レーザー照射によるガラス破壊現象の多変量パルス毎イメージング

Multi-variable Per-pulse Imaging of Laser-induced Damage in Glass

東大物性研¹, ○(M1)島原 光平¹, 谷 峻太郎¹, 小林 洋平¹

ISSP, Univ. Tokyo¹, °Kohei Shimahara¹, Shuntaro Tani¹, Yohei Kobayashi¹

E-mail: kshimahara@issp.u-tokyo.ac.jp

誘電率が低く安価なガラスは次世代の半導体回路基板の有力材料として注目されており、その難加工性および厳しい要求水準(微細・高速・高品質)のため、レーザー加工への期待が高い。しかしレーザーでガラスを加工する場合でも、その脆性に由来する亀裂などが発生してしまうため、このような破壊現象の観測と機構解明が求められている。レーザー照射下の透明物質の破壊過程の研究は、明視野・偏光回転などの顕微撮像を通して行われてきたが[1]、結果として得られる透過像やクロスニコル像といった一画素あたり一変量のデータのみからガラス内部で発生する歪み・亀裂・空洞部などの多種の損傷を区別することは難しく、破壊現象の定量的な解析が困難であった。そこで我々は、加工領域のクロスニコル像と明視野像を同時に測定し、得られた多変量データをもとに、レーザー照射に伴うガラス内部の多様な損傷の定量的分離およびそれらの発生機構に関する考察を行った。

図1に実験系を示す。厚さ100 um 程度のホウケイ酸ガラスに、厚み垂直方向(図中 z 軸方向) から800 nm のフェムト秒パルスを照射し、加工領域を532 nm の CW 光で図中 y 軸方向から照明した。ガラスの前後には1組の偏光ビームスプリッタをクロスニコルな配置で挿入し、ガラス通過後の CW 光の P 偏光成分、S 偏光成分を2台のカメラで撮像した。図2に実験結果の例を示す。カメラ1からは加工痕による透過光の減少、カメラ2からは加工領域における歪みや散乱による偏光回転量を反映した画像が得られる。本発表では、歪み・クラックなどの損傷を定量的に分類した結果と、それらの相関関係や時間発展について議論する。本研究の一部は、NEDO 委託事業「高輝度・高効率次世代レーザー技術開発」により実施した。

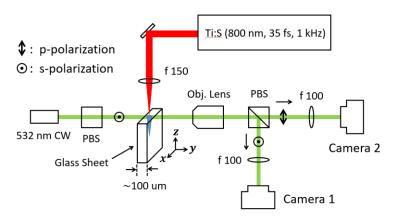


図1:実験セットアップ

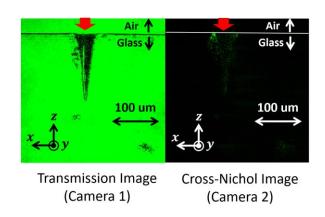


図2:実験結果の例。赤矢印は加工レーザー入 射方向を示す。座標軸は図1と同様。

[1] M. Sakakura et al., Opt. Express 19, 17780-17789 (2011)