

液中 AFM による半導体ウェーハ洗浄用 PVA ブラシ表面の 吸着力及び膨潤度の定量的評価

Quantitative Measurements of Adhesion Forces and Degree of Swelling at Surfaces of the PVA Brush for Semiconductor Wafer Cleaning by AFM in Liquids.

金大¹, 荏原製作所²

○浅野吉彦¹, 五十嵐陽彦¹, 宮田一輝¹, 宮澤佳甫¹, 宇野恵², 高東智佳子², 福岡剛士¹

Kanazawa Univ.¹, EBARA Corp.²

○Asano Yoshihiko¹, Takahiko Ikarashi¹, Kazuki Miyata¹, Keisuke Miyazawa¹, Megumi Uno², Chikako Takatoh², Takeshi Fukuma¹

E-mail: y.asano@stu.kanazawa-u.ac.jp

急速な発展を続けている半導体集積化技術を支える重要な要素の一つに、ウェーハ表面に付着した砥粒の除去を行う洗浄工程がある。現在この工程では、洗浄液中で PVA ブラシを回転させながらウェーハに押し付けることで除去している。この洗浄工程において、ウェーハの洗浄枚数の増加に伴い PVA ブラシの洗浄能力が低下し、砥粒の残渣が増加することが知られている。これは、PVA ブラシの表面物性が変化することで砥粒に対する吸着力が減少するためであると考えられてきたが、そのメカニズムの詳細は理解されていない。したがって、更なる洗浄工程の効率化や洗浄能力の向上には、PVA ブラシの表面物性の変化が与える砥粒—PVA ブラシ表面間の吸着力への影響を解明することが重要である。そこで本研究では、液中 AFM によりこれらの物性と吸着力を定量的に評価し、そのメカニズムをナノスケールで解析した。

砥粒—PVA ブラシ間の吸着力の評価では、純水中で砥粒を模した探針を用いて新品と使用済み PVA ブラシ表面においてフォースマッピングを実施した (図 1)。その結果、新品に対して使用済みの PVA ブラシの方が吸着力は小さくなった。また、3次元走査型力顕微鏡 (3D-SFM) により PVA ブラシ表面物性を評価した。先行研究において、3D-SFM 計測時の探針のアプローチ／リトラクト間で生じるヒステリシスの面積 (ΔE) から、PVA ブラシ表面の膨潤度として定量的に評価でき、更に、その膨潤度が大きいほど砥粒—PVA ブラシ間の吸着力が小さくなることが示されている。[1]これは、砥粒の吸着には、砥粒—PVA ブラシ表面間に存在する水を排除する必要があるため、膨潤により水を大量に含むと、排除する必要のある水が増加するため吸着力が小さくなるというメカニズムに由来すると考えられる。本研究でも同様の手法で新品と使用済みの PVA ブラシ表面の ΔE 像を取得し、それぞれの膨潤度を評価した (図 2)。その結果、使用済みの PVA ブラシ表面の膨潤度は新品よりも大きく示された。これらの結果から、PVA ブラシの使用回数に伴って PVA ブラシの表面はより膨潤し、砥粒との吸着力が小さくなることで、洗浄能力が低下することが分かった。これらの知見は、半導体ウェーハ洗浄工程に新たな知見を与えることになり、洗浄工程の更なる精度・性能向上に繋がると期待される。

[1] T.Ikarashi et al., *ACS Appl. Nano Mater.* **4**, 71-83 (2021)

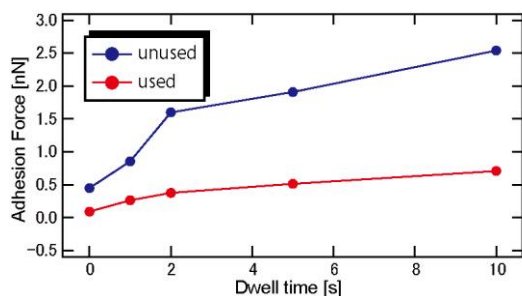


Fig. 1: Adhesion force of unused and used PVA brushes in pure water. obtained by dwell time of 0-10 s.

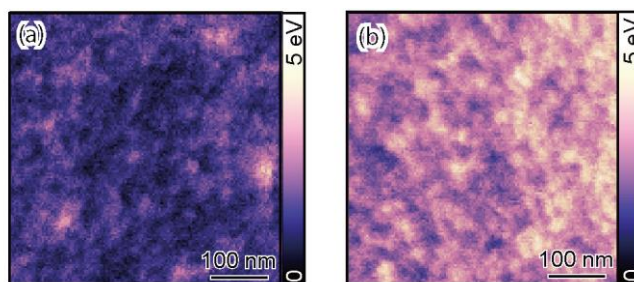


Fig. 2: (a) Energy dissipation image of unused PVA brush in pure water. (b) Energy dissipation image of used PVA brush in pure water.