



ガスクラスターイオンビーム照射された炭素系薄膜の構造分析

所属	兵庫県立大学	ビームライン	BL05
利用者氏名	豊田 紀章	利用分野	産業分析
利用年度	2013～2015年度	活用技術	X線吸収分光

利用成果の概要

HDDのメディア表面に用いられるDLC薄膜の極表面層のフッ化について研究を行っている。極表面層のみのフッ化を行うため、数eV程度の超低エネルギーイオンビームを実現するガスクラスターイオンビーム(GCIB)照射を行い、NEXAFS測定により表面フッ化について調べた。サンプルは、Chemical Vapor Deposition (CVD)法で作製された膜厚6nmのDLC薄膜に、CF₄ガス雰囲気中でAr-GCIBを照射することで作製した。CF₄雰囲気中でAr-GCIBを照射することで、大気中でも安定なC-F結合が形成されることが分かった。

〈利用目的〉

ダイヤモンドライクカーボン(DLC)膜は、優れた硬度、安定性、緻密性を持つため、各種保護膜として利用されている。その中でも、ハードディスクドライブ(HDD)のメディアやヘッドの保護膜としてDLCが最表面に成膜されている。HDDの記録密度の増大に伴い、ヘッド・メディア間距離も小さくするため、DLC保護膜やその上のフッ素系潤滑剤の厚さを低減する必要があるが、現状でもDLC膜厚が数nmであり、限界に達しようとしている。

そこで、本研究では、DLC最表面をガスクラスターイオンビーム(GCIB)でフッ化することにより、DLC保護膜と潤滑層を兼ねた構造を形成し、ヘッド・メディア間距離の低減を目指した。GCIBは数千個のガス原子・分子が結合した粒子であり、一原子あたりのエネルギーを数eVに低減でき、また数千個の原子に限られた領域に同時に衝突するため、高密度のエネルギー付与が可能である。このため、低温かつ低損傷で表面反応を促進することが可能となる。CF₄ガス雰囲気下でAr-GCIBをDLC膜に照射後、表面フッ化状態をNEXAFS測定することで評価した。

〈実験方法〉

試料はCVD法で2.5インチメディア上に形成した膜厚6nmのDLC膜を用いた。GCIBのガスにはArを用い、Ar-GCIB照射中の雰囲気ガスとしてCF₄ガスをバリアブルリークバルブから照射チャンバーに供給した。CF₄分圧は 6.7×10^{-3} Paである。Ar-GCIBの加速電圧は7から20kV、照射量は 4×10^{14} ions/cm²である。GCIB照射後、ニュースバルBL05においてNEXAFS測定を、C-K吸収端(280-320eV)およびF-K吸収端(670-740eV)に対して全電子収量法で行った。

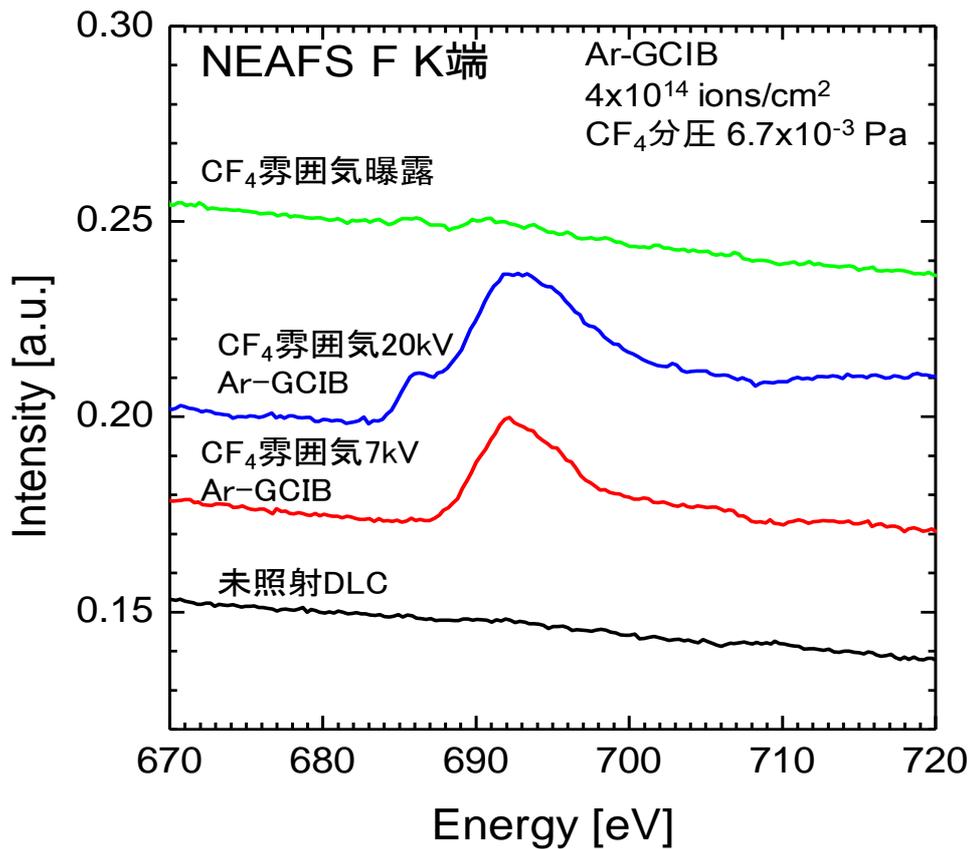
〈実験結果〉

図に未照射、CF₄雰囲気曝露のみ、CF₄雰囲気下で7kV Ar-GCIB照射、CF₄雰囲気下で20kV Ar-GCIB照射後のDLC表面のNEXAFS F-K吸収端ピーク付近のスペクトルを示す。未照射およびCF₄雰囲気曝露のみのDLC膜表面では明瞭なフッ素ピークは現れなかった。これは、CF₄分子はDLC膜に吸着するため、真空から取り出した直後はフッ化された表面が現れるが、大気中での搬送により容易に脱離したためと考えている。一方、CF₄雰囲気中でAr-GCIBを照射した場合、690eV付近にC-F結合に起因するピークが現れている。このC-F結合は大気中でも安定であり、DLC膜に吸着したCF₄分子がAr-GCIB照射により安定な結合をDLC膜と形成したと考えられる。

〈今後の見通し〉

今回の測定で、CF₄ガス雰囲気中でAr-GCIBをDLC膜に照射することにより、大気中でも安定なフッ化DLC表面を形成できることを明らかにし、NEXAFS測定がDLC膜のフッ化状態の評価に有効であるとの指針を得た。また、DLC膜下の磁性膜の磁気特性を評価した結果、GCIB処理後もほぼ特性に変化がないことから、低損傷でのDLC最表面フッ化が可能であることが分かり、実デバイスへの波及効果が期待される。今後、GCIBによるフッ化メカニズムの解明や実デバイスへの適用に向けてもNEXAFS測定を有効活用していきたい。

<図面等>



図：未照射、CF₄雰囲気曝露、CF₄雰囲気7kV Ar-GCIB照射、CF₄雰囲気20kV Ar-GCIB照射されたDLC表面におけるF K端NEXAFSスペクトル。

問い合わせ先

兵庫県立大学 高度産業科学技術研究所
ニュースバル放射光施設 共用促進室

〒678-1205 兵庫県赤穂郡上郡町光都1-1-2
TEL : 0791-58-2543 FAX : 0791-58-2504
E-mail : kyoyo@lasti.u-hyogo.ac.jp