

レーザーアブレーションを用いて液中および真空中で 作製した SiC ナノ微粒子のサイズ分布の評価

Evaluation of size distribution of SiC nanoparticles fabricated by laser ablation in liquid and vacuum

東理大院理, °池田 光希, 石原 淳, 宮島 顕祐

Tokyo Univ. of Sci., Mitsuki Ikeda, Jun Ishihara, and Kensuke Miyajima

E-mail: 1520505@ed.tus.ac.jp

はじめに：炭化ケイ素(SiC)は耐熱性・耐電圧性に優れたワイドバンドギャップ半導体であり電子デバイス材料として有用であるが、間接遷移型半導体であるため発光デバイス応用には不向きである。しかしながら、ナノ構造化することで量子閉じ込め効果による発光効率の増大が期待できる。我々はレーザーアブレーションによる SiC ナノ微粒子の作製を行っており、これまでに 4H-SiC 基板をターゲットとした液中レーザーアブレーションでは、3C-SiC ナノ微粒子が主に生成されることを明らかにした[1]。本研究では、液中および真空中でレーザーアブレーションを行い、これらの作製条件が微粒子分布にどのような影響をもたらすかを調べた。

実験結果：アブレーションの光源には、繰返し周波数 1 kHz、パルス幅~3 ps、波長 800 nm のパルスレーザーを用いた。ターゲットは 4H-SiC 基板である。液中アブレーションで用いた溶媒は蒸留水・アセトン・エタノール・メタノールであり、レーザーフルエンスは 23 J/cm^2 とした。また、真空中では圧力 $3.7 \times 10^{-4} \text{ Pa}$ 、レーザーフルエンス 17 J/cm^2 においてアブレーションを行い、ターゲットから距離の異なる 2 カ所で微粒子を捕集した。Fig. 1 に作製した 3C-SiC 微粒子のサイズ分布を示す。図中色付きのヒストグラムがアセトン中、白抜きのヒストグラムが真空中(捕集位置 40 mm)での結果である。ここでは TEM の明視野像から粒子をピックアップしサイズ分布を評価した。液中で生成された微粒子の平均サイズは 15 nm、サイズ分布の最頻値は 10.5 nm であった。一方で、真空中においてターゲットから 40 mm の位置で捕集した微粒子の平均サイズは 34 nm、サイズ分布の最頻値 29.5 nm であった。

よって、液中レーザーアブレーションの方が微粒子サイズが小さくなることがわかった。サイズの差異は、微粒子が生成された後の冷却過程の違いによるものと考えられる。液中では、生成されたナノ微粒子が周囲の液体によって急速に冷却されるため、その成長が阻害されたと考えられる。

本研究は、公益財団法人日本板硝子材料工学助成会及び文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム(JPMXP09A20UT0251)の支援を受けて行われた。

[1] T. Yamada *et al.*, AIP Advances, 9, 105011 (2019).

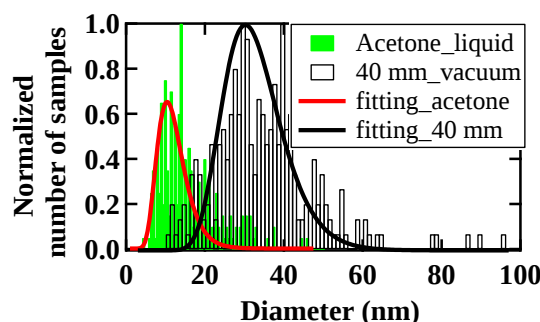


Fig.1 Histograms of SiC nanoparticles fabricated by laser ablation in liquid and vacuum.