

## スクラッチ試験機

キーワード：スクラッチ試験、密着性、ドライコーティング

### はじめに

PVD 法や CVD 法などにより形成されるドライコーティング膜は、従来の金型・工具分野から機械・自動車分野、医療分野等への大きな広がりを見せており、各種製品の高機能化に役立っています。これらコーティング製品において、膜と基材の密着性は製品の性能と寿命を大きく左右する重要な因子であり、膜の剥離に対する定量的評価と剥離形態の観察を高精度かつ簡便に実施できることが求められてきました。当研究所では、これらニーズに対応するため、平成 24 年度に、新しくスクラッチ試験機を導入いたしました（図 1）。ここでは、本試験機の概要と測定例について紹介いたします。

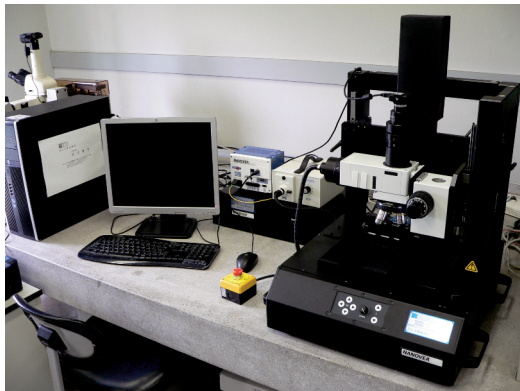


図 1 スクラッチ試験機の外観写真

### スクラッチ試験について

スクラッチ試験は、固定した試料の表面に対し、先端にダイヤモンドチップが備わった圧子押し付け、印加する荷重を徐々に大きくしながら引っ掻くことで、膜の密着性を評価する方法です。スクラッチ試験によるドライコーティング膜の密着性評価については、ISO 20502:2005 や日本機械学会基準 JSME S 010-1996 に規定されています。ドライコーティング膜の密着性は、膜が剥離を起こした際

の荷重（臨界荷重）によって評価され、臨界荷重は、アコースティックエミッション（AE）信号の変化と光学顕微鏡によるスクラッチ痕の観察の併用により決定します。

### 導入した試験機の特徴

- ・ 本試験機には、垂直荷重、AE 信号、摩擦力、摩擦係数および押し込み深さの情報を取得できます。押し込み深さに関しては、非接触光学式深さセンサーにより高精度な計測が可能です。
- ・ ソフトウェアによる動作制御および試験結果の解析が可能です。
- ・ 光学顕微鏡レンズによるスクラッチ痕の各部分での詳細な観察はもちろんのこと、スクラッチ痕全体（パノラマ）写真も作成できます。
- ・ 試験結果のグラフでの任意の箇所とその箇所の光学顕微鏡像を対応させた解析ができます。
- ・ 表 1 に、導入したスクラッチ試験機的主要な仕様を示します。

表 1 試験機的主要仕様

|           |                  |
|-----------|------------------|
| 試験モード     | ・連続付加荷重<br>・一定荷重 |
| 荷重範囲      | 0.3～200 N        |
| 垂直荷重付加速度  | 0.3 ～400 N/min   |
| スクラッチ速度   | 0.5～200 mm/min   |
| 最大スクラッチ距離 | 70 mm            |
| 最大摩擦力     | 200 N            |
| 最大測定深さ    | 300 $\mu$ m      |
| 固定可能試料寸法  | 40×40×30 mm      |
| 顕微鏡対物レンズ  | 5、10、20 倍        |

### 測定事例【DLC 膜の密着性評価】

図 2 に、本研究所が所有しているアンバランスドマグネトロンスパッタ装置により成膜したダイヤモンドライクカーボン (DLC) 膜のスクラッチ試験結果を示します。なお、本 DLC 膜の基材は SKD11 調質材 (60HRC) であり、中間層を含む全膜厚は約  $1.9 \mu\text{m}$  です。スクラッチ試験条件は、スクラッチ速度  $10 \text{ mm/min}$ 、荷重負荷速度  $100 \text{ N/min}$ 、開始荷重  $0.3 \text{ N}$ 、終了荷重  $50 \text{ N}$  です。図 2(a) の試験結果グラフにおいて、AE 信号の波形が垂直荷重  $22 \text{ N}$  から変化していることが分かります (実際の解析では、カーソルバー (緑色縦線) で指定した箇所の荷重情報等が解析画面上に表示されます)。その部分を光学顕微鏡にて観察すると、膜の局所的な剥離が発生しており [図 2(c) 矢印部分]、また、パノラマ写真からも、垂直荷重  $22 \text{ N}$  以降では膜の剥離が進行していることも分かります [図 2(b)]。以上の解析から、本 DLC 膜の臨界荷重は  $22 \text{ N}$  であると評価できます。

### おわりに

本試験機は、ドライコーティングをはじめとする表面処理膜の密着性に関する解析と評価を精度よく実施することができます。また、本試験機はドライコーティング膜の密着性試験を主な目的とした試験機ですが、金属材料のスクラッチ特性評価にもご利用できます。皆様のご利用をお待ちしております。

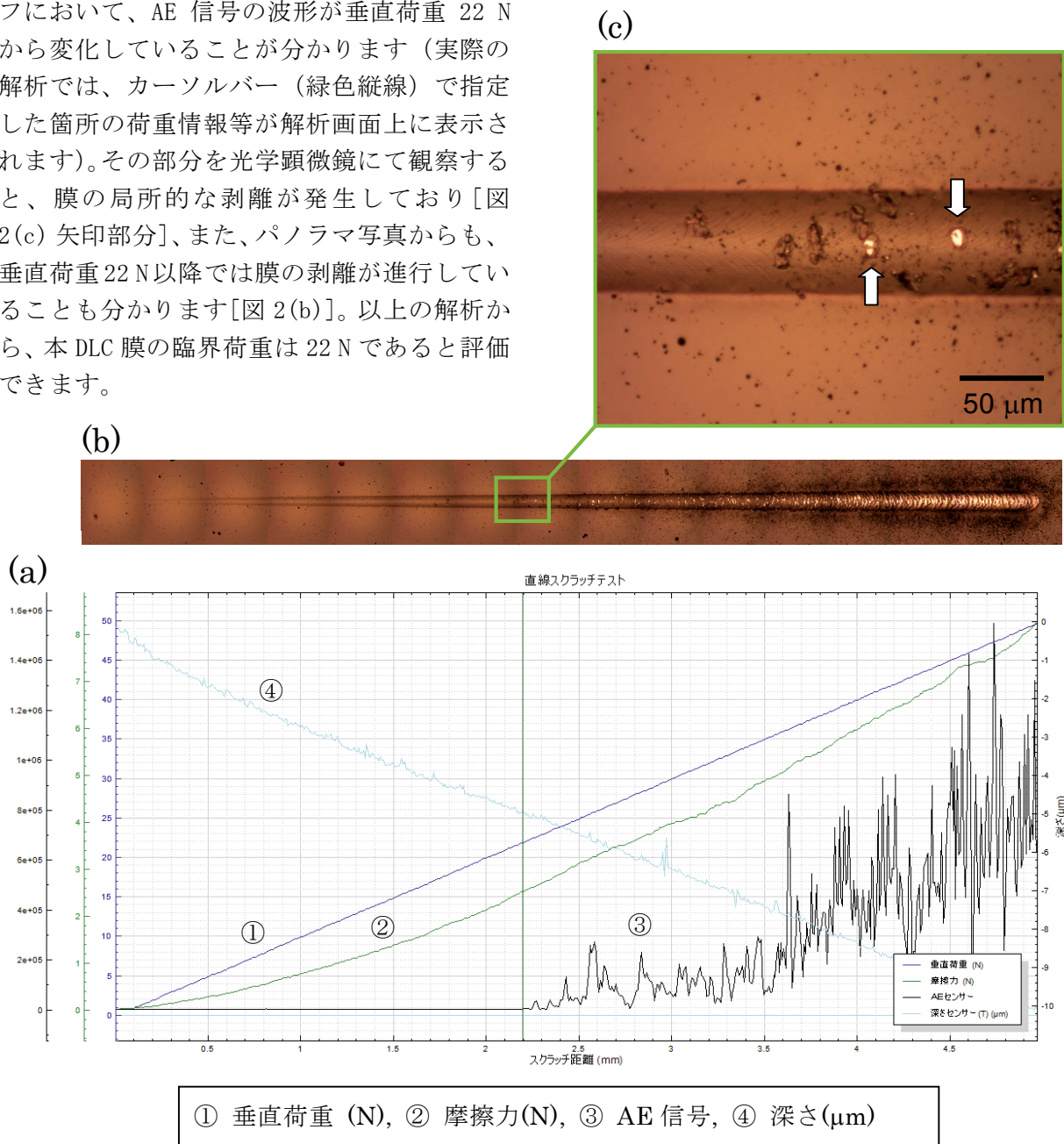


図 2 (a) 試験結果グラフ、(b) パノラマ写真 および (c) 顕微鏡写真

作成者 金属表面処理科 小島 淳平 Phone 0725-51-2718  
 発行日 2013 年 10 月 29 日