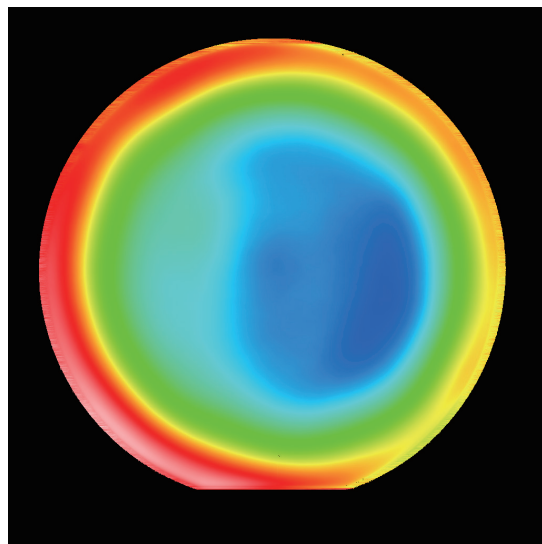


297μm 300μm  
図1 約300μm厚シリコンウェハの厚さ分布



1256μm 1266μm  
図2 約1260μm厚水晶ウェハの厚さ分布

### 最近の計測装置特集号

## 2次元膜厚分布測定装置FiDiCa<sup>®</sup> 極厚膜モデル

### 20～800μmのウェハ厚が測定可能に！

#### Thickness Distribution Measurement System for Wafer Thickness

#### ▶ なぜいまこれが？

半導体デバイス製造において、シリコン等のウェハの厚みを薄くする工程があり、そこでは、ウェハの裏面（回路が配置されない方の面）を砥石で研削する方法や薬液の化学反応を利用する方法で薄くしながらウェハ内の厚みを均一に行きます。このウェハ厚みの均一性は半導体性能に直結する重要な項目であり、ウェハを均一にする技術だけでなく、その厚みを測定する技術もより高精細であることが要求されるようになってきました。

#### ▶ これがポイント！

当社では、2次元の膜厚分布を高速かつ高精細に測定する装置FiDiCa<sup>®</sup>を販売しており、今回FiDiCa<sup>®</sup>の新たなシリ-

ズとして、ウェハなどの厚い基材自体の厚さ分布を高密度に測定可能な「極厚膜FiDiCa<sup>®</sup>」を、波長分解能が高い専用の分光器を設計・製作するところから開発しました。

この装置は、研削前の775μmの基材厚みから研削後の最薄20μmまでの厚みを測定するニーズに応え、20～800μm厚のφ300mmシリコンウェハの厚さ分布を約160μmの空間分解能で測定可能です。測定にかかる時間は、データ採取が約30秒、厚さ計算が約20秒と1枚のウェハを1分以内で測定できます。

図1は、本装置で測定した約300μm厚シリコンウェハの厚さ分布をカラーマッピング表示したものです。ウェハ全体で約3μmの厚さの差があることがわかり

ます。図2は、約1260μm厚水晶ウェハの厚さ分布で、ウェハ全体で約10μmの厚さの差があることがわかります。屈折率がシリコンより小さい水晶は、上限1800μmまで測定可能になります。

従来はウェハ面内で9点など、少ない点数で面内の厚さを評価していましたが、本装置では100万点近いデータを1分以内という短時間で測定することが可能になりました。

「極厚膜FiDiCa<sup>®</sup>」に興味がある方は、お気軽にご相談ください。

#### ▶ お問い合わせ先

計測プロセスソリューション本部 計測システム技術センター  
近藤 孝司  
k-kondo@jfe-tec.co.jp

## 局所的な膜厚分布測定が可能な「高分解能FiDiCa®」

～高分解能で局所測定可能な2次元膜厚分布測定装置～

### ▶なぜいまこれが？

スマートフォンをはじめとした様々なエレクトロニクス製品の高性能化には、限られた空間に多機能なデバイスを組み込むため、各種デバイスの微細化が進められています。このような高性能小型デバイスの開発では、性能を確保するためデバイス上の膜厚分布の均一性が求められており、10μm以下の高い空間分解能での測定が必要になっています。

### ▶これがポイント！

当社では、酸化膜やフィルムなどを短時間に測定可能な2次元膜厚分布測定装置FiDiCa®を販売しており、今回FiDiCa®の新たなシリーズとして、小型デバイス上の微小領域を高密度に膜厚分布測定が可能な「高分解能FiDiCa®」を開発しました。

この装置は、小型デバイス上の薄膜の厚みを測定するニーズに応え、拡大系のレンズに対応できるように高精度な光軸調整が可能な装置を設計し、約3mm角の領域を約6μmの空間分解能で測定可能な局所測定機能と6インチ角までの

領域を0.05～2.00mmの範囲で可変な空間分解能で測定可能な全面測定機能を搭載しています。

図1は、エッチングされたシリコン上にテトラエトキシシラン(以下、TEOS)膜が成膜されたサンプルを局所測定したものです。9μmのL字のエッチングまでのライン/スペースが分解できていることが確認できます。図2は、TEOS膜の膜厚分布をカラーマッピング表示したものです。測定視野内は2,115～2,185nmの膜厚分布となっており、約70nmの膜厚ムラが確認できます。

図3は、6インチのシリコンウェハ上にSiO<sub>2</sub>膜が成膜されたサンプルを全面測定したものです。

図4は、SiO<sub>2</sub>膜の膜厚分布を

カラーマッピング表示したもので、ウェハ中心の膜が厚く、オリフラ側の円周部分の膜が薄くなっていることが確認できます。お気軽にご相談ください。

### ▶お問い合わせ先

計測プロセスソリューション本部 計測システム技術センター  
樺沢 暢俊  
n-kabasawa@jfe-tec.co.jp

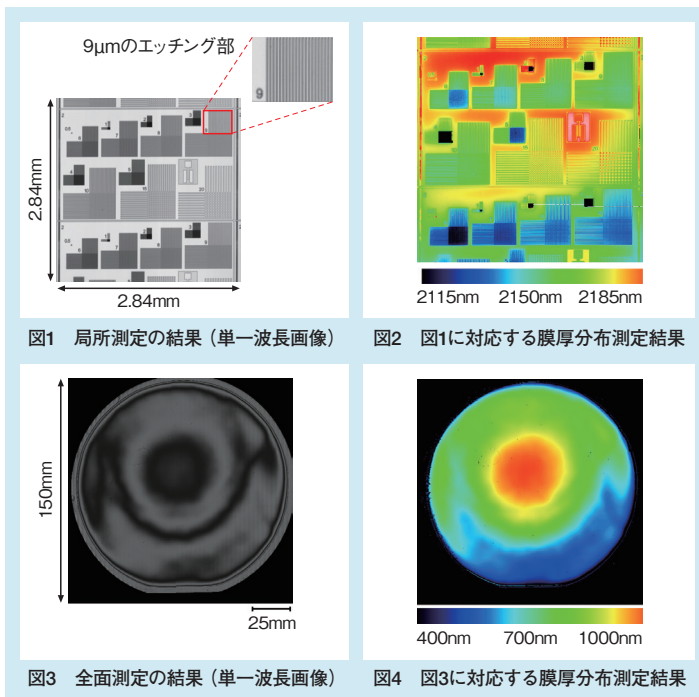


図1 局所測定の結果(単一波長画像)

図2 図1に対応する膜厚分布測定結果

図3 全面測定の結果(単一波長画像)

図4 図3に対応する膜厚分布測定結果

## 大型サンプルに対応した超音波Cスキャン装置の稼働

～超音波Cスキャン測定によるサンプル内部の断面画像化～

超音波Cスキャン測定とは、超音波を用いて物体内部の微小欠陥の検出や画像化を目的とした試験です。図1に測定例を示します。微小な欠陥であっても物体に破壊が生じる際の起点となりえるため、Cスキャン測定により内部欠陥を検出することは物体の破壊を事前に防ぐ観点から非常に重要であると言えます。

### ▶なぜいまこれが？

近年普及しているCスキャン装置の多くは主に半導体部品を対象にしており、試験対象は小型軽量かつ薄い平面状のものに限られます。他方、大型・大重量のサンプルに対応可能な装置は、製造ラインに据え置かれる専用装置等に限定されてしまいます。当社では、このよう

な大型・大重量サンプルの欠陥検出・内部可視化のニーズへ対応するために最新の超音波Cスキャン装置を導入し(写真1)、2023年12月より稼働を開始しました。

### ▶これがポイント！

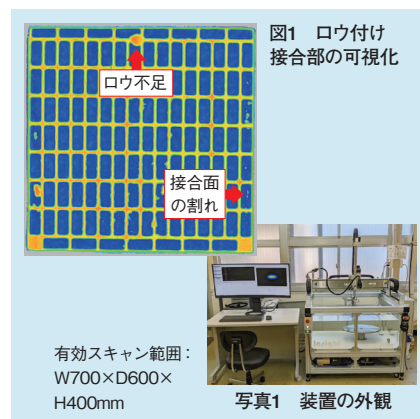
導入したCスキャン装置は6軸制御の走査機構(スキャナ)と大型の回転・昇降テーブルを有し、平面サンプルはもちろん、斜面/曲面を持つサンプルや円柱状のサンプルの側面なども測定が可能です。スキャン範囲は最大700×600×高さ400mm(測定分解能最小1μm)、サンプル重量は最大100kgまで測定が可能です。また、複数の超音波探傷器と超音波プローブの組合せにより、1MHz以下の低周波から100MHzを超える高周波まで幅広い測定周波数が選択可能です。これにより、金属、樹脂、繊維強化プラスチックなど様々な材質や検出対象に適切な周波数を選択することができます。さらに、測定した超音波波形をすべて保存し、測定の目的に適

した信号処理技術を適用することで、測定結果の視認性やSN比の向上などを行うことも可能となりました。

当社では、Cスキャン測定に限らず、他の非破壊検査についても試験を承ります。お気軽にご相談ください。

### ▶お問い合わせ先

計測・プロセスソリューション本部 計測・可視化技術センター  
長沼 隼人  
h-naganuma@jfe-tec.co.jp





## サンプリングモアレカメラによる遠隔変位計測

### ▶なぜいまこれが？

サンプリングモアレカメラを用いることで、各種構造物の微小変位を1台のカメラで多点同時に高速測定できます。遠隔・非接触で、橋梁などインフラ構造物やプレス機などの製造装置のモニタリングが可能となり、社会問題となっているインフラの老朽化対策、設備更新の効率化、装置不具合調査や実機装置での設計用データ取得など幅広い分野での応用が可能です。

### ▶これがポイント！

サンプリングカメラ(図1)による変位計測では、図2中に示すような格子シートを測定対象に設置して測定します。キャリブレーションの必要がなく、簡単な準備で微小変位を測定できます。2m遠方からの測定時、分解能0.002mmの測定が可能です(2mmピッチ格子シート使用)。

屋外において、約6.5m離れた位置か

ら微小変位を測定した事例を図1に示します。歩道橋の上を人が通過した際の0.2mm程度の微小変位を測定いたしました。約20m離れた位置からの測定で、同等の変位測定が可能です。また、約1.2m離れた場所から万能試験機に取り付けた押し治具と試験機のヘッドの変位を測定・比較し、それらの変位の間に非常にわずかな差(約10 $\mu$ m)があることを実験により確認した事例もあります。本カメラを用いることで、様々な測定対象の微小変位を測定することが可能です。

当社では、サンプリングモアレカメラ

などを用いた遠隔計測技術による受託測定を実施しています。お客様のニーズに合わせて、有効な計測手段のご提案が可能です。お気軽にご相談ください。

### ▶お問い合わせ先

計測・プロセスソリューション本部 計測・可視化技術センター  
二村 智昭  
t-nimura@jfe-tec.co.jp



図1 サンプリングモアレカメラ

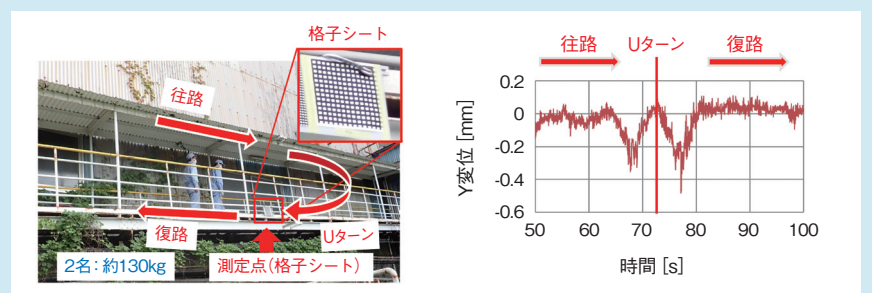


図2 歩道橋のたわみ計測 (屋外、測定距離: 約6.5m)

## AIと近赤外カメラを組み合わせた異物検査システム

～高度な異物混入検査や水分量測定が可能～

### ▶なぜいまこれが？

異物混入は食品製造メーカーでの品質管理上、重要な管理項目の一つとして位置付けられています。近年ではSNSの普及によってその影響や対策の重要性が増しており、異物検査として金属探知機や色彩選別機、X線検査装置等に加え、人の目視による検査が行われています。さらに、異物検査の性能向上や目視検査の自動化を行うための取り組みが進められています。

当社では検出が難しいとされていた食品と同色の非金属異物(樹脂や糸くず、毛髪等)が検出可能な異物検査装置を開発しました。

### ▶これがポイント！

開発した検査システムの概要を図1に、検査ソフトの画面を図2に示します。本システムは、近赤外の特定の3波長を撮像する独自のカメラ(近赤外3波長カメラ: NIRカメラ)と画像検査用のカラーカメラで検査しております。近赤外3波

長カメラは、近赤外領域での吸収特性の違いを画像化することができるため、素材の成分が異なる異物を検出します。カラーカメラでは通常の画像検査同様に、成分に関係なく色に違いのある異物を検出します。この2種類のカメラの画像に対して、通常の異物判別基準に加え、深層学習(Deep Learning: DL)を用いたAIによる異物判定機能を加えることによって、より高性能な異物の判定を可能にしました。例えば、従来は難しかった毛髪や糸くずなどの異物の検出ができます。AIの判別処理には時間がかかりますが、2台のカメラに対してそれぞれGPUを設けることで40m/minの搬

送速度での検査が可能です。

また、近赤外3波長カメラで測定している波長は、水に吸収されやすい波長も含まれているため、水分量を推定することもできます。このため、水分量の2次元分布を得ることができ、部分的な水分量や乾燥度合いの違いを検査することができます。

異物検査や水分量検査などの品質検査にご関心をお持ちの方は、お気軽にご相談ください。

### ▶お問い合わせ先

計測・プロセスソリューション本部 計測システム技術センター  
岡田 奈雄登  
n-okada@jfe-tec.co.jp

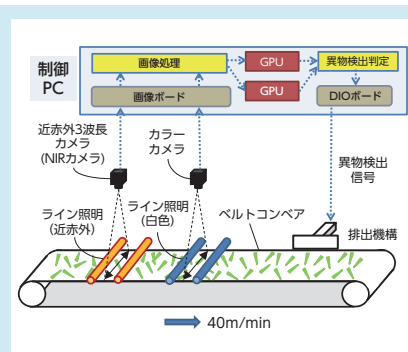


図1 異物検査装置概要

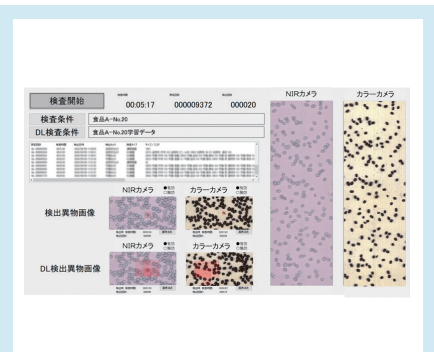


図2 検査画面

## 面歪パターン測定装置 SurfTRiDY (高解像度版)

～1280×1024画素の高解像度化を実現～

### ▶なぜいまこれが？

樹脂ケースなど光沢のある滑らかな表面に映りこんだ蛍光灯のゆがみから表面のごく僅かなゆがみに気づくことがあります。これは数 $\mu\text{m}$ から数十 $\mu\text{m}$ 程度の凹凸(面ひずみ)が、その周囲の微小な傾きが「光てこ」の原理で強調され観察される現象です。

面ひずみは、表面の美しさが重視される自動車のボディや樹脂成型品などにおいて重要な評価項目になっていますが、従来この評価方法は検査員の目視と勘や経験に依存していました。

当社ではプロジェクタからスクリーン上に投影したゼブラパターンを対象表面に映しこんでカメラで観察する、目視検査と同様の光学系を採用した面歪

パターン測定装置SurfTRiDYを開発し、面ひずみを対象表面の傾斜角や曲率の分布として定量的に表示する装置として提供してまいりました。

### ▶これがポイント！

今回、計測用カメラの解像度を1280画素×1024画素に拡大することで高解像度化を図りました(従来比:解像度2倍、画素数4倍)。解像度を従来と同等に設定することで測定範囲を従来の2倍(面積で4倍)に拡大可能です。

図1は高さ $1\mu\text{m}$ 以下のスジ状のひずみを付けた樹脂板を標準型と今回開発した高解像度版の装置で測定し比較した例です。図2はひずみ部を拡大表示した例であり、高解像度化により細部までより鮮明に観察できるようになりました。測

定時間(約4～11秒)、演算時間(約2秒)は従来機とほぼ変わりません。

本装置には測定結果の2Dマップ表示、俯瞰図表示や、CSVデータ保存、指定エリア内の最大・最小・標準偏差値演算などの機能があり定量的に面ひずみを評価できます。

装置販売だけでなく受託計測も行っていますので、是非お気軽にご相談ください。

### ▶お問い合わせ先

計測・プロセスソリューション本部 計測・視覚技術センター  
猪股 雅一  
inomata@jfe-tec.co.jp

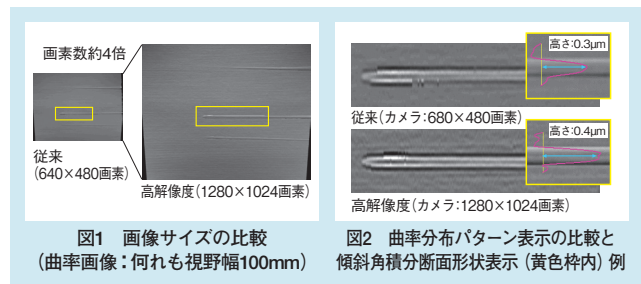


図1 画像サイズの比較  
(曲率画像:何れも視野幅100mm)

図2 曲率分布パターン表示の比較と  
傾斜角積分断面形状表示(黄色枠内)例

## 可搬型高速画像AIによる 人物・物体検知システム

### ▶なぜいまこれが？

近年、製品検査や工場・オフィスへの侵入者の立入検知といった検査監視業務は、業務効率化の観点からも要員を常時確保することは現実的ではなくなってきており、画像AIを用いた自動化・無人化が期待されています。しかし、画像AIの導入には、学習対象の画像をどう選定すれば良いか?、何枚集めるべきか?、見つけたい対象・行為をどうラベル付けすべきか?、などの技術的ノウハウが必要になります。また、その多数枚の画像を機械学習させる際の時間的コスト、高価なコンピュータの導入とその設置スペース(設置環境)の制約といった多くの障壁が存在します。

当社では上記の障壁を一挙に解決し、それぞれのお客様毎のニーズに特化した画像AIを構築し、お客様にも扱いやすいハードウェアごと提供することが可能です。

### ▶これがポイント！

学習済の画像AIは、高速な画像AIシステムに必須となるGPU(Graphical Processing Unit)を搭載し、耐塵・耐熱・耐振といった堅牢性にも優れた小型・軽量PCへ実装してご提供します。これにより、システムの設置場所制約が少なく、また持ち運びがしやすくなるため、現場での事前トライアルも容易となります。通常のコンピュータ同様、USB/IPカメラ、スマートフォン、タブレットなど様々な入出力形式に対応しているためお客様側ニーズに応じた周辺ハードウェアを選定いただけます。図1に画像AIのシステム構成例を示します。

当社では、画像AIの検知モデルとして判定したい画像をご提供いただければ、ラベル付けから機械学習までワンストップで実施し、求められる検出精度と速度に応じて画像AIモデルをカスタマイズします。図2に人物・物体検知の1例を示します。1秒間に30フレーム以上の速度で画像検知を実行することも

可能です。さらに、必要な画像前処理と検知後の後処理ロジック(判定条件追加)も含めて提案します。

可搬型の画像AIのシステムをお考えの際は当社までお気軽にご相談ください。

### ▶お問い合わせ先

計測・プロセスソリューション本部 データサイエンスセンター  
林 優輔  
yu-hayashi@jfe-tec.co.jp

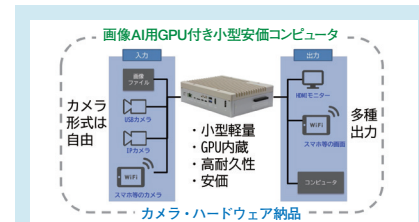


図1 入出力を自由に選定可能！

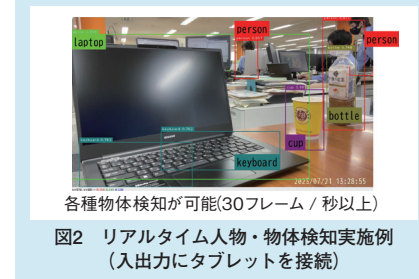


図2 リアルタイム人物・物体検知実施例  
(入出力にタブレットを接続)

◆このパンフレットの送付中止、宛名変更は [jfetcsalesmarketing@jfe-tec.co.jp](mailto:jfetcsalesmarketing@jfe-tec.co.jp) へご連絡ください

JFE-TEC News <2024>

No.79

2024年5月発行

発行人/壁矢 和久

発行所/JFEテクノリサーチ株式会社 営業企画部

〒100-0004 東京都千代田区大手町一丁目6番1号 大手町ビル4階

☎0120-643-777

