液中レーザーアブレーションによる Cl 終端 Ge コロイドナノ粒子の作製

Fabrication of Cl-terminated Ge colloidal nanoparticles by liquid-phase pulsed laser ablation

岩田 雅弘、勝野　純一、小島　美咲、○濱中　泰（名工大）

Masahiro Iwata, Junichi Katsuno, Misaki Kojima, ○Yasushi Hamanaka (Nagoya Inst. Tech.)

E-mail: hamanaka@nitech.ac.jp

【はじめに】半導体ナノ粒子は蛍光体、光触媒、太陽電池など様々な応用に適した優れた特性を有する。また、溶媒に安定に分散するコロイド状の半導体ナノ粒子は、プリントプロセスによるデバイス作製の原料として重要である。半導体コロイドナノ粒子を大量かつ簡便に作製する方法として液中レーザーアブレーション法がある。しかし、生成するナノ粒子の凝集や酸化等の変質を防ぐため表面処理が必要となる。また、化合物半導体のターゲットを使用する場合、生成するナノ粒子に組成ずれが生じる場合がある。今回、我々は、液中レーザーアブレーションにより単元素半導体である Ge の安定なコロイドナノ粒子を作製することを目的として、研究を実施した。

【実験方法】様々な濃度（0.0005 ~ 0.01 %）の希塩酸中で、Ge 単結晶の(100)面に対してパルスレーザーを焦点距離 170 mm の fθレンズで集光して 2 時間照射した。レーザーのパルス幅、波長、繰り返し周波数、強度は、それぞれ 700 fs、1040 nm、10 kHz、0.01 mJ である。比較のため、蒸留水中でのアブレーションもおこなった。アブレーション後の水溶液を分取して室温・暗所で最長 7 日間静置し、その間の経時変化を UV-Vis-NIR・ラマン・EDX の各スペクトルによって調べた。

【実験結果】塩酸濃度によらず赤褐色の Ge コロイド溶液が得られた。溶液を Si 基板に滴下乾燥させて SEM で観察した結果、いずれも平均粒径 40~50nm の球形の Ge ナノ粒子が形成されていることがわかった（Fig. 1）。蒸留水中の Ge ナノ粒子は速やかに酸化して水に溶解し、2 日後には溶液は無色透明となった。一方、塩酸濃度 0.001 %以下の条件では、Ge コロイド溶液は 7 日後も着色しており、作製直後と同様の球形の Ge ナノ粒子が観測された。このナノ粒子のラマンスペクトルには Ge-Cl 結合の振動モードが観測された（Fig. 2）。これは Ge ナノ粒子の表面が Cl で終端されていることを示唆している。Cl 終端表面が、Ge ナノ粒子の酸化の抑制とコロイドの安定性向上に寄与していると考えられる。

【謝辞】レーザーを貸与下さったアイシン精機株式会社と IMRA America Inc.に感謝申し上げます。

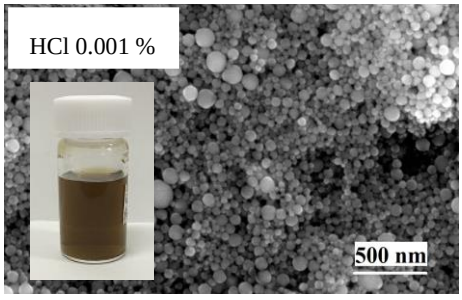

Fig. 1 SEM image of Ge nanoparticles fabricated in aqueous HCl

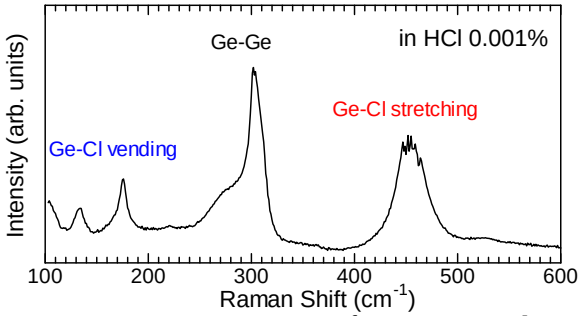

Fig. 2 Raman spectrum of Ge nanoparticles fabricated in aqueous HCl

© 2017年 応用物理学会