

コロイド状 SiGe ナノ結晶の作製と光学特性 (I)

Fabrication and optical properties of colloidal SiGe nanocrystals

神戸大院工 ○管野 天, 杉本 泰, 藤井 稔, 今北 健二, 林 真至

Kobe Univ., ○Takashi Kanno, Hiroshi Sugimoto, Minoru Fujii, Kenji Imakita, Shinji Hayashi

E-mail: fujii@eedept.kobe-u.ac.jp

近年、塗布型デバイスの材料としてコロイド状半導体ナノ結晶が注目されている。当研究室では n 型、p 型不純物の同時ドーピングという全く新しい手法で、極性溶媒中に均一に分散する Si ナノ結晶の作製に成功した[1-4]。この Si ナノ結晶は 0.85 から 1.8 eV まで発光波長を広範囲に制御できるメリットがある。一方、Si は直接吸収端が 3.4 eV 程度であり、可視領域での吸収係数が小さいことから太陽電池等への応用の場合に問題となる。本研究では、n 型、p 型不純物同時ドーピング Si ナノ結晶のさらなる高性能化を目的として、極性溶媒分散性を有するコロイド状 $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$ 混晶ナノ結晶を開発する。コロイド状 $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$ 混晶ナノ結晶に関しては、 SiH_4 や GeH_4 のレーザー熱分解[5]や $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$ ナノ結晶を埋め込んだ SiO_2 薄膜のエッチング[6]などの作製方法が報告されているが、コロイド状 Si ナノ結晶に比べると報告例は非常に少ない。

$\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$ ナノ結晶は、Si および Ge 単結晶と Borophosphosilicate glass (BPSG) の同時スパッタリングと熱処理により、BPSG 薄膜中に $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$ ナノ結晶を成長する方法で作製した。 $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$ ナノ結晶のサイズは、Si および Ge 濃度と熱処理温度により制御した。 $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$ ナノ結晶を埋め込んだ薄膜をフッ酸水溶液でエッチングしマトリックスを除去することにより $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$ ナノ結晶コロイドを作製した。図 1 にメタノールを溶媒とした Si および $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$ ナノ結晶コロイドの写真と吸光度スペクトルを示す。いずれの場合もクリアな溶液が得られているが、 $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$ ナノ結晶の方が可視領域での吸収が大きいことがわかる。図 2 に作製条件の異なる $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$ ナノ結晶コロイドの発光スペクトルを示す。 $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$ ナノ結晶によるものと考えられる近赤外発光が観測されている。アニール温度の減少に伴い、発光ピークエネルギーは低エネルギーにシフトする。

[1] M. Fukuda *et al.*, *Opt. Lett.* **36**, 4014 (2011), [2] H. Sugimoto *et al.*, *J. Phys. Chem. C* **116**, 17969 (2012), [3] H. Sugimoto *et al.*, *J. Phys. Chem. C* **117**, 6807 (2013), [4] H. Sugimoto *et al.*, *J. Phys. Chem. C* **In press** (2013), doi: 10.1021/jp4027767, [5] F. Erogbogbo *et al.*, *ACS Nano* **5**, 7950 (2011), [6] S. D. Barry *et al.*, *Chem. Mater.* **23**, 5096 (2011)

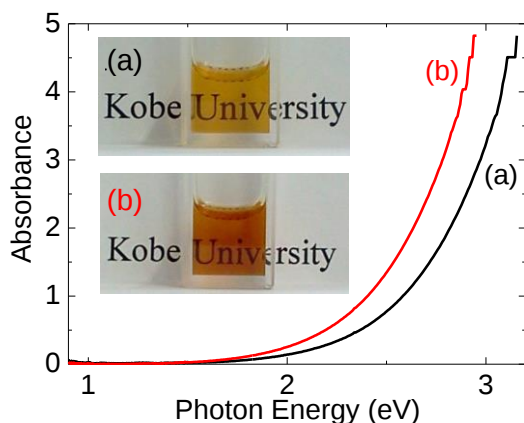


図 1: コロイド状ナノ結晶の写真と吸光度スペクトル。(a) Si ナノ結晶、(b) $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$ ナノ結晶

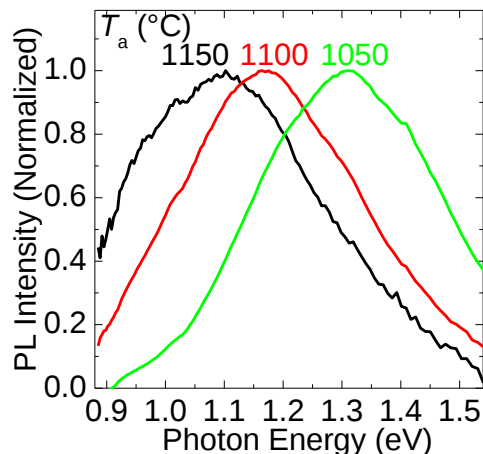


図 2: $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$ ナノ結晶の発光スペクトル。