ガラス中の点欠陥とそれを利用した新しい感光性ガラス*

細 野 秀 雄**

Structural Defects in Glass and New Types of Photo Sensitiveness

Hideo HOSONO

1. 本研究の背景

ガラスはセラミックス材料の中で均質性が際だって優れているが、10 mm 以下のオーダーではいろいろの不均質が存在する。その中で空間的広がり、の最も小さい点欠陥の存在が高機能性材料としてのガラスの本質的機能を著しく損なう場合があることが彰かになりつつある。その好例は光通信用シリカガラスファイバーである。過去10年以上にわたり精力的に行われた透明性の追及と放射線や水素ガスとの相互作用による伝送損失の原因究明の過程で点欠陥の存在が顕在化した。また、最近 VLSI のより一層の高集積化をめざしシリカガラスを光学系に用いるエキシマレーザーによるリソグラフィや光コンピューター用の光導波路やスイッチをイオン注入法でシリカガラス上に形成しようとする研究が急速に立ち上がりつつある。紫外線レーザーやイオンビームとガラスとの相互作用で生成する点欠陥の解明はこれらの応用の基礎となるものであるが、従前殆ど知見が得られていなかった。

本研究では、高純度合成シリカガラスとイオンビームやエキシマレーザー光との相互作用を、生成した点欠陥の解明をとおして明らかにした。また、点欠陥のなかには高い光感応性をもつものがあることに着目し、ハロゲン化銀などの活性成分のドーピングを必要としない新しいタイプの感光性ガラスを開発した。

2. 高純度合成シリカガラス中の点欠陥

酸素過剰型と欠乏型欠陥が存在し、ガラスの製造履歴との関係を解明した。また、イオン注入で生成する点欠陥の種類、濃度および空間分布をあきらかにした。非貴ガスイオンの注入で Si-Si というホモボンドが主な欠陥として生成し、その濃度は打ち込んだイオンの濃度と同程度であることを見いだした。注入イオンが Si-O-Si から成る網目構造と反応し酸素を引き抜くことに起因するのであろう。エキシマレーザー光との相互作用については、点欠陥の生成は2光子過程によるバンドギャップ励起を経て生じること、点欠陥の光吸収とブリーチング特性などを明らかにした。

3. 点欠陥を利用した新しい感光性ガラスの開発

CaO-Al₂O₃ ガラスの熔融時の雰囲気制御することにより光照射により安定な着色（約 200°C まで加熱すると元に戻る）、あるいはフォトリソミズムを示すガラスを調整した。酸化雰囲気では酸素過剰型欠陥であるペルオキシ結合が、還元雰囲気では Ca²⁺ に囲まれた酸素の空孔が生成し、感光性はこれらの酸素関連の点欠陥の存在に起因することを明らかにした。この結果は欠陥のタイプと濃度を制御することによりいろいろな組成のガラスに感光性を付与することができる可能性を示唆している。

* 平成3年11月21日本会第87回例会において発表

** 名古屋工業大学材料工学科
平成3年11月21日受理