

ミニマル集光加熱炉における温度均一性の改善(II)

Improvement in Thermal Uniformity of a Half-inch Wafer in Minimal Focused Light Heating Furnace (II)

ミニマルファブ技術研究組合¹, 米倉製作所², オリエンタルモーター³, 産業技術総合研究所⁴
 三浦 典子¹, 相澤 洸^{1,2}, 山田 武史^{1,2}, 伊藤 孝宏^{1,3}, 遠江栄希¹, 池田 伸一^{1,4},
 石田 夕起^{1,4}, ミナモト 孝則¹, 大西 康弘^{1,2}, クンプアン ソマワン^{1,4}, 原 史朗^{1,4}

MINIMAL¹, YONEKURA MFG. Co., LTD², ORIENTAL MOTER Co., LTD and AIST³
 Noriko Miura¹, Takeshi Aizawa^{1,2}, Takeshi Yamada^{1,2}, Takahiro Ito^{1,3}, Haruki Toonoe¹, Shinichi Ikeda^{1,3},
 Yuuki Ishida^{1,3}, Takanori Mikahara¹, Yasuhiro Onishi^{1,2}, Sommawan Khumpuang^{1,3}, and Shiro Hara^{1,3}
 E-mail: noriko-miura@minimalfab.com

【背景と研究目的】 ミニマルファブでは、抵抗加熱、レーザー加熱、集光加熱の3つの方式で加熱装置の開発を進めている。このうち、集光加熱方式は、ウェハとその周辺のみを局所的に加熱するため、装置の小型化が容易であり、高温かつ急速昇降温の加熱処理が可能である。一方、ウェハ面内の温度分布が不均一になりやすく、温度制御も困難である。これまでの実験で、反射鏡の形状改善で加熱効率が向上すること、O₂ ガスの流量がウェハ面内の温度分布に影響を与えることが確認されている[1]。本発表では、O₂ ガスの流れが加熱中のウェハ表面に与える影響について、実験とシミュレーションの両面から検証を行い、O₂ ガス導入方法の最適化を行ったので、その結果について報告する。

【実験方法】 図1は加熱チャンバーの概略図である。O₂ ガスはチャンバーの上部からガス整流板を通してウェハ直上に導入される。ウェハが加熱されると上昇気流が発生し、上からのガス流と干渉し合うため、ウェハ面内の気流分布は、加熱温度とガスの導入方法によって変化する。今回は、孔形状の異なる2種類の整流板を用い、加熱実験による熱酸化膜厚の面内分布と流体シミュレーションによるガス流分布からO₂ ガスによる対流・冷却の影響を検証した。

【結果と考察】 図2は、一孔型、多孔型それぞれの整流板使用時の室温におけるウェハ面内のガス流量分布のシミュレーション結果である。多孔型整流板では、ウェハ面内の流速がほぼ均等になることが判る。加熱処理後の熱酸化膜厚ばらつきも多孔型整流板の方が良好である(図3)ことから、ガス流速の均一性向上は、酸化膜厚ばらつきの低減に効果があることが確認できた。そこで、多孔整流板使用時の加熱時のガス流速分布をシミュレーションしたところ、O₂ 流量 20sccm では、図4に示すように整流板からのガス流が上昇気流と干渉し合い、ウェハ表面にガスが均一に当たらない可能性が示唆された。この結果から、ウェハ表面の気流分布の均一化には、整流板の孔配置だけでなく、O₂ 流量の最適化も必要であると考えられる。O₂ 流量と流速分布の詳細な関連性については、当日議論する。

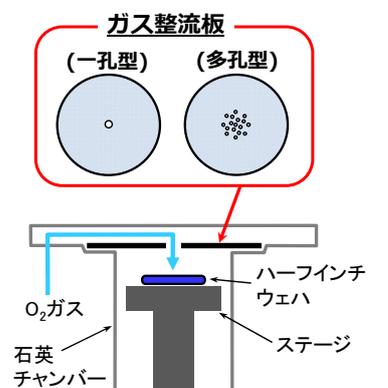


図1 チャンバー構造と整流板形状

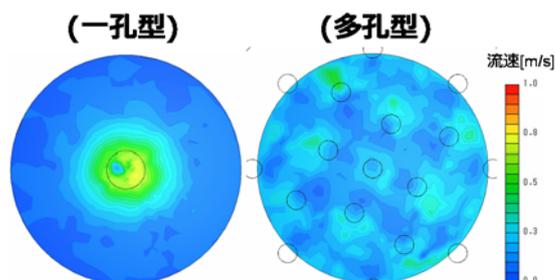


図2 整流板形状と流速分布(シミュレーション)

<参考文献>

[1] 三浦ら、第62回応用物理学会秋季学術講演、20a-A19-5

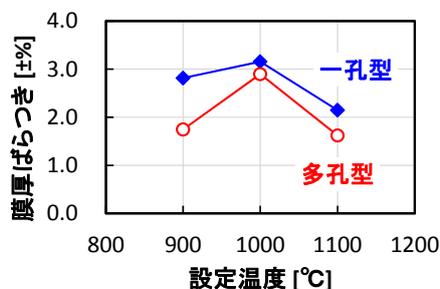


図3 酸化膜厚ばらつき^{*1}比較
(加熱時間 30min, O₂ 流量 20sccm)

^{*1} 面内 81 点測定値の 1σ / 膜厚平均値

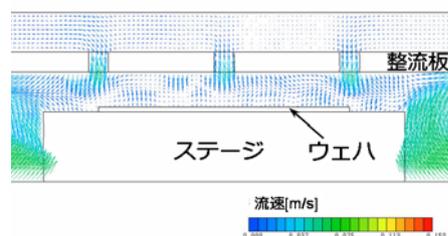


図4 流速分布(断面方向)
(ウェハ温度 1080°C^{*2}, O₂ 流量 20sccm)

^{*2} 設定温度 1000°C 時のウェハ温度に相当