

常温常圧における $\text{Ga}_2\text{O}_3\text{:Co}$ 微結晶の合成

Synthesis of $\text{Ga}_2\text{O}_3\text{:Co}$ nanocrystals at normal temperature and air pressure

横浜国大院工¹, 横浜国大理工² ○築野晃¹, 渡辺直樹², 首藤健一^{1,2}, 向井剛輝^{1,2}

Graduate School of Engineering¹, College of Engineering Science², Yokohama National Univ.,

○A. Tsuno¹, N. Watanabe², K. Shudo^{1,2}, K. Mukai^{1,2}

E-mail: mukai-kohki-cv@ynu.ac.jp

【はじめに】酸化ガリウム (Ga_2O_3) は有望なワイドギャップ半導体として近年研究が盛んに行なわれており、その材料的特徴を活かした高効率・低損失なパワーデバイスの実現が期待されている^[1]。 Ga_2O_3 結晶は α , β , γ , δ , ϵ の5つの異なる結晶構造をとる。最も安定な構造は β 型であり、その他は準安定構造である。 Ga_2O_3 結晶は通常、高温あるいは高圧下で合成される。 Ga_2O_3 を針状のナノ結晶化することによりP型化するとの研究報告がある^[2]。またCoの添加により、 Ga_2O_3 のバンドギャップが制御できるとの研究報告がある^[3]。本研究ではCoを添加した Ga_2O_3 結晶を常温常圧において合成し、製造されたナノ結晶の基本的な物性を評価した。

【実験】以下の手順で Ga_2O_3 ナノ結晶の合成を行った^[4]。 GaCl_3 (2.64mg)に2-ブタノール(5.9ml)を1.2ml/minの一定速度で滴下し10分間攪拌した。 GaCl_3 が十分溶解したことを確認したのち、2-ブタノール(31.2ml)を1.0ml/minで滴下し1時間攪拌した。脱イオン水(2.94ml)を0.2ml/minで滴下し加水分解により結晶を析出させた。70℃で23時間加熱後、一晚静置し反応を完了させた。溶液の白色沈殿物を、遠心分離を用いてエタノール洗浄を繰り返したのち、エタノールに再分散させた。Coの添加は以上のうち、滴下する2-ブタノールに CoCl_2 をあらかじめ溶解させることによって行った。溶解させる CoCl_2 の量は2.64mgの GaCl_3 に対してモル比で 9:1 (0.21mg)、及び 9:0.5 (0.11mg)とした。透過型電子顕微鏡(TEM)で結晶形状、X線回折(XRD)で結晶構造の評価を行った。また紫外可視近赤外分光光度計を用いた吸収波長の測定、更に紫外光電子分光法(UPS)を用いたフェルミ準位や仕事関数の評価によって、バンド構造を調査した。

【結果】ナノ結晶をTEMで観察した結果をFig.1に示す。Coを添加しない場合、 Ga_2O_3 は幅3.5~4.3nm、長さ100nm以上の繊維状の結晶であることが確認された。Coを添加した場合の Ga_2O_3 ナノ結晶も繊維状であった。しかし、その直径は3.4~6.0nmの範囲で不規則に変化していた。XRDでは、Coを添加しない場合には回折パターンが文献の結果と一致したこと

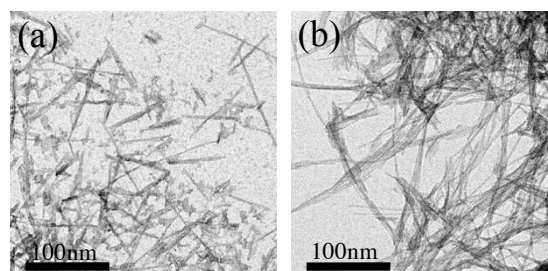


Fig.1 TEM images of (a) Ga_2O_3 and (b) $\text{Ga}_2\text{O}_3\text{:Co}$ nanocrystals.

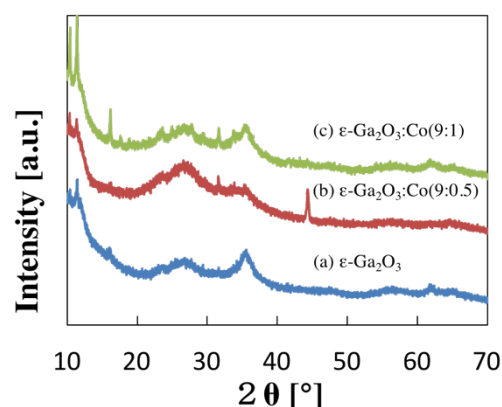


Fig.2 XRD patterns of Ga_2O_3 and $\text{Ga}_2\text{O}_3\text{:Co}$ nanocrystals.

から^[4]、結晶が ϵ - Ga_2O_3 であることが確認できた (Fig.2)。またCoを添加することにより、 26.8° のピーク位置が 26.6° に、 35.5° のピーク位置が 35.3° にシフトし、格子間隔がわずかに広がったことが判明した。Co添加量によるシフト量の違いは、明瞭には観察されなかった。紫外可視近赤外分光光度計やUPSを用いたバンド構造の調査等の詳細は、口頭にて報告する。

【参考文献】

- [1] A. Kuramata. et al., (2016). Jpn. J. Appl. Phys., 55(12), 1202A2.
- [2] Chang, P. C. et al., (2005). Appl. Phys. Lett., 87(22), 222102.
- [3] Kim, H. G. et al., (1987). J. Appl. Phys., 62(5), 2000-2002.
- [4] Lueangchaichaweng, W. et al., (2014). Angew. Chem. Int. Ed. 53(6), 1585-1589.