

量子ドットを作製した(図1)。リソグラフィー技術によりナノ構造のサイズや形状、さらに位置や配列を自在に設計でき、各種ガラス材料と複合させることにより、光通信などにおける微細光学素子を開発することが可能になる。さらに、外部磁場により光の量子情報である円偏光状態を制御できる新しい能動型光学素子も期待できる。ここでは、高アスペクト比の半導体ナノ構造に対して、様々な高純度ガラス材料や光学多層膜を積層出来る超高真空スパッターを利用する。図2に、 $Zn_{1-x-y}Cd_xMn_ySe$ 細線表面に SiO_2 膜を被覆した場合の断面SEM写真を示す。ここに見られるように100%の被覆率が得

られている。

3. 巨大磁気光学効果と光スピン操作

このようにして作製した磁性半導体ナノガラスでは、励起子PLエネルギーが磁場により数十meV変化する巨大ゼーマン効果が観測され、その特色ある巨大磁気光学効果の発現が確かめられた。さらに、様々な磁性半導体ナノ量子構造における巨大ゼーマン効果を利用することで、光により生成した電子のスピン偏極状態を制御することが可能になり、将来の量子光通信における光の円偏光状態と電子スピンの変換機能の研究に繋がっていく。

II. 希土類イオン添加微粒子分散結晶化ガラス

Optical Properties of Rare Earth Ions in Transparent Glass-Ceramics

東京大学 生産技術研究所 井上博之

1. はじめに

様々なナノ結晶化ガラスが作製されている。本研究では、透明な結晶化ガラスのナノサイズの結晶粒内に光学活性なイオンを添加し、その光物性に調べた。1998年にDejneka¹⁾は、 LaF_3 結晶が析出するアルミノケイ酸塩結晶化ガラスを報告している。これまでに、 Pr^{3+} 、 Eu^{3+} 、 Ho^{3+} 、 Er^{3+} イオンを添加し、蛍光スペクトルをはじめとした光学的性質が報告されている。ここでは、 Eu^{3+} イオンを添加した透明な結晶化ガラスを作製し、その光学特性に着目した。

2. ガラスの状態と透明結晶化ガラス

組成 $60 SiO_2 \cdot (40-x-2y) Al_2O_3 \cdot xNa_2O \cdot yAl_2O_3 \cdot yLa_2O_3 \cdot 0.05 Eu_2F_6$ (mol%) $x=7\sim 12$, $y=4\sim 8$ のガラスにおいて、(1)分相したガラスが得られる組成域、(2)透明なガラスが作製でき、熱処理により、透明な結晶化ガラスが得られる

組成域、(3)ガラスが得られるが、透明な結晶化ガラスが得られない組成域、(4)流し出す時に結晶化する組成域の4つの領域に分類でき、Dejnekaの報告によるを満たす組成で透明結晶化が得られ、他の3つの状態もこの直線に平行な直線で分類できることがわかった。また、透明な結晶化ガラスを得ることができる組成域で2段階の熱処理を行うことにより、結晶粒径が7~30 nm程度の間で制御できた。

3. Eu^{3+} イオンの結晶場分裂

結晶中の Eu^{3+} イオンからの $^5D_0 \rightarrow ^7F_1$ 遷移の蛍光のピーク波長は単結晶の LaF_3 結晶中のものほとんど同じであり、析出した LaF_3 中の結晶場は結晶化の初期段階から、 LaF_3 単結晶中の結晶場と一致することがわかった。Fig.1は各熱処理の結晶中の Eu^{3+} イオンの蛍光スペクトルである。熱処理温度と時間の増加に伴って、結晶粒径の増加し、周囲の酸化物ガラスか

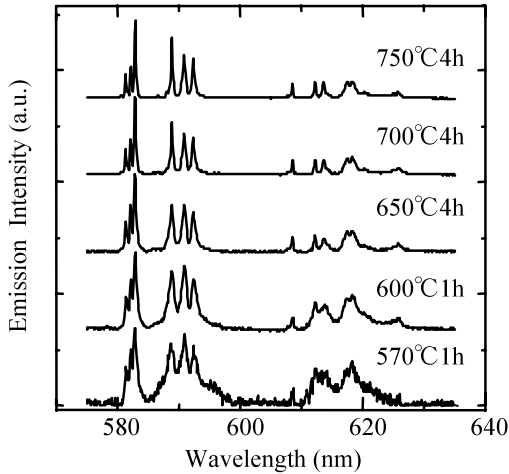


Fig. 1 Emission spectra of Eu^{3+} ions in nano-crystals

らの結晶場とフォノンの影響が減ったために、 Eu^{3+} イオンの ${}^5\text{D}_0 \rightarrow {}^7\text{F}_1$ 遷移のピークの半値幅が約 2.0 nm から 0.3 nm と狭くなったことがわかる。

4. $\text{LaF}_3\text{-YF}_3$ 結晶中の Eu^{3+} イオン発光

上記の組成の La_2O_3 を一部を Y_2O_3 で置換することにより、 $\text{LaF}_3\text{-YF}_3$ 系固溶体の析出する透明結晶化ガラスが得られた。Fig. 2 から

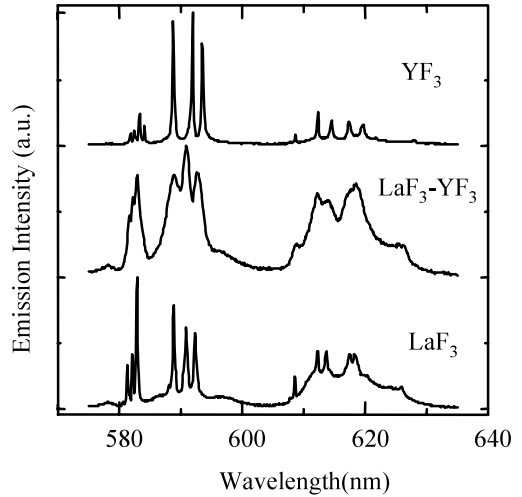


Fig. 2 Emission spectra of Eu^{3+} ions at 20 K excited at 397 nm in YF_3 , $\text{LaF}_3\text{-YF}_3$ and LaF_3 nano-crystals

$\text{LaF}_3\text{-YF}_3$ 固溶体中の Eu^{3+} イオンからの蛍光スペクトルはブロードであることがわかる。このように固溶体を用いることにより結晶中の希土類イオンのスペクトルの線幅を広げることができ、発光の広帯域化やエネルギー準位間の調整などに用いることができることがわかった。

参考文献

- 1) M. J. Dejneka, J. Non-Cryst. Solids, 239, 149 (1998)

Ⅲ. $\text{SnO}_2\text{-SiO}_2 : \text{Eu}^{3+}$ 透明ナノ結晶化ガラスの高効率赤色発光

High-efficient red photoluminescence of transparent $\text{SnO}_2\text{-SiO}_2 : \text{Eu}^{3+}$ glass ceramics

名古屋工業大学大学院物質工学専攻 野上正行, 早川知克

1. はじめに

環境問題に対し材料学的に解決の道を探る場合、水銀 (Hg) 使用量の削減は最後に残される問題であろう。蛍光灯や FPD などの表示デバイスはもっとも身近で見逃されやすい水銀使用部分であり、そこでは高効率蛍光を得るために水銀プラズマ蒸気 (254 nm) が励起源とし

て使用されている。一方、近年の半導体光デバイスの発展により、 InGaAlN 系ワイドギャップ半導体 LED やレーザーの低エネルギー紫外光 (340~400 nm) がこれに替わる励起源として注目されてきている。このような可視光領域の端にあり、目に見えない光を励起源とする蛍光体が開発されることはエネルギー効率の観点からも望ましいことである。