

酸化アルミニウム表面上の ホスホン酸自己組織化単分子膜の 評価

武石 康 佑

Kosuke TAKEISHI

電子情報学専攻修士課程 2年

1. はじめに

私は今回 2022 年 3 月 22 日から 26 日に青山学院大学の相模原キャンパスで開催された「第 69 回応用物理学会春季講演会」に参加した。そこで私は「酸化アルミニウム表面上のホスホン酸自己組織化単分子膜の評価」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 1-2 nm の有機分子の配向が揃った単分子膜が形成できる。SAMs は高い配向性と安定性を持ち、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。単分子膜の種類は代表的なものとしてチオール系、シラン系、ホスホン酸系 (phosphonic acid: PA) がある。特にホスホン酸系は極めて短時間 (一例として数秒) で、単分子膜形成が可能という特徴を持つ。本研究では、短時間で成膜可能な官能基の長さが異なる。短い順にエチルホスホン酸: E(C02)PA, ヘキシルホスホン酸: H(C06)PA, デシルホスホン酸: D(C10)PA, 計 5 種類の PA 系単分子膜材料の特性評価を行った。

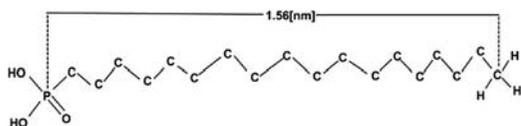


図 1 OD(C18)PA の構造式

3. 実験方法

基板は 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。溶液はそれぞれの溶質をアニソールに攪拌したあと溶質を完全に溶かす為に 100°C で加熱した。Al 薄膜を紫外線照射した後で、アニソールで溶かした 5 つの溶液でディップコート法を行い、SAMs を形成した。そのときの浸漬時間は 10, 20, 30, 40, 50, 60 min. である。最後に成膜させた分子の配列を綺麗にするために洗浄を行った。測定方法はまず Al 成膜前と成膜後の違いを測定する為に Atomic Force Microscope (AFM) で断面図を測った。次に SAMs の成膜有無での違いを見るため、Al 薄膜に成膜した SAMs 計 5 種類を超純水で接触角の値の測定を行なった。最後に成膜時の化合物の分析を行うため Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR-RAS) 測定でピーク値を検出した。

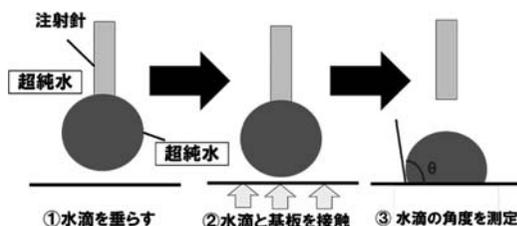


図 2 接触角測定方法の手順



図 3 今回使用した FT-RAS-4200

4. 実験結果

4.1 AFM

AFM の測定結果から Si 基板の断面粗さは 0.16 nmAl 薄膜の断面粗さは 0.99 nm その差は 0.83 nm

となった。ただ今の表面粗ではまだ粗いので単分子膜の AFM での評価は未だ不可能となった。

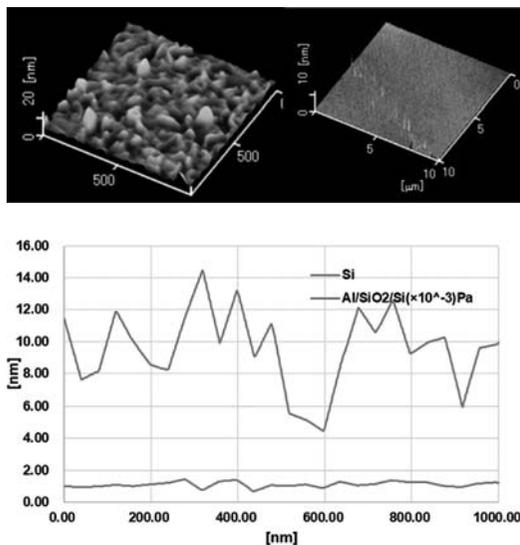


図 4 (左) AFM 像の図 (右) 基板の断面図

4.2 接触角測定

図 5 に各溶液で浸漬させた接触角の値を示す。SAMs を成膜させていない Al 薄膜つまり成膜時間が 0 min. のとき 7.77°, 60 min. 浸漬させたときの最も短い E(C02)PA-SAMs は 25.7° 他 4 種は 97.9° 以上の値を示した。E(C02)PA また分子鎖が 3 番目に長い D(C10)PA は 114.6° と最も大きな値を示した。

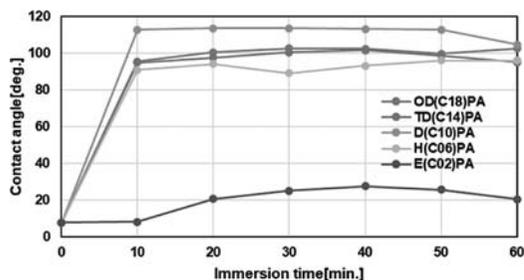


図 5 SAM

4.3 FT-IR-RAS 測定

分子鎖が最も長い OD(C18)PA, の FT-IR-RAS 測定で検出したピーク値の図 6 を示す。その結果 FT-IR-RAS 測定では波数の値がそれぞれ 2960, 2920, 2850 cm^{-1} の値で検出されたこれらはメチル基 エチレン基 エチル基のピーク値を表している。図 1 の OD(C18)PA の構造式を見ると 3 つ全てを所有していることから基板の吸着に成功していると考えられる。また浸漬時間が増加することで 2920 cm^{-1} のエチレン基のピーク値が小さくなり 2960 cm^{-1} のメチル基のピーク値が大きくなった。これは D(C10)PA の先端にあるメチル基が基板に対して垂直に近づいたことで FT-IR-RAS の赤外線に直接当たることで大きくなったと考えられる。

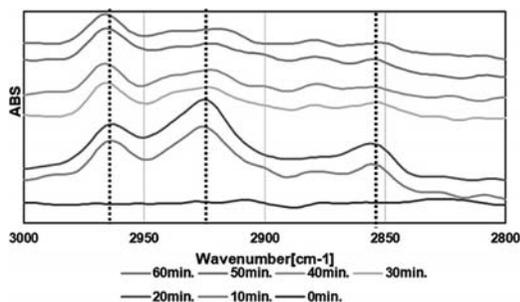


図 6

5. まとめ

接触角測定では 3 番目に長い D(C10)PA 最も大きい 114.6° を示したまたどの溶液も 10 min. から 60 min. では角度の値が飽和状態となった。分子が長く直立したことで他の溶質よりも大きな値が検出されたと考えられる。FT-IR-RAS 測定ではメチル基 エチレン基 エチル基のピーク値が確認された。このことから基板に単分子膜が成膜されていると考えられる。

謝辞

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