

マイクロスクラッチ試験機によるフラーレン蒸着膜の機械的特性評価

薄膜表面物性研究室 梁瀬 淳

T035054 Atsushi Yanase

目的

フラーレン(Buckminster Fullerene) C_{60} は物理的に極めて安定であるが、他の元素を内包させて特殊な化学合成反応に利用できるように、医療分野などへの応用が注目されている。一方、 C_{60} のサッカーボール構造に注目して、究極のボールベアリングとしての超潤滑機能への応用が考えられている。本研究では、 C_{60} を真空蒸着して、薄膜の機械的耐久性や摩擦係数を測定した。

実験概要

基板温度 $60\sim 120^{\circ}\text{C}$ で石英ガラスおよび Si(111) 基板の上に C_{60} 薄膜を蒸着した。Mo ボートに $0.9\text{V}\times 36\text{A}$ の通電をすると C_{60} の蒸発が始まった。密度(計算値) 1.73 g/cm^3 を用いた水晶振動子膜厚計による蒸着速度は約 1.0 \AA/s で、堆積した全膜厚は 45 nm であった。透過率測定を行った後、先端曲率半径 $100\mu\text{m}$ のダイヤモンド針を用いて、振幅 $50\mu\text{m}$ 、 30 Hz 、荷重印加速度 0.13 m N/s でマイクロスクラッチ試験を行った。Si 基板の試料では、 C_{60} の下に 30 nm 厚の Ag 膜を下地として蒸着した試料も作り、 C_{60} の潤滑効果を比較した。

結果と考察

石英ガラス基板上の C_{60} 膜の近紫可視波長域の透過スペクトルを図 1 に示す。この凸凹は C_{60} 固有のもので干渉効果ではない。マイクロスクラッチの特性は図 2 のようであった。結果として、 C_{60} の蒸着膜は機械的に弱く、 2 mN 程度の荷重で傷がついた。摩擦係数についても、低荷重では石英より 30% 以上大きかった。しかし、膜に傷がついてから後の信号は、膜の破片によるスクラッチノイズではなく、振動摺動に対する大きな摩擦抵抗状態と小さな摩擦抵抗状態の間を行き来する特徴を示し、普通の薄膜の破壊状態とは異なるものであった。また、針荷重が $10\sim 15\text{ mN}$ の範囲では平均的な摩擦抵抗はガラス表面と同程度であったが、それ以上の荷重ではガラス表面の値より小さくなった。

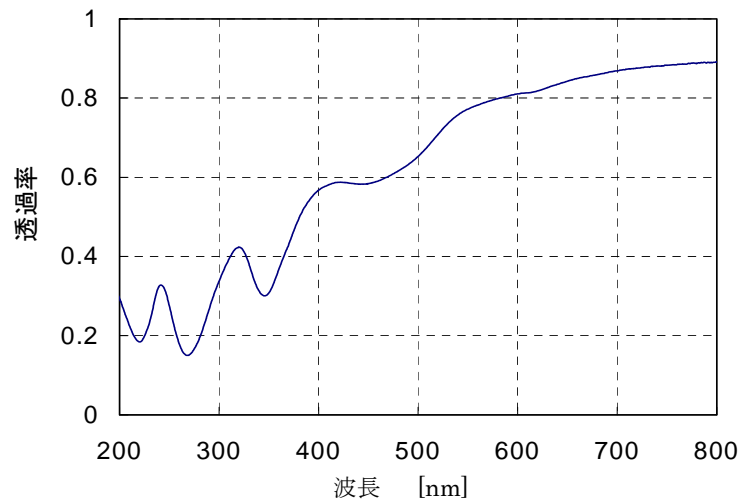


図 1 光透過スペクトル

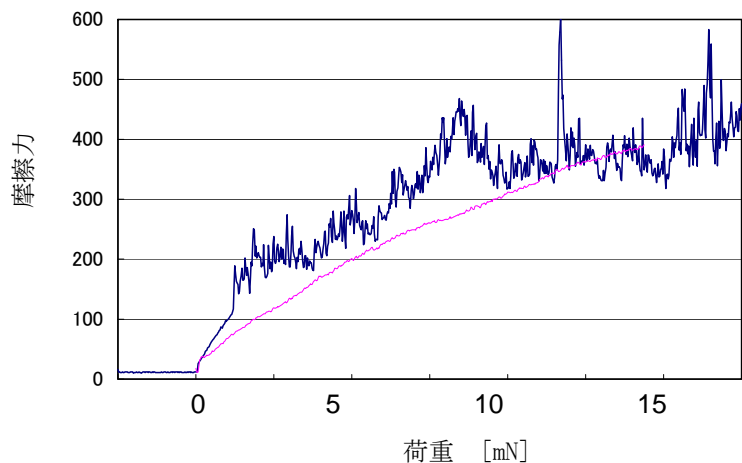


図 2 針荷重と摩擦力