

水素フリーDLC膜の水素定量分布解析

Hydrogen analysis of tetrahedral amorphous carbon films with resonant nuclear reactions

安井 治之¹⁾ 鳴海 一雅²⁾ 檜本 洋²⁾

Haruyuki YASUI Kazumasa NARUMI Hiroshi NARAMOTO

¹⁾石川県工業試験場 ²⁾原子力機構

(要約 2～3行)

従来からのダイヤモンドライクカーボン(DLC)膜は、膜中に水素が20～35at%存在するために、膜の機械的特性、特に硬さが低かった。本研究では、近年の高硬度化の要望に答えられる膜として、水素フリーDLC (ta-C : tetrahedral amorphous carbon) 膜を作製し、膜中の水素含有量の定量的評価を行った。

キーワード : 水素フリー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、この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。

本課題で提案している「水素フリーDLC膜」は、従来DLC膜の水素含有量(20～35%)を極力減少させたDLC膜であり、硬さはDLC膜の3倍以上の60～90GPaとダイヤモンドに近い高硬度の薄膜である。この水素フリーDLC膜中の水素量(10%以下)を定量評価し、水素含有量が膜特性にどのように関わっているかを明らかにする。具体的には、タンデム加速器を用いた¹⁵Nイオンビームによる共鳴核反応法(¹H(¹⁵N, α)¹²C)により、膜中の水素分布を定量的に測定する。

2. 方法

成膜した水素フリーDLC膜は、アークイオンプレーティング法により作製したており、Siウェーハ基板に成膜した試料を用いた。

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

作製した水素フリーDLC膜に対して、RNRA法による水素定量評価を行った結果、膜中の水素含有量は0～2.2at%であった。この結果より、水素フリーDLC膜は、アークイオンプレーティング法の成膜条件を変化させることにより、膜中の水素含有量をある程度コントロールできることがわかった。

4. 結論・考察

水素フリーDLC膜中の水素含有量の定量評価を行った。この手法は、実用化が急速に進んでいる従来DLC膜と同様、現在研究している水素フリーDLC膜にとっても重要な評価手法であり、今後の水素フリーDLC膜開発に貢献できるものと考えられる。

また、水素フリーDLC膜は、その名前の通り、成膜条件によっては膜中に水素を含まない(水素フリー)の膜ができることを明らかにした。

5. 引用(参照)文献等

安井治之：共鳴核反応分析(RNRA)法によるDLC膜中の水素定量評価技術，NEW DIAMOND, Vol.25, No.1 (2009) 16.