

半導体に適した自己組織化グラフェンの層状構造解析

実施責任者：株式会社豊田中央研究所 有機材料研究室 竹内久人
 共同実験者：森朋彦，梅本和彦，菊澤良弘，妹尾与志木，野崎洋（豊田中央研究所）

【目的】

現在、盛んに開発が行われているフレキシブルディスプレイには駆動素子として有機 TFT が用いられる。この有機 TFT の特性向上には、移動度が高い有機半導体材料の開発が不可欠である。有機半導体材料開発の一環として、新規有機半導体材料であるヘキサベンゾコロネン誘導体を合成し、有機薄膜トランジスタ素子を作製した(図1)。ヘキサベンゾコロネンにアルキル置換基を導入することによりトランジスタ特性(キャリア移動度)が向上することを見出した。特性向上の理由としてアルキル基によるヘキサベンゾコロネン分子の配列制御が要因であると推測している。この有機トランジスタ素子の有機半導体層は蒸着により作製しており、膜厚が 20nm と薄いため、直接薄膜内の結晶構造を測定することができなかつた。膜内での結晶構造が明らかとなれば、トランジスタ特性と関連つけることができ、更なる材料・素子開発の指針となる。本実験では高輝度光科学研究センターの BL46XU ラインにおいて斜入射 X 線構造解析を行い、薄膜内の構造について調べた。

【実験】

試料:ヘキサベンゾコロネン誘導体蒸着膜(シリコン基板:図2)

実験:斜入射 X 線構造解析(GIXD)

- He 雰囲気下
- 入射光エネルギー：12KeV
- X 線入射角度:0.12°
- 散乱角:1-28°

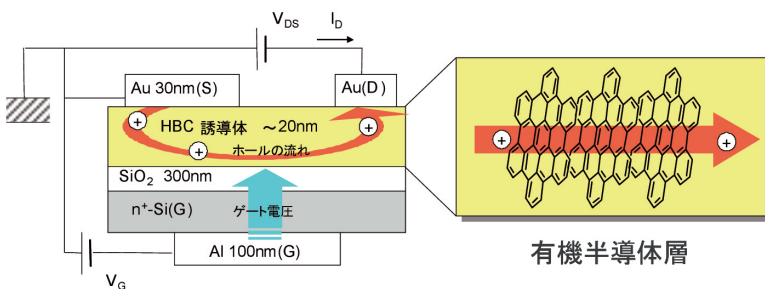


図1 有機トランジスタ素子構造

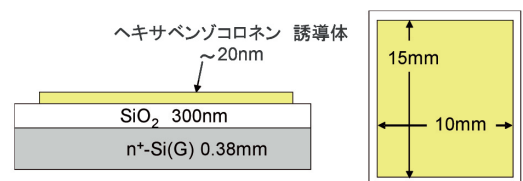
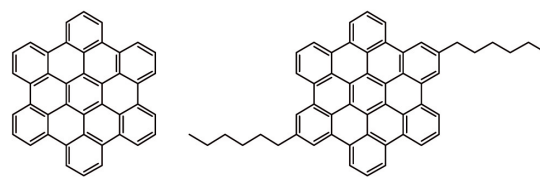


図2 測定試料

【結果】

有機半導体材料として用いたヘキサベンゾコロネン(HBC)とアルキル基置換誘導体(2H-HBC)の構造とトランジスタ特性(キャリア移動度, on/off比)を図3に示す. HBCと比較して, 2H-HBCはキャリア移動度, on/off比とも約2桁の性能向上を示した.

HBCと2H-HBCのGIXD測定結果を図4に示す. HBCのチャートはブロードなピークしか観測されず, 薄膜内の規則的な配列構造があまり形成されていないことが推測される. 一方, アルキル置換基を有する2H-HBCは強い回折ピークが観測され, 薄膜面内で規則的な配列構造が形成されていると考えられる. 別途測定した2H-HBCの粉末X線回折から推定した構造を図5に示す. c軸に対応する001ピークがGIXDチャートには見られないことから, 図5に示すように基板に対して2H-HBCが傾いて積層されていることが示唆される. ab面についての正確な構造はGIXDの詳細な解析が必要であるが, HBC骨格のスタック構造が基板に対して平行に配置していることにより電荷が流れやすくなっていると考えられる. このスタック構造の形成はアルキル置換基による自己組織的な配列制御によるものであり, トランジスタ特性向上に有効な方法であることが明らかとなった.



	HBC	2H-HBC
キャリア移動度 (cm ² /Vs)	1.4 × 10 ⁻⁴	1.1 × 10 ⁻²
on/off 比	330	82000

図3 HBC誘導体の構造, キャリア移動度, on/off 比

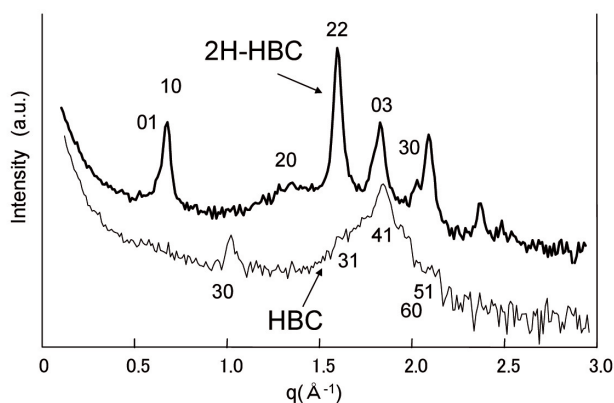


図4 HBCと2H-HBCのGIXD測定結果

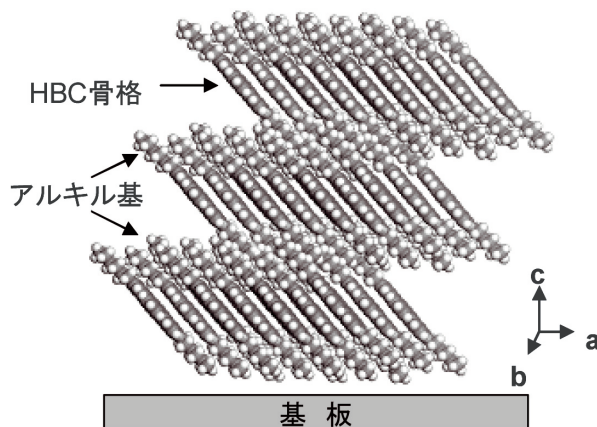


図5 2H-HBCの粉末X線回折からの推定構造