

# ガスクラスターイオンビームによる極薄膜の非接触硬度評価

Non-contact hardness evaluation of the film by Gas Cluster Ion Beam

兵庫県立大学大学院工学研究科 ○林 雅祐, 豊田 紀章, 山田 公

Grad. school of eng., Univ of Hyogo, ○Masahiro Hayashi, Noriaki Toyoda, Isao Yamada

E-mail: er14x037@steng.u-hyogo.ac.jp

## 1.はじめに

近年、極薄膜の硬度を測定する手法が様々な分野で求められており、ナノインデントなどによる薄膜評価が用いられている。ナノインデントによる硬度測定では、従来のビッカース硬度試験法に比べ薄い膜でも評価可能であるが、数十 nm 程度の膜厚は必要とされる[1]。例えばダイヤモンド・ライク・カーボン(DLC)はハードディスクの表面保護膜などに用いられるが、現状の膜厚は 2nm 程度であり、極薄膜での評価が困難である。そこで本研究ではガスクラスターイオンビーム(GCIB)による非接触硬度測定を検討した。GCIB は数千個のガス原子が塊となったイオンであり、高密度エネルギー付与のため、図 1 のように衝突部に深さ数 nm ほどのクレーター状の照射痕を形成する。クレーターの径  $d$  や深さ  $h$  は照射エネルギー  $E$  と表面の硬さ  $H$  に対して  $h \propto \left(\frac{E}{H}\right)^{\frac{1}{3}}$  の関係があるため、硬度評価に用いることが可能である[2]。本研究では DLC 薄膜やその他の硬度が異なる試料に GCIB 照射を行い、原子間力電子顕微鏡(AFM)を用いて測定したクレーター径及び深さから薄膜の硬度を評価することを検討した。

## 2.実験結果及び考察

DLC 薄膜、 $\text{SiO}_2$ 、Si、Cu の各試料に Ar-GCIB を、加速電圧 30[kV]、イオン化電子電圧 25[V]、イオン照射量  $1.2 \times 10^{11}$  [ions/cm<sup>2</sup>] の条件で照射し、AFM によって表面クレーター径及び深さの測定を行った。AFM 観察から、直径数十 nm のクレーターが観察された。図 2 に AFM 測定から求めた各種材料上に形成されたクレーター径・深さとビッカース硬度との関係を示す。硬度の  $H^{-1/3}$  にしたがってクレーター径・深さが減少していることがわかる。講演では硬度の違う DLC 膜についても、本手法で評価した結果を報告する予定である。

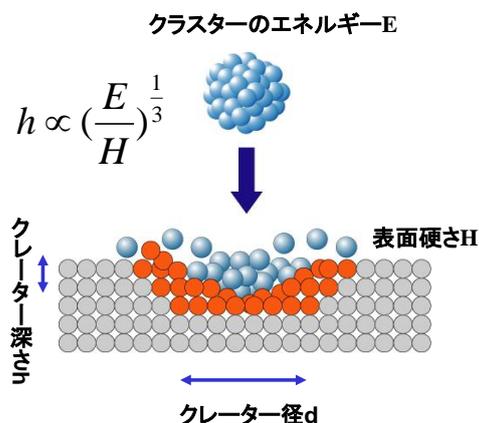


図1. GCIB照射とクレーター生成

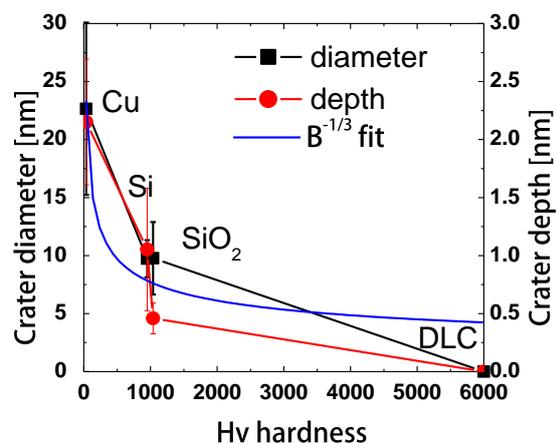


図2. Ar-GCIB照射によって各種材料に形成されたクレーター深さ・直径とビッカース硬度の関係

[1] R.Kokawa,H.Nakajima,T.Inoue, J. Surf. Finish. Soc. Jpn,**63**, 681 (2012)

[2]Z.Insepov,R.Manory,J.Matsuo,I.Yamada,Phys. Rev. B, **61**, 8744 (2000)