

実験課題番号 : 2006B0154
実施課題名 : 有機薄膜の GIXD 測定による構造解析
実験責任者所属機関 : 株式会社リコー 研究開発本部 先端技術研究所
実験責任者 : 鳥居昌史
共同実験者 : 加藤拓司、後藤大輔、松本真二
実験 BL : SPring8 BL13XU

【序】

近年、有機半導体の超薄膜を利用した有機薄膜電子デバイスの研究開発が盛んに行われている。この中で、これらデバイスが薄膜の積層からなることから、薄膜間の界面に着目した自己組織化単分子(SAM)膜の研究が注目されている。特に化学吸着法によるSAM膜形成は、基板を溶液に浸すだけで製膜できるため、工業的にも簡易なプロセスとして期待されている。

これまで本研究室では、化学吸着法で形成したSAM膜を有機薄膜電子デバイスの界面制御層として適用し、SPring8等を利用したSAM膜の構造解析とそれを適用した電子デバイス特性評価を照らし合わせることで、有機薄膜電子デバイスの中心的性能であるキャリア輸送能を飛躍的に向上させることに成功している。

現在、さらなるデバイス特性の向上を目指し、均質なSAM膜上に一軸配向した有機半導体層を設ける試みに取り組んでいる。そこで、本実験課題はSAM膜上に配向制御を施した有機半導体超薄膜の構造解析を目的とした。

【測定サンプル】

Si(100)基板上に界面制御層として図1に示すフェニルトリクロロシラン(PhTS)からなるSAM膜を作製した。このSAM上に図2に示す3-ヘキシルチオフェン(P3HT)を一方向への配向手段を施して有機半導体層(およそ20Å)を形成し測定サンプルを作製した。なお、これまでに本研究室では、このPhTSから形成したSAM膜を界面制御層として設けることにより、有機薄膜電子デバイス特性が飛躍的に向上する知見を得ている。

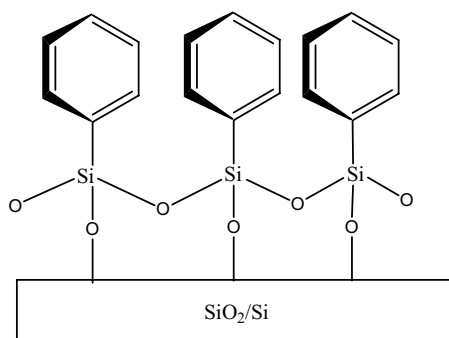


図1 PhTS から作製した SAM 膜の模式図

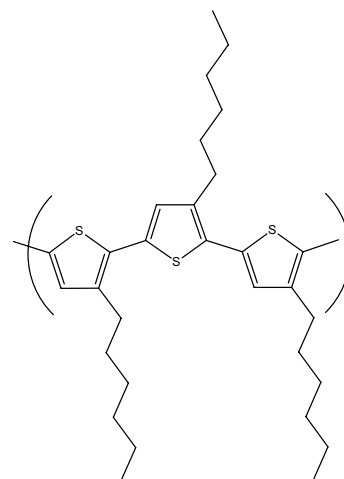


図2 P3HT の化学構造

【測定方法】

SPring8 BL13XU を利用し、GIXD 測定を実施した。入射波長は 0.100nm、入射角は X 線反射率測定から有機層の臨界角である 0.1° とした。入射スリットを用いて $1\text{mm} \times 100\ \mu\text{m}$ に入射光を成形した。検出器にはシンチレーションカウンターを用い、さらに取り出しスリットとして 0.17° ソーラスリットを用いた。装置の概略を図 3 に示す。

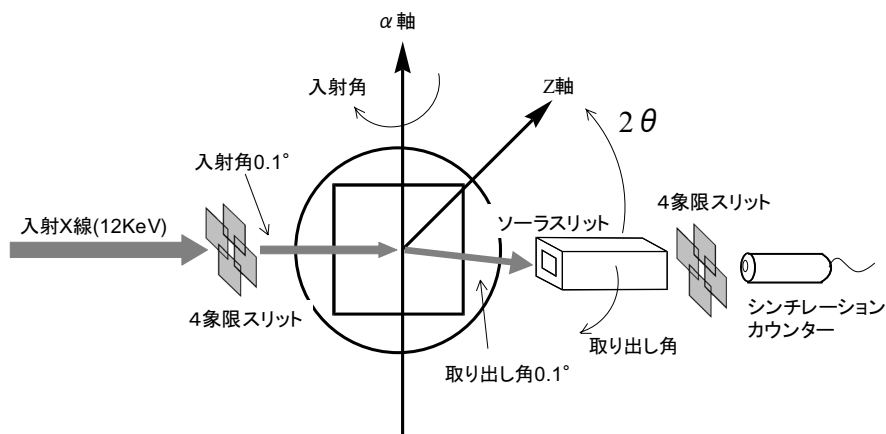


図3 測定装置概略図

【測定結果】

一方向に配向処理を施した有機半導体層の GIXD 測定結果を図 4 に示した。配向処理方向に対し、平行方向での GIXD 測定結果と垂直方向での GIXD 測定結果とでは明らかに異なるシグナルが示されている。また、図4に示される(200)の回折ピーク位置に検出器を止め、サンプルを 180° 回転させて配向性の確認を行った結果を図 5 に示した。

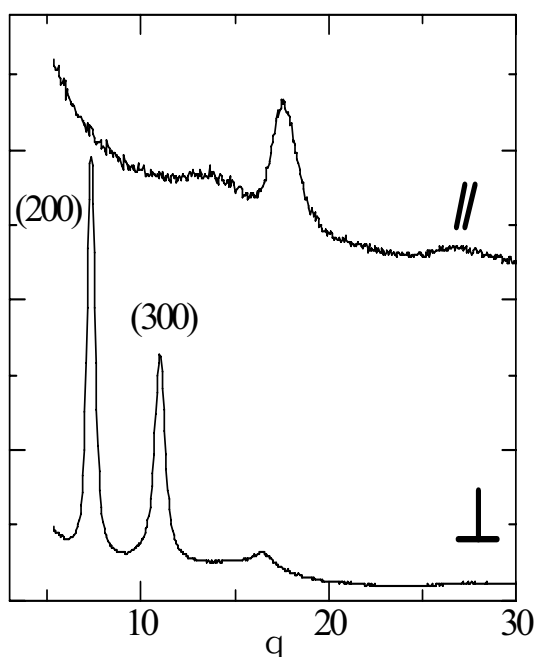


図4 P3HT 配向処理に対する平行方向
垂直方向での回折

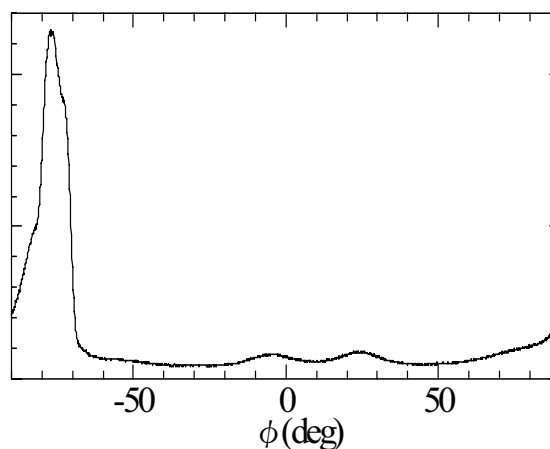


図5 P3HT 主鎖間(200)ピークのφ依存性

【まとめ】

以上の結果から、これまでに明らかになっているフェニルトリクロシランから形成される均質性の高いSAM膜上に有機半導体を一方向に配向処理を施して設けることにより、高い一軸配向性を有する有機半導体層が形成できることがわかった。現在、このSAM膜を界面に設け、ここで構造が明らかになった有機半導体層を適用した有機薄膜電子デバイスの特性評価を継続的に実施している。

【謝辞】

本実験課題の測定に際し、財団法人高輝度光科学研究センター佐藤眞直博士、小金沢智之博士にご指導頂きました。ここに、深く感謝致します。