

Ⅲ族窒化物半導体を用いた放射線検出器の開発

[1] 組織

- 代表者：中野 貴之
(静岡大学大学院工学領域電子物質系列)
- 対応者：伊藤 哲
(静岡大学電子工学研究所)
- 分担者：
青木 徹 (静岡大学電子工学研究所)
本田 喜央 (名古屋大学未来材料・システム研究所)
片山 竜二 (東北大学金属材料研究所)
谷川 智之 (東北大学金属材料研究所)
村上 尚 (東京農工大学大学院工学研究院)
今出 完 (大阪大学大学院工学研究科)
岡田成仁 (山口大学理工学研究科)
久志本真希 (名古屋大学工学研究科)

[2] 研究経過

Ⅲ族窒化物半導体材料は、優れた材料特性から様々な応用分野への展開が期待されている。本プロジェクトでは、Ⅲ族窒化物の放射線検出デバイスへの応用に向けて基礎物性の解明を目的として研究を行った。

本プロジェクトは今年度が4年目であり、昨年度までにBGaNが中性子検出半導体材料として期待できる材料であることを明らかにした。そこでBGaN中性子検出デバイスを実現するために重要な母体材料GaNの放射線検出特性の解明が必要となる。特に、中性子時捕獲時に $B(n, \alpha)Li$ 反応による α 線の検出が重要となる。しかしながら、GaNの α 線に関する飛程や電子正孔対生成エネルギーなどのデータは評価されていない。そこで、今年度はGaNダイオードの放射線検出特性評価を行った。GaN放射線検出時における電子正孔対生成エネルギーを導出および α 線の飛程距離の導出に向けて、GaNダイオードを用いた放射線検出特性評価を行った。pnおよびpin-GaNダイオードの放射線検出特性を評価して、移動度寿命積の導出に至った。

以下、研究活動状況の概要を示す。

研究会 (12月17日および28日)

研究打ち合わせ (6月23日、12月18日、他学会期間中)

[3] 成果

(3-1) 研究成果

本年度は、以下に示す研究成果を得た。

第一に、pn接合GaNダイオードを用いて各放射線に対する検出感度特性を評価した。 α 線、 γ 線、中性子線に対するエネルギースペクトル測定結果を図1に示す。 α 線照射時のスペクトルは α 線エネルギーのピークを結果が得られた。GaNダイオードは α 線に対して十分な感度を有していることが確認された。 γ 線および中性子線照射時では、全てのチャンネルにおいてカウント数が0であった。この原因はGaNが γ 線および中性子線に対して検出感度が非常に低いことと、作製したGaNダイオードの有感層領域が狭いことが影響している。特に γ 線の検出感度に関しては、GaNが原子番号の低い元素で構成されることから妥当な結果であり、 α 線のみに対して検出感度が高いデバイスとして有用な材料であることが確認できた。

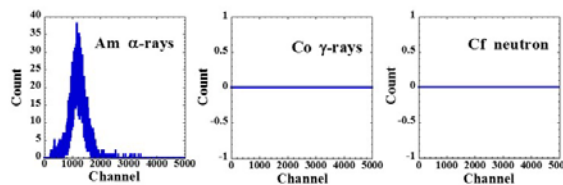


図1、pn接合GaNダイオードへ各放射線を照射した場合に検出された放射線エネルギースペクトル

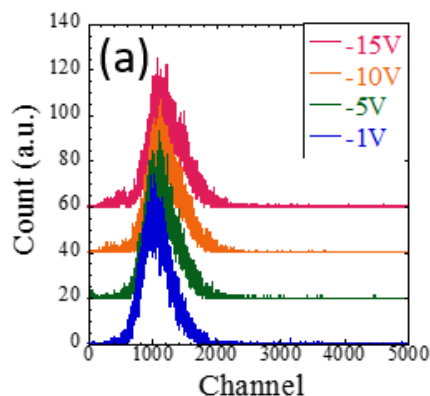


図2、各印加電圧で測定したpn接合GaNダイオードの α 線エネルギースペクトル

第二に、pn接合GaNダイオードの放射線検出に対する移動度寿命積($\mu\tau$ 値)の導出を行うために、エ

エネルギースペクトルの印加電圧依存性を評価した。各印加電圧で測定したpn接合GaNダイオードの α 線エネルギースペクトルを図2に示す。印加電圧を変化させることでスペクトルが変化しており、ピーク位置も高エネルギー側にシフトした。このピーク位置をヘクトの式を用いてフィッティングを行った結果、pn接合GaNダイオードの α 線検出時の $\mu\tau$ 値は約 4.0×10^5 V/cm²であった。

(3-2) 波及効果と発展性など

本プロジェクトにより、III族窒化物半導体分野の若手研究者が交互に交流をする機会にもなっており、研究の応用展開などに向けて議論が深まっている。今年度の研究に関しても、昨年までのプロジェクト成果を展開した結果、新しい研究領域の開拓につながっており、今後の更なる発展が期待される。

[4] 成果資料

国際会議発表

[1] Mutsuhito Sugiura, Maki Kushimoto, Tadashi Mitsunari, Kohei Yamashita, Yoshio Honda, Hiroshi Amano, Yoku Inoue, Hidenori Mimura, Toru Aoki, and Takayuki Nakano, "Evaluation of radiation detection characteristics for GaN diode", Tu-B53, The 6th International Symposium on Growth of III-Nitrides (ISGN-6), November 8-13, 2015, Act City Hamamatsu, Hamamatsu, Japan

[2] M. Sugiura, M. Kushimoto, T. Mitsunari, K Yamashita, Y. Honda, H. Amano, Y. Inoue, H. Mimura, T. Aoki, and T. Nakano, "Characterization of Radiation Detection for GaN", The 3rd International Conference on Light-Emitting Devices and Their Industrial Applications (LEDIA'15), LEDp2-46, 22 - 24 April 2015, Pacifico Yokohama, Kanagawa, Japan

国内学会発表

[3] 杉浦 睦仁、久志本 真希、光成 正、山下 康平、本田 善央、天野 浩、三村 秀典、井上 翼、青木 徹、中野 貴之、"GaNにおける放射線検出特性の実験的評価(2)"、第76回応用物理学会秋季学術講演会、13p-PA7-46、名古屋国際会議場、2015年9月13-16日

[4] M. Sugiura, M. Kushimoto, T. Mitsunari, K. Yamashita, Y. Honda, H. Amano, Y. Inoue, H. Mimura, T. Aoki and T. Nakano, "Characterization of radiation detection for GaN semiconductor material", 34th Electronic Materials Symposium (EMS34), Fr1-18, Laforret Biwako, Shiga, July 15-17, 2015

[5] 杉浦睦仁、久志本真希、光成正、山下康平、本田善央、天野 浩、三村秀典、井上翼、青木徹、中野貴之、"GaN 半導体材料における放射線検出特性評価"、第7回窒化物半導体結晶成長講演会(プレISGN-6)、Fr-13、東北大学片平キャンパス片平さくらホール、2015年5月7-8日

受賞

[1] Mutsuhito Sugiura, "Evaluation of radiation detection characteristics for GaN diode", The 6th International Symposium on Growth of III-Nitrides (ISGN-6), Young Scientist Award

[2] 杉浦睦仁、"GaN 半導体材料における放射線検出特性評価"、第7回窒化物半導体結晶成長講演会(プレISGN-6)、発表奨励賞

出張報告

氏名：村上 尚
所属：東京農工大学 大学院工学研究院
期間：H27/12/17-18
用務先：静岡大学
用務内容：研究発表会および研究打合せ
主たる対応者：中野貴之

氏名：本田 喜央
所属：名古屋大学未来材料・システム研究所
期間：H27/12/17-18
用務先：静岡大学
用務内容：研究発表会および研究打合せ
主たる対応者：中野貴之

氏名：岡田 成仁
所属：山口大学工学部
期間：H27/12/17-18
用務先：静岡大学
用務内容：研究発表会および研究打合せ
主たる対応者：中野貴之

氏名：片山 竜二
所属：東北大学金属材料研究所
期間：H27/12/28
用務先：静岡大学
用務内容：研究発表会および研究打合せ
主たる対応者：中野貴之

氏名：谷川 智之
所属：東北大学金属材料研究所
期間：H27/12/28
用務先：静岡大学
用務内容：研究発表会および研究打合せ
主たる対応者：中野貴之

氏名：岡田 成仁
所属：山口大学工学部
期間：H27/12/28
用務先：静岡大学
用務内容：研究発表会および研究打合せ
主たる対応者：中野貴之