

切削工具のための超硬質炭素膜の開発

機械金属部 安井治之
 (株)オンワード技研 瀧真

1. 目的

現在実用化されている硬質炭素膜(DLC膜)は、アルミニウム合金に対して優れた摺動特性を持つが、膜中に多くの水素を含むために硬さが2000HV程度と低く、高速切削工具としての利用は困難であった。この問題に対処するため、図1に示す開発コンセプトのとおりに、DLC膜の硬さ向上のアプローチとしてハイブリッドナノダイヤモンド(HND)膜および水素フリーDLC膜に着目し、アルミニウム合金の切削工具に適した超硬質炭素膜の開発を行った。

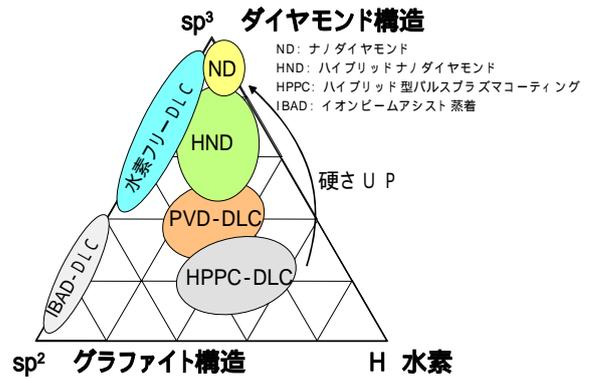


図1 ナノ炭素膜開発のコンセプト

2. 内容

2.1 膜種および水素含有量測定

従来から実用化されている炭素膜は、炭化水素系ガスを原料とするために水素を膜中に含有している。そこで「DLC膜」と、新たに硬さを向上させた「ナノダイヤモンド膜」, 「HND(ハイブリッドナノダイヤモンド)膜(DLC + ナノダイヤモンド + DLC膜の3層構造)」, さらにグラファイトターゲットを原料とした「水素フリーDLC膜」の4種類を成膜し、それぞれの膜中水素量を測定した。

水素量測定では、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)法を用いた。図2にRNRA法の概要を示す。本法は、水素原子を含む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。6.4 ~ 7.1MeVに加速した¹⁵Nイオンビーム

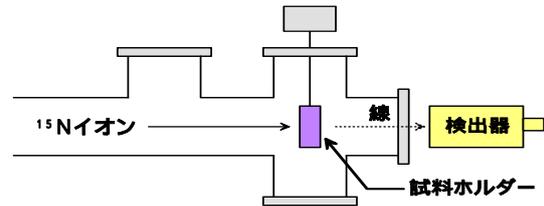


図2 RNRA法概要

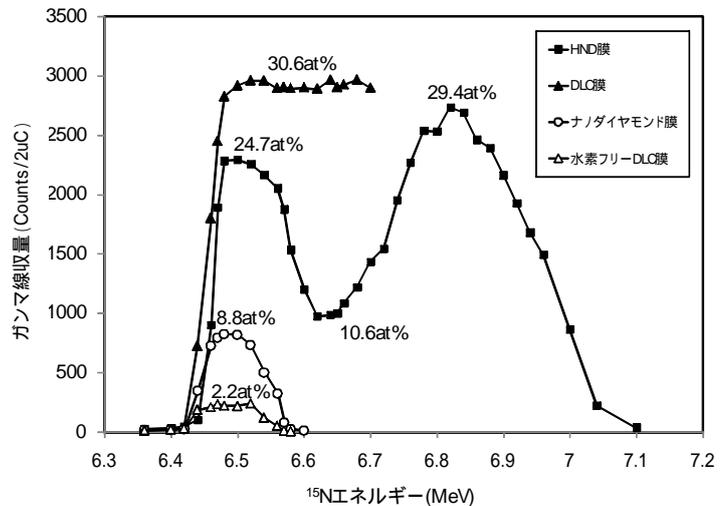


図3 RNRA法による膜中の水素含有量測定結果 (HND膜, DLC膜, ナノダイヤモンド膜, 水素フリーDLC膜)

を試料に照射したときに発生する4.43MeVのガンマ線収量測定により水素量を算出する手法である。

RNRA法による水素含有量を測定した結果を図3に示す。横軸は¹⁵Nイオンの加速エネルギーで、膜の深さ方向の情報に対応し、縦軸はガンマ線収量であり膜中の水素含有量に相当する。その結果、DLC膜は30.6at%、ナノダイヤモンド膜は8.8at%、DLCとナノダイヤモンドの積層膜であるHND膜は、DLC膜部24.7at% + ナノダイヤモンド部10.6at% + DLC膜部29.4at%の二重山状になり、水素フリーDLC膜は2.2at%であった。

2.2 切削工具への応用

前述の各種炭素膜を、それぞれの条件で切削用の超硬チップに成膜してフライス切削試験を行った。切削試験にはNCフライス盤(大阪機工製PRM2V)を用い、125mmのカッターにチップを1個装着し、切削速度267m/min、切り込み深さ

3mm、テーブル送り125mm/min、1刃当たりの送り0.18mm/toothとし、被削材にはアルミニウム合金(A5052)を用いた。比較工具として、何もコーティングしていない(ノンコート)超硬チップを用いた。切削試験の評価は、チップへのアルミ溶着の観察、切りくずのカール状態を総合的に判断し、切削距離を求めた。その結果を図4に示す。ノンコート超硬チップはアルミの溶着により20mに留まったのに対して、DLC膜は680m、ナノダイヤモンド膜は4600m、HND膜は4000mと切削距離が伸びている。さらに水素フリーDLC膜では10000m以上の切削が可能であった。この結果から、水素フリーDLC膜は切削工具として十分な性能を持つことがわかった。

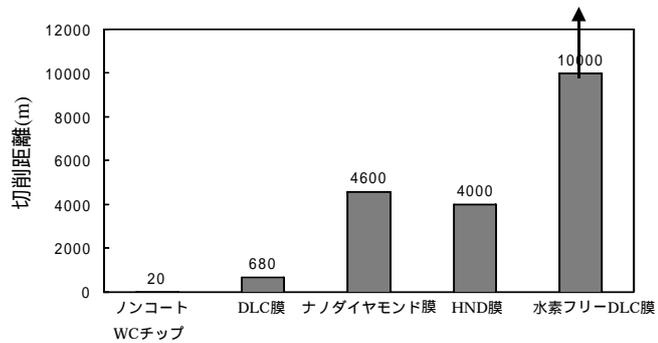


図4 各種炭素膜の切削試験結果

3. 結果

各種炭素膜の切削距離と膜中の水素含有量の関係を図5に示す。これより、水素含有量が少ない膜ほど切削距離は長いという結果が得られた。

本研究より、膜中に水素をほとんど含まない水素フリーDLC膜は、アルミニウム合金用切削工具としての性能を有していることがわかった。

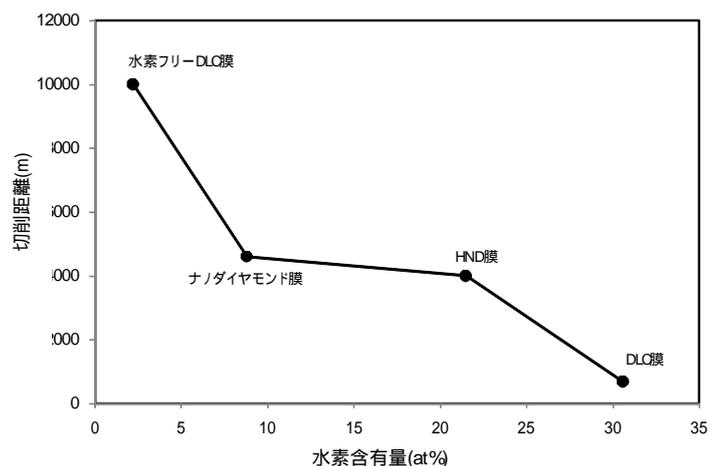


図5 水素含有量と切削距離の関係

謝辞：本研究は、独立行政法人科学技術振興機構の地域イノベーション創出総合支援事業・重点地域研究開発推進プログラム平成19年度シーズ発掘試験として、研究助成金を受けた。記して謝意を表する。