

令和 2 年 6 月 21 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17H03247

研究課題名(和文) 長波長帯トランジスタレーザによる新たな波長安定光出力制御・変調帯域拡大手法の開拓

研究課題名(英文) Investigation of novel methods of controlling output power with stable wavelength operation and modulation bandwidth enhancement by long-wavelength transistor lasers

研究代表者

西山 伸彦(Nishiyama, Nobuhiko)

東京工業大学・工学院・准教授

研究者番号：80447531

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,600,000円

研究成果の概要(和文)：短中距離光通信での直接変調レーザへの要求に対応するため、1.3ミクロン帯トランジスタレーザの光出力・発振スペクトル・変調帯域を制御する手法を確立することで、高い機能を合わせ持つ光通信デバイスを実現することを目的とし研究を行った。まず、複雑な特性実測データと一致するような理論計算を実現した。これを利用することによりトランジスタレーザの設計指針を明らかにした。次に実際の作製において、電気帯域の向上と放熱特性の向上を目標として電極構造を新たに提案し、それを導入したトランジスタレーザで、世界最高発振温度となる95度で動作するデバイスを実現した。また、安定した小信号特性を得ることに成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

インターネットを中心とする光ネットワークの高速化、かつ低コスト化の要求に見合う半導体レーザを実現するための重要なステップになるとともに、本トランジスタレーザの理論解析は、将来の他の半導体レーザ理論検討にも適応できる学術的意義があるといえる。

研究成果の概要(英文)：In order to meet the demand for a direct modulation laser for short-to-medium distance optical communication, we aimed to establish a method to control the optical output, oscillation spectrum, and modulation band of a 1.3 micrometer-band transistor laser. First of all, we have realized a theoretical calculation that agrees with complicated characteristic measurement data. By utilizing this theoretical calculation, the design guideline of the transistor laser was clarified.

Next, in the actual fabrication, we proposed a new electrode structure with the goal of improving the electric band and heat dissipation characteristics, and realized a device that operates at 95 degrees, which is the highest oscillation temperature in the world, with the transistor laser. We also succeeded in obtaining stable small signal characteristics.

研究分野：光エレクトロニクス

キーワード：トランジスタレーザ 半導体レーザ InP

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

研究開始当初、光通信研究動向は、高速化の流れを維持しつつ、長距離用と中・短距離用の技術領域 2 極化が見られた。長距離用ではデジタルコヒーレント技術を中心にデジタル制御で既存の光デバイスの限界を補償する検討・実用化が進められており、その中で半導体レーザは、線幅安定性が特に重要視される「発振器」としてのみ利用される。一方で、中・短距離に目を向けると、半導体レーザの多機能性・多くのパラメータの高機能性が要求される。例えば、低消費電力性、光出力の高線形性、変調帯域の広帯域性、波長安定性などである。加えて、コスト・小型化の観点から、単一部品で要求性能を達成することが望まれていた。これに対し、研究代表者は光ファイバ通信に対応した 1.3 μ m 帯トランジスタレーザの研究を先駆的にを行い、いち早く室温連続発振を実現していた。

実際、通信データ量区分について見ると、例えばネットワーク機器大手 Cisco 社の白書(Ref. Cisco Global Cloud Index: Forecast and Methodology, 2014–2019 White Paper)に記されているところでは、データセンタ内・データセンタ間通信(中・短距離)がほとんどの通信データ量を占めていた。これは、Over the top (OTT)と呼ばれるサービスを展開する企業(Google, Facebook 等)の発展が大きく影響しており、今後の人工知能を利用したサービスの展開を考えれば、この距離での通信データ量が益々大きくなることは想像に難しくなく、中・短距離通信に向けた新たな高機能半導体レーザの導入は、世の中に大きなインパクトを与えると予想された。

2. 研究の目的

これに対し、研究代表者は、以下の 1.3 μ m 帯トランジスタレーザに関する目的を設定し、研究を開始した。

1.3 μ m 帯トランジスタレーザの独特の動作構成であるコレクタ電圧による発振特性変化を利用し、光出力・発振スペクトル・変調帯域を制御する手法を確立することで、高い機能を合わせ持つ光通信デバイスを実現する。

3. 研究の方法

上記を検討するためには、理論的な検討および実際の作製の両面から進める必要があった。そこで具体的には下記を行った。

- 1.コレクタ電圧制御によるトランジスタレーザの静的および動的動作機構の理論的解明
- 2.コレクタ電圧変調によるトランジスタレーザのための実デバイスにおける特性向上

4. 研究成果

まず、図 1 には、目的とするトランジスタレーザ(Transistor Laser: 以下 TL)の基本的な構造を示す。TL は、通常のレーザダイオード(Laser Diode: 以下 LD)と異なり、ヘテロバイポーラトランジスタのベース層に活性層を持つ構造を有する。これにより、従来の LD では、単に電流の増減のみで光出力を変えるしかなかったが、電流変化だけでなく、コレクタ電圧を変化させることで、光出力の変化することが可能であることを実験的に観測した。その際、光出力をパラメータとした場合、発振スペクトルの変化が、従来の LD と全く異なることを特長としている。その原理として図 2 に示す。TL では、注入電流の一部が活性層での再結合とコレクタ電流としての流れ出しに利用されている。ここで、コレクタに電圧をかけた場合、コレクタ電流の増加も起こるが、同時にフランツ・ケルディッシュ効果によるバンドギャップの縮小が起き、ベース層での光

吸収（つまり共振器損失）が発生する。結果光出力も低減することになる。これを利用した変調動作を検討する場合、理想的には、活性層内のキャリア変動が起きないまま、光吸収だけが変化することであるが、実際にはキャリア変動や電気的な寄生容量など複雑な振る舞いを TL は起こす。これをまず正確に理論計算を行うことが第 1 の目標であった。

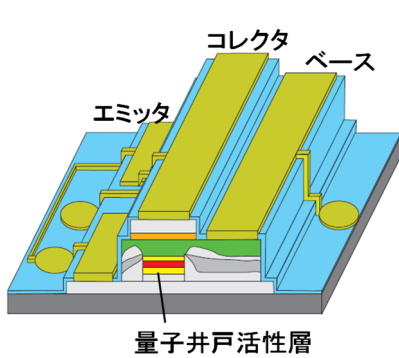


図 1 長波長帯トランジスタレーザ

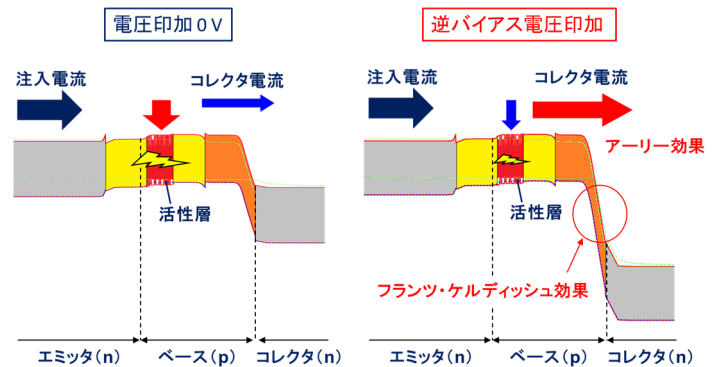


図 2 長波長帯トランジスタレーザのコレクタ電圧変調の原理

理論計算において、電気的な等価回路を図 3 のように設定した上で図 4(a)の電圧をコレクタに印加した場合のデバイス内部の電圧応答、電流の流れを計算し、それを利用して TL のレート方程式を立て、具体的なキャリア変動、光応答を計算した。図 4(b)においては、従来の高反射膜ミラーを有しないへき開端面における端面反射率と同じ 30%と設定し、共振器長の長さによりデバイスの寄生容量が変化することを想定しパラメータとした。これより、電圧の立ち上がりにおいて、大きな本来期待する方向とは反対の光出力の増加が起こることがわかる。これは、コンデンサの放電により活性層に大きな電流が流れ込むことによる影響である。これは、共振器長を短くすることによって寄生容量を低減すれば低減されている。しかしながら、多くのリップルがのこり、安定するまでの過渡応答の時間は長く、変調動作としては良好な動作が期待できない。この理論計算の妥当性を確認するために、実際のデバイスにおいて変調測定を行ったが、完全に一致した結果が得られた。この理論計算を通して、設計指針を検討した結果、共振器長を短くし、反射率を上げることによって、良好な結果を得ることができると明らかになり、図 4(c)のように 0.1pF 程度の共振器寄生容量（共振器長 100 μ m 程度）と端面反射率 0.8 程度にすることによって、十分な応答特性を得られることが分かった。

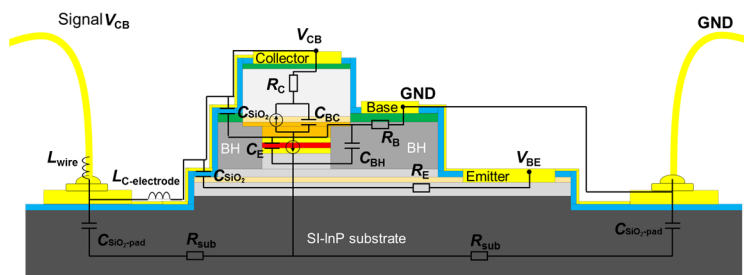


図 3 長波長帯トランジスタレーザの等価回路

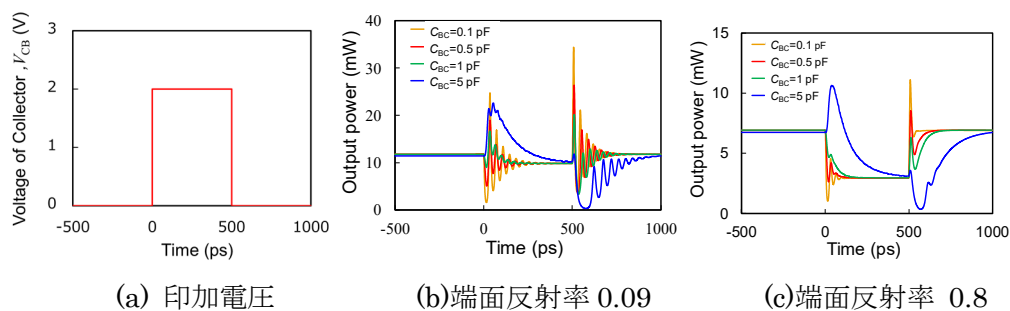
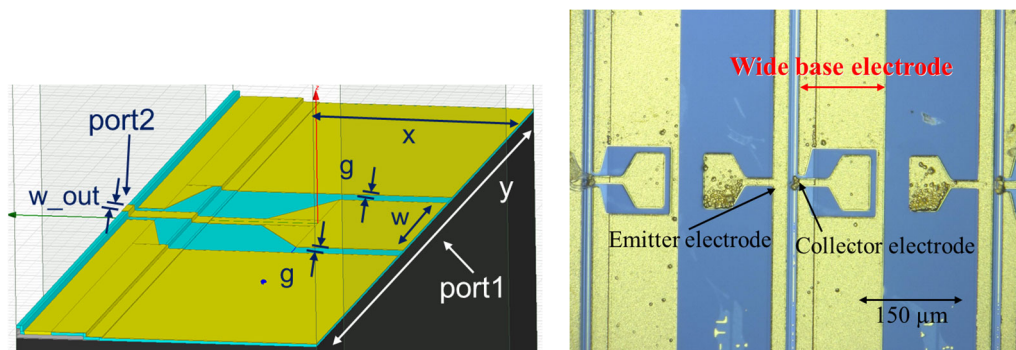


図 4 長波長帯トランジスタレーザの過渡応答特性理論計算

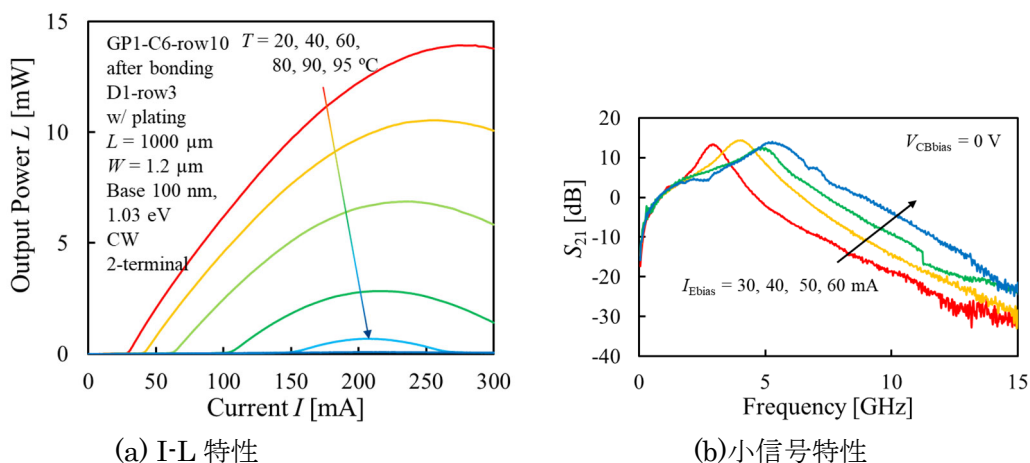
次に第2の目標として、実際のデバイス作製について述べる。デバイス作製においては、従来の構造において問題は二つあった。一点目は、配線による電氣的な帯域制限、二点目は熱抵抗の高さであった。この二つの問題は、電極構造を設計することで、解決できると考えた。そのため図5のように電磁界シミュレーターを利用して、電極設計を行った。図5(a)のような構造で、直接高周波プローブで接触することにより、電氣的な帯域は 50 GHz 以上($w=80\ \mu\text{m}$, $g=10\ \mu\text{m}$, $x=80\ \mu\text{m}$, $y=400\ \mu\text{m}$)となることが分かった。図5(b)では実際に作製したデバイスの光学顕微鏡写真を示す。このように多くが金属で覆われているため、放熱性の向上を期待することができる。



(a) 配線の電気帯域計算モデル (b) デバイスの光学顕微鏡写真

図5 長波長帯トランジスタレーザの電極構造

この電極構造を導入したデバイス特性を図6に示す。図6(a)には、I-L特性を示しているが、95 °C までの室温連続発振を初めて観測した。これは長波長帯 TL の中で最も高い発振温度である。また図6(b)には、小信号応答を示す。共振器長は 750 μm であり、前半の理論計算で導出したような 100 μm ではなく、端面コートもされていないため帯域は 10GHz 以下となっているが、従来見られたような激しいノイズもなく電氣的に安定して動作している。これらの改善は新たに提案した電極構造による影響である。



(a) I-L 特性

(b) 小信号特性

図6 長波長帯トランジスタレーザの動作特性

以上より、長波長帯トランジスタレーザにおけるコレクタ電圧変調方式による帯域拡大に関して、理論的にその設計指針を明らかにするとともに、作製法を確立した。また、世界最高の発振温度を達成した。今後その設計指針に基づき、確立した作製法を利用してデバイスを作製することにより、従来のレーザダイオードを超える帯域を持つ長波長帯トランジスタレーザを実現することが可能になると期待する。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 15件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Suzuki Junichi, Tachibana Fumihito, Nagasaka Kumi, Eissa Moataz S. A. M., Bai Liu, Mitarai Takuya, Amemiya Tomohiro, Nishiyama Nobuhiko, Arai Shigehisa	4. 巻 57
2. 論文標題 Highly efficient double-taper-type coupler between III-V/silicon-on-insulator hybrid device and silicon waveguide	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 094101 ~ 094101
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/JJAP.57.094101	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Inoue Daisuke, Jung Daehwan, Norman Justin, Wan Yating, Nishiyama Nobuhiko, Arai Shigehisa, Gossard Arthur C., Bowers John E.	4. 巻 26
2. 論文標題 Directly modulated 13 μm quantum dot lasers epitaxially grown on silicon	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Optics Express	6. 最初と最後の頁 7022 ~ 7022
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/OE.26.007022	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 S. Yamasaki, A. Yasui, T. Amemiya, K. Furusawa, S. Hara, I. Watanabe, A. Kanno, N. Sekine, Z. Gu, N. Nishiyama, A. Kasamatsu, S. Arai	4. 巻 23
2. 論文標題 Optically-driven Terahertz Wave Modulating Ring-shaped Microstripline with GaInAs Photoconductive Mesa Structure	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics	6. 最初と最後の頁 3400408
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/JSTQE.2017.2662660	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Takahiro Tomiyasu, Takuo Hiratani, Daisuke Inoue, Nagisa Nakamura, Kai Fukuda, Tatsuya Uryu, Tomohiro Amemiya, Nobuhiko Nishiyama, and Shigehisa Arai	4. 巻 10
2. 論文標題 High differential quantum efficiency operation of GaInAsP/InP membrane distributed-reflector laser on Si	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Applied Physics Express	6. 最初と最後の頁 62702
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/APEX.10.062702	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Junichi Suzuki, Yusuke Hayashi, Satoshi Inoue, Tomohiro Amemiya, Nobuhiko Nishiyama, Shigehisa Arai	4. 巻 56
2. 論文標題 Introduction of AlInAs-oxide Current Confinement Structure into GaInAsP/SOI Hybrid Fabry-Perot Laser	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 62103
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/JJAP.56.062103	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takuo Hiratani, Daisuke Inoue, Takahiro Tomiyasu, Kai Fukuda, Tomohiro Amemiya, Nobuhiko Nishiyama, Shigehisa Arai	4. 巻 23
2. 論文標題 High Efficiency Operation of Membrane Distributed-Reflector Lasers on Silicon Substrate	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics	6. 最初と最後の頁 3700108
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/JSTQE.2017.2704289	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Daisuke Inoue, Takuo Hiratani, Kai Fukuda, Takahiro Tomiyasu, Zhichen Gu, Tomohiro Amemiya, Nobuhiko Nishiyama, Shigehisa Arai	4. 巻 23
2. 論文標題 Integrated Optical Link on Si Substrate Using Membrane Distributed-Feedback Laser and p-i-n Photodiode	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics	6. 最初と最後の頁 3700208
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/JSTQE.2017.2716184	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tomohiro Amemiya, Toru Kanazawa, Satoshi Yamasaki, Shigehisa Arai	4. 巻 10
2. 論文標題 Metamaterial Waveguide Devices for Integrated Optics	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Materials	6. 最初と最後の頁 1037
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ma10091037	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Zhichen Gu, Tatsuya Uryu, Nagisa Nakamura, Daisuke Inoue, Tomohiro Amemiya, Nobuhiko Nishiyama, Shigehisa Arai	4. 巻 56
2. 論文標題 On-chip membrane-based GaInAs/InP waveguide-type p-i-n photodiode fabricated on silicon substrate	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Applied Optics	6. 最初と最後の頁 7841 ~ 7848
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/AO.56.007841	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takuo Hiratani, Daisuke Inoue, Takahiro Tomiyasu, Kai Fukuda, Nagisa Nakamura, Tomohiro Amemiya, Nobuhiko Nishiyama, Shigehisa Arai	4. 巻 29
2. 論文標題 High Efficiency Operation of GaInAsP/InP Membrane Distributed-Reflector Laser on Si	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 IEEE Photonics Technology Letters	6. 最初と最後の頁 1832 ~ 1835
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/LPT.2017.2753263	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 S. Yoshitomi, S. Tadano, K. Yamanaka, N. Nishiyama, S. Arai	4. 巻 57
2. 論文標題 Lasing characteristics of 1.3- μ m npn-AlGaInAs transistor-laser with narrower-bandgap p-GaInAsP base layer on semi-insulating InP substrate	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 12102
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/JJAP.57.012102	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takahiro Tomiyasu, Takuo Hiratani, Daisuke Inoue, Kai Fukuda, Nagisa Nakamura, Tatsuya Uryu, Tomohiro Amemiya, Nobuhiko Nishiyama, and Shigehisa Arai	4. 巻 11
2. 論文標題 20-Gbit/s direct modulation of GaInAsP/InP membrane distributed-reflector laser with an energy cost of less than 100 fJ/bit	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Applied Physics Express	6. 最初と最後の頁 12704
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/APEX.11.012704	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Zhichen Gu, Daisuke Inoue, Tomohiro Amemiya, Nobuhiko Nishiyama, Shigehisa Arai	4. 巻 11
2. 論文標題 20-Gbps operation of membrane-based GaInAs/InP waveguide-type p-i-n photodiode bonded on Si substrate	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Applied Physics Express	6. 最初と最後の頁 22102
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/AO.56.007841	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Satoshi Yamasaki, Tomohiro Amemiya, Zhichen Gu, Junichi Suzuki, Nobuhiko Nishiyama, Shigehisa Arai	4. 巻 35
2. 論文標題 Analysis of the slow-light effect in silicon wire waveguides with metamaterials	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Optical Society of America B	6. 最初と最後の頁 797 ~ 804
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/JOSAB.35.000797	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yoshitomi S., Yamanaka K., Goto Y., Yokomura Y., Nishiyama N., Arai S.	4. 巻 59
2. 論文標題 Continuous-wave operation of a 1.3 μm wavelength npn AlGaInAs/InP transistor laser up to 90 °C	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 042003 ~ 042003
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1347-4065/ab7ef2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計70件 (うち招待講演 9件 / うち国際学会 34件)

1. 発表者名 N. Nishiyama
2. 発表標題 1.3 μm transistor lasers with AlGaInAs buried hetero-regrowth structure
3. 学会等名 SPIE Photonics Europe (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 S. Yoshitomi, K. Yamanaka, Y. Goto, N. Nishiyama, S. Arai
2. 発表標題 Continuous wave operation up to 90 °C of npn-AlGaInAs/InP transistor laser
3. 学会等名 Photonic Device Workshop
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Y. Goto, S. Yoshitomi, K. Yamanaka, N. Nishiyama, S. Arai
2. 発表標題 Optical-Response Analysis of Voltage-Modulated 1.3 μm Wavelength AlGaInAs/InP Transistor Laser
3. 学会等名 Asia Communications and Photonics Conference
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 後藤 優征, 吉富 翔一, 山中 健太郎, 西山 伸彦, 荒井 滋久
2. 発表標題 キャリア変動による利得特性変化を考慮した電圧変調 1.3 μm帯npn-AlGaInAs/InP トランジスタレーザの大信号解析
3. 学会等名 電子情報通信学会ソサイエティ大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 吉富 翔一, 山中 健太郎, 後藤 優征, 西山 伸彦, 荒井 滋久
2. 発表標題 1.3 μm帯npn-AlGaInAs/InP トランジスタレーザの高温連続動作
3. 学会等名 電子情報通信学会ソサイエティ大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 吉富 翔一, 山中 健太郎, 後藤 優征, 藤本 直, 西山 伸彦, 荒井 滋久
2. 発表標題 GRIN-SCH構造を有する1.3 μm 帯npn-AlGaInAs/InP トランジスタレーザの静特性
3. 学会等名 電子情報通信学会 2018年総合大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西山 伸彦, 雨宮 智宏, 荒井 滋久
2. 発表標題 III-V/Siハイブリッド集積技術を利用した光デバイスの展開
3. 学会等名 第65回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nobuhiko Nishiyama
2. 発表標題 N ₂ -Plasma Activated Bonding for GaInAsP/SOI Hybrid Lasers
3. 学会等名 5th International Workshop on Low Temperature Bonding for 3D Integration (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 西山 伸彦
2. 発表標題 プラズマ活性化接合法のシリコン基板上半導体レーザへの応用展開
3. 学会等名 日本学術振興会 接合界面創成技術第191委員会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Nobuhiko Nishiyama
2. 発表標題 Progress of Hybrid III-V Lasers on Si and SOI substrates
3. 学会等名 The 78th JSAP Autumn Annual Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 西山 伸彦
2. 発表標題 直接接合技術の進展と光デバイス・集積応用
3. 学会等名 電子情報通信学会 2017年ソサイエティ大会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Nobuhiko Nishiyama
2. 発表標題 Current States of Hybrid III-V Lasers on Si and SOI substrate
3. 学会等名 The 39th Progress In Electromagnetics Research Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 西山 伸彦
2. 発表標題 III-V/Siハイブリッド集積技術を利用した光デバイスの展開
3. 学会等名 第65回応用物理会春季学術講演会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shigehisa Arai
2. 発表標題 Membrane DFB and DR lasers for low-power consumption and high-speed operation
3. 学会等名 SPIE Photonics Europe 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nobuhiko Nishiyama
2. 発表標題 1.3 um transistor lasers with AlGaInAs buried hetero-regrowth structure
3. 学会等名 SPIE Photonics Europe 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 D. Inoue
2. 発表標題 Temperature Dependence of Threshold Current of GaInAsP/InP Membrane Lasers with Bragg Wavelength Detuning
3. 学会等名 Compound Semiconductor Week 2017: 29th International Conference on Indium Phosphide and Related Materials (IPRM 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 J. Suzuki
2. 発表標題 Novel Optical-mode Converter Between III-V/SOI Hybrid Devices
3. 学会等名 Compound Semiconductor Week 2017: 29th International Conference on Indium Phosphide and Related Materials (IPRM 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 T. Tomiyasu
2. 発表標題 Waveguide Loss Reduction of GaInAsP/InP Membrane Lasers by Reduction of Doping Concentration of p-InP Cladding Layer
3. 学会等名 Compound Semiconductor Week 2017: 29th International Conference on Indium Phosphide and Related Materials (IPRM 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 T. Tomiyasu
2. 発表標題 High Efficiency Operation Of Membrane Distributed-Reflector Laser With Reduced Index Coupling Coefficient Structure
3. 学会等名 Compound Semiconductor Week 2017: 29th International Conference on Indium Phosphide and Related Materials (IPRM 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 S. Inoue
2. 発表標題 Double taper-type mode convertor for direct bonded III-V/SOI hybrid photonic devices
3. 学会等名 5th International Workshop on Low Temperature Bonding for 3D Integration (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 T. Hiratani
2. 発表標題 High Efficiency Operation Of Membrane Distributed-Reflector Laser With Reduced Index Coupling Coefficient Structure
3. 学会等名 The Pacific Rim Conference on Lasers and Electro-Optics 2017 (CLEO-Pacific Rim 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 S. Yoshitomi
2. 発表標題 Lasing Characteristics of 1.3-um npn-AlGaInAs/InP Transistor Laser with Reduced Base Bandgap Structure
3. 学会等名 The Pacific Rim Conference on Lasers and Electro-Optics 2017 (CLEO-Pacific Rim 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 K. Yamanaka
2. 発表標題 Base Layer Design for Voltage Modulation in 1.3- μ m Wavelength npn-AlGaInAs/InP Transistor Lasers
3. 学会等名 The 24th Congress of the International Commission for Optics (ICO-24) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Z. Gu
2. 発表標題 Design of Low-power-consumption Membrane Photodiode toward On-chip Optical Interconnection
3. 学会等名 The 24th Congress of the International Commission for Optics (ICO-24) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 N. Nakamura
2. 発表標題 Resistance Reduction of GaInAsP/InP Membrane DR Lasers on Si
3. 学会等名 The 24th Congress of the International Commission for Optics (ICO-24) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 J. Suzuki
2. 発表標題 Design of Coupling Structure between RSOA and SiN Waveguide
3. 学会等名 The 24th Congress of the International Commission for Optics (ICO-24) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 S. Yamasaki
2. 発表標題 Metamaterial Optical Buffer Based on Slow-light Effect
3. 学会等名 The 24th Congress of the International Commission for Optics (ICO-24) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 D. Inoue
2. 発表標題 Bragg Wavelength Detuning Effect on Temperature Dependences of GaInAsP/InP Membrane Lasers
3. 学会等名 The 24th Congress of the International Commission for Optics (ICO-24) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 K. Nagasaka
2. 発表標題 Assessment of PL Characteristics of GaInAsP/InP by Ar-FAB Irradiation for Surface Activated Bonding
3. 学会等名 The 24th Congress of the International Commission for Optics (ICO-24) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 S. Yoshitomi
2. 発表標題 Thermal Characteristics of 1.3- μm npn-AlGaInAs/InP Transistor Laser with Au Plating
3. 学会等名 The 24th Congress of the International Commission for Optics (ICO-24) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Z. Gu
2. 発表標題 Membrane-based GaInAs/InP waveguide-type p-i-n photodetector fabricated on Si substrate using Benzocyclobutene bonding
3. 学会等名 2017 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 S. Yamasaki
2. 発表標題 Analysis of Slow-light Effect in Metamaterial Optical Waveguide
3. 学会等名 7th International Symposium on Photonics and Electronics Convergence (ISPEC 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 K. Nagasaka
2. 発表標題 Effect of Ar-FAB irradiation to PL Characteristics of GaInAs/InP toward room temperature surface activated bonding
3. 学会等名 7th International Symposium on Photonics and Electronics Convergence (ISPEC 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 T. Uryu
2. 発表標題 PAM-4 direct modulation of GaInAsP/InP membrane DR laser on Si substrate
3. 学会等名 7th International Symposium on Photonics and Electronics Convergence (ISPEC 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 N. Nakamura
2. 発表標題 Low Power Operation of Membrane Distributed-Reflector Lasers on Si
3. 学会等名 7th International Symposium on Photonics and Electronics Convergence (ISPEC 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 M. Eissa
2. 発表標題 Wavelength Tuning of III-V/SOI Hybrid Lasers by Direct Heating of Si waveguide
3. 学会等名 7th International Symposium on Photonics and Electronics Convergence (ISPEC 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山崎 理司
2. 発表標題 Slow-light Si-wire Waveguide with Metamaterial
3. 学会等名 The Conference on Lasers and Electro-Optics 2018 (CLEO 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 M. Eissa
2. 発表標題 Investigation of Thermo-Optic Wavelength Tuning Techniques of Hybrid III-V/SOI DFB Lasers for LiDAR Applications
3. 学会等名 Compound Semiconductor Week 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuning Wang
2. 発表標題 Photoluminescence Properties of GaInAs/InP Layers by Ar Fast Atom Beam for Room Temperature Surface Activated Bonding Toward Hybrid PIC
3. 学会等名 Compound Semiconductor Week 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takehiko Kikuchi
2. 発表標題 High Efficiency Optical Mode Coupling Between Si Waveguide and III-V/Si Hybrid Sections by Double Taper-Type Coupler Structure
3. 学会等名 Compound Semiconductor Week 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Weicheng Fang
2. 発表標題 Reduction of Lasing Wavelength Variation Due to Injection Current into GaInAsP/InP Membrane Distributed-Reflector Laser Bonded on Si
3. 学会等名 Compound Semiconductor Week 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nagisa Nakamura
2. 発表標題 Introduction of Ridge-Waveguide Structure for Low-Power Operation of GaInAsP/InP Membrane Distributed-Reflector Laser
3. 学会等名 Compound Semiconductor Week 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 各務 響
2. 発表標題 Broadband Infrared Refractive Index Measurement Using Plasmonic Antenna Resonance
3. 学会等名 the 9th International Conference on Metamaterials, Photonic Crystals and Plasmonics (META2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 井上 大輔
2. 発表標題 ブラッグ波長離調を用いた半導体薄膜DFB/DRレーザのしきい値電流温度依存性
3. 学会等名 電子情報通信学会 レーザ・量子エレクトロニクス研究会 (LQE)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 伊東 憲人
2. 発表標題 多層光回路に向けた曲線テーパ型層間結合器の設計
3. 学会等名 2017年第78回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 鈴木 純一
2. 発表標題 III-V/SOIハイブリッドデバイスのSi導波路結合器部のテーパ先端幅許容度向上に向けた検討
3. 学会等名 2017年第78回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 瓜生 達也
2. 発表標題 Si基板上薄膜分布反射型レーザーのNRZ及びPAM-4直接変調
3. 学会等名 2017年第78回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中村 なぎさ
2. 発表標題 Si上半導体薄膜DR レーザの高効率・高速変調特性
3. 学会等名 2017年第78回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 永坂 久美
2. 発表標題 表面活性化接合に向けたAr-FAB照射によるGaInAs/InPウェハのPL特性への影響評価
3. 学会等名 2017年第78回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Z. Gu
2. 発表標題 Si上GaInAs/InP p-i-n 薄膜光検出器の感度特性の評価
3. 学会等名 2017年第78回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山崎 理司
2. 発表標題 平面型メタマテリアル光バッファの特性解析と基礎検討
3. 学会等名 2017年第78回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 平谷 拓生
2. 発表標題 薄膜分布反射型レーザーの高電力変換効率動作
3. 学会等名 電子情報通信学会 2017年ソサイエティ大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山崎 理司
2. 発表標題 Si導波路上金属メタマテリアルを利用した光バッファ用遅延構造の設計
3. 学会等名 電子情報通信学会 レーザ・量子エレクトロニクス研究会 (LQE)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 鈴木 純一
2. 発表標題 III-V/SOIハイブリッドデバイスとSi導波路接続用テーパーモード変換器構造の検討
3. 学会等名 電子情報通信学会 レーザ・量子エレクトロニクス研究会 (LQE)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中村 なぎさ
2. 発表標題 Si上半導体薄膜DRレーザの低電流・高速動作化について
3. 学会等名 電子情報通信学会 レーザ・量子エレクトロニクス研究会 (LQE)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 吉富 翔一
2. 発表標題 1.3 μm 帯トランジスタレーザにおける電流増幅率と 温度安定性の向上
3. 学会等名 電子情報通信学会 光エレクトロニクス (OPE) 研究会 2018年度1月研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Z. Gu
2. 発表標題 Si上GaInAs/InP p-i-n薄膜光検出器の20 Gbps動作
3. 学会等名 第65回応用物理会春季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鄭 叙
2. 発表標題 分布反射器を有する半導体薄膜光検出器の構造設計
3. 学会等名 第65回応用物理会春季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 増田 佳祐
2. 発表標題 有機薄膜光集積回路に向けた入出力グレーティングカプラの解析
3. 学会等名 第65回応用物理会春季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 各務 響
2. 発表標題 光アンテナを用いた赤外屈折率測定法：原理と理論
3. 学会等名 第65回応用物理会春季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 各務 響
2. 発表標題 光アンテナを用いた赤外屈折率測定法：実証実験
3. 学会等名 第65回応用物理会春季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 後藤 優征
2. 発表標題 1.3-um帯nnp-AlGaInAs/InP トランジスタレーザにおける 電氣的応答を考慮した大信号特性の解析
3. 学会等名 第65回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 白 柳
2. 発表標題 III-V/Siハイブリッド部分直接接合における非破壊接合状況確認法の提案
3. 学会等名 第65回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木 純一
2. 発表標題 III-V/SOI ハイブリッドデバイス/Si 細線導波路間テーパー型モード変換器の構造評価
3. 学会等名 第65回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中村 なぎさ
2. 発表標題 GaInAsP/InP半導体薄膜レーザの低消費電力動作に向けた構造検討
3. 学会等名 第65回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Fang Weicheng
2. 発表標題 Thermal Resistance Investigation of GaInAsP/InP Membrane Lasers
3. 学会等名 第65回応用物理会春季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 永坂 久美
2. 発表標題 ハイブリッド集積に向けたAr-FAB表面活性化接合法のInP/Si接合特性の検討
3. 学会等名 第65回応用物理会春季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山崎 理司
2. 発表標題 メタマテリアル光導波路におけるスローライト効果の観測
3. 学会等名 第65回応用物理会春季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 吉富 翔一
2. 発表標題 GRIN-SCH構造を有する1.3 μm 帯npn-AlGaInAs/InP トランジスタレーザの静特性
3. 学会等名 電子情報通信学会 2018年総合大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 立花 文人
2. 発表標題 III-V/Si ハイブリッドSOA 多機能集積に向けたハイブリッド領域/シリコン領域2 段テーパ構造の結合特性評価
3. 学会等名 電子情報通信学会 2018年総合大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

西山研究室HP http://www.opto.ee.e.titech.ac.jp/
--

6. 研究組織		
氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考