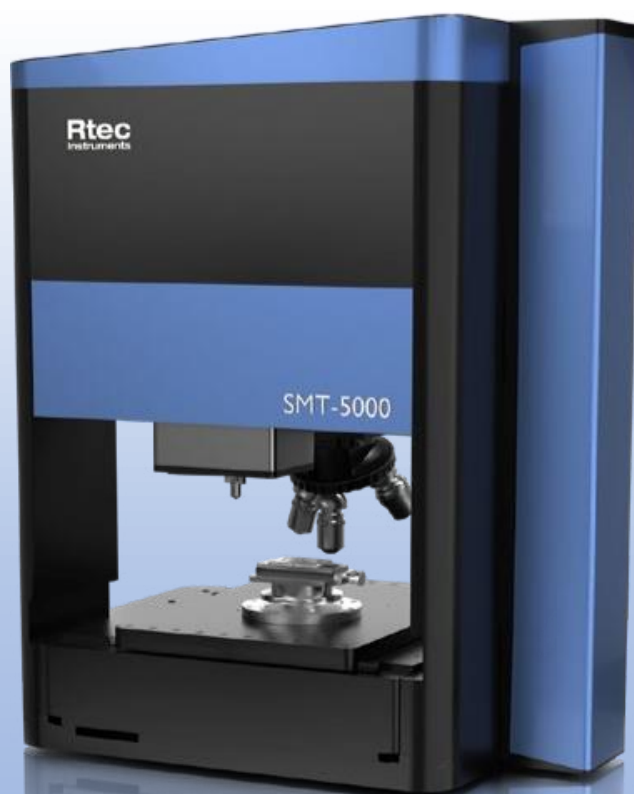


Surface Materials Tester

表面材料試験機 **SMT-5000**

スクラッチ試験、インデンテーション試験、3Dプロファイラー、膜厚測定
硬度 / 弾性率 / 引っかき抵抗 / コーティングの密着性 / 摩擦係数 / 摩耗 / 膜厚 / 粗さ / 3D画像



表面材料試験の新しい進化

製品で表面分析がますます複雑になるにつれて、機械的特性の調査には新世代の機器が必要になります。

SMT-5000機器は、研究者と品質管理エンジニアの両方のニーズに応えます。様々なテストが可能なSMT-5000は、コーティング、バルク材料、実際のコンポーネントを複数の業界やアプリケーションでテストできます。

SMT-5000は、液体から超硬固体材料まで、多くの業界にわたる表面分析がますます複雑化するテスト要件に対する答えを提供します。Rtec-InstrumentsのSMT-5000は、1つのプラットフォームで表面を測定するための複数の調査手法の組み合わせを提供します。

たとえば、1回の実行でコーティングの密着性、硬度、厚さ、表面粗さ、および3D画像データが組み合わされて、最終的な包括的な分析が行われます。さらに、各機器のモジュール性により、同じプラットフォームでのさまざまなテスト手法と負荷範囲が実行可能です。

精密製造

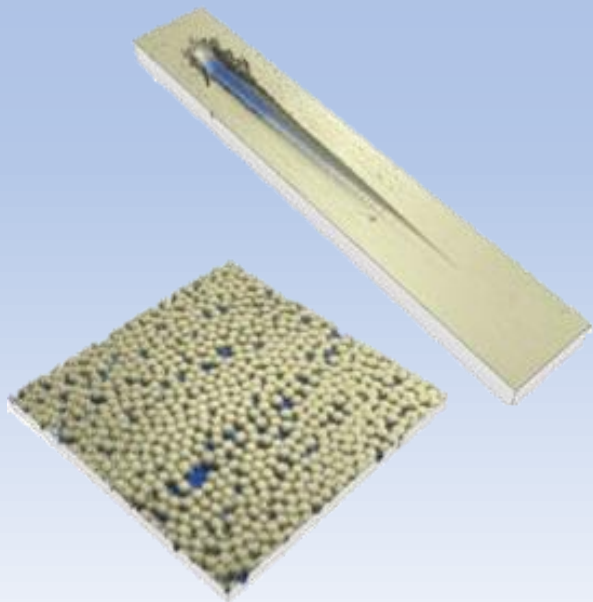
Rtec-Instruments製品のすべての重要な部品は、高精度のCNCマシンを使用して社内の機械工場で製造されています。製造に対するこの徹底的な管理により、すべての重要な機械部品が、当社の高い内部品質基準に従って最高の精度と信頼性で設計および製造されることが保証されます。

絶え間ない革新

進化し続けるテストのニーズにうまく応えるために、経験豊富な科学者とアプリケーションエンジニアは、常に新しい製品とアプリケーションを革新しています。私たちは、グローバルな直属のオフィスのチェーンを使用して、業界や大学と定期的に提携しています。

堅牢で信頼性の高い

Rtec-Instrumentsは、社内で設計と製造を行っており、高レベルの測定精度を備えた比類のない堅牢なプラットフォームを提供します。業界の要件から生まれたRtec-Instrumentsは、多くの業界固有の国際標準向けのテストソリューションも提供します。



スクラッチテスト

- ✓ コーティングの密着性
- ✓ 引っかかり抵抗
- ✓ Marrの抵抗
- ✓ 引っかかり硬度

3Dプロフィロメトリー

- ✓ 表面形状
- ✓ 不良解析
- ✓ 形態学
- ✓ 欠陥分析

スペクトル反射率

- ✓ 非破壊的で速い膜厚測定
- ✓ 光学定数

インデンテーション

- ✓ 硬度
- ✓ 弾性率
- ✓ 損失弾性率
- ✓ クリープ
- ✓ 応力-ひずみ曲線
- ✓ 破壊靱性

トライボロジー

- ✓ 摩擦係数
- ✓ 摩耗率
- ✓ 寿命測定
- ✓ トライボロジー挙動

主な機能

高精度センサー

当社の特許取得済みの静電容量技術は、単軸または多軸での力測定に比類のない精度、安定性、および分解能を提供します。（特許US 10,775,247 B1）

インデンテーションとスクラッチ試験（IST）の組み合わせ

ISTモジュールは、1つのモジュールでインデンテーションとスクラッチ試験の両方を提供します。より正確な力の検出のために、通常の力と横方向の力の両方が測定されます。

広い負荷範囲

複数の技術に加えて、SMT測定モジュールは多くの異なる力の範囲で提供され、mNから200Nまでをカバーできる単一の機器を生み出します。（200 N以上についてはお問い合わせください）

インライン3Dプロファイラー

スピニングディスク共焦点、白色干渉法、明視野、暗視野、および多用途フォーカスイメージングを1つのモジュールで提供します。すべての技術は、比類のないイメージング機能を提供するために、テストモジュールとインラインで利用できます。（特許US 10,024,776 B2）

様々なモジュール性

SMT-5000プラットフォームは、インデンテーション、スクラッチ、トライボロジー、3D形状測定、コーティング厚さをカバーする複数の交換可能な測定モジュールを受け取ることができます。モジュールの変更は2分未満で行われます。

非破壊膜厚

分光反射率に基づいて、膜厚測定（FTM-100）モジュールは、超高速で直接的な非接触膜測定を提供します。



SMT-5000 構成

スクラッチ試験、インデンテーション試験、3Dプロファイラー、膜厚測定



インデンテーション
スクラッチ試験ヘッド

自動制御X-Yステージ

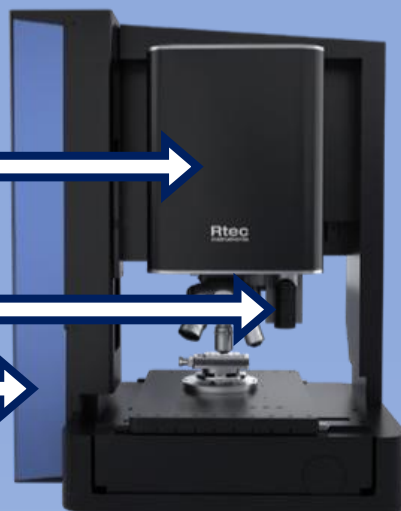
150 * 150 [mm], 最大50 [mm/s] ※ より大きいステージに変更可能

3Dプロファイラー

膜厚測定プローブ

自動制御Zステージ

100 [mm]



インデンテーション試験

硬度と弾性率

当社のインデントは、薄膜、コーティング、またはバルク材料の機械的特性を測定するために使用される高精度の計器です。硬度や弾性率、クリープ、疲労などの特性は、柔らかいものから硬いものまで、また壊れやすいものから脆いものまで、ほぼすべての種類の材料で決定できます。

SMT-5000は、最新の作動（ピエゾ）およびセンシング技術（静電容量センサー）を使用して、ナノからマイクロの範囲の表面の特性を定量化します。

計装化押込み試験（Instrumented Indentation Testing : IIT）では、力と変位を制御および測定しながら、既知の形状の圧子を表面に押し込みます。得られた荷重-変位曲線は、とりわけ硬度と弾性率を計算するために使用されます。従来の硬度測定（Knoop、Rockwell、Vickers）は引き続き利用できますが、IIT技術により、テストする材料の弾性率を測定する機能が追加されます。

インデントテスターの主な機能

- ✓ mNから200Nまでカバーする交換可能なモジュール
- ✓ 特許取得済みの静電容量センサーテクノロジー
- ✓ Berkovich、Vickers、Spherical、Cube Corner、Knoop、など対応
- ✓ 大きくて重い荷物とサンプルの取り扱い（50 cm; 10 kg）
- ✓ 自動マッピング用の電動ステージ150mm x 150 mm
- ✓ 自動化された3D顕微鏡検査

スクラッチ試験

コーティング摩耗とスクラッチ摩擦

スクラッチは、既知サンプルの表面の先端を対象のサンプルの表面にドラッグすることによって作成されます。先端が表面に沿って移動させ、先端にかかる通常の荷重は一定にするか直線的に増加させます。

コーティングの場合、加重を直線的に増加させる試験によりコーティングの重大な不良、界面、および基板からのコーティング欠損を観察します。

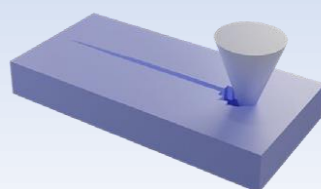
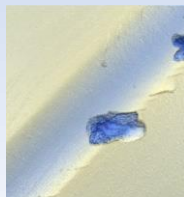
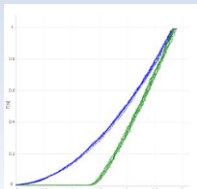
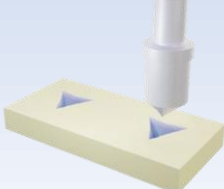
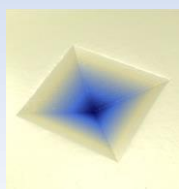
データと3Dイメージングの組み合わせにより、表面の変形と破損に対する力の影響の全体像が得られます。SMT-5000では、次の2種類のスクラッチ結果を評価できます。

- ✓ 引っかき抵抗：与えられた荷重に対して表面に残された変形は何ですか？
- ✓ 引っかき傷の付着：基材とコーティングの間の結合を破壊するために必要な通常の力は何ですか？

スクラッチ全体の画像が撮影され、摩耗痕跡、スクラッチの幅と深さ、亀裂の伝播、故障モード、粗さ、摩耗体積などに関する完全な情報がユーザーに提供されます。

スクラッチテスターの主な機能

- ✓ ナノからマクロまでの複数のテスト範囲に対応する交換可能なスクラッチヘッド
- ✓ 高精度スクラッチテスターと3D光学プロファイラーの組み合わせ（US 10,024,776 B2）
- ✓ サンプルの下ではなく、ヘッド内に組み合わされたセンサーのおかげで、高い摩擦力感度
- ✓ 温度、湿度、および/または摩擦腐食セルを使用したテスト
- ✓ 平面または曲面での測定



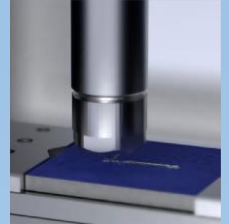
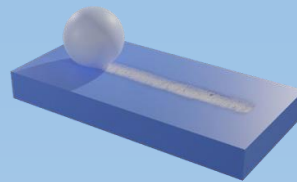
トライボロジー

摩擦、摩耗、摩擦係数

摩擦研究の摩耗と摩擦係数は、表面の寿命と耐久性を測定するためにSMT機器で簡単に実行できます。高解像度プロフィロメータとトライボメータのセットアップ（既知の垂直力下での滑り接触）を組み合わせることで、表面の摩耗を時間と力の関数として簡単に測定できます。荷重のリアルタイム制御と速度制御により、摩耗率、静摩擦、動摩擦などの幅広いテストパラメータにわたって材料のデータ作成ができます。SMTのセンサーは加重と摩擦力の両方を測定するため、摩擦係数の変化は、さまざまな荷重、速度、および接触形状の構成で簡単に監視できます。特許取得済みのインライン3Dプロファイラとの組み合わせにより、時間に対する表面変化の独自の自動化された包括的な特性評価が可能になります。

トライボメータの特徴

- ✓ 高速交換可能なロードセルを備えたナノからマクロ領域対応
- ✓ 摩擦腐食試験（トライボコロージョン）
- ✓ 線形および回転サンプル変位
- ✓ 加熱、冷却、液体または湿度のテスト条件
- ✓ 摩擦、貫通、ECR、...のテスト停止の自動プログラム
- ✓ 自動ステッチングテクノロジーを備えた特許取得済みのインラインプロフィロメーター（US 10,024,776 B2）



膜厚

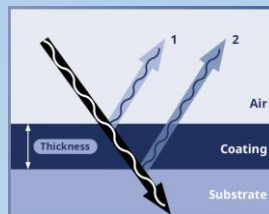
超高速 コーティング厚測定

膜厚測定モジュールは、分光反射率を使用してコーティングされた表面の厚さを取得します。スペクトル反射率は、コーティング表面と光の相互作用に依存して厚さを計算します。入射光とサンプル表面下のさまざまな界面からの反射光を比較することで、光学定数、厚さ、表面粗さを測定できます。反射データの解釈は、特に比較的厚いフィルムの場合、かなり直感的で理解しやすいものです。厚さ情報は、主に反射スペクトル振動の周波数に含まれ、光学定数（より正確には、光学コントラスト、つまり界面での光学定数間の差）情報は、振動の振幅に含まれます。当然、当社のフルパッケージには、すべての測定値を記録して統計を生成するための使いやすいソフトウェアが含まれています。

膜厚の主な特徴

- ✓ 豊富な資料ライブラリ（500以上）
- ✓ リアルタイムのワングリッド測定と厚さ、n&k、粗さ測定
- ✓ 使いやすさ、専門知識は必要ありません
- ✓ 強力な分析パッケージのスケール補正、マルチサンプル測定、動的測定。
- ✓ 分析の履歴：測定結果と統計のリコール/表示

膜厚計	FT-100
光源	ハロゲン
波長 [nm]	400 - 1100
測定範囲 [μm]	0.01 - 75
繰返し精度 [nm]	< 0.01
正確度 [nm]	1



3D多機能プロファイラー

Rtec-Instrumentsは、インライン形状測定の特許を保有しています（US 10,024,776B2）。

この機能により、テスト中の任意の時点で3Dプロファイラーを使用してサンプル表面を自動的に画像化できます。ユーザーはさまざまな画像技術を利用できます。

スピニングディスク共焦点

急な斜面、透明、半透明の表面を見るように最適化されています。高速で最高のXY解像度の3Dイメージングを提供します

白色光干渉法

滑らかで平らな表面を見るように最適化されています。表面の高速で最高のZ解像度の3Dイメージングを提供します

明るいフィールドと暗いフィールド

異なる照明で表面を見る2つの異なる方法を提供します。暗視野は、暗い背景に明るく見える小さな亀裂を識別出来ます。

可変焦点イメージング

異なる焦点面で同じオブジェクトを撮影した一連の写真を分析して、完全に焦点が合った最終画像を作成します。

ステッチ（画像のつなぎ合わせ）

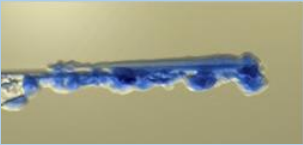
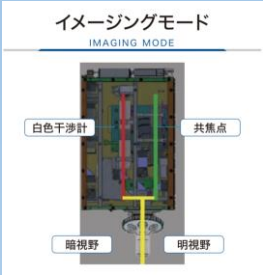
このモードでは、画像を自動でつなぎ合わせることで大きな表面を高倍率で自動イメージングできます。

白色干渉計 対物レンズ						
	2.5X	5X	10X	20X	50X	100X
開口数 (NA)	0.075	0.13	0.3	0.4	0.55	0.7
作動距離 (mm)	10.3	9.3	7.4	4.7	3.4	2
FOV (um)	6910x5180	3460x2590	1730x1300	860x650	350x260	170x130
空間サンプリング (um) 5MP CCD	2.7	1.35	0.67	0.34	0.13	0.07
光学分解能 (L&S 460 nm) (um)	1.87	1.08	0.47	0.35	0.26	0.2
最大勾配 (arcsin (NA))	4	7	17	24	33	44
垂直解像度	0.01nm以上					
垂直RMS 再現性RMS	0.01nm					
垂直測定範囲	10mmまで					

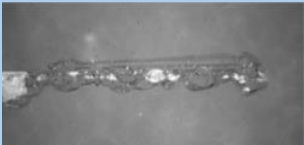
共焦点									
	標準作動距離						長作動距離		
	5X	10X	20X	50X	100X	150X	20X	50X	100X
開口数 (NA)	0.15	0.3	0.45	0.8	0.9	0.95	0.4	0.6	0.8
作動距離 (mm)	23.5	17.5	4.5	1	1	0.3	19	11	4.5
視野 (um)	3460x2590	1730x1300	860x650	350x260	170x130	120x90	860x650	350x260	170x130
空間サンプリング (um) 5MP	1.35	0.67	0.34	0.13	0.07	0.04	0.34	0.13	0.07
光学分解能 (L&S 460 nm) (um) **	0.94	0.47	0.31	0.18	0.16	0.15	0.35	0.23	0.18
最大勾配 (arcsin(NA))	9	17	27	53	64	72	24	37	53
垂直解像度 (nm)	72	18	8	2.5	2	1.8	10.1	4.5	2.5

2つのカメラで2つの経路

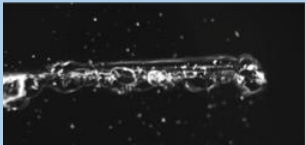
- ✓ 表面粗さ
- ✓ 膜厚
- ✓ 摩耗トラック
- ✓ ボリュームウェア
- ✓ ステップの高さ
- ✓ アドオン-共焦点ラマン



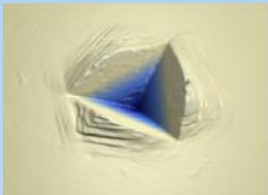
3D形状画像



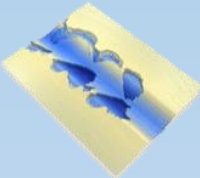
明視野画像



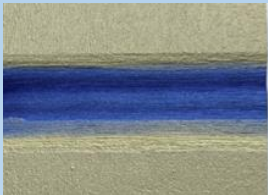
暗視野画像



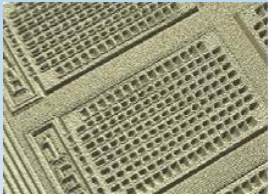
Berkovichインデント



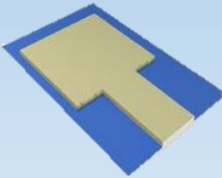
スクラッチ剥離



摩耗



ウエハー 3D



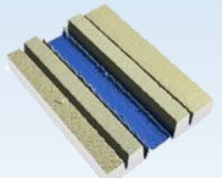
高さ校正サンプル



溶射のひび



ウエハーバンプ



マイクロ流体チップ



紙上のインク

テスト環境コントロール

液体容器

液体容器は、インデントモジュールとスクラッチモジュールの両方について液体下でテストするために利用できます。容器は、試験中に接点が常に濡れることを保証します。いくつかの再循環および加熱オプションも追加できます。

腐食（トライボコロージョン）

腐食環境下での表面の研究は、腐食オプションで可能になります。堅牢な3電極測定システムには、通常、ピーク材料またはポテンシオスタットで作られた腐食セルがあります。これにより、表面の機械的特性に対する腐食性媒体の相乗効果の定量化が可能になります。テスト中、セットアップは、電流、電圧、ダウンフォース、摩擦力、温度、およびアコースティックエミッションをリアルタイムで同時に測定します。

湿度コントロールチャンバー

湿気の多い環境は、表面やコーティングの特性に多大な影響を与える可能性があります。表面とコーティングのトライボロジー的および機械的特性に対する湿度の影響を研究するために、特別な湿度コントローラーが搭載可能です。

高温と低温

表面特性に対する温度の影響を研究するために、加熱/冷却モジュールが温度制御を提供します。温度制御は完全に自動化されており、ソフトウェアと同期しています。

試験モジュール

IST (Indentation Scratch Tester) インデンテーション & スクラッチ試験

このモジュールは、インデント & スクラッチの両試験が可能です。さまざまな荷重範囲（mN～50 N）で使用でき、荷重と摩擦方向の測定値を提供します。圧子の先端で測定します。



IST	1	50
最大荷重 [N]	1	50
荷重分解能 [μN]	0.01	6
最大摩擦力 [N]	1	50
摩擦力分解能 [μN]	0.01	6
最大変位 [μm]	1000	1000
変位分解能 [nm]	0.01	0.03

IIT (Instrumented Indentation Tester) インデンテーション試験

このモジュールはインデンテーション試験機能です。さまざまな荷重範囲（mNから50 N）で使用でき、垂直変位とともに垂直力の測定値を提供します。このモジュールは、計装された圧痕および従来の硬さ試験に使用できます。



IIT	1	50
最大荷重 [N]	1	50
荷重分解能 [μN]	0.01	6
最大変位 [μm]	1000	1000
変位分解能 [nm]	0.01	0.03

UST (Universal Scratch Tester) スクラッチ試験

このモジュールはスクラッチ機能です。さまざまな荷重範囲（mNから200 N）で使用でき、スクラッチパスに沿った荷重と摩擦力の測定値を測定します。それぞれスクラッチチップで測定され、より高い測定感度と精度を提供します。



UST	1	50	200
最大荷重 [N]	1	50	200
荷重分解能 [μN]	0.01	6	100
最大摩擦力 [N]	1	50	200
摩擦力分解能 [μN]	0.01	6	100
最大変位 [μm]	1000	1000	1000
変位分解能 [nm]	0.01	0.03	1.5

ソフトウェア

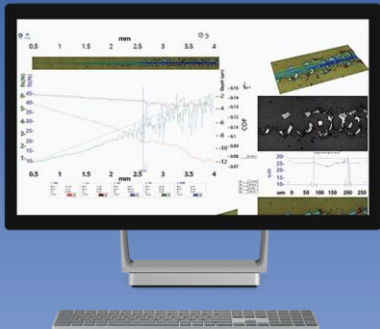
機器には、制御ソフトウェアとデータ分析ソフトウェアが標準装備されています。

MFTソフトウェア

このソフトウェアはパラメータを設定し、テストを実行します。作成したテストレシピをロードして[開始]をクリックするだけで実行可能です。高度な使用も可能です。

インサイトソフトウェア

インデンテーション、スクラッチ、トライボロジー、等のデータ分析を可能にします。このソフトウェアでは、3Dプロファイラー画像とテスト中に取得したデータを組み合わせで分析できます。



標準試験

SMT-5000は、データのトレーサビリティと迅速なチェックのため正確な校正を実施し、正規化されたテストを保証するための標準テストレシピも付属しています。

Instrumented Indentation Tester (IIT) インデンテーション試験	Fused Silica, BK7 タングステン/硬度ブロック
スクラッチ試験	DLCコーティング BCR692
3Dプロファイラー	標準の高さと粗さ標準試料 (100 nmおよび1ミクロン)
摩耗	E52100 (SUJ-2) テストサンプル
膜厚	10 nm コーティングサンプル

さまざまなテスト基準に準拠しています。以下の表は、可能なリストを示しています。

インデンテーション	ASTM E2546, ASTM B933, ASTM D785, ASTM E140	ISO 14577, ISO 6508, ISO 6507, ISO 4516	DIN 50359, DIN 55676 JIS B7734
スクラッチ	ASTM C1624, ASTM G171, ASTM D7027, ASTM D7187	ISO 20502, ISO 19252, ISO 1518	DIN EN 1071-3
トライボロジー	ASTM G99, ASTM G132, ASTM G133, ASTM F732	ISO 20808, ISO 7148, ISO 18535	DIN EN , EN 1071-13, DIN 50324, DIN 51834
3D プロファイラー	ASTM D4172	ISO 25178	

アプリケーション / インダストリー



自動車産業

- ✓ ペイント、ワニス
- ✓ ポリマー
- ✓ エンジン、ピストン
- ✓ 溶射
- ✓ 窓



ハードコーティング

- ✓ TiN、WC、DLC、WC
- ✓ 切削工具、ドリル
- ✓ PVD、CVD、DLC
- ✓ 成形ツール
- ✓ 熱、プラズマスプレー



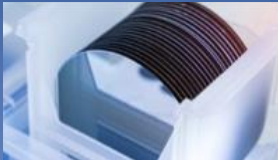
生体材料

- ✓ インプラント、ステント
- ✓ 骨組織
- ✓ 錠剤、ピル
- ✓ ドラッグデリバリー
- ✓ 人工関節



原料

- ✓ セラミック
- ✓ ポリマー
- ✓ 金属
- ✓ ゴム
- ✓ コンポジット



半導体

- ✓ 薄膜
- ✓ Low-Kフィルム
- ✓ パッシベーションレイヤー
- ✓ MEMS、NEMS
- ✓ ハードディスク



オプティカル

- ✓ 眼鏡、レンズ
- ✓ ARコーティング
- ✓ 鏡
- ✓ タッチスクリーン
- ✓ ディスプレイパネル、LED



装飾コーティング

- ✓ ジュエリー
- ✓ 時計
- ✓ 蒸発した金属
- ✓ ケース
- ✓ 防食コーティング



その他

- ✓ 消費財
- ✓ IoTデバイス
- ✓ コネクタ
- ✓ 2Dマテリアル
- ✓ フレキシブルエレクトロニクス

About Rtec instruments

Rtec instruments incは、研究および産業用アプリケーション向けの高度なイメージングおよび表面機械的特性測定ソリューション装置の提供、開発、製造しています。シリコンバレーを拠点とする当社は、トライボメータ（摩擦摩耗試験機）、光学プロフィロメータ、3Dスクラッチテスター、マイクロ/ナノインデンテーション試験機などのトッププロバイダです。当社は事業会社様、アカデミック関係者様とのコラボレーションとパートナーシップを取り入れ、革新的なソリューションで当社の製品が真のニーズに確実に応えるようにします。

開発は業界にて20年以上経験のあるメンバーを中心に最新機種を提供し続け、2012年に創立後30カ国以上で合計500台以上販売実績があります。



日本担当 國井
お問い合わせ tkunii@rtec-instruments.com