

「特別推進研究」研究期間終了後の効果・効用、波及効果に関する自己評価書

- 研究代表者氏名 酒井 士郎 (徳島大学・工学部・教授)
- 研究分担者氏名 直井 美貴 (徳島大学・工学部・助教授)
西野 克志 (徳島大学・工学部・講師)
- 研究課題名「窒化Ⅲ-V族混晶の電子物性解明と応用に関する研究」
- 課題番号 11102005
- 補助金交付額 (直接経費のみ)

平成11年度	147,000千円
平成12年度	45,000千円
平成13年度	14,000千円
平成14年度	9,000千円
平成15年度	9,000千円

【研究期間終了後の効果・効用、波及効果に関する内容】

1. 特別推進研究の研究期間終了後、研究代表者自身の研究がどのように発展したか。

(1) 概要

特別推進研究の研究目的は次の通りである。

A, 波長 0.3-0.6 μm 帯用発光・受光材料、(Al)Ga(In)NP, (Al)Ga(In)NAs

GaNP と SiN をサファイア表面に付け、GaN の 転位が小さくなった。GaInNAs で発光が得られた。

B, meV オーダーのバンドギャップエネルギーを持つことが予想される、InNAs, InNSb
既存の装置にプラズマ窒素源を付けた装置で、窒素組成 7%程度と窒素組成は低いものの InNAs の成長に成功した。

この特別推進研究終了後の研究概要は以下の通りである。

1. 高効率紫外発光ダイオードの開発

研究目的 A の中には、SiN ナノ構造、サファイア上 GaN への GaNP バッファー層の効果、交流でも光る AC-LED、InGaNAs の LED、および GaN の放射線検知器が含まれている。MOCVDを持っていれば誰でもできる SiN と AC-LED は、多くの研究機関で行われており、転位の低減法、および交流でも光る LED として重要になってきている。特殊な MOCVD を持っていないとできない材料、例えば GaNP、GaNAs は、GaN 中の転位は減らせるが、用途に限られる。これは、研究者にとってみれば良くないことであるが、企業としては歓迎される。この特別推進研究中、大学からの Spin-off のベンチャー企業を立ち上げ、その企業における製品開発の必須の技術となっている。

その後、特別推進研究の研究結果を、より短波長領域(340nm 帯)に展開・発展させ、高効率紫外発光ダイオードの開発に関する研究をすすめている。この波長帯は、医療用デバイス応用へ強く期待されている。従来のデバイスは一般的に GaN エピタキシャル層上に発光層を成長させて作製されるため、発生紫外光の大部分がこの GaN 層に吸収され外部取り出し効率が著しく低い。本課題では、GaN 層に替わり、AlGaIn エピタキシャル層上に発光層を成長させ、高効率紫外発光ダイオードの開発を目指すものである。AlGaIn 結晶は GaN 結晶に比べ、結晶品質・ドーピング効率等で劣っており、この問題点を解決する AlGaIn 結晶の低転位化技術の開発を行っている

る。

2. 非極性面窒化物系発光ダイオードの開発

非極性面、特に a 軸成長窒化物系発光ダイオードの開発研究を行った。従来の窒化物系発光デバイスは、c 面サファイア基板上に c 軸成長させた構造を有するため、原理的に内部発光効率が低い。この克服のため、非極性面上へのデバイス構造作製を検討した。特に、すでに既存の海外技術との差を明確にするため、有機金属気相成長法による常圧成長と r 面サファイア基板上への a 面ヘテロエピタキシャル成長について集中的に調査し、世界最高水準の出力をもつ a 面 GaN 上青色発光ダイオードの開発に成功した。一方、バルク a 面 GaN 基板上へのホモエピタキシャル成長構造についても比較検討を行い、バルク上デバイス構造作製の優位性を明らかにした。

3. ナノインプリント技術を用いた光デバイスの高性能化

研究発展途上のナノインプリント技術を窒化物系光デバイスへ応用し、光デバイスの高性能化について検討している。従来の主研究分野である Si 以外の窒化物およびサファイア結晶上へのナノオーダの微細構造作製技術を開発し、結晶成長技術およびデバイス作製技術との融合を行い、レーザー応用、高取り出し効率発光ダイオード実現の可能性をすでに実証した。さらに、窒化物系以外の材料への応用についても探索している。

4. 新規半導体材料の開発

特別推進研究で実施した、リン (P)、ヒ素 (As) を含む窒化物以外の窒化物の可能性を探るため、ボロン (B) を含む窒化物のバルク結晶成長について検討した。さらに、現在まで研究が精力的に行われていない成長困難な半導体結晶成長にチャレンジしている。

上記研究課題の 1～3 は、特別推進研究の結果をもとにして、特に応用面への展開を目指した研究であり、1、3 は国内民間企業と、2 は海外民間企業との共同研究により実施した、あるいは実施しているもので、その研究成果はいずれも、論文発表、国際会議発表に加え、特許出願も行っている。4 は、特別推進研究実施期間中に検討できなかったボロン (B) を含む窒化物に関する基礎的研究を実施したものである。

(2) 論文発表、国際会議等への招待講演における発表など

T.Okimoto, M.Tsukihara, K.Kataoka, A. Kato, K.Nishino, Y.Naoi and S.Sakai, “ GaN- and AlGaN-based UV-LEDs on sapphire by metal-organic chemical vapor deposition”, *physica status solidi (c)*, 5, 3066 (2008).

M.Yamamoto, Y.Hamazaki, M.Tsukihara, Y.Naoi, K.Nishino and S.Sakai, “Growth of AlN and GaN by metalorganic chemical vapor deposition on BP synthesized by flux method”, *Jpn. J. Appl. Phys.*, 46, L323 (2007).

K.Sumiyoshi, M.Tsukihara, K.Kataoka, S.Kawamichi, T.Okimoto, K.Nishino, Y.Naoi and S.Sakai, “Al_{0.17}Ga_{0.83}N film using middle-temperature intermediate layer grown on (0001) sapphire substrate by metal-organic chemical vapor deposition”, *Jpn. J. Appl. Phys.*, 46, 491 (2007).

M.Tsukihara, K.Sumiyoshi, T.Okimoto, K.Kataoka, S.Kawamichi, K.Nishino, Y.Naoi and S.Sakai,

“Effect of middle temperature intermediate layer on crystal quality of AlGa_N grown on sapphire substrates by metalorganic chemical vapor deposition”, *J. Cryst. Growth*, 300, 190 (2007).

S.Kawamichi, K.Nishino, K.Sumiyoshi, M.Tsukihara, F.Yan, and S.Sakai, “Inversion domains in AlGa_N films grown on patterned sapphire substrate”, *J. Cryst. Growth*, 298, 297 (2007).

K.Sumiyoshi, M.Tsukihara, K.Kataoka, S.Kawamichi, T.Okimoto, K.Nishino, Y.Naoi and S.Sakai, “Al_{0.17}Ga_{0.83}N film with middle temperature-intermediate layer grown on trenced sapphire substrate by MOCVD”, *J. Cryst. Growth*, 298, 300 (2007).

Y. Naoi, K. Ikeda, T. Hama, K. Ono, R. Choi, T. Fukumoto, K. Nishino, S. Sakai, S. M. Lee, M. Koike, “Blue light emitting diode fabricated on a-plane Ga_N film over r-sapphire substrate and on a-plane bulk Ga_N substrate”, *physica status solidi (c)*, 4, 2810 (2007).

K. Nishino, A. Sakamoto, S. Sakai, “Growth of thick a-plane Ga_N on r-plane sapphire by direct synthesis method”, 4, 2532 (2007).

酒井, 他, “化合物半導体の最新技術 大全集”, 技術情報協会, 2007年4月.

S. Sakai, et. al., and T. Kiyoshi, “Wide Bandgap Semiconductors”, Nippon Gakujyutsu-shinnkougai, Feb. 2007.

F.Yan, K.Nishino and S.Sakai, “Growth and characteritics of Ga_N film on thin AlN/(0001) sapphire template layer via direct reaction of gallium and ammonia”, *Jpn. J. Appl. Phys.*, 45, L697 (2006).

酒井, 高橋, 他, “ワイドギャップ半導体光・電子デバイス”, 森北出版株式会社, 2006年2月.

F.Yan, Y.Naoi, M.Tsukihara, S.Kawamichi, T.Yadani, K.Sumiyoshi and S.Sakai, “Diffusion effect-induced InNAs films growth on GaAs (100) substrates by MOCVD”, *Physica B*, 376, 595 (2006).

T.Okimoto, M.Tsukihara, K.Sumiyoshi, K.Kataoka, K.Nishino, Y.Naoi and S.Sakai, “Effect of GaNP buffer layer on AlGa_N epilayers deposited on (0001) sapphire substrates by metalorganic chemical vapor deposition”, *Jpn.J.Appl.Phys.*, 45, L236 (2006).

K. Sumiyoshi, M. Tsukihara, S. Kawamichi, F. Yan, S. Sakai, “AlGa_N films grown on trenced sapphire substrates using a low-temperature GaNP buffer layer by MOCVD”, *physica status solidi (c)*, 3, 1633 (2006).

(invited) Y. Naoi, H. Sato, H. Yamamoto, K. Ono, A. Nakamura, M. Kimura, S. Nouda and S. Sakai, “Growth and fabrication of AlGaInN-based UV-LEDs using SiN nano-mask”, *SPIE Photonics West, Physics and Simulation of Optoelectronic Devices XIII*, 5722-48, San Jose (2005).

F.Yan, Y.Naoi, M.Tsukihara, T.Yadani and S.Sakai, “Interdiffusion induced In(Ga)NAs films

growth on GaAs substrates by low-pressure metalorganic chemical vapor deposition “, J. Cryst. Growth, 282, 29 (2005).

R. J. Choi, S. Kubo, M. Tsukihara, K. Inoue, Y. Naoi, K. Nishino, S. Sakai, “Effects of V/III flux ratio on AlInGaN/AlGaIn quantum wells grown by atmospheric pressure MOCVD”, physica status solidi (c), 2, 2149 (2005).

F. Yan, M. Tsukihara, A. Nakamura, T. Yadani, T. Fukumoto, Y. Naoi and S. Sakai, “Surface smoothing mechanism of AlN film by initially alternating supply of ammonia”, Jpn. J. Appl. Phys., 43, L1057 (2004).

H. Wang, N. Jiang, H. Hiraki, K. Nishimura, H. Sasaoka, A. Hiraki and S. Sakai, “Fabrication of high-performance 407 nm violet light-emitting diode”, J. Cryst. Growth, 270, 57 (2004).

Y. Liu, H. Li, J. Ao, Y. Lee and S. Sakai, “Influence of undoped GaN layer thickness to the performance of AlGaIn/GaN-based ultraviolet light-emitting diodes”, J. Cryst. Growth, 268, 30 (2004).

(3) 研究費の取得状況（研究代表者として取得しているもののみ）

○企業との共同研究等による研究費（科学研究費補助金以外）

平成 16 年度～平成 17 年度

「窒化物紫外発光ダイオード作製技術の開発」

三星電機、2000 万円

平成 16 年度～平成 17 年度

「高出力窒化物系発光ダイオードの研究開発」

ウシオ電機、1100 万円

(4) 特別推進研究の研究成果を背景に生み出された新たな発見・知見

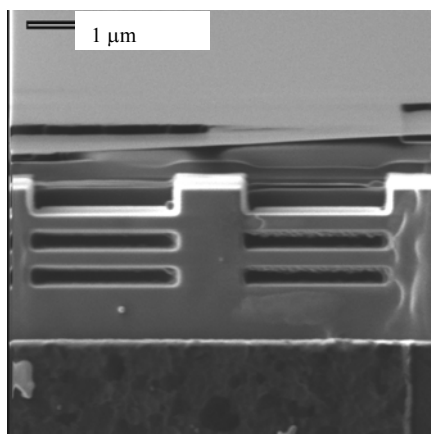
新たな成果としては、SiN、GaNP のサファイアへのバッファー効果、AC-LED、InGaInAs、および InAsN である。この中の SiN 層については、Nanonet 層としてますます重要になってきている。III-N 系の MOCVD があれば誰でも使えると言うのが味噌で、P、As を使う特殊な MOCVD というのはマイナーである。交流でも使える AC-LED に関する特許については、企業における製品開発に非常に有用なものであり、特許の買収提案があったので企業に売却された。その他はマイナーであるが、InGaInAs の発光層への効果、GaNP 層のサファイアのバッファー層、および InAsN の効果が高く評価されている。

2. 特別推進研究の研究成果が他の研究者により活用された状況はどうか。

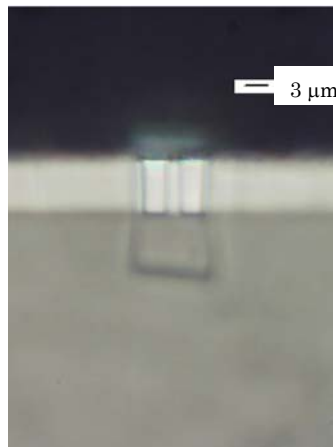
(1) 学界への貢献の状況

窒化Ⅲ-V族混晶に関する研究は世界中の非常に多くの研究者により行われており、特にデバイス性能に関する報告については、時々刻々と研究水準が大きく変わる。したがって、発光ダイオードの出力等に関して報告した論文については、論文発表後すぐに多くの論文が引用され、他の研究者に研究結果が活用されていることがうかがわれる。一方、結晶低転位化に関しての基礎技術であるSiNバッファ層技術は、本研究実施中に得られた主要な結果の一つであった。これに関しては、結晶成長に関して世界的権威である海外研究者の執筆した総説にも引用されている他、GaN研究の第一人者である米国 Morkoc 教授やヨーロッパの研究グループ、日本の主要な分子線エピタキシー研究グループの論文に数多く引用されている。

主な研究結果である(1/4 x 整数倍ミラー)について、その結果を報告する。下の図のように、(1/4 x 整数倍ミラー)ができており、これをレーザに応用した。レーザの波長である 410 nm をも含む光学顕微鏡(図右)で見ると、穴の部分だけ高反射率を持っており、これでレーザが発振した。



FIB で3次元加工をした AlGaInN



右の図の顕微鏡写真

(2) 論文引用状況

調査日 2009年1月19日 (ISI web of science による調査)

研究期間中に発表された論文

- ・ S.Sakai, T.Wang, Y.Morishima and Y.Naoi, “A new method of reducing dislocation density in GaN layer grown on sapphire substrate by MOVPE”, J. Cryst.Growth., 221, 334 (2000). 「サファイア上への SiN 薄膜により、窒化ガリウム薄膜中の転位低減ができることを提案・実証した論文」 61 件
- ・ T.Wang, Y.Ohno, M.Lachab, D.Nakagawa,T.Shirahama,S.Sakai,H.Ohno, “Electron mobility exceeding $10^4\text{cm}^2/\text{Vs}$ in an AlGaIn-GaN heterostructure grown on a sapphire substrate”, Appl. Phys. Rev., 74, 3531 (1999). 「サファイア基板上へ高品質窒化アルミニウムガリウム/窒化ガリウム接合を作製し、 $10^4\text{cm}^2/\text{Vs}$ を超える高移動度を持つことを実験的に明らかにした論文」59 件

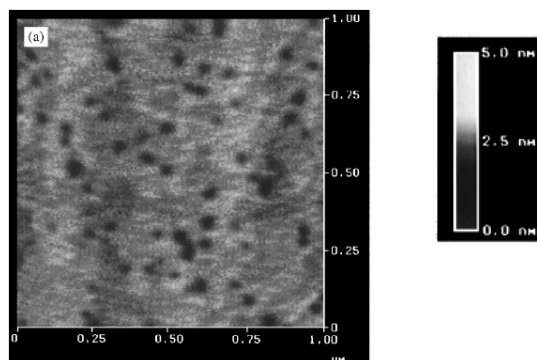
- ・ T.Wang, Y.Liu, Y.Lee, J.Ao, J.Bai and S.Sakai, “1 mW AlInGaN-based ultraviolet light-emitting diode with an emission wavelength of 348 nm grown on sapphire substrate”, Appl. Phys. Lett., 81, 2508 (2002). 「活性層に AlInGaN を用いて、波長 348nm の 1mW 級紫外発光ダイオードの作製に成功したことを報告した論文。」55 件
- ・ T.Wang, D.Nakagawa, M.Lachab, T.Sugahara and S.Sakai, “Optical investigation of InGaN GaN multiple quantum wells”, Appl.Phys.Lett., 74, 3128 (1999).「InGaN/GaN 多重量子井戸構造の量子井戸膜厚に対する光学的性質を系統的に調査した論文」48 件
- ・ T.Wang, H.Saeki, J.Bai, T.Shirahama, M.Lachab, S.Sakai and P.Eliseev, “Effect of silicon doping on the optical and transport properties of InGaN/GaN multiple-quantum-well structures”, Appl.Phys.Lett., 76, 1737 (2000). 「InGaN/GaN 多重量子井戸構造中へのシリコン添加が光学的および電氣的性質へ及ぼす影響について明らかにした論文」40 件
- ・ Y.Lee, T.Wang, Y.Liu, J.Ao, Y.Izumi, Y.Lacroix, H.Li, J.Bai, Y.Naoi and S.Sakai, “High-performance 348 nm AlGaIn/GaN-based ultraviolet-light-emitting diode with a SiN buffer layer”, Jpn.J.Appl.Phys., 41, 4450 (2002). 「SiN バッファ技術を導入することにより、波長 348nm の高出力 AlGaIn 系紫外発光ダイオード作製の成功したことを報告する論文。」36 件
- ・ J.Bai, T.Wang and S.Sakai, “Influence of the quantum-well thickness on the radiative recombination of InGaN/GaN quantum well structures”, J.Appl.Phys., 88, 4729 (2000). 「種々の膜厚をもつ InGaN 量子井戸の温度依存フォトルミネッセンス測定について調査し、輻射再結合機構を論じた論文。」32 件
- ・ T.Wang, J.Bai, S.Sakai, Y.Ohno and H.Ohno, “Magnetotransport studies of AlGaIn/GaN heterostructures grown on sapphire substrates: Effective mass and scattering time”, Appl.Phys.Lett., 76, 2737 (2000). 「AlGaIn/GaN ヘテロ構造について温度依存磁気輸送特性を調査し、電子移動度および有効質量を評価した論文。」31 件
- ・ T.Wang, J.Bai, S.Sakai, J.Ho, “Investigation of the emission mechanism in InGaIn/GaN-based light-emitting diodes”, Appl.Phys.Lett., 78, 2617 (2001). 「InGaIn/GaN 系発光ダイオードの発光機構について調査した論文」30 件
- ・ T.Wang, T.Shirahama, H.Sun, H.Wang, J.Bai, S.Sakai and H.Misawa, “Influence of buffer layer and growth temperature on the properties of an undoped GaN layer grown on sapphire substrate by metalorganic chemical vapor deposition”, Appl.Phys.Lett., 76, 2220 (2000). 「低温緩衝層と成長温度の条件による GaN 結晶の電気特性と表面形状の相関について論じた論文」29 件

研究期間終了後に発表された論文

- F.Yan, M.Tsukihara, A.Nakamura, T.Yadani, T.Fukumoto, Y.Naoi and S.Sakai, “Surface smoothing mechanism of AlN film by initially alternating supply of ammonia”, Jpn.J.Appl.Phys., 43, L1057 (2004). 「サファイア基板上 AlN 薄膜成長に際し、成長初期にアンモニアを交互供給することにより表面平坦化が実現できる事を提案した論文。」10 件
- H.Wang, H.Li, Y.Lee, H.Sato, K.Yamashita, T.Sugahara and S.Sakai, “Fabrication of high-performance 370 nm ultraviolet light-emitting diodes”, J.Cryst.Growth, 264, 48 (2004). 「量子井戸構造の条件を工夫し、2.5mW 出力をもつ波長 370nm 紫外発光ダイオードの作製に成功したことを報告した論文。」10 件
- Y.Liu,H.Li, J.Ao, Y.Lee, T.Wang, and S.Sakai, “Influence of undoped GaN layer thickness to the performance of AlGaIn/GaN-based ultraviolet light-emitting diodes”, J.Cryst.Growth, 268, 30 (2004). 「薄いアンドープ GaN および n 型 AlGaIn/GaN 超格子構造をもつ AlGaIn 系紫外発光ダイオードの光学特性について調査した論文」4 件
- H.Li, M.Tsukihara, Y.Naoi, Y.Lee and S.Sakai, “Investigations of V-shaped defects and photoluminescence of thin GaN-rich GaNP layers grown on a GaN epilayer by metalorganic chemical vapor deposition”, Appl. Phys. Lett., 84, 1886 (2004). 「GaN 上 GaN リッチ高温成長 GaNP 層の V 型欠陥と光学特性に関して調査した論文」4 件

ここで、他機関より発表された、さらに進んだものを、以下に示す。この研究で、他の研究期間の研究の指針を変えたのは、①SiN ナノマスク、②AC-LED、③放射線検知器、④InGaAsN 層、および⑤InAsN である。それぞれの概要は以下に示す通りである。

① SiN 縞模様 これは GaN の MOCVD を持つ物であれば誰でもでき、サファイア上あるいは InGaAlN 上にどこでも成長できる。ただし、ここで大事なことは、あまり長時間付けると、アモルファス状 SiN が前面を被い、上の層がポリクリスタルになり、薄すぎると SiN の効果がでないという点である。図面はサファイア上に SiN を適量付けた場合の AFM 図である。このようにナノの穴ができる。当方の論文;S.Sakai, et. al., J. Crystal Growth 221 (2000) 334. T. Wang, et. al., J. Crystal Growth 213 (2000) 188.



①-1 H. Kuan, et. al., Jpn. J. Appl. Phys. 47 (2008) pp. 1544.

この文献は、静電圧の低さが GaN LED の最大の欠点であり、SiN を加えると静電電

圧の向上に結びつく結論されている。この効果は、実は我々の実験(2000年)により見つけていたが、論文にはしなかった。

①-2 T.C. Wang, et. al., Jpn. J. Appl. Phys. 45 (2006) pp. 3560.

InGaN の quantum well および GaN が SiN のマスクの上でドットになった。

①-3 S.C. Wei, et. al., IEEE Transactions on Electron Devices 52, No.6 (2005) 1104.

SiN と GaN を組み合わせると LED の効率が上がった。

①-4 R.C. Tu, et. al., Appl. Phys. Lett. 83, (2003) 3608.

波長 400 nm の LED で SiN を積むと良くなった。

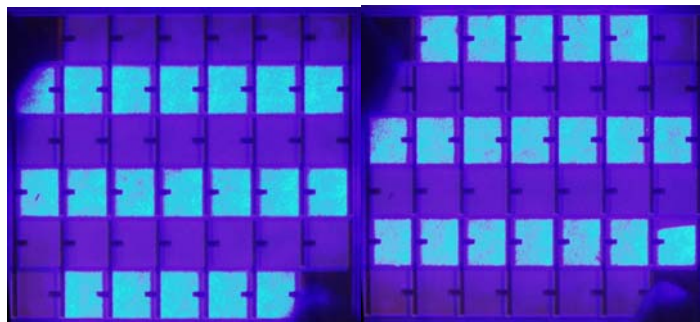
①-5 J. Xie, et. al., Appl. Phys. Lett. 90, (2007) 041107.

①-6 Xie, Jinqiao, et. al., Appl. Phys. Lett. 89, (2006) 152006.

①-7 F. Yun, et. al., J. Appl. Phys. 98 (2005) 122005.

上記3つの論文は、SiN NanonetworkをGaN中に付け、その転位への影響を調べている。GaN中にSiNを付ける技術は、Nanonetworkとして重要になって来ている。

② 交流駆動 AC-LED この研究もLEDを作っていたら、誰でも研究できる。これは、2002年に国際会議、IWN2002で発表した物である。(J.P.Ao, et. al., Int. Workshop on Nitride Semiconductors (Aachen, Germany) (2002))これは、開発は徳島大学で行ったが、特許は、徳島大学とナイトライド・セミコンダクター(株)(以下NSと略)の共同で取った。その後、NSで製品化した。他国の企業が商品化したいといってきたので、この特許を売却した。その後、数編の論文を見たが、回路の構成が異なるだけで大きな差はない。当方の論文; J.P.Ao, et. al., physica status solidi (a) 194, No. 2 (2002) 376. これの近接図を以下の図に示す。ACのプラスとマイナスで、光る領域が交互に変わる。



②-1 H.H.Yen, et al., Phys. Stat. sol. (a) 204, No.6, 2077 (2007)

回路が当初提案していたものと異なり、強く光る。

②-2 G. A. Onushkin, et. al., IEEE Photonic technology letters 21, No. 1 (2009) 33.

白で明るく光らせた。

③ GaN がワイドバンドギャップであるので Radiation detector にも使えるという論文である。当方の論文; J. Vaitkus, et. al., Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A:

Accelerators, Spectrometers Vol. 509, No. 1 (2003) 60.

③—1 V. Kazukauskas, et. al., The 34th Int. Symp. On Compound Semiconductors Abstract, (2007) TuC P27.

50~1400 keV の線が見えたと書かれている。

④V 族元素の N と As を同時に含む物質で、我々の所では緑色のLEDが得られた。当方の論文; K.Aoyama, et. al., Jpn. J. Appl. Phys. 42, No.3B (2003) L270.

④—1 J.Y. Duboz, Phys. Stat. sol. (a) 204, No.6, 2319 (2007)

InGaAsN/AlGaAs 量子井戸構造において閉じこめがより完璧にできるようになったと書いている。

④—2 J. Jewell, et. al., The 34th Int. Symp. On Compound Semiconductors Abstract, WeA I-1.

面発光レーザーができたと書いている。

⑤ InAsN を構成元素とする化合物半導体は、私と同じくらいに始めた東京大学 尾鍋先生の論文が多い。当方の論文; H. Naoi, et. al., J. Crystal Growth 219 (2000) 481, 222 (2001) 511, 250 (2003) 290. H. Naoi, et. al., 53rd Annual Gaseous Electronics Conf., JWP 66, Houston TX, USA (2000).

⑤—1 S. Kuboya, Phys. Stat. sol. (a) 204, No.6, 2387 (2007)

GaAs 上の InAsN 量子ドットが作れたと書いてある。

3. その他、効果・効用等の評価に関する情報。

(1) 研究成果の社会への還元の様況

研究の主要成果の一つである窒化物結晶の低転位化技術や人工的組成揺らぎ導入技術は、発光ダイオードの光出力を向上させるために重要な技術である。光出力の絶対値向上が、一般市場における発光ダイオードの新たな用途の広がりを決めるといって過言ではない状況であるので、研究成果により得られた新技術を商用製品作製に応用することにより、新たな市場開拓が期待できる。例えば、医療用デバイス、バイオ用デバイスとして有望である。我々の研究成果は実際に、ベンチャー企業における商品開発に生かされ、高輝度紫外発光ダイオードの商品化に成功しており、研究成果の社会への還元に対応の寄与をしていることを証明しているものと考えられる。

(2) 研究計画に関与した若手研究者の成長の様況

本研究に関与した主な若手研究者の現在のポジションについて列記する。(括弧内は特別推進研究実施期間中のポジション)

- Yuhuai Lie (ポスドク): 東北大学金属材料研究所助教
- Hongdong Li (ポスドク): 北京大学物理学科
- Yves Lacroix (ポスドク): (有)ワイ・システムズ取締役社長
- Tao Wang (ポスドク): 英国シェフールド大学電気電子工学科 博士研究員
- Mohamed Lachab (ポスドク): 米国 Univ. of South Carolina 電気電子工学科准教授

- Durga Basak (ポスドク): Indian Association for the Cultivation of Science 准教授
- Qhalid Fareed (ポスドク): 米国センサーエレクトロニクス社研究員
- Jin-Ping Ao (ポスドク): 徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部講師
- 菅原智也 (大学院生): ソニー(株) 先端マテリアル研究所
- 直井弘之 (大学院生): 和歌山工業高等専門学校電気電子工学科助教
- 李溶培 (大学院生): 大韓民国特許庁
- 月原政志 (大学院生): ウシオ電機(株) 研究員