

斜入射X線回折法によるガスクラスタイオンビーム加工の表面損傷の評価

(株)日立製作所 平野辰巳

tatsumi.hirano.nm@hitachi.com

記録密度の高い磁気ディスク装置の開発には、ヘッド浮上面を超平坦化する高度な加工技術が必要となる。そこで、低損傷加工と超平坦化が可能なガスクラスタイオンビーム(GCIB)に着目した。SIMS による組成分析により、加工損傷を3nm以下に低減できることがわかった。しかし、SIMSではGCIB照射が結晶構造に与える影響を評価できない。そこで、斜入射X線回折法を用いて、GCIB照射したPtMn磁性膜の表面損傷を評価した。試料はSi基板上に成膜したPtMn(膜厚60nm、無配向、fcc構造)を用い、基板面法線に対するGCIBの照射角を変数とした。斜入射X線回折法により、試料へのX線の侵入深さを制御しながら、その薄膜回折と面内回折から歪を評価した。

アズデポの試料Aでは、膜全体で+0.4%の圧縮歪となり、最表面で-0.4%の引張歪となっている。照射角0度の試料Bでは、膜全体の歪は+0.1%程度(圧縮)と小さくなり、応力が緩和したことを示している。この照射条件では損傷が大きいことがわかる。一方、照射角80度の試料Cの歪分布は試料Aの分布と類似しており、GCIB照射の低損傷加工が実現されていることがわかった。本研究の一部は新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託を受けて行われたものである。

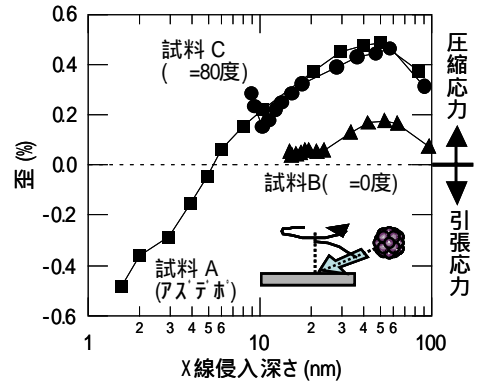


図1 歪のX線侵入深さ依存性

斜入射X線回折法によるガスクラスタイオンビーム加工の表面損傷の評価

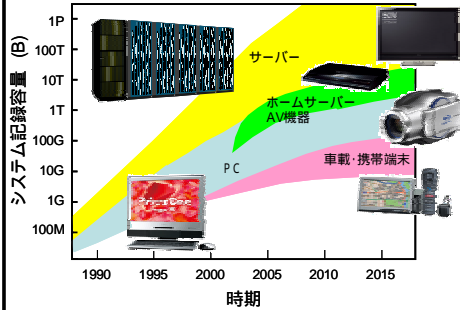
平野辰巳

(株)日立製作所 日立研究所

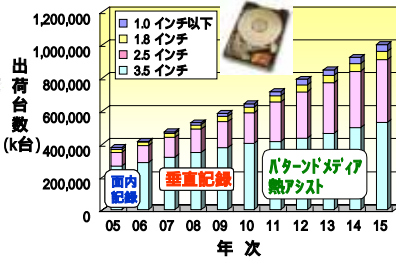
070911 第4回SPring-8産業利用報告会

磁気ディスク装置(HDD)の動向

【HDD市場の多様化】



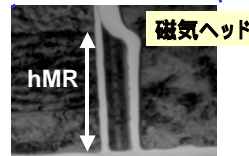
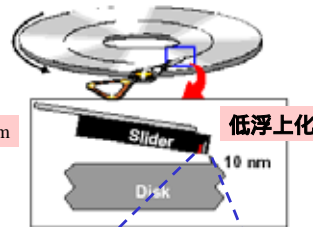
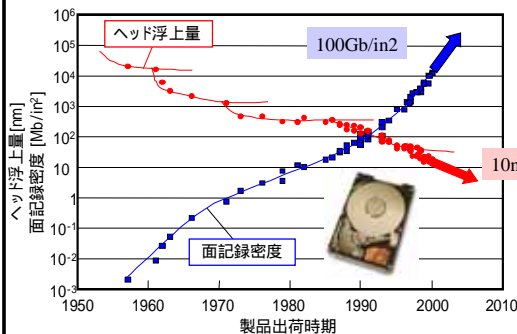
【全HDD出荷台数の推移予測】



- ・ 堅調な市場拡大
- ・ 2006年度から垂直磁気記録方式

IT総研「IT関連市場調査プログラム」より

HDD磁気ヘッドの浮上面加工の課題



浮上面加工の課題

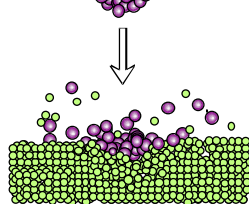
- 超平滑面
- 低ダメージ

➡ ガスクラスタイオンビーム加工の検討

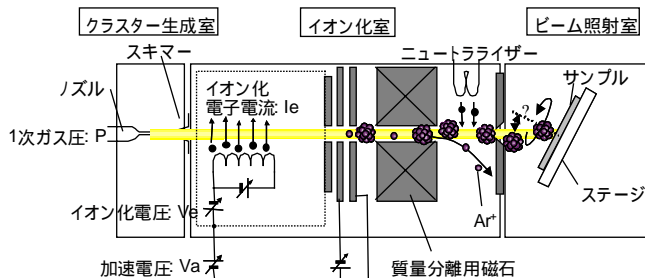
↑ 浮上面加工

GCIB(ガスクラスタイオンビーム)の概要

ガスクラスタイオン(Ar)

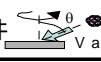


- ・ 低エネルギーのモノマーに分解
- ・ 高速なスパッタエッチ
- ・ ラテラル(横方向)スパッタエッチ
- ・ 低ダメージ加工



測定試料及び加工損傷評価項目

表1 試料

試料番号	照射条件 
# 4	as deposited
# 5	=0°, Va=20kV Dose=5x10 ¹⁵ cm ⁻²
# 6	=80°, Va=20kV Dose=5x10 ¹⁵ cm ⁻²

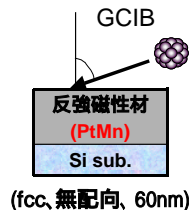
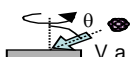
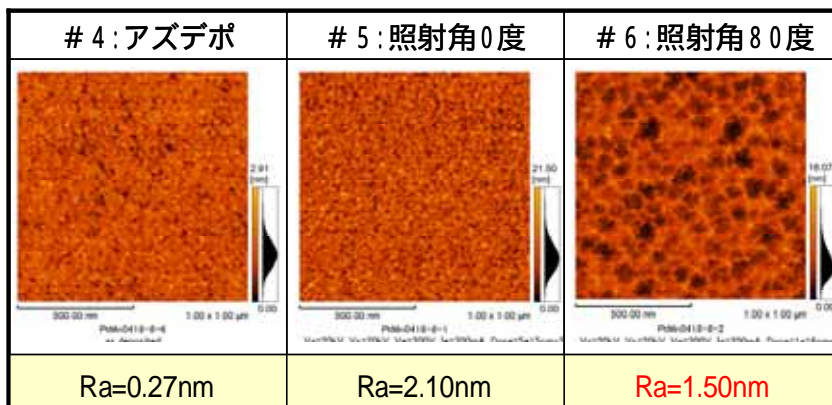


表2 評価項目と評価装置

評価項目	面粗さ	ツツク量	組成ずれ	結晶構造
評価装置	AFM X線反射率	蛍光X線 X線反射率	SIMS X線反射率	微小角入射X線回折 (SPring8利用)

AFMの測定結果

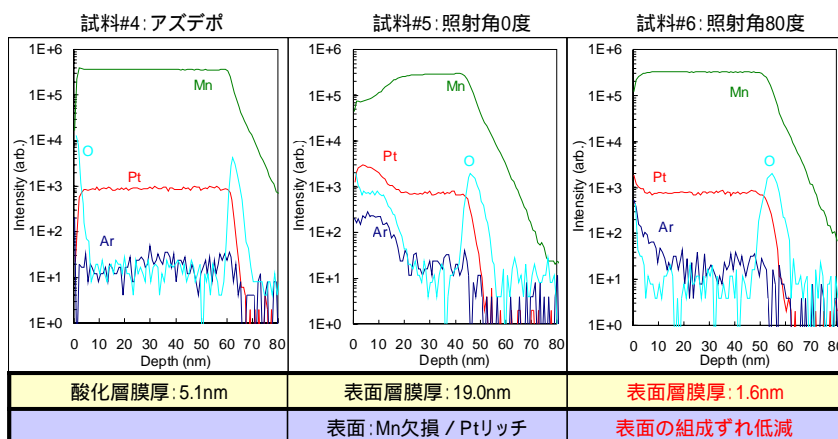
Atomic Force Microscopy: サブnm表面凹凸形状



照射角: 0度 80度で平坦化実現

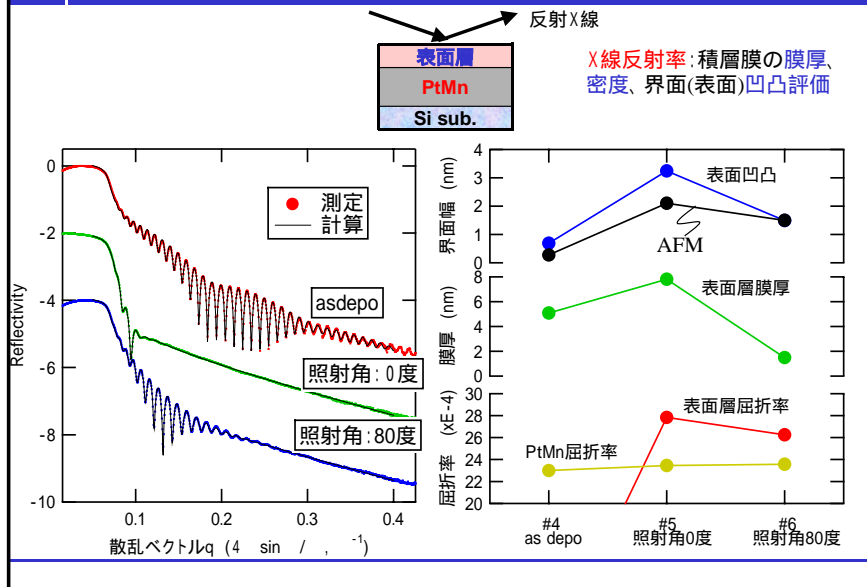
SIMSの測定結果

Secondary Ionization Mass Spectrometer: 元素深さ分析

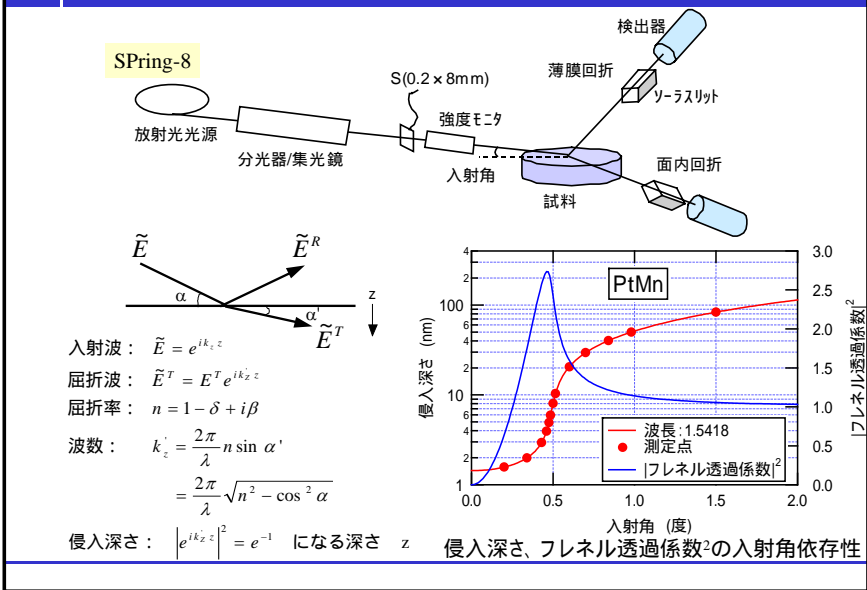


課題: 加工ダメージ層の結晶構造、厚さの定量評価は困難。

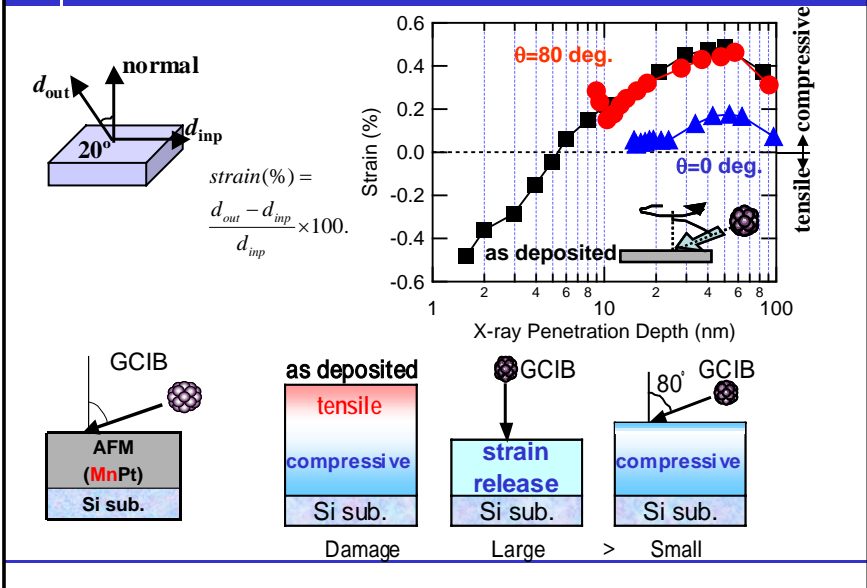
X線反射率の解析結果



斜入射X線回折とX線の侵入深さ



斜入射X線回折の解析結果



まとめ

磁気ヘッド浮上面の低損傷加工を目的に、微小角入射のX線回折、AFM、SIMS、X線反射率の手法を用いて、ガスクラスタイオンビーム(GCIB)照射によるPtMn膜(fcc構造、無配向)の加工損傷を評価した。

- (1) 微小角入射の薄膜回折と面内回折の併用により、膜歪の深さ分布の評価が可能となった。
- (2) GCIBの照射条件の最適化により、加工ダメージ層: 1nm程度の低損傷な加工が実現できる。

謝辞

角田茂、上田和浩
(株)日立製作所

松尾二郎、瀬木利夫、二宮 啓、羽田真毅
京都大学量子理工学研究実験センター

NEDO: 次世代量子ビーム利用ナノ加工プロセスで実施