深紫外レーザー照射によるホウケイ酸塩ガラスの構造変化

（滋賀県立大学工学部）○松本隼人・吉田智・松岡純・(秋田大学工学資源学部）菅原透

Structural changes of borosilicate glass by Deep UV laser irradiation / H. Matsumoto, S. Yoshida, J. Matsuoka (Univ. Shiga Pref), T. Sugawara (Akita Univ.) / Effects of Deep UV (DUV) laser irradiation on glass structure are investigated. Raman spectra of the irradiated samples were measured in order to evaluate structural changes by laser irradiation. It is found that DUV laser irradiation on borosilicate glass causes a decrease in the averaged angle of Si-O-Si bond. It is also found that structural relaxation of the glass densified by indentation occurs by the laser irradiation and results in an increase in the Si-O-Si bond angle.
問合先：E-mail : yoshida@mat.usp.ac.jp

【緒言】

ガラスは原子配列が不規則で原子間の空隙が大きいため、その構造が作製時の熱履歴や電磁波照射の影響を受けて変化することが知られている。このような構造変化は、製造工程におけるガラス製品の寸法変化や、使用時の変形や破壊の原因となるため、学術的にも工業的にも重要な現象である。そこで本研究では、商業用ホウケイ酸塩ガラスに深紫外レーザーを照射し、深紫外レーザー照射がガラス構造に与える影響を評価することを目的とした。また、応力を加え変形させたガラスに深紫外レーザーを照射し、その緩和挙動も併せて評価した。

【実験】

ホウケイ酸塩ガラス(日本電気硝子製(株) 以降 BS)のガラス表面に波長 248nm の深紫外レーザー (Ne-Cu レーザー、パルスエネルギー 35-40μJ、 パルス幅 40μsec、 繰り返し周波数 10Hz、 照射領域 直径約 0.1mm) を照射し、照射前後のラマンスペクトル測定を行った。また、ビッカース押し込み試験によって形成した圧痕と、曲げ応力を負荷した直径 80-120μm のガラスファイバーにも同条件で深紫外レーザーを照射し、照射前後のラマンスペクトル測定を行った。

【結果と考察】

Fig. 1 に、試料 BS の深紫外レーザー照射前後のラマンスペクトルを示す。照射積算エネルギーは、100 J とした。スペクトルの差はわずかであるが、600 cm^{-1} 付近のラマン散乱強度がレーザー照射により増大しており、Si-O-Si 結合の平均結合角が増大することが示唆された。

Fig. 2 に、試料 BS におけるビッカース圧痕底部のラマンスペクトルと、その深紫外レーザー照射後のスペクトルを示す。ここでは，照射積算エネルギーは 1 J とした。押し込み変形によりガラスは永久高密度化し、600 cm^{-1} 付近に新たなピークが現れる。このラマンピークの強度は、レーザー照射により減少しており、高密度化された準安定な構造がレーザー照射により緩和されることが分かった。発表では、曲げ応力を負荷したガラスファイバーにレーザー照射した結果についても報告する。

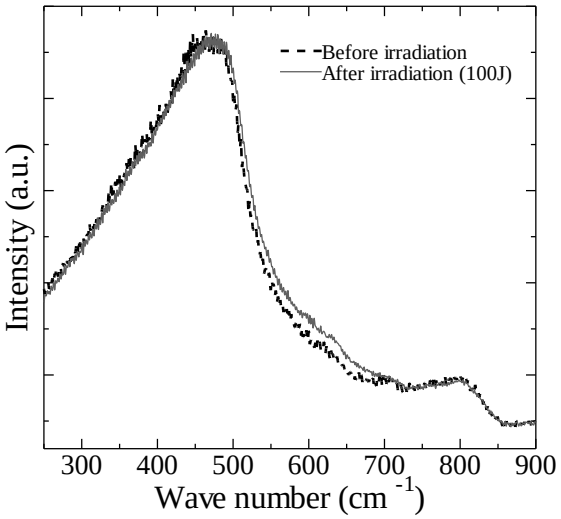

Fig.1 Raman spectra before and after DUV laser irradiation (BS).

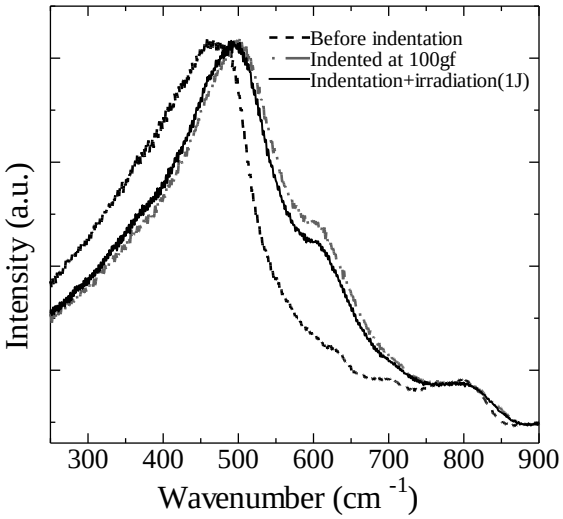

Fig.2 Raman spectra of indented glass at 100gf before and after DUV laser irradiation (BS)