

ミニマル加熱炉における急速加熱でのスリップ転位の発現

Formation of slip dislocation by rapid heating in minimal heating equipment

○遠江 栄希¹, 谷島 孝¹, 石田夕起^{1,2}, 池田 伸一^{1,2}, クンプアン ソマワン^{1,2}, 原 史朗^{1,2}

MIMINAL¹ and AIST²

°Haruki Toonoe¹, Takashi Yajima¹, Yuuki Ishida^{1,2}, Shinichi Ikeda^{1,2}, Sommawan Khumpuang^{1,2}, and Shiro Hara^{1,2}

E-mail: haruki.toonoe@minimalfab.com

[はじめに]

半導体デバイスプロセスにおける熱酸化膜の形成や熱拡散などの加熱処理において、Si ウェハの温度分布に勾配が生じると熱応力起因のスリップ転位(結晶転位)が発生する。スリップ転位はデバイスの性能を著しく低下させたり不良の原因になることから、スリップ転位の発生を抑えることはデバイス作製における必要条件である。現在、産総研を中心に開発しているミニマル装置^{1,2}において、加熱炉として採用している 3 種の加熱方式(レーザ加熱、集光加熱、抵抗加熱)では、装置サイズとウェハが小さいために熱容量が小さく、何も工夫しないと温度分布にムラが生じやすくなり、ウェハ内に応力が発生する原因となり得る。応力が発生すると、スリップ転位などの欠陥が生じることになる。今回我々は、意図的に急速加熱を行って応力を発生しやすい状況を作り出し、これによってスリップ転位などを発生させ、光学顕微鏡やX線により、その発生の様子を調べたので報告する。

[実験方法]

レーザ加熱方式、集光加熱方式、抵抗加熱方式の 3 種の加熱炉を用い、Si ウェハ(厚さ 0.25 mm)の加熱を行った。レーザ加熱装置の光源には最大出力 100 W、波長 880 nm の半導体レーザを使用している。均質分布のレーザ光(ビーム径φ13.0 mm)を Si ウェハ上に照射することで、約 5 秒で 1000°C 以上の高温まで急速昇温が可能である。集光加熱装置の光源には最大出力 1000W のハロゲンランプを使用している。反射鏡で Si ウェハ上に集光させ加熱を行い約 1 分で 1000°C 以上の高温まで急速加熱が可能である。抵抗加熱装置は小型ヒータ中に Si ウェハを素早く導入し加熱を行う。約 2~3 分で 1000°C 以上の高温まで急速加熱が可能である。今回は 1100 °C、1atm で加熱処理を行った。スリップ転位の評価には、光学顕微鏡による微分干渉像と X 線トポグラフィ像を用いた。

[実験結果]

図 1 より、レーザ加熱されたウェハは数秒で設定温度の 1100°C まで達しており、3 台の加熱装置で最も急速に加熱が行われたことが分かる。加熱処理後のウェハの様子を図 2 に示す。微分干渉像から多くのスリップ転位の発生が確認された。一方、集光炉と抵抗加熱炉で処理したウェハに関しては、スリップ転位は観察されなかった。当日は各装置でスリップ転位の発生と加熱速度の関係について議論する。

[参考文献]

- [1] 原, 前川, 池田, クンプアン, ミニマルファブ構想, 第73回応用物理学会学術講演会 講演予稿集, 12p-F5-1 (2012).
- [2] クンプアン, 梅山, 原, 局所クリーン化ミニマルリソグラフィシステム, 第73回応用物理学会学術講演会 講演予稿集, 12p-F5-2 (2012).

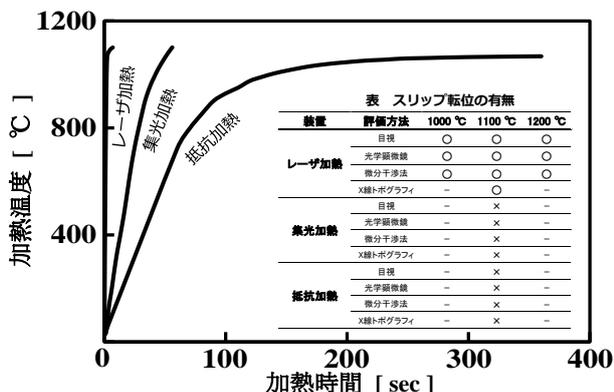


図 1 ウェハの加熱時間と昇温特性

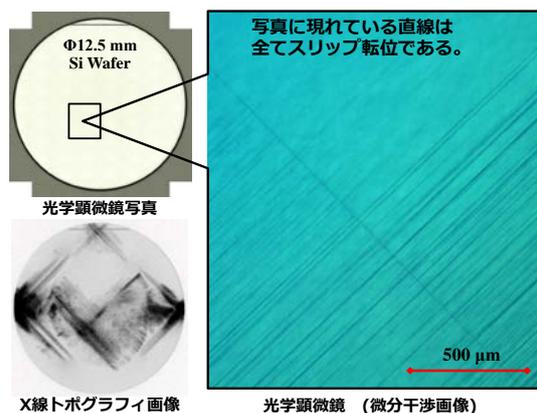


図 2 1100°Cでレーザ加熱処理したウェハの様子