

## 第12回 ナノインデンテーション研究会報告

当社ナノインデンテーション研究会にご協力いただき感謝しております。皆様のご尽力で順調に回を重ね、12月5日には、第12回 ナノインデンテーション研究会を開催することができました。第12回は、実際にナノインデンターをお使いになっておられる先生方に、現状における問題点を提起していただくとともに、将来の方向を展望していただくことを目的といたしました。講演をいただいた先生方からは、ナノインデンテーションに対する期待や、今後の目指すべき方向など、貴重なご意見をいただくことができましたので、当日の先生方のご発表の内容を簡単にご紹介させていただきます。この研究会がナノインデンテーションの有効活用に少しでもお役に立てることができれば幸いです。

第12回ナノインデンテーション研究会発表要旨（発表順）（敬称は省略させていただきます）

### 1 大村孝仁（物質・材料研究機構）

イントロダクトリートーク

最近開催されたナノインデンテーション関連の国際会議（第4回 International Indentation Workshop, Seoul, 及び Materials Science and Technology MS&T '11, Columbus）に参加した。参加した国際会議の発表を基に、現在の研究の動向を報告した。さらに、透過電子顕微鏡内でピコインデンターを用いて Fe-Si 合金に荷重を加え、荷重負荷時に転位がどのように導入されるかを実時間で観察した結果を報告した。

### 2 佐々木信也（東京理科大学）

トライボロジー現象解明のための Local Mechanical Properties 測定

マクロな摩擦試験によって形成したトライボ膜を対象として、マイクロクラッチ試験を用いて膜強度を測定するとともに、原子間力顕微鏡による硬さ等の物性を測定した結果を紹介した。結果として、潤滑油に ZnDTP と MoDTC を混合した場合に生じる摩擦面には、インデンテーションでは圧痕観察が不可能なほどの柔らかさを持つ層が形成されることなどが報告された。

### 3 肥後矢吉（立命館大学）

ナノインデンターによる MEMS デバイスの機能評価

完成した MEMS デバイスの機能特性評価がナノインデンテーションを用いることで、再現性良く実行できることを紹介した。例として、MEMS スイッチでは接点の付着（焼き付き）が最大の問題であるが、ナノインデンテーションを用いることにより、接点の接着時におけるバネの塑性変形量などが計測できることを示した。

### 4 神谷庄司（名古屋工業大学）

SEM 中ナノインデンターが拓く機械工学のためのナノラボラトリー

最近の半導体デバイスのような、マイクロスケールの3次元構造物の設計に資する情報を提供するためには、構成材料単体のマクロな機械特性を知るだけでは不十分であり、実際の微小構造部分

の局所強度を把握する必要がある。そのために SEM 中でナノインデントを駆動させ、LSI 中のダマシ銅配線部の破壊挙動を SEM 内で観測すると同時に、破壊強度を求めた結果を紹介した。

#### 5 染川英俊（物質・材料研究機構）

ナノインデントを用いた金属材料の粒界・粒内クリープ変形応答

様々な結晶粒界の変形を調べるためにはナノインデントが有効である。特異な粒界変形挙動を示すマグネシウムに着目し、その粒界・粒内クリープ特性をナノインデントにより測定した結果を紹介した。粒界近傍（粒界から 5  $\mu\text{m}$  程度）ではひずみ速度感受性指数が大きく、粒界滑りにより変形することを明らかにした。その結果、結晶粒を小さくすることにより、粒界滑りが主流となり、加工しやすくなることが分かった。

#### 6 鈴木養樹（森林総合研究所）

生体材料の局所的な強度分布について

ネバダオオシロアリの大顎の強度は 2~7MPa で、木材強度の 1/1000 程度であるが、歯の部分は 20GPa 程度であり、相当固いということを示すことができた。しかし、生体材料の場合には、前処理が重要であり、処理法によって測定値に誤差が生じることが指摘された。

#### 7 大平昭博（産業技術総合研究所）

ナノインデント技術による固体高分子燃料電池電解質膜のキャラクタリゼーション

燃料電池の電解質膜に用いられる高分子薄膜は、湿度変化に伴う粘弾性の変化、局所的な応力による機械特性の劣化などが生じ、燃料電池の寿命に大きな影響を与えるが、このような現象は、高分子膜単体の強度を測定するだけでは把握できない。そのために、ナノインデント法を用いて、実環境下で高分子膜の粘弾性を測定した。その結果として、局所的な応力がかかる部分では粘弾性が変化することなどを示した。

先生方からの講演以外に、大川登志郎（弊社）、Ian T Clark（弊社）、藤沢直毅（Hysitron）からそれぞれ、「TI-950 の持つ多機能な機械特性評価方法」、「A NanoDMA Study of the Dynamic Mechanical Properties of PMMA Bulk, and Thin Films」、「ソフトマテリアルへの新しいアプローチ」と題した講演を行った。

最後に吉田豊信教授（東京大学）から、ナノインデントの応用分野がかなり広がってきたという印象を持ったという講評をいただいた。