

＊課題番号 : F-12-NM-0055  
 ＊支援課題名 (日本語) : 金属的導電性ラングミュア・ブロジェット膜を用いた分子接合素子の開発  
 ＊Program Title (in English) : Fabrication of Molecular Junctions using Metallic Conducting Langmuir-Blodgett Films  
 ＊利用者名 (日本語) : 望月 健吾  
 ＊Username (in English) : Kengo Mochizuki  
 ＊所属名 (日本語) : 東京海洋大学  
 ＊Affiliation (in English) : Tokyo University of Marine Science and Technology

＊概要 (Summary) :

金属表面に単分子膜を形成する自己組織化膜 (SAM) は数多くの研究機関で有機デバイス開発に用いられる。特に、アルカンチオール ( $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{n-1}\text{SH}$ ) 分子はバイオセンサ、有機電子デバイス等その用途は多岐にわたり、さらなる応用が期待されている。しかしながら、これらは非常にデリケートな物質であり、デバイスの一部として用いる際の電氣的コンタクトの形成が非常に難しい。そこで我々は、金属的導電性を有するラングミュア・ブロジェット (LB) 膜を薄膜電極として SAM に適用する研究を行っている。本研究では、直径  $250\ \mu\text{m}$  の Au 電極表面にそれぞれ炭素数が異なるアルカンチオール SAM ( $\text{C}_n\text{-SAM}$ ,  $n=12, 14, 16, 18$ ) 形成し、その上部から金属的導電性 LB 膜を累積させることで、Metal-Insulator-Metal 構造を有する分子接合素子を作製した。

＊実験 (Experimental) :

【利用した主な装置】

- ・レーザー露光装置
- ・12 連電子銃型蒸着装置
- ・プラズマ CVD 装置

【実験方法】

1. Au 電極基板作製方法

熱酸化処理シリコン基板上にレジストを塗布し、レーザー露光装置を用いて、電極パターンを描画した。描画・現像後、12 連電子銃型蒸着装置を用いて Ti (10nm), Au (100nm) を基板全面に成膜した。成膜後、リフトオフを実行することで電極パターンを形成した。その後、分子接合素子作製部分である直径  $250\ \mu\text{m}$  の Au 露出部を電極パターン上に形成した。電極パターンを形成した基板にプラズマ CVD 装置により  $\text{SiO}_2$  (100nm) 全面成膜を行った。レジスト塗布後、再びレーザー露光装置を用いて Au 露出部の描画を行

う。その後、HF によるウエットエッチング、レジスト除去を行うことで、基板表面に Au 側面エッジ部分が  $\text{SiO}_2$  で覆われた Au 露出部を形成した。

2. 分子接合素子作製方法

Au 露出部分に炭層数が異なるアルカンチオール SAM ( $\text{C}_n\text{-SAM}$ ,  $n=12, 14, 16, 18$ ) を形成した。その後、SAM 上部に金属的導電性 LB 膜 (BO/SA LB 膜) を累積を行うことで、Au 露出部に分子接合素子を作製した。素子構造は、Au 電極- $\text{C}_n\text{-SAM}$ -金属的導電性 LB 膜のサンドイッチ構造を有し、Metal-Insulator-Metal 構造となる (Fig.1)。

作製した素子を大気中で 12 時間保持し、さらに真空中で 24 時間乾燥させ、電流密度-電圧 (J-V) 測定を行った。

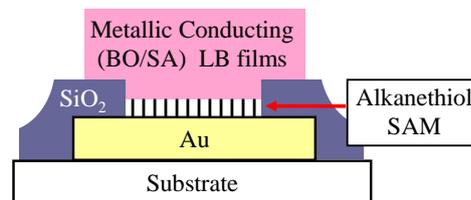


Fig. 1  
Structure of molecular junctions

＊結果と考察 (Results and Discussion) :

Fig. 2 にそれぞれの素子間を流れる J-V 特性の結果を示す。各 J-V 特性は一樣に整流特性が確認された。正バイアス印加時には曲線的振る舞いを示し、長鎖アルキル基の長さに応じて電流値の増減が観測された。一方、負バイアス印加時には直線的振る舞いが現れた。正バイアスと負バイアスで J-V 特性の形状が大きく異なることから、印加電圧方向により電気伝導過程が異なっていると推定される。原因を明らかにするため、一般的なトンネル電流モデルでの解析、KPFM による表面電位観測を行

い、素子接合面におけるエネルギーダイアグラムを推定を行った (Fig. 3)。

*with Metallic Conducting Langmuir-Blodgett Films*,  
10th International Conference on Nano-Molecular  
Electronics, Awaji Yumebutai International  
Conference Center, 2012年12月13日.

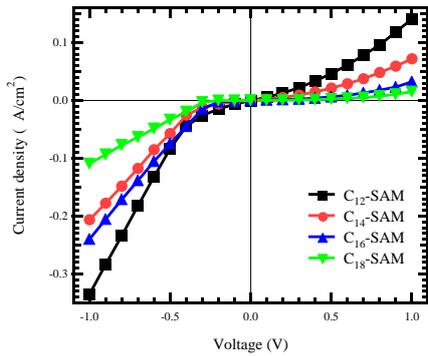


Fig. 2

J-V characteristics of the junctions

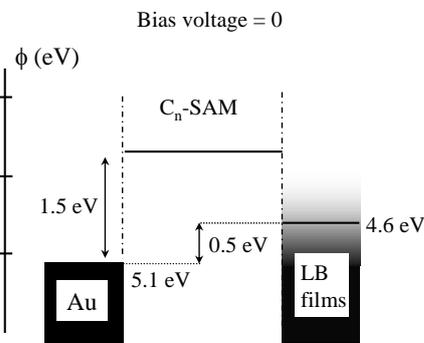


Fig. 3

The Energy diagram of the junction

※その他・特記事項 (Others) :

本開発では、金属的導電性 LB 膜を SAM に対して用いることで、非破壊な電氣的コンタクトを形成し、簡易的な分子接合素子の作製を可能させる技術確立した。

共同研究者等 (Coauthor) :

- 大貫 等 (東京海洋大)
- 和泉 充 (東京海洋大)
- 津谷 大樹 (NIMS)
- 今久保 達郎 (長岡技科大)

論文・学会発表 (Publication/Presentation) :

Kengo Mochizuki, Hitoshi Ohnuki, Daisuke Shimizu, Mitsuru Izumi, Tatsuro Imakubo :  
*Preparation of Large-area Molecular Junctions*