

光ファイバーによる光学干渉非接触温度測定(OICT)系の小型化とリアルタイム温度測定

A Miniaturized Optical-Interference Contactless Thermometry (OICT) System with Optical-Fiber and Real-Time Temperature Measurement

¹ 広大工 ² 広大院先進理工

○後藤 隆之介¹, 堀内 憲志郎², Jiawen Yu², 花房 宏明², 東 清一郎²

¹Department of Engineering, Hiroshima University,

²Graduate School of Advanced Science and Engineering, Hiroshima University

○R. Goto¹, K. Horiuchi², J. Yu², H. Hanafusa², and S. Higashi²

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

序 プラズマプロセスにおいてウェハ表面および内部の温度を直接測定することが工程管理上大変重要である。我々は、ウェハに裏面からレーザを照射し、ウェハの温度変化に伴いその反射光が干渉することを原理とした光学干渉非接触温度測定法 (Optical-Interference Contactless Thermometry: OICT) [1] を開発してきた。しかし、レーザ鏡筒と光学系を一体配置した光学系が大きいため、例えば真空装置内部のウェハ温度測定には設置場所の制約が大きという課題があった。本研究では光ファイバーを用いてレーザと光学系を分離することでシステムの小型化を試みた。また、リアルタイム温度測定に向けた解析プログラムの構築を行った。

実験 Figure 1(a)に従来の OICT 測定系, (b)に本研究で新たに構築した Fiber-OICT 測定系の 3D-CAD デザインを示す。OICT 測定系は He-Ne レーザ (波長 632.8 nm) の鏡筒と光学系を定盤に固定している。Fiber 式 OICT 方式ではレーザ光を光ファイバに結合し、小型化したプローブヘッドに接続した。プローブヘッドはコリメータを備えた光入力カプラとビームスプリッタ、バンドパスフィルタとフォトダイオードの構成である。4H-SiC ウェハ (厚さ 380 μm , 抵抗率 0.02 Ωcm , 両側研磨, N 型, 4°オフ) に大気圧プラズマジェットをスキャン速度 30 mm/s, 投入電力 1120W の条件で照射し、新しい Fiber-OICT システムの評価を行った。この時、ウェハへの入射ビームパワーは OICT および Fiber-OICT でそれぞれ 10 および 2 mW であった。また振動波形から直接温度を求めるプログラムを導入し、リアルタイム温度測定を試みた。

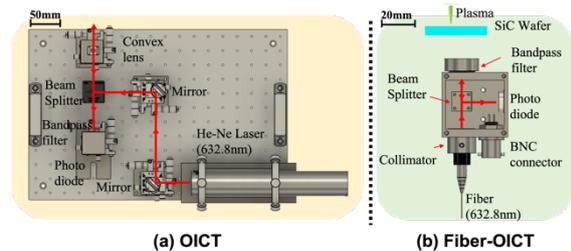


Fig. 1 Schematic of (a) conventional OICT system and (b) Fiber OICT system for SiC wafer during heating by plasma.

結果及び考察 新たに構築した Fiber-OICT によりレーザ鏡筒部を除いて大きさを 300 mm×600 mm から 50 mm×45 mm に小型化し、測定箇所を容易に変更できるようになった。Fig. 2 にウェハ加熱時の反射光強度の時間変化とプログラムにより解析した温度プロファイルを示す。Fiber-OICT 測定系を用いても従来の OICT 測定系と同様に温度変化に伴う反射光の振動波形を観測した。得られた波形から解析したウェハ表面のピーク温度や時間変化は従来の OICT 測定系を用いたものと同様の結果を示した。また、従来の手動フィッティングにより約 1 時間を要した解析時間をスキャン終了後 5 秒で自動的に取得することに成功した。

結論 Fiber-OICT により測定箇所を自在に変更可能となった。また、従来の測定系に比べても遜色のない精度で温度変化を取得できることを示した。さらに高速温度解析プログラムにより反射光強度取得から 5 秒以内で温度変化を取得可能となり、リアルタイム温度測定の実現に大きく近づいた。

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] A. Kameda, Y. Mizukawa, H. Hanafusa, and S. Higashi, J. Appl. Phys. 127, 203302 (2020).

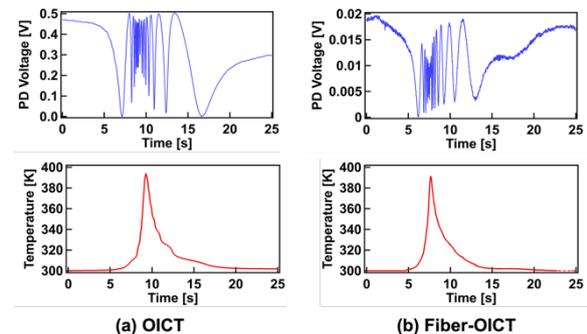


Fig. 2 Measured oscillation waveforms of OICT and Fiber-OICT (upper). Temporal change in surface temperature obtained by high-speed analysis program (lower).