

自己評価報告書

平成 23 年 5 月 16 日現在

機関番号：82110

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2008 ～ 2011

課題番号：20246139

研究課題名(和文) ナノ配向マッピング手法の開拓

研究課題名(英文) Development of the method for the orientation mapping in nano-meter scale

研究代表者

関口 哲弘 (SEKIGUCHI TETSUHIRO)

独立行政法人日本原子力研究開発機構・量子ビーム応用研究部門・研究主幹

研究者番号：20373235

研究分野：工学

科研費の分科・細目：総合工学・原子力学

キーワード：光電子顕微鏡，放射光，有機半導体，有機薄膜，直線偏光，ナノ材料，X線吸収分光

1. 研究計画の概要

研究課題の目的はナノメートル微小領域における有機半導体分子の配向（化学結合の方向）の画像観測を行うための測定手法の開発を行い、有機半導体素子の材料開発へ貢献することである。そのため具体的には、(1) 有機試料を拡大観察できる光電子顕微鏡を備え、ナノ領域のX線吸収スペクトルとその励起偏光角度依存性を測定することのできる回転機構付超高真空実験装置の開発を行う。(2) 直線偏光軟X線励起による有機半導体薄膜の光電子顕微鏡観測を行う。(3) 単分子膜など特に薄い分子膜成長の初期段階において、有機半導体が分子配向を開始する段階を観測する。分子配向の機構を明らかにし高い配向度の有機半導体素子を与える実験条件を探索する。

2. 研究の進捗状況

(1) 光電子顕微鏡を搭載した回転機構付超高真空実験装置を完成させた。その基本的性能評価と改善を進めた。直線偏光X線励起による光電子顕微鏡観察によりフタロシアン試料のナノ領域のX線吸収スペクトルを測定することができた。基板上の微小領域に依存して分子配向方向が異なる例を世界に先駆けて実験的に示すことができた。

(2) 分子蒸着法により、フタロシアン有機半導体分子の薄膜を作製し、分子層厚みが配向度に及ぼす効果を調べた。研究を進めるにあたり、文献調査だけでは有機半導体のX線励起スペクトルの解釈が不十分であった。そのため、分子軌道対称性を考慮に入れた内殻励起状態理論計算を独自に行った。等価核

近似法を取り入れ、大きな分子材料について良好なシミュレーション結果が得られることを実証することができた。一部、学会・論文発表を行った

3. 現在までの達成度

② おおむね順調に進展している。

理由：

回転型光電子顕微鏡装置を完成させ、直線偏光に依存した光電子顕微鏡像測定についてデータ取得を行うことができた。微小領域の分子配向方向を決定することができることを実証でき、学会・論文等において発表することができた。しかながら本報告書を見るにあたり、産業財産権の出願取得状況において現時点では実績不足である。

4. 今後の研究の推進方策

今後の研究推進方策として(1) ハード面の開発として直線偏光を有し偏光角度を360度回転することのできる真空紫外波長領域の重水素放電管光源の開発を行い有機半導体試料について分子配向分布の顕微鏡像の観測を行う、また(2) ソフト面の開発として真空蒸着法、溶液法により π 共役平面分子の有機半導体薄膜を作成し、高い配向度をもたらす試料作成条件の探索を行う。〈110〉面単結晶基板を使い、表面分子が面内方位に対しどの方向に配向秩序が開始されるかを観測し、配向機構を単分子レベルで明らかにする。

研究計画の変更はないが、研究を遂行する上で予想しなかった問題点として、有機薄膜の場合、高圧水銀灯励起では非常に暗い光電

子顕微像しか得られず、障害となっている。有機物のイオン化電位が高いためである。そこで、高いエネルギー光子を与える重水素放電管励起光源とその直線偏光への変換光学系の準備を進めている。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 25 件)

① T. Sekiguchi, Y. Baba, I. Shimoyama, M. Honda, N. Hirao, A. Narita, J. Deng, 論文表題 Orientation of Si phthalocyanine investigated by X-ray absorption spectroscopy and molecular orbital calculation, 雑誌名 Surface and Interface Analysis, 42巻, 863-868頁, 2010年, 査読有

② N. Hirao, Y. Baba, T. Sekiguchi, I. Shimoyama, M. Honda, 論文表題 Chemical-state-selective mapping at nanometer scale using synchrotron radiation and photoelectron emission microscopy, 雑誌名 Analytical Science, 26巻, 835-840頁, 2010年, 査読有

③ Y. Baba, T. Sekiguchi, I. Shimoyama, M. Honda, N. Hirao, A. Narita, J. Deng, 論文表題 Real-time observation on surface diffusion and molecular orientations for phthalocyanine thin films at nanometer spacial resolution, 雑誌名 Surface Science, 603巻, 2612-2618頁, 2009年, 査読有

④ 関口哲弘, 論文表題 顕微鏡軟 X 線吸収分光法による有機薄膜研究, 雑誌名 KEK Internal, 2008-5M 巻, 37-39 頁, 2008 年, 査読無

[学会発表] (計 28 件)

① T. Sekiguchi, Y. Baba, I. Shimoyama, N. Hirao, A. Narita, Md. A. Mannan, K. R. Koswattage, 発表表題 A rotatable photoelectron emission microscope combined with polarized synchrotron radiation, 学会名 37-th International Conference on Vacuum Ultraviolet and X-ray Physics (VUVX2010), 2010年7月15日, Vancouver (カナダ)

② 関口哲弘, 馬場祐治, 下山 巖, 平尾法恵, 成田あゆみ, Md Abdul Mannan, K. Rasi ka Koswattage, 発表表題 偏光放射光によるナノ領域の分子配向観測, 学会名 第24回

日本放射光学会・放射光科学合同シンポジウム, 2011年1月9日, つくば市

③ Y. Baba, T. Sekiguchi, I. Shimoyama, N. Hirao, A. Narita, 発表表題 Application of soft x-ray PEEM to the observations of electronic structure, valence state and molecular orientation at nanoscale, 学会名 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (Pacifichem 2010), 2010年12月18日, Honolulu (USA)

④ T. Sekiguchi, Y. Baba, I. Shimoyama, N. Honda, N. Hirao, A. Narita, J. Deng, 発表表題 Orientation of Si-Phthalocyanine thin films using polarized synchrotron radiation, 学会名 13th European Conference on Applications of Surface and Interface Analysis, ECASIA'09 2009年10月20日, アンタリア市(トルコ)

⑤ T. Sekiguchi, 発表表題 Recent Topics in the Development of Analytical Techniques with Synchrotron Radiation (招待講演), 学会名 Seminar on the Development of Nuclear Science and Technology, 2008年6月24日, Fuzhou市, Jiangxi州 (中国)

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

○取得状況 (計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

[その他] 所属研究機関が作成した研究内容に関連するwebページ

<http://wwwapr.kansai.jaea.go.jp/srrc/research02/scr.html>