T2R2 東京科学大学 リサーチリポジトリ
Science Tokyo Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	イオンビーム照射による銀イオン含有ガラスからの銀微粒子の析出
Title(English)	
著者(和文)	北沢信章, 矢野哲司, 柴田修一, 山根正之
Authors(English)	Nobuaki Kitazawa, Tetsuji Yano, SHUICHI SHIBATA, masayuki yamane
出典(和文)	日本セラミックス協会1994年年会予稿集, Vol. , No. ,　2E05
Citation(English)	, Vol. , No. ,　2E05
発行日 / Pub. date	1994, 4

Powered by T2R2 (Science Tokyo Research Repository)

日本セラミックス協会
1994
年会講演予稿集

4月5日(火)～7日(木)

名古屋工業大学

社団法人 日本セラミックス協会

2E05* イオンビーム照射による銀イオン含有ガラスからの銀微粒子の析出

(東工大工)○北沢信章・矢野哲司・柴田修一・山根正之

Precipitation of Silver Particles in Silver Ion Containing Glass by Ion Irradiation / ○ N.Kitazawa, T.Yano, S.Shibata, M.Yamane (T.I.T.) / Ag_2O(10~20mol%)-Al_2O_3-P_2O_5 glasses have been irradiated by 10~20keV N_2^+, Ar^+ and O_2^+ ions for precipitating quantum-size silver particles. The absorption band at around 420nm wavelength is due to the surface plasmon resonance of silver colloids. The band increased with increasing irradiation dose and showed a maximum. From the FE-SEM observation, the size of silver colloids at the absorption maximum were estimated about 10~30nm. The thickness of the particle-precipitated layer was about 100nm.

【緒言】金属超微粒子分散ガラスは非線形光学効果を示すことから新しい光学材料への適用が検討されている[1)]。金属微粒子の体積分率を増加させると非線形特性の向上が期待されるが、バルクの材料では金属微粒子のプラズマ振動領域の光透過性が著しく低下するため、薄膜状に高濃度に微粒子を析出させる方法として、イオン注入[2)]、スパッタ法[3)]などが検討されている。著者らは、金属イオンを高濃度に含有するガラスに比較的低エネルギーでイオンビームを照射すると、イオンの照射領域に金属微粒子が析出する現象を確認した。この方法によると、還元剤の添加や再熱処理は不要であり、ガラス中の特定領域に微粒子を析出させることが可能である。本報告では、銀イオンを高濃度に添加したリン酸塩系ガラスを対象にしてイオン照射による銀微粒子の析出挙動について検討した。

【実験方法】原料に$Al(PO_3)_3$及びAg_2SO_4を用いて通常の溶融急冷法でAg_2Oを10～20mol%添加したAg_2O-Al_2O_3-P_2O_5系ガラスを作製した。鏡面研磨した板状試料に対して、N_2^+,O_2^+及びAr^+イオンを加速エネルギー10～20keVで5×10^{15}～1×10^{18}(ions/cm^2)照射した。イオン照射したガラスに対して可視紫外吸収スペクトルを測定し、表面及び破断面を電界放射型走査型電子顕微鏡(FE-SEM)で観察した。また、イオン照射表面、及び深さ方向の元素濃度変化をX線光電子分光法(XPS)で測定した。

【結果及び考察】N_2^+イオンを加速エネルギー20keVで照射した、20Ag_2O-20Al_2O_3-60P_2O_5(mol%)ガラスのイオン照射量による可視紫外吸収スペクトル変化を図1に示す。イオン照射量が1×10^{16}(ions/cm^2)までは、銀微粒子に特徴的である表面プラズマ振動による吸収（波長およそ420nm）が増加した。さらに照射量を増加させるとこの吸収は減少し、消滅した。N_2^+,O_2^+及びAr^+イオンを同一条件で照射したガラスのイオン照射量による吸光度変化を図2に示す。イオン照射量を増加させた場合の吸光度変化は、照射イオン種によらず定性的に一致した。吸光度の最大値は、N_2^+イオンと化学的に不活性なAr^+イオンを照射したガラスが同程度であったことから、銀微粒子の析出は、主に照射イオンとガラスとの物理的な衝突によって誘起されたものと推定される。しかし、O_2^+イオンを照射したガラスの吸光度の最大値は、N_2^+及びAr^+イオンを照射した場合より小さくなった。これは化学的に不活性なイオンに比べて、O_2^+イオンによって銀イオンの還元作用が抑制されたためと考えられる。

N_2^+イオンを加速エネルギー20keVで5×10^{15}(ions/cm^2)照射した、$20Ag_2O$-$20Al_2O_3$-$60P_2O_5$ガラスのFE-SEMによる表面の反射電子像を図3(a)に、また破断面の2次電子像を図3(b)にそれぞれ示す。表面写真(a)より大きさ約10～30nmの銀微粒子が多数観察された。また、破断面写真(b)より表面から深さ約100nmまでの領域に、銀微粒子が観察され、イオン照射によって薄膜状に銀微粒子が析出していることが確認された。イオン照射量が増加すると観察される銀微粒子の粒径も増加するが、照射量が1×10^{17}以上では、銀微粒子による像は認められなかった。XPS分析の結果、イオン照射量が増加するとガラス表面の銀濃度が減少することから、吸収スペクトル変化は、イオン照射による銀微粒子の析出と成長、及びガラスからの銀のスパッタリングの効果によって誘起されたものと考えられる。

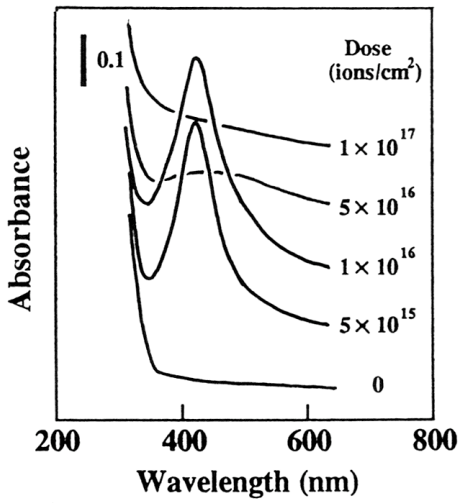

Fig. 1. Optical absorption spectra of N_2^+ ion irradiated glasses.

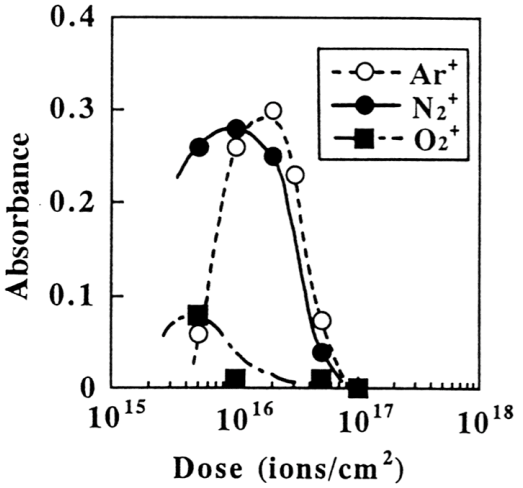

Fig. 2. Change in absorbance of silver colloids as a function of irradiation dose.

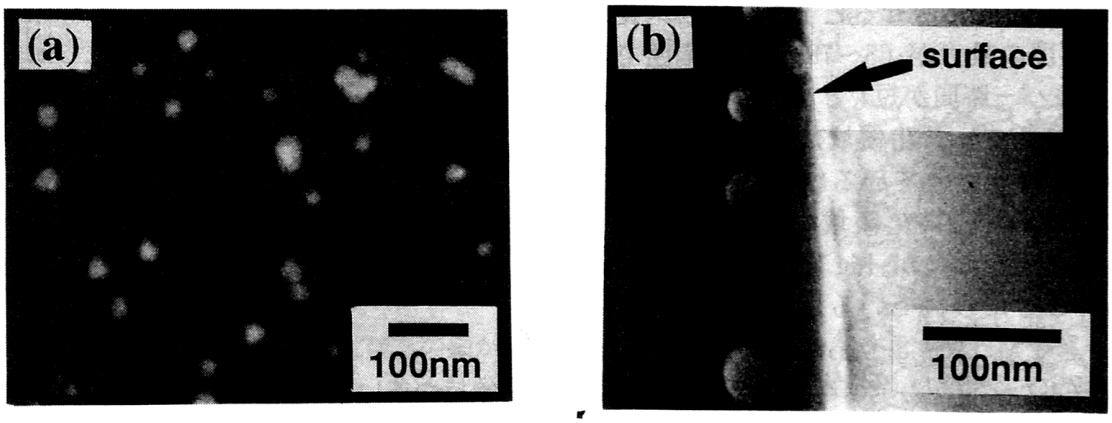

Fig. 3. FE-SEM photographes of N_2^+ ion irradiated glass.
(a)surface and (b)cross-section

1) E. M. Vogel, M. J. Weber and D. M.Krol, Phys. and Chem. Glasses, 32[6], 231-253(1991).
2) R. H. Magrnder, R.A. Weeks, R.A. Zuhr and G. Whichard, J. Non-Cryst. Solids, 129, 46-53(1991).
3) T. Akai et al. J. Ceram. Soc. Jpn. , 101[1], 105-107(1993).