

第 65 回応用物理学会春季学術講演会に参加して

馬 場 稔 也

Toshiya BAMBA

電子情報学専攻修士課程 2 年

1. はじめに

私は、2018 年 3 月 17 日から 3 月 20 日の期間に早稲田大学 西早稲田キャンパスで開催された「第 65 回応用物理学会春季学術講演会」に参加し、12.1 作製・構造制御で「ホスホン酸系自己組織化単分子膜の特性評価」という題目でポスター発表を行いました。

2. 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 ナノメートル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。従来のシラン系やチオール系の単分子膜の成膜には 1～24 時間という長時間の浸漬が必要であったが、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 PA 系単分子膜材料（オクタデシルホスホン酸：OPA）の特性評価を行った。

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。紫外線照射後、Al 薄膜上にディップコート法により 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。本研究では、OPA-SAMs の最適条件を見出すためにディップコート溶液に浸

漬時間（0～600 [sec.]）を変更し、実験を行った。浸漬時間の最適条件を求めた後、X 線光電子分光法（X-ray Photoelectron Spectroscopy: XPS）を用いて定性分析を行った。

単分子膜の熱特性の評価をするために作製した試料を 100, 200℃ 加熱し、加熱前後の水滴接触角を測定した。

4. 実験結果および考察

4.1 漬時間による水滴接触角の変化

浸漬時間の変化に対する水滴接触角の変化を Fig. 1, Table. 1 に示す。Fig. 1, Table. 1 より、OPA-SAMs の浸漬時間 60 [sec.] 以降は、水滴接触角の値が変化することなく、単分子膜が十分に被覆されていることが分かった。以上より、単分子膜成膜の適正条件は、OPA-SAMs が浸漬時間 60 [sec.] で十分であると考えられる。

Table. 1 浸漬時間の変化による水滴接触角

Immersion time (sec.)	0 (ultraviolet irradiation)	0 (ultraviolet irradiation)	5	15	30	45
Water contact angle (deg.)	82°	<5°	82°	84°	104°	104°
Immersion time (sec.)	60	120	240	360	480	600
Water contact angle (deg.)	105°	105°	105°	104°	104°	105°

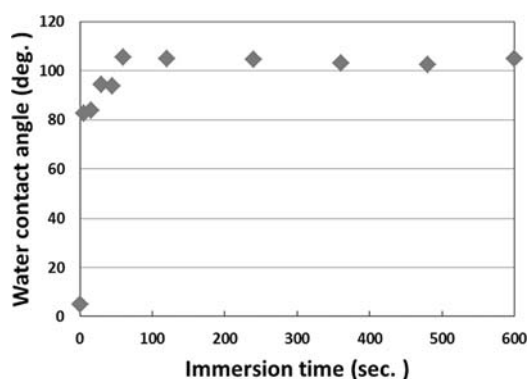


Fig. 1 浸漬時間の変化による水滴接触角

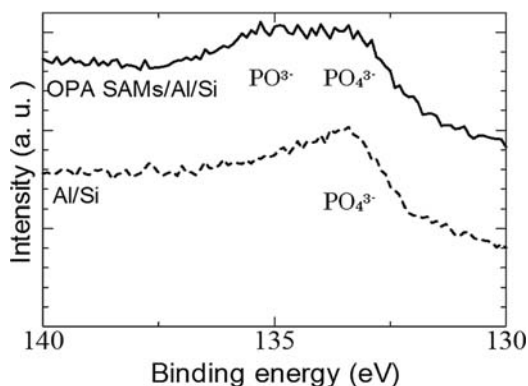


Fig. 2 XPS 測定結果

4.2 XPS 測定

浸漬時間の最適条件を 60 [sec.] として, XPS により定性分析を行った. XPS 測定の結果を Fig. 2 に示す. Fig. 2 より, Al/Si の試料からは, PO_4^{3-} のピークが, OPA SAMs/Al/Si の試料からは, PO_4^{3-} , PO_3^{3-} のピークが確認できた. Al/Si, OPA SAMs/Al/Si のグラフを比較すると, OPA SAMs/Al/Si では Al/Si で表れていない PO_3^{3-} のピークが表れている. これは SAMs が成膜されたことによる基板表面のホスホン酸 ($\text{PO}[\text{OH}]_2$) の存在を示唆している.

4.3 単分子膜の熱特性

加熱温度, 時間に対する水滴接触角の変化を Table. 2, Fig. 3 示す. 100℃ 加熱では 180 分加熱を施しても, 水滴接触角はほぼ変化しなかった. 200℃ 加熱では 60 分加熱以降, 水滴接触角が大きく減少し, 180 分加熱後には 47[°] となり疎水性が大きく低下した.

以上の結果から, 200℃ 加熱において, 加熱時間が長くなるに従い, OPA の酸化が示唆される.

Table. 2 加熱温度, 時間の変化による水滴接触角

Heating Time Heating temperature (deg.)	0	10	20	30	60	120	180
100	105°	105°	104°	105°	106°	108°	104°
200		97°	93°	94°	83°	67°	47°

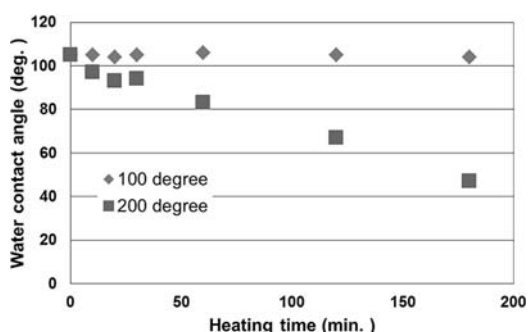


Fig. 3 加熱温度, 時間の変化による水滴接触角

5. まとめ

本研究で作製した試料は疎水性を発揮した. また, 定性分析によりホスホン酸基のピークを確認した. このことにより作製した試料に単分子膜の存在を確認した.

単分子膜の熱特性結果から, 単分子膜は 100℃ 加熱では水滴接触角の値は変化せず, 200℃ 加熱では単分子膜の酸化による水滴接触角の減少がみられた.

6. 謝辞

本講演会に参加し, 発表を通じて多くの方々から貴重なご意見をいただきました. 今回の経験を今後の研究に活かし, 精進していきたいと思ひます.

最後になりましたが, 今回の発表にあたりご指導をいただいた山本, 番先生に深く感謝いたします.