

コランダム構造酸化ガリウムソーラーブラインド光検出器の開発

Development of Solar-Blind Photodetector Based on Corundum-Structured Ga_2O_3

力武 健一郎¹⁾, 小林 拓也¹⁾

指導教員 山口 智広²⁾

研究協力者 尾沼 猛儀²⁾, 本田 徹²⁾

1) 工学院大学大学院 工学研究科 電気・電子工学専攻 結晶成長研究室

2) 工学院大学 先進工学部 応用物理工学科

キーワード：ソーラーブラインド，光検出器，酸化ガリウム，結晶成長

1. 背景

波長 280nm 以下の紫外光検出器は人体に有害な紫外線検出や火炎検出，殺菌・医療にも応用が期待される半導体素子である。我々は酸化物半導体である酸化ガリウムに着目している。酸化ガリウムは様々な結晶構造を持つことが知られているが[1]，その中でもコランダム構造の酸化ガリウム($\alpha\text{-}\text{Ga}_2\text{O}_3$)はバンドギャップが特に広く，約 5.3 eV である。また，同じコランダム構造を持つ酸化物半導体は数多く，それらを用いた混晶製作によるバンドギャップの調整やヘテロ接合製作が実現可能である[2]。しかしながら， $\alpha\text{-}\text{Ga}_2\text{O}_3$ の電気的特性は絶縁体に近い。

一方で，ミスト化学気相成長(Mist Chemical Vapor Deposition: ミスト CVD)法は，大気開放型の安全・省エネルギーな成長方法である[3]。近年，この手法による高品質 $\alpha\text{-}\text{Ga}_2\text{O}_3$ 薄膜の成長[4]および Sn を添加することによる導電性制御が報告されている[5, 6]。

本研究では，ミスト CVD 法により成長させた $\alpha\text{-}\text{Ga}_2\text{O}_3$ 薄膜を用いてソーラーブラインド光検出器の製作を行ったので報告する。

2. 実験方法

$\alpha\text{-}\text{Ga}_2\text{O}_3$ 薄膜はミスト CVD 法により (0001) $\alpha\text{-}\text{Al}_2\text{O}_3$ 基板上に成長させた。成長温度は 400~500°C で変化させた。原料はガリウムアセチ

ルアセトナート粉末および塩化二水和物粉末を用いて，塩酸を少量加えた超純水に溶かして使用した。これらの原料溶液を混ぜてミスト発生装置により霧状にし，キャリアガスにより基板のある管状炉まで送り成長させた。キャリアガスは窒素ガスを用い流量を調整して使用した。

光検出器は成長温度 450°C で成長した $\alpha\text{-}\text{Ga}_2\text{O}_3$ 薄膜を用いて製作した。 $\alpha\text{-}\text{Ga}_2\text{O}_3$ 薄膜に電子ビーム蒸着器によりショットキー電極(Ni/Au)およびオーム電極(Ti/Al)を蒸着し形成した。

3. 実験結果および考察

Fig. 1 に成長した $\alpha\text{-}\text{Ga}_2\text{O}_3$ 薄膜の XRD 2θ-ω測定結果を示す。成長温度 500°C の薄膜では(402) $\beta\text{-}\text{Ga}_2\text{O}_3$ の回折ピークおよび(0006) $\alpha\text{-}\text{Ga}_2\text{O}_3$ の回折ピークが観測された。成長温度 450°C および 400°C の薄膜では(0006) $\alpha\text{-}\text{Ga}_2\text{O}_3$ の回折ピークのみが観測され，支配的な成長を確認した。成長温度の上昇に伴い，熱的に安定である β 相が観測されたと考えられる。

Fig. 2 に成長温度 450°C で成長した $\alpha\text{-}\text{Ga}_2\text{O}_3$ 薄膜による光検出器のデバイス構造を示す。電流-電圧(I-V)測定を Fig. 3 に示す。測定結果より良好な整流特性を確認した。

Fig. 3 に光応答測定結果を示す。測定結果よりバンドギャップの約 5.3 eV 付近から光応答の増加を確認した。また，4.2 eV 付近にピークが観測

された。これは Sn 添加と同時に形成された欠陥準位または Ga_2O_3 の本質的な欠陥による吸収の可能性と考えられる。

4. 結論

ミスト CVD 法により (0001) α - Al_2O_3 基板上 Ga_2O_3 薄膜成長を行い、その薄膜による光検出器を製作した。XRD 20- ω 測定結果から α - Ga_2O_3 の支配的な成長を確認した。製作したソーラーブラインド光検出器の光応答測定からバンドギャップの 5.3 eV 付近から光応答の増加を確認した。

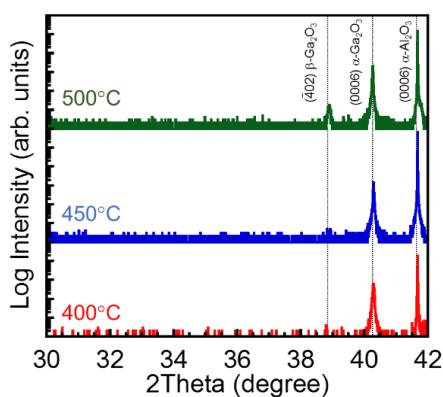


Fig. 1 α - Ga_2O_3 薄膜の XRD 20- ω 測定結果。

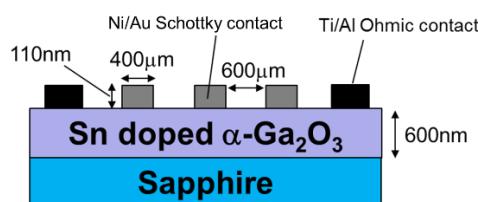


Fig. 2 デバイス構造。

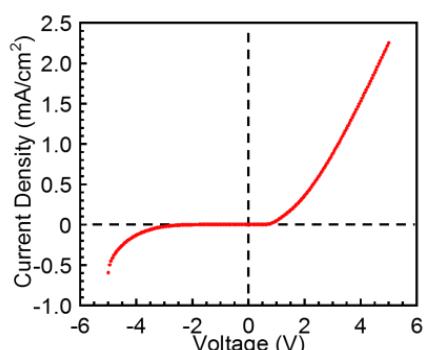


Fig. 3 光検出器の I-V 測定結果。

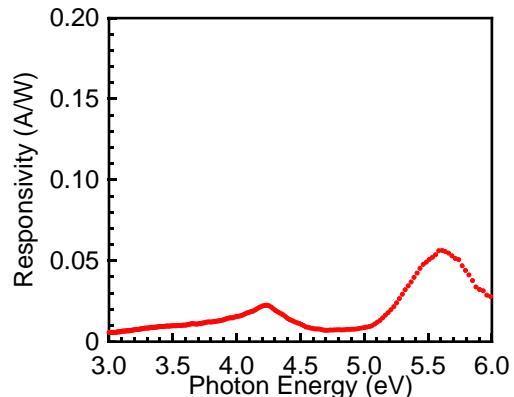


Fig. 4 ソーラーブラインド光検出器の光応答測定結果。

謝辞

ミスト CVD 成長に関してご助言いただいた京都大学 藤田静雄教授、金子健太郎助教、高知工科大学 川原村准教授および本学 佐藤光史教授、永井裕己助教に深く感謝する。本研究の一部は、JSPS 科研費 JP16H06417、工学院大学総合研究所プロジェクト研究、及び「物質・デバイス領域共同研究拠点」の共同研究プログラム (#20171119) の援助を受けて行われた。

参考文献

- [1] R. Roy, V. G. Hill, and E. F. Osborn, *J. Am. Chem. Soc.* **74** (1952) 719.
- [2] K. Kaneko *et al.*, *J. Soc. Mater. Sci. Jpn.* **65** (2016) 631
- [3] T. Kawaharamura *et al.*, *J. Soc. Mater. Sci. Jpn.* **55** (2006) 153.
- [4] D. Shinohara and S. Fujita, *Jpn. J. Appl. Phys.* **47** (2008) 7311.
- [5] K. Akaiwa and S. Fujita, *Jpn. J. Appl. Phys.* **51** (2012) 070203.
- [6] T. Kawaharamura *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.* **51** (2012) 040207.