

ミニマル液体ドーパント・プロセスに用いた攪拌装置の効果

The effect by the stirring device on a wafer using Minimal-Fab Spin-on Dopant Process

1 ミニマルファブ推進機構、2 産業技術総合研究所、3 (株) Hundred Semiconductors

○中道 修平¹、本郷 仁啓¹、佐藤 和重¹、居村 史人³、原 史朗^{1,2,3}

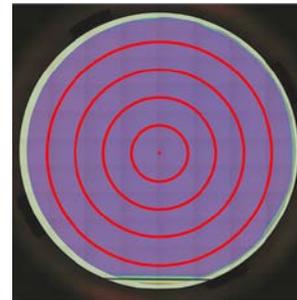
MINIMAL¹, AIST² and Hundred³

Shuhei Nakamichi¹, Hiroyoshi Hongoh¹, Kazushige Sato¹, Fumito Imura³, and Shiro Hara^{1,2,3}

E-mail: shuhei-nakamichi@minimalfab.com

【背景・目的】産総研とミニマルファブ推進機構では、 $\phi 12.5\text{mm}$ のハーフィンチウエハを用いた生産システムであるミニマルファブの開発を進めてきた[1]。MOSFET構造のデバイス試作に必要な不純物拡散には、SOD(Spin On Dielectric)材料を用いた熱拡散方法を採用している。このプロセスを用いて、これまで CMOS を中心としたデバイス及びそれらを用いた集積回路の試作等に成功している。さらに、より高集積で安定したデバイスを製造するために、SOD 塗布プロセスの安定性を向上させたプロセスの開発を進めてきた[2]。実際に、SOD 塗布プロセスを集積回路などの実用用途に用いる場合、溶質として不純物原子が入った有機ポリマーを用いる SOD 溶液では、溶媒中で溶質を均一にウエハコーティングしようとする場合、以下の問題が顕在化する。(1)コーティングの面内均一性、(2)ウエハエッジ部に発生するエッジビード、(3)裏面への塗布薬剤の回り込みである。これらの課題に対応した塗布プロセスを開発した[3]。前回の報告 [4]では、ボロンドープ pMOSFET で、直径方向に不均一な塗布分布を、均一になるように改良することができた。しかし、ボロンドープ pMOSFET プロセスにおいて SOD 材料の塗布前の攪拌条件による塗布膜の膜厚への影響を把握していなかった。

【プロセス改良と検証】今回の実験では、SOD 溶液を均一に塗布するため、以下の条件を使用した。①ウエハ 90rpm で SOD 溶液を吐出し、そのまま 90 秒間回転、②SOD 溶液を振り切るための回転加速度を 5000rpm/sec、③振り切り後の乾燥の回転数を 5000rpm とした。ただし、使用する SOD 溶液中のボロンを均一に分散させるため、塗布の前にミキサーで SOD 液を収納したシリンジに振動を与えて攪拌した。上記①～③のプロセス条件で塗布薬液のスピンコートを行い、2枚を作製した。図1のように、半径 6.25mm



膜厚測定位置と測定ポイント数

R=0mm:1
R=1.25mm:8
R=2.50mm:16
R=3.75mm:24
R=5.00mm:32
合計81ポイント測定

図1. ウエハ上での膜厚測定位置とポイント数

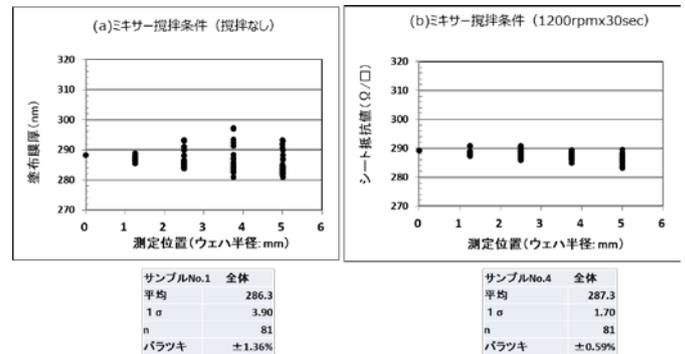


図2. 改善プロセス前後の塗布膜厚分布

(a)溶液のシェイクなし
(b)溶液のシェイクあり

のウエハの半径 0, 1.25, 2.50, 3.75, 5.00mm 上の合計 81 点の膜厚を測定し、塗布膜厚のばらつきを調べた。このボロン塗布膜の膜厚測定を、上記の2つの評価サンプルに対して行った。図2(a)に攪拌なしの条件で作製した塗布膜厚測定サンプル(a)のウエハ径方向に対する塗布膜の分布を示す。膜厚測定の位置をウエハ中心からの距離として表している。ウエハ面内での膜厚のばらつきは、 $\pm 1.36\%$ ($1\sigma = 3.90\text{nm}$)であった。ただし、ウエハ全体でばらつきが大きかった。同様に、SOD 溶液攪拌後のデータを図2(b)に示す。プロセス改善後の条件で作製したサンプル(b)のウエハ面内での膜厚のばらつきは、 $\pm 0.59\%$ ($1\sigma = 1.70\text{nm}$)であり、図2(a)の分布と比べるとかなり均一な分布となっていた。以上の結果をまとめると、SOD 溶液の攪拌を行うことによって、SOD の塗布膜は大変綺麗にウエハ面内で均一化された。今後は攪拌条件による電気的特性への影響を評価していく予定である。

〈参考文献〉

- [1] 原 史朗、クンプアン 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」、応用物理学会誌 83(5),p.380(2014).
- [2] 中道 修平ら、第 83 回応用物理学会秋季学術講演会 20a-A406-7(2022)
- [3] 中道 修平ら、第 70 回応用物理学会春季学術講演会 15a-B410-2(2023).
- [4] 中道 修平ら、第 71 回応用物理学会春季学術講演会 25p-52A-5(2024).