

コロイド状 $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ ナノ結晶の塗布によるナノ結晶薄膜の作製と評価 (I)Fabrication and evaluation of nanocrystal films by applying colloidal $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ nanocrystals神戸大院工[○]管野 天, 杉本 泰, 今北 健二, 藤井 稔Kobe Univ., [○]Takashi Kanno, Hiroshi Sugimoto, Kenji Imakita, Minoru Fujii

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

近年、半導体ナノ結晶を液体中に分散させたコロイド状半導体ナノ結晶の塗布により、真空装置を用いずにナノ結晶薄膜を形成するプロセスが注目されている。塗布半導体ナノ結晶薄膜を用いて、LED や薄膜トランジスタなどが作製されているが、その多くは CdS、PbS 等の有害元素からなる化合物半導体を中心である。当研究室では、環境親和性の高い $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$ 混晶ナノ結晶表面に高濃度に B, P をドーピングした親水性結晶シェルを形成するという全く新しい手法により、極性溶媒分散性を有するコロイド状 $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$ ナノ結晶の作製に成功している[1]。このコア-シェル型 $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$ ナノ結晶は、組成($0 \leq x \leq 0.48$)とサイズ(3–6 nm)により光学バンドギャップを 1.1 から 2.1 eV、発光エネルギーを 0.98 から 1.4 eV の広範囲に制御することができる。本研究では、コロイド状 $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$ ナノ結晶の塗布による高品質薄膜形成とその特性評価を目的とする。

$\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$ 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。 $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$ ナノ結晶のサイズおよび組成は、スパッタリング時の 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 BPSG 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 にコロイド状 $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$ ナノ結晶の写真を示す。濃く色づいた全く濁りのないクリアな溶液が得られている。

$\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$ ナノ結晶薄膜はスピンコーティングにより作製した。図 2 に、平均サイズ 5.7 nm、標準偏差 2.5 nm のコロイド状 $\text{Si}_{0.52}\text{Ge}_{0.48}$ ナノ結晶を Cu メッシュ上に塗布した $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$ ナノ結晶薄膜の TEM 像を示す。コロイド溶液の塗布により $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$ ナノ結晶を高密度に充填した薄膜が形成できている。講演では、 $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$ ナノ結晶薄膜の発光特性や電気伝導特性の組成依存性およびサイズ依存性を示し、ナノ結晶薄膜における発光や電気伝導のメカニズムについて議論する。

[1] T. Kanno *et al.*, *J. Mater. Chem. C* (2014 in press), DOI: 10.1039/c4tc00511b.



図 1. コロイド状 $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$ ナノ結晶の写真。

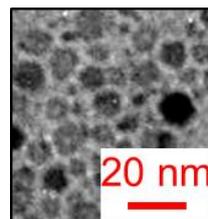


図 2. $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$ ナノ結晶薄膜の TEM 像。