

光学干渉非接触温度計を用いたプラズマプロセス中のシリコンウェハ温度の高精度測定

Precise measurement of the temperature of a silicon wafer by an optical-interference contactless thermometer during rapid plasma processing

広大院先端研 ○(M2) 亀田 朝輝, 水川 友里, 花房 宏明, 東 清一郎

Graduate School of Advanced Sciences of Matter, Hiroshima University,

E-mail: semicon@hiroshima-u.ac.jp

序>プラズマプロセスにおいて正確にウェハ温度を測定することは様々な要因により困難である。本研究では独自に開発した光学干渉非接触温度計(Optical-Interference Contactless Thermometer: OICT) [1]に着目し、そのプラズマプロセス応用を目指した。

実験>P型(100)シリコンウェハ[525 μm 厚, 8~12 Ωcm , 両面研磨]の裏面に熱電対(TC)を貼り付け、表面から大気圧プラズマジェット(TPJ)照射を行った。TPJ噴出孔-Si基板間距離を0.5~30 mm, Ar流量を3.0 L/minとし、シリコンウェハを $10 \sim 10^5$ K/sの幅広い加熱レートで熱処理を行い、OICTとTCによる温度の同時測定を行った。OICTによる熱伝導解析は3次元かつTPJジェット流による放熱を考慮した状態で行った。

結果および考察>OICTとTCの絶対温度は、各加熱レートにおける放熱過程において約1 Kの差で一致した(Fig. 1(g)-(i))。これより、OICTの絶対温度精度はTCに対して1 K程度であるといえる。一方、加熱レートの上昇に伴い、OICTとTCのピーク温度の差は広がった(Fig. 1(d)-(f))。ここでTCは 10^2 K/sの加熱レートにおいてすらOICTに対してピーク温度が約93%と追従できなくなった。 10^5 K/sのような加熱レートでのOICTのピーク温度妥当性を検証するため、OICT解析において到達温度を約2 K増減したときの反射率波形を比較した(Fig. 2)。2 Kの増減で解析波形が実験地から大きくずれることから、OICTでの測定・解析の誤差は2 K以下であると言える。Fig. 3にOICTで得られた加熱中の3次元断面図を示す。 10^5 K/sにおいて厚み方向に大きな温度勾配が生じており、これに加えてTC自体の熱容量などが加味された結果、TCはOICTに追従できていないと考えられる。

結論>OICTは非常に高い応答速度を持ち、約2 Kの絶対温度精度でプラズマプロセス中の温度を測定可能である。

文献>[1]H. Furukawa, *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **47** (2008) 2460.

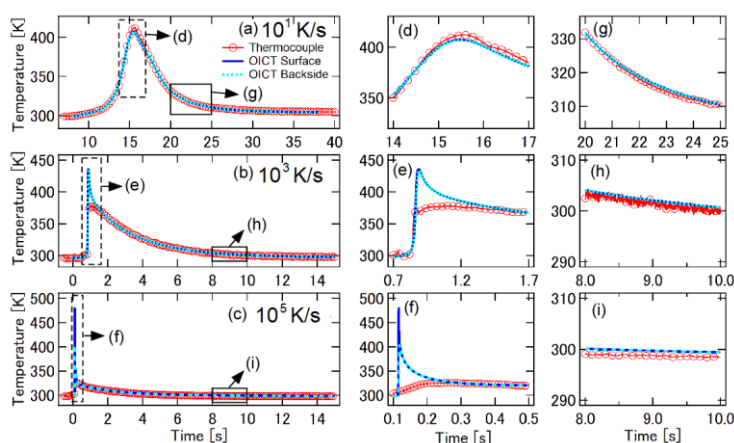


Fig. 1 Transient temperature measured with OICT and TC at heating rates of 10, 10^3 , and 10^5 K/s, respectively.

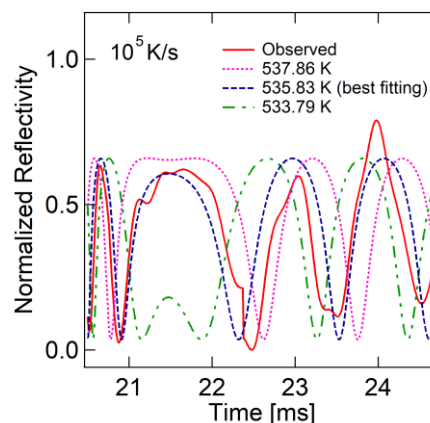


Fig. 2 Measured (solid line) and OICT simulated (dotted lines) transient reflectivity under slightly different annealing temperature.

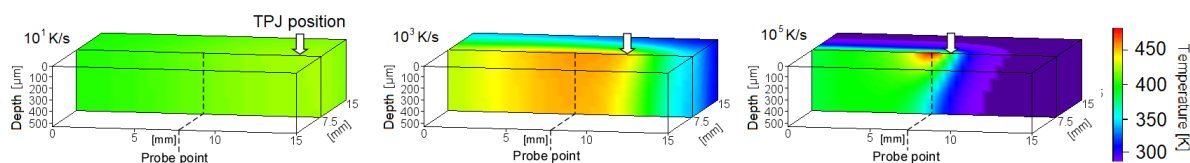


Fig. 3 Temperature distributions inside Si wafer annealed at heating rates of 10, 10^3 , and 10^5 K/s, respectively.