

プラズマプロセス中の基板温度分布の経時変化の解析

Analysis of Temporal Variation in Wafer Temperature Distribution during Plasma Processing

○堤 隆嘉¹、石川 健治¹、近藤 博基¹、関根 誠¹、堀 勝¹ 1. 名大

°Takayoshi Tsutsumi¹, Kenji Ishikawa¹, Hiroki Kondo¹, Makoto Sekine¹, Masaru Hori¹

1. Nagoya Univ.

E-mail: tsutsumi@plasma.engg.nagoya-u.ac.jp

はじめに 半導体デバイス製造で要求されるエッチング加工精度は原子スケールに達しており、プラズマ内の活性種(ラジカル、イオン、光)と被加工物の最表面の原子または原子層単位での化学反応の制御が求められている¹⁾。しかし、イオン照射によるプラズマから基板への熱流入が基板温度を上昇させ、プロセス中の化学反応速度や堆積種の付着確率を変動させることでエッチングメカニズム解明を難しくしている。本研究では、周波数領域型低コヒーレンス干渉計を用いた非接触型基板温度計測手法²⁾を適用し、プロセス中の基板温度をリアルタイムで計測し、基板の熱流束モデルを構築し連続放電と間欠放電との基板温度分布の挙動を議論する。

実験方法 容量結合型プラズマ装置の下部電極および上部電極にそれぞれRF(2 MHz、200 W)、VHF(100 MHz、400 W)を印加し、圧力2.0 Paで窒素・水素プラズマを生成した。計測した基板温度が設定下限値および上限値を超えたときに印加電圧をOn/Offし、繰り返し放電させることで、プロセス中の基板温度をフィードバック制御による間欠放電をおこなった。また、10°Cに保った静電チャック付の下部電極とSi基板の間にはヘリウム(圧力0.9 kPa)を導入し熱伝導率を高めている。

結果と考察 プラズマからの入熱により初期温度10°Cから設定上限値20.5°Cを超えるまで基板温度は上昇する。上限設定値を超えた後に放電は設定下限値20°Cを下回るまで停止する。このフィードバック制御によりエッチングプロセス中の基板温度の変化を3°Cの範囲内に収めることが可能となった。プラズマからの熱流入量および基板からステージへの熱流出量をプロセス時間2.0 sまでの基板温度の経時変化より見積もることが可能である。そこから、ウェハの熱流入出束モデルの構築を行った結果、熱流ウェハを囲むフォーカスリング (FR) は基板に比べ高温になっていることが予測される。図1に本プロセス条件の連続放電の場合でのプラズマプロセス中の基板中心とエッジ部の温度変化の計算結果を示す。基板中心とエッジ部分の温度差は60 s後には5°C以上にもなる事がわかった。講演では、構築した熱流束モデルによるフィードバック制御中の基板温度分布についても議論する。

参考文献

- 1) H. Yamamoto *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **51**, (2012) 016401.
- 2) T. Tsutsumi *et al.*, Appl. Phys. Letter **103**, (2013) 182102.

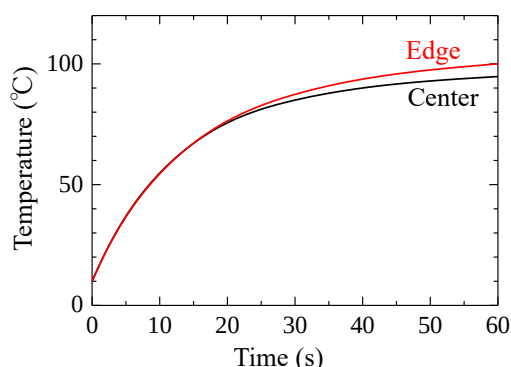


Fig.1 Temporal variation in the center and the edge of the wafer temperature in CW plasma process.