

R1313

NEXAFS によるポリイミド上のペンタセン薄膜の構造解析

Molecular orientation of pentacene on polyimide films studied by NEXAFS

滝沢 優^a, 難波 秀利^a, 富永 哲雄^b
Masaru Takizawa^a, Hidetoshi Namba^a, Tetsuo Tominaga^b^a立命館大学理工学部物理科学科, ^bJSR 株式会社^aDepartment of Physical Sciences, Faculty of Science and Engineering, Ritsumeikan University,^bJSR Corporation

有機半導体素子として期待されているペンタセンの分子配向を制御するために、液晶配向用のポリイミドを基板として、その上にペンタセン薄膜を堆積させた。吸収端近傍 X 線吸収微細構造測定により、ペンタセンの分子配向を調べた。芳香環とイミド環が剛直に平面的であるポリイミド基板を用い、ある条件下でペンタセンを堆積させると、ペンタセン分子は基板に水平に配向することを見出した。

We have performed the near edge x-ray absorption fine structure measurements of pentacene films on polyimide films, which are able to align liquid crystals horizontally, in order to determine the molecular orientation of the pentacene. We have found that pentacene molecules are able to lie down on the rigidly flat-shaped polyimide films, even for thick films.

Keywords: Pentacene, Polyimide, C K-edge NEXAFS, Molecular orientation

背景と研究目的: ペンタセン ($C_{22}H_{14}$) は、有機半導体トランジスタへの応用可能性から非常に注目されている。トランジスタ特性はペンタセン分子の配向に大きく依存しており、分子配向の決定はとても重要である。放射光の直線偏光特性を用いた吸収端近傍 X 線吸収微細構造 (NEXAFS) 測定は、分子配向の決定にはとても有用な測定法である。これまでに、液晶を水平に配向させるために用いられているラビング処理を施したポリイミドを基板として、そのポリイミド上のペンタセン分子の配向を研究してきた[1, 2]。ジグザグ状の分子構造を持つポリイミド上では、ペンタセン分子は垂直に配向しており、芳香環やイミド環を持ち平面的な分子構造を持つポリイミド上でもペンタセン分子は垂直に配向していた。このことより、ペンタセン分子の配向に対しては、 π - π 相互作用だけではなく、表面平坦性も重要な要素であると考えられる。そこで、今回我々は、より剛直に平面的な分子構造を持つポリイミド上にペンタセンを堆積させ、その分子配向を調べ、ある条件下ではペンタセン分子が水平に配向することを見出した。

実験: 測定試料は、芳香族ポリイミド前駆

体溶液を酸化インジウムスズ蒸着ガラス基板上に塗布し、230 °Cで熱処理することにより作製した。ラビング処理は、レーヨン製ラビング布を用い、回転数400 rpm、ステージ速度30 mm/sec、押し込み長0.4 mmで行った。また、ラビング処理後、400 °Cで再加熱した。このポリイミド基板に熱蒸着法によりペンタセン薄膜を堆積させた。ペンタセン薄膜の膜厚は蒸着時間で制御した。

NEXAFS測定は、立命館大学SRセンター BL-8で行った[3]。C K吸収端スペクトルは、阻止電位グリッド付きMCP検出器を用いて部分電子収量法で得た。阻止電位は-150 Vとした。表面垂直方向に対して放射光の入射角を変化させ、直線偏光ベクトルはラビング方向と平行にした。

結果、および、考察: Figure 1 にポリイミド基板のC K吸収端NEXAFS測定の結果を示す。これらのピークはC 1sから主に芳香環やイミド環の π^* への遷移である。垂直入射 ($\theta_{in} = 0^\circ$) より斜入射 ($\theta_{in} = 60^\circ$) の方が強度は強く、芳香環やイミド環が表面に平行な成分が多いことを示している。これは、ポリイミド分子がラビングによりその方向に引き伸ばされたためである。

ある条件下でペンタセンを薄く堆積させた時の C K 吸収端 NEXAFS スペクトルを Fig. 2 に示す。ペンタセンを堆積させると 283.5 eV 付近と 286 eV 付近に新たなピークが出現しており、これらはペンタセン分子の π^* への遷移である。基板の影響を含まない 283.5 eV 付近の強度に注目すると、直入射 ($\theta_{in} = 0^\circ$) より斜入射 ($\theta_{in} = 60^\circ$) の方が強度は強く、ペンタセン分子は基板に対して水平に配向していることを示している。

さらにペンタセンを堆積させた時の C K 吸収端 NEXAFS スペクトルを Fig. 3 に示す。薄い膜の結果と同様に、直入射 ($\theta_{in} = 0^\circ$) より斜入射 ($\theta_{in} = 60^\circ$) の方が強度は強く、ペンタセン分子は基板に対して水平に配向していることを示している。さらに、直入射 ($\theta_{in} = 0^\circ$) で 283.5 eV 付近の強度がほぼ見られないことより、ペンタセン分子は基板にほぼ完全に平行になっていることを示している。

HOPG 上では、ペンタセンはほぼ水平に配向するが、厚くするにつれて分子配向は傾くようになる[4]。今回の結果は、これと異なっており、厚い膜でも水平に配向したペンタセン膜が作製できることを示唆している。

今後、ポリイミド基板の条件やペンタセンの堆積条件を変化させることにより、ペンタセン分子の配向が制御可能な条件が見出されると考えられる。

文 献

[1] Yuuki Kanekiyo, Shunsuke Hizumi, Masaru Takizawa, Hidetoshi Namba, and Tetsuo Tominaga, MEMOIRS OF THE SR CENTER RITSUMEIKAN UNIVERSITY, No. 15, 59 (2013).

[2] Yuuki Kanekiyo, Masaru Takizawa, Hidetoshi Namba, and Tetsuo Tominaga, MEMOIRS OF THE SR CENTER RITSUMEIKAN UNIVERSITY, No. 15, 183 (2013).

[3] H. Namba, *et al.*, J. Synchrotron Rad. **5**, 557 (1998).

[4] Yuuki Kanekiyo, Masaru Takizawa, and Hidetoshi Namba, MEMOIRS OF THE SR CENTER RITSUMEIKAN UNIVERSITY, No. 15, 181 (2013).

論文・学会等発表 (予定)

(1) 金清裕己、滝沢優、難波秀利、富永哲雄, 第 27 回日本放射光学学会年会・放射光科学合同シンポジウム (ポスター発表)

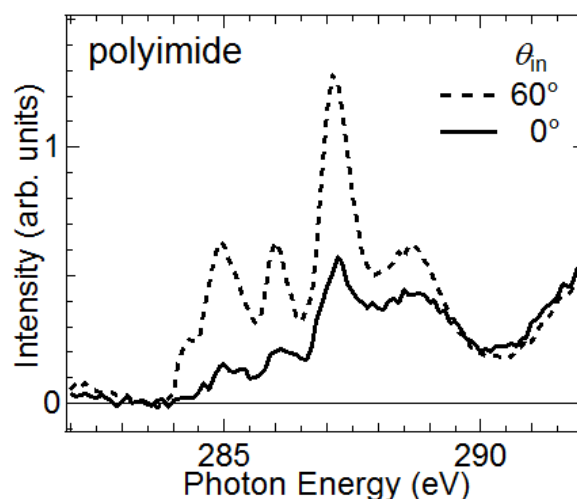


Fig. 1. Incident angle dependent C K-edge NEXAFS spectra of the polyimide film.

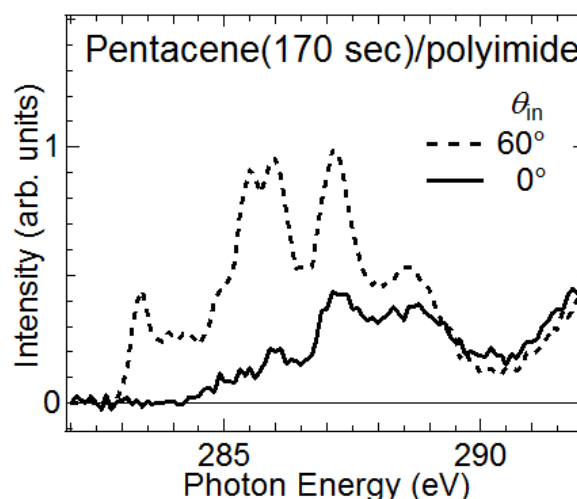


Fig. 2. Incident angle dependent C K-edge NEXAFS spectra of the thin pentacene film on the polyimide film.

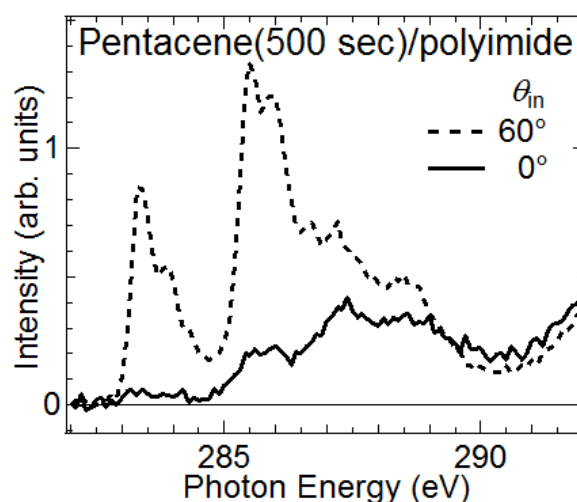


Fig. 3. Incident angle dependent C K-edge NEXAFS spectra of the thick pentacene film on the polyimide film.