

実施課題番号:2007A1937

実施課題名:微小角入射 X 線小角散乱法を用いた非晶質酸化物半導体薄膜トランジスタ材料の構造解析

実験責任者:キヤノン株式会社 先端融合研究所 高田 一広

使用ビームライン:BL46XU

1. 背景及び目的

近年液晶やプラズマに代表される大型フラットパネルディスプレイの駆動では、アモルファスシリコンや多結晶シリコンといった、シリコン材料ベースの薄膜トランジスタ(TFT:Thin Film Transistor)が用いられている。これら TFT を作製した際の性能を示す電界効果移動度(以下移動度と記載)は、多結晶シリコンで $100\text{cm}^2/\text{Vs}$ 程度、アモルファスシリコンで $\sim 1\text{cm}^2/\text{Vs}$ であるが、いずれも一般的に高温のプロセスが必要となる。

現在、活発に研究されている有機 TFT などは、低温での成膜が容易であり、将来的に熱に弱いプラスチック等を基板に用いたフレキシブルディスプレイ等への応用が想定されている。しかしながら、有機 TFT に用いる有機半導体の移動度は $1\text{cm}^2/\text{Vs}$ 程度であり、アモルファスシリコン TFT に対しての性能面での優位性はあまりない。

弊社が開発を進めているアモルファス In-Ga-Zn-O 半導体薄膜¹⁾は移動度が約 $12\text{cm}^2/\text{Vs}$ と、アモルファスシリコン半導体と比較して 10 倍以上の大きな値を示し、室温での薄膜形成が可能であるという特徴を有している。

しかしながら本材料における伝導機構については未だ解明されていないことが多く、高性能な TFT を作成するにあたり、構造を十分に把握し、伝導機構を明らかにすることは重要な課題である。

我々は、移動度がアモルファスシリコン半導体と比較して 10 倍以上の大きな値を示し、低温での薄膜形成が可能である新規な非晶質透明半導体 InGaZnO に関する研究を行っている。この材料に対する各種検討から、ある成膜条件において膜中に一定の大きさの密度揺らぎが形成される場合があることがわかってきた。膜中に密度揺らぎが存在すると、境界部での電子の散乱が大きくなり、移動度が低下してしまう。そこで、どのような条件下でどのような密度揺らぎが発生するか、並びにそれらが移動度にどのような影響を与えるかについて考察することは、安定な成膜プロセスを形成するために重要である。

そこで本課題では、このような問題の基本的なデータを取得するために、異なる基板上に成膜した非晶質薄膜に対して微小角入射の X 線小角散乱測定(Grazing Incidence Small Angle X-ray Scattering:GISAXS)を用いて検討を行った。

2. 実験概要及び結果

試料は InGaZnO 薄膜を Si 基板及びガラス基板上に 20nm 程度成膜した試料を用いた。測定は BL46XU の多軸回折計を用い、入射 X 線エネルギーは 12keV を用いた。入射 X 線をス

リットで 0.2mm(W) × 0.1mm(H) に整形し、入射角は試料の全反射臨界角以下の 0.15° 程度に設定した。受光側は 2 スリット光学系を用いた。スリット条件を最適化することで、寄生散乱を低減し、基板面内方向の散乱角 (2θ) 0.06° からの測定を行った。

図1に、Si 基板とガラス基板の上に同様に成膜した薄膜の散乱プロファイルの結果を示す。得られた散乱プロファイルからは、基板には見られない散乱プロファイルが見られることから、同じ成膜条件でも下地の影響を受けてその上に形成される InGaZnO 薄膜の構造が同一ではないことがわかった。密度揺らぎ構造の大きさとその分布状態については現在解析中である。

3. 謝辞

本実験の実施に際し、高輝度光科学研究センター廣沢様、小金澤様に多大なご協力をいただきました。この場を借りて厚くお礼を申し上げます。

4. 文献

1. H.Yabuta et.al, Appl.Phys.Lett, 89, 112123(2006).

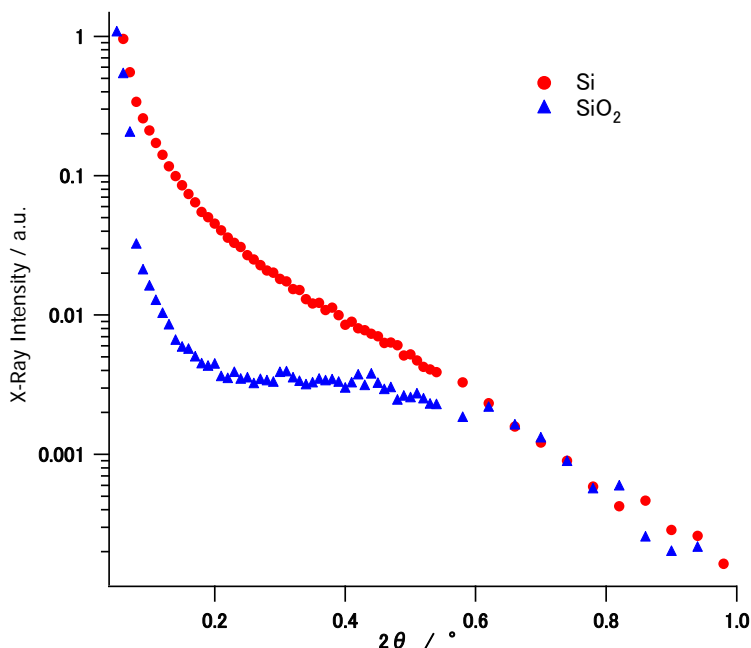


図1:小角 X 線散乱プロファイル