ミニマル集光加熱炉によるシリコン熱酸化プロセス

Silicon Thermal Oxidation Process using Minimal Focused Light Heating Furnace

米倉製作所¹, ミニマルファブ技術研究組合², 産業技術総合研究所³ [○]三浦 典子^{1,2}, 相澤 洸^{1,2}, 三ヶ原 孝則², 山田 武史^{1,2}, 大西 康弘^{1,2}, 石田 夕起^{2,3}, 池田 伸一^{2,3}, 中戸 克彦², クンプアン ソマワン^{2,3}, 原 史朗^{2,3}

YONEKURA MFG. Co., LTD¹, MINIMAL², and AIST³ Noriko Miura^{1,2}, Takeshi Aizawa^{1,2}, Takanori Mikahara², Takeshi Yamada^{1,2}, Yasuhiro Onishi^{1,2}, Yuuki Ishida^{2,3}, Shinichi Ikeda^{2,3}, Katsuhiko Nakato², Sommawan Khumpuang^{2,3}, and Shiro Hara^{2,3} E-mail: miura@caty-yonekura.co.jp

[背景] ミニマルファブは、ハーフインチウェハ(φ12.5mm)を用い、最小の投資、エネルギー で半導体の多品種少量生産に対応しようという生産システムであり、これを実現するために、ミ ニマルファブ技術研究組合を中心に、ミニマルファブを構成する半導体製造装置の小型化開発が 進められている。

大口径ウェハを使用する熱酸化装置は、加熱容器の熱容量が大きく、また、ウェハにかかる熱 ストレスも大きくなるために昇降温に時間を要する。ミニマルファブでは、1分に1プロセスを 想定しているため、ミニマル熱酸化炉は、高速昇降温が可能な装置である必要がある。ウェハが 小さいため、集光加熱やレーザー照射方式を用いたミニマル熱酸化炉では、ウェハだけを集中的 に加熱することにより、急峻な昇降温が可能となる。さらに、これらの局所加熱方式では周辺部 材にかかる熱負荷も少ないため、従来の熱酸化装置より小型の装置でも高温処理が可能となる。 その反面、集光加熱は局所加熱方式であるがゆえに、ウェハ面内の温度分布が不均一になりやす く、その克服が一つの技術課題となる。本報告では、開発したミニマル集光加熱炉の基本構造及 び得られた熱酸化膜の特性について述べる。

[実験方法] 図1に集光加熱装置のプロセス部の概略図を示す。集光加熱方式では、反射鏡を 用いてウェハに赤外線を集中させることにより、約2分で1100℃までの昇温が可能である。温度 制御は、ステージ温度のモニタリングにより行っている。ウェハ温度はステージ温度より10%程 度高い温度となる。プロセスチャンバーは石英製であり赤外線を透過するため、チャンバーにか かる熱負荷は少なく、サイズを小さくすることが可能である。熱酸化プロセスに用いるO2ガスは、 G1グレード(6N)を用い、ピュリファイヤーを通して石英チャンバーの上部から導入する。今回は、 900℃~1200℃,O21atmで熱処理を行い、分光エリプソメトリにてシリコン酸化膜厚を測定した。

[結果] 図 2 に 1100°C, 60 分の熱処理後におけるウェハ面内 9 点の酸化膜厚分布を示す。酸化 膜厚はウェハ中央部で薄くなる傾向があり、処理温度 1000°C以上では類似の膜厚分布を示す。各 処理条件におけるウェハ面内の膜厚ばらつき((Max-Min)/Average)は 2~6%程度であり、集光加熱 方式としては良好な膜厚均一性を得ることができた。膜厚均一性は、熱処理時間が長いほど向上 する傾向が認められた(図 3)。酸化膜厚の面内均一化および酸化メカニズムに関しては、当日議論 する。



Fig. 3 Uniformity of Oxide Thickness vs. Heating Time