あらゆる分野におけるイオン成分分析のご要望に対応します。

④事例紹介

右図：リチウムイオン電池の電解質成分の標準クロマトグラム。



装置外観



技術本部
高砂事業所

新製品

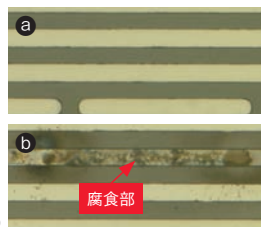
高耐食性Al合金薄膜 SA-CT03

①概要

タッチパネル分野では、スマートフォン等の普及にともない、指で触れた際の静電容量変化で発生する微弱な電流を感知する静電容量式タッチパネルが主流になっています。この電流が流れる引出配線には抵抗の観点から一般的に金属配線が用いられていますが、タッチパネルの用途拡大（車載や魚群探知機など）や人体に起因する塩分に対する耐久性の要求から、引出配線に高耐食性が求められつつあります。そこで、従来のMoやAl合金材料より耐食性の高いAl合金材料（製品名SA-CT03）を開発しました。

②主な仕様

- (1) 高耐食性：塩水（0.5%）滴下+恒温恒湿試験（65℃、90%、168時間）にて腐食なし（a）



恒温恒湿試験後の光学顕微鏡像
a: SA-CT03 b: Al-1at%Ti合金（比較材）

- (2) 電気抵抗率：12 μ Ωcm（熱処理なし）（お客様の要望に応じて調整可能）

- (3) 微細加工性：線幅5 μ m以下の微細加工可能

③特徴

- (1) 高耐食性：添加元素を最適化することで、高い塩水耐性を実現しました。
- (2) 電気抵抗率：成膜直後の状態でMoと同等の12 μ Ωcmの抵抗が得られます。また、熱処理を行うことで、抵抗を約1/2に低下することも可能です。
- (3) 微細加工性：一般的なAl用エッチング液（リン酸、硝酸、酢酸系）で加工でき、線幅5 μ m以下の微細加工が可能です。

④利用分野

タッチパネルの引出配線のほか、高耐食性が必要な各分野に適応可能。

ターゲット事業本部

新製品

ナノ精度サイトフラットネス計 RPSW-3025FEi

①概要

近年の半導体デバイスのデザインルール微細化にともない、シリコンウエハのフラットネス高精度測定へのニーズが高まっています。当社ではこのご要望に応え、昨年、プライムウエハ測定用としてサブナノ精度サイトフラットネス計を開発し、世界最高レベルの再現性（標準偏差：0.5nm<typical>）を実現しました（こべるにくす No.42参照）。今回、このシリーズに加え、新たにナノ精度サイトフラットネス計（RPSW-3025FEi）を開発。本装置ではこれまでのサブナノ精度の高精度測定技術を踏襲しつつ、再生ウエハ測定に適した高い再現性（標準偏差：3nm<typical>）を有する低価格なサイトフラットネス計を実現しています。本装置ではフラットネス測定に加え、比抵抗、PN判定などの測定機能も搭載しています。このシリーズをラインアップに加えることにより、あらゆるフラットネス測定ニーズへ対応が可能となりました。

②主な仕様

- (1) 対象ウエハ：直径 ϕ 300mm、厚さ675～825 μ m
- (2) 測定項目：中心厚、最小厚、最大厚、平均厚、Bow/Warp、グローバルフラットネス、サイトフラットネス
- (3) 計測時走査方式：螺旋走査 径方向2mm（最小） 円周方向1mmピッチ
- (4) 測定精度：グローバル測定（GBIR）繰り返し再現性 $\sigma \leq 8$ nm（typical）
サイト測定（SFQR）繰り返し再現性 $\sigma \leq 3$ nm（typical）
（ σ ：全サイトの標準偏差 σ の平均値）
Warp $\sigma \leq 1.2 + (\text{読み値の1\%}) \mu$ m
- (5) タクトタイム：ウエハ1枚当たり90秒

③特徴

- (1) 非接触・非破壊測定（エッジハンドリング）
- (2) OHT（自動搬送システム）対応
- (3) その他測定機能追加などのカスタマイズが可能（比抵抗、PN判定、直径、ID読み取りなど）

装置外観



LEO事業本部