

京都大学教育研究振興財団助成事業
成 果 報 告 書

平成27年7月11日

公益財団法人京都大学教育研究振興財団
会 長 辻 井 昭 雄 様

所属部局・研究科： 工学研究科

職 名・学 年： 博士課程3年

氏 名： 赤 岩 和 明

助 成 の 種 類	平成27年度・若手研究者在外研究支援・国際研究集会発表助成	
研 究 集 会 名	第42回 化合物半導体国際シンポジウム 42nd International Symposium on Compound Semiconductor	
発 表 題 目	サファイア上Snドーピングコランダム構造酸化ガリウムの電気特性 Electrical Properties of Sn-doped Corundum-Structured Ga ₂ O ₃ Thin Films on Sapphire Substrates	
開 催 場 所	カリフォルニア大学サンタバーバラ校 University of California, Santa Barbara (UCSB)	
渡 航 期 間	平成 27 年 6 月 28 日 ～ 平成 27 年 7 月 2 日	
成 果 の 概 要	タイトルは「成果の概要／報告者名」として、A4版2000字程度・和文で作成し、添付して下さい。「成果の概要」以外に添付する資料 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有()	
会 計 報 告	交付を受けた助成金額	250,000 円
	使用した助成金額	250,000 円
	返納すべき助成金額	0 円
	助成金の使途内訳	現地までの往復の航空券代：245,270円 宿泊費の一部：4,730円
当財団の助成について	(今回の助成に対する感想、今後の助成に望むこと等お書き下さい。助成事業の参考にさせていただきます。) 貴財団よりいただいた助成のおかげで本国際学会に参加でき、とても有意義な発表や討論が行えました。また本学会で発表した内容について、共同で研究を行いたいというオファーをいただくことができ、今後の研究の発展に有用なコネクションを築くこともできました。誠にありがとうございました。今後も貴財団の助成事業を積極的に利用したいと思います。	

成果の概要

京都大学 工学研究科 電子工学専攻
博士課程 3 回生 赤岩 和明

<本国際研究集会の概要>

本シンポジウムは、1966年に英国における第1回の開催を起源に持ち、発光ダイオード(LED)や超高速トランジスタに用いられる化合物半導体に関して、世界的に見ても最も知名度が高く歴史の古い国際シンポジウムである。今回は昨年ノーベル物理学賞を受賞された中村修二教授が在籍するカリフォルニア大学サンタバーバラ校(UCSB)での開催で、同氏が研究されている窒化ガリウム(GaN)をはじめとする禁制帯幅(バンドギャップ)の大きいワイドギャップ半導体に関する最新の研究発表と討論が一つの大きなトピックスとなっている。我々が取り組んでいる新しいワイドギャップ半導体である酸化ガリウム(Ga_2O_3)の研究についても専門のセッションが設けられるなど本シンポジウムにおいて注目度の高いテーマの1つであり、多数の同分野の研究者またはこの分野に関心のある研究者が集まった。私の発表したポスターにも大勢の研究者に訪れていただくことができ、議論を通じて研究成果の周知や多数の研究者から意見を頂くことができた。

<発表内容について>

ワイドギャップ半導体は、青色から紫外といった短波長領域での発光デバイスや電力制御に用いるパワーデバイスへの応用に重要な半導体であり、これまではバンドギャップが約3.3 eVであるGaNや炭化ケイ素(SiC)が研究されてきた。我々は、これらの「次」の材料としてバンドギャップが約5.0 eVとさらに大きい Ga_2O_3 の研究開発を行っている。この材料を用いる事により、GaNやSiCより高電圧領域での動作が可能なパワーデバイスの作製が行えると考えられ、最近になって多くの研究者がこの材料に注目するようになり、世界的な関心が高まるようになった。

我々はサファイア基板上に成長可能なコランダム構造酸化ガリウム($\alpha\text{-Ga}_2\text{O}_3$)薄膜によるデバイス応用を提案している。この構造は、基板として量産性に優れたサファイアを用いることや、安価かつ安全な成長法であるミスチム相成長法(ミスチムCVD法)を用いて成長が行えることから、コスト性に優れたデバイス作製が行える非常に実用に適した系である。この系の現状の課題の一つがドーピングによる導電性の制御である。パワーデバイスへの応用を考えると 10^{17} cm^{-3} 以下といった低キャリア密度層から 10^{19} cm^{-3} 以上のような高キャリア密度層まで幅広い領域でのキャリア密度制御が必要になる。また $\alpha\text{-Ga}_2\text{O}_3$ の材料ポテンシャルを最大限に発揮したデバイスを作製するには移動度の値を理論限界まで向上させることも重要となる。 $\alpha\text{-Ga}_2\text{O}_3$ 薄膜のキャリア密度制御はSnドーパントの添加により、 10^{19} cm^{-3} 台での制御は実現していたが、それ以下の低キャリア密度領域での制御が行えていなかった。また移動度についても約 $3 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ と理論値の約1/100程度の値しか得られていなかった。

本発表では成長条件や成長装置の改善により、Snドープした $\alpha\text{-Ga}_2\text{O}_3$ 薄膜で $10^{18} \sim 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 程度のキャリア密度の値が実現できたこと、また移動度の値としては最大で $20 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ という値が得ら

れたことを発表した。これらの結果は X 線回折測定(XRD)の結果から結晶性の向上が大きな要因であると推察される。そこで Sn ドープした α -Ga₂O₃ 薄膜をアニールすることで絶縁性かつ高い結晶性をもつ α -Ga₂O₃ 薄膜を作製し、これをバッファ層として用いることを考案した。この上に作製した Sn ドープ α -Ga₂O₃ 薄膜において移動度 25 cm²/Vs というこれまでで最大の値が得られ、キャリア密度についても 10¹⁷ cm⁻³ までの制御が可能になったという、ごく最近得られた重要な成果についても報告した。

上記の成果発表に対し、多数の研究者と議論を行うことができた。同じ Ga₂O₃ を研究しているドイツのグループからは 25 cm²/Vs という高い移動度を得られたことについて大きな驚きをもって受け入れられ、本成果が世界的にみても高いインパクトを有している事を再認識することができた。その他の研究者からは我々が独自に取り組んでいるサファイア基板上の α -Ga₂O₃ 薄膜という系について興味をもっていただくことができ、将来的な実用性に優れたこの系の重要性を喧伝することができた。また点欠陥の評価を専門にしている研究者からは、この系の点欠陥評価について共同研究の提案をいただくことができ、今後の研究の発展に有用なコネクションを得ることができた。

<謝辞>

研究費の関係で海外に渡航し学会発表することが困難であった所を、貴財団の助成により、本学会に参加して発表を行うことができ、大変感謝しております。貴財団の益々のご発展をお祈り申し上げます。