

共鳴核反応分析法による BCN 膜の水素量測定

安井治之* 広瀬幸雄** 佐々木敏彦** 栗津薫* 楢本洋***

研究の背景

近年、イオンビームを照射して材料表面に優れた機能をもつ膜をコーティングする技術が注目されている。その中でも、ダイヤモンドライクカーボン(DLC)膜は、硬さや摩擦係数などの機械的性質が優れているため、工具や金型を中心に切れ刃などの民生品へ実用化が進んでいるが、基板等との密着性は必ずしも十分ではない。そのため、工具や金型への利用は限定的であり、産業界ではさらなる特性の膜が期待されている。そこで、従来の DLC 膜よりも優れた B, C, N の三元素からなる炭窒化ホウ素(BCN)膜の成膜を検討している。

この BCN 膜は、DLC 膜と同様に B, C, N の終端が水素と結合するため、硬さ等の機械的性質が変化することが予測される。そのため、膜中に存在する水素の含有量を非破壊で定量的に測定することが必要になる。しかし、水素原子は内殻電子を持たないため、通常の内殻励起後の放出 X 線を検出する表面分析法が適用できない。そこで、高エネルギーイオンビームを利用した共鳴核反応分析(RNRA)法を利用して、BCN 膜中の水素量の定量比較を検討した。また、測定した BCN 膜中の水素量と硬さの関係についても検討した。

研究内容

マイクロ波イオン源を備えたコーティング・イオン注入複合装置を用いて、炭素(C)とホウ素(B)を蒸着しながら窒素(N)イオンを注入する IBA 法により BCN 膜を成膜した。その BCN 膜へ水素イオンを注入し、3 種類の水素注入量の異なる試料を作製した。RNRA 測定による水素量測定は、3MV タンデム加速器(日本原子力研究所)を用いた。 ^{15}N ビームを試料に照射し、 ^1H (^{15}N , ^{12}C)の核反応に伴って放出される γ 線収量を求め、膜中の水素原子の深さ分布を求めた。その結果を図 1 に示す。表面の吸着水素と膜内部に存在する 2 種類の水素のピークが確認され、水素のフラグメントイオン(H_2^+ , H^+)の定量分析が可能であることが明らかとなった。また、硬さ測定した結果(図 2)、水素イオンを注入すると、硬さ値が若干上昇することがわかった。

研究成果

IBA 法により創製した BCN 膜にマイクロ波イオン源で生成した水素イオン注入した。そして、RNRA 法により BCN 膜中の水素量の定量測定を検討するとともに膜特性を検討した結果、以下のことが明らかになった。

- (1) RNRA 測定より、BCN 膜中に存在する水素の定量分析が可能である。
- (2) RNRA 測定より、プラズマ中のフラグメントイオン(H_2^+ , H^+)の定量分析が可能になる。
- (3) 超微小硬度計による硬さ測定結果より、BCN 膜に水素イオンを注入すると、硬さ値が若干上昇する。

論文投稿

材料 2001 Vol.50 No.7 P.727-731

*機械電子部 **金沢大学 ***日本原子力研究所

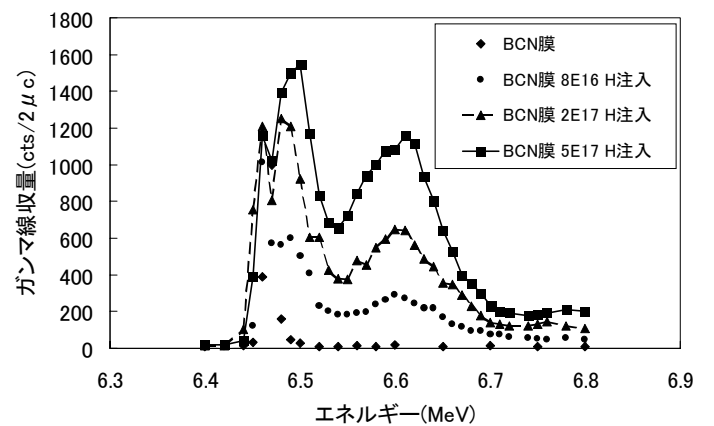


図 1 BCN 膜中の水素量測定結果

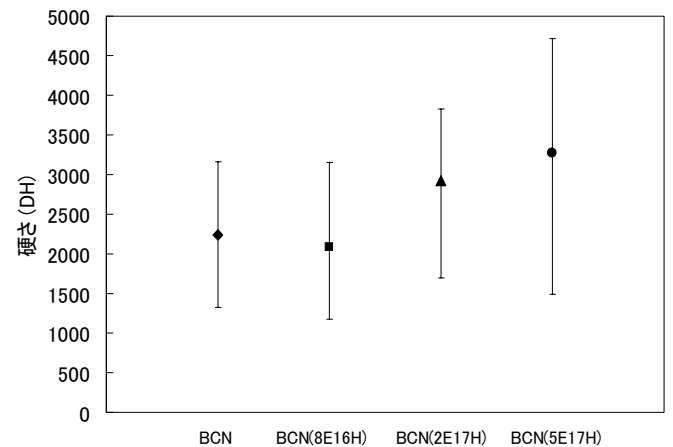


図 2 BCN 膜の硬さ測定結果