

3D-SFM を用いた磁気ディスク上における潤滑剤分子の 3 次元吸着構造計測 Three-dimensional adsorption structure of lubricant molecules on magnetic disk measured by 3D-SFM

◦中嶋 脩貴¹、宮澤 佳甫¹、豊田 真理子¹、相方 良介²、清水 豪²、曾田 孝雄²、福間 剛士^{1,3}
(1.金大理工、2.株式会社 MORESCO、3.ACT-C)

◦N. Nakajima¹, K. Miyazawa¹, M. Toyoda¹, R. Sagata², T. Shimizu², T. Soda², T. Fukuma^{1,3}
(1. Kanazawa University, 2. MORESCO Corporation, 3. ACT-C)

E-mail: nnakajima@stu.kanazawa-u.ac.jp

近年、液中で高い分解能を持つ周波数変調原子間力顕微鏡 (FM-AFM) をベースとして、固液界面における 3 次元力分布を計測できる 3 次元走査型力顕微鏡 (3D-SFM) が開発された。この手法により、水和構造や分子揺動構造を可視化できることが、比較的単純な構造を持つ試料表面において示されてきた。しかし、この技術を実社会における産業材料・技術開発に応用していくためには、より複雑な構造を持つ実在量の計測を実現する必要がある。

ハードディスクドライブ (HDD) 用の磁気ディスク表面には、磁性膜と磁気ヘッドの衝突による損傷のリスクを軽減するために、磁性膜上に厚さ 3-5 nm のカーボン層と、厚さ 1-2 nm の perfluoropolyether (PFPE) 潤滑層が形成されている (図 1(a))。現在、HDD のさらなる大容量化を目指して、潤滑層の薄膜化が強く求められている。そのためには、カーボン膜状の潤滑剤分子 3 次元吸着構造を分子レベルで理解することが求められる。そこで本研究では、3D-SFM を用いて磁気ディスク上の潤滑剤分子の 3 次元吸着構造計測に取り組んだ。

本研究では、PFPE 潤滑剤の使用されている市販の HDD のディスクを分割して試料とした。図 1(b)、(c)に 3D-SFM を用いて計測された 3 次元周波数シフト像とその XZ 断面像を示す。この断面像には、分子スケールの繊維状コントラストが観察されており、潤滑剤分子が折り重なっている様子を反映しているものと考えられる (図 1(d))。このような複雑な 3 次元分子吸着構造をサブナノスケールの分解能で直接実空間観察した例はこれまでになく、本技術の新たな応用の可能性を示す重要な結果となった。今後、力分布像に見られるコントラストと、真の分子吸着構造との関係については慎重に議論を進める必要があるが、従来からあるシミュレーションや分光学的手法と相補的に利用することで、様々な学術・産業分野で利用される分子吸着層の 3 次元構造解析に大きな進展をもたらすことが期待される。

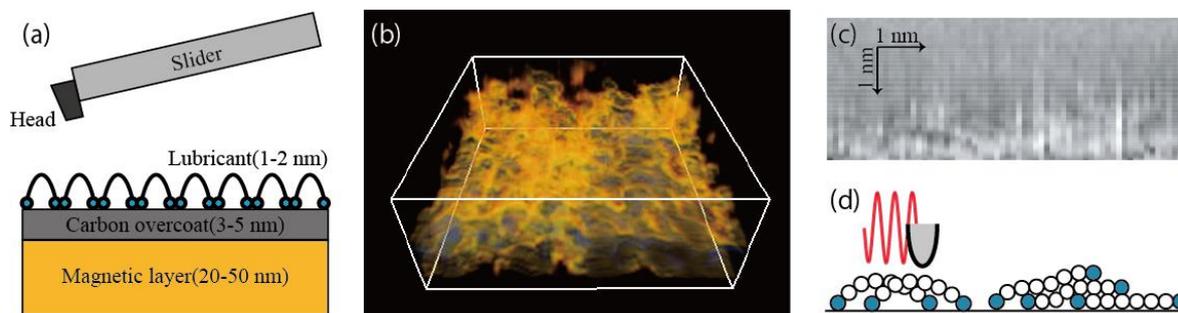


Fig.1: (a) Structure of a HDD. (b) 3D Δf image of a lubricant layer. (c) XZ cross section of the 3D Δf image shown in (b). (d) Possible model of adsorption structure of the lubricant molecules.