

シリコン熱光学係数の精密測定による非接触温度測定の高精度化 Measurement of Thermo-Optic Coefficient of Silicon and Improvement of Noncontact Measurement of Si Wafer Surface Temperature

広大院先端研 °亀田 朝輝, 花房 宏明, 東 清一郎

Graduate School of Advanced Sciences of Matter, Hiroshima University,

°A. Kameda, H. Hanafusa, and S. Higashi

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

序>これまでに我々は,熱プラズマジェット(TPJ)照射によるミリ秒急速熱処理において石英およびシリコンウェハの昇降温特性を非接触測定する技術について報告してきた[1,2,3]. 本研究ではシリコンの熱光学係数(Thermo-Optic Coefficient : TOC)を室温から 800 K 以上まで測定し,光学解析に用いることで温度測定の精度向上を試みた.

実験>厚さ525 μm , 抵抗率8~12 Ωcm , 両面研磨のP型シリコンウェハを,3 mm ϕ の穴の開いたヒーターに密着させ,昇温しながら,波長1310 nm, 出力15 mWの赤外レーザー透過波形を測定した. 昇温は真空チャンバー内で行い,圧力および昇温レートをそれぞれ500 Pa,300 K/hourに設定した. また,基板温度は基板表面に貼り付けたK熱電対により測定した. 得られた透過率の振動波形より,シリコンのTOCを得た. 次に,TPJ噴出孔-Si基板間距離およびAr流量をそれぞれ1.0 mm,5.0 L/minで一定とし,シリコンウェハを速度 $v = 500 \sim 1000$ mm/sで掃引し熱処理および非接触温度測定を行った.

結果および考察>得られた透過率の振動波形をFig.1に,これから導出したTOCをFig.2に示す. 測定結果より屈折率の近似式 $n_{\text{Si}} = 3.46 + 1.18 \times 10^{-4} \times T + 1.30 \times 10^{-7} \times T^2$ が得られた. この近似式は文献[4]と比例しつつ,バラツキの少ない値となった. スキャン速度 $v = 800$ mm/sにおける実測波形とフィッティング波形をFig. 3に示す. 測定したTOCを用いることで,実測波形が良く再現され, Fig.4に示すように, $v = 500$ mm/sにおいて,10 msの間に380 Kの温度上昇があることが分かった.

結論>シリコンの TOC を測定し,得られた TOC を光学解析に用いることで非接触温度測定の精度向上を実現し,ミリ秒時間分解能の温度測定を可能とした.

文献>

[1]T.Okada, et al., Jpn. J. Appl. Phys., **45** (2006) 4355.

[2]T.Okada, et al., Thin Solid Films, **515** (2007) 4897.

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

[4]T. Sato, Jpn. J. Appl. Phys., **6** (1967) 339

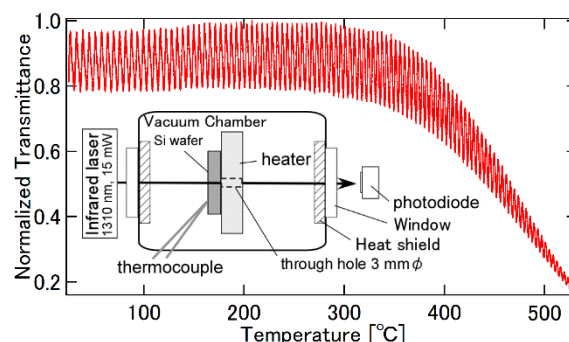


Fig.1 Observed oscillation in transmitted IR laser intensity as function of temperature. The inset shows schematic diagram of TOC

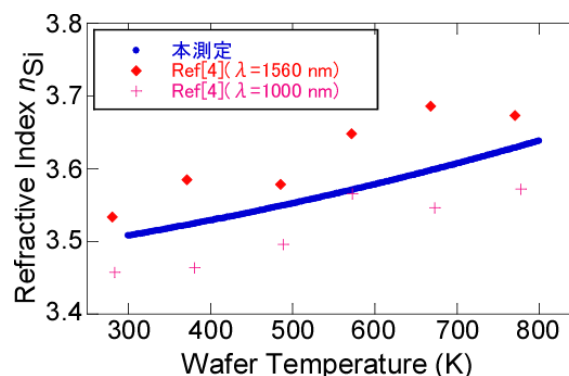


Fig.2 Refractive index of silicon as a function of temperature.

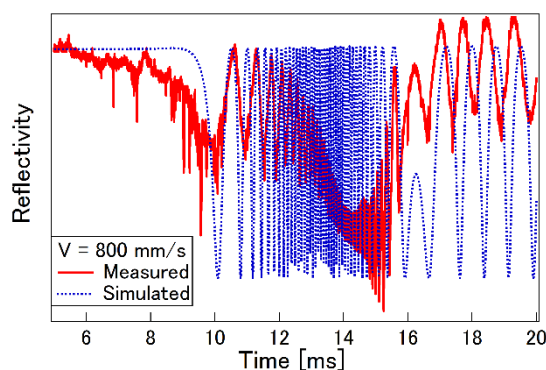


Fig.3 Measured and simulated transient reflectivity under $v = 800$ mm/s annealing

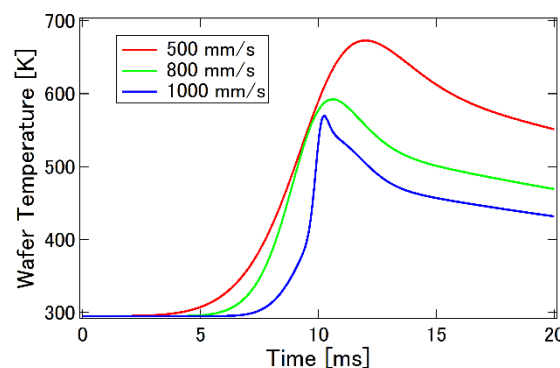


Fig.4 Measured wafer transient temperature under $v = 500, 800, 1000$ mm/s annealing