

ホスホン酸とチオールによる 自己組織単分子膜の作製と 特性評価

武 石 康 佑

Kosuke TAKEISHI

電子情報学専攻修士課程 2022 年度修了

1. はじめに

私は今回 2022 年 9 月 20 日から 23 日に東北大学の川内北キャンパスで開催された「第 83 回応用物理学会秋季講演会」に参加した。そこで私は「ホスホン酸とチオールによる自己組織単分子膜の作製と特性評価」というテーマで口頭発表を行った。

2. 研究背景

有機分子が固体表面に吸着、結合して形成される自己組織化単分子膜 (self-assembled monolayers: SAMs) は、その作製の簡便さと用途の広さから注目されている。有機分子が試料に化学吸着し、その過程で厚さ 1-2nm の有機分子の配向がそろった単分子膜が形成できる。SAMs は高い配向性と安定性をもち、末端官能基によって様々な機能を導入できる利点がある。特にホスホン酸 (phosphonic acid: PA) は極めて短時間 (一例として数秒) で、単分子膜成膜が可能という特徴を持つ。逆にチオールは (thiol: T) は長時間 (一例として数日) で、単分子膜成膜が完了するという特徴をもつ。今回浸漬時間がそれぞれ逆の性質をもつ、PA と T に着目しそれぞれの性質の違いによる評価を行った。

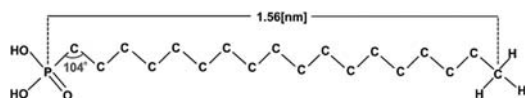


図 1 OD(C18)PA の構造式

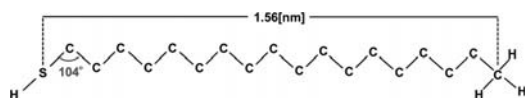


図 2 OD(C18)T の構造式

3. 実験方法

Si 基板 (P 型 100) 上に抵抗加熱蒸着装置を使用して Al 薄膜を形成した。その後 Al 薄膜をアセトン、メタノール、超純水それぞれ超音波洗浄で洗浄した後、紫外線を 2 照射。その後 Al 薄膜上にクロロホルムで溶かした 2 つの溶液でディップコート法を行い、SAMs を形成した。次に、各試料の SAMs の表面特性を評価するため、水滴接触角測定を行った。OD(C18)PA-SAMs, OD(C18)T-SAMs, の 2 種類を作製し、ディップコート溶液に浸漬時間 10, 20, 30, 40, 50, 60min. で作製を行った。また SAMs の成膜有無での違いを見るため、Al 薄膜と P A, T, 計 2 種類を純水で接触角の値の測定を行った。また RAS 測定を用いてフーリエ変換赤外分光光度計 (Fourier Transform Infrared Spectroscopy- Reflection Absorption Spectroscopy: FTIR-RAS 測定) で分析を行った。

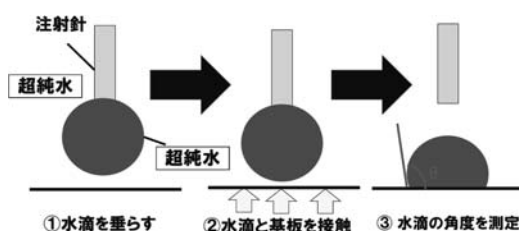


図 3 接触角測定方法の手順

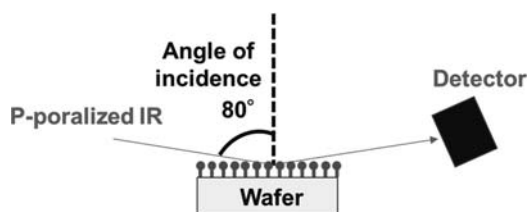


図 4 FTIR-RAS 測定の解像図

4. 実験結果

4.1 水滴接触角測定

図 5 に溶液で浸漬させた Al 薄膜の、図 6 に Au の接触角の値を示す。その結果 Al では PA は浸漬

時間 10 分で角度が飽和し Thiol は 20 分で飽和した。Au では PA, Thiol ともに 10 分で角度が飽和状態となった。

接触角では 20 分以降で飽和状態となり大きな変化は見られなかった。

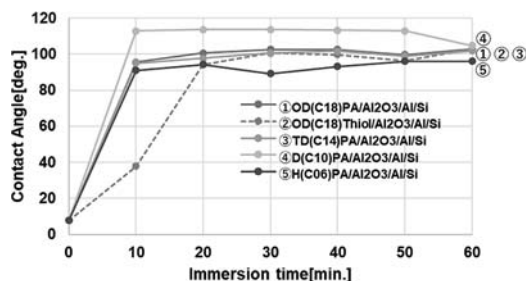


図 5 Al 薄膜上接触角測定 の図

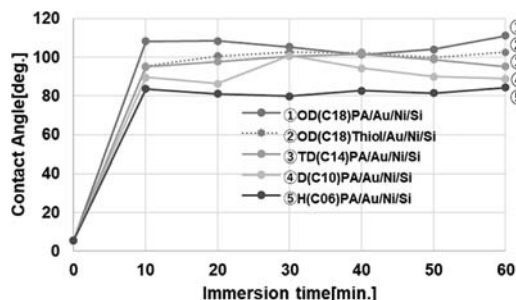


図 6 Au 薄膜上接触角測定 の図

4.2 FTIR-RAS 測定

分子鎖が最も長い OD(C18)PA, の FTIR-RAS 測定で検出したピーク値の図 7 を示す。Al では OD(C18)PA と OD(C18)Thiol は浸漬時間 10 分で CH₂vas がみられたが, 他の PA においても浸漬時間を増加していくなかでシフトしていかないものや CH₂vas がみられないものまで発見されたため Au より

も SAMs の成膜が少ないと考えられる。

一方 Au では OD(C18)PA と OD(C18)Thiol は浸漬時間 10 分で CH₂vas がみられまた浸漬時間を増加することで低周波数にシフトしていく様子が見られた。

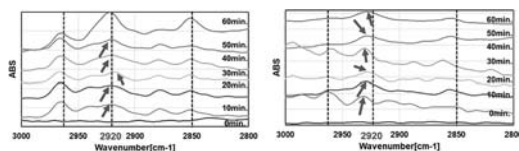


図 7 Al 薄膜における FTIR-RAS の図
(左) OD(C18)PA (右) OD(C18)Thiol

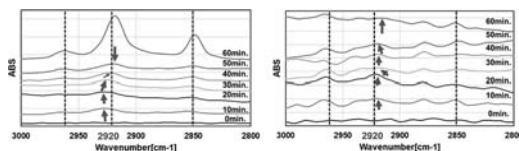


図 8 Au 薄膜における FTIR-RAS の図
(左) OD(C18)PA (右) OD(C18)Thiol

5. まとめ

接触角測定では Al, Au PA, Thiol 共に短時間で飽和状態となりそこから先の結果は不明となったことで FTIR-RAS 測定を行いました。その結果, 接触角測定で飽和した時間で測定を行うと波数に減少傾向がみられたことから浸漬時間の増加で単分子膜が密になっていることが判明した。

謝辞

今回の発表にあたり, ご指導して下さいました山本伸一教授, 大竹忠先生に心から感謝致します。