

Bi系高密度光記録材料薄膜の 深さ方向の組成分布解析

利用者 鳥飼 直也¹, 谷 克彦², 林 嘉隆², 今瀬 肇³

所属 ¹高エネルギー加速器研究機構, ²リコー研究開発本部, ³茨城県企画部

1. はじめに

Bi系の高密度光記録材料は、青色レーザーに対応できる興味深い材料である。しかしながら、そのキャラクターゼーションはまだ十分なされていないのが実状である。X線反射率測定なども実施しているが、X線のBに対する散乱断面積が小さいため、薄膜中のBの定量にはとりわけ困難を伴う。しかし、中性子をプローブとする反射率測定を用いることにより、基板上的薄膜試料のみならず、下地層や保護層のある積層構造に対しても、非破壊でこれらの分布構造を評価できる可能性がある。本課題では、X線および中性子をプローブとする反射率測定を併用し、シミュレーションを行うことで、他の測定手法を使っては困難な膜厚深さ方向の界面構造や組成分布変化などを解明する。これらの把握は光記録材料の性能向上に大きく寄与できるものと期待される。

2. 実験方法

試料：Si(100)基板に、スパッタリングにより保護層(10nm) ZnS・SiO₂、記録層(20nm) BiBSbTeO、保護層(10nm) ZnS・SiO₂ (あるいはSiN) の形成を行った。試料サイズは10mm×40mm。

測定条件：中性子反射率測定には、JRR-3原子炉のC2-2ビームラインに設置されたSUIREN中性子反射率計を用いた。モノクロメータPG(002)により単色化された波長3.82 (Δλ/λ=1.3%) の中性子を用い、-2 スキャンを行うことにより試料薄膜からの鏡面反射を観測した。

3. 実験結果

Fig.1に、保護層として各々ZnSSiO₂及びSiNを用いた場合の中性子反射率(NR)プロファイルと比較する。これにより最上層(厚み10nm)の物質の違いによりNRプロファイルに違いが生じることが判った。このことは、NR測定およびスパッタリングを用いた試料調製の確からしさを支持する。また、Fig.2に示された同じ薄膜試料に対し得られたX線反射率プロファイルでも保護層の違いによる影響が顕著に見られた。保護層がZnSSiO₂の薄膜で得られたX線反射率プロファイルに対するモデル解析の結果をFig.3に構造パラメータと共に示す。しかし、保護層がSiNの薄膜の場合には、X線反射率プロファイルと同様の3層モデルでの解析を試みたが良いフィッティングの結果を得ることが出来なかった。これにより、保護層にSiNを用いた場合に、保護層と記録層(BiBSbTeO)の間に拡散遷移層の形成が示唆され、Bの識別により効果的な中性子反射率法の解析と合わせ今後検討が進められる。

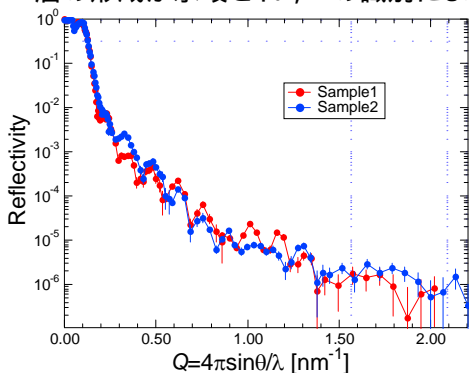


Fig.1 中性子反射率測定結果

<Sample1>

ZnSSiO ₂ (10nm)
BiBSbTeO (20nm)
ZnSSiO ₂ (10nm)
Si(100)

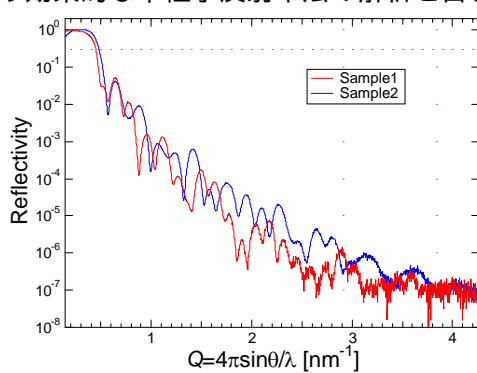


Fig.2 X線反射率測定結果.

<Sample2>

SiN (10nm)
BiBSbTeO (20nm)
ZnSSiO ₂ (10nm)
Si(100)

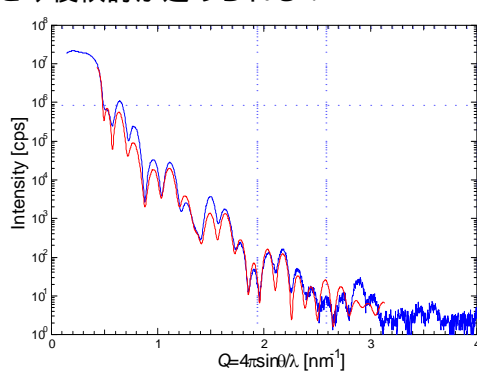


Fig.3 試料1のX線反射率(青線)とそのシミュレーション(赤線)

	密度g/cm ³	膜厚nm	界面粗nm
ZnSSiO ₂	4.21	12.05	0.93
BiBSbTeO	6.30	21.59	0.82
ZnSSiO ₂	3.06	11.96	1.26
Si	2.33		

4. まとめ

本課題ではBi系の高密度光記録材料薄膜を中性子およびX線反射率測定の併用により調べ、保護層に用いる物質によって薄膜中の層構造に違いが生じること(層間に拡散遷移層の形成)が判った。より広い空間領域を調べられるX線とBの識別に力を発揮する中性子を組み合わせることにより、それぞれ単独の測定より精度の高い構造解析を実現することが出来る。

Bi系高密度光記録材料薄膜の深さ方向の組成分布解析

利用者 谷 克彦¹、林 嘉隆¹、今瀬肇²
 所属 ¹(株)リコー、²茨城県企画部

1. はじめに

Bi酸化物系薄膜は、光記録材料として興味深い材料である。記録層と保護層界面の遷移層の評価の目的で、単純な層構造のモデル試料を作製し、このモデル層構造におけるB原子の拡散状態を、中性子反射率計を用いて解明することを狙った。薄膜中のBの定量はX線反射率だけでは困難であるが、Bは中性子に対して大きな散乱長を有するので、中性子反射率を併用することでより正確な情報を得ることが期待される。

2. 実験および結果

モデル試料は、Bi₂O₃およびBi₄B₂O₉の20nm単層膜を、スパッタリングによりSiウエハー上に形成したものと、これらの上に8ZnS・2SiO₂層をスパッタリングにより形成した2層構造のものがある。

中性子反射率計SUIRENを用い、 $\lambda = 3.8$ の熱中性子を用いて行った。中性子反射率の解析にはParratt32 (v.1.6)を用いた。

結果を図1(a)(b)、図2(a)(b)に示す。まず、単層膜の反射率を解析し、Bi₂O₃およびBi₄B₂O₉の散乱長密度を求めた。散乱長密度の実部と虚部を表1に示す。次にこれらの散乱長密度を固定し、各2層膜で8ZnS・2SiO₂の散乱長密度を求めた。結果を表1に示す。表内の()付きで示した値は、Bi₄B₂O₉に対する2層膜での値である。

2層膜の反射率カーブのフィティングは、表1の散乱長密度でほぼ良い一致が得られるのだが、 $q = 0.04$ のディップ近傍に不一致が生じる。そこで10nm近傍の界面の散乱長密度に指数関数型の遷移層を仮定して、再度シミュレーションの試行錯誤を行った。その結果、図2(a),(b)下図プロファイルに示されるような低散乱長密度の界面層が形成されていることが判明した。

表1. 求めた散乱長密度

	[Å^{-2}]	Im
Bi ₂ O ₃	3.908e-6	3.287e-7
(Bi ₄ B ₂ O ₉)	4.064e-6	1.852e-7
8ZnS・2SiO ₂	2.268e-6 (1.8e-6)	6.53e-7 (5.59e-7)

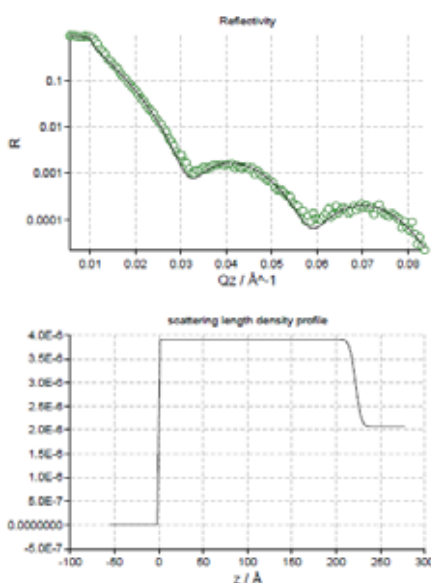


図1(a) Bi₂O₃ / Si

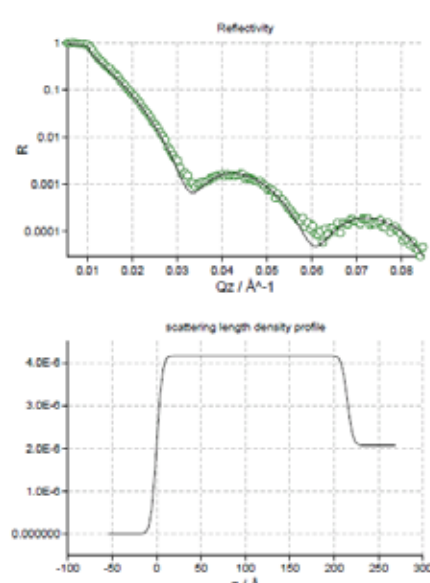


図1(b) Bi₄B₂O₉ / Si

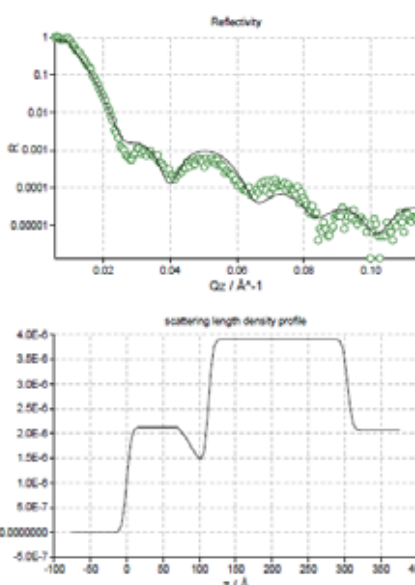


図2(a) 8ZnS・2SiO₂ / Bi₂O₃ / Si

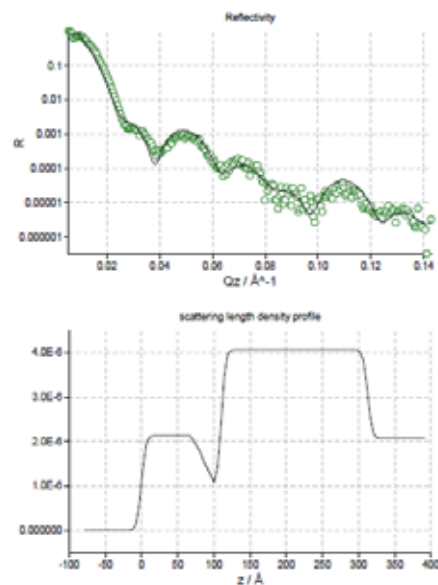


図2(b) 8ZnS・2SiO₂ / Bi₄B₂O₉ / Si