

ダイヤモンドライクカーボン（DLC）膜の水素定量分布解析

Hydrogen analysis of Diamond-like carbon films with resonant nuclear reactions

安井 治之¹⁾ 斎藤 秀俊²⁾ 鳴海 一雅³⁾
Haruyuki YASUI Hidetoshi SAITOH Kazumasa NARUMI

¹⁾石川県工業試験場 ²⁾長岡技術科学大学 ³⁾原子力機構

(要約 2～3 行)

ダイヤモンドライクカーボン（DLC）膜は、その成膜方法の違いや成膜条件により、膜の機械的特性、特に硬さが異なる。その原因の一つが膜中に存在する水素である。そのため、本研究により、膜中に存在する水素の含有量を定量的に評価を行った。

キーワード : DLC膜、共鳴核反応分析（RNRA）法、硬さ、水素

1. 目的 DLC膜は、高硬度、低摩擦係数であり機械や電子分野で使われる部品や工具・金型等に広く使われている。しかし、DLC膜は、その成膜方法の違いや成膜条件により、膜の物性や機械的特性、特に硬さが異なる。これは、膜中に存在する水素が大きく影響しているためである。

本研究では、DLC膜中に存在する水素量の定量評価を行うために、¹⁵N イオンビームを用いた共鳴核反応法（¹⁵N(¹H, α)¹²C）により、膜中の水素分布を定量的に測定し、機械的特性との関連を明らかにすることを目的とした。

2. 方法 成膜したDLC膜は、プラズマCVD法で作製した水素含有DLC膜と、アークイオンプレーティング法により作製した水素フリーDLC膜の2種類であり、Siウエーハ基板に成膜した試料を用いた。

DLC膜中の水素含有量測定は、3MV タンデム加速器（日本原子力研究開発機構量子応用研究所 TIARA 施設）による共鳴核反応分析（RNRA）法¹⁾を用いた。RNRA法は、水素原子を含めた軽元素の深さ分布を求める手法としては最も精度の良い手法とされている。この手法は、6.4MeV に加速した¹⁵N ビームを試料に照射したときに発生する4.43MeV のγ線収量を検出器で測定する。共鳴エネルギー（6.385MeV）の¹⁵N ビームを照射したとき、特性γ線収量は標的試料表面の水素量に比例するため、¹⁵N ビームのエネルギー対γ線収量を測定すれば、膜中に存在する水素の深さ分布を求めることができる。

3. 研究成果 作製した水素含有DLC膜と水素フリーDLC膜の2種類のDLC膜に対して、RNRA法による水素定量評価を行った結果、水素含有DLC膜で30.6at%、水素フリーDLC膜2.2at%であった。膜の深さ方向に対しても、膜厚との水素含有量の評価に適用できることがわかった。

また、それぞれの膜の硬さ測定をナノインデンテーション試験機により評価を行った結果、水素含有DLC膜は12GPa、水素フリーDLC膜は60GPaであり、水素含有量の少ない水素フリーDLC膜の方が、硬度が高いことがわかった。これらの結果より、硬さに関しては、水素の含有量により大きく変化することが明らかとなった。

4. 結論・考察 DLC膜中の水素含有量の定量評価技術を開発した。この手法は、実用化が急速に進んでいるDLC膜の重要な評価手法であり、今後のDLC膜開発に貢献できるものと考えられる。今後、DLC膜の高硬度化の研究を進める上で、本手法を適用していく予定である。

5. 引用(参照)文献等

1) W. A. Lanford, H. P. Trautvetter, J. F. Ziegler and J. Keller : New precision technique for measuring the concentration versus depth of hydrogen in solids, Appl. Phys. Lett., **28** (1976) 566.