

材料表面精密試験 マイクロ・スラリージェット・エロージョン 試験装置



可能性を創造せよ



先端材料、高性能表面処理 超硬質材料、超軟質材料などの 表面強さを高精度・精密に分析可能にした MSE試験法

材料の機械的特性試験、特に材料の最表面部の強度を、精密かつ詳細に試験・分析できます。 これまでの試験法の発想を変えた"微粒子衝突方式"を 採用した試験により、硬いセラミックから柔らかいプラスチックやゴムまでの、 あらゆる材料の「試験・評価」を可能にしました。

■ 精密材料表面部の分析が、 これまでの材料評価軸を変えます

> 多層膜の 各層強さ・深さ分布を 評価したい

薄膜強さ・深さ分布を 評価したい

硬質材の強さ性質を 評価したい

材料プロセスの良否を 強さで判定したい

プロセス能力の スクリーニング・管理DBを 作りたい

変質・劣化の度合・位置を 評価したい

軟質材の強さ性質を 評価したい

> 材料開発のスクリーニングを 高速化したい

機械特性不良の 程度・位置を分析したい

etc...

■ ナノ〜マイクロ分解能で、 表面から深さ方向に強さ分布が評価できます

材料を切断せず深さ分析

材料の表面から物理エッチング(粒子エロージョン)しながらその時点々々の深さ部の強さを数値化します。 XPSやGD-OESなどの化学分析法と同様に表面から深さ方向の強さ分布の分析・評価が可能です。

ナノ分解能でも高速かつ安定した試験

超微粒子が圧倒的多数(毎秒数十億個)の衝突で安定した粒子エロージョンを保証します。 設定投射粒子量により単位エロージョン深さはnmからμmまで幅広く調節可能です。

基材に影響されず薄膜単体強さを評価

微小粒子と衝突時のパルス的発生応力のメカニズムが、ナノサイズエロージョンを発生させます。 微小粒子単位のエロージョンが基材や下層材質に影響を受けず膜単体の強さとして示すことが可能です。

幅広い材質の試験評価

衝突により発生する試料表面の損傷はひずみ速度が100m/sと超高速ですが微小です。 この効果は硬質材であろうとゴムのように弾性体であろうとエロージョンを可能にします。

MSE試験法は材料の

表面強度、一層や多層のコーティング厚さ・強度・均一性 これらすべての計測を可能にします。

2

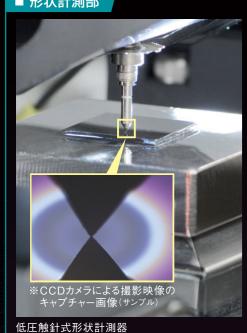
他にはない特徴が精密な試験を可能にする

試験の成り立ちは、「物理エッチング(粒子エロージョン)部」と「エロージョン形状計測部」で構成されています。

試料表面から精密エロージョンし、その深さ計測を繰り返し連続取得することで、強さ比較・強さの断面分布、層毎の厚さや強さ、 面内の強弱分布などが評価できます。これまでに測ることが難しかった材料表面において、短時間で多くの情報が得られます。 加えて、粒子エロージョン法は平面でなく曲面や複雑形状物においても試験可能です。

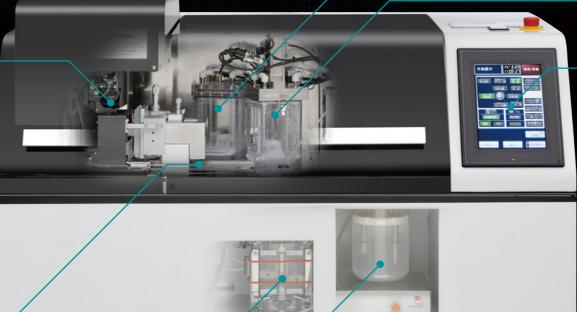
水洗·乾燥部

■ 形状計測部



純水洗浄水 試料表面の 洗浄に使用





操作パネル

データ処理PC



投射ノズル

■ 物理エロージョン処理部

投射ガン

■ 移動ロボットテーブル

先端2μmRのダイヤ針がnm精度で痕を計測



エロージョン ⇒ 洗浄・乾燥 ⇒ 形状計測への 繰り返し移動と位置決めを担っています

■ スラリー撹拌・循環システム



専用循環ポンプ

スラリー均一化撹 拌と循環システム が均一エッチングと 連続試験を保証し ます

加圧スラリーポット

MSE試験法の原理

高速霧状ストリーム

■微粒子

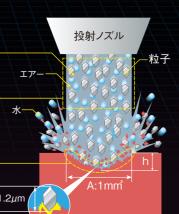
損傷を発生させる約1μm径の物質。 その1ヶの損傷深さは10~50nm。

■ スラリー霧化 粒子・水・エアーが霧状に噴射。 試料への受圧応力が小さい。

■高速投射

エアーの加速で速度100m/sの 微粒子によるエロージョンを実現

■大量粒子衝突 1粒子の損傷量はごく少量であるが、 数十億個/秒で高速エロージョンを実現。



MSEエロージョン率[E]

- E=h/v(µm/g)…定義 h: 中央部エロージョン深さ (μm)
- v:単位面積当りの投射量 (g)=Q/A
- Q:投射粒子量(g)
- A:投射断面積 (mm²)

エロージョン深さ[h]は粒子選択と投射速度で決まります。 データーベースより目的に合ったエロージョン形態や エロージョン分解能を自在に選択することで 広範囲な試験が可能になります。

試験プロセス



試料のセット

試験条件の 入力

・投射力の設定

試験位置をノズル中央部に 合わせて固定・表面が 平行になるよう、 形状計測部で調整します。 (取り外し治具上にて)。

・繰り返し試験数の設定 ・一回当たりの投射量の 設定を行います。



専用動作プログラムにて

Siウェハを使って

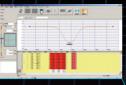
エロージョン力の

精密校正を行います。

投射力の 校正

設定された動作を 全て自動で行います。

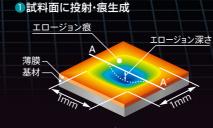
自動試験



処理、出力

取得されたデータを 分析用エロージョン進行グラフ、 エロージョン率分布グラフ、 プロファイル重ね合せ図などに 加工し出力します。

深さデータ取得のプロセス



2痕中心部のエロージョン進行プロファイル

3データ処理 投射粒子量(g) 基材

痕部を形状計測でプロファイルを取得。この中央部の深さをエロージョン深さとし、同じ位置を繰り返し計測することで進行グラフができます。

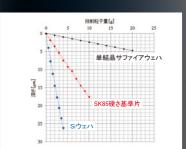
分析・評価用に役立つ試験データを提供します

MSE試験で取得されるデータはエロージョン痕の精密な断面形状です。この断面形状から深さを特定し、「エロージョン進行グラフ」と「エロージョン率(強さ)分布グラフ」が作成され、さまざまな分析に使えます。また、断面形状の重ね合せから多くの観察評価が行えます。

標準出力データ例

<mark>し</mark>エロージョン進行グラフ

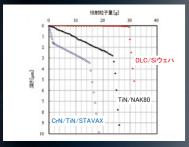
横軸に累積投射粒子量、 縦軸に累積エロージョン深さの 関係グラフです。 深さ方向に耐エロージョン分布が



■ 均一な強さの場合

得られます。

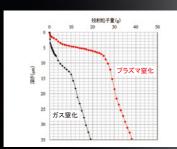
Siウェハ・金属硬さ試験片・サファイアウェハはそれぞれエロージョン傾斜が異なりますが直線的進行で内部まで均一であることを示しています。



■強さに分布がある場合 硬質単層・2層の例ではエロージョン傾斜 の変化や屈曲点から膜厚が見えます。

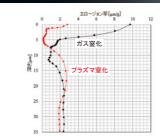
2 エロージョン率(強さ) 分布グラフ

エロージョン率は 材料強さの指標です。 グラフより深さ方向の強さ分布が 読み取れます。



■ エロージョン進行グラフ



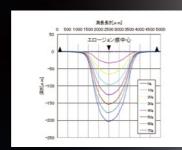


■ エロージョン率(強さ)分布グラフ

エロージョン進行グラフ(上)の傾斜率(微分)を取るとエロージョン率(強さ)分布グラフ(下)が得られます。深さ方向の精密な強さ分布は表面特性を示しており、深さ方向の元素分布との相互分析で材料表面の設計情報になります。

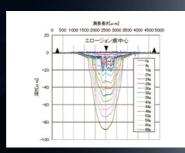
3 エロージョン形状 (プロファイル)重ね合せ図

微小深さを特定するために、精密形 状計測器にて投射痕の断面プロファ イルを取得します。このプロファイル を基準位置で重ね合せ処理をすると 形状・表面粗さの推移などが得られ 分析に役立ちます。



■ 均一な強さの場合

均一材料(硬さ試験片)は中心から左右 対称形状で、同一深さピッチでエロージョ ンの進行する様子が観察できます。



■ 窒化処理の場合

室化処理部は硬さとプロファイル間隔が 比例していて、基材部に貫通する深さ部は 表面粗さが大きい(面内バラツキ)ことが 観察されます。

1 ~ 3 Ø

取得データ を駆使して

層構造・傾 斜構造が 強さの分布 として 特定できま す

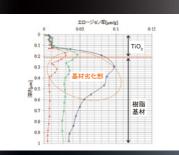
コーティン グなどの 多層膜が強 さの 分布として 特定できま す

超薄膜であ っても 強さ基準で の膜厚が 特定できま す

プロファイ ル 重ね合せ図 から強さ 分布が観察 ベースで 実感できま す

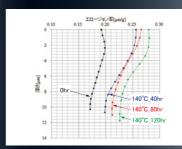
特殊な応用解析例

環境劣化加速試験の 変質度合特定に役立ちます。



■ プラスチック上EB(エレクトロンビーム) コートの内部劣化例

透明樹脂表面にEBにてTiO₂を被膜、EB のエネルギーで樹脂表面が劣化し各材料 ちがいで異なる度合が観察されます。

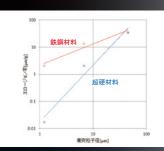


■ プラスチック熱付加時間と 劣化度合・深さ方向分布例

耐熱性熱可塑性樹脂の環境試験後の強 さ変化、時間に従い劣化度合いが進む状態が観察されます。

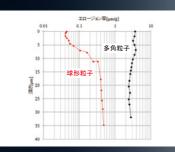
2 2種類の投射粒子を使った材料特性

粒子径ちがい、粒子形状ちがいの 2つの試験から材料特有の 機械特性のスクリーニングに 役立ちます。



■ 超硬材・鉄鋼材に粒径ちがいの試験

衝突粒子径の変化に相関したエロージョン率が直線で示されていますが、超硬材と 鉄鋼材ではその傾き(変化率)が異なり、 材料特性が示されています。



■表面処理材に形状ちがい粒子の試験 多角粒子で切削モード、球形粒子で衝撃 モード、異なる強度分布が材料の性格として示されています。

具体的利用分野例

■超硬質材料薄膜

硬いが脆い、強靭だが柔らかい など相反する材料の機械特性 評価や焼結強度スクリーニン グの一助に!

■超軟質材料薄膜

プラスチック・ゴム・エラストマーなどの高強度であるが柔らかい材料の、靭性(結合強度)の差を顕在化する一助に!

■強化処理判定

延伸強化・化学強化などの強化 度と強化深さまたは断面分布 の特定の一助に!

■鉄鋼表面処理硬さ

超精密熱処理などの硬さ比較 や断面精密分布評価の一助に!

■劣化特定

劣化前後の微小差の特定や、 表面でなく内部または内層の 劣化評価の一助に!

■エージング効果特定

熱硬化、光重合などの度合いと効果深さまたは断面分布の特定の一助に!

■膜厚の特定

光学的に困難、表面のうねりで 困難、ポーラスで困難など多層 膜の各層の厚さ特定の一助に!

■多層膜傾斜材

強さや硬さの断面方向の機械 特性分布評価や、各層単位の 機械特性評価の一助に!

- 受賞歴

- 第24回(2012年度) 中小企業優秀新技術·新製品賞 「**優秀賞**|&「**産学連携特別賞**|
- 2011年度 日本トライボロジー学会 「 技術賞 」

――受託試験サービスー

MSE試験の受託試験サービスを提供しています。エロージョン進行グラフ、エロージョン率分布グラフ、 断面形状重ね図と、そこから見て取れる評価などを報告書に記載して提供します。





MSE試験装置

基本仕様

金件工作		
装置名	エム・エス・イー	
型式	MSE-A	
エロージョン部	試験寸法	25mm×25mm×t10mm以内
	エロージョン面積	1mm×1mm 角形
	使用粒子	標準:多角アルミナ (1.2μm)
		オプション多数
	スラリー濃度	標準:3mass%
		オプション多数
	投射力調整範囲	標準:1/1~1/100
	単位投射量設定範囲	粒子量にて0.5g~999g
	溶液	標準:膜口過純水
プロファイル 計測部	計測方式	触針式2次元形状計測
	X軸計測長	最大10mm (分解能1μm)
	Z軸計測高さ	最大60µm (分解能1nm)
	観察カメラ	ビデオキャプチャー付
制御部	OS	Windows10 [®]
	計測点設定数	1~999
	機能	エロージョン進行グラフ、
		エロージョン率分布グラフ、
		プロファイル重ね合せ機能、他
ユーティリティ	電源	AC100V 50/60Hz 1.5KVA
	圧縮空気	クリーンエアー
		圧力0.55MPa、流量40Nℓ/min
	その他	排気:ダクト接続 排水:バケツ受け
装置寸法・重量	寸法	w1000×d580×h715mm (本体部)
	重量	140kg



右側面



左側面

オプション

3D計測、大口径ノズル、他

※製品の改良に伴い仕様・外観を変更する場合があります。

姉妹機「

エロージョン部単体試験装置 MSE-S(手動式)





MSE試験法でデファクトスタンダードを狙う

株式会社パルメソ

Palmeso CO.,Ltd.

〒940-2024 新潟県長岡市堺町194-7
TEL.0258-86-0240
FAX.0258-86-0241
E-Mail:info@palmeso.co.jp

www.palmeso.co.jp