

第15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4日には、第15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。近年、ナノインデンテーション法は有機材料、生体材料、複合材料などの力学特性評価に適用されるようになり、得られたデータをシミュレーション結果と比較して検証することが重要となってきました。第15回はこのような現状を受けて、午前中は、ナノインデンテーション法と有限要素法に関する基礎講座を開き、シミュレーションに関する基礎知識を共有しました。午後からは、ナノインデンテーション法にシミュレーションを組み合わせる材料力学特性の評価をされておられる先生方からご講演をいただくとともに、生体材料へのナノインデンテーション法の新しい展開についてもご講義いただきました。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。

総合司会 大村孝仁先生（物質・材料研究機構）

第15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 宍戸信之（名古屋工業大学）

SEMにナノインデンターを組み込んだ装置を用いてCuとSiNの界面強度を測定し、その結果を有限要素法を用いたシミュレーションと比較した結果が報告された。エネルギー解放率を破壊強度（界面強度）の指針として整理した結果、Cuの微細な結晶組織ごとの界面強度を同定することが出来た。また、半導体材料の破壊のシナリオを求めるために、試料に存在している初期欠陥が応力集中によりどのように進展するかをシミュレーションした結果、初期欠陥の存在が界面の破壊に大きな影響を与えることが示された。

2 久保 悠（株式会社 東芝）

ナノインデンテーションで得られる応力-ひずみ曲線と有限要素法を用いたシミュレーションと組み合わせることにより、材料の強度物性値が精度良く求めた結果が紹介された。薄膜3点曲げ試験とナノインデンターを組み合わせる得られるデータと、解析モデルと比較することにより、ヤング率が精度良く求められた。また、ナノインデンターの押し込み時の応力-ひずみ曲線とシミュレーション結果とを比較することにより、降伏応力やクリープ特性も精度良く求めることが出来た。さらに、破壊強度に関しても適切な応力集中点を仮定した押し込みモデルの計算結果は、ナノインデンテーションで得られた結果を矛盾なく説明できることを示した。

3 イアン トーマス クラーク (オミクロンナノテクノロジージャパン (株))

従来の Oliver-Pharr 法では解析が困難である薄膜材料や凝集力の大きい材料には、iTTF 法、プレートベンディング法、JKR 法を適用すると、精度良く材料強度特性が得られることが紹介された。この方法を用いることにより、ナノインデンテーション法の適用材料範囲が大きく広がることが示された。

4 中谷達行 (岡山理科大学技術科学研究所)

先端医療機器の生体適合処理 (表面処理) に DLC コーティングが非常に有効であることが多くの実例を挙げて、紹介された。特に DLC コーティングしたステントの開発に当たっては、ステント基材の変形に DLC 膜の変形が追従しなくてはならないが、そのためには、Si 濃度傾斜型の高靱性 DLC 膜が有効であることを提案し、DLC 膜のヤング率の Si 濃度依存性をナノインデンテーション法を用いて測定した。その結果、Si 含有率が多くなるに従ってヤング率が減少することが分かった。この結果を用いて、生体適合性・耐久性に優れた DLC コーティングステントが開発され、実用化された。

最後に、「現在、ナノインデンテーション法は有機材料、生体材料、複合材料などの局所領域の材料強度特性を測定する方法として、なくてはならない手法となってきている。今後ナノインデンテーションで得られるデータの信頼性を増すためには、有限要素法などのシミュレーションを組み入れて解析することが重要である。」という総括がなされました。