

#### 【誌上発表】

1. N. Maeda, M. Jo and H. Hirayama: “Enhancing the light-extraction efficiency of AlGa<sub>N</sub> deep-ultraviolet light-emitting diodes using highly reflective Ni/Mg and Rh as p-type electrodes”, Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 57, No. 4S, pp. 04H08-1-4, March 15, 2018. (10.7567/JJAP.57FH08)
2. T. T. Lin and H. Hirayama: “Variable Barrier Height AlGaAs/GaAs Quantum Cascade Laser Operating at 3.7 THz”, *physica status solidi (a)*, Vol. 215, pp. 1700424, 2017. (DOI: 10.1002/pssa.201700424).
3. M. Jo, H. Hirayama: “Effects of Ga supply on the growth of (11-22) AlN on m-plane (10-10) sapphire substrates”, *Phys. Status Solidi B*, pp. 1700418-1-4, 2018. (10.1002/pssb.201700418).
4. N. Maeda, M. Jo and H. Hirayama: “Improving the light-extraction efficiency of AlGa<sub>N</sub> DUV-LEDs by using a superlattice hole spreading layer and an Al reflector”, *Phys. Status Solidi A*, Vol. 215, No. 8, pp. 1700436-1-5, 2018. (10.1002/pssa.201700436).
5. Y. Kashima, N. Maeda, E. Matsuura, M. Jo, T. Iwai, T. Morita, M. Kokubo, T. Tashiro, R. Kamimura, Y. Osada, H. Takagi and H. Hirayama: “High external quantum efficiency (10%) AlGa<sub>N</sub>-based deep-ultraviolet light-emitting diodes achieved by using highly reflective photonic crystal on p-AlGa<sub>N</sub> contact layer”, *Applied Physics Express*, Vol. 11, No. 1, pp. 012101-1-4, 2018. (doi: 10.7567/APEX.11.012101).
6. T. T. Lin and H. Hirayama: “Design for stable lasing of an indirect injection THz quantum cascade laser operating at less than 2 THz”, *International Journal of Materials Science and Applications*, Vol. 6, No. 5, pp. 230-234, 2017. (doi: 10.11648/j.ijmsa.20170605.11).
7. M. Jo, I. Oshima, T. Matsumoto, N. Maeda, N. Kamata and H. Hirayama: “Structural and electrical properties of semipolar (11 - 22) AlGa<sub>N</sub> grown on m - plane (1 - 100) sapphire substrates”, *physica status solidi c*, Vol. 14, No. 8, pp. 1600248-1-3, 2017. (DOI 10.1002/pssc.201600248)
8. B. T. Tran, H. Hirayama, M. Jo, N. Maeda, D. Inoue and T. Kikitsu: “High-quality AlN template grown on a patterned Si (111) substrate”, *Journal of Crystal Growth*, Vol. 468, No. 15, pp. 225-229, 2017. (DOI: 10.1016/j.jcrysgro.2016.12.100)

#### 【国際会議招待講演】

1. T. T. Lin: “Recent progress and future prospects of THz quantum cascade lasers”, National Chiao Tung University, Zhubei, Taiwan, 25 December, 2017.
2. M. Jo and H. Hirayama: “Recent progress of AlGa<sub>N</sub>-based deep-ultraviolet light-emitting diodes”, 8th International Conference and Exhibition on Lasers, OPTICS & PHOTONICS, Las Vegas, USA, 16 November, 2017.
3. [Tutorial] H. Hirayama: “Recent progress of AlGa<sub>N</sub>-based deep-UV LED”, The international workshop on UV materials and devices (IWUMD-2017), Fukuoka, Japan, 14 November, 2017.

4. H. Hirayama: “Recent progress of high-efficiency AlGa<sub>N</sub> deep-UV LEDs”, The International Forum on Wide Bandgap Semiconductors (IFWS 2017), Beijing, China, 3 November, 2017.
5. [Plenary] H. Hirayama: “Progress of AlGa<sub>N</sub> UVC LED and challenge to Ga<sub>N</sub> THz-QCL”, The 11th International Symposium on Semiconductor Light Emitting Devices (ISSLED 2017), Banff, Canada, 12 October, 2017.
6. [Plenary] H. Hirayama: “Recent progress and future prospects of AlGa<sub>N</sub> deep-UV LEDs”, The 8th Asia-Pacific Workshop on Widegap Semiconductors (APWS2017), Qingdao, China, 27 September, 2017.
7. H. Hirayama, M. Jo, W. Terashima, N. Maeda, T. T. Lin, and K. Wang: “Current status and future of III-nitride ultraviolet and THz emitters”, 2017 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM 2017), Sendai, Japan, 20 September, 2017.
8. H. Hirayama, Y. Kashima, E. Matsuura, H. Takagi, N. Maeda, M. Jo, T. Iwai, T. Morita, M. Kokubo, T. Tashiro, R. Kamimura and Y. Osada: “Recent progress of high-efficiency AlGa<sub>N</sub> deep-UV LED”, The 2017 European Materials Research Society Fall Meeting (2017 E-MRS), Warsaw, Poland, 18 September, 2017.

#### 【国内会議招待講演】

1. 平山秀樹：“ノーベル賞受賞中村先生のご紹介、青色発光半導体開発のインパクト”，サイエンスシンポジウム，鈴木梅太郎ホール，理研，2018年2月22日。
2. 平山秀樹：“AlGa<sub>N</sub> 深紫外 LED の進展と今後の展望”，LED 総合フォーラム 2018 in 徳島，徳島グランウイリオホテル，徳島，2018年2月12日。
3. 平山秀樹：“高効率・深紫外線 LED の普及に向けて”，先端的低炭素化技術開発 (ALCA) 新技術説明会，JST 東京本部別館，東京，2018年1月30日。
4. 平山秀樹：“AlGa<sub>N</sub> 深紫外 LED の高効率化技術”，サイエンス&テクノロジー社セミナー，大井町きゅりあん，東京，2018年1月25日。
5. 平山秀樹：“殺菌用・深紫外 LED の進展”，第 32 回 JFCA テクノフェスタ「ニーズとシーズの出会いを求めて」，メルパルク東京，2018年1月22日。
6. 平山秀樹：“深紫外 LED 高効率化の進展と展望”，光とレーザーの科学技術フェア 2017，科学技術館，2017年11月16日。
7. 鹿嶋行雄、平山秀樹：“深紫外 LED の高効率光取り出し技術”，光とレーザーの科学技術フェア 2017，科学技術館，2017年11月16日。
8. 平山秀樹：“AlGa<sub>N</sub> 深紫外 LED の最近の進展と展望”，第 3 回 JLEDS セミナー，LED 照明推進協議会会議室，2017年10月20日。
9. 【注目講演】平山秀樹，鹿嶋行雄，松浦恵里子，高木秀樹，前田哲利，定昌史，岩井武，森田敏郎，小久保光典，田代貴晴，上村隆一郎，長田大和：“透明コンタクト層とレンズを用いた AlGa<sub>N</sub> 深紫外 LED の WPE9.6%動作”，第 78 回応用物理学会秋季学術講演

会, 福岡国際会議場, 2017年9月5日. (Oral)

10. 平山秀樹: “AlGaN系深紫外LEDの最近の進展と展望”, ナノ茶論, 新川崎・創造のもり「NANO BIC」, 2017年8月22日.
11. 平山秀樹: “殺菌・医療を目指した紫外線LEDの開発”, 第39回日本光医学・光生物学会, JPタワー名古屋ホール, 2017年7月21日.
12. 平山秀樹: “殺菌用紫外LEDの開発と今後の展望”, OPIE'17 赤外・紫外特別セミナー「紫外線技術の基礎, LED, レーザー」, パシフィコ横浜アネックスホール, 2017年4月21日.

#### 【国際会議】

1. M. A. Khan, Y. Itokazu, T. Matsumoto, S. Minami, N. Maeda, M. Jo, N. Kamata and H. Hirayama: “Characterization of AlGaIn based lower bound (280-300nm) UVB LED device grown by MOCVD”, 11th International Conference on Plasma-Nano Technology & Science (ISPlasma2018/IC-PLANTS2018), Nagoya, Japan, 6 March 2018.
2. T. T. Lin and H. Hirayama: “Design of THz QCLs toward high output power by variable height active structure near liquid nitrogen temperature operation”, The 7th Annual World Congress of Nano Science and Technology-2017 (Nano S&T-2017), Fukuoka, Japan, 24-26 October, 2017.
3. K. Wang, T. T. Lin, W. Terashima and H. Hirayama: “Waveguide design for GaN/AlGaIn terahertz quantum cascade lasers”, The 8th Asia-Pacific Workshop on Widegap Semiconductors (APWS2017), Qingdao, China, 26 September, 2017. (Oral)
4. N. Maeda, J. Yun, M. Jo and H. Hirayama: “EQE enhancement dependency on reflective p-type electrode of Ni/Mg and Rh in AlGaIn UVC LED with transparent p-AlGaIn contact layer”, 2017 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM 2017), Sendai, Japan, 21 September, 2017. (Poster)
5. T. T. Lin and H. Hirayama: “Design THz quantum cascade lasers toward high output power near liquid nitrogen temperature operation”, 2017 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM 2017), Sendai, Japan, 21 September, 2017. (Poster)
6. K. Wang, T. T. Lin, W. Terashima and H. Hirayama: “Waveguide design for GaN/AlGaIn terahertz quantum cascade lasers”, 14<sup>th</sup> International Conference on Intersubband Transitions in Quantum Wells (ITQW2017), Singapore, 11-14 September, 2017. (Poster)
7. T. T. Lin and H. Hirayama: “THz quantum cascade lasers toward high output power near liquid nitrogen temperature operation”, 14<sup>th</sup> International Conference on Intersubband Transitions in Quantum Wells (ITQW2017), Singapore, 11-14 September, 2017. (Poster)
8. T. T. Lin and H. Hirayama: “THz quantum cascade lasers toward high output power near liquid nitrogen temperature operation”, The 24<sup>th</sup> Congress of the International Commission for Optics (ICO-24), Keio Plaza Hotel, Tokyo, 21-25 August, 2017. (Oral)

9. H. Hirayama, T. Shibata, Y. Kashima, E. Matsuura, H. Takagi, N. Maeda, M. Jo, T. Iwai, T. Morita, M. Kokubo, T. Tashiro, R. Kamimura and Y. Osada: "Achievement of extremely high WPE (9.6%) of AlGaIn deep-UV LED by using transparent contact layer, reflective electrode and lens", 12th International Conference on Nitride Semiconductors (ICNS12), Strasbourg, France, 24-28 July, 2017. (Oral)
10. M. Jo and H. Hirayama: "Effects of Ga supply on the growth of (11-22) AlN on m-plane (1-100)apphire substrates", 12th International Conference on Nitride Semiconductors (ICNS12), Strasbourg, France, 24-28 July, 2017. (Poster)
11. Y. Kashima, N. Maeda, E. Matsuura, M. Jo, T. Iwai, T. Morita, M.Kokubo, T. Tashiro, R. Kamimura, Y. Osada, H. Takagi and H. Hirayama: "Achievement of high-EQE (9.5%) AlGaIn deep-UV LED using highly-reflective photonic crystal (HR-PhC) on p-contact layer", 12th International Conference on Nitride Semiconductors (ICNS12), Strasbourg, France, 24-28 July, 2017. (Poster)
12. T. T. Lin and H. Hirayama: "Design of indirect injection scheme THz QCLs with high operation temperature", The 44<sup>th</sup> International Symposium on Compound Semiconductors (ISCS2017), Berlin, Germany, 14-18 May, 2017. (Poster)
13. T. T. Lin and H. Hirayama: "Variable height active structure design THz QCLs operating at 3.7 THz with the maximum operation temperature 145 K", The 44th International Symposium on Compound Semiconductors (ISCS2017), Berlin, Germany, 14-18 May, 2017. (Poster)
14. T. T. Lin, W. Terashima and H. Hirayama: "THz quantum cascade lasers toward high output power near liquid nitrogen temperature operation with Dewar condenser", The 44th International Symposium on Compound Semiconductors (ISCS2017), Berlin, Germany, 14-18 May, 2017. (Poster)
15. N. Maeda, M. Jo and H. Hirayama: "Efficiency improvement of AlGaIn UVC-LEDs using highly-reflective Ni/Al p-type electrode", The 44th International Symposium on Compound Semiconductors (ISCS2017), Berlin, Germany, 14-18 May, 2017. (Oral)
16. N. Maeda, M. Jo and H. Hirayama: "Improvement of light-extraction efficiency of AlGaIn UVC-LEDs by using superlattice hole spreading layer and Al reflector", The 44th International Symposium on Compound Semiconductors (ISCS2017), Berlin, Germany, 14-18 May, 2017. (Poster)
17. M. A. Khan and T. Suemasu: "Donor and acceptor levels in impurity-doped semiconducting BaSi<sub>2</sub> thin films for solar cells application", the 7th International Conference on Crystalline Silicon Photovoltaics (SiliconPV 2017), Freiburg, Germany, 4 April, 2017.

【国内会議】

1. K. Wang, T. T. Lin, L. Wang, J. Yun and H. Hirayama: "Simulation of optical gain for GAN

- terahertz quantum cascade lasers by using non-equilibrium green's function method”, 第 65 回応用物理学会春季学術講演会, 早稲田大学, 2018 年 3 月 19 日. (Oral)
2. M. A. Khan, T. Matsumoto, N. Maeda, M. Jo, H. Hirayama and N. Kamata: “EQE enhancement of AlGaIn based lower bound (295±nm) UVB-LED by using high reflective Ni/Mg electrode for medical applications”, 第 65 回応用物理学会春季学術講演会, 早稲田大学, 2018 年 3 月 19 日. (Oral)
  3. L. Wang, T. T. Lin, K. Wang and H. Hirayama: “New design of GaAs based THz-QCL for obtaining high optical gain by indirect-injecting asymmetric-wells superlattice structure”, 2018 年第 65 回応用物理学会春季学術講演会, 早稲田大学, 2018 年 3 月 19 日. (Poster)
  4. 鹿嶋行雄, 渡邊康弘, 柴田智彦, 前田哲利, 松浦恵里子, 岩井武, 小久保光典, 田代貴晴, 古田寛治, 上村隆一郎, 長田大和, 高木秀樹, 倉島優一, 祝迫恭, 長野丞益, 平山秀樹: “p 型 GaN コンタクト層に形成した高反射型フォトニック結晶による AlGaIn 深紫外 LED の外部量子効率改善”, 2018 年第 65 回応用物理学会春季学術講演会, 早稲田大学, 2018 年 3 月 19 日.
  5. J. Yun and H. Hirayama: “Investigation of perfect reflection by 2D photonic crystal on the AlGaIn surface used for increasing light-extraction efficiency of deep-UV LED”, 2018 年第 65 回応用物理学会春季学術講演会, 早稲田大学, 2018 年 3 月 18 日.
  6. 定昌史, 平山秀樹, 前田哲利, 鹿嶋行雄: “Recent progress of AlGaIn Deep UV LEDs”, 電子情報通信学会レーザ・量子エレクトロニクス研究会, 機械振興会館, 2017 年 12 月 15 日. (Oral)
  7. 定昌史, 南聡史, 平山秀樹: “m 面サファイア上半極性のアニールによる高品質化”, 電子情報通信学会レーザ・量子エレクトロニクス研究会, 名古屋工業大学, 2017 年 12 月 1 日. (Oral)
  8. 鹿嶋行雄, 前田哲利, 松浦恵理子, 定昌史, 岩井武, 森田敏郎, 小久保光典, 田代貴晴, 上村隆一郎, 長田大和, 倉島優一, 高木秀樹, 平山秀樹: “フォトニック結晶深紫外 LED の実現～p 型コンタクト層における高反射フォトニクス結晶による AlGaIn 深紫外 LED の外部量子効率 10%動作～”, 電子情報通信学会レーザ・量子エレクトロニクス研究会, 名古屋工業大学, 2017 年 12 月 1 日. (Oral)
  9. T. T. Lin, K. Wang, L. Wang, K. Fukuda and H. Hirayama: “Recent progress of high-power THz-QCLs”, 理研シンポジウム 第 5 回「光量子工学」, 仙台市中小企業活性化センター, 2017 年 11 月 29-30 日. (Oral)
  10. L. Wang, T. T. Lin, K. Wang and H. Hirayama: “THz-QCL designs for high-temperature operation far acrossing the KT limitation”, 理研シンポジウム 第 5 回「光量子工学」, 仙台市中小企業活性化センター, 2017 年 11 月 29-30 日. (Poster)
  11. K. Wang, T. T. Lin, L. Wang, J. Yun, W. Terashima and H. Hirayama: “Calculation of optical gain and design of low waveguide loss for GaN terahertz quantum cascade lasers”, 理研シンポジウ

- ム 第 5 回「光量子工学」, 仙台市中小企業活性化センター, 2017 年 11 月 29-30 日.  
(Poster)
12. M. Ajmal Khan, Y. Itokazu, T. Matsumoto, S. Minami, N. Maeda, M. Jo, N. Kamata and H. Hirayama: “Development of UVB LED for medical applications”, 理研シンポジウム 第 5 回「光量子工学」, 仙台市中小企業活性化センター, 2017 年 11 月 29-30 日. (Poster)
  13. 前田哲利, 定昌史, 鹿嶋行雄, 松浦恵里子, 高木秀樹, 岩井武, 森田敏郎, 小久保光典, 田代貴晴, 上村隆一郎, 長田大和, 平山秀樹: “AlGa<sub>N</sub> 高効率深紫外 LED の進展”, 理研シンポジウム 第 5 回「光量子工学」, 仙台市中小企業活性化センター, 2017 年 11 月 29-30 日. (Poster)
  14. 石黒稔也, 藤川紗千恵, 王科, 前田哲利, 町田龍人, 藤代博記, 平山秀樹: “Si 基板上への GaN 系 THz-QCL 構造の MOCVD 成長と評価”, 第 78 回応用物理学会秋季学術講演会, 福岡国際会議場, 2017 年 9 月 8 日. (Oral)
  15. 定昌史, 南聡史, 平山秀樹: “m 面サファイア基板上半極性 AlN の面方位制御と X 線回折評価”, 第 78 回応用物理学会秋季学術講演会, 福岡国際会議場, 2017 年 9 月 8 日. (Oral)
  16. K. Wang, T. T. Lin, W. Terashima and H. Hirayama: “Waveguide design for GaN/AlGa<sub>N</sub> terahertz quantum cascade lasers”, 第 78 回応用物理学会秋季学術講演会, 福岡国際会議場, 2017 年 9 月 7 日. (Oral)
  17. T. T. Lin, W. Terashima and H. Hirayama: “250 mW output power operation of GaAs-based THz quantum cascade lasers”, 第 78 回応用物理学会秋季学術講演会, 福岡国際会議場, 2017 年 9 月 7 日. (Oral)
  18. 前田哲利, 定昌史, 鹿嶋行雄, 松浦恵里子, 高木秀樹, 岩井武, 森田敏郎, 小久保光典, 田代貴晴, 上村隆一郎, 長田大和, 平山秀樹: “高反射 Ni/Au 電極の Ni 膜厚最適化による AlGa<sub>N</sub> 深紫外 LED の外部量子効率 9%動作”, 第 78 回応用物理学会秋季学術講演会, 福岡国際会議場, 2017 年 9 月 5 日. (Oral)
  19. 鹿嶋行雄, 前田哲利, 松浦恵里子, 定昌史, 岩井武, 森田敏郎, 小久保光典, 田代貴晴, 上村隆一郎, 長田大和, 高木秀樹, 平山秀樹: “高反射フォトニック結晶による AlGa<sub>N</sub> 深紫外 LED の外部量子効率 10%動作”, 第 78 回応用物理学会秋季学術講演会, 福岡国際会議場, 2017 年 9 月 5 日. (Oral)
  20. 鹿嶋行雄, 田代貴晴, 小久保光典, 上村隆一郎, 長田大和, 岩井武, 森田敏郎, 松浦恵里子, 前田哲利, 定昌史, 高木秀樹, 平山秀樹: “AlGa<sub>N</sub> 深紫外 LED 高反射フォトニック結晶のダメージレス精密加工”, 第 78 回応用物理学会秋季学術講演会, 福岡国際会議場, 2017 年 9 月 5 日. (Oral)
  21. M. A. Khan, Y. Itokazu, T. Matsumoto, N. Maeda, M. Jo, H. Hirayama and N. Kamata: “Exceeding 30% IQE of AlGa<sub>N</sub> quantum well 304 nm UVB emission and single peak operation of 326nm UV LED”, 第 78 回応用物理学会秋季学術講演会, 福岡国際会議場, 2017 年 9

月 5 日. (Oral)

**【解説・総説】**

1. 鹿嶋行雄, 前田哲利, 松浦恵里子, 定昌史, 岩井武, 森田敏郎, 小久保光典, 田代貴晴, 上村隆一郎, 長田大和, 倉島優一, 高木秀樹, 平山秀樹: “フォトニック結晶深紫外 LED の実現”, オプトロニクス誌, Vol. 37, 2月号, No. 434, pp. 76-81, 2018年2月10日.
2. 平山秀樹: “AlGaN 深紫外 LED の進展と応用への展望”, 電気評論, 9月号, 2017年9月8日.

**【新聞報道、およびその他報道等】**

2018年2月13日掲載, 徳島新聞 (3面), “LED「医療に応用」, 徳島市でフォーラム, 最新技術を紹介”.

**【特許】**

1. 出願番号: 2018-037012  
「量子カスケードレーザー素子」  
発明者: 王利, 林宗澤, 平山秀樹  
出願日: 2018年3月1日.