

【ノート】

【令和7年度 放射光施設利用促進事業】

HDDプラッタの層構造解析

内海 宏和、伊藤 桂介、曾根 宏
材料開発・分析技術部

放射光の特性を活用したX線光電子分光の応用可能性を検討した。対象として多層膜構造を持つハードディスクのプラッタを選定し、3GeV高輝度放射光施設 NanoTerasuにおいて硬X線光電子分光分析 (HAXPES) を実施した。高エネルギー放射光の特性を生かして分析を実施し、埋もれた界面である非磁性中間層を検出することができた。

キーワード: 放射光、光電子分光、角度分解HAXPES、ハードディスクプラッタ

1 緒言

X線光電子分光法(XPS)は、固体表面を分析する表面分析手法の一つである。固体表面にX線を照射し、光電効果によって放出される光電子の運動エネルギーを測定する。この電子のエネルギーを測定することで、表面原子の組成、化学状態を解析する。XPSにおける分析深さは、光電効果により放出される光電子の平均自由行程に依存する。ラボXPSでは、励起源としてMgK α 線(1253.6 eV)やAlK α 線(1486.6 eV)が用いられており、光電子の運動エネルギーはこれ以下であることから、電子の運動エネルギーと平均自由行程の関係より、分析深さは約2nm以下と見積もられる¹⁾。これよりも深い位置の分析は、イオン照射によるスパッタリングを併せて用いるが、これにより組成の変化や化学結合に関する情報が損なわれるおそれがある。一方、固体内における電子の平均自由行程は、その運動エネルギーとともに変化することから、放射光のような高エネルギーX線を用いると、非破壊でより深い領域まで分析が可能となる。本研究では、放射光の高エネルギーを生かした硬X線光電子分光分析(HAXPES)の有用性を検討した。

2 調査内容

2.1 ハードディスクプラッタの層構造観察における課題

ハードディスクドライブ(HDD)のプラッタは、データ記録密度の向上に伴い、より複雑で精密な多層構造を有している。特に、磁気記録層、中間層、下地層などの各相の組成や界面状態は、磁気特性や記録性能に直接

影響を与える重要な因子である。層構造を観察するには、試料を切断、研磨したうえで電子顕微鏡を用いるのが一般的であり、手間と時間を要するうえに試料が破壊されるという課題がある。ラボXPSによるデプスプロファイル測定では、スパッタリングによる膜質変化や界面混合が生じる可能性があり、埋もれた界面や深部層の解釈には注意を要する。そこで、検出角度を変化させてHAXPES測定を実施し、HDDプラッタの多層膜構造を非破壊で評価することを試みた。

2.2 放射光施設における測定

測定は、3GeV高輝度放射光施設 NanoTerasuのビームラインBL09Uにて実施した。使用したX線のエネルギーは5.95 keVとし、試料はメーカーと製造時期が異なる2種類のHDDプラッタで、それぞれ8mm角に切り出した。試料の厚さは1.5 mmで、基材はアルミニウムで表面には多層膜が形成されている。光電子検出角10°、20°、37.5°、55°、72.5°、88°のそれぞれでワイドスキャンを取得した。検出角が大きいほど、深い領域の情報が得られる。エネルギーステップは200 meV、積算回数は2~4回とし、検出器のダイナミックレンジに応じて入射フィルターを調整した。

図1に、検出角度を変化させた場合のワイドスキャンの結果を示す。検出角度88°では、2種類の試料でピーク位置は同一であった。試料Aは、検出角度が55°以上でRuが検出された。これより小さい角度ではRuが検出されなかった。また、試料Bは検出角20°からRuのピークが観察され、それより大きい角度では、試料Aに比べRuのピークがより強く観察された。これらから、両試料の多層膜は同一の構成元素から成ること、表面から

離れた層にRuが含まれていること、2種類の試料で多層膜を構成する各層の厚さが異なることが示唆された。試料AのラボXPS結果では、Ruが検出されなかったことから、HAXPESはラボに比べてより深い領域の情報を得ること可能であることを確認できた。このように、試料の前処理が簡便にも関わらず、表面多層膜の情報を得られることがわかった。

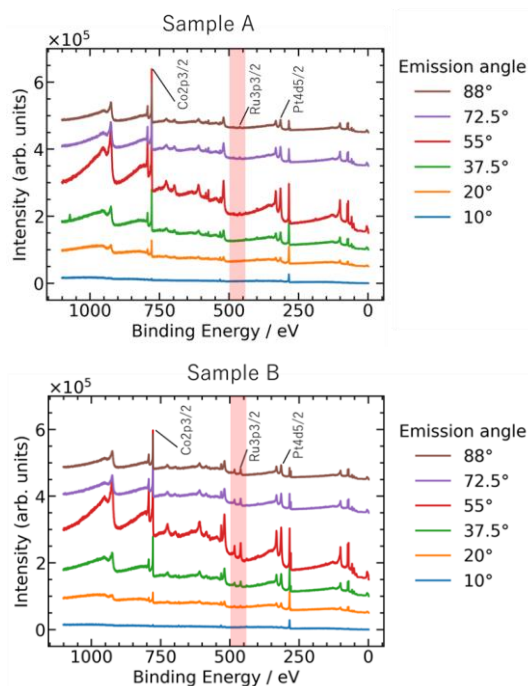


図1 検出角度を変化させた場合の
ワイドスキャン結果

3 結言

本調査研究では、放射光の高エネルギー特性を活かし、HDDプラッタの多層膜のHAXPES測定を実施した。特に、表面には存在しないRuを含む層を検出できることを示した。この手法は、表面近くの埋もれた界面の情報を非破壊で得るための分析手段として、性能評価や不良解析への応用が期待される。

参考文献

- 1) H.Yamamoto:BUNSEKI KAGAKU vol.69,No7・8 pp.399-409(2020)