

スピンドロップレット洗浄技術における高効率なリンス方法

Highly efficient rinsing method in spin droplet cleaning technology

産業技術総合研究所¹, ミニマルファブ推進機構², (株)Hundred Semiconductors³

○根本一正¹, 谷島孝¹, 三浦 典子², 佐藤和重², クンブアン ソマワン^{1,2}, 原 史朗^{1,2,3}

AIST¹, MINIMAL², Hundred³

Kazumasa Nemoto¹, Takashi Yajima¹, Noriko Miura², Kazushige Sato²,
Sommawan Khumpuang^{1,2}, and Shiro Hara^{1,2,3}

E-mail: nemoto.kazumasa@aist.go.jp

【背景と研究目的】 超小型デバイス生産システムミニマルファブ[1]は、装置が人サイズで、ウェハが非常に小さいことと、局所クリーン化が大きな特徴である。このことで有利なプロセスと不利なプロセスとがでてくる。たとえば、ウェハをスキャンニングするプローブ技術では、面積が 300mm と較べて 1/1,000 のためにスキャンニング時間つまりプロセス時間が 1,000 倍になるため、非常に有利である。一方、ミニマルファブの、ウェットプロセスではウェハが直径 12.5mm と小さいため、ウェハエッジの表面張力が強く働き、その強い表面張力を利用してウェハ表面に液体を保持したままウェットプロセス処理が可能であり、省薬液になる。しかし、同時に、裏面の洗浄やエッチングが出来ないという課題があった。大口径ウェハでは、裏面への薬液の回り込みは遠心力で防げるが、直径 12.5mm のハーフィンチウェハを用いるミニマルファブでは、裏面への薬液の回り込みが無視できない。裏面を上にして洗浄すると、最初の表面が裏になるので、またその面が汚れてしまう。この課題に対し、ウェハを保持するウェハステージにリングを装着する事により、ウェハ裏面空間に薬液を溜めることができ、このためにウェハ表面と裏面の表面張力が連動してウェハ上下の液体が一体化保持され、同時両面洗浄が可能になることが分かった[2]。ところが表面張力が上がったことにより、ウェハ洗浄薬液を超純水に置換するリンスが難しくなる問題がでてきた。

リンス効果を上げるために有限の大量の超純水を用いても、リンス(薬液の水への置換)が完全にはできないという問題があった。今回、間欠的な超純水の使用によって、消費量を削減した効率的なリンス方法を開発したので報告する。

【リンス方法と課題】 ミニマル装置では、ウェハが小さいためにウェハ上の液をウェハステージ低速回転時で保持して(図1(a))、次にステージを高速回転(図1(b))で液を振り切ることを繰り返し行う事により、少量の液で洗浄、リンスを行うことが出来る[3]。しかし、ウェハステージにリングを装着して、ウェハ下面も洗浄出来る新しい洗浄方法[2]では、ウェハ下面にも液が溜まることのできるため、ウェハ両面に液を保持させることが出来るが、ウェハ下面に溜まった液の排出が難しくなり、薬液を超純水でリンスするには、大量の超純水と処理時間が長くなる。

【リンス方法の改良と結果】 図 2(a)のように、ウェハと薬液吐出ヘッドの距離をまず 3mm にして実験した結果が図3(a)である。ウェハ上面の液は、ウェハステージ回転 400rpm で液が保持できなくなるが、ウェハ下面の液は 800rpm まで液が保持される。液の振り切り回転数は、ウェハ上下で差がありウェハ上面は下面より早く乾燥してしまうために、ウォーターマークが発生しやすい。しかし、図 2(b)のように薬液吐出ヘッドとウェハ上面の距離を1.75mm にして、ウェハ下面とリングとの距離を3mm の場合で実験した結果が図3(b)であるが、ウェハ上下に溜まった液はウェハステージ回転数 800rpm で、ウェハ上下ともに液がほぼ同時に排出される。つまり、薬液吐出ヘッドの角とウェハ上面のエッジに働く表面張力とウェハステージに装着した PTFE リングの角とウェハ下面に働く表面張力が連動してウェハ上下で一体化していた液が、ウェハステージの高速回転で連動して排出されることが分かった。洗浄後のパーティクルを測定すると、ウェハ上面が $0.15 \mu\text{m} \geq 11$ 個(図 4(a))、ウェハ下面は 38 個(図 4(b))と良好な結果となった。

【結論】 ウェハ上面と下面の液体のリンス(置換)効率を、回転数に対して同等にするには、表面上部のノズルとウェハの距離を変えて、上部表面張力を制御してやれば良いことがわかった。

<参考文献>

[1]原史朗, クンブアンソマワン, 「ミニマルファブの開発とそのデバイスプロセス」, 応用物理, 83(5), 380 (2014).

[2] 根本一正, 他, 第69回春季応用物理学会24a-E103-12(2022), [3] 影山智明, 他, 第66回春季応用物理学会9a-M114-11(2019)

謝辞: この成果の一部は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の助成事業(JPNP12004)の結果得られたものである。

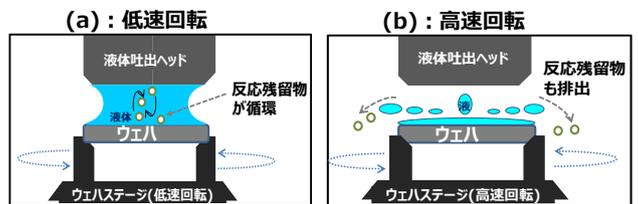


図 1. ステージ回転(低速・高速)でウェハ上に液体が保持している図。

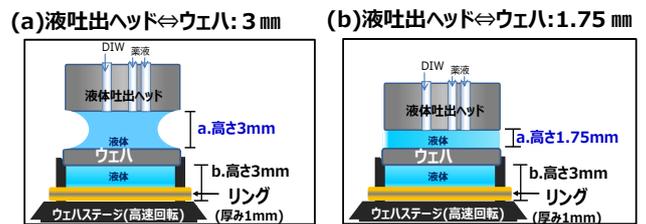


図 2. ステージにリング装着して低速回転時のウェハ上下の液保持の図

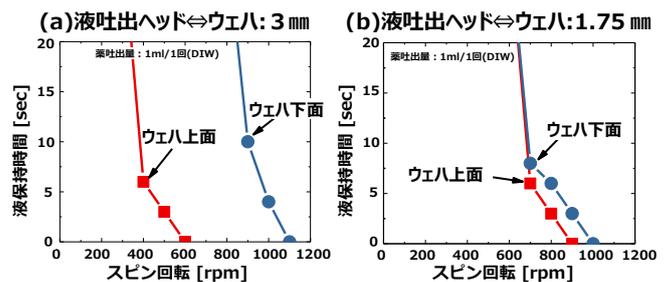


図 3. ウェハ上下に液体が保持できるスピンドロップレット

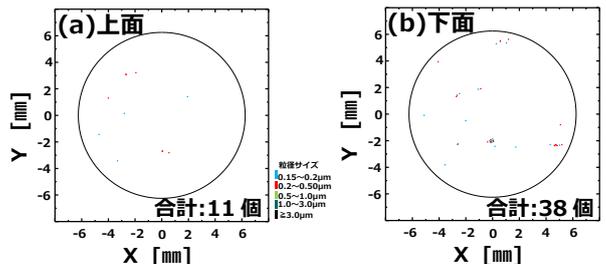


図 4. 洗浄後のウェハ上下のパーティクル数