meiwafosis

FS-1
マルチスペクトル・エリプソメーター

製品カタログ 2022年2月現在

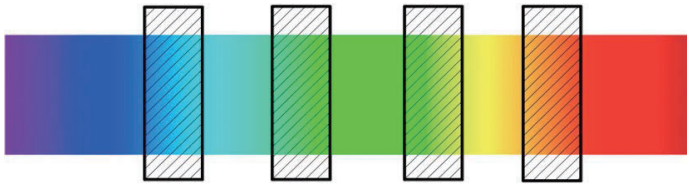
特許取得の新MWE技術を使用した新しいエリプソメーター

Multi-Wavelength Ellipsometer (MWE) は、スペクトルを分離してサンプリングすることで複雑化することなく、低コストで極薄膜の膜厚を高精度に計測することを実現しました。

エリプソメーターを知り尽くした開発者が、膜厚測定のために開発した「新エリプソメーター」

マルチLED光源と特許取得の新MWE技術を採用

特許取得(米国特許番号:9,354,118)の新MWE(Multi-Wavelength Ellipsometer)技術と
マルチ波長のLED光源を使用することで、ワイドなスペクトルを持つエリプソメトリー解析が可能です。

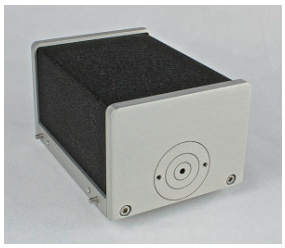


オングストロームナノ薄膜の膜厚を高精度評価

サンプル本来の膜厚をin situリアルタイム測定

薄膜の光学定数(n, k)と蒸着率(nm/min)を計測

エリプソの低コスト化を実現



マルチLED光源（280～950nmの波長範囲から4または6つの光源）

長寿命（50,000 時間以上）で、LED 交換や位置合わせをする必要なし!

検出器に可動部位なし

最短 10m 秒の高速測定が可能になり、分光エリプソ以上の高い再現性精度を実現!

高い再現性精度を実現

測定時間 1 秒の場合、多くのサンプルで 0.01nm を超える高い再現性!

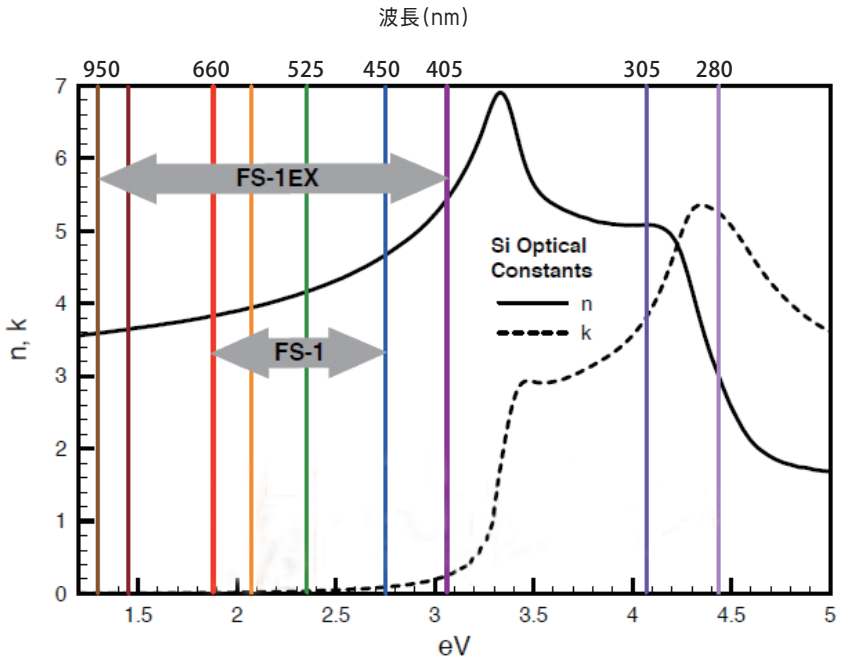
Webから制御可能

複雑なソフトウェアのセットアップやメンテナンス , 分光エリプソに必要な定期的な校正不要!

New Release!

最大6波長！
広いスペクトル範囲の測定で強化された薄膜測定

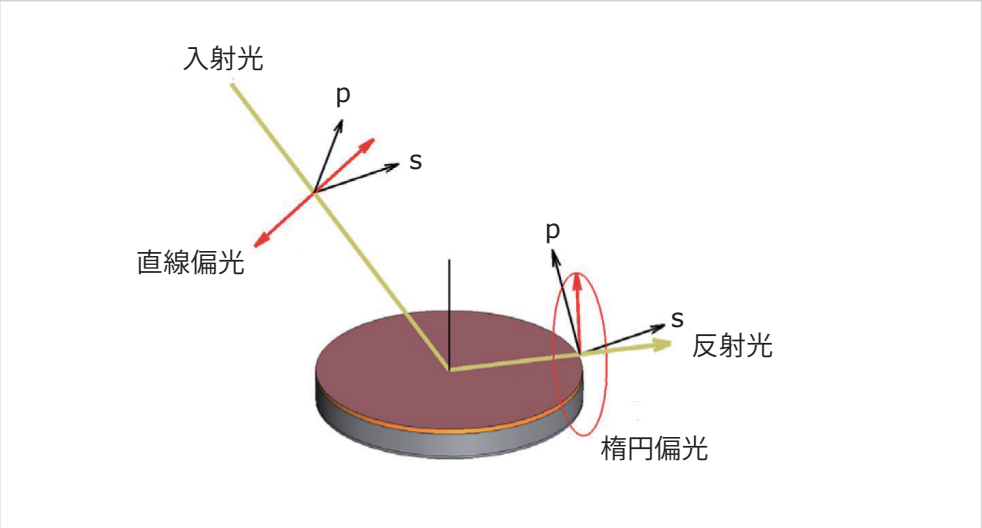
新しくリリースされたFS-1(G3)とFS-1EXはそれぞれ可視光領と可視光+赤外領域の
LEDにより広い範囲で、強化された薄膜測定を提供します。
FS-1光源ユニットの光学経路は、マルチスペクトルのLED光源を明るく均一な1筋の光へと統合されます。



System	Number of Wvls	Wavelength (nm) 405	450	465	525	595	635	660	850	950
FS-1 (gen. 2 & 3)	4		X		X	X		X		
FS-1EX (gen. 2 & 3)	6	X	X		X			X	X	X

	NEW FS-1(G3)	NEW FS-1EX
スペクトル範囲	450-660nm	405-950nm
波長数	4	6
特長	・厚さ0 Å～2μmの透明膜を0.001nmの精度で測定可能 ・再現性精度が2倍向上（従来装置との比較） ・簡単に in situ 測定可能 ・光源と検出器がそれぞれ110×80×60mmのコンパクト設計	・850および950nmの長い波長により、最大5μmの透明フィルムの測定、poly-Si、SiGe、アモルファスSiなどの半導体フィルムの測定が可能。 ・多層膜の測定機能が向上しました。

「エリプソメトリー」とは



エリプソメトリー（偏光解析法）では、サンプル表面から反射した光の偏光状態の変化を測定します。
通常エリプソメトリーの測定パラメーターはプサイ(Ψ)とデルタ(Δ)で下の数式によって定義されます。
この数式で ρ は、p偏光とs偏光の複雑な反射率比をRpとRsで表します。

$$\rho = \frac{R_p}{R_s} = \tan(\Psi) e^{i \cdot \Delta}$$

エリプソメトリーの特長

エリプソメトリーは各波長で2つのパラメーター(ψとΔ)を測定します。これら2つのパラメーターは、サンプルの特性を 2 つ決定することができます。例えば、透明膜の膜厚と屈折率、または基板の光学定数「屈性率 (n)」と「消衰係数 (k)」です。

エリプソメトリーのパラメーターは比率によって定義されるため、データが測定ビームの光強度に依存しません。そのため、in situ を含め様々な設置形状において、非常に正確なデータを取得することが可能です。

エリプソメトリーのデルタパラメーターは超薄膜に対しても極めて敏感で0Åまでの正確な膜厚測定が可能です。

FS-1マルチスペクトル・エリプソメーターの利点

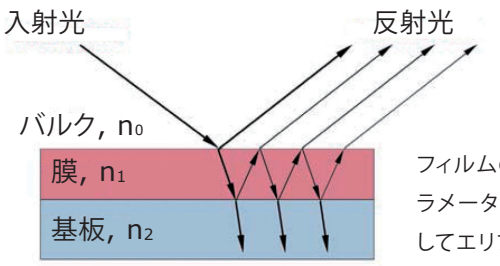
0Åから1μmまでの透明膜の膜厚測定を可能にします。
複数のサンプルデータの取得と同時解析をすることで、データセットの情報量を増やし、2つ以上の多くのサンプル特性を決定します。これにより、薄膜の「屈折率(n)」および「消衰係数(k)」の値と「膜厚」を同時に求めることが可能です。

表面粗さ、多層膜の各膜厚、屈折率分散などの他のサンプルパラメーターを決定します。

4つの波長の測定データ(Δとψ)と解析モデルとその結果の信頼性確認が可能です。

多くの薄膜や20nm以下の超薄膜の特性決定において、FS-1 マルチスペクトル・エリプソメーターは、分光エリプソメトリーと同様の性能を提供することが可能です。

(詳細については、弊社までお問合せ下さい)



フィルムの厚さおよび屈折率などのサンプルパラメータを決定するために、光学モデルを使用してエリプソメトリックデータを分析します。

Characteristic 01

オングストローム・ナノ薄膜の膜厚を高精度計測

サブモノレイヤーからナノ薄膜の膜厚を高精度計測

FS-1は薄膜に対して非常に高感度で、エリプソメトリックな（Δ：デルタ）、パラメーターに由来しています。
サンプルに反射したp偏光とs偏光間の位相を測定することで、測定する光の波長（500nm）が
膜の厚さ（0.1nm未満）に比べて非常に長くても、サブモノレイヤーの厚さに至るまで正確な膜厚の定量値を計測します。

多層膜も非破壊で各層の膜厚計測を実現

下記の表は多層膜を含む様々なサンプルを用いた標準測定での正確性と精度を示しています。
MWE技術により、膜厚0Å～1000nmの範囲の薄膜を対象とした膜厚と屈折率の測定に優れています。

サンプル	測定項目	正確性 (Accuracy)	精度 (Precision)
#1. 2nm SiO_2(自然酸化膜) on Si	SiO_2膜　膜厚	0.013 nm	0.00035 nm
#2. 90nm SiO_2 on Si	SiO_2膜　膜厚	0.18 nm	0.00029 nm
	屈折率 (n) @633nm	0.0006	0.0000067
#3. 1000nm Oxide on Si	SiO_2膜　膜厚	0.70 nm	0.0046 nm
	屈折率 (n) @633nm	0.0002	0.0000041
#4. 100-50-100 nm ONO on Si	再表面SiO_2膜　膜厚	0.12 nm	0.0022000
	中間層Si_3N_4膜　膜厚	0.16 nm	0.0028000
	最下層SiO_2膜　膜厚	0.58 nm	0.0023000
	SiO_2膜　屈折率 (n) @633nm	0.0029	0.0000071
#5. 6 nm TiO2 on Si	TiO_2膜　膜厚	0.022 nm	0.00034 nm
	屈折率 (n) @633nm	0.032	0.0002900
#6. 70 nm Al2O3 on Si	Al_2O_3膜　膜厚	0.071 nm	0.00029 nm
	屈折率 (n) @633nm	0.0001	0.0000094

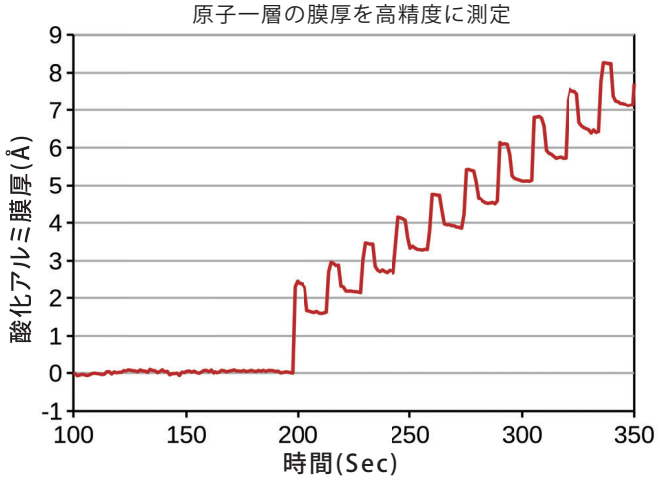
サンプル	測定項目	正確性 (Accuracy)	精度 (Precision)
#7. 500 nm SiN on Si	Si_3N_4膜　膜厚	0.51 nm	0.0031 nm
	表面ラフネス	0.18 nm	0.0019 nm
	屈折率 (n) @ 633 nm	0.0031	0.0000087
	消衰係数 (k)@633nm	0.0003	0.0000014
#8. 300 nm Ta2O5 on Glass	Ta_2O_5膜　膜厚	0.45 nm	0.0026 nm
	表面ラフネス	0.15 nm	0.0018 nm
	屈折率 (n) @633nm	0.0013	0.0000130
#9. 60 nm a-Si on Glass	a-Si膜　膜厚	0.16 nm	0.0012 nm
	SiO_2膜　膜厚	0.04 nm	0.00066 nm
#10. 10 nm TiN on Si	TiN膜　膜厚	0.037 nm	0.00044 nm
	バンドギャップ	0.0009 eV	0.0000550
	抵抗率	2.0 uOhm-cm	0.015 uOhm-cm

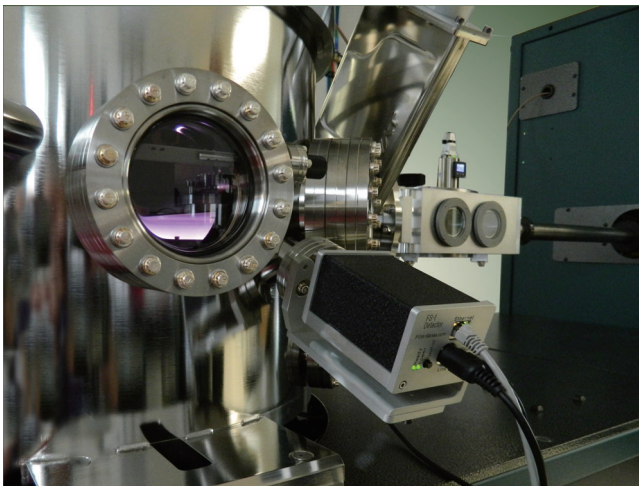
Characteristic 02

最速10m秒からin situでリアルタイム薄膜計測を実現

ALD、MBE、CVD、スパッタ等に搭載して、試料そのものの膜厚を非破壊で計測

＜in situ 測定：初期のALD蒸着＞
原子一層の膜厚を高精度に測定





▲ スパッタチャンバーへの搭載事例

詳細は
7ページへ

Characteristic 03

簡単な操作でエリプソメトリック測定・解析を実現

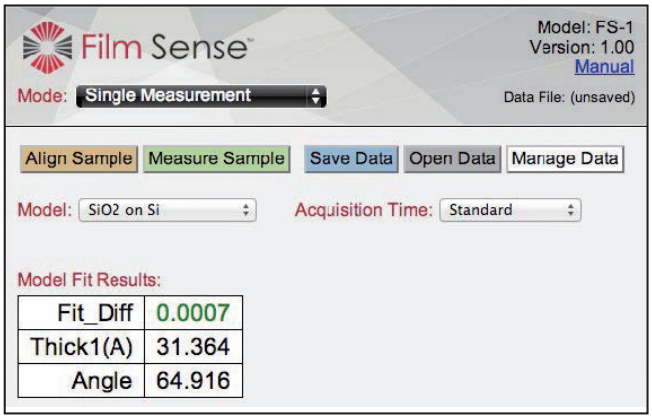
検出器内部にあるコンピューターで、測定データを分析し、膜厚・屈折率などのサンプルパラメーターを算出。
測定・解析状況は専用のWebブラウザで表示されます。別途解析ソフトも付属しておりますので、PCでの解析も可能です。
通常は3つのモードで簡単に膜厚測定から解析・解析結果の検証ができます。

FS-1のソフトウェアには、様々な素材の光学定数ライブラリがインストールされています。
Cauchy、Tauc-Lorentz、Drudeモデルなどの誘電関数モデルも搭載されており、サンプルの光学特性に応じた解析が可能です。
また、Bruggemanの有効媒質近似(EMA)を用いた、表面ラフネスや混合層の解析も可能で様々なサンプルを高精度に膜厚評価ができます。

シングル測定モード

ルーチンはワンクリック測定

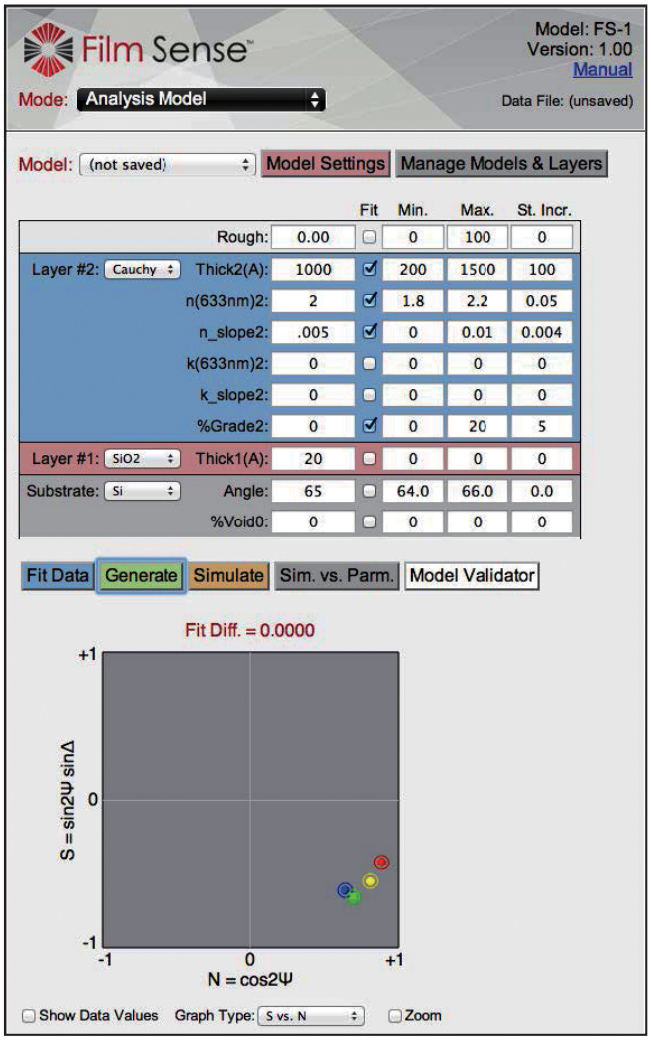
サンプルセットした後、ワンクリックするだけで簡単にサンプルを測定できます。



解析モデルモード

簡単に解析モデルを作成可能

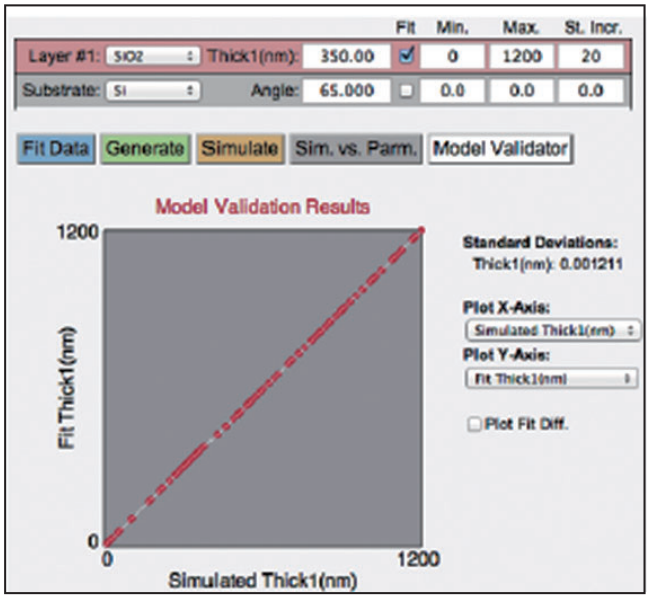
FS-1エリプソメトリック測定データを解析して視覚化するための強力な機能が提供されます。



光学モデル検証ツール

光学モデルバリデータ搭載

全てのモデル適合パラメータが指定された範囲に一意に収束することを検証します。

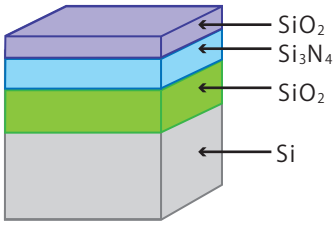


サブモノレイヤーから多層膜まで
様々な透明薄膜の計測に

測定サンプル	代表的なアプリケーション
半導体	シリコンの酸化物や窒化物、High-kおよびLow-k誘電体、 アモルファスシリコン膜および多結晶シリコン膜、フォトレジスト
光学コーティング	SiO_2, TiO_2, Ta_2O_5, MgF_2などの高／低屈折率の薄膜
ディスプレイ	TCO（ITOなど）、アモルファスシリコン膜、有機膜（OLED技術向け）
記憶装置	ダイヤモンドライクカーボン（DLC）膜
R&Dプロセス	in situ測定による蒸着薄膜評価(蒸着率と光学定数)とプロセスコンディションの比較 MBEやMOCVD、ALD、スパッタリングなどへの応用可能
化学及び生物学	サブモノレイヤー分子の吸着
工業	インライン・モニタリングおよび膜厚の制御
金属酸化膜	Al_2O_3, Cu_2O, CuO, MgO, TiO_2等

FS-1ソフトウェアのModel Validator機能でも、特定のサンプル構造が測定可能か判定することができます。

測定事例 ①
多層膜も簡単に高精度で測定

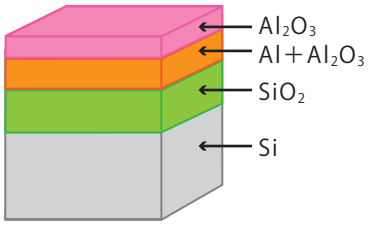


FS-1では、多層膜サンプルの計測も可能です。左の測定事例のように、2層以上の薄膜でも正確に、また高精度でその膜厚を明らかにすることが出来ます。

サンプル	測定膜	正確性	精度
多層膜サンプル(左図) 100nm −50 −100nm ONO on Si	最表面 SiO_2膜	0.54 nm	0.0049 nm
	中段 Si_3N_4膜	1.0 nm	0.0096 nm
	最下面 SiO_2膜	1.4 nm	0.013 nm

▲ 多層膜サンプルの測定結果

測定事例 ②
混合層を含んだ多層膜サンプル測定



金属薄膜の光学定数は蒸着時の間隙などに依存されます。酸化アルミ(Al_2O_3)についても同様に酸化されていないAlが混在した層が形成されることがあります。

FS-1では、このような混合層もしくは間隙を含む薄膜においても混合比率を考慮して高精度に各層の膜厚を求めることが可能です。

レイヤー	膜厚(nm)	Al_2O_3含有量(%)
Al_2O_3	9.1201	
$Al + Al_2O_3$	16.623	62.852
SiO_2	100.53	

▲ 混合層を含むサンプルの測定結果

測定事例 ③
表面ラフネスも考慮した膜厚計測

アモルファスSiO_2層

サンプル	平均膜厚(nm)	平均ラフネス(nm)
サンプル1	5.67278	0.590472
サンプル2	6.94042	0.171062

▲ 表面ラフネスを考慮したサンプルの測定結果

左図はSi基板をアトムビームエッチングした際に生じるダメージ層(アモルファスシリコン)の膜厚を測定した事例です。エリプソメトリーの測定結果は、表面ラフネスに影響されます。
FS-1ではエッチング時のラフネスの増加を考慮した光学モデルから高精度の膜厚を計測することが可能です。

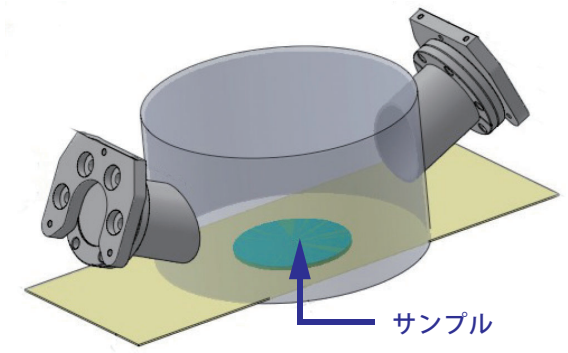
コンパクト設計で取付けも簡単！
特許技術の新光学経路を採用したin situエリプソメーター

新MWE技術では計測時の光学経路は固定され、装置内部に可動部位がない為、in situ取付や校正も簡単に可能。
LED光源採用で装置が非常にコンパクトになり、真空装置や取付けられた
他検出器と干渉することも最小限に抑えることが可能です。
また、FS-APIインターフェース(LabVIEW™ 互換性あり)で外部ソフトウェア制御ができます。

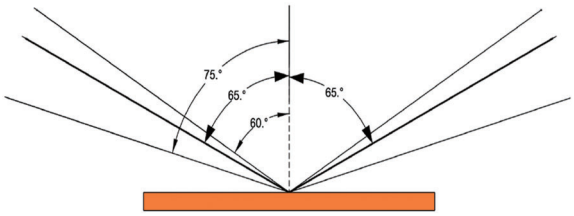
ビームの入射角は60°ー75°まで対応

ビーム全長は最大で1mまで対応

簡単にin situセットアップ



真空チャンバー



ビームの入射角

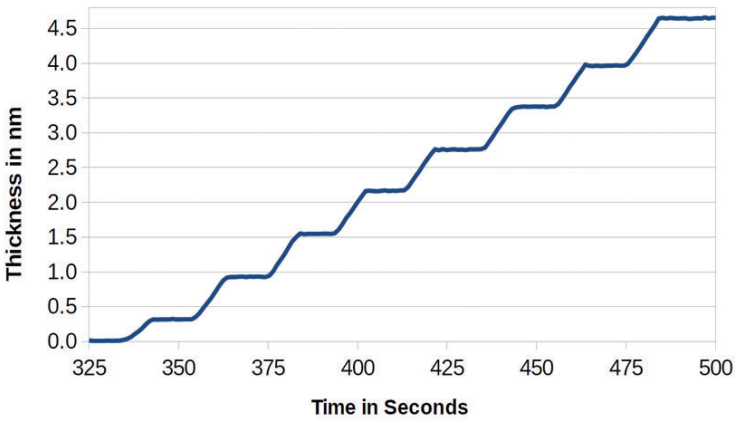
ビーム全長とスポットサイズ（下記より小さいサンプルへ対応したアダプター・事例もあります。）

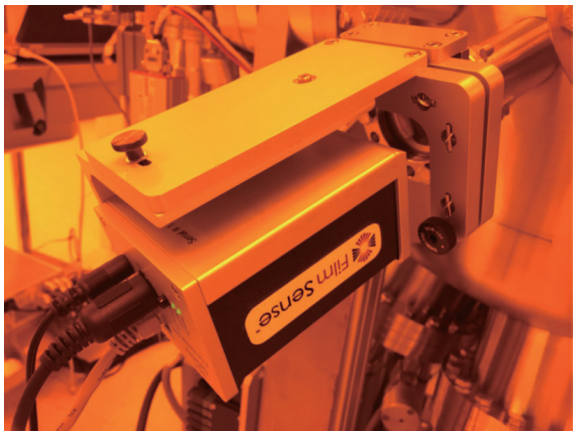
ビーム全長 (mm)	ビーム径 <検出器部> (mm)	サンプル照射面積 (mm)			平均シグナル強度	PsiとDeltaの標準偏差 (角度)
		AOI = 65°	AOI = 70°	AOI = 75°		
150	6	5 × 12	5 × 15	5 × 20	23.87	0.00043
300	9	6 × 15	6 × 19	6 × 25	12.78	0.00069
500	12	8 × 19	8 × 23	8 × 31	5.275	0.00110
750	17	10 × 24	10 × 29	10 × 39	2.56	0.00228
1000	20	12 × 28	12 × 35	12 × 46	1.37	0.00417

真空装置は、FS-1 マルチスペクトル・エリプソメーターを取付ける入射光と反射光が通るウインドウが２つ必要です。

スパッタコーターの堆積初期薄膜評価

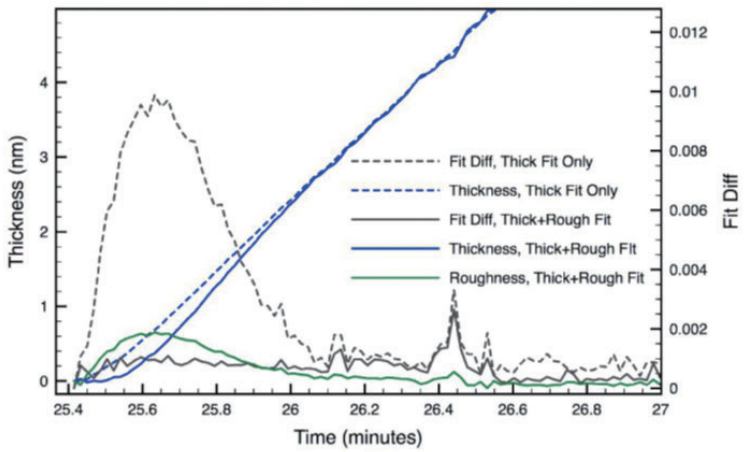
チタン（Ti）のオングストローム薄膜を高精度に膜厚計測





上のグラフは、スパッタコーター(Kurt J. Lesker社 PVD75)によるチタン薄膜の堆積時の膜厚を計測した事例です。
オングストロームレベルの非常に薄い薄膜も高い精度で測定することが可能です。

堆積初期の核形成段階をラフネスで評価



２種類の解析モデルの解析結果

① Tiの膜厚のみの解析したモデル
--- Fit Diff (膜厚のみを解析)
--- Tiの膜厚
② Tiの膜厚とラフネスを同時に解析したモデル
— Fit Diff (膜厚とラフネスを同時に解析)
— Tiの膜厚(膜厚とラフネスを同時に解析)
— Tiのラフネス

上のグラフは、チタン(Ti)の初期堆積を２つの方法で解析した結果です。グラフの左のy軸が膜厚をnmで表し、右のy軸が解析の信頼性をFit Diffで表したものです。このFit Diffは値が小さいほど信頼性が高くなります。解析①の「膜厚のみを解析したモデル」では堆積直後に大きくなっていますが、解析②の「膜厚とラフネスを同時に解析したモデル」の方が、全体的に値が低く、膜厚と同時にラフネスを解析した方が信頼性が高いことを表しています。
このことから膜厚とラフネスの両方が変化していると考えられます。
つまり、Ti膜ができるのではなく、最初にTiの核が形成されてラフネスが上昇し、その後にTi膜が形成されていることを示しています。
FS-1では、このようなラフネスを考慮した解析も可能です。

資料御提供：Penn St. University *Materials Research Inst.*, William Drawl

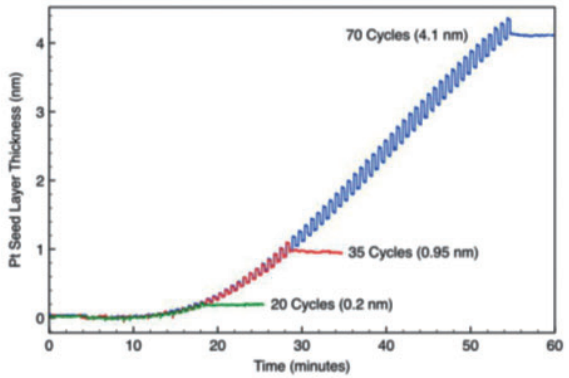
in situ Application 02

ALDに搭載しオングストロームレベルの極薄膜を評価

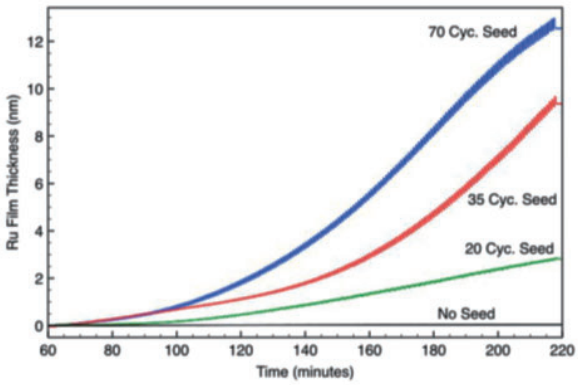
ALDサイクルの膜厚変化を高精度にモニタリング　＜ルテニウム（Ru）膜の成膜＞

原子層堆積装置(ALD)は、化学反応による成膜方法で、原子一層の成膜を行う装置です。
FS-1は原子一層レベル(オングストローム領域)の膜厚変化を高精度に測定することができます。
また高速(10m秒間隔)でデータ取得が可能なため、ALDサイクルによる膜厚の増減や初期サイクルにおける膜厚増加を定量化できます。

白金(Pt) Seed層の膜厚計測



ルテニウム(Ru)膜の膜厚計測



- ALDを使用したルテニウム堆積膜 (Ru（EtCP)$_2$＋O_2プラズマ)のin situ測定
- Seed層となる白金(Pt)を、ALDにより20, 35, 70サイクルで堆積した際の膜厚変化です。(左図)
  白金膜の膜厚の再現性は非常に高いことが分かります。
- 異なる膜厚の白金 Seed層上にALDでRuを堆積した際のRu膜の膜厚変化です。(右図)

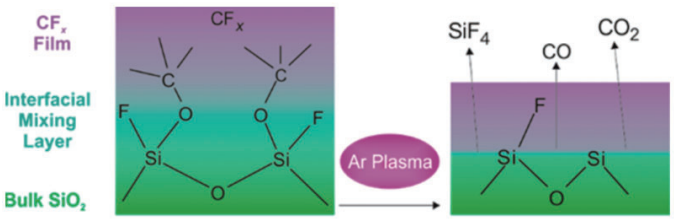
＜ALD搭載事例＞
・Kurt J. Lesker社（モデルALD 150LX）
・Lam Research社・Picosun社
・Beneq社　　・Ultratech社
その他、カスタムALDチャンバー

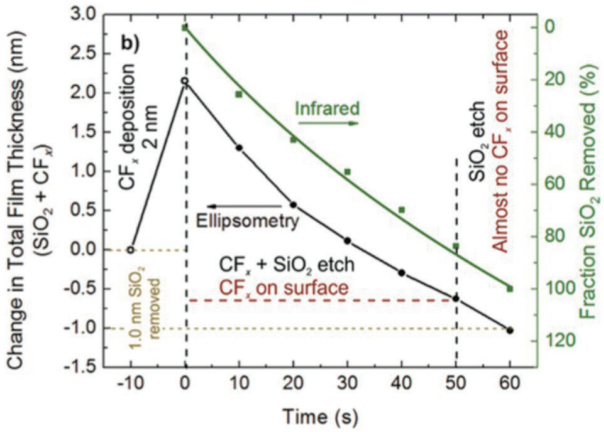
in situ Application 03

原子層エッチング(ALE)の膜厚評価

CF膜堆積及びSiO_2膜エッチング

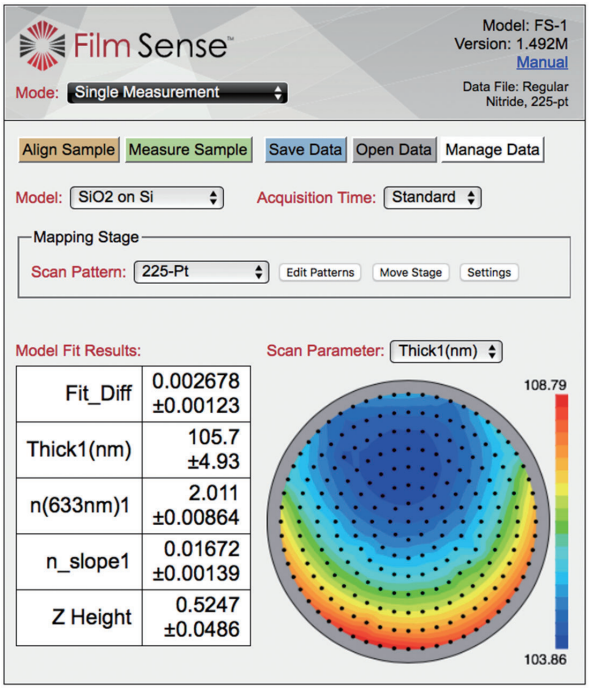
ALEでは、まずSiO_2上にフルオロカーボンを堆積させます。この際、CF層とその下のSiO_2膜との間に原子的に薄い混合層が形成されます。
その後にアルゴンプラズマを行うとCF層と共に下地のSiO_2層が同時に除去されます。
右のグラフでは、黒線がエリプソメトリーによって測定されたCF層とSiO_2がエッチングされた膜厚、緑色の線がSiO_2の含有量を示しています。
FS-1の測定でCF層の除去と同時に下地のSiO_2層が1nm程度エッチングされていることが分かります。

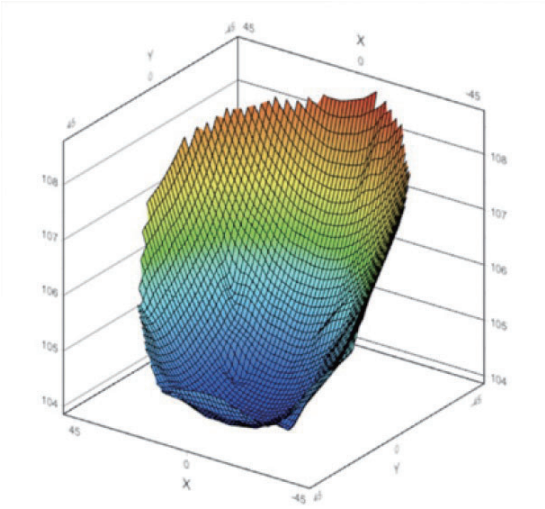




参考文献：　Ryan Gasvoda et. al.,
“Surface Phenomena During Plasma-Assisted Atomic Layer Etching of SiO_2”, *ACSAppl. Mater. Interfaces*, 2017, 9 (36), pp 31067–31075

全自動マッピングモデル





品質管理に!ウェハーの膜厚マッピングを全自動で取得

FS-1とコンパクトなマッピングステージを組み合わせて、ウェハー前面を迅速且つ正確で、信頼性の高い膜厚測定を実現。
電動ステージとFS-1ソフトウェアを組み合わせることで、膜厚の等高線図を自動で得ることが可能です。

49点を最速60秒で測定!サンプルの膜厚等高線マップを自動＆迅速に簡単取得

Z軸オートアライメント機能を搭載することで、膜厚の再現性0.015nmでマッピング可能。
XY軸方向は、サンプルサイズに応じて150㎜XY自動ステージもしくはφ300㎜回転自動ステージを選択。
ウェハーのマッピング時間は、49点測定の場合60秒(150㎜XY自動ステージ)または、
90秒(φ300㎜回転自動ステージ)の短時間で測定が可能です。

FS-RT300
φ300㎜マッピングモデル

FS-XY150
150㎜XYマッピングモデル

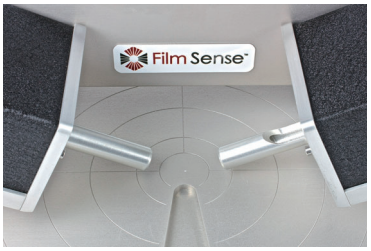
多彩なオプション

in situ アダプター FS-IS1

- FS-1光源と検出機器の設置アダプター
- 標準で2.75″または1.33″のコンフラット真空フランジに接続可能
- 光軸の位置合わせ用チルトステージ調節が容易に可能

※上記画像には、in situ小型サンプル用アライメント(FS-DT)が含まれております。

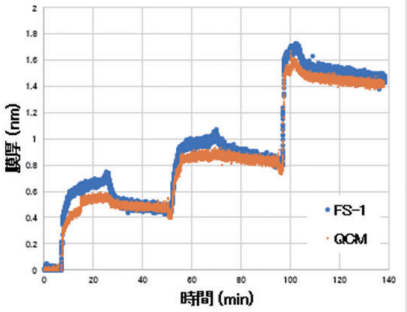
フォーカスレンズセット FS-F27



フォーカスレンズを使用することで、サンプル上の照射サイズを約0.55×1.3㎜または、0.3×0.7㎜に小さくすることが可能。(ピンホール設定)

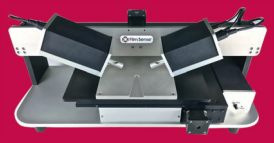
液中測定にも対応

FS-1とQCMの膜厚比較

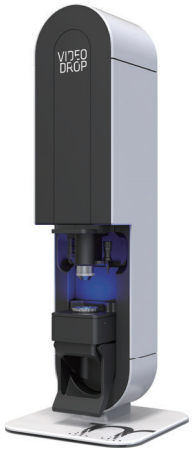


別途液中チャンバーをご用意いただくことで溶液中での測定にも対応します。上図は、QCMシステムとドッキングさせて1つのサンプル(デキストランの堆積)をQCMとエリプソの2手法で測定した事例です。

仕様

	FS-1 G3 マルチスペクトル・エリプソメーター	FS-XY150 全自動マッピングシステム 150 ㎜	FS-RT300 全自動マッピングシステム 300 ㎜
			
光源	LED		
使用波長	450nm、 525nm、595nm、660nm	FS-1EX G3：405nm、450nm、525nm、660nm、850nm、950 nm	
精度	0.001 nm 以内　※Si基板上の自然酸化膜をデータの取得レート 1 秒で測定時		
最大データ取得レート	10ms		
入射角	65度		
サンプルサイズ	φ200㎜、厚さ23㎜	150×150㎜	φ300㎜
照射サイズ	4 × 9 mm (＊0.55×1.3mm、0.3×0.7mm) ＊オプション使用時	0.8 x 1.9㎜ ＊その他オプション有	
標準付属品	―	XY自動ステージ ＜移動距離＞ 150×150㎜、分解能：5μm ＜ウェハーマッピング時間＞ 120秒(49点測定)	回転自動ステージ ＜移動距離＞ 直線方向：150㎜分解能：12μm 回転方向：360°分解能：0.1° ＜ウェハーマッピング時間＞ 250秒(49点測定)
設置サイズ	W400×D200mm	W600×D600㎜	W400×D500㎜
重量	5 kg	16kg	22 kg
電源	AC100V 0.5A	AC100V 1.7A	
消費電力	50W	170W	

新製品



NEW VIDEO DROP ／
ナノ粒子イメージングアナライザー

粒子高速測定装置

- ナノ粒子のサイズ分布と濃度を簡便･迅速に計測
- サンプルアプライから最短40秒で結果を取得

NEW NanoFCM／
フローナノアナライザー

第二世代EV計測技術

- 単一分子の蛍光検出によりフェノタイプ定量が可能
- サイズ分布と粒子濃度の軽量が可能

NEW Exoid／
ナノ粒子マルチアナライザー

粒子「絶対値」測定

- 1粒子毎のサイズを測定
- 濃度を個数/mlで定量評価

関連製品

NEW Tennant20／
オスミウムコーティングシステム

極薄膜コーティング

- 高倍率観察でも粒状性なし
- 複雑構造試料もチャージ無し

CADE-4T／
カーボンコータ

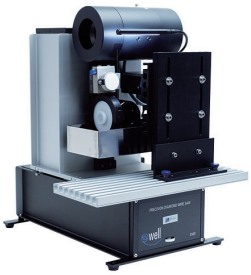
薄膜~厚膜までコート

- 同一真空化で重ねて成膜可能
- FIB加工時のWデポによるダメージ防止

SEDE-PHL／
ソフトプラズマエッジング装置

進化したドライエッチング

- 理想的な広範囲の均一円筒状照射
- 優れた異方性エッチング



DWS3500／
多機能型ダイヤモンドワイヤーソー

乾式精密切断

- 切断間際50μmを狙って切り出し
- 断面粗さは5μm以内

オンラインサポート

「どんな些細な事でもお気軽にご相談できる」オンラインサポート を始めました。
移動の手間もなく、ネットワーク環境があればすぐに開始することが可能です。
装置のご案内、サポート、デモンストレーションなど、柔軟にご対応致しますので、お気軽にご相談ください。

指定のURLをクリックするだけ
面倒な操作不要

ネットワーク環境があれば
どこでも繋がる

どんな些細なことでも！
気軽に相談OK

電話だけでは分からないことも
お悩み即解決！

【オンラインサポートとは？】
「時間・手間をかけずに相談したい」
「装置の使い方を説明してほしい」
「気になっている製品のデモンストレーションを見たい」
「装置修理・トラブル時に相談したい、動画でわかりやすく説明してほしい」
「装置の価格を知りたい」

…こんな時に、お気軽にご相談いただける簡単サポートです。

テクノロジーラボでの製品開発・評価

2018年8月1日、弊社製品開発チームは東京都立産業技術研究センターの製品開発支援ラボに入居し「テクノロジーラボ」を開設いたしました。
新製品の研究開発や品質保証となるデータの取得、お客様立会いで装置を評価してもらえるラボとして活動をしております。

製品開発・評価

新規製品開発及び、既存製品改良のための技術開発、品質保証データの取得を行っております。

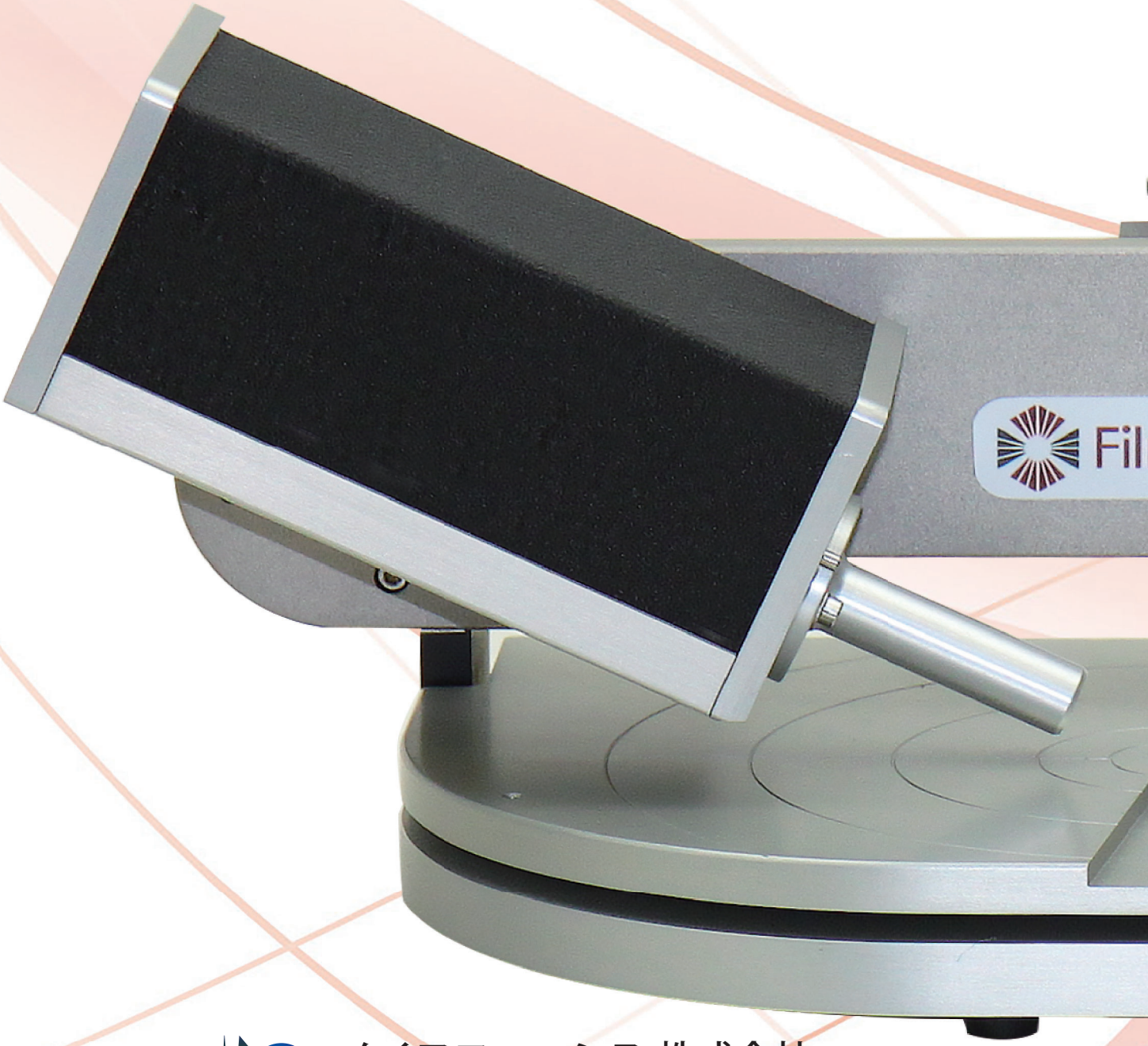
受託測定

お預かりしたサンプルを測定・解析し結果をレポート致します。

製品デモ・サンプル測定

立会デモ・サンプル測定を承っております。処理後の最終評価（SEM, EDS / CP 等）も可能です。

A3サイズのコンパクトボディで
短時間・高精度解析を実現



メイワフォーシス 株式会社

meiwafosis.com

製品、その他お問合せ先

東京	〒160-0022	東京都新宿区新宿1-14-2　KI御苑前ビル	TEL (03) 5379-0051	FAX (03) 5379-0811
大阪	〒542-0074	大阪府大阪市中央区千日前1-4-8　千日前M'sビル9階	TEL (06) 6212-2500	FAX (06) 6212-2510
名古屋	〒464-0075	愛知県名古屋市千種区内山3-10-18　PPビル3階	TEL (052) 686-4794	FAX (052) 686-5114
仙台	〒981-3133	宮城県仙台市泉区泉中央1-28-22　プレジデントシティビル3階	TEL (022) 218-0560	FAX (022) 218-0561
テクノロジーラボ	〒135-0064	東京都江東区青海2-4-10　東京都立産業技術研究センター　製品開発支援ラボ318		
慶應義塾大学-メイワフォーシス ナノ粒子計測技術ラボ	〒223-8522	神奈川県横浜市港北区日吉3-14-1　慶應義塾大学矢上キャンパス　理工学部中央試験所　36棟213号室		

※テクノロジーラボ、ナノ粒子計測技術ラボへの連絡は本社までお願いいたします。※外見・仕様・その他について、予告なしに変更をする場合がございます。