

## IV 族半導体ナノ粒子の光化学エッチングによる粒径制御

## Size regulation of group IV semiconductor nanoparticles by photochemical etching

兵庫県立大院物質理学 °佐藤 井一, 東 省吾

Univ. of Hyogo, Graduate School of Material Science, °Seichi Sato, Shogo Azuma

E-mail: sato@sci.u-hyogo.ac.jp

〔はじめに〕 IV 族半導体ナノ粒子は単電子デバイスや生体画像の蛍光プローブなど幅広い分野での応用が期待されている。それらの応用化を進めるためには、粒径の揃ったナノ粒子を大量に作製する必要がある。本研究では、ナノ粒子のバンドギャップエネルギーが量子サイズ効果により変化する性質を利用し、Si ナノ粒子および Ge ナノ粒子の粒径を光化学エッチングにより簡便に制御することを試みた。

〔実験方法〕 出発材料として、ビーズミルもしくは遊星ボールミルでエタノール内に分散する直径約 20 nm の Si 粒子もしくは Ge 粒子を用意した。エタノール 15 ml 内に分散した Si 粒子 10 mg に 0.05 ml の 46 wt% フッ酸(HF)を加え、スターラーで攪拌しながら波長 365、470、525、660、940 nm のいずれかの光照射を行った。照射光パワーはいずれの場合も約  $5 \text{ mW/m}^2$  とした。Ge 粒子は 50%(V/V)エタノール/水混合液内に分散させ、HF は加えずに同様の光照射を行った。照射時間は Si 粒子の場合 45 時間、Ge 粒子の場合 40 時間とした。これらの時間以上、光照射を行っても、粒径はほとんど変化しなかった。

〔結果と考察〕 図 1 に光化学エッチングによる Ge ナノ粒子の変化を示す。照射光の波長が変わると、エッチングに明らかな違いが見られた。サイズ分布変化の一例を図 2 に示す。この試料は波長 365 nm の光照射下でエッチングした Ge 粒子である。平均直径はエッチング前後で 18.7 nm から 3.3 nm へと変化し、標準偏差( $\sigma$ )は 1.9 nm から 0.9 nm へと変化した。照射光の波長が長くなるに従い粒径は大きくなり、波長 940 nm の光照射では平均直径が 6.0 nm ( $\sigma$ : 1.0 nm)となった。Si 粒子に関しては、光照射の波長を 470 ~ 940 nm の範囲内で変化させたところ、平均直径が 3.0 ( $\sigma$ : 0.4 nm) ~ 9.3 nm ( $\sigma$ : 2.1 nm) の範囲内で変化した。各試料の光学的バンドギャップエネルギーは、照射光の光子エネルギーとほぼ同じ値となった。これは、バンドギャップエネルギーが照射光エネルギーよりも小さい間はエッチングが進行し、両者がほぼ同じになってからはほとんど進行しなくなることを示している。照射光の波長の違いによるサイズ分布変化やバンドギャップエネルギー変化の詳細は、量子サイズ効果との関連性も含め当日報告する。



図 1. 光化学エッチングによる Ge ナノ粒子分散液の変化: 照射光の波長は(a) 365、(b) 525、(c) 940 nm、(d) 照射無し。

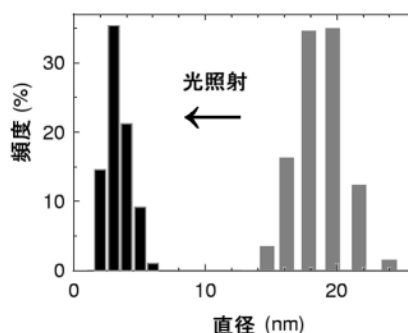


図 2. 動的光散乱により得られた Ge ナノ粒子のサイズ分布変化。図中の灰色が光照射前、黒色が波長 365 nm の光照射後。