

高圧ガス中レーザー蒸発法による酸化ケイ素ナノワイヤー形成と直径制御

Formation of silicon oxide nanowires by laser vaporization in high-pressure gas and the control of their diameters

三重大院工, °澤田 直樹, 小塩 明, 小海 文夫

Mie Univ., °Naoki Sawada, Akira Koshio, and Fumio Kokai

E-mail: kokai@chem.mie-u.ac.jp

[はじめに] 金属触媒を用いるレーザー蒸発法や化学気相成長法などの方法で、非晶質酸化ケイ素ナノワイヤー(SiO_xNW)が形成されてきた。我々は、高圧 Ar ガス中で Si と SiO_2 を混合したターゲットへ連続波レーザーを照射することにより、片方の先端に結晶性 Si の球状粒子を有する非晶質 SiO_xNW が形成されることを見出した。Si と SiO_2 を 1:1 で混合したターゲットで NW 割合が最も大きかった。NW の成長機構として、従来の金属触媒を添加した場合とは異なり、Si が豊富な溶融 SiO_x 粒子から SiO_x の析出を提案した。本研究では、 SiO ターゲットのレーザー蒸発を行い、NW を形成し、その直径について解析した。

[実験方法] SiO 粉末を加圧成形し、レーザー照射用の原料ターゲットとした。ターゲットをステンレス製チャンバー内に設置し、Ar ガスを導入し、その圧力を 0.1—0.9 MPa とした。連続発振 Nd:YAG レーザーを使用し、室温でレーザー光を照射した(波長:1064 nm、レーザーパワー密度:18 kW cm^{-2} 、照射時間 2 秒)。得られた堆積物を透過型電子顕微鏡(TEM)、ラマン分光法および X 線光電子分光法(XPS)により解析を行った。

[結果と考察] TEM 観察より、主な生成物は NW であることがわかり、NW の直径は 17—34 nm、NW の割合は 60—80% 程度であった。ラマンスペクトルおよび XPS 解析より、従来と同様に、NW は先端に結晶性 Si 粒子を有する SiO_xNW であることが示唆された。図 1(a)および(b)に示すように、直径の異なった NW が形成されたが、その先端には球状粒子が存在した。200 本以上の NW で測定したところ、NW 直径と先端粒子直径には強い相関性が見られた。また、Ar ガス圧の増加と共に、先端粒子直径に対する NW 直径は小さくなることもわかった(図 2)。特定組成を持つ溶融粒子からの SiO_x の過飽和析出により NW が形成されると考えられる。また、NW 直径には、溶融粒子直径および溶融粒子での過飽和度が関係していると考えられる。

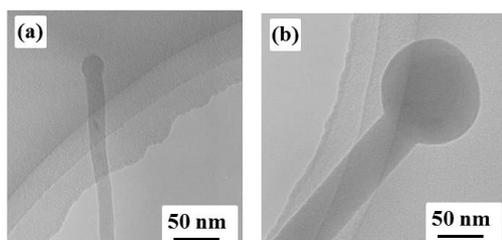


Fig. 1 TEM images of the NW tips obtained at Ar pressures of (a) 0.1 and (b) 0.9 MPa.

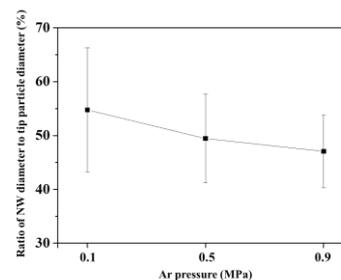


Fig. 2 Ratio of the NW diameter to tip particle diameter versus the Ar pressure.