

ナノインデンテーション法による薄膜の特性評価

材料の硬さや弾性率は製品の強度や耐久性などを決める重要な機械的特性の一つで、これらの値に基づいて材料の選択や設計が行われます。十分な厚みや大きさをもつ材料であれば、これらの特性を比較的容易に求めることができます。しかし、薄膜の場合には厚さがせいぜい数 μm ($1\mu\text{m} = \text{千分の} 1\text{mm}$) 程度しかなく、従来の試験方法では膜固有の特性を得ることができませんでした。

ナノインデンテーション法は、薄膜あるいは試料の極表面の機械的特性を評価する目的で開発された新しい技術で、薄膜をはじめ広い分野で応用研究が進められております。ここでは、ナノインデンテーション法による薄膜評価の一例を示しながらその特長などを簡単に紹介します。

用いた試料は、ガラス基板上的インジウム - スズ酸化物 (ITO) を主成分とする厚さ $0.8\mu\text{m}$ の透明電極薄膜で、このような電極は銀行の ATM などで使用されております。今回は、成膜条件による特性の違いを調べました。使用したナノインデントは、オースト

ラリア (CSIRO) 製の UMIS-2000 で、ダイヤモンド製の三角錐型鋭角圧子 (バーコビッチ圧子) に加える荷重を精密に制御しながら圧子の侵入量を nm (ナノメータ、 $1\text{nm} = \text{百万分の} 1\text{mm}$) の精度で測定し、得られたデータを解析して試料の硬さと弾性率を求めました。結果をそれぞれ図 1 (a)と(b)に示します。図から明らかなように、硬さと弾性率ともに、基板温度の影響はほとんど見られないのに対して、成膜時のガス圧力により特性に著しい違いが生じております。鋭角圧子といってもその先端は 200nm 程度の曲率をもち、この丸みのために約 50nm 以下の接触深さで硬さが急激に変化しております。また弾性率が大きい膜では接触深さの増加に伴い弾性率が顕著に低下しておりますが、これは基板の影響によるもので、接触深さが大きくなるに従い、基板であるガラスの値 (約 70GPa) に近づいていきます。これらの例が示すように、薄膜のナノインデンテーション試験では、圧子先端の形状や基板の影響なども考慮することが必要です。

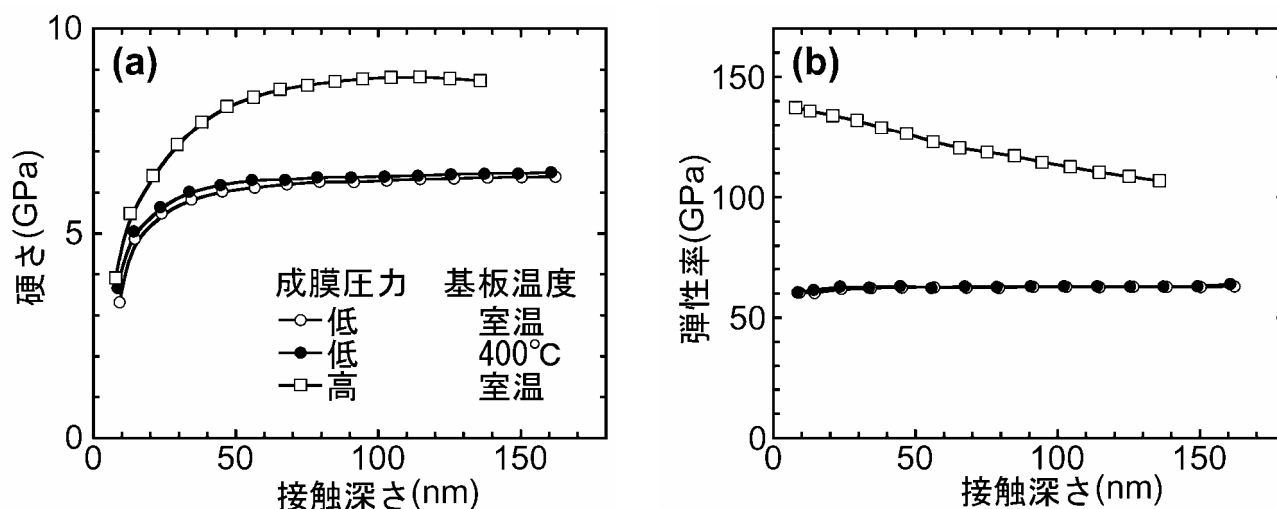


図 1 成膜条件の異なる ITO 膜について得られた(a)硬さと (b)弾性率の接触深さ依存性。



工業技術部 菅沼幹裕

研究テーマ：ナノインデンテーション法による材料の評価技術

指導分野：ナノインデンテーション法