

令和3年8月23日

## 学位論文の審査要旨

学位論文申請者氏名：半田 直廉

論文題目：CMP後洗浄のスピンリンス工程におけるウェーハ表面への液中粒子再付着メカニズムに関する研究

(英語訳) Study on Re-Adhesion Mechanism of Detached Nanoparticles to Wafer Surface during Spin Rinse Process in Post CMP Cleaning Process

### 論文の概要及び判定理由

本研究は、半導体ウェーハのCMP洗浄に関連して、洗浄時のリンスプロセスにおける液中微粒子の再付着メカニズムを明らかにしたものである。CMP洗浄のリンスプロセスでは、洗浄によってウェーハ表面から一度剥離された砥粒などのナノサイズ微粒子が、ウェーハへ再付着する現象がしばしば観察される。これを防ぐために洗浄液のpHを制御して微粒子にゼータ電位を生じさせることで、再付着を抑制する技術が用いられている。しかしながらそのメカニズムは十分には明らかにされていなかった。本研究では、ウェーハ洗浄液流れ内の微粒子挙動を流体力学の境界層理論と物質移動現象論を組み合わせる解析できる流動モデルを導入し、さらに微粒子に加わるゼータ電位の影響を考慮した微粒子の移流拡散現象を取り入れた再付着モデルを構築した。これらのモデルから予測される微粒子の再付着特性を実験の結果と比較し、両者がよく一致することを確認した。これにより、これまで明確でなかった半導体ウェーハのリンスプロセスにおける微粒子の再付着メカニズムを明確にすることができた。

以上の理由から、博士（理工学）の学位に値するものと判定した。

審査年月日 令和3年8月10日

### 審査委員

主査 群馬大学学術研究院 教授 林 偉民 印

副査 群馬大学学術研究院 教授 荒木 幹也 印

副査 群馬大学学術研究院 教授 鈴木 孝明 印

副査 群馬大学学術研究院 教授 古畑 朋彦 印

副査 群馬大学学術研究院 教授 天谷 賢児 印

## 関連論文

- 1 著者名 N. Handa, H. Hiyama, K. Amagai and A. Yano  
論文題目 Experimental and Modelling Investigation of Re-Adhesion Mechanism of Detached Nanoparticles to Wafer Surface in Spin Rinse Process  
(和訳) スピンリンスプロセスにおける液中粒子の再付着メカニズムに関する実験とモデルによる究明  
雑誌名 Journal of Solid State Science and Technology, Vol.9, No.6, 064001, 2020年7月.
- 2 著者名 N. Handa, H. Hiyama, K. Amagai and A. Yano  
論文題目 Experimental and Modeling Investigation of the Mechanism for Preventing Readhesion via Zeta Potential in the Spin-Rinse Process  
(和訳) スピンリンスプロセスにおけるゼータ電位による液中粒子再付着抑制メカニズムに関する実験とモデルによる究明  
雑誌名 Journal of Solid State Science and Technology, Vol.9, Vol.10, No.4, 044002, 2021年4月.