

**京都大学教育研究振興財団助成事業  
成 果 報 告 書**

2019 年 8 月 3 日

公益財団法人京都大学教育研究振興財団  
会 長 藤 洋 作 様

所属部局・研究科 京都大学大学院 工学研究科 電子工学専攻

職 名・学 年 博士後期課程1回生

氏 名 鐘ヶ江 一孝

|                             |   |                     |
|-----------------------------|---|---------------------|
| 助 成 の 種 類                   | <b>2019年度 ・ 国際研究集会発表助成</b>  |                     |
| 研 究 集 会 名                   | 第13回窒化物半導体国際学会  |                     |
| 発 表 形 式                     | <input type="checkbox"/> 招 待 ・ <input checked="" type="checkbox"/> 口 頭 ・ <input type="checkbox"/> ポスター ・ <input type="checkbox"/> その他( )  |                     |
| 発 表 題 目                     | サブバンドギャップ光過渡容量分光法によるn型窒化ガリウムショットキー障壁ダイオードを用いたHIトラップ密度の定量手法 (Determination Methods of HI Trap Concentration in n-Type GaN Schottky Barriers via Sub-bandgap light Isothermal Capacitance Transient Spectroscopy)   |                     |
| 開 催 場 所                     | アメリカ合衆国・ワシントン州・ベルビュー・Hyatt Regency Bellevue   |                     |
| 渡 航 期 間                     | 2019年 7 月 7 日 ~ 2019年 7 月 28 日  |                     |
| 成 果 の 概 要                   | <b>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 type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> 有(発表資料,航空券見積書)</b>  |                     |
| 会 計 報 告                     | 交付を受けた助成金額  | 200,000円            |
|                             | 使用した助成金額  | 200,000円            |
|                             | 返納すべき助成金額   | 0円                  |
|                             | 助 成 金 の 使 途 内 訳   | 渡航のための航空券代 293,770円 |
|                             |   | 内 200,000円          |
| 残りの93,770円はDC1特別研究員奨励費より支払い |   |                     |
| 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。)<br><br>この度は、貴財団の助成金に採択していただき、誠にありがとうございました。申請・採択から執行まで日があまりなかったにもかかわらず、早急にご対応いただき、渡航前に助成金をご入金いただきましたことをここに深く感謝申し上げます。今後もし可能でしたら、助成金額について、渡航先だけでなく、実際の旅程をご考慮いただけますと幸いです。複数の学会に参加・関連研究機関に訪問するために、日本とアメリカ・欧州の移動だけでなく、アメリカ国内や欧州圏内の移動を行う場合がございます。大変厚かましいお願いで、非常に恐縮ですが、どうぞよろしく願いいたします。 |                     |

## 成果の概要

工学研究科 電子工学専攻  
博士後期課程 1 年 鐘ヶ江 一孝

### 概要

令和 1 年度京都大学教育研究振興財団(国際研究集会発表助成)の助成を受け、2019 年 7 月 7 日から 28 日の期間、アメリカ合衆国で開催された 2 つの国際学会(13<sup>th</sup> International Conference on Nitride Semiconductors 及び International Conference on Defect in Semiconductors 30)に参加し研究発表を行うとともに、関連分野の 4 研究室[Prof. S. Chowdhury 研究室(Stanford 大学)、Prof. J. Speck 研究室(UCSB)、Prof. S. Nakamura 研究室(UCSB)、及び Prof. U. Mishra 研究室(UCSB)]へ訪問し、セミナー発表を行った。

### 成果

#### ◆7月7日—12日 ワシントン州 ベルビュー

第 13 回窒化物半導体に関する国際学会(13<sup>th</sup> International Conference on Nitride Semiconductors)に参加した。本学会は、Ⅲ族窒化物半導体を基本とした材料とデバイスの科学および技術的な進歩を発表し、議論を交わすことでその当分野のさらなる発展を促進させることを目的として開催されている。ICNS は、International workshop on Nitride Semiconductors (IWN)と隔年開催されており、ともに当分野で最も権威のある国際会議である。30 か国以上、1000 名を超える研究者が参加し、活発な議論が行われた。報告者は、Defect Characterization and Engineering のセッションにおいて、「サブバンドギャップ光等温過渡容量分光法による n 型窒化ガリウムショットキー障壁ダイオードを用いた H1 トラップ密度の定量手法(Determination Methods of H1 Trap Concentration in n-Type GaN Schottky Barriers via Sub-Bandgap light Isothermal Capacitance Transients Spectroscopy)」という題目で口頭発表を行った。

電力変換機器に使用される半導体パワーデバイスの次世代材料として、窒化ガリウム(GaN)が注目を集めている。GaN パワーデバイスの省エネルギー化・高性能化のためには、GaN の結晶欠陥の低減が必須である。報告者は、GaN パワーデバイスの省エネルギー化・高性能化を妨げる主要な原因である GaN 中の炭素不純物について研究している。従来、GaN 結晶中の炭素不純物の密度を精密に定量する手法がないことが問題であった。報告者は本発表で、炭素不純物を電気的に検出することで、その密度を簡易かつ精密に定量する手法を提案した。炭素不純物は、GaN 中で正孔トラップ(H1)として働くことが報告されている。報告者は、光照射によってイオン化した H1 トラップの荷電状態が、熱平衡状態に戻っていく際の Schottky 障壁の空乏容量の過渡変化を、温度・光パルス幅・光強度などの測定条件を変えて測定を行い、その結果を解析することで、炭素不純物密度の精密な定量に初めて成功した。

発表では、GaN の結晶成長を研究している海外の研究者やワイドギャップ半導体中の点欠陥評価の研究をしている海外の研究者らと活発に議論を交わすことができた。報告者の炭素不純物の精密定量手法を、成長条件が異なる GaN に適応し、成長条件などによる炭素不純物の取り込みや欠陥の生成の違いに関する共同研究を提案することができた。

◆7月21日—27日 ワシントン州 シアトル

第30回半導体中の欠陥に関する国際学会(International Conference on Defect in Semiconductors 30)に参加した。本学会は、半導体中の点欠陥や拡張欠陥の基本的な物理の理解を促進させることを目的として開催される。マイクロ・オプトエレクトロニクス、量子コンピューティング、太陽光発電、及びその他の工学的応用材料の欠陥に関する最新の研究成果が発表された。欠陥を中心とした内容であるため、扱われる半導体材料は様々で、シリコン、砒化ガリウム等、長く研究されてきた材料から、ワイドギャップ半導体、2次元材料等、新しい材料等、網羅的に扱うことは、本学会の大きな特色である。欠陥の物理を介して、他材料の研究者が活発に議論することで、材料や応用分野の垣根を超えた研究交流ができる非常に有益な学会である。報告者は、「n型窒化ガリウム中の炭素関連正孔トラップの電子と正孔の光イオン化断面積比の光子エネルギー依存性(Photon energy dependence of photoionization cross section ratio of electron to hole for the carbon-related hole trap in n-type GaN)」という題目でポスター発表を行った。

先述した GaN 中の炭素不純物の電子と正孔に対する光イオン化断面積の励起光エネルギー依存性を測定した。実験から得られた結果が、報告されている炭素不純物の配位座標モデルをもとに計算した結果と良い一致を示し、実験結果と理論計算両方の観点から、GaN 中の炭素不純物の光学的特性が明らかになった。学会中、半導体中の欠陥に関する第一原理計算で著名な研究者らと発表内容に関して密に議論する機会があり、今後の研究のアイデアや指針を得ることができた。

以上を総合して、今回の海外出張は報告者にとって大変有意義なものであった。報告者の有する結晶欠陥の精密定量手法やそこから得られる欠陥の物性について、多くの海外の一流の研究者と議論を交わすことができた。実際に、海外の研究機関に対して、いくつかの共同研究に関する提案を行うことができた。報告者の今回の発表内容や海外研究者とのつながりは、今後の当分野の発展に貢献できると考える。

謝辞

本助成を受けたことにより、国際学会に参加し、研究成果を発表することができたとともに、大変有意義な研究交流を行うことができました。京都大学教育研究振興財団にここより感謝申し上げます。