

## シリコンウェハ内の過渡的熱拡散過程の イメージング技術に関する研究

Research on imaging technology for transient thermal diffusion processes in silicon wafers by  
Optical-Interference Contactless Thermometry (OICT)

大学院先進理工

○松口 康太郎, 藤本 溪也, Yu Jiawen, 花房 宏明, 佐藤 拓磨, 東 清一郎

Graduate School of Advanced Science and Engineering, Hiroshima University

K. Matsuguchi, K. Fujimoto, J. Yu, H. Hanafusa, T. Sato, and S. Higashi

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

序>本研究室ではこれまでにシリコンウェハの超急速熱処理中の温度変化を, 赤外プローブレーザーを用いて測定する光学干渉非接触温度測定技術(Optical-Interference Contactless Thermometry : OICT) [1]を開発してきた。本研究では, 従来のフォトダイオードによる反射光測定部をハイスピードカメラ(HSC)に置き換えることにより, 干渉縞を二次元的に捉えるイメージング測定系を設計製作し, シリコンウェハ内部における熱拡散過程の可視化を試みた。

実験>OICT測定系をFig. 1に示す。シリコンウェハ(厚さ 500  $\mu\text{m}$ , 抵抗率 1-10  $\Omega \cdot \text{cm}$ , 両面研磨, N型)に波長1310 nm, 出力40 mWの赤外レーザーをビームスプリッターを介して裏面より垂直入射させ, 反射光を倍率5倍の対物レンズと近赤外領域に感度を持つHSCで捉え, ウェハ加熱時の干渉パターンの動画観察を試みた。ウェハ前面において大気圧熱プラズマジェット(TPJ)をスキャンすることで, ミリ秒超急速熱処理をおこなった。TPJはArガスのDCアーク放電により発生した熱プラズマを  $\phi 0.6 \text{ mm}$  ノズルから噴出することで生成した。投入電力 $P=780 \text{ W}$ , Ar流量 $f=1.0 \text{ L/min}$ , アークギャップ $ES=2 \text{ mm}$ にて, ノズル-ウェハ表面距離 $d=2 \text{ mm}$ の条件でスキャンスピード $v=200\sim 400 \text{ mm/s}$  の範囲で熱処理をおこなった。

結果及び考察> $v=500 \text{ mm/s}$ においてHSCで捉えた像のスナップショットをFig. 2(a)に示す。TPJ照射位置から環状に広がる明瞭な干渉縞の観測に成功した。観察された干渉パターンを熱伝導方程式と光学干渉を組み合わせたシミュレーションにより再現した結果をFig. 2(b)に, その結果得られたウェハ内部の温度分布をFig. 2(c)に示す。再現した干渉縞は実測の結果とよく一致し, TPJ照射中のSiウェハ内部の3次元温度分布を取得することが可能となった。この結果よりウェハ最表面は394 Kに達し, スキャン方向であるA-A'における深さ方向には温度分布が生じていることが分かる。裏面の最高温度は360 Kであり約34 Kの温度差があることが分かった。

結論>HSCを用いて熱処理時の干渉光を観測するOICTイメージング法により, シリコンウェハ内の熱拡散による干渉縞の変化を観測し, 熱拡散過程の可視化に成功した。講演では, 干渉イメージの経時変化とウェハ内部の熱拡散について詳細に議論を行う。

謝辞>本研究成果の一部は, JST 研究成果展開事業研究成果最適展開支援プログラム A-STEP 産学共同 JPMJTR20RS の支援を受けたものです。

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

[2] A. Kameda, *et al.*, J. Appl. Phys. 127 (2020) 20330

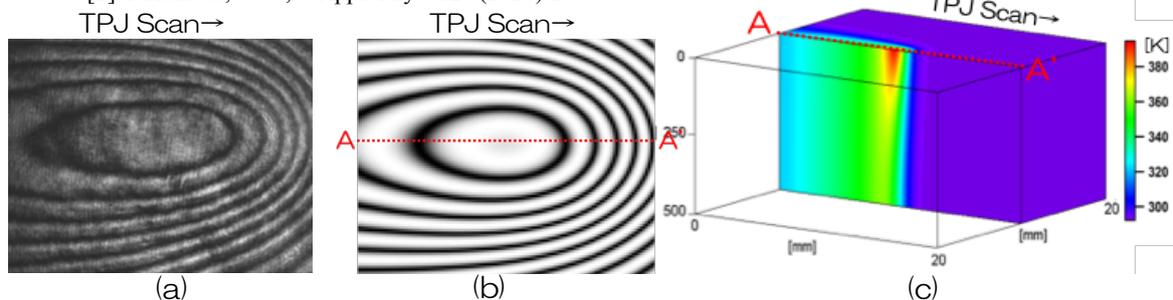


Fig. 2. Interference fringes observed during TPJ scan(a) and Simulated pattern(b), and temperature distribution inside Si wafer(c).

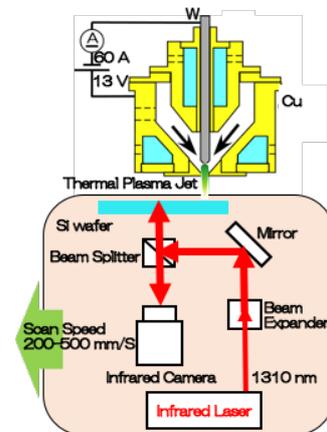


Fig. 1. A schematic diagram of OICT system.