

アンモニアが介在した水和による PVA 表面へのシリカ吸着抑制効果の 3D-SFM および MD シミュレーションによる検討

Inhibition of Silica Adhesion to Poly(vinyl alcohol) Surface

by Ammonia-Mediated Hydration Investigated

by 3D-SFM and MD Simulation

金大理工¹, 金大 NanoLSI², 荏原製作所³

○五十嵐陽彦¹, 吉野巧¹, 宮田一輝^{1,2}, 宮澤佳甫^{1,2}, 宇野恵³, 高東智佳子³, 福間剛士^{1,2}

Faculty of. Sci. & Eng., Kanazawa Univ.¹, WPI-NanoLSI, Kanazawa Univ.², EBARA Corp.³

○Takahiko Ikarashi¹, Takumi Yoshino¹, Kazuki Miyata^{1,2}, Keisuke Miyazawa^{1,2}, Megumi Uno³,

Chikako Takatoh³, Takeshi Fukuma^{1,2}

E-mail: ikarashi@stu.kanazwa-u.ac.jp

半導体製造プロセスを支える要素技術の一つに、ウェーハ表面の不純物・砥粒洗浄技術がある。現在はアンモニアを含むアルカリ水溶液中で回転する PVA ブラシをウェーハ表面に押し付けることでウェーハ表面を洗浄する手法が利用されている。この工程の最適化のため、様々な洗浄条件、方法が検討されてきたが、PVA ブラシと砥粒の相互作用の詳細な理解には至っていない。我々はこれまでに液中 AFM を用いてシリカ砥粒に見立てた探針に対する PVA ブラシ表面の吸着力を計測し、純水中よりもアンモニア水中の方が遥かに小さい吸着力を示すことを明らかにした。さらに、我々は吸着力の違いの一つの要因が静電気力であることを突き止めた。しかし、静電気力だけでは秒オーダーでの吸着力変化を説明できないため、我々は PVA ブラシの表面構造がその変化に寄与していると推察した。そこで、本研究では 3 次元走査型力顕微鏡 (3D-SFM) を用いた PVA 薄膜表面における固液界面の 3 次元構造の可視化と PVA/水・アンモニア水界面の MD シミュレーションを行い、PVA ブラシと砥粒の相互作用に対する水和の働きやアンモニアの寄与についての詳細な理解を目指した。PVA 薄膜/水・アンモニア水界面の 3D-SFM 計測 から PVA/水界面では、 Δf 値が高い箇所がまばらに (Fig. 1(a))、アンモニア水界面では密に分布していることが確認された (Fig. 1(b))。さらに、 Δf 値が高い箇所の高分解計測を行うと、水和した分子鎖が突出している事が確認された (Fig. 2)。また、MD シミュレーションから、PVA/アンモニア水界面では、水分子と PVA 鎖の OH 基から成る水素結合ネットワークにアンモニア分子が介在し、その局在位置が時間とともに変化する事で、水素結合ネットワークの流動性を増していることが分かった (Fig. 3)。これは、PVA 分子鎖の形状自由度を増し、界面自由水の割合を向上させるため、ポリマー鎖の局所的な膨潤を促進する。この界面における膨潤構造の形成が、PVA 表面へのシリカ付着の抑制効果の発現に寄与していると考えられる。

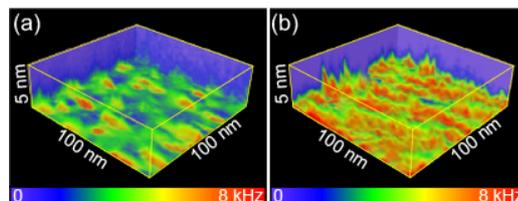


Fig. 1 : 3D-SFM measurements of PVA-water interfaces in various solutions (a) PVA/water interface and (b) PVA/ammonia water interface.

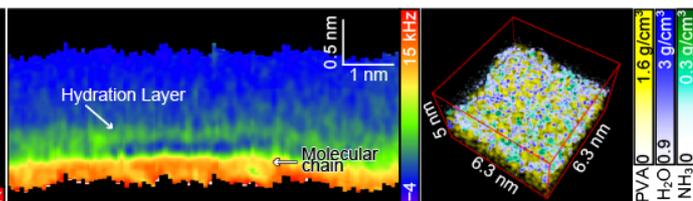


Fig. 2 : High resolution 3D-SFM image obtained at interface between PVA film and ammonia water.

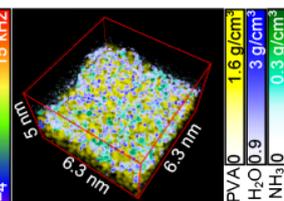


Fig. 3 : MD simulation of PVA-water interfaces in ammonia water and water.