

先端半導体技術セミナー

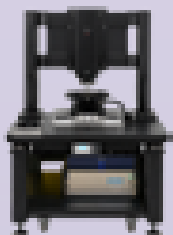
～アドバンスドパッケージの現状と今後の課題～

ADVANCED SEMICONDUCTOR TECHNOLOGIES

01

コンフォーカル IR マイクروسコープ

高分解能での内部透過観察を実現



02

観察用前処理 精密ワイヤーソー

「軟らかい」「脆い」「硬い」「複合材料」に



03

SFG 和周波 分光装置

界面解析の新次元を切り拓く分光技術

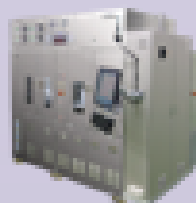


ANVOS analytics
Spectrum of Innovation

04

±0.2 μm 高精度接合装置

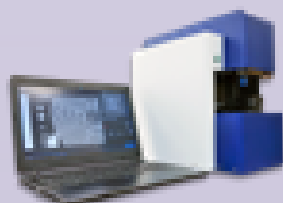
WoW (ウエハ on ウエハ)、
CoW (チップ on ウエハ) に対応



05

マスクレス 露光装置

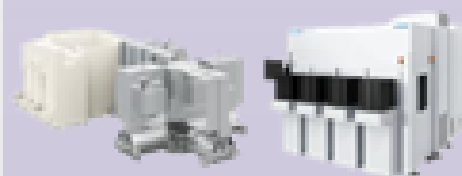
マスク不要で開発スピードを加速する露光技術



06

スパッタリング装置 アッシング装置

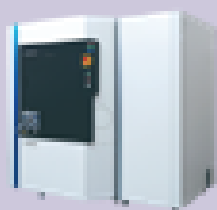
両面成膜対応 / ウエハ・パネルの 2 タイプに対応



07

微小高感度 走査型 XPS

走査型 X 線で SEM 感覚で任意の場所を
最小 $\phi 5 \mu\text{m}$ で高感度分析



08

大面積 非接触 表面粗さ・形状測定

サブナノ粗さからミリ形状まで
測定可能な白色干渉顕微鏡



09

反り・変形 熱膨張計測

光沢・透明体も面測定可能なシステム



01. コンフォーカルIRマイクロスコープ

● 高分解能での内部透過観察を実現

コンフォーカル IR マイクロスコープ
OPTELICS IR

Lasertec

IR 光源 (λ : 1000 nm ~ 1500 nm)

×

コンフォーカル光学系

||

IR コンフォーカルマイクロスコープ

非破壊で高解像度の内部観察を実現

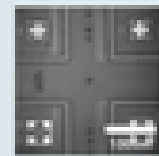
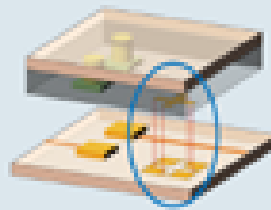


アプリケーション事例

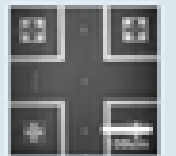
Advanced Packaging

アライメントマークずれの高精度測定

高分解能画像での高精度エッジ検出による寸法測定。



アライメントマーク 1層目



アライメントマーク 2層目

ボイド・外周割がれの観察/検査

SIの透過観察で、張り合わせウェハ内部のボイドやクラック、エッジ割がれを可視/測定。



ボイド



エッジ割がれ

Cu Pad形状不良観察/検査

ハイブリッドボンディング時のCu Padの形状を観察
Deep Learningによる形状不良を特定。



Cu Padの形状不良

02. 観察用前処理 精密ワイヤーソー

「軟らかい」「脆い」「硬い」「複合材料」に

高精度小型ダイヤモンドワイヤーソー スタンダードタイプ (LUKUON-V)



断面粗さ 5 μm 以内で複合材料も、迷わず切断。

研磨番手 #1000 相当の断面精度！
CP・イオンミリングの前処理に最適なワイヤーソー

【CFRP】

軽くて高強度であるCFRP（炭素繊維強化プラスチック）の切断実績が増加中です。
加工が困難なCFRPも、ヒビ・割れを生じさせず切断できます。

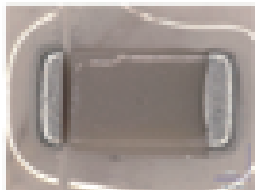


【使用機種】 LUKUON-V
【切断方式】 湿式切断
【ワイヤー】 220 μm

40倍

【積層セラミックスチップコンデンサ】

積層セラミックチップコンデンサの研究開発や品詞保証の現場において、精密切断と高い位置合わせ精度を両立したLUKUONは、強力なツールとなります。
小さな積層セラミックコンデンサの外部電極とセラミックの界面を正確に狙い切りができます。
また、積層構造を崩さず断面出しが可能です。



【使用機種】 LUKUON-H
【切断方式】 湿式切断
【ワイヤー】 100 μm

500倍

複合材料にも最適な、 汎用スタンダードタイプ

脆弱試料はもちろん、硬質試料にも適した、
構造評価前処理に最適なワイヤーソー。
スタンダードタイプは、アングルセンサーによる
荷重再現機構と、実体顕微鏡による正確な
位置合わせが可能です。

最速1.7 msのエリプソメトリー計測

マルチスペクトル・エリプソメーター
全自動マッピングシステム (FS-RT300)



最大 8 波長！広いスペクトル範囲 の測定で強化された薄膜測定

特許取得済の MWE (Multi-Wavelength Ellipsometer) 技術と長寿命 LED 光源、高速でかつ高い再現性を実現した可動部のない検出器、コンパクトデザイン、Web ブラウザーインターフェイスを提供します。

ALD に搭載し、原子一層の膜厚を高精度測定

成膜した膜の光学定数、膜厚の変化を経時的に測定評価することも可能

in situ 測定が可能にすること

- ① 極薄膜 (0 Å ~ 5 μm) の膜厚を高精度計測
- ② 膜の光学定数 (屈折率: n , 消衰係数: k) の変化を経時的に測定
- ③ 成膜レートの算出

in situ エリプソメーターは、成膜過程の薄膜を「in situ」で高精度に評価が可能です。0.1 Å 以下の分解能で高精度かつリアルタイムに膜厚の変化を求めます。膜厚だけでなく、成膜した膜の光学定数の変化を経時的に測定評価することも可能で、成膜レート変化の算出も可能です。



SEM+1次元 3D走査型電子顕微鏡観察

ブロックフェースイメージングユニット Katana



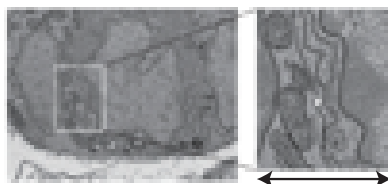
高解像度の三次元画像を再現

SEM の真空チャンバー内に収まるよう設計されたウルトラマイクロームユニットです。
通常の SEM に搭載することで、SBF-SEM 観察が可能になります。

SEM に 1 次元を追加して 3D 走査型電子顕微鏡観察を

通常SEMに搭載し、SBF-SEM観察を行うことが可能なウルトラマイクローム

【マウスの小腸：陰窩一パネート細胞周辺領域】



資料ご提供：ヘルシンキ大学 Ilya belevich 様

スライス厚 30 nm、5120×3840 ピクセル、450 セクションの観察を行いました。
HITACHI SU7000 へ Katana を搭載し、観察しました。

「陰窩」は、幹細胞やパネート細胞を含む様々な種類の細胞で構成されます。陰窩は腸管絨毛の底部に位置し、絨毛を形成する吸収上皮細胞の供給源として、重要な役割を果たしています。

Katana は、超音波振動するダイヤモンドナイフと、1 nm の分解能で動作するサンプルステージを採用しております。これによって、陰窩の観察では、セクション厚 30 nm の高分解能での SBF-SEM 観察を実現しています。

SBF-SEM 観察を行うことで、陰窩の実際の形態や幹細胞・パネート細胞などの空間的関係をより正確に把握でき、腸管の機能や病態の理解をより一層深めることが期待できます。

03. SFG和周波分光装置

界面解析の新次元を切り拓く分光技術

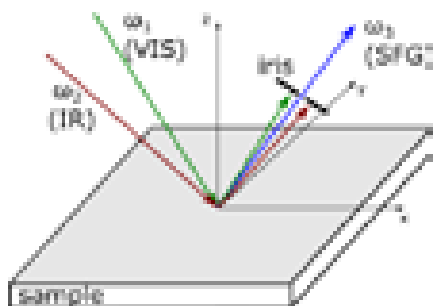
Apollo – HD – VSFG spectroscopy system



SFGの原理：界面だけを選んで分子を見る

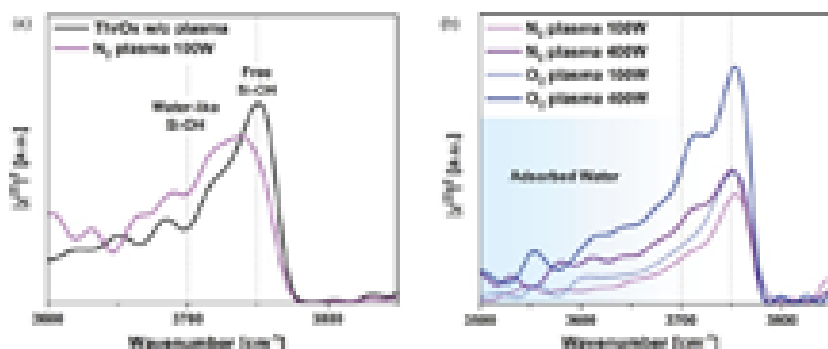
SFG（和周波発生分光）は、可視光と赤外光を試料に同時に照射し、界面で発生する「和周波光」を検出する分析手法です。

バルク内部では信号が打ち消される一方、分子配列に非対称性をもつ表面・界面では信号が発生します。そのため、材料表面、薄膜、接着界面、電極界面など、従来手法では見えにくい“界面の分子構造・配向・官能基”を選択的に評価できます。性能差ではなく、界面で何が起きているかを直接捉える技術です。

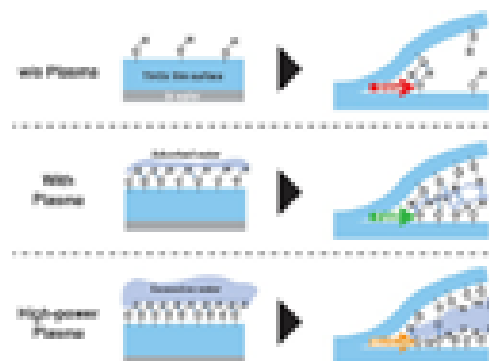


- 半導体の高度化：デバイスの微細化が進むにつれ、界面1層の品質が製品全体の性能を左右するようになりました。
- 界面制御がKPI化：「界面を制御できるか」が開発の評価基準になっています。見えなければ制御できません。
- 既存手法の限界：ラマン・IR・SIMSでは届かない領域の需要が急増。SFGへのニーズが生まれています。

VSFGは、シリコン界面に存在するSi-OH水酸基を、日常的かつ迅速に検出できます。O-H振動の周波数は、水素結合ネットワークに敏感です。そのため、孤立したSi-OH、吸着水由来のO-H、その他の化学種を容易に識別できます。



Exemplary VSFG spectra, showing (a) the $|\chi^{(2)}|^2$, before and after N₂ 100 W plasma activation, (b) after two kinds of power N₂/O₂ plasma activation.



Possible mechanism for correlation between pre-bonding surface and bond wave speed

Sato R. et al., ACS Appl. Electron. Mater., **2026**, 8, 9, 4294–4303.
Sato R. et al., Jap. J. Appl. Phys., **2025**, 64, 03SP55

04. $\pm 0.2 \mu\text{m}$ 高精度接合装置

WoW (ウエハ on ウエハ)、CoW (チップ on ウエハ) に対応

表面活性化接合装置

PMT CORPORATION

bondtech



- ・真空中張合わせ精度 $\pm 0.2 \mu\text{m}$
- ・シーケンシャルプラズマ表面活性化機能
- ・Si-FAB 表面活性化機能 (ハイブリッド接合対応)
- ・ペーパーアシスト
- ・パーティクル洗浄インライン化
- ・300 mm ウエハ CTC オートハンドリング

WOW

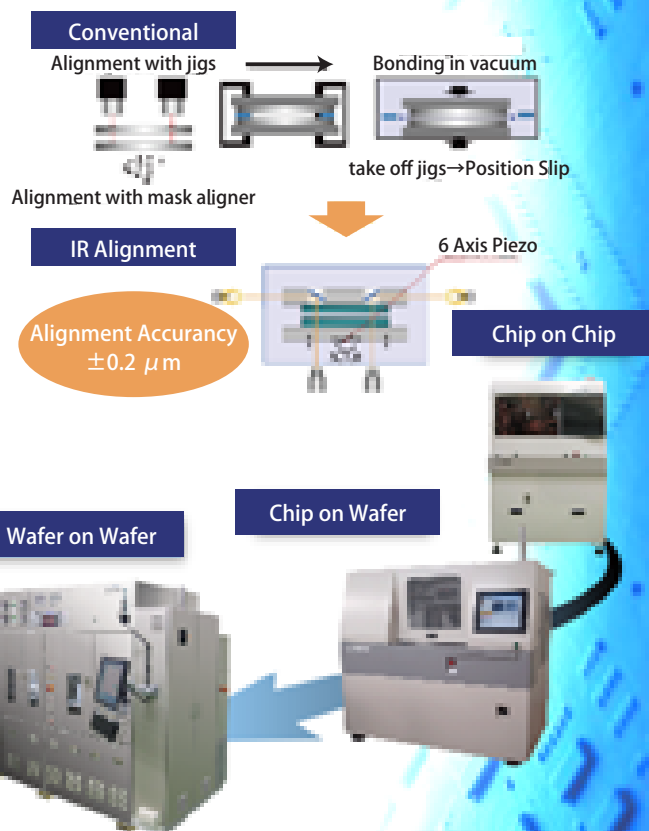
CoW

Hybrid Bonding

Surface Activated Bonding

Features

- ・独自の高精度アライメント技術による $\pm 0.2 \mu\text{m}$ の貼り合わせ精度
- ・WoW、CoW、CoC の各プロセスに対応
- ① 超高真空中での常温接合
- ② プラズマ親水化処理による低温接合
- ③ ウエハ常温による CoW プロセス



what's $\pm 0.2 \mu\text{m}$?

05. マスクレス露光装置

マスク不要で開発スピードを加速する露光技術

マスクレス露光装置

PALET

ネオアーク株式会社 **NEOARK**

業界の常識を覆す低価格設定

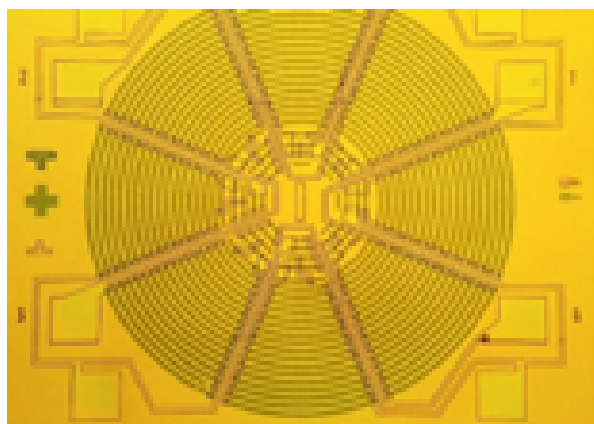
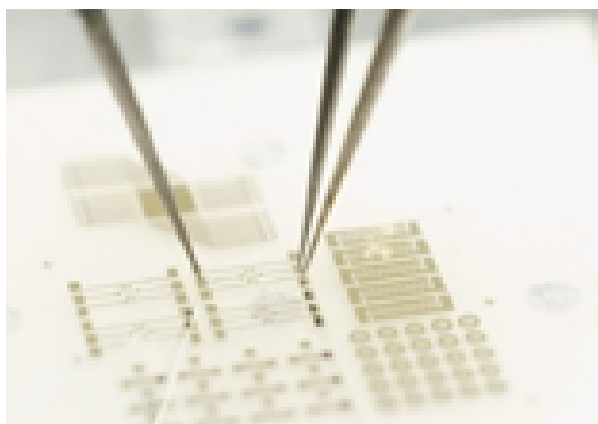
- 機能の絞り込みによる低価格化を実現
- 露光エリア：□25 mm
- 最小露光線幅：3 μ m
- 手動ステージモデルと電動ステージモデル

設置場所に困らない卓上型

- A3サイズの設置面積
- 防振台不要
- 真空吸着ポンプ内蔵。圧縮エアや冷却水も不要
必要ユーティリティはAC100Vのみ

※1. 他にノートPCが付属します。加えて電動ステージモデルは、ステージドライバが付属します。
※2. 現像環境、および感光防止環境はご用意ください。

露光サンプル（センサ・回路パターン）



迷いのない操作性で「フォトリソを、もっと身近に！」

PALETは、フォトリソグラフィに不慣れな人でも露光作業に迷わない、直感的な操作性を実現しています。写真を印刷するように、任意のパターンを露光することができます。数ミクロン程度の細かいパターンを露光することも可能です。PALETには露光作業をアシストする各種機能が盛り込まれていますので安心してご使用ください。

レジスト基板用意

基板セット

ソフト起動

パターン選択

露光条件セット

露光スタート

06. スパッタリング装置/アッシング装置

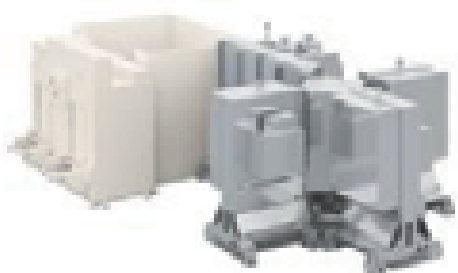
両面成膜対応/ウエハ・パネルの2タイプに対応

縦型枚葉式スパッタリング装置 SMV アッシング装置 NA

ULVAC
アルバック販売株式会社

◆ Panel Level Solutions

Seed Layer Sputtering



Model : SMV

PLP 実装のシード層 (Ti/Cu) 形成に使用するスパッタリング装置です。

Desmear/Descum/Hydrophilization

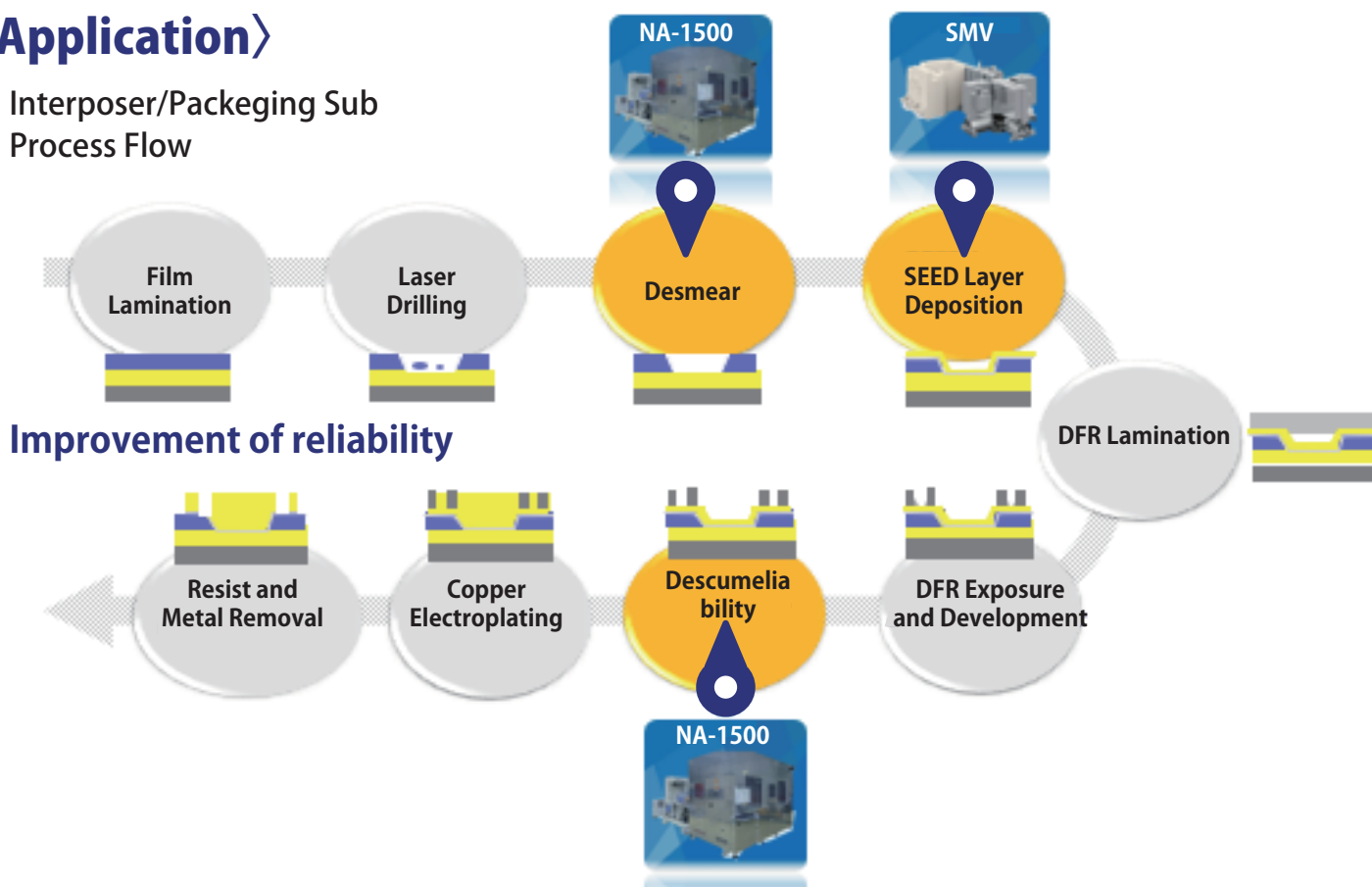


Model : NA-1500, NA-1500L (under development)

Ti シード層エッチング・Descum・その他表面処理プロセスを実現する高信頼アッシング装置です。

〈Application〉

Interposer/Packaging Sub
Process Flow

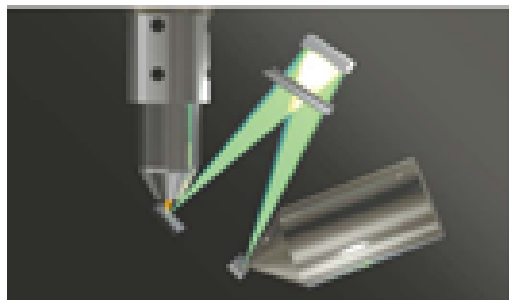


07. 微小高感度走査型XPS

● 走査型X線でSEM感覚で任意の場所を最小 $\phi 5\ \mu\text{m}$ で高感度分析

フルオート多機能走査型 X 線光電子分光装置 PHI GENESIS

ULVAC-PHI, INC.



PHI GENESIS では、微小な集光 X 線を試料に走査して SXI (Scanning X-Ray Image) を取得することができます。

SXI 上では微小な電極などから意図した多数の測定点を指定することができ、各分析点からの光電子スペクトルを取得することが可能です。

また、光電子イメージライン解析などの測定領域も SXI 上で簡単に指定することができます。

特長

◆ SXI ナビゲーション

SEM/EDS 同等の使用感

画像上で分析点をクリックで直感指定

◆ マイクロ XPS 最小 $5\ \mu\text{m}$

ビーム径を連続可変・高感度維持

◆ 低速電子と低速 Ar イオンのデュアルビーム帯電中和

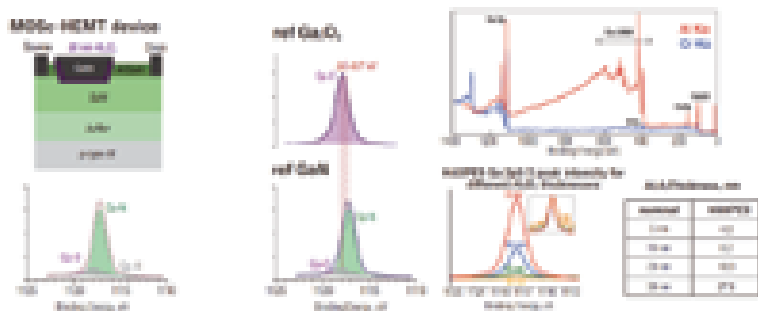
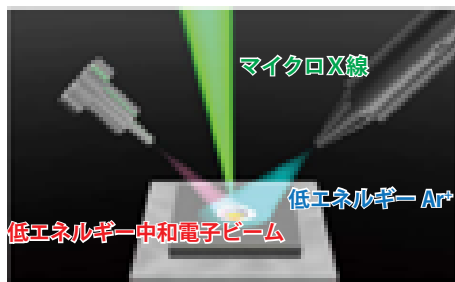
絶縁物の種類や形状、イオン極性に関係なく
チャージアップを抑制

◆ HAXPES で最大深さ $30\ \text{nm}$ ～を非破壊界面分析

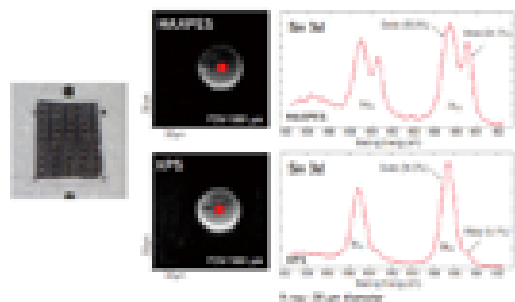
Ar K α X 線による XPS と同一箇所を切替測定
埋もれた界面の非破壊分析



Ti/Si パターンの観察



半導体：GaN と Gate 酸化膜界面測定



マイクロエレクトロニクス：はんだボールの表面酸化物形成

08. 大面積 非接触表面粗さ・形状測定

サブナノ粗さからミリ形状まで測定可能な白色干渉顕微鏡

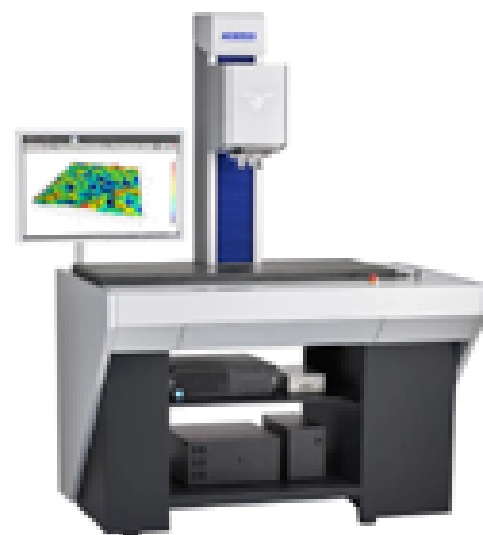
3D 白色干渉顕微鏡 Opt-scope



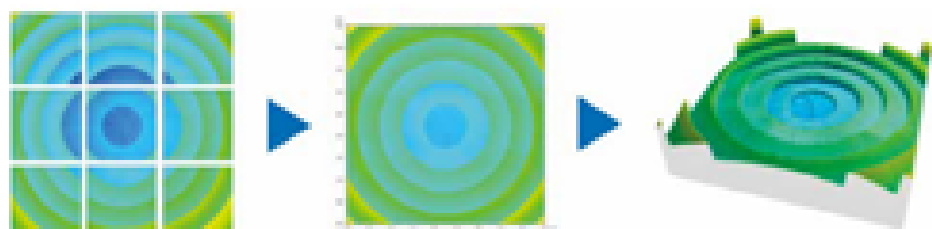
東京精密

高分解能・高速・広範囲

- ・位相シフト干渉でワンショット広視野測定
測定ノイズ低減により傾斜面でも鮮明なデータ取得です。
- ・Z 分解能 0.01 nm
大型ステージ対応。電動 XY ステージ 400 mm 角（特注対応も可）
- ・急傾斜ミリ形状も高速スキャン可能
- ・高速スキャン (DEAP2) スキャン速度が従来比 6 倍にアップ



高分解能・高速・広範囲

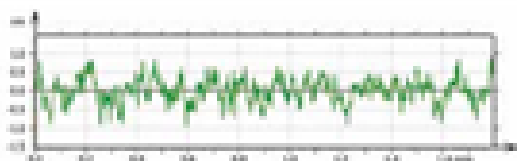
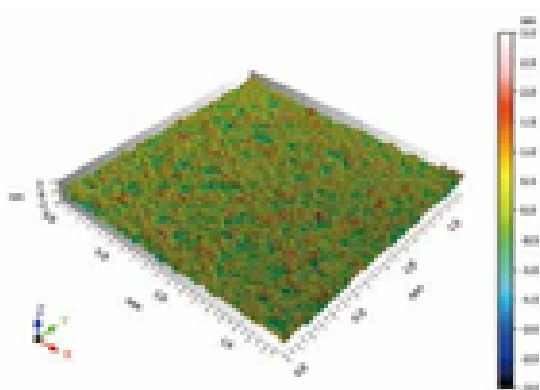


9 箇所を測定

自動で画像を貼り合わせ

スティッチング後の 3D 表示例

◆粗さ解析（半導体ウェハ）



ISO 4287

高さ方向のパラメータ - 粗さ曲線

Ra 0.263 nm

Rz 1.527 nm

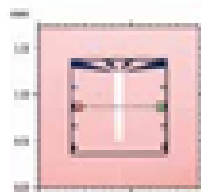
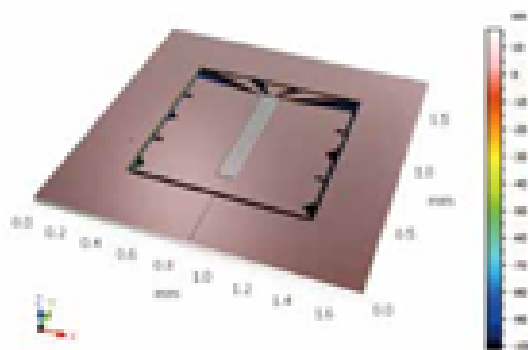
ISO 25178

高さ方向のパラメータ

Sa 0.387 nm

Sz 15.064 nm

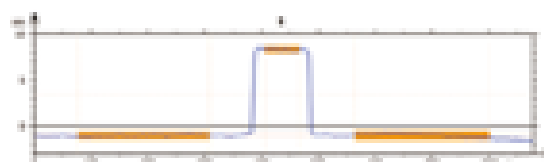
◆ナノ段差評価



校正値

9.7 ± 1.1 nm

平均高さ 9.349 nm



09. 反り・変形・熱膨張計測

光沢・透明体も面測定可能なシステム

プロジェクション・モアレ式 反り計測システム TDM シリーズ

 日本バーンズ株式会社
Nippon Barnes Co., Ltd.

◆非接触 × 面測定

- ・反り・変形・熱膨張係数 (CTE) の測定
- ・透明 / 鏡面サンプルも測定可能 (OCT or 干渉モジュール)

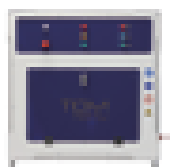
◆温度プロファイル対応

- ・-65 ~ +400℃対応
- ・両面ヒーターで応力の偏りを最小化

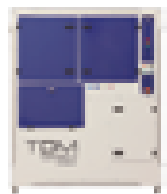
◆高速計測 × マルチスケール

- ・測定時間 1 ~ 2 秒 /point で温度プロファイルを維持しながら測定
- ・基板全体の反り測定から、座標を指定し局所的な反り測定可能

◆製品ラインアップ



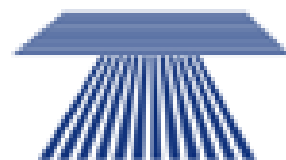
TDM-Table Top



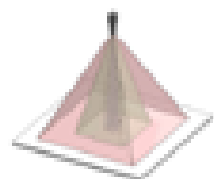
TDM-Compact 2



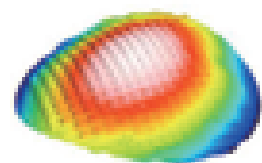
TDM-Compact 3



モアレパターンを投影

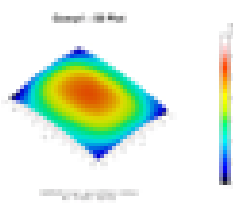


パターンの変化をカメラで撮影



ソフトで反り・変形データを構築

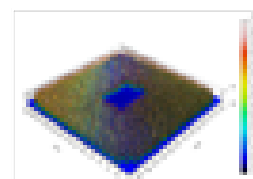
光学コンポーネント



段差のあるサンプルの測定

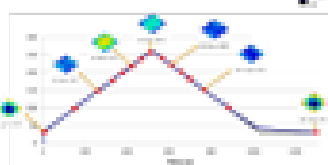
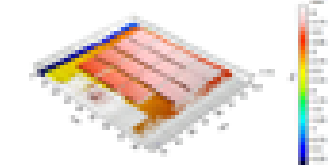
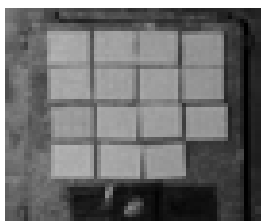


CPU 用ソケット

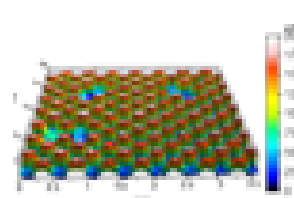
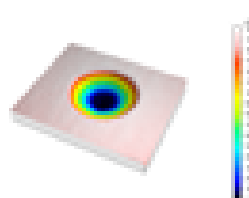


BGA 裏面ハンダボール

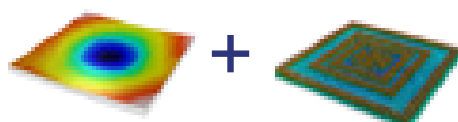
BGA/ リフロー



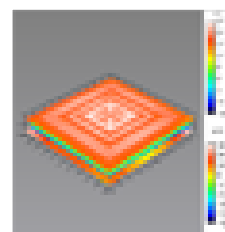
小さいサンプルの測定



異なる材料の反りを合成ソフト



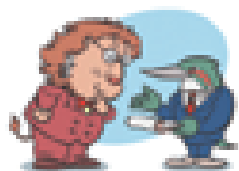
実装前の基板と実装する部品の反りをそれぞれ計測して、実装した際のそれぞれの反りの挙動をソフト上で疑似的に確認することができます。



測定条件	
視野角	75×90 mm
X-Y 分解能 (1 画素あたり)	38 μm
Z 軸 (反り) 精度	1.4 μm
サンプルの準備	なし
サンプル数	15
測定箇所	サンプル全体

研究分野・テーマごとに取り組んでおります

～三ツワフロンテック 分野別カタログ～



ご希望のカタログがございましたら、
営業担当者までどうぞお申し付けください。

カタログはWEBサイトからもご請求いただけます▼

<https://mitsuwa.co.jp/>

株式会社 **三ツワフロンテック**

MITSUWA FRONTECH CORP.

本社
TEL. 06 (6351) 9677
〒530-0041 大阪市北区天神橋3-6-24

東京支社・営業所
TEL. 03 (5695) 1082
〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町15-18 (Edge小伝馬町ビル7階)

宇部支店
TEL. 0836 (21) 4146
〒755-0053 山口県宇部市西中町4-28

宇都宮営業所
TEL. 028 (678) 5316
〒321-0953 栃木県宇都宮市東宿郷4-2-24 (センターズ・ビルディング4階)

つくば営業所
TEL. 029 (849) 3615
〒305-0818 茨城県つくば市学園南2-8-3 (つくばシティア・トワビル4階)

千葉営業所
TEL. 043 (204) 1571
〒260-0032 千葉市中央区登戸1-26-1 (朝日生命千葉登戸ビル3階)

横浜営業所 ※2026.04 移転
TEL. 045 (624) 8390
〒220-0011 神奈川県横浜西区高島2-6-32 (横浜東口ウィズポートビル15階)

神奈川営業所
TEL. 046 (297) 7800
〒243-0018 神奈川県厚木市中町4-9-17 (原田センタービル8階C)

滋賀営業所
TEL. 077 (553) 0143
〒520-3032 滋賀県栗東市苅原278 (メゾンドケイズ)

岡山営業所
TEL. 086 (423) 6030
〒710-0826 岡山県倉敷市老松町3-8-7 (ビバリーガーデン老松)

広島営業所
TEL. 082 (262) 0789
〒732-0825 広島市南区金屋町2-15 (KDX広島ビル10階)

光営業所
TEL. 0833 (71) 3232
〒743-0021 山口県光市浅江5-16-11

周南営業所 ※2026.04 移転
TEL. 0834 (34) 5701
〒745-0034 山口県周南市御幸通1-5 (徳山御幸通ビル7階)

培養部
TEL. 0833 (43) 5751
〒744-0002 山口県下松市東海岸通り1-11