

2011A1723

BL19B2

## イメージセンサデバイスに用いる高分子材料の X 線小角散乱による評価 Small Angle X-ray Scattering Study on Nanostructures of Polymer Films used in the Image Sensor Device

尾崎 伸司、畑 良文  
Shinji Ozaki, Yoshifumi Hata

パナソニック(株)マテリアルサイエンス解析センター  
Materials Science and Analysis Technology Center, Panasonic Corporation

イメージセンサデバイスの高性能化には、高分子材料の光学特性で特に光散乱と関係すると考えられる高分子材料の高次構造との関係について調べるために、放射光での超小角 X 線散乱 (USAXS) 実験系を利用してサブ  $\mu\text{m}$  の構造のゆらぎの評価を試みた。今回は高分子材料膜としてポリイミド膜について調べた。USAXS 測定の結果、大きさ約 130 nm に相当するポリイミド膜構造のゆらぎに起因すると考えられる USAXS スペクトルの違いが認められた。

キーワード： 小角散乱、高分子材料

### 背景と研究目的：

CCD (Charge Coupled Device)、CMOS イメージセンサ (Complementary Metal Oxide Semiconductor Image Sensor) などのイメージセンサデバイスでは、シリコンウエハ上に形成した受光素子であるフォトダイオードへ光を導くためのマイクロレンズやカラーフィルタがデバイス表面に形成されている。マイクロレンズはデバイス表面の広い面積の光をフォトダイオードへ集光するもので、カラーフィルタはイメージセンサをカラー化するために光の 3 原色である赤/緑/青 (RGB)、または補色のシアン/マゼンダ/イエロー/グリーン (CMY) のカラーの光を得るためのものである。デバイスルールの微細化などでデバイスの高性能化を計るには、マイクロレンズなどによって効率良く光をフォトダイオードへ導くことが必要である。このマイクロレンズ等は高分子材料で形成されており、高分子材料における光の吸収、散乱がフォトダイオードへ導かれる光量に影響し、重要なデバイス特性である光検出感度を左右する。そのため、高分子材料の光学特性である吸収、散乱を最適にする必要があり、高分子材料の光学特性、材料物性を評価する手法が必要となっている。

高分子構造に不均一な構造、特に数 100 nm オーダの不均一な構造は強く光の散乱に影響を与える。しかし、このような不均一な高分子の構造は FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy、フーリエ変換赤外分光法)、ラマン分光法では評価が困難である。そこで、今回は高分子材料の光学特性で特に高分子材料中での光散乱と関係すると考えられる高分子材料の高次構造を調べるために、放射光での超小角 X 線散乱 (USAXS) 実験系を利用した評価を試みた。

### 実験：

シリコンウエハ上にスピンコートした膜厚約 1  $\mu\text{m}$  のポリイミド膜をカッターナイフで剥がし取り、この剥がし取った粉末を内径 3 mm  $\phi$ 、厚さ 1 mm のナット内に詰めて膜厚 7.5  $\mu\text{m}$  のカプトン膜でカバーをして測定試料とした。今回は光学特性が変化している成膜時の硬化温度が異なる 2 条件のポリイミド膜を、SPring-8 の BL19B2 で USAXS 測定した。BL19B2 の第 2 ハッチに試料を第 3 ハッチにピクセル検出器 (PILATUS) を設置した。試料と PILATUS 検出器間の距離 (カメラ長) は 40 m であり、使用した X 線のエネルギーは 12 keV である。

### 結果および考察：

ポリイミド膜堆積後の熱処理温度が異なる 2 試料の USAXS 測定結果を Fig.1 に示す。 $q=0.05 \text{ nm}^{-1}$  付近での USAXS プロファイル形状に 2 試料間で違いが認められる。この違いは高分子材料の構造のゆらぎに起因すると考えられ、 $q=0.05 \text{ nm}^{-1}$  対応する構造体の大きさ  $D$  は  $D=2\pi/q \sim 130 \text{ nm}$

である。詳細は解析中である。なお、この2試料をラマン分光法、およびFTIRで調べたが試料間の違いは認められていない。

**今後の課題：**

今回は主にUSAXS測定条件を検討した。その結果、USAXS測定によってイメージセンサデバイスで用いる高分子材料の高次構造のゆらぎを検出することができた。今後はプロセス条件の異なる材料の評価を検討する。

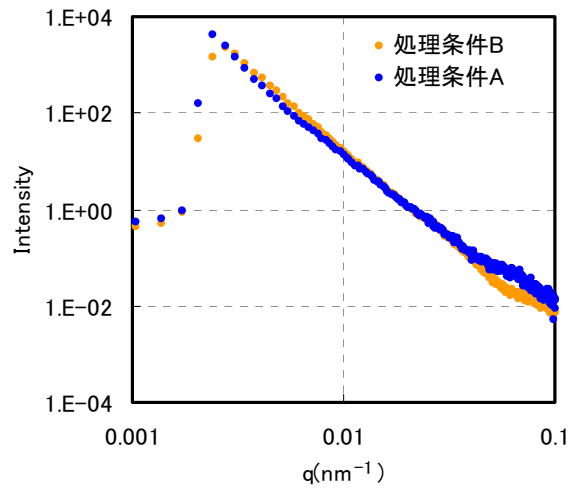


Fig.1. 高分子膜堆積後の熱処理温度が異なる2試料のUSAXS測定結果