

## Si 基板上 a-C:H 膜の X 線散乱による構造解析 Structure Analysis on a-C:H on Si Substrate by X-ray Diffraction

光成 正

Tadashi Mitsunari

東京エレクトロン テクノロジーソリューションズ  
Tokyo Electron Technology Solutions Ltd.

半導体プロセス工程に用いられるアモルファス材料の物性把握を目的として、Si 基板上に成膜した水素化アモルファスカーボン (a-C:H) 薄膜の微小角入射 X 線散乱測定を実施した。結果として、カーボン薄膜起因の散乱ピークの観測が出来た。一方今回の測定では、ピーク強度が十分に高くなく、シミュレーション解析用のデータとしては不十分のため、今後透過法での測定や、よりビーム強度の高いビームラインでの測定を検討する。

キーワード： a-C、X 線散乱

### 背景と研究目的：

アモルファス材料の特徴性をつかむ手段として、高強度 X 線による散乱光強度角度依存性により得られる動径分布関数とリバースモンテカルロ法によるシミュレーションを組み合わせて、アモルファス膜中の特徴構造を同定する手法が報告されている[1]。我々は、半導体プロセス工程において、種々の目的で使い分けられるアモルファス材料の、膜質差異に関する知見を得るために、放射光から得られる高強度 X 線を用いた、アモルファス材料薄膜の動径分布関数の取得に取り組んでいる。半導体プロセス工程では、アモルファス材料は Si 基板上に薄膜 (数 nm~1 μm) で成膜されるため、Si 基板上のアモルファス薄膜の動径分布関数を基板から剥離することなしに直接測定出来れば、様々な半導体工程のアモルファス薄膜の測定に適用しやすい。我々は、半導体工程のアモルファス薄膜への X 線散乱測定手法の適用可能性を調べるために、Si 基板上に成膜した水素化アモルファスカーボン (a-C:H) 薄膜をモチーフとして、まず X 線散乱測定の手法の違い (透過法、微小角入射法) によりどの程度薄膜由来のピーク強度に違いが表れるかの評価を検討している。今回は初めて X 線散乱測定を実施するため、測定手法を理解し、実験手法に習熟するために、ビームライン BL19B2 にて Si 基板上の水素化アモルファスカーボン (a-C:H) 薄膜の微小角入射散乱測定を実施した。

### 実験：

12 インチ径の Si 基板上にプラズマ支援化学気相成長法により膜厚 200 nm の a-C:H 薄膜を成膜し 10 cm × 10 cm の小片にして X 線微小角入射散乱測定を実施した。X 線微小角入射散乱測定はビームライン (BL19B2) にて実施した。入射する X 線のエネルギーは 15 keV、入射スリット条件は slit2 高さ 8 mm、slit3 高さ 12 mm とした。測定はまず、X 線反射率測定を行い、X 線微小角入射散乱測定のための入射角の判断データを取得したうえで、その後 X 線微小角入射散乱測定の入射角依存性を取得して、Si 基板由来の散乱ピークが少ない入射角を選択して、本測定を実施した。

### 結果および考察：

図 1 は生データを Si 基板の X 線散乱強度 Q 依存性の結果を用いて Background 除去した後の X 線強度の Q 依存性結果である。a-C:H 薄膜起因のピークが観測されるものの、今回の測定データでは、ピーク強度が弱くシミュレーション解析に用いるには不十分であることが分かった。また、高 Q 値領域においては通常 X 線散乱強度が低下していくが、今回のデータでは、一度低下した後再度強度が増加している傾向がみられる。これは、X 線の迷光成分が高角領域で検出器に入っていることが原因として考えられ、スリット幅などの検討が必要であると考えられる。

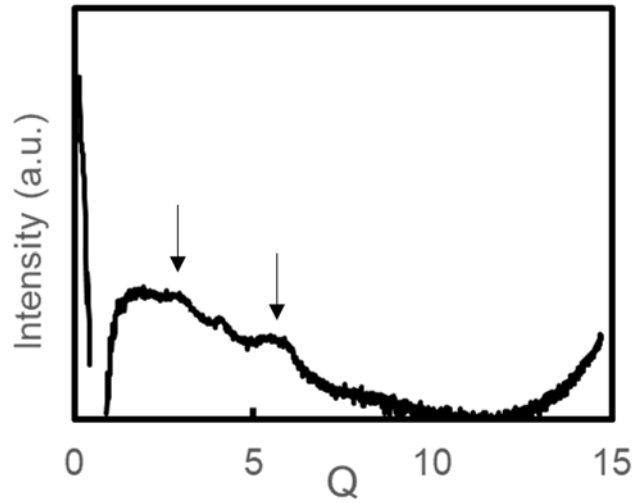


Fig. 1 Si 基板の微小角入射散乱測定スペクトルにより a-C:H/Si 基板のデータをバックグラウンド除去した場合の X 線散乱強度の Q 依存性結果

**今後の課題：**

今回のビームライン (BL19B2) での X 線散乱測定では、Si 基板上の a-C:H 薄膜起因の X 線散乱強度が不十分であったため、微小角入射散乱測定においては、他のアンジュレータータイプの X 線強度がより高いビームラインの利用を検討する。また、基板からの剥離法が課題であるが、透過法の測定の検討もする予定である。

**参考文献：**

[1] K. Ohara et al., J. Phys.: Condens. Matter., **33** (2021) 383001.v.