

# インデンテーション試験機 スクラッチ試験機

機械的表面特性評価



# 多機能試験機： 幅広い材料に対応

アントンパールの機械的表面試験機は、硬度の高いダイヤモンドライクカーボン(DLC)コーティングから硬度が低いハイドロゲルまで、材料の機械的特性を幅広く測定する汎用性の高い多機能装置です。

アントンパールの機械的表面試験機は、機械的表面特性評価に最も重要な4つの試験方法であるインデンテーション試験、スクラッチ試験、トライボロジー(摩擦・摩耗)試験、膜厚試験に対応しており、表面の機械特性を徹底的に評価することができます。

当社は、一般的な装置が推定に頼る値も「実際に測定」しています。アントンパールは、実荷重センサを搭載した高分解能のナノインデンテーション試験機、ナノスクラッチ試験機を提供しています。これは、荷重をアクチュエーターからの導関数で推定するのではなく、ダイレクトセンサで連続的に測定することを意味します。

- ✓ オールインワン装置：測定方法間のシームレスな移行
- ✓ 2倍のスピード：驚異的な拡大範囲と連続ズームを組み合わせてサンプルナビゲーションを簡単に
- ✓ 必要に応じたサポート：37の子会社による世界的なサポートと3年間の完全保証
- ✓ 自動化によるコスト削減：試験のスループット能力を高めるお手伝いをします
- ✓ 妥協しないサンプルサイズ：生産ラインから直接サンプルを測定



RST 300



MCT<sup>3</sup> (Step 101)



Hit 300



NHT<sup>3</sup> (Step 301)



UNHT<sup>3</sup> NST<sup>3</sup> (Step 701)



UNHT<sup>3</sup> Bio (Step 301)



硬質 →

← 軟質

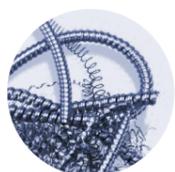
ダイヤモンド



ハードコーティング



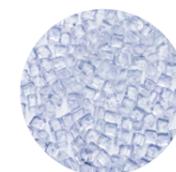
金属



骨



ポリマー



ハイドロゲル



# 表面試験プラットフォーム(Step): オールインワン

一歩先を行く

Stepプラットフォームは、アントンパールの機械的表面測定ヘッドの共通のステージです。さまざまなタイプの試験を1つのプラットフォーム上で行うことができ、将来的な要望へのアップグレードに完璧に対応します。



## 試験能力に革新を起こす

Stepプラットフォームは、広い荷重範囲のスクラッチ試験、インデンテーション試験、ビッカース硬さ試験、摩擦摩耗試験のためのオールインワンプラットフォームです。セットアップを調整することなく、ある試験法から別の試験法へ移行できます。ひとつの測定か、オールインワンのセットアップか、ぜひご検討ください。当社のStepプラットフォームによるソリューションは、お客様の将来の測定要望と絶えず続く競争に対応します。

## 2倍のスピード

前モデルより2倍速くサンプルを可視化します。独自のデュアルビュー顕微鏡は、連続ズーム機能、20~10,000倍の圧倒的な倍率範囲を備え、パノラマ表面概観から最大倍率へのシームレスな移行を実現します。

## 自動化によるコスト削減

コストを削減し、測定スループットを向上させます。当社は、Stepプラットフォームをお客様の生産工場の品質管理エリアに組み込み、サンプルのハンドリング、ローディング、試験を自動化するお手伝いをします。

## 労力を削減し、時間を節約

さまざまなサイズのサンプルを装置に載せ、生産ラインから直接測定できるため、時間と労力を節約できます。お客様のサンプル保持のニーズに合わせて、オーダーメイドのソリューションを特別に設計します。

# スクラッチ試験： 特徴と測定原理

アントンパールのスクラッチ試験機は、フィルム-基材システムの特性を評価し、接着破壊、凝集破壊、変形、弾性回復、摩擦力、ピッカース硬度などの材料パラメーターを、さまざまな補完的手法を用いて定量化するために使用されます。研究、開発、品質管理において、コーティングの密着性、耐スクラッチ性、耐傷性を測定するための貴重なツールです。

この試験技術では、ダイヤモンド圧子で試験サンプル上に制御されたスクラッチを発生させます。

## 主な特徴

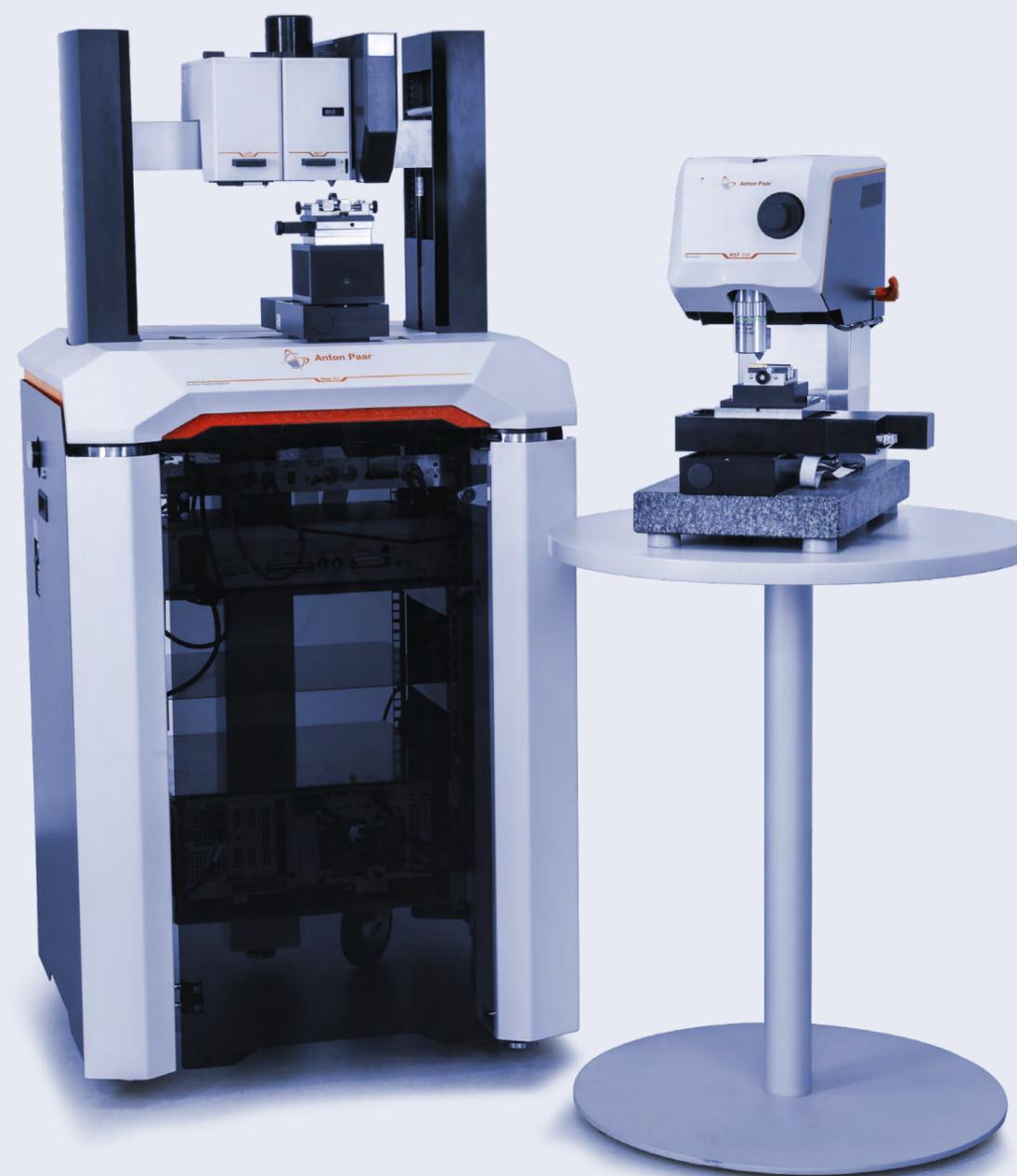
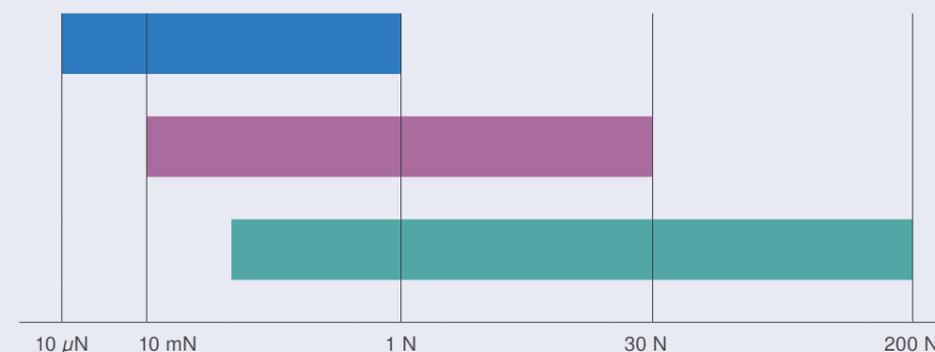
- 特許取得済みの同期パノラマ
- 高度な弾性回復試験を可能にする真の押し込み深さ測定
- アクティブフォースフィードバック機能で複雑な表面でも完全な再現性を実現
- 臨界荷重の自動検出による結果の最適化



ナノスクラッチ試験機  
(NST<sup>3</sup>)

マイクロコンピテスタ  
(MCT<sup>3</sup>)

Revetest® レベテスト  
(RST 300)



# NST<sup>3</sup>

## ナノスクラッチ試験機

NST<sup>3</sup>は市場で最も高精度のナノスクラッチ試験機で、標準厚さが1 μm以下のフィルムやコーティングの密着性評価に特に適しています。NST<sup>3</sup>はあらゆる種類のコーティングの分析に使用できます。独自デザインのNST<sup>3</sup>には、最新のピエゾアクチュエーターに関連する荷重センサと深さセンサが搭載されています。卓越した精度に加え、こうした特徴がミリ秒の応答時間とあらゆる種類のスクラッチ測定に対応する柔軟性を可能にします。

詳細はこちら



[www.anton-paar.com/apb-nst-3](http://www.anton-paar.com/apb-nst-3)

# MCT<sup>3</sup>

## マイクロスクラッチコンビ

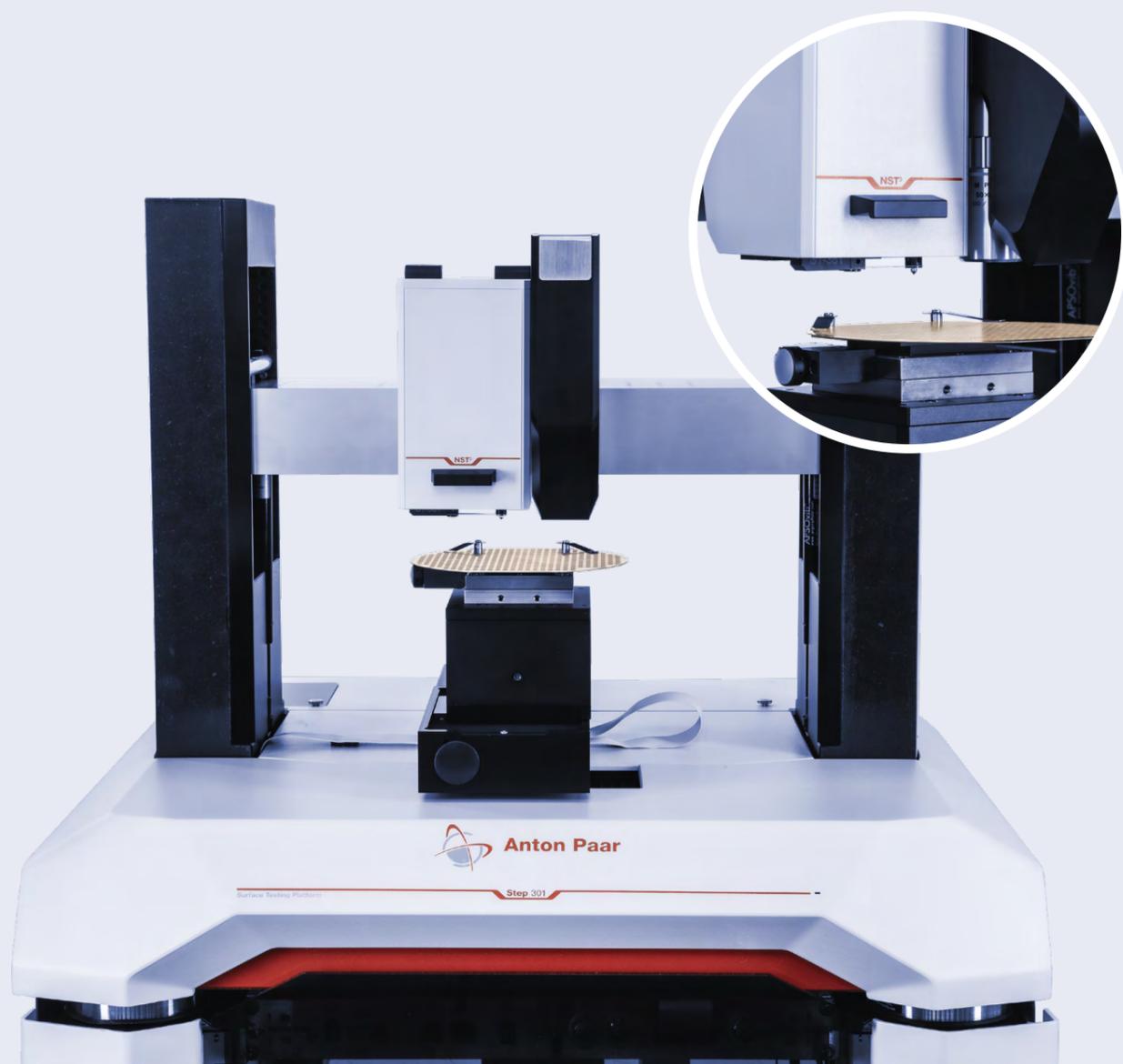
MCT<sup>3</sup>は、スクラッチ試験、摩擦摩耗試験、インデンテーション試験、ビッカース硬さ試験に対応した唯一の高品質4-in-1セットアップです。ハードコーティング、溶射/プラズマ溶射コーティング、金属、ポリマーなど、さまざまな材料のコーティング密着性、耐スクラッチ性、硬さ、摩擦、摩耗を測定できます。

このスクラッチ試験機は、標準厚さ5 μm以下のコーティングの密着性や耐スクラッチ性の測定に広く使用されています。

詳細はこちら



[www.anton-paar.com/apb-mct-3](http://www.anton-paar.com/apb-mct-3)



# RST 300 Revetest® スクラッチ試験機

RST 300は世界中で1,500台以上販売されており、業界スタンダードとしてハードコート材料の評価に広く使用されています。RST 300は、磁性用途や装飾用途など、さまざまな用途のあらゆる種類のコーティングの皮膜/基材密着性を評価するための堅牢で信頼性の高い装置です。

ソフトウェアは使いやすく、基本的なトライボロジー分析だけでなく、インプリントの自動検出によるピッカース試験も実行できます。



詳細はこちら



www.anton-paar.com/  
apb-rst-300

## 信頼性 法令遵守 適格性評価

詳しくはこちら



www.anton-paar.com/  
service

十分なトレーニングを受けた認定技術者が、お客様の装置を安定稼働させるお手伝いをさせていただきます。



### 稼働時間の最大化

お客様の使用頻度にかかわらず、装置を良好な状態に保ち、大切な設備資産をお守り致します。製造中止から少なくとも10年間は、必要なサービスやスペアパーツをご提供致します。



### 保証プログラム

アントンパールは装置の品質に自信を持っています。だからこそ、3年間の完全保証を提供しています。適用条件はメンテナンスのスケジュールを守ることだけです。保証期間は延長することも可能です。



### 迅速な対応

アントンパールでは、緊急対応が必要な場合もあることを十分に理解しています。そのため、お問い合わせには24時間以内に回答しています。自動応答ではなく、担当者が親身にサポート致します。



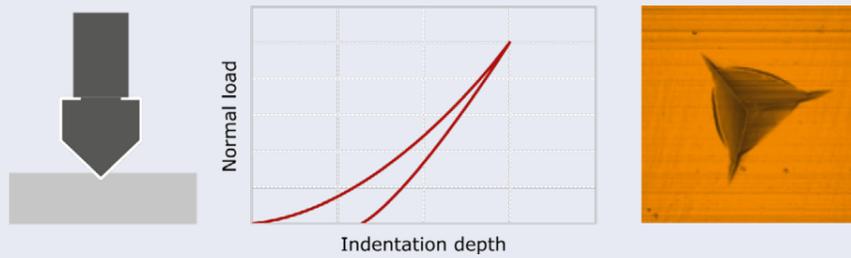
### グローバルサービスネットワーク

86拠点、600名以上の認定サービスエンジニアを擁する大規模なカスタマーサービスネットワークを展開しています。アントンパールのサービス技術者は、常にお客様の近くでサポートを提供しています。

# インデンテーション試験： 特徴と測定原理

アントンパール社のインデンテーション試験機は、標準的な準静的DMAから応力-ひずみ特性測定まで幅広い試験モードを備え、硬さ、弾性率、粘弾性特性、クリープ、吸着力、応力-ひずみ曲線といった幅広い試験結果を提供します。最高の熱安定性を実現する独自の表面参照設計と、デュアルビュー顕微鏡、精密なポジショニング、高スループットを組み合わせた試験機で、機械的表面特性評価に最適です。

インデンテーション試験では、既知の形状の圧子を表面に垂直に押し込み、押し込み深さと垂直荷重を記録します。



## 主な機能

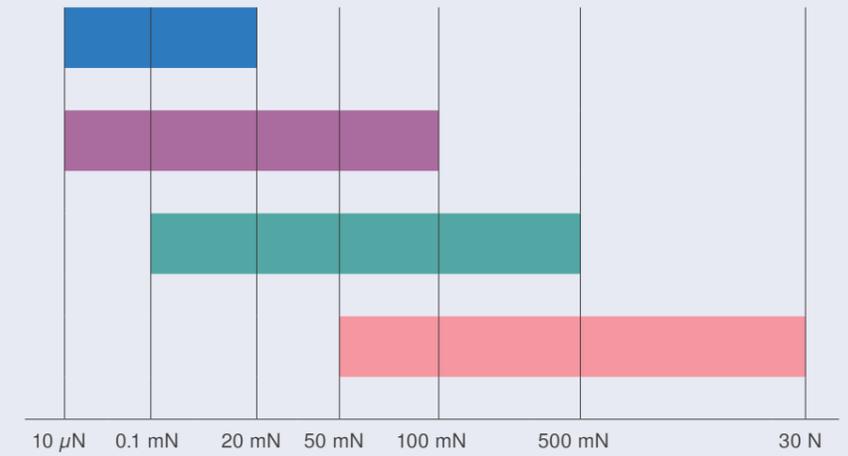
- 高い熱安定性(0.0008 nm/s)とフレーム剛性( $10^8 \mu\text{N}/\mu\text{m}$ )により、補正なしで最も正確な結果を取得
- 高い位置決め精度：インデンテーションのターゲティングで  $1 \mu\text{m}$ 未満の精度を実現
- 幅広い試験モード：準静的、DMA、一定ひずみ速度、応力-ひずみ、その他

バイオインデンタ  
(UNHT<sup>3</sup> Bio)

ウルトラナノインデンテーション試験機  
(UNHT<sup>3</sup>、UNHT<sup>3</sup> HTV)

ナノインデンテーション試験機  
(NHT<sup>3</sup>、Hit 300)

マイクロコンピテスタ  
(MCT<sup>3</sup>)



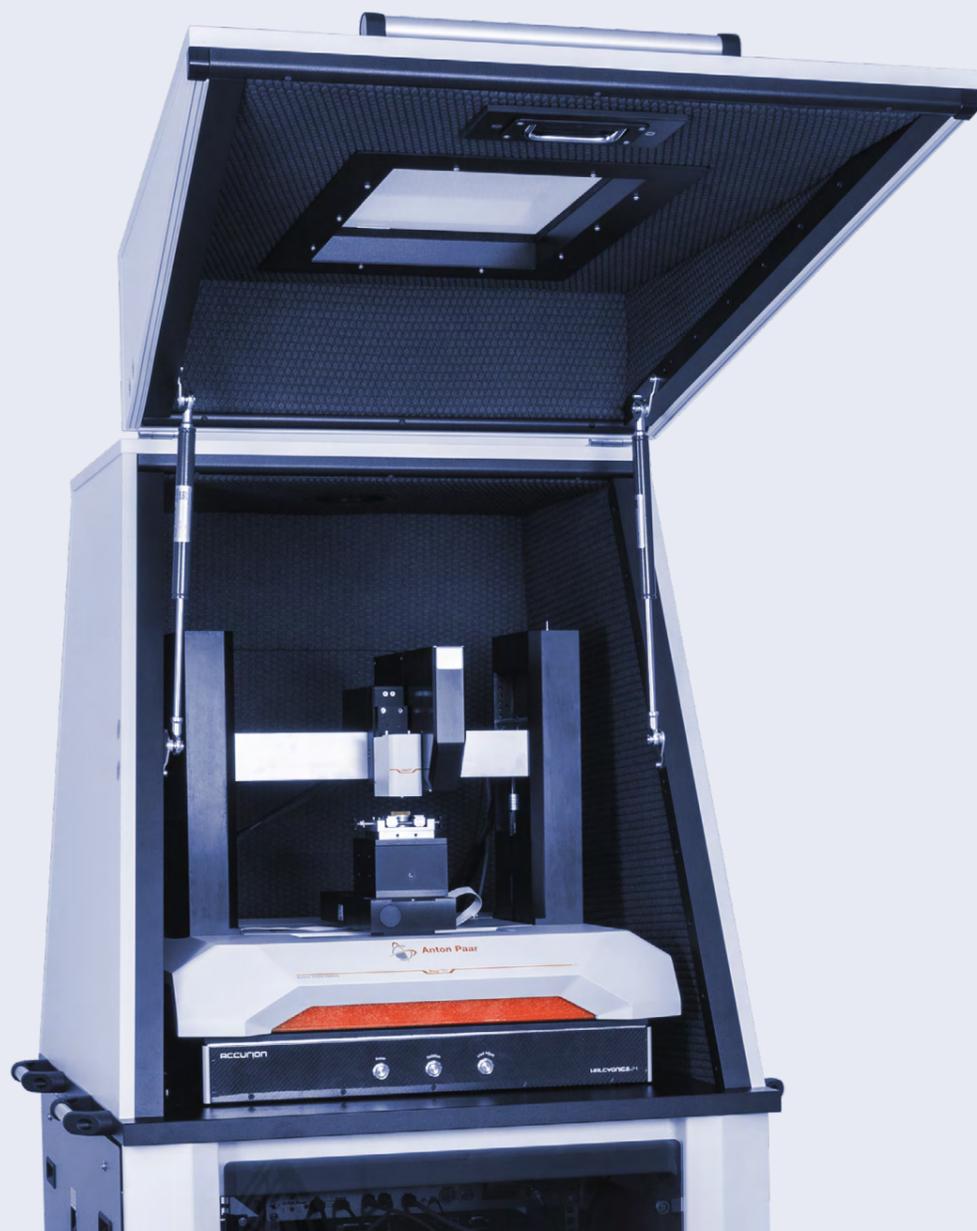
# UNHT<sup>3</sup> ウルトラナノ インデンテーション 試験機

詳細はこちら



[www.anton-paar.com/  
apb-unht-3](http://www.anton-paar.com/apb-unht-3)

実荷重センサを搭載したUNHT<sup>3</sup>試験機は、ナノスケールの機械的特性を検査します。特許取得済みのアクティブ表面参照システム(EP 1828744、US 7685868)により、熱ドリフト(生ドリフトレート0.0008 nm/s以下)やコンプライアンスの影響は排除されます。ポリマーからハードコーティングまで、あらゆる種類の材料に関する長期測定に最適です。UNHT<sup>3</sup>には、Sinusモード、荷重/深さ制御、一定ひずみ速度などの高度なインデンテーションモードが搭載されています。



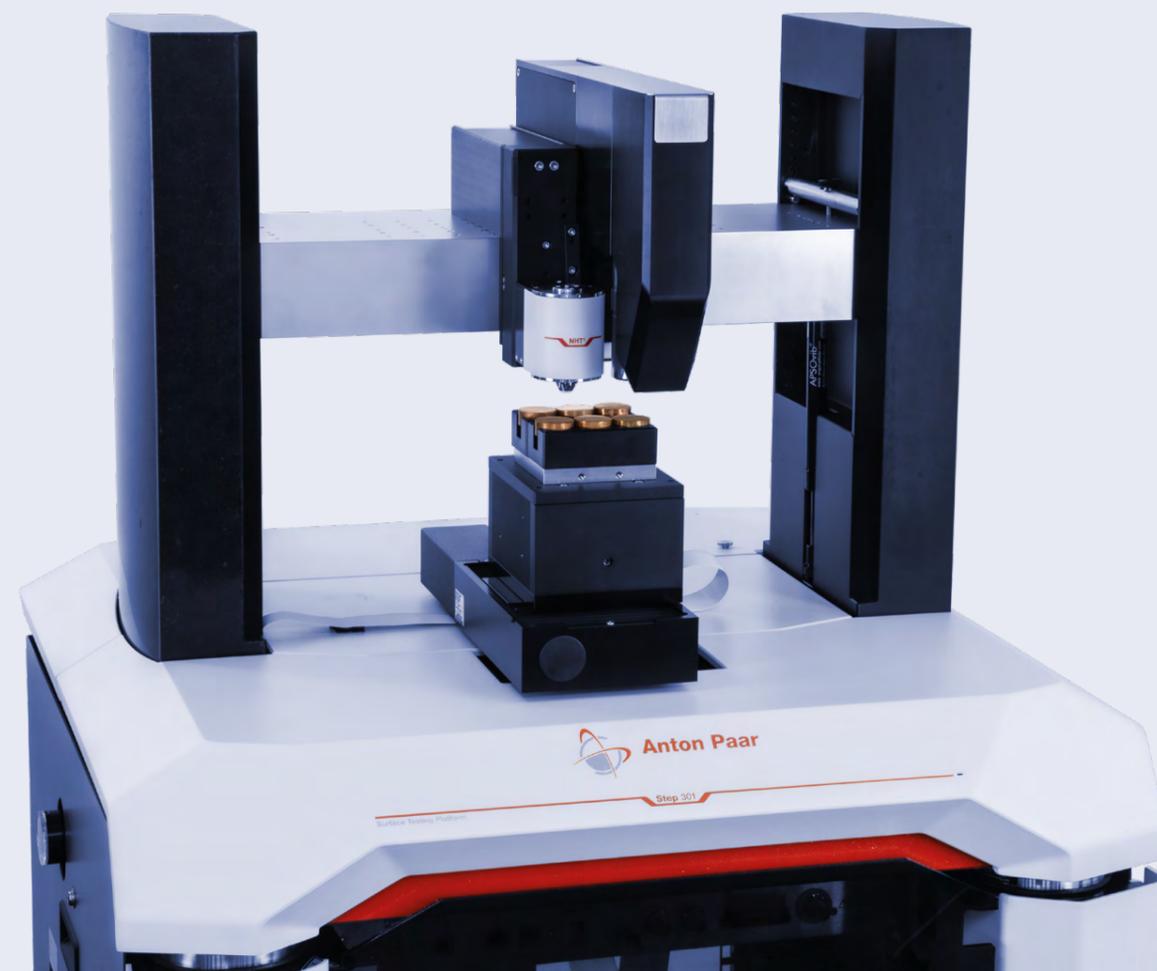
# NHT<sup>3</sup> ナノインデンテーション 試験機

詳細はこちら



[www.anton-paar.com/  
apb-nht-3](http://www.anton-paar.com/apb-nht-3)

NHT<sup>3</sup>は、連続マルチサイクル(CMC)、ユーザー定義シーケンス、Sinusモード、マルチサンプルプロトコルなど、複数の高度なインデンテーションモードに対応した堅牢で高速な装置です。表面参照設計により、高荷重フレーム剛性(10<sup>7</sup> N/m)と卓越した熱安定性(生ドリフトレート0.003 nm/s以下)を備え、高精度を実現します。NHT<sup>3</sup>はまた、液体試験にも対応し、特定の構成ではECR試験モードも搭載しています。



# Hit 300

使いやすく堅牢なHit 300は、プレミアムでありながら非常にお求めやすい価格のナノインデンテーション装置で、一目でわかるインターフェースを搭載しています。内蔵のアクティブ型防振台と独自のレーザー照準システムにより、あらゆる環境で1 mm以内の精度を実現します。起動にかかる時間は15分で、1時間以内で操作方法の習得、操作・測定が出来るようになります。Hit 300は、シンプルさとパワフルさを兼ね備えた装置です。

詳細はこちら



[www.anton-paar.com/  
apb-hit-300](http://www.anton-paar.com/apb-hit-300)



# MCT<sup>3</sup> マイクロコンビテスタ

詳細はこちら



[www.anton-paar.com/  
apb-mct-3](http://www.anton-paar.com/apb-mct-3)

MCT<sup>3</sup>は、スクラッチ試験、摩擦摩耗試験、インデンテーション試験、ビッカース硬さ試験に対応した唯一の高品質4-in-1セットアップです。最大10 Nのインデンテーション試験と最大30 Nのビッカース硬さ試験により、高荷重で硬さと弾性率を測定します。薄手コーティング用のインデンテーション試験と、表面が粗いバルクサンプル用のビッカース硬さ試験を組み合わせることので幅広いサンプル・目的に対応します。



# UNHT<sup>3</sup> Bio バイオインデンタ

バイオインデンタは、乾燥状態または液体状態での軟質サンプルや生体サンプルの局所的な機械特性を測定します。幅広い種類の圧子を備え、軟質サンプルに対して使用されるHertz統合されています。クリープや粘弾性のような時間に依存する特性を研究する場合に理想的なツールです。

詳細はこちら



[www.anton-paar.com/  
apb-unht3-bio](http://www.anton-paar.com/apb-unht3-bio)

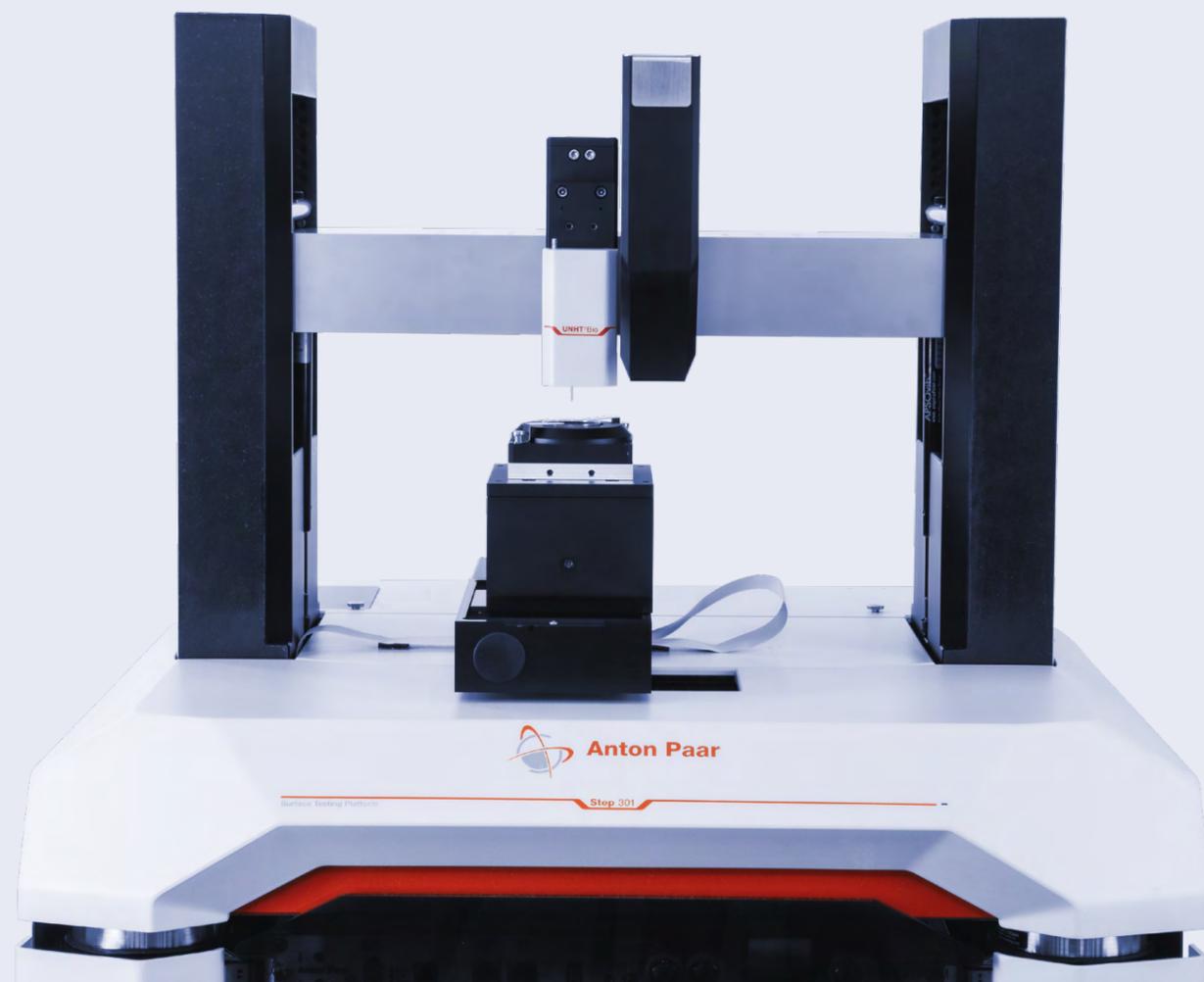
# UNHT<sup>3</sup> HTV高温ウルトラナノ インデンテーション 試験機

UNHT<sup>3</sup> HTVは、+800 °Cまでの高温試験に対応したインデンテーション試験機です。UNHT<sup>3</sup>の特許技術に基づいた作動システムは、2つの独立した深さセンサと荷重容量センサを備えています。遮熱壁、循環冷却水、反射ミラーがヘッドの加熱を防ぎ、比類のない安定性を実現しています。さらに、高真空チャンバーが対流による熱損失だけでなく、酸化も最小限に抑えます。全温度範囲にわたって熱ドリフトを最小限に抑え、測定の高い信頼性を保証します。

詳細はこちら



[www.anton-paar.com/  
apb-unht-3-htv](http://www.anton-paar.com/apb-unht-3-htv)



# お客様のための ソフトウェア

## 高解像度顕微鏡

DualView顕微鏡は、高解像度のトップビュー顕微鏡とサイドビューカメラを一体化したもので、検査部位をすばやく特定することができます。

## 連続ズーム

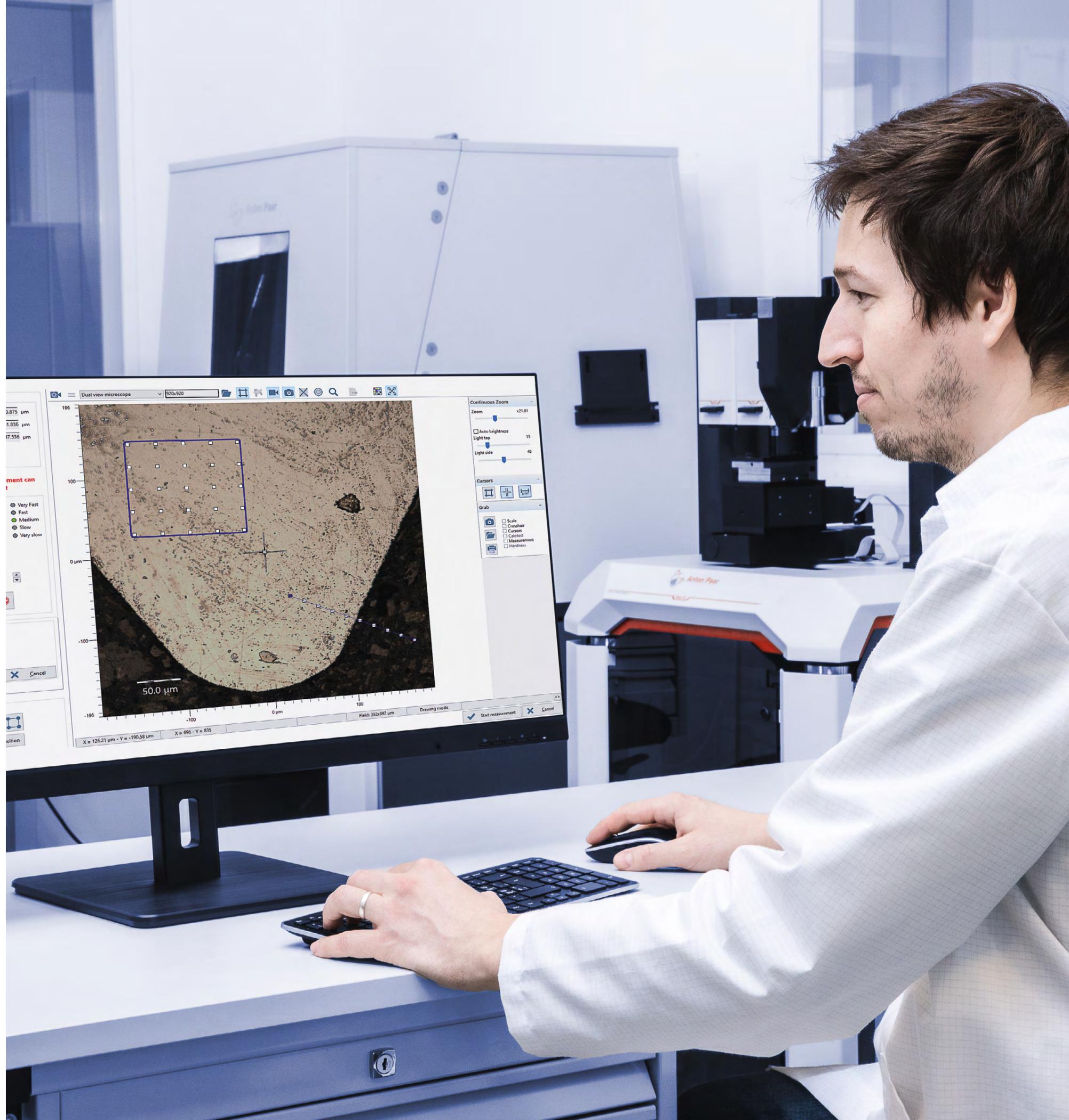
連続ズームは、20~10,000倍の圧倒的な倍率範囲を持ち、サンプル全体の表面概観から最大倍率での細部検査までシームレスに移行します。

## 効率的なワークフロー

ダイナミックなソフトウェアワークフローにより、サンプルのセットから最終レポートまで、測定プロセスを効率的にコントロールできます。独自の描画ウィザードは、試験の定義を簡素化し、測定値を視覚的にわかりやすく表示します。

## 自動ビッカース硬さ試験

このスクラッチソフトウェア機能は、従来のビッカース硬さ試験のインプリント領域を自動的に検出して測定するため、試験結果に対するユーザーの操作ミス等の影響をなくします。



# 最適な組み合わせをお選びください

各種測定ヘッドやイメージングソリューションを組み合わせ、必要な測定プラットフォームを選択してください。要望に応じた、同一のプラットフォームに複数の試験ヘッドやイメージングヘッドを搭載できます。グローブボックス、真空チャンバー、湿度チャンバー用のプラットフォームにカスタマイズすることもできます。



## Step 101

- ベーシックまたはアドバンスト・ビデオマイクروسコープの選択
- 電動式x(75 mm)、y(75 mm)、z(30 mm) テーブル付属



## Step 301

- 防振台付属
- ベーシックまたはアドバンスト・ビデオマイクروسコープの選択
- 電動式x(75 mm)、y(75 mm)、z(30 mm) テーブル付属



## Step 501

- 防振台付属
- アドバンスト・ビデオマイクروسコープ(必須)
- 電動式x(215 mm)、y(75 mm)、z(30 mm) テーブル付属



## Step 701

- 音響エンクロージャ付属
- アクティブ防振台付属
- アドバンスト・ビデオマイクروسコープ(必須)
- 原子間力顕微鏡はオプションで注文可能
- 電動式x(215 mm)、y(75 mm)、z(30 mm) テーブル付属



NHT<sup>3</sup>



UNHT<sup>3</sup>



UNHT<sup>3</sup> Bio



MCT<sup>3</sup>



NST<sup>3</sup>



AFM



アドバンスト・ビデオマイクروسコープ



ベーシック・ビデオマイクروسコープ



最大荷重

500 mN

100 mN

20 mN

30 N

1,000 mN

-

-

-

Step 101

✓

✓

✓

Step 301

✓

✓

✓

✓

✓

✓

Step 501

✓

✓

✓

✓

✓

Step 701

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

# 用途と業界

## 1 ハードコーティング

当社の精密測定装置で硬質コーティングのプロセスを最適化します。迅速なデータ解析、カスタマイズ可能なビュー、ナノインデンテーションやスクラッチなどの高度な技術により、品質管理を最適化します。切削工具や、自動車産業、航空宇宙産業の用途に最適です。

## 2 半導体

UNHT<sup>3</sup>やNST<sup>3</sup>によって実装された最先端の方法論が、半導体プロセスを変革します。新しいウェハの研究開発における特性評価から製造における品質管理まで、当社は確かな精度を保証します。ウェハ、センサ、MEMS、電子部品に最適な当社のソリューションは、ハードディスクの特性評価や低誘電率誘電体の品質管理に威力を発揮します。

## 3 自動車

当社の高度な技術が自動車のスタンダードをアップグレードします。DLCコーティングのインジェクターの品質、ブレーキパッドの耐久性、エンジン部品の完全性を保証します。コーティング、ワニス、プラスチック、潤滑剤に最適な技術です。スクラッチ、トライボロジー、ナノインデンテーションなど、多角的な特性評価またはターゲットを絞った分析のいずれかを選択することで、正確な結果が得られます。簡単な操作で、データビューをカスタマイズし、即座に品質評価を行うことができます。

## 4 光学とガラス

光学とガラスのスタンダードを引き上げます。眼鏡レンズの耐性強化から写真光学系の精密制御まで、当社は確かな品質を保証します。時計やスマートフォンのディスプレイなどの光学ガラスに最適な技術です。ナノスクラッチやウルトラナノインデンテーションのような高度な手法を活用し、多角的な特性評価と正確なアセスメントを行います。

## 5 冶金

強度から耐久性まで、金属部品の最適な機械特性を確保します。さまざまな用途の金属や合金に最適な技術です。シームレスな統合を実現する直感的な製品インターフェースにより、多角的な特性評価と精密な測定を実行します。

## 6 土木

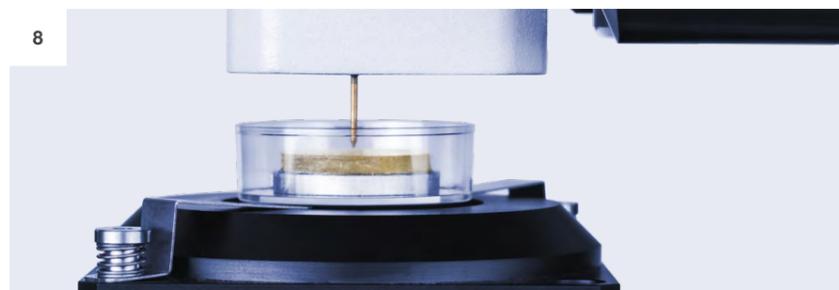
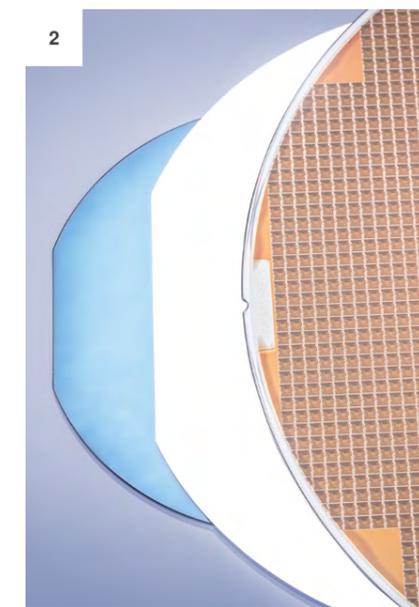
セラミックタイルの耐スクラッチ性の評価や、湿度によるセメントの機械特性の変化の追跡など、いずれの場合も、当社の技術は耐久性と性能向上のための正確な分析を可能にし、製品の品質を保証します。特定の試験サンプル用にカスタマイズ可能なサンプルホルダーが必要な場合は、ご相談ください。

## 7 バイオメディカル

当社の高度なメソッドが多様なニーズに対応します。義肢装具の磨耗、動脈ステントの耐久性の評価、錠剤の硬さの研究、骨粗鬆症の検査、角膜の弾力性の評価など、当社の装置は正確な結果と一人ひとりに合わせたデータビューを提供します。カスタマイズ可能なサンプルホルダーと直感的に操作できるインターフェースにより、シームレスな操作を保証します。

## 8 アカデミア

正確な結果を通じて、さまざまな分野における革新的な発見を促進します。純粋な研究、特定のアプリケーション問わず、当社製品は貢献をいたします。迅速で正確な測定を実現し、サンプルの前処理と待ち時間を短縮し、補正されたデータではなく測定を行った生データで管理します。



	NST <sup>3</sup>	MCT <sup>3</sup>	RST 300
	↓	↓	↓
<b>スクラッチ試験</b>			
最大荷重[N]	1	30	200
荷重分解能[μN]	0.01	10	100
荷重ノイズフロア[rms] [μN]*	0.1	100	1,000
荷重速度[N/min]	最大100	最大300	最大300
深さレンジ[μm]	600	1,000	1,000
深さ分解能[nm]	0.1	0.05	0.05
深さノイズフロア[rms] [nm]*	1.5	1.5	2.5
サンプリングレート[kHz]	192	192	192
スクラッチ速度[mm/min]	0.1~600	0.1~600	0.4~600

<b>オプション</b>			
加熱ステージ(最高200 °C)		✓	
加熱ステージ(最高450 °C)		✓	
液体試験	✓	✓	✓

	UNHT <sup>3</sup>	NHT <sup>3</sup>	Hit 300	MCT <sup>3</sup>	UNHT <sup>3</sup> Bio	UNHT <sup>3</sup> HTV
	↓	↓	↓	↓	↓	↓
<b>インデンテーション試験</b>						
最大押し込み荷重[mN]	100	500	500	30,000	20	100
荷重分解能[μN]	0.003	0.02	0.02	6	0.001	0.006
荷重ノイズフロア[rms] [μN]*	<0.05	<0.5	<1	<100	0.1	0.5
最大押し込み深さ[μm]	100	200	200	1,000	100	100
深さ分解能[nm]	0.003	0.01	0.01	0.03	0.006	0.006
深さノイズフロア[rms] [nm]*	<0.03	<0.15	<0.3	<1.5	0.25	0.15
サンプリングレート[kHz]	192	192	192	192	192	192

<b>オプション</b>						
Sinusモード	✓	✓	✓		✓	✓
液体試験	✓	✓	✓	✓	✓	
加熱ステージ(最高200 °C)	✓			✓		
加熱ステージ(最高450 °C)				✓		
加熱ステージ(最高800 °C)						✓
ベトリ皿ホルダー					✓	

ご要望に応じて追加のオプションやアクセサリを提供いたします。例：電気接触抵抗(ECR)、低温冷却(真空で-150 °C)、ウェハーホルダー、マルチサンプルホルダーなど。

\*ノイズフロアの値は、理想的な実験室条件において防振台を使用することを想定したものです。

✓ 利用可能なオプション

<b>測定</b>	
↓	
<b>スクラッチ試験</b>	
密着強度、摩擦力、コーティングの密着性、耐スクラッチ性、耐傷性	

<b>インデンテーション試験</b>	
硬さおよび弾性率、クリープコンプライアンス、緩和弾性率、Hertz解析、動的粘弾性測定(E'、E''、tanδ)、応力-ひずみ曲線、疲労	

<b>規格</b>	
↓	
<b>インデンテーション試験</b>	
ISO14577	金属材料 — 硬さおよび材料パラメーターを測定する計装化押し込み試験
ISO 6507	金属材料 — ビッカース硬さ試験
ISO19278	プラスチック材料の硬さを測定する計装化微小押し込み試験
ISO 4516	金属およびその他無機コーティング - ビッカースおよびヌーブ微小硬さ試験
ASTM E2546	計装化押し込み試験の実施標準
ASTM C1327	先進セラミックスのビッカース押し込み硬さの標準試験法
ASTM C1326	先進セラミックスのヌーブ押し込み硬さの標準試験法
ASTM B933	粉末冶金(PM)材料の微小押し込み硬さの標準試験法
ASTM E384	材料のヌーブおよびビッカース硬さの標準試験法
ASTM B578	電気めっきの微小硬さの標準試験法

<b>スクラッチ試験</b>	
ISO 20502	ファインセラミックス - スクラッチ試験によるセラミックコーティングの密着性測定
DIN EN1071	先進技術セラミックス - セラミックスコーティングの試験方法
ASTM C1624	定量的なスクラッチ試験によりセラミックコーティングの密着強度および機械的破壊モードを測定する標準試験法
ASTM D7187	ナノスクラッチによる塗膜のスクラッチ/傷挙動
ASTM G171	ダイヤモンドスタイラスによる材料のスクラッチ硬さ
ISO 27307:2015	溶射 - 横方向スクラッチ試験による溶射セラミックコーティングの接着性/密着性の評価

<b>特許</b>	
↓	
EP 1828744、US 7685868	アクティブ表面参照(UNHT <sup>3</sup> )
EP 2065695、US 8261600	同期パノラマモード(スクラッチ試験機)
US 6520004	真の押し込み深さと残存深さ (スクラッチ試験機)



**Anton Paar**

株式会社アントンパール・ジャパン  
〒131-0034 東京都墨田区堤通1-19-9  
リバーサイド隅田1階  
Tel: 03-4563-2500 | Fax: 03-6661-8328

〒562-0035 大阪府箕面市船場東3-4-17  
箕面千里ビル8階  
Tel: 050-4560-2100 | Fax: 03-6661-8328

info.jp@anton-paar.com