

ミニマルCMPの面内均一性評価

Characterization of CMP within wafer non-uniformity

横河ソリューションサービス¹、ミニマルファブ推進機構²、産総研³
 ○飯塚治己^{1,2}、谷島孝^{2,3}、三浦典子²、クンプアンソマワン^{2,3}、原史朗^{2,3}

YSS¹, MINIMAL² and AIST³

Harumi Iitsuka^{1,2}, Takashi Yajima^{2,3}, Noriko Miura², Sommawan Khumpuang^{2,3}, and Shiro Hara^{2,3}
 Email: Harumi.Iitsuka@jp.yokogawa.com

【背景と課題】

平坦化プロセスは、半導体デバイス微細化において、重要な役割を担ってきた。近年は、CMP (Chemical Mechanical Polishing) を用いて物理的に平坦化する方法が主流となっている。ミニマルファブにおいても、CMPの開発に早期から着手し、ミニマルCMP装置を完成させ、基本的性能を報告してきた^[1]。更にウエハを再利用すべく研削・研磨して、その後pMOSFETを作って動作させることにも成功した^[2]。同時に、CMPの典型的な使用方法であるデバイス工程での平坦化プロセスについての研磨速度や局所的な平坦性の評価を行ってきたが、これまでウエハ全面を詳細に評価しきれてはなかった^[3]。ここで重要なことは小口径ほどウエハ外周部の削れ量が多くなるという本質的課題を克服しなければならないことである。そこで、今後デバイス製作プロセスに対応できるCMP工程を確立するために、現状の面内均一性の改善を実験計画法を用いて解析した。

【実験と結果】

ミニマルCMP装置ではメカニカルスケールからウエハや定盤の高速回転が容易と考え、ウエハ回転に対する定盤回転の速度が等しい場合を1倍として、2倍及び4倍に定盤回転を上げた条件での加工量を調査した。一般的にはウエハ回転と定盤回転を等しくする事でウエハ上の全ての点で相対速度一定にしているが^[4]、現在この条件ではウエハ外周の加工量が多い為、ウエハを低速回転し外周の加工量低下を期待した。

ウエハ回転数、定盤速度、ウエハ揺動速度の3条件の2水準をL8の直交表に割付けて実験を行った。

Si上にTEOS膜を成膜し、加工前と加工後のTEOS膜の膜厚変化を測定した。要因効果を図2に示す。定盤回転数が支配的で回転数が速い方が良い結果が得られ、ウエハ回転数や揺動速度の影響や速度の相対的な関係は少ない。また、CMP削れ量の面内分布を図3に示す。

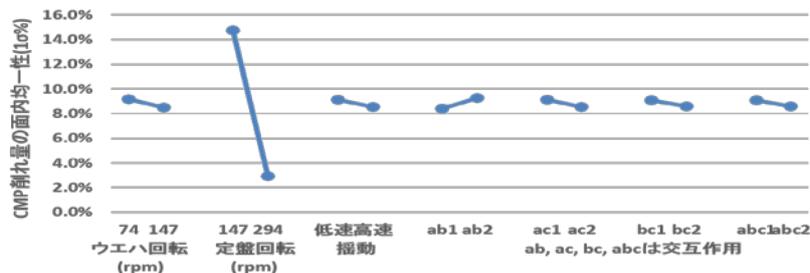


図.2 CMP削れ量均一性の要因効果

【結論および課題】

当初ウエハの回転を低速化することで、面内の均一性を向上させられるのではないかと考えていたが、上記実験の結果は、ウエハの回転速度は面内均一性には余り寄与せず、一方で定盤の回転数を上げることが面内均一性を向上させることを示した。結論的には、メガファブ装置で行われているような相対速度一定条件やウエハ加圧の改善などを行わずに、定盤回転速度のみをパラメータとして容易にウエハ面内削れ量の均一性を制御可能であり、ミニマルCMP装置は非常にシンプルな特性を持ち維持管理が容易な装置と考えられる。

今後は、MOSトランジスタの素子分離部分の平坦化に適用し形状を確認する。

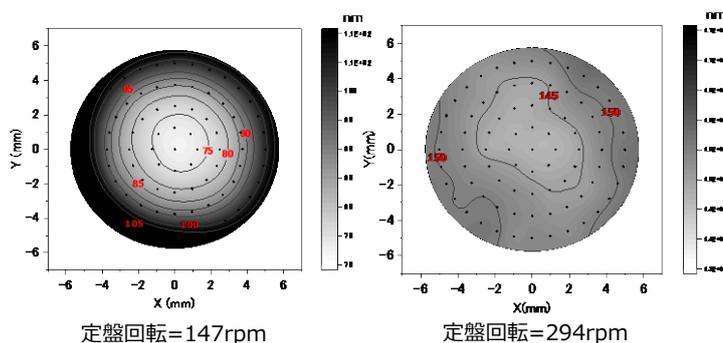


図.3 CMP削れ量の面内分布

【文献】

- [1] 梅山規男, 他, 第74回応物秋季講演会, 20a-B4-4 (2013).
- [2] 梅山規男, 他, 第62回応物春季講演会, 14a-A29-11 (2015).
- [3] 梅山規男, 他, 第78回応物秋季講演会, 6p-C21-15 (2017).
- [4] Hyungjae Kim, Hoyun Kim, Haedo Jeong, Sunghoon Lee and David Dornfeld, "Kinematic Analysis of Chemical Mechanical Polishing and its Effect on Polishing Results", Key Engineering Materials, Vols. 238-239, pp 229-234, Apr 2003.