



Testeurs d'indentation instrumentée
Testeurs de résistance à la rayure
Nanotribomètres
Testeurs d'épaisseur des revêtements

Une nouvelle génération de précision

La troisième génération de testeurs des propriétés mécaniques de surface Anton Paar mesure une large gamme de propriétés mécaniques des matériaux, depuis le revêtement en carbone de type diamant (DLC) extrêmement dur à l'hydrogel mou. Les instruments haute précision mesurent ce que d'autres ne font qu'évaluer.

Anton Paar fait appel à quatre des principales méthodes de test utilisées pour la caractérisation des propriétés mécaniques de surface. Les instruments de test d'indentation analysent les propriétés mécaniques des films fins, revêtements ou substrats, telles que la dureté et le module élastique, le fluage, la fatigue, la contrainte-déformation et les énergies élastiques et plastiques. Les testeurs de résistance à la rayure permettent de caractériser les systèmes films-substrats et de quantifier des paramètres tels que l'adhérence et la force de friction pour déterminer l'adhésion et la résistance à la rayure et à l'abrasion des revêtements à des fins de recherche et de contrôle qualité. Les tribomètres permettent d'analyser la friction, l'usure, la lubrification et l'abrasion. De plus, les testeurs d'abrasion comme le Calotest autorisent une détermination simple, rapide et bon marché de l'épaisseur des revêtements.

Nous mesurons ce que d'autres ne font qu'évaluer

Anton Paar est la seule entreprise qui fournit des nanoindenteurs haute résolution et des testeurs de résistance à la rayure avec capteur de force réelle. Cela signifie que la force est réellement mesurée en continu à l'aide d'un capteur direct et non pas estimée à partir d'une dérivée provenant d'un actionneur.

Gamme de produits

Le design moderne des testeurs des propriétés mécaniques de surface Anton Paar offre des solutions d'analyse précises et efficaces dans un format compact et modulaire. En effet, différents modules (rayure, indentation, mesures microtribologiques) peuvent facilement être assemblés sur une même plate-forme de test. Vous pouvez combiner les différents modules d'analyse sur une même plate-forme ou faire appel à une seule méthode de test sur un appareil dédié selon vos besoins et vos applications. Vous décidez de ce qui vous convient le mieux.

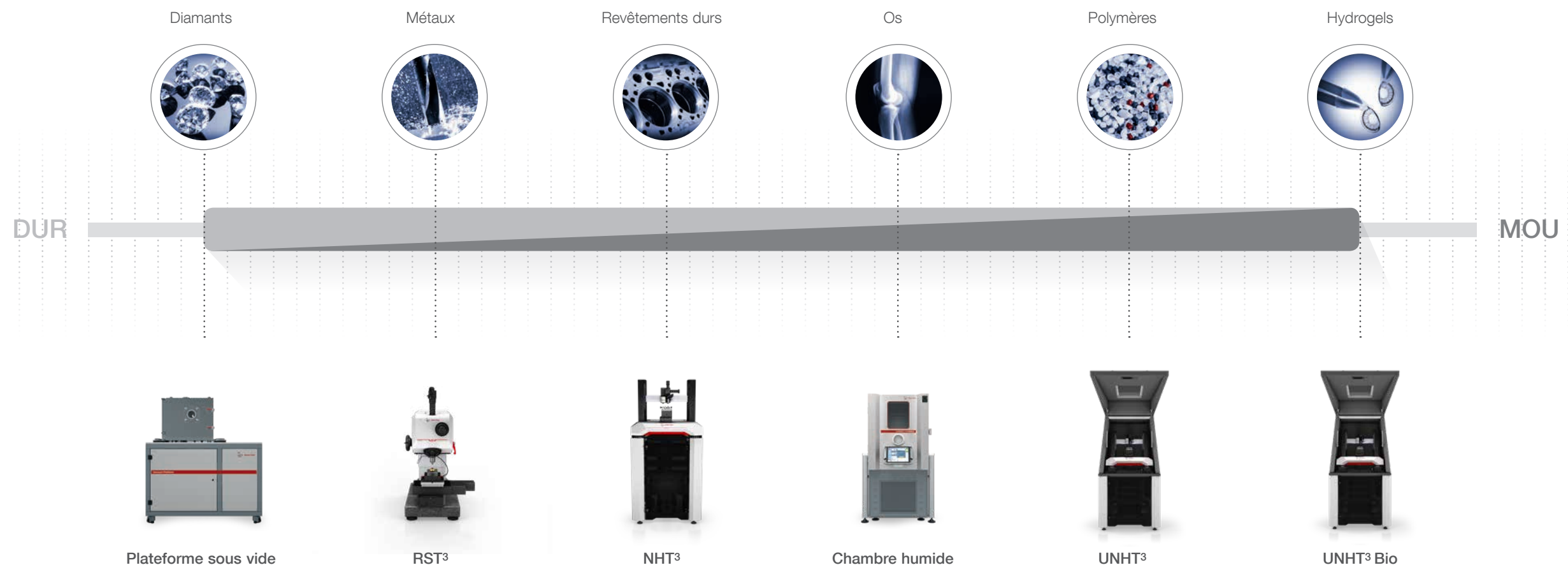
Applications et secteurs industriels

Une productivité et des cadences élevées pour la recherche et l'industrie.

Les matériaux testés concernent une gamme d'applications industrielles aussi diverses que les outils de coupe, l'automobile, l'électronique, le biomédical, les semi-conducteurs, les polymères, l'optique, le nucléaire civil, les MEMS et l'industrie horlogère.

Ces instruments sont également utilisés dans différents secteurs de recherche scientifique :

- Propriétés viscoélastiques
- Courbes contrainte-déformation
- Durcissement en déformation
- Résistance à la rupture
- Cartographie des surfaces
- Détermination des profondeurs



Paramètres et normes de mesure

Test de résistance à la rayure

Paramètres de mesure
Puissance adhésive, force de friction, adhérence des revêtements, résistance à la rayure et à l’abrasion

Normes

ISO 20502
Céramique fine – détermination des caractéristiques d’adhérence des revêtements en céramique par tests de résistance à la rayure

ISO 1518
Peintures et vernis – test de résistance à la rayure

DIN EN 1071-3
Céramiques techniques
Détermination de l’adhérence et autres mode de rupture mécanique par essai de rayure

ASTM C1624
Méthode standard de test d’adhérence et modes de rupture mécanique des revêtements en céramique par essai quantitatif de rayure à point unique

ASTM D7027
Évaluation de la résistance à la rayure des revêtements en polymère et des plastiques à l’aide d’un appareil instrumenté de test de rayure

ASTM D7187
Méthode standard de test de mesure des aspects mécaniques du comportement à la rayure/à l’abrasion des revêtements de peinture par nanoindentation

ASTM G171
Méthode standard de test par rayure de la dureté des matériaux à l’aide d’un stylet en diamant

Test de dureté

Paramètres de mesure
Dureté et module élastique, rigidité, fluage, relaxation, analyse de Hertz, analyse mécanique dynamique (E', E'', Tan delta), courbe contrainte-déformation, fatigue

Normes

ISO 14577
Matériaux métalliques – Essai de pénétration instrumentée pour la détermination de la dureté

ISO 6508
Matériaux métalliques – Essai de dureté Rockwell

ISO 6507
Matériaux métalliques – Essai de dureté Vickers

ISO 4516
Revêtements métalliques et autres revêtements inorganiques – Essais de microdureté Vickers et Knoop

ASTM E2546
Nouvelle pratique standard pour les tests d’indentation instrumentée

ASTM B933
Méthode standard de test de microindentation pour déterminer la dureté des matériaux sous forme de poudre métallique

ASTM D785
Méthode standard de test de dureté Rockwell des plastiques et matériaux isolants électriques

ASTM E140
Table de conversion standard de la dureté des métaux

ASTM E384
Méthode standard de test pour déterminer la dureté des matériaux par microindentation

ASTM B578
Méthode standard de test pour déterminer la microdureté des revêtements électrodéposés

Épaisseur du revêtement

Paramètres de mesure
Épaisseur du revêtement

Normes

ISO 26423:2009
Céramiques fines (céramiques de pointe, céramiques techniques avancées) – Détermination de l’épaisseur du revêtement par la méthode de meulage de cratère

ISO 1071-2
Méthodes de test pour revêtements céramiques – Détermination de l’épaisseur du revêtement par la méthode d’abrasion d’une calotte sphérique

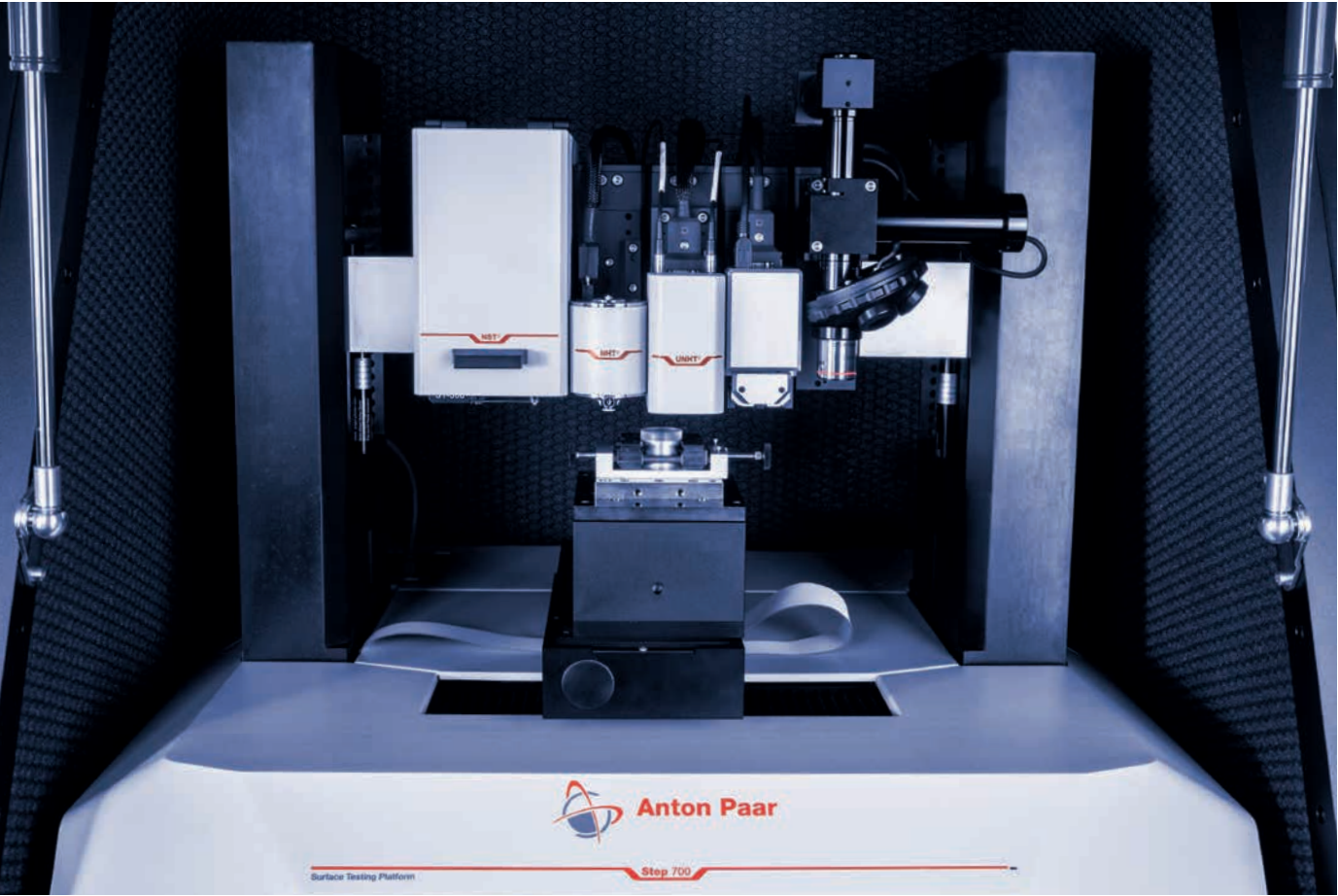
VDI 3198
Revêtement (CVD, PVD) des outils de soudage à froid

Tribologie

Paramètres de mesure
Coefficient de friction, taux d’usure

Normes

ISO/TR 11811
Nanotechnologies – Directives relatives aux méthodes de mesure en nano- et microtribologie



Test de résistance à la rayure : Caractéristiques

Le panorama synchronisé unique et breveté peut être analysé partout et à tout moment

Anton Paar est le titulaire exclusif des brevets US 8261600 et EP 2065695. La fonction panorama du testeur de résistance à la rayure constitue la fonctionnalité phare du logiciel. Après une rayure, vous pouvez enregistrer le panorama entier. Une fois votre panorama enregistré, vous pouvez à tout moment effectuer une nouvelle analyse de vos résultats.

Mesures de la profondeur de pénétration réelle brevetée (US 6520004 et EP 1092142) pour l'analyse avancée de la recouvrance élastique

Le capteur de déplacement D_z contrôle le profil de la surface de l'échantillon avant, pendant et après une rayure. Cela signifie que vous pouvez évaluer la profondeur de pénétration de l'indenteur pendant et après la rayure, pour observer de manière fiable la résistance à la rayure et à la détérioration. Une fonction unique de scannage multiple dans le temps est disponible pour réaliser des analyses poussées des propriétés viscoélastiques.

Asservissement de la force normale pour une reproductibilité totale

L'asservissement de la force normale du système garantit des essais de rayure reproductibles, même si vous examinez des géométries de surface plus complexes telles que des échantillons non parallèles, rugueux ou courbés. Les dispositifs Anton Paar sont les seuls systèmes en vente sur le marché équipés de la fonction d'asservissement de la force normale.

Détection automatique des charges critiques pour des résultats optimisés

Les testeurs de résistance à la rayure disposent d'une fonction de détection automatique des charges critiques. Grâce au signal de force de friction, de profondeur de pénétration ou d'émission acoustique, un algorithme basé sur notre expérience peut désormais analyser de manière entièrement automatique la différence entre les signaux afin de définir les charges critiques sans intervention humaine.



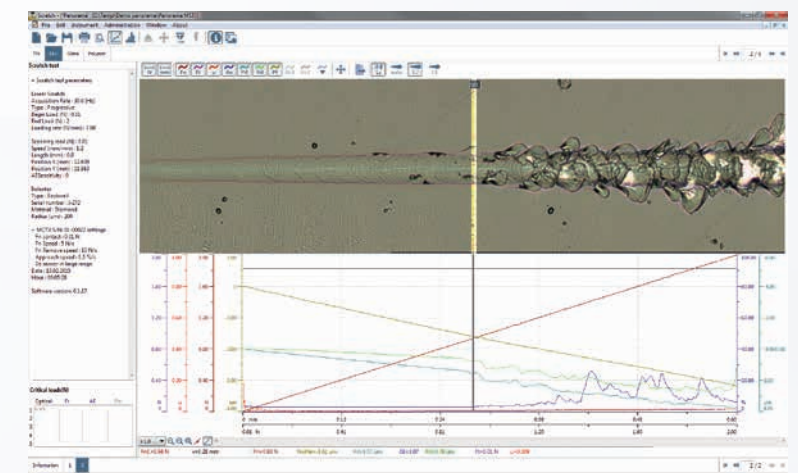
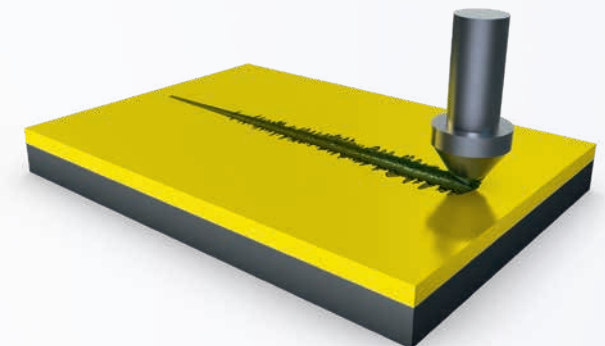
Principes de mesure

Principes du test de résistance à la rayure

Les testeurs de résistance à la rayure d'Anton Paar (auparavant de CSM Instruments) sont des instruments parfaitement adaptés à la caractérisation des propriétés mécaniques de surface des films et revêtements minces (ex : adhésion, fracture et déformation).

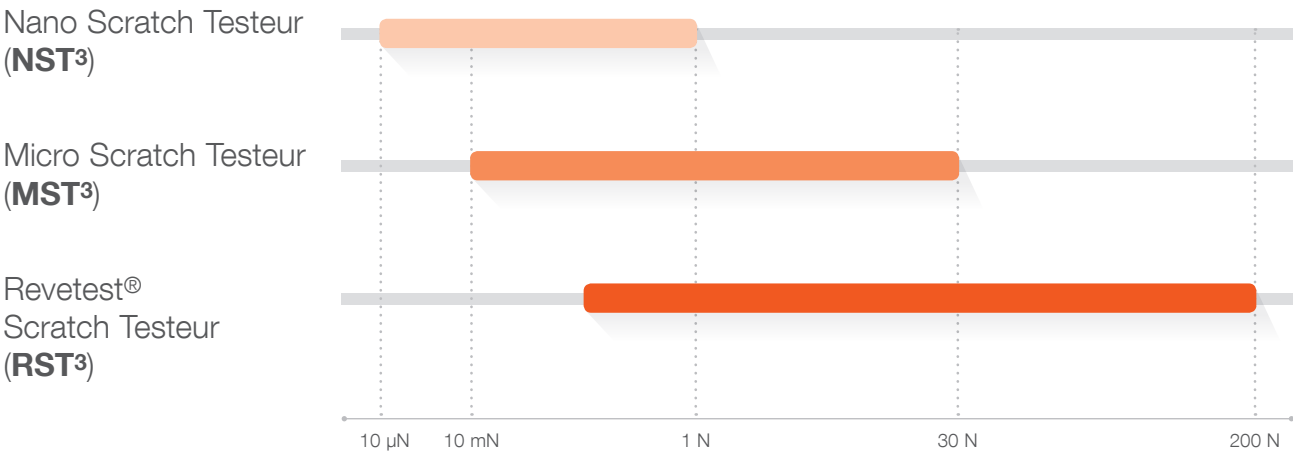
De par leur capacité à caractériser le système film-substrat et à quantifier les paramètres comme la force de friction et l'adhérence à l'aide de différentes méthodes complémentaires, les testeurs de résistance à la rayure sont des outils indispensables aussi bien pour la recherche et le développement que pour le contrôle qualité. Cette technique utilise une pointe en diamant pour réaliser une rayure contrôlée.

La pointe se déplace sur le revêtement sous une charge qui s'applique de manière constante, incrémentale ou progressive. À partir d'une certaine charge, le revêtement ne résiste plus. Les charges critiques sont détectées très précisément à l'aide de la force tangentielle, de la profondeur de pénétration et des capteurs d'émissions acoustiques, en corrélation avec les observations réalisées grâce au microscope optique intégré. Les valeurs de charges critiques sont utilisées pour quantifier les propriétés adhésives de différents systèmes film-substrat en utilisant différents capteurs (émission acoustique, profondeur de pénétration, force de friction) et observations par microscopie optique.



Test de résistance à la rayure : Instruments

Plage de mesure des testeurs de résistance à la rayure Anton Paar



MST³ Micro Scratch Testeur

Le testeur à plage étendue pour utilisateurs exigeants

Le Micro Scratch Testeur est particulièrement adapté à la caractérisation de la perte d'adhérence des films et revêtements minces d'épaisseur inférieure à 5 µm. Le Micro Scratch Testeur est également utilisé pour analyser les revêtements organiques et inorganiques ainsi que les revêtements mous et durs.

Les applications comprennent les couches issues des techniques CVD, PVD et PECVD photorésine, laques, peintures, et différents autres types de films. La recherche et l'industrie utilisent cet instrument pour la micro électronique, les revêtements optiques ainsi que les revêtements de surface protecteurs et décoratifs. Les substrats peuvent être mous ou durs, y compris le verre, les semiconducteurs et les matériaux organiques.



NST³ Nano Scratch Testeur

Le test de résistance à la rayure le plus précis sur le marché

Le Nano Scratch Testeur est particulièrement adapté à la caractérisation de la perte d'adhérence des films et revêtements minces d'épaisseur inférieure à 1000 nm. Le Nano Scratch Testeur peut être également utilisé pour analyser les revêtements organiques et inorganiques, ainsi que les revêtements mous ou durs. La conception exclusive de la tête de mesure par nano-rayure comprend deux capteurs pour mesurer la force et la profondeur ainsi qu'un actionneur piézoélectrique. Ces fonctions uniques garantissent un temps de réponse rapide (de quelques millisecondes), une grande précision et une grande flexibilité pour tous les types de mesures par rayure.



RST³ Revetest® Scratch Testeur

La référence dans la branche

Le Revetest® Scratch Testeur est un système typique conçu pour analyser les matériaux durs avec une épaisseur de revêtement de quelques microns. Les revêtements peuvent être organiques ou inorganiques, et utilisés pour des applications magnétiques et décoratives, y compris issus des techniques CVD, PECVD, PVD, couches de métallisation et de passivation, ou revêtement de protection contre la friction et l'usure. Les substrats utilisés peuvent être des matériaux organiques, minéraux, verre, semiconducteurs, alliages et métaux.

Le Revetest® Scratch Testeur est équipé d'une unité externe d'acquisition des données et d'un système de détection des émissions acoustiques. Il répond également aux exigences des normes ASTM C1624 et EN 1071. Anton Paar a déjà vendu plus de 1500 Revetest® Scratch Testeurs à travers le monde.

Test de dureté : Caractéristiques

Une large gamme de possibilités : dureté, module élastique, propriétés viscoélastiques, rigidité, fluage et courbe de contrainte-déformation

La gamme étendue de charges et de profondeurs de pénétration permet de mesurer les propriétés mécaniques d'une large palette de matériaux. Les tests peuvent concerner des matériaux mous et durs de même que des revêtements fins ou épais. La dureté, le module élastique, et d'autres propriétés comme la viscoélasticité, la rigidité, le fluage et la courbe de contrainte-déformation peuvent être analysés à l'aide d'une seule mesure.

Stabilité optimale grâce au référencement unique de la surface

Le référencement de la surface protège la pointe de toute collision, et garantit une grande stabilité thermique ainsi qu'une rigidité élevée du bâti. La référence est placée à la surface de l'échantillon pendant que la pointe d'indentation teste le matériau. De ce fait, nos instruments ne nécessitent aucune correction de dérive thermique.

Le mode d'indentation « Quick Matrix » offre des résultats extrêmement précis en quelques minutes

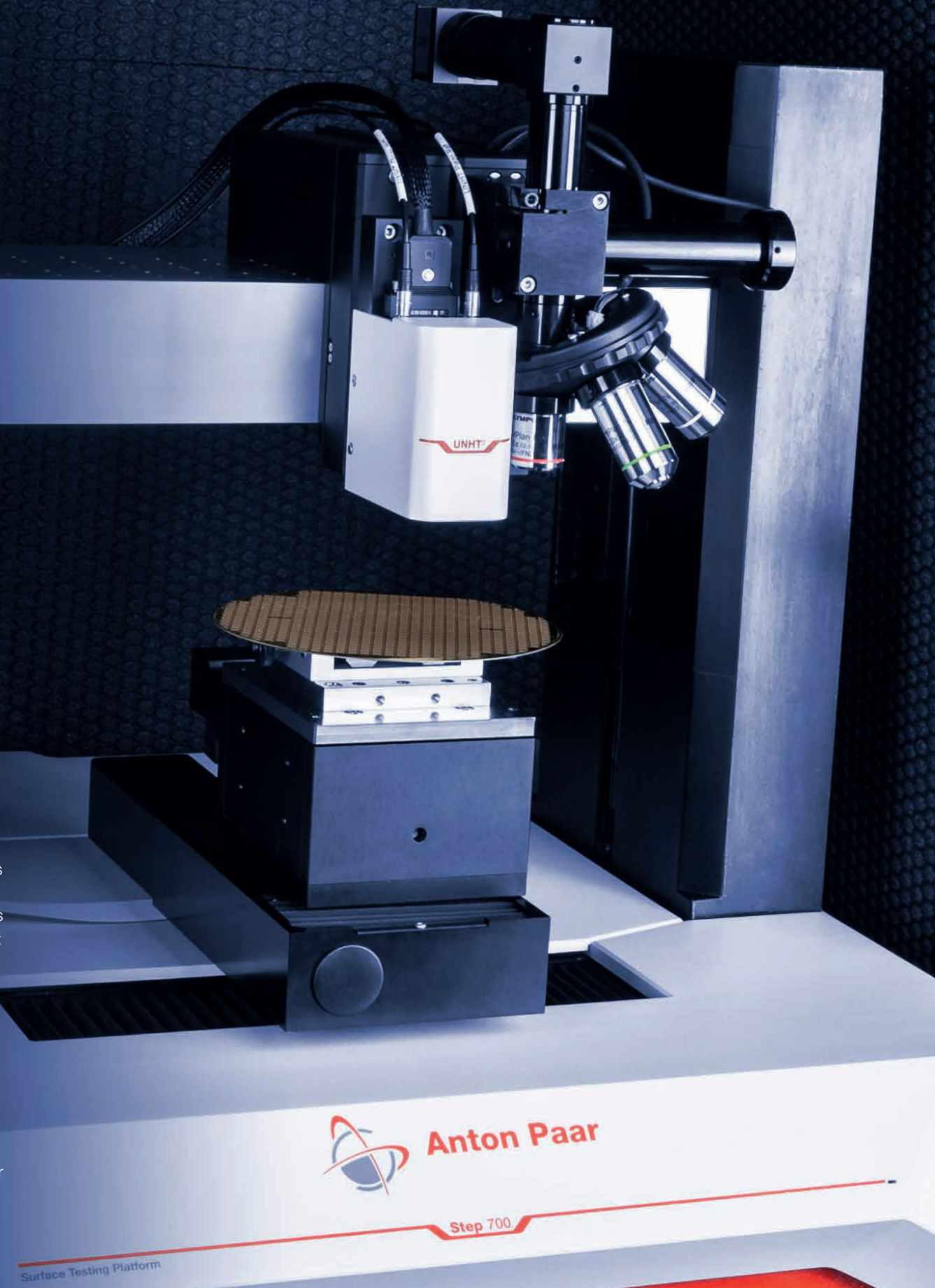
Les indenteurs Anton Paar garantissent des cadences élevées de traitement des échantillons, pouvant atteindre 600 mesures par heure avec des courbes complètes d'indentation instrumentée.

Tables motorisées pour un positionnement exact

Les tables motorisées peuvent déplacer l'échantillon dans toutes les directions avec une précision de 1 μm . L'échantillon est amené du microscope à l'indenteur en un seul clic. Des matrices automatiques et des tests à multi-échantillonage sont également disponibles.

Microscope vidéo multi-objectifs pour une vue précise de l'échantillon

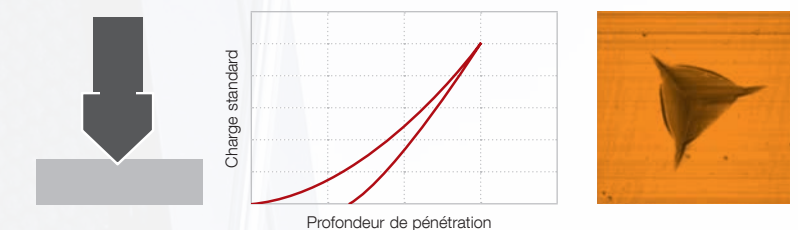
Un microscope multi-objectif de pointe permet de visualiser la surface avant et après les mesures d'indentation. La tourelle optique peut accueillir jusqu'à 4 objectifs. Des matrices visuelles peuvent également être définies sous le microscope pour réaliser des mesures d'indentation sur des zones spécifiques.



Principes de mesure

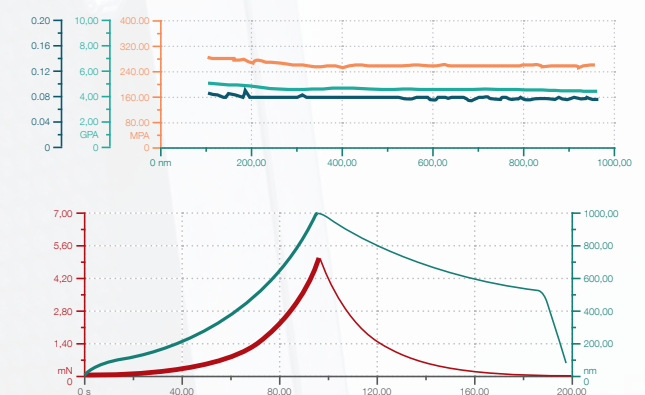
Principes de mesure

La technique d'indentation instrumentée (IIT) consiste à faire pénétrer un indenteur de géométrie connue dans une surface en contrôlant la profondeur de pénétration et la charge normale. La dureté d'indentation (H_{IT}), le module élastique (E_{IT}), et d'autres propriétés mécaniques sont obtenues à l'aide d'une courbe force-déplacement. L'analyse de cette courbe est réalisée automatiquement conformément à la norme ISO 14577. Cela représente un gros avantage par rapport aux mesures classiques pour lesquelles chaque empreinte doit être mesurée séparément de manière précise à l'aide d'un microscope optique.



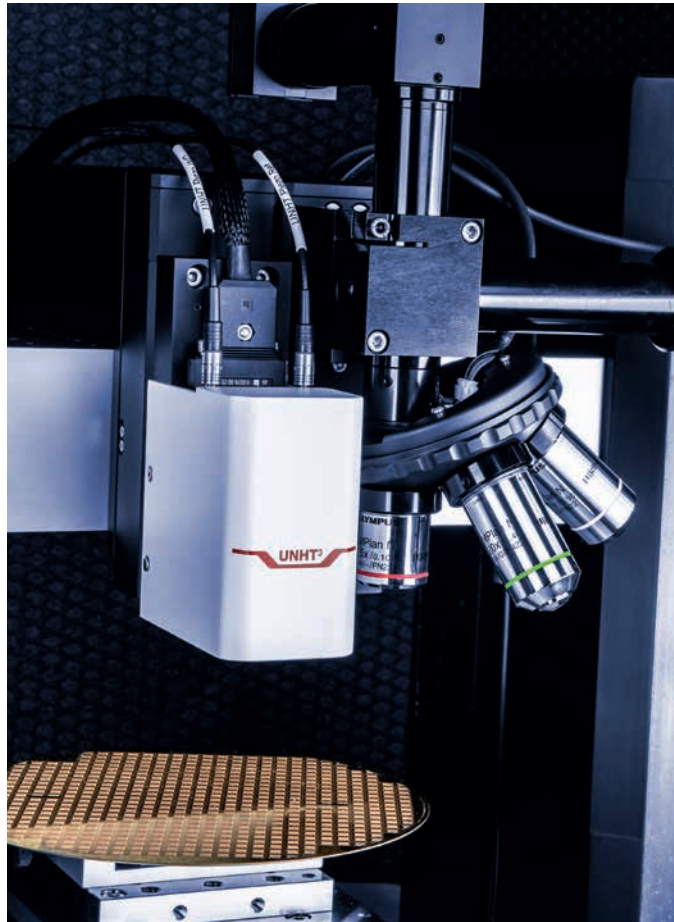
Analyse mécanique dynamique (mode dynamique)

L'analyse mécanique dynamique (DMA) utilise des courbes de charge sinusoïdales pour obtenir une analyse plus exhaustive des propriétés mécaniques des matériaux viscoélastiques. Cette méthode permet d'acquérir en continu des données sur la dureté, le module élastique, le module de stockage et le module de perte en fonction de la profondeur de pénétration et les résultats sont très utiles pour la caractérisation des matériaux présentant une certaine viscosité, comme les polymères.



Exemple de mode dynamique (analyse mécanique dynamique, DMA) réalisé par un nanoindenteur.

Test de dureté : Instruments



UNHT³ Ultra Nanoindenteur

Le nanoindenteur ultime à résolution et stabilité supérieures

L'Ultra Nanoindenteur avec capteurs de force réelle analyse les propriétés mécaniques d'un matériau à l'échelle nanométrique. L'UNHT³ élimine presque entièrement l'effet de la dérive thermique et la complaisance grâce à son système breveté unique de référencement actif de la surface (EP 1828744 et US 7685868). Il est donc parfaitement adapté aux mesures longue durée sur tous types de matériaux, des polymères aux revêtements durs.

L'UNHT³ inclut des modes d'indentation avancés comme le mode dynamique, le contrôle charge/profondeur, le taux de déformation constante, la matrice avancée et plus encore. Le mode d'indentation « Quick Matrix » permet de réaliser jusqu'à 600 mesures par heure avec des courbes complètes de nanoindentation. Exclusif et breveté (EP 1828744 et US 7685868), son système de référencement actif de la surface offre la stabilité thermique la plus élevée du marché (avec des valeurs de dérive thermique pouvant descendre à 10 fm/s).



Nanoindentateur NHT³

Le nanoindenteur le plus polyvalent et le plus convivial du marché

Le nanoindenteur s'étend des charges faibles (0,1 mN) aux charges élevées (500 mN) et des petites profondeurs (moins de 20 nm) aux profondeurs plus importantes (jusqu'à 200 µm). Il est non seulement robuste mais également rapide et simple à utiliser avec un grand nombre de modes avancés : multi-cycles continus (CMC), fréquences définies par l'utilisateur, mode dynamique, matrice avancée et protocoles d'échantillons multiples.

Le NHT³ autorise également les tests dans des liquides. Le mode d'indentation « Quick Matrix » permet de réaliser jusqu'à 600 mesures par heure avec des courbes complètes de nanoindentation. La rigidité élevée de son bâti (10⁷ N/m) et sa stabilité thermique élevée (taux de dérive brute <0,05 nm/s) garantissent une grande précision.



Microindenteur MHT³

La plage de force plus élevée des tests d'indentation instrumentés (IIT)

Le testeur de microindentation est idéalement adapté à la mesure de propriétés mécaniques telles que la dureté et le module élastique basé sur le test d'indentation instrumenté (IIT). Il est applicable aux échantillons revêtus ou non revêtus, aux matériaux mous aux matériaux durs (métaux, céramiques, polymères) avec une grande profondeur de mesure (allant jusqu'à 1 mm).

La dureté optique Vickers (HV) est réalisable jusqu'à 30 N maximum et le test d'indentation instrumentée (IIT) jusqu'à 10 N. Les matrices visuelles d'indentation et les multi-cycles continus (CMC) permettent de mesurer les propriétés mécaniques en fonction de la position sur la surface et de la pénétration dans l'échantillon.



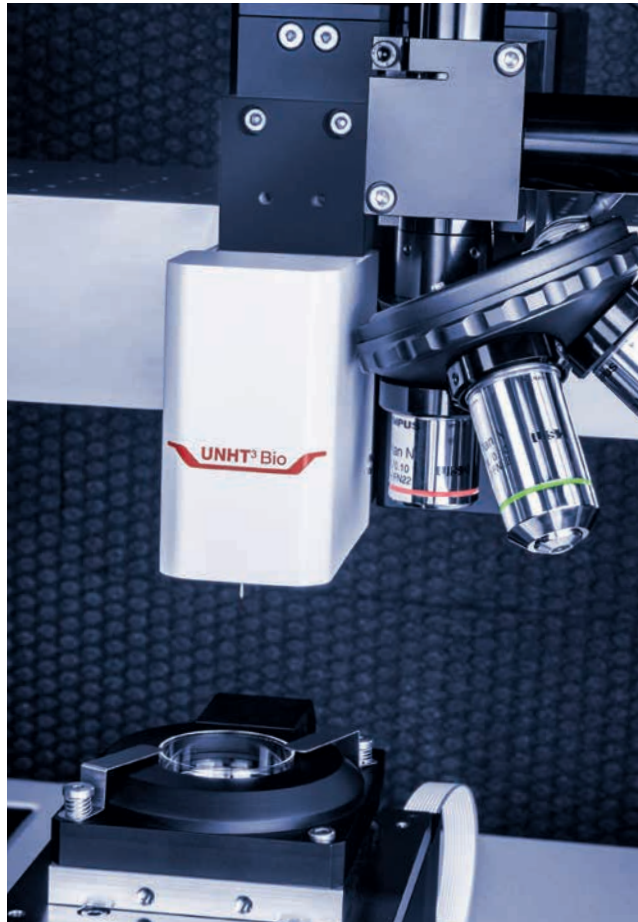
MCT³ Micro Combi Testeur

Il s'agit du seul et unique appareil qui allie un testeur Micro Scratch et un microintendeur

Le Micro Combi Testeur mesure directement la dureté et le module élastique avec des charges élevées (10 N avec l'indentation instrumentée et 30 N avec la dureté Vickers). Il est donc encore plus avantageux que les testeurs conventionnels de microdureté qui permettent uniquement de mesurer la dureté. Il est utilisable sur de nombreux matériaux, des échantillons présentant des revêtements fins ou épais. Il dispose de deux capteurs indépendants : un pour la force et un pour la profondeur.

Le mode rayure du MCT³ offre également des fonctions exclusives de test de résistance à la rayure, dont un mode breveté (US 8261600 et EP 2065695) de panorama synchronisé des faibles charges (10 mN) aux charges élevées (30 N), ainsi que des possibilités de test d'usure.

Test de dureté : Instruments



Bioindenteur UNHT³ Bio

Le Bioindenteur est un appareil unique de mesure des propriétés mécaniques locales sur des échantillons mous et biologiques. Il allie l'indentation instrumentée aux exigences de test des échantillons mous, immergés dans du liquide.

L'UNHT³ Bio est conçu sur la base de la technologie éprouvée d'ultra nanoindentation avec des plages de déplacement étendues, une résolution améliorée de la force et des possibilités exhaustives de test dans les milieux liquides. Il autorise une caractérisation aisée des propriétés en fonction du temps comme le fluage, ou l'élasticité.

Le capteur de force réelle intégré est en mesure d'appliquer une charge maximale de 20 mN adaptée aux matériaux mous. Le capteur de déplacement offre une plage de course étendue jusqu'à 100 µm. Le module élastique peut également être calculé à partir de la charge de la courbe d'indentation à l'aide du modèle Hertz applicable aux matériaux biologiques.

Le Bioindenteur Anton Paar Bio™ fonctionne avec différents types d'indenteurs.



UNHT³ HTV Ultra Nanoindenteur hautes températures

Anton Paar est un pionnier de l'indentation instrumentée à haute température en environnement contrôlé et propose des solutions diverses pour des températures de -150 °C à 800 °C. Le système fonctionne sur la base de la technologie brevetée (US 7685868 et EP 1828744) du nanoindenteur UNHT³ avec deux capteurs indépendants pour la profondeur et la charge combinés à des capteurs capacitifs haute résolution.

Des barrières thermiques, de l'eau en circulation et des miroirs réfléchissants protègent la tête de mesure de toute surchauffe, garantissant ainsi une stabilité inégalée. De plus, une chambre sous-vide secondaire minimise les effets de l'oxydation ainsi que les effets de la convection. Une dérive thermique extrêmement faible aux conditions ambiantes (< 0,5 nm/min) et sur toute la plage de température (< 3 nm/min) garantit une fiabilité élevée des résultats de mesure.

Choisissez la combinaison parfaite



Combinez différentes têtes de mesure et des solutions d'imagerie pour obtenir les résultats de mesure correspondant à vos exigences.

Une grande flexibilité est garantie grâce à la possibilité d'installer en parallèle différentes têtes de mesure et d'imagerie sur une même plate-forme. Toutes les têtes de mesure (indentation, rayure et nanotribomètres) et toutes les solutions d'imagerie sont compatibles entre elles et synchronisées les unes avec les autres.

Choisissez votre configuration

L'instrument idéal pour satisfaire à toutes vos exigences de mesure en matière de caractérisation des propriétés mécaniques de surface

Têtes de mesure								Solutions d'imagerie	
Test de dureté				Test de résistance à la rayure			Tribologie		
 MHT³ Microindenteur Force max. : 30 N	 NHT³ Nanoindenteur Force max. : 500 mN	 UNHT³ Ultra Nanoindenteur Force max. : 100 mN	 UNHT³ Bio Bioindenteur Force max. : 20 mN	 MST³ Micro Scratch Testeur Force max. : 30 N	 MCT³ Micro Combi Testeur Force max. : 30 N	 NST³ Nano Scratch Testeur Force max. : 1000 mN	 NTR³ Nanotribomètre Force max. : 1000 mN	 AFM Microscope à force atomique AFM	 VID Microscope optique vidéo
Step 100	✓			✓	✓		✓		en option
Step 300	✓	✓		✓	✓	✓	✓		inclus
Step 500	✓	✓		✓	✓	✓	✓		inclus
Step 700	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	inclus

✓ configuration disponible

Plate-forme (Step 100, 300, 500, 700, 700 Contrôle du bruit)

- Haute précision de positionnement sur une grande longueur (< 1 µm)
- Synchronisation en un seul clic de la position du microscope vidéo vers la pointe de l'indenteur
- Modularité élevée avec des têtes de mesure interchangeables
- Marbre synthétique pour un meilleur amortissement des vibrations
- Plate-formes en contrôle d'humidité et chambre sous-vide disponibles

100



Une tête peut être montée, à choisir parmi

MHT³ | MST³ | MCT³ | NTR³

- Table anti-vibration non disponible
- Le microscope optique vidéo peut être commandé en option (avec objectif x5 au minimum)
- Table motorisée x (75 mm), y (75 mm), z (30 mm)

300



Une tête peut être montée, à choisir parmi

MHT³ | MST³ | MCT³ | NTR³ | NHT³ | NST³

- Table anti-vibration
- Microscope optique vidéo (avec objectif x5 au minimum)
- Table motorisée x (75 mm), y (75 mm), z (30 mm)

500



Jusqu'à trois têtes peuvent être montées, à choisir parmi

MHT³ | MST³ | MCT³ | NTR³ | NHT³ | NST³

- Table anti-vibration
- Microscope optique vidéo (avec objectif x5 au minimum)
- Table motorisée x (215 mm), y (75 mm), z (30 mm)

700



FLEXIBILITÉ EXHAUSTIVE

Jusqu'à trois têtes peuvent être montées, à choisir parmi

MHT³ | MST³ | MCT³ | NTR³ | NHT³ | NST³ | UNHT³ | UNHT³ Bio

- Enceinte acoustique
- L'instrument peut être commandé soit avec une table anti-vibration (Step 700) soit avec une table anti-vibration active (Step 700 Contrôle du bruit)
- Microscope optique vidéo (avec objectif x5 au minimum)
- Un microscope à force atomique peut être commandé en option
- Table motorisée x (215 mm), y (75 mm), z (30 mm)

Épaisseur du revêtement : Caractéristiques

Détermination des rapide et simple épaisseurs de revêtement

Les instruments Calotest d'Anton Paar permettent la détermination simple, rapide et économique de l'épaisseur des revêtements. Avec la méthode de micro-abrasion simple, l'épaisseur de tout type de revêtement monocouche ou multicouche est contrôlée avec précision en un temps réduit et en conformité totale avec les normes internationales en vigueur.

Analyse simple et précise des résultats

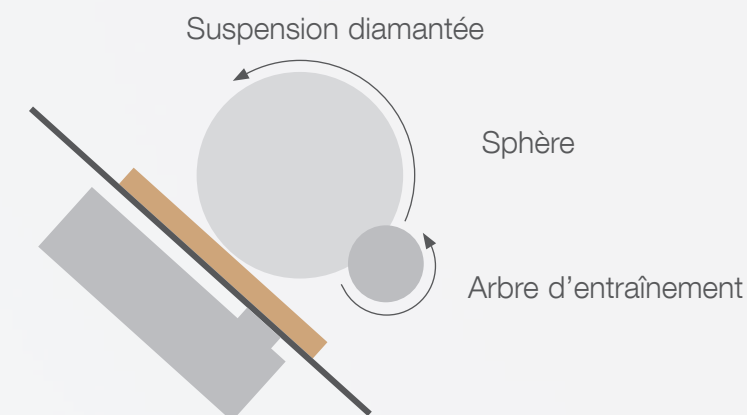
Le module vidéo, sous la forme d'une caméra USB couleur avec deux types d'objectifs (zoom 5x et 10x) fournit au logiciel les images des cratères. Le logiciel calcule alors l'épaisseur du revêtement de l'échantillon non seulement sur la base de ces images mais également en effectuant des mesures en ligne et en tenant compte de la géométrie de contact. Une analyse monocouche et multiples couches conforme à la norme ISO 1071-4 peut donc être réalisée. Des rapports, générés automatiquement selon les paramètres sélectionnés par l'utilisateur, documentent le processus de manière exhaustive.



Principes de mesure

Méthode d'essai par abrasion sphérique

Un minuscule cratère est creusé dans un revêtement avec une bille de dimension connue afin de fournir une section transversale fuselée du film lors de la visualisation avec un microscope optique. Les instruments Calotest mesurent ainsi l'épaisseur des revêtements dans un laps de temps très court de 1 à 2 minutes.



CATc

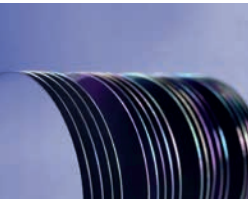
Le CATc est communément utilisé pour déterminer des épaisseurs de revêtement comprises entre 0,1 µm et 50 µm. Les matériaux couramment mesurés sont, entre autres, les revêtements issus des techniques CVD, PVD, dépôts par projection plasma, couches d'oxydation anodique, dépôts chimiques et galvaniques, polymères, peintures et laques. Les échantillons plats, sphériques ou cylindriques peuvent être fixés dans le porte-échantillon.



CATi

Le CATi mesure l'épaisseur des revêtements dans un laps de temps de 2 à 5 minutes. Dans cette version industrielle, le moteur est fixé sur un bras hydraulique qui permet d'étudier une large variété d'échantillons de toutes les tailles. Cet instrument est idéal pour une détermination rapide et précise de l'épaisseur du revêtement sur des composants industriels.

Applications et secteurs industriels

	 Revêtements durs	 Semi-conducteurs	 Biomatériaux	 Optique et verre	 Matériaux décoratifs		 Automobile	 Céramique	 Métallurgie	 Génie civil	 Ingénierie générale
Type d'analyse	- Dureté - Module élastique - Adhérence du revêtement - Résistance à l'usure des revêtements pour usinage à grande vitesse - Épaisseur des revêtements - Dureté des revêtements à haute température	- Dureté des films fins - Module élastique - Adhérence du revêtement des films fins - Résistance à l'usure et coefficient de friction	- Résistance à la rayure des stents - Résistance à l'usure et coefficient de friction des prothèses - Dureté des comprimés - Dureté des os - Module de la cornée - Coefficient de friction des lentilles de contact	- Résistance à la rayure des composants optiques - Dureté des revêtements optiques en polymère - Module élastique des revêtements optiques en polymère	- Résistance à la rayure des surfaces - Dureté des revêtements résistant à l'usure		- Test d'adhérence des revêtements - Résistance à l'usure des revêtements - Coefficient de friction de la graisse - Module élastique des pneus	- Résistance à la rayure des matériaux en vrac	- Dureté de la microstructure des alliages - Travaux de recherche sur la contrainte-déformation des surfaces	- Comportement mécanique du ciment avec l'humidité	- Coefficient de friction des fibres et poils - Coefficient de friction des lubrifiants - Résistance à la rayure des composants d'imprimerie - Propriétés de friction du fromage
Comment	- Nanoindentation - Micro scratch et Revetest scratch - Tribomètre haute température - Calotest - Ultra nanoindentation haute température	- Ultra nanoindentation - Nano Scratch - Nanotribomètre	- Nano Scratch - Tribomètre - Microindentation - Nanoindentation - Bioindenter - Nanotribomètre	- Nano Scratch - Ultra nanoindentation - Microindentation	- Nano Scratch - Ultra nanoindentation - Microindentation		- Micro scratch ou Revetest scratch - Tribomètre haute température - Tribomètre - Ultra Nanoindentation	- Micro Scratch	- Nanoindentation	- Ultra nanoindentation	- Tribomètre - Nanotribomètre
Exemples de secteurs industriels	- Outils de coupe - Machines - Automobile - Aéronautique	- Semi-conducteurs - Automobile - Imprimerie	- Biomédical - Produits pharmaceutiques - Polymères	- Optique, verre - Horlogerie - Semi-conducteurs	- Horlogerie - Électroménager		- Métallurgie - Polymères - Optique, verre - Automobile - Machines	- Céramique	- Métallurgie	- Génie civil	- Textiles - Cosmétique - Pétrole - Aéronautique - Bois - Imprimerie - Machines - Produits alimentaires
Exemples de domaines d'utilisation	- R&D caractérisation de nouveaux revêtements - Contrôle qualité des injecteurs (revêtement DLC) - Propriétés mécaniques des revêtements à haute température	- R&D caractérisation de nouveaux wafers - Caractérisation de disques durs - Contrôle qualité dans la fabrication de wafers - Contrôle qualité des diélectriques à faible permittivité	- Usure des prothèses et implants - Résistance des tuteurs vasculaires (stents) - Dureté des comprimés et pilules - Travaux de recherche sur l'ostéoporose - Élasticité de la cornée - Friction des lentilles de contact	- Résistance des verres de lunettes - Contrôle des composants optiques pour la photographie - Caractérisation des revêtements optiques	- Test de rayure sur les composants électroménagers - Indentation haute température sur les poêles à frire		- Contrôle qualité des injecteurs (revêtement DLC) - Résistance à l'usure des plaquettes de frein - Pistons, soupapes de moteur - Élasticité des pneus	- Résistance à la rayure des tuiles	- Propriétés mécaniques des composants métalliques	- Nanoindentation sur le ciment et le béton pour le bâtiment	- Friction des composants en textile - Évaluation de la friction des produits cosmétiques (produits chimiques) - Propriétés des lubrifiants soumis à la friction - Propriétés mécaniques des composants aérospatiaux
Échantillons	- TiN, TiC, CrN, AlTiCN - Revêtements DLC - PVD (revêtement céramique) - CVD (revêtement céramique) - Revêtements par projection thermiques/plasma (céramique)	- Wafers et capteurs - Disques durs - MEMS - Composants électriques/électroniques	- Os, tissus - Adhésifs - Gels - Cheveux	- Revêtements polymères - Verre minéral	- Smartphones - Revêtements en métal par évaporation - Bijouterie et horlogerie		- Revêtements et peinture - Vernis (revêtements, laques) - Plastique, résine, caoutchouc - Métal, alliages - Huiles lubrifiantes et graisses	- Céramique	- Métal, alliages	- Ciment, béton	- Polymères - Bois - Composants organiques - Métal, alliages - Matériaux composites

Spécifications

Test de résistance à la rayure

	NST ³	MST ³	RST ³
Force maximale [N]	1	30	200
Résolution en force [µN]	0.01	10	100
Niveau de bruit sur la force [rms] [µN]*	0.1	100	1000
Taux de chargement [N/min]	jusqu'à 100	jusqu'à 300	jusqu'à 300
Gamme de profondeurs [µm]	600	1000	1000
Résolution en profondeur [nm]	0.1	0.05	0.05
Niveau de bruit en profondeur [rms] [nm]*	1.5	1.5	2.5
Fréquence d'acquisition des données [kHz]	192	192	192
Vitesse de rayure [mm/min]	0,1 à 600	0,1 à 600	0,4 à 600

Options			
Phase de chauffage jusqu'à 200 ° C			
Phase de chauffage jusqu'à 450 ° C			
Essais dans les liquides			

Test de dureté

	UNHT ³	NHT ³	MHT ³	MCT ³	UNHT ³ Bio	UNHT ³ HTV
Charge Maximum indentation [mN]	100	500	30 000	30 000	20	100
Résolution en force [µN]	0,003	0,02	6	6	0,001	0,006
Niveau de bruit en force [rms] [µN]*	<0,05	<0,5	<100	<100	0,1	0,5
Profondeur maximale d'indentation [µm]	100	200	1000	1000	100	100
Résolution en profondeur [nm]	0,003	0,01	0,03	0,03	0,006	0,006
Niveau de bruit en profondeur [rms] [nm]*	<0,03	<0,15	<1,5	<1,5	0,25	0,15

Options						
Mode dynamique	✓	✓				✓
Essais dans les liquides	✓	✓	✓	✓	✓	
Phase de chauffage jusqu'à 200 °C	✓		✓	✓		
Phase de chauffage jusqu'à 450 °C			✓	✓		
Phase de chauffage jusqu'à 800 °C						✓
Support pour boîte de Pétri					✓	

Le taux d’acquisition brut des indenteurs est de 192 kHz, puis filtré à 400 Hz maximum pour affichage.

Des options et accessoires supplémentaires sont disponibles sur demande : résistance au contact électrique (ECR), système de refroidissement pour basses températures (-150 °C sous vide), support de wafer, support d’échantillons multiples, ...

*Valeur de niveau de bruit spécifiée dans des conditions de laboratoire idéales et à l'aide d'une table anti-vibration.

✓ option disponible

Mesures de l’épaisseur des revêtements

Calotest Compact (CATc) Calotest Industrial (CATi) Calotest Combo (CATcombo)	
Vitesse d'arbre [t/min]	10 à 3 000
Gamme de temps d'abrasion [secondes]	1 à 10 000
Diamètres de bille standard [mm]	10 ; 15 ; 20 ; 25,4 ; 30

Tribologie

	Nanotribomètre (NTR ³)
Plage de mesure de la force normale [mN]*	1000
Résolution force normale [µN]*	0,003
Plage de mesure force de friction [mN]*	1000
Résolution force de friction [µN]*	0,006

Mouvement de rotation	
Vitesse [t/min]	1 à 200
Rayon [mm]	0,1 à 20

Mouvement alternatif linéaire ¹⁾	
Longueur de course [mm]**	jusqu'à 5
Vitesse [mm/s]**	jusqu'à 26,6
Fréquence [Hz]**	0,01 à 10

Mouvement alternatif rotatif ²⁾	
Vitesse [t/min]	1 à 200
Amplitude angulaire [°]	±10 à ±150
Résolution angulaire [°]	0,1

Options	
Profondeur d'usure en ligne [µm]	jusqu'à 250
Résistance de contact électrique [Ohm]	jusqu'à 1 000

* Les spécifications relatives à la force normale et à la force de friction du nanotribomètre dépendent des cantivelers sélectionnés (cantilevers haute résolution, standard et charge élevée).

** Les spécifications relatives au mouvement alternatif linéaire du nanotribomètre dépendent des choix liés aux différentes platines linéaires.

¹⁾ Les spécifications relatives au mouvement alternatif linéaire dépendent de la combinaison entre longueur de course, fréquence et masse sur la platine.

²⁾ Les spécifications relatives au mouvement alternatif rotatif dépendent de la combinaison entre amplitude angulaire, fréquence et masse sur la platine.

