

2010 アニュアルレポート

九州大学 大学院

総合理工学府 量子プロセス理工学専攻

光エレクトロニクス研究室
(浜本教授グループ)

URL: <http://www.asem.kyushu-u.ac.jp/ep/ep02/jp/>

連絡先 (浜本貴一 教授)

- Address: 〒816-8580
福岡県春日市春日公園 6-1
総合理工学研究院 D 棟 3 階 E321 室
- Phone: 092-583-7604
- Fax: 092-583-7898
- E-mail: hamamoto (at mark) asem.kyushu-u.ac.jp

目次

| | |
|--|----|
| 1. 研究室在籍者 | |
| ● 統括 | 1 |
| ● 研究員 | 1 |
| ● 博士課程学生 | 1 |
| ● 研究生 | 1 |
| ● 修士課程学生 | 1 |
| ● 学部4年生 | 1 |
| 2. 研究概要 | |
| ● 光導波路型ガスセルを用いたユビキタス光センシングに関する研究..... | 2 |
| ● 光 RAM 用アクティブ MMI 双安定レーザー型集積メモリ素子..... | 2 |
| ● アクティブ MMI による SLED の高光出力化..... | 2 |
| ● アクティブ MMI レーザーの単一波長化に関する研究 | 2 |
| 3. 研究紹介 | |
| ● 小型呼吸センシングシステムを目指した光導波路型ガスセル..... | 3 |
| ● 光導波路型ガスセル用ハイメサ光導波路の散乱損失に関する検討..... | 4 |
| ● アクティブ MMI による横モード間双安定レーザー | 5 |
| ● 部分 MMI 可飽和吸収領域構造による世界最高ヒステリシス幅実現 | 6 |
| ● フォトニック結晶を用いた光 RAM 素子の小型化に関する研究..... | 7 |
| ● 低消費電力・高光出力型高輝度発光ダイオード (SLED) | 8 |
| ● 1xN 型アクティブ MMI レーザーによる単一波長発振..... | 9 |
| 4. 論文目録 | |
| ● 受賞論文 | 10 |
| ● 論文誌 | 10 |
| ● 国際会議報告 | 10 |
| ● 国内学会報告 | 11 |
| ● 講演 | 12 |
| ● 報道発表 | 12 |
| 5. 卒業生の進路 (実績) | |
| ● 修士課程 | 13 |
| ● 学部 | 13 |

1. 研究室在籍者

- 統括

浜本 貴一 教授

Kiichi Hamamoto, Professor, Dr. Sc. Techn.

- 研究員

ハニー アヤド バスタワロス

Hany Ayad Bastawrous, PhD

- 博士課程学生

インテカブ アラーム

Intekhab Alam, Ms. Eng.

臧 志剛

Zhigang Zang, Ms. Eng.

姜 海松

Haisong Jiang, Ms. Eng.

碓塚 孝明 (社会人)

Takaaki Kakitsuka (NTT Photonics Laboratory), Ms. Sci.

中島 大介

Daisuke Nakashima, Ms. Eng.

日隈 康裕

Yasuhiro Hinokuma, Ms. Eng.

陳 嬌

Jiao Chen, Ms. Sci.

- 研究生

趙 釗

Zhao Zhao, Bc. Sci.

- 修士課程学生

2年生

鶴田 一魁

Kazuisao Tsuruda, Bc. Eng.

島内 正利

Masatoshi Shimauchi, Bc. Eng.

三富 崇平

Takahira Mitomi, Bc. Eng.

向井 経介

Keisuke Mukai, Bc. Eng.

濱森 信康

Nobuyasu Hamamori, Bc. Eng.

1年生

萩尾 拓真

Takuma Hagio, Bc. Eng.

小深田拓也

Kazuya Kobukata, Bc. Eng.

茶円 豊

Yutaka Chaen, Bc. Sci.

中村 誠希

Seiki Nakamura, Bc. Eng.

- 学部4年生

山口 亮太

Ryota Yamaguchi

地蔵堂 真

Makoto Jizodo

池田 和樹

Kazuki Ikeda

2. 研究概要

光集積素子、半導体レーザーなどの光デバイスを中心に研究を行っています。

- **光導波路型ガスセルを用いたユビキタス光センシングに関する研究**

将来の小型呼気センシングシステムの実現を目的として、光導波路型ガスセルの研究をしています。まだ現時点では気体のセンシングには至っていませんが、2010年は主として導波損失に関する検討を行いました。理論的に散乱損失を抑制するには、中赤外光を使うこと、なるべく厚いコア層を使うこと、等の結果が得られました。これらの成果は、将来のハイメサ導波路を用いた光集積素子による、小型気体センシングシステムの礎となるものです。主な成果は、CSS-12、OPE10月研究会等で報告されました。CSS-12では**優秀論文賞を受賞**しました。また、交換留学で1年間清華大学へ留学していた鶴田君が帰国しました。

- **光 RAM 用アクティブ MMI 双安定レーザー型集積メモリ素子**

次世代全光ルーターアクティブ MMI を用いた異モード間双安定レーザーによる光 RAM 用メモリ素子の研究をしています。部分 MMI-SA という新たな構造を試み、これまでの報告値を大幅に超える、世界最高のヒステリシス幅(94mA、対設定電流比 100%) を実現しました。また広いヒステリシス幅を得る技術を確認したうえで低消費電力構造化を進めました。これらの成果は、OFC2010、ISLC2010、電子情報通信学会、応用物理学会、OPE10月研究会、集積光時限研究会等で報告されました。電子情報通信学会で**招待講演**を行いました。また、日刊工業新聞等の新聞やインターネットニュースで広く**報道**されました。

- **アクティブ MMI による SLED の高光出力化**

アクティブ MMI を用いた高出力 SLED の研究をしています。帯域幅 50nm を有する 1.55 μm 帯 SLED として初めて、100mW を超える高出力を実現しました。この結果は、電子情報通信学会、OPE10月研究会等で報告されました。IEEE Photonics Technology Letters 誌掲載論文で、IEEE 福岡支部から**優秀学生賞を受賞**しました。

- **アクティブ MMI レーザーの単一波長化に関する研究**

次世代光通信用途として、単一波長型アクティブ MMI レーザーの研究をしています。グレーティング付き導波路のアクティブ MMI レーザーを世界で初めて試作し、SMSR>38dB 以上の単一波長特性を実現しました。この結果は、電子情報通信学会、OPE10月研究会等で発表されました。

3. 研究紹介

● 小型呼気センシングシステムを目指した光導波路型ガスセル

中島 大介

浜本 貴一

高齢化社会に向けて、光を用いた呼気分析により手軽に個人の体調管理が可能なユビキタス光センサの実現を目指している。現状でも呼気センシング装置は存在するが、機器が大きいため、我々はこの装置の小型化に向け、試料気体を封入するガスセルに他に例の無い光導波路を適用した光導波路型ガスセルを用い、赤外吸収分光法による計測を検討している。図1にこのシステム概念図を示す。このハイメサ導波路は光が伝搬する際に、光が光導波路からはみ出しながら伝搬するため、伝搬をしながら周囲の気体や液体の赤外吸収分光計測ができるという特徴も有している。これまでの事前検討の結果、通信波長を用いた場合 1cm^2 の基板上でも数 m 程度の光路長を実現することが可能となることを報告している。

ハイメサ導波路の性能を評価する際に重要となるパラメータとして、伝搬損失と気相分布率がある。伝搬損失は光が光導波路を伝搬する際に単位長さ当たり光の強度がどれくらい減衰するかを表し、小さければ小さいほど性能の良い導波路であるといえる。気相分布率は前述のようにハイメサ導波路は光がはみ出しながら伝搬しているが、そのはみ出し度合いを表している。光が光導波路からより多くはみ出している、すなわち気相分布率が大きいほど気相吸収計測はより容易となる。図2にハイメサ導波路の幅と伝搬損失の関係、図3にハイメサ導波路の幅と光気相分布率の関係を示す[1]。これまでに、 0.9dB/cm (光導波路幅 $0.8\mu\text{m}$)という、世界最高レベルの低損失導波路であることを実証している。また、気相分布率としても 50% を超える値を世界で初めて実験的に確認している。今後さらに研究を進め、実際の呼気分析に使用可能な光集積素子実現を目指す。

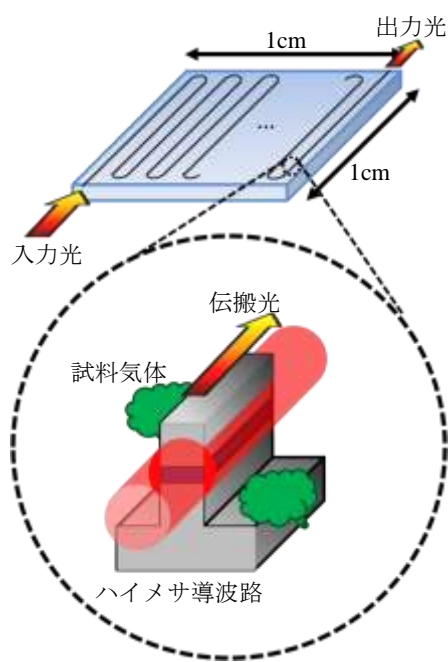


図 1. 小型呼気センシングシステム

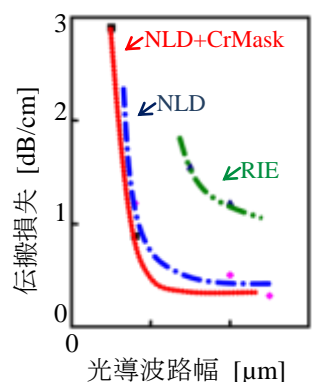


図 2. 光導波路幅と伝搬損失の関係

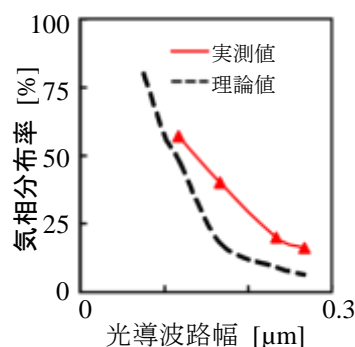


図 3. 光導波路幅と光気相分布率の関係

参考文献：

- [1] I. Alam, Y. Matsunaga, S. Hirofuji, T. Mitomi, T. Murayama, Y. Kokaze, H. Wado, Y. Takeuchi, K. Hamamoto, "Low loss high-mesa Si/SiO₂ wire waveguides fabricated using neutral loop discharge plasma etching for infrared absorption spectroscopy", MOC 2009, 2009.

3. 研究紹介

● 光導波路型ガスセル用ハイメサ光導波路の散乱損失に関する検討

陳 嬌 浜本 貴一

高齢者達の日常体調管理のため、家庭内でも手軽く健康診断できる装置が求められている。呼気診断はストレスフリーで健康モニタリングができるため、魅力的なツールである[1]。我々は小型化に向け、ハイメサ導波路を適用した導波路型ガスセルを用いた呼気センシング装置を検討している。ハイメサ導波路はコアが気相に接しているため、伝搬光の一部が気相にも分布しているため、呼気成分の検出が可能となる[2]。しかし、ハイメサ導波路の伝搬損失が大きいと、その計測感度が落ちるため[3]、できる限り伝搬損失を小さくする必要がある。散乱損失は伝搬損失の主な原因であるため、今回我々は散乱損失を低減する手法を検討した。図1にハイメサ導波路を示す。散乱損失はハイメサ導波路製作過程でエッチングが側壁に与えた不可避なダメージによって生じる損失である。我々はNLDなどの方法によって導波路幅800nmで0.9dB/cmの低損失を実証した[4]。より高いセンシング感度を得るため、我々は更に理論計算を行い、計測波長、コア層の厚さ、標準偏差が散乱損失に与える影響を実証した。図3にその結果を示す。計測波長が3.3 μ mの中赤外光を用いて、導波路のコア層を280nmにし、より低い標準偏差を設定した時、散乱損失が計算上0.05dB/cmまで抑えられることを実証した。

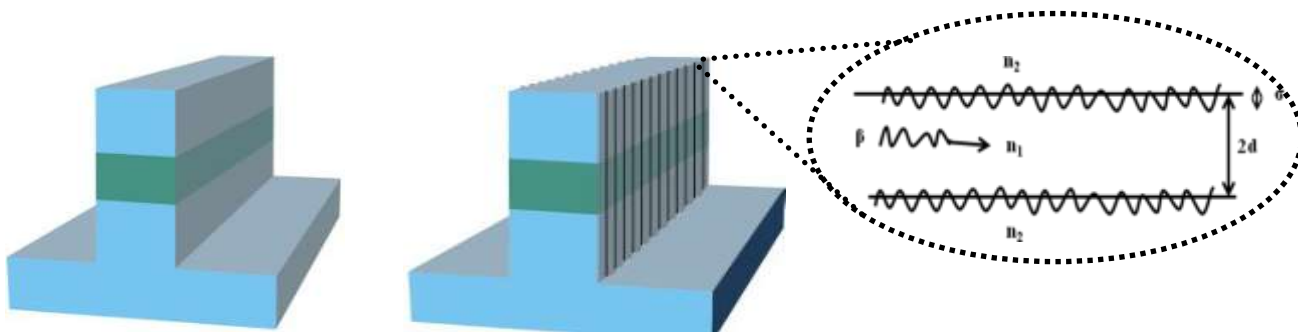


Fig.1 Schematic of high mesa waveguide Fig. 2 Schematic of rough high mesa waveguide. Top view of rough high mesa waveguide.

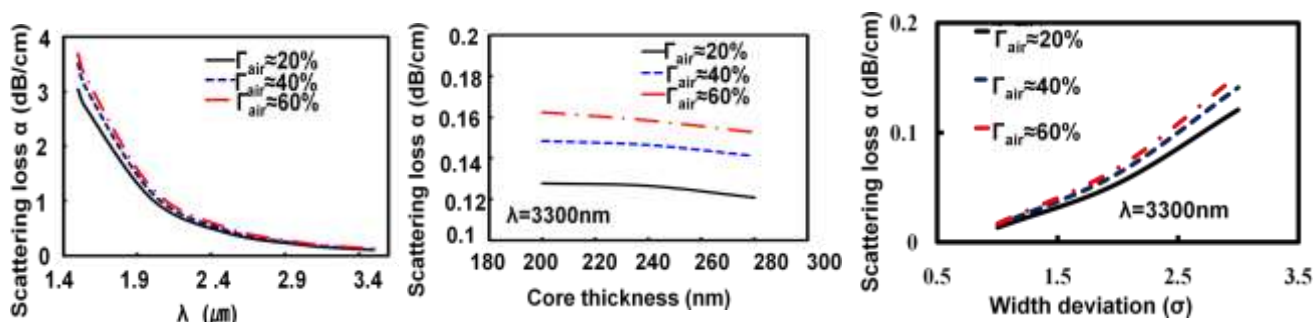


Fig.3, Scattering loss dependency in optical wavelength, core thickness and width deviation.

Reference

- [1] M. Mürtz, Opt. & Photo. News, vol. 16, no. 1, pp. 30, 2005.
- [2] Y. Matsunaga, etc, Engg. Sci. Rep., Kyushu Univ., vol. 30, pp. 1, 2008.
- [3] S. Yano, etc, IEICE Techn. Rep. OPE 2006-96, pp. 27, 2006.
- [4] I. Alam, etc. Intech. Dig. 15thMOC F3, 2009.

3. 研究紹介

● アクティブ MMI による横モード間双安定レーザー

姜 海松 浜本貴一

将来の光通信による過大な電力消費問題への解決策の一つとして、全光ルータが期待されており、光 RAM(Random Access Memory)はその実現のためのキーデバイスである。アクティブ MMI 双安定レーザーを用いた光 RAM メモリ素子は、小型化可能、低損失、作製プロセス容易、将来集積化可能等の利点を持つため、光ルータ用のメモリ素子の有力候補として注目されている。既存のアクティブ MMI 型光 RAM メモリ素子の狭いヒステリシス幅の改善のため、本研究では、異モード光間双安定動作型アクティブ MMI 双安定レーザー(Active multimode interferometer(MMI) bi-stable laser diodes (BLDs))を提案してその動作を実証してきた^{[1]-[3]}。

図 1 にアクティブ MMI を用いた異なるモード間双安定レーザーの構造及び光伝搬図を示す。二つの発振モードを持つ双安定レーザーにおいて、より大きなモード間の相互利得抑制領域によってより広いヒステリシス幅が得られると考えられる。ヒステリシス幅は素子の動作電流範囲であり、広いほど全集積素子の同一電流設定の可能性が高くなる。本研究で提案しているアクティブ MMI 異モード間双安定レーザーは、通常では不可能な、片側端で共通ポートを有しながらも、二つの独立した経路の実現が初めて可能となる動作原理である。これにより、広い相互利得抑制領域が素子内に確保でき、結果として広いヒステリシス幅が得られる。この原理に基づき、通常の InGaAsP/InP-MQW 活性層(波長 1.55 μm)を用い、リッジ構造の素子長 315 μm 、可飽和領域長 50 μm の素子を試作して、低動作電流 70mA とともに、32mA と極めて広いヒステリシス幅(対動作電流 I_{op} 比 40%程度)(図 2)が得られることを確認した^[2]。更に、この手法の適用により、サイズが 355*1200 μm^2 の 4bit 集積デバイスを試作した。素子は少なくとも 10mA の共同動作電流範囲を持ち、動作電流を 55mA とした時の約 20%を占め、これより個別に動作電流設定する必要がないことが確認できた(図 3 参照)^[3]。

参考文献

- [1] H. Jiang et al, *Enginee. Science Reports, Kyushu University*, vol. 31, no1, pp. 1-6 (2009)
- [2] H. Jiang et al, in *Techn. Dig. 15th MOC, G5*, pp. 110 -111 (2009)
- [3] H. A. Bastawrous et al, in *Techn. Dig. OFC, JWA34* (2010)

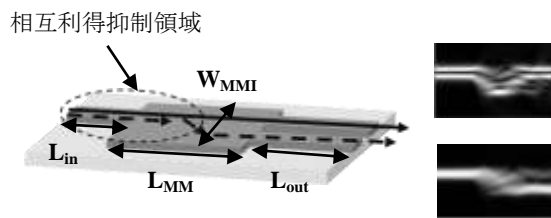


図1 アクティブMMI双安定レーザーの構造図及びモード伝搬図。

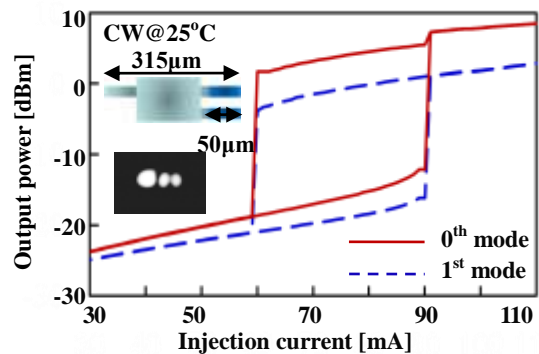


図2 試作素子の P-I 特性及び NFP。

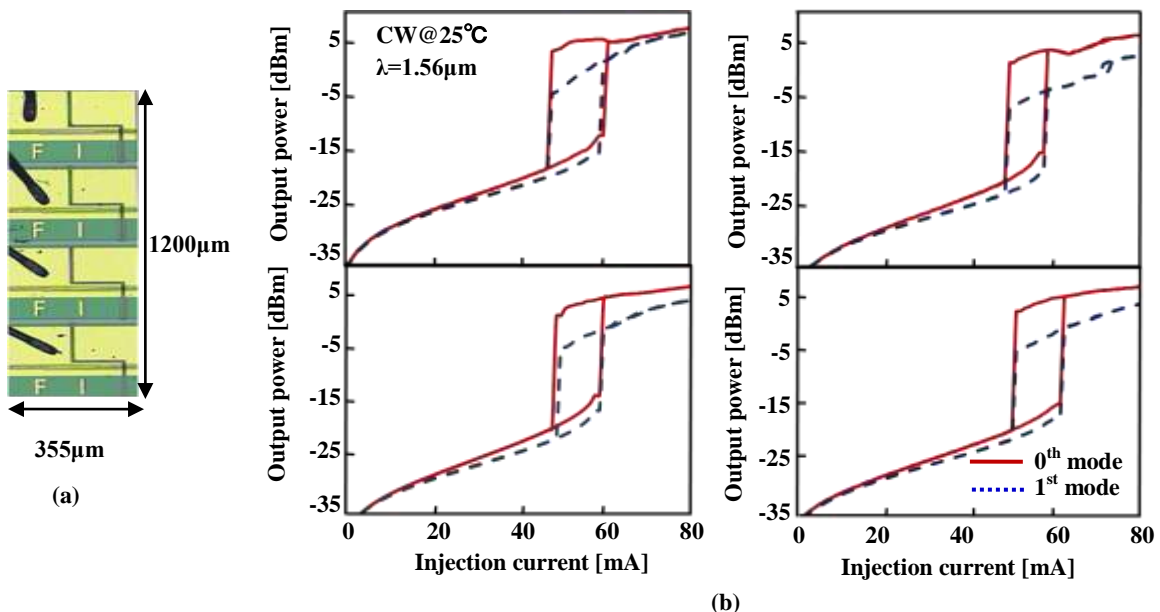


図3 試作した 4bit 集積メモリ素子の端面写真及び P-I 特性。(a) 集積メモリ素子の端面写真;

3. 研究紹介

● 部分 MMI 可飽和吸収領域構造による世界最高ヒステリシス幅実現

姜 海松

浜本 貴一

双安定レーザーを用いた全光ルータ用の光 RAM メモリ素子の高集積化には、全素子の同一動作電流の設定が必要である。そのため、一つの素子の動作電流範囲であるヒステリシス幅の確保が重要であり、ヒステリシス幅が広いほど、全集積素子の同一電流設定の可能性が高くなる。我々は bit 素子の広いヒステリシス幅の実現を目指して、アクティブ MMI 双安定レーザー型光 RAM メモリ素子の異なるモード間双安定動作原理の実験実証を行っている^{[1][2]}。この原理の適用によって、従来、双安定レーザーのヒステリシス幅は数 mA 程度(対動作電流 I_{op} 比数%程度)だったが、32mA(対動作電流 I_{op} 比 40%程度)を実証した^[1]。

より広いヒステリシス幅の実現を実現するため、今回更に、MMI 領域の一部を可飽和吸収領域とした部分 MMI 可飽和吸収領域構造を提案した(図 1 (a))。これまでは MMI 領域は全て励起領域としていたが、MMI 領域のうち、二つのモード間の相互利得抑制効果が比較的弱い領域を可飽和吸収領域とすることにより、極めて高い相互抑制効果が得られる。一方で、MMI 領域の一部を可飽和吸収領域化した場合であっても、レーザー発振状態となれば、アクティブ MMI 現象は生じるものと期待される。試作した素子は通常の InGaAsP/InP-MQW 活性層(波長 1.55 μm) を用い、リッジ構造とした。素子の全長は $L=335\mu\text{m}$ で、可飽和吸収領域は部分 MMI 領域を 25 μm とし、出力導波路領域 (65 μm) もそのまま可飽和吸収領域とした。図 2 に素子の P-I 特性、および両モード発振時の近視野像を示す。近視野像から、0 次モード及び 1 次モード発振が確認でき、MMI 領域の一部を可飽和吸収領域化した場合であっても、レーザー発振状態となれば、アクティブ MMI 現象は生じることが初めて確認できた。また素子のヒステリシス幅は 94mA (72mA から 168mA)で、従来報告 8mA^[3]より 10 倍以上広い、世界最高のヒステリシス幅を実現した^[2]。

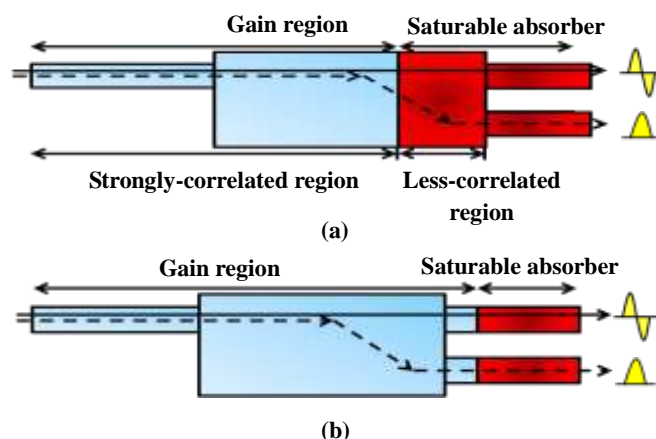


図 1 アクティブ MMI 異モード間双安定レーザー構造図。(a) 部分 MMI 可飽和吸収領域構造; (b) 通常の可飽和吸収領域構造。

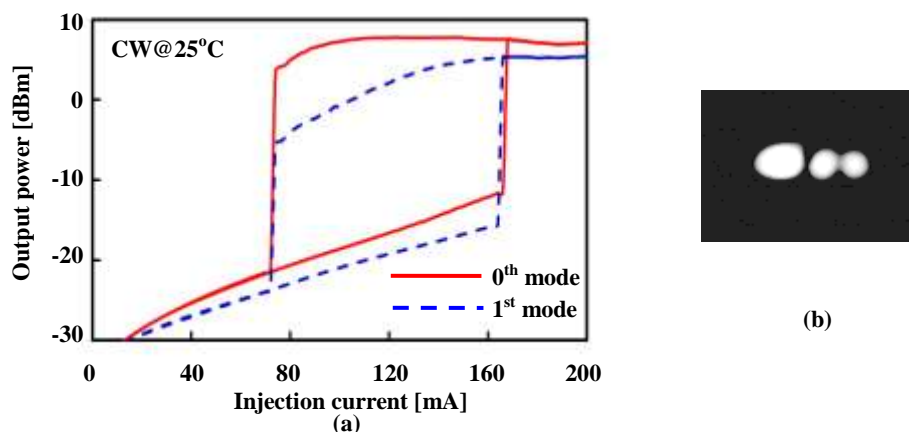


図 2 部分 MMI 可飽和吸収領域構造試作素子の P-I 特性及び NFP。(a) 試作素子の

参考文献

- [1] H. Jiang et al, in Techn. Dig. 15th MOC, G5, pp. 110 -111 (2009)
- [2] H. A. Bastawrous et al, in Techn. Dig. OFC, JWA34 (2010)

3. 研究紹介

- フォトニック結晶を用いた光 RAM 素子の小型化に関する研究

鶴田 一魁

浜本 貴一

将来の高集積化が可能な光 RAM(random access memory)素子を実現するために、小型化が可能な光 RAM 素子の候補として横モード間(0 次-1 次モード間)双安定アクティブ MMI(multi-mode interferometer)レーザを提案している。更なる小型化への検討として、フォトニック結晶導波路適用のための基礎的検討を行った。検討対象とした二次元三角格子フォトニック結晶導波路に対しては、屈折率導波に基づく MMI 理論式をそのまま適用して導波路設計することができない為、図 1 のような仮想的な屈折率差を用いた理論式がこれまで提案されている。

そこで本研究では、二次元フォトニック結晶導波路において、0 次モードだけでなく、1 次モードの自己結像についてもこの仮想的屈折率差に基づく MMI 理論式が適用できるかどうか検討した。その結果、(1) 0 次モード、1 次モード共に、分散曲線が線形変化する範囲であれば、仮想的屈折率差に基づく MMI 理論式が適用できる(表 1 図 2 参照)、(2)前記(1)に基づき、従来報告の 1/25 以下の素子サイズで横モード間双安定型アクティブ MMI レーザの設計が可能である、ということを確認している(図 3,4 参照)。今後は、実用化を目指して数 μ オーダーの小型化へ向けて新構造の提案を含めた検討を進める。

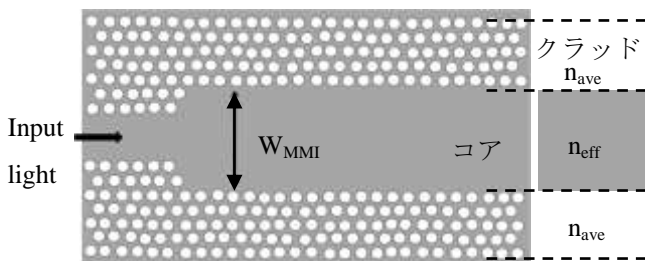


図 1 MMI 導波路と屈折率の概念図

表 1 理論式による自己結像距離の計算結果

| | L_{MMI} |
|--------------------------------|-----------|
| 長さ[μm] | 17.18 |
| 周期 [$a=0.437\mu\text{m}$] | 39.20a |

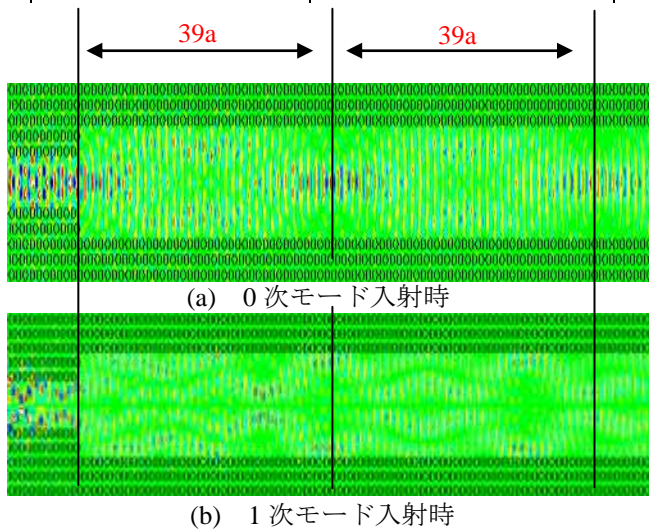
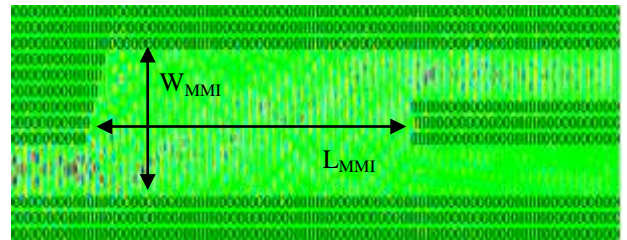
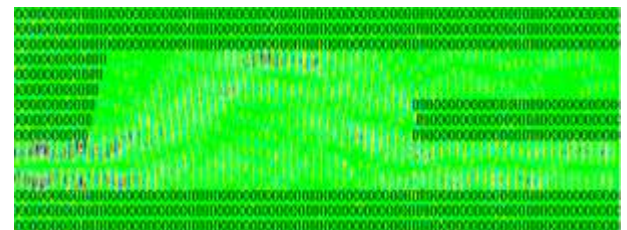


図 2 FDTD によるシミュレーション結果(1.55 μm , TE)



(a) 0 次モードの伝搬経路



(b) 1 次モードの伝搬経路

図 3 FDTD シミュレーション結果(1.55 μm , TE)

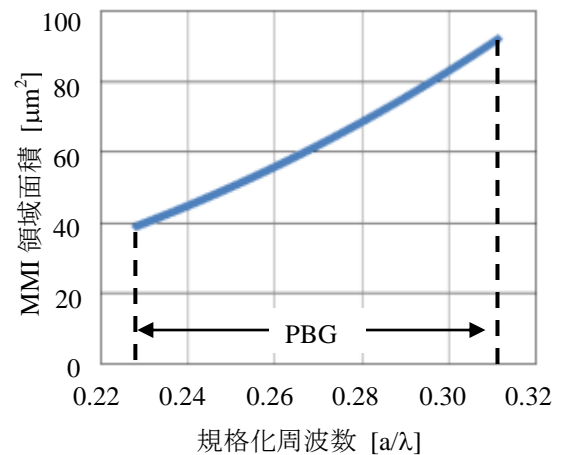


図 4 MMI 領域面積の小型化限界
規格化周波数変化に対する MMI 領域
面積(= $L_{MMI} \times W_{MMI}$)の計算結果

3. 研究紹介

● 低消費電力・高光出力型高輝度発光ダイオード (SLED)

臧 志剛

向井 経介

浜本 貴一

SLED(superluminescent light emitting diode)は、数 10nm 以上の広帯域光源で、数 10mW 以上の比較的高い光出力が可能であることから、WDM(Wavelength Division Multiplex)^[1]用光源として期待されている。これまでに、SLED にアクティブ MMI を適用することで、1.55 μm 帯 SLED (FWHM>50nm) としては世界最高(115mW)の高光出力特性が実証されている^[2]。実験に用いたアクティブ MMI SLED を図 1(a)に示す。導波路内に 1 \times 1MMI 領域を 2ヶ所配置し、前後に通常のシングルモード導波路を設けている。図 1(b)の光フィールドシミュレーション結果に示されるように、MMI 領域の適切な設計によって MMI 現象を生じ、増幅自然放光(Amplified Spontaneous Emission : ASE)がシングルモードで出力される。活性層には通常の MQW ($\lambda = 1.55 \mu\text{m}$)を用いた。反射光との結合を抑えるため、導波路を傾け、端面には反射防止膜を形成した。比較のため同じ導波路長 1200 μm のシングルストライプ SLED も同一ウェハ上に製作した。図 2 に、電流に対する電圧および光出力の特性を示す。最大光出力はアクティブ MMI SLED が 115mW、通常の SLED は 75mW であった。これより 40mW 出力が向上、すなわち通常の SLED よりも 54%の出力改善が確認できた。広い励起面積を持つアクティブ MMI 構造を適用することで、出力飽和レベルが改善されたと考えられる。さらに、アクティブ MMI SLED の印加電圧は通常の SLED よりも低い。つまり、アクティブ MMI SLED は図 3 に示すように通常の SLED よりも低消費電力であると言える。例えば光出力が 70mW の時、アクティブ MMI SLED の消費電力は通常の SLED と比較して 19%低いことがわかる。図 4 に電流密度が 9kA/cm²時の試作したデバイスの発光スペクトル特性を示す。アクティブ MMI SLED は通常の SLED と同様中心波長 1.55 μm 、FWHM=50nm であることが分かる。また、リップルはアクティブ MMI SLED は 0.03dB 以下、通常の SLED は 0.05dB 以下で広帯域 SLED として機能していることが確認できる。

SLED にアクティブ MMI を用いることで 115mW の高出力(FWHM=50nm)が得られることを初めて実証し、通常の SLED に比較して、54%の出力改善に成功した。また、通常の SLED と比較して低消費電力であることも確認した。

参考文献:

- [1] S. S. Wagner et al, Electron. Lett., vol. 26, pp. 696–697(1990)
- [2] K. Hamamoto et al, Electron. Lett., vol. 36, pp. 138-139 (2000).

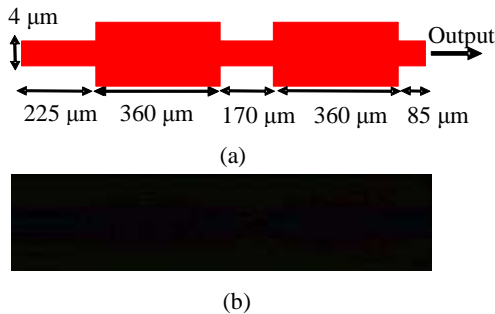


図1 (a) アクティブMMI SLED概要図
(b) アクティブMMI SLED光フィールドシミュレーション結果。

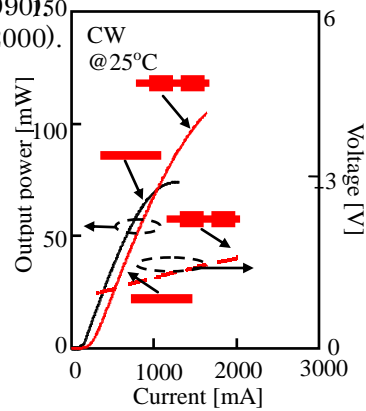


図 2 電流－光出力特性および電流－電圧特性

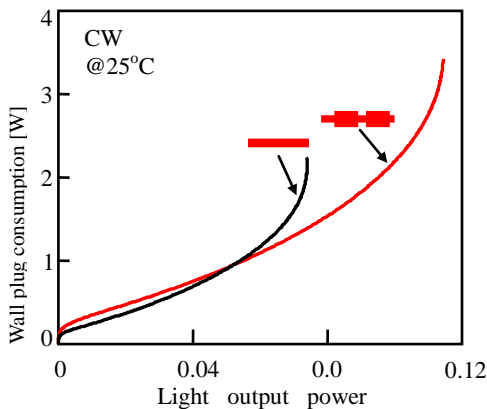


図 3 消費電力特性

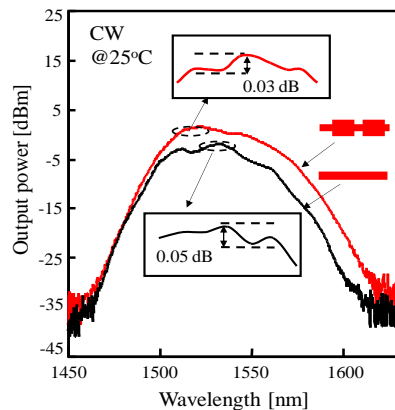


図 4 スペクトル特性

3. 研究紹介

● 1xN 型アクティブ MMI レーザーによる単一波長発振

日隈 康裕

中村 誠希

三富 崇平

浜本 貴一

近年、アクセスネットワークにおける光通信技術の進展に伴い、特に光源の低コスト化技術が必要とされる。我々は、グレーティング層が不要で導波構造の工夫のみによる単一波長光源として、1xN 型アクティブ MMI レーザー(active multi-mode interferometer LD)による単一波長光源実現を検討した。

1x3 アクティブ MMI レーザーの構造概要を図 1 に示す。1x3 MMI 導波路の前後にシングルモード導波路を接続している。この時の光の伝搬の様子をシミュレーションしたものが図 2 となる。MMI 分岐回路で光出力を N 分岐したうえで、光路差の異なる導波路を集積することで、特定の縦モード(すなわち特定の波長)に対してのみ MMI 現象が生じることをこれまでに明らかにしている。その結果、単一波長発振が得られるものと期待される。

試作した素子の発振スペクトルを図 3 に示す。SMSR(side mode suppression ratio : 横モード抑圧比) $\geq 12\text{dB}$ 程度と、まだ光通信に適用できるレベルではないものの、1xN 型アクティブ MMI レーザーで初めて単一波長特性を確認することに成功した。図 4 には素子の光出力-電流特性を示すが、閾値電流は 110mA 程度で、250mA 付近でキックがみられるものの正常なレーザー発振が得られていることが確認できた。今後、SMSR $\geq 40\text{dB}$ へとレーザー発振特性を改善すると共に、40G 以上の高速直接変調動作などの実現を目指す。

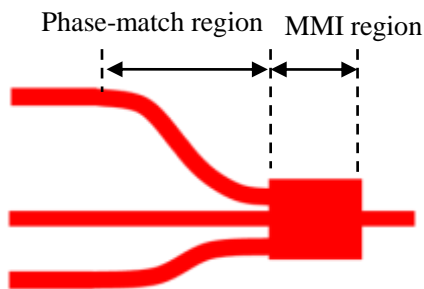


図 1: 1x3 アクティブ MMI レーザー概要図

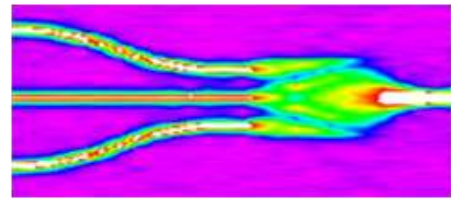


図 2: 1x3 MMI のシミュレーション結果

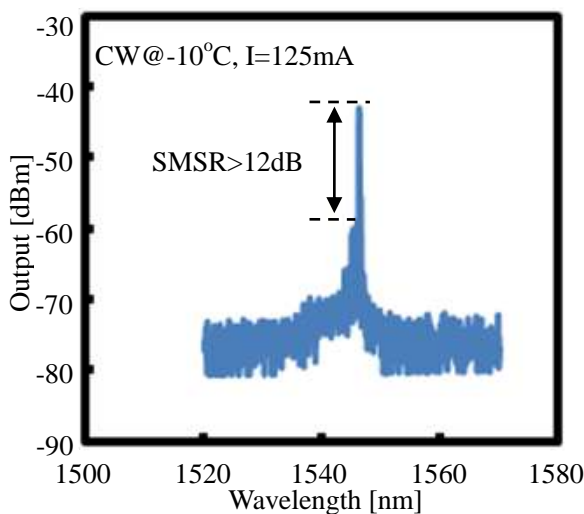


図 3: 試作素子のスペクトル

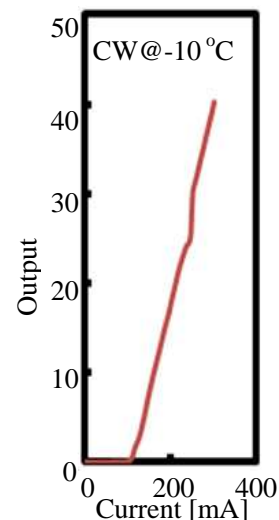


図 4: 試作素子の光出力-電流特性

4. 論文目録

● 受賞論文

- (1) 2010 年 IEEE 福岡支部学生研究奨励賞 (第 10 回)

Zhigang Zang*, **Takahiro Minato***, Paolo Navaretti**, **Yasuhiro Hinokuma***, Marcus Duelk**, Christian Velez**, and **Kiichi Hamamoto***, “High power(>110mW) superluminescent diodes using active multi-mode interferometer”, IEEE Photonics Technology Letters, Vo. 22, No. 10, pp. 721-723, May 2010 *Kyushu Universtiy **EXALOS AG

- (2) Outstanding Paper Award, CSS-12

Jiao Chen, **Intekhab Alam**, and **Kiichi Hamamoto**, “Fundamental research on scattering loss reduction for high mesa waveguide”, Proceedings of The 12th Cross Straits Symposium on Materials, Energy, and Environmental Sciences, (CSS-12, Pohang, Korea), MSP-18, pp. 81-82, 24th Nov. 2010

● 論文誌

- (1) **Zhigang Zang***, **Takahiro Minato***, Paolo Navaretti**, **Yasuhiro Hinokuma***, Marcus Duelk**, Christian Velez**, and **Kiichi Hamamoto***, “High power(>110mW) superluminescent diodes using active multi-mode interferometer”, IEEE Photonics Technology Letters, Vo. 22, No. 10, pp. 721-723, May 2010 *Kyushu Universtiy **EXALOS AG

- (2) **Intekhab Alam**, and **Kiichi Hamamoto**, “Slot waveguide by using double high-mesa structure for optical absorption sensing”, Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 49, No. 12, pp. 122503-1-9, Dec. 2010

● 国際会議報告

- (1) **Jiao Chen**, **Intekhab Alam**, and **Kiichi Hamamoto**, “Fundamental research on scattering loss reduction for high mesa waveguide”, Proceedings of The 12th Cross Straits Symposium on Materials, Energy, and Environmental Sciences, (CSS-12, Pohang, Korea), MSP-18, pp. 81-82, 24th Nov. 2010

- (2) **Haisong Jiang**, **Hany Ayad Bastawrous**, **Takuma Hagio**, Shinji Matsuo, and **Kiichi Hamamoto**, “Low hysteresis threshold current (39mA) demonstration using active multi-mode interferometer bi-stable laser diodes”, Conference Digest of 22nd IEEE International Semiconductor Laser Conference (ISLC 2010, Kyoto, Japan), P30, pp. 138-139, 28th Spe. 2010

- (3) **Zhigang Zang**, **Keisuke Mukai**, Paolo Navaretti, Marcus Duelk, Christian Velez, and **Kiichi Hamamoto**, “Demonstration of Stable and High Coupling Efficiency (66%) Active Multi-mode Interferometer Superluminescent Light Emitting Diodes”, Technical Digest of 15th OptoElectronics and Communications Conference (OECC 2010, Sapporo, Japan), 6D2-3, pp. 62-63, Jul. 2010

- (4) **Hany Ayad Bastawrous***, **Haisong Jiang***, **Yuichiro Tahara***, Shinji Matsuo**, and **Kiichi Hamamoto***, “Extremely wide and uniform hysteresis windows (32mA) for integrated optical

4. 論文目録

RAM using novel active MMI”, Technical Digest of Optical Fiber Communication Conference (OFC 2010, San Diego, USA), JWA34, 24th March 2010

* Kyushu University ** NTT Photonics Laboratories

● 国内学会報告

- (1) 田原裕一朗、姜 海松、ハニー アヤド バスタワロス (九大)、松尾慎治 (NTT)、浜本貴一 (九大)、”レンズを用いたファイバアレイ結合による光 RAM 用メモリ素子の高密度集積化に関する予備的検討”、電子情報通信学会信学技術報告, Vol. 109, No. 402, OPE2009-192, pp. 101-106, 2010.1.29 (京大桂キャンパス、京都市)
- (2) 姜 海松、ハニー アヤド バスタワロス、田原裕一朗 (九大)、松尾慎治 (NTT)、浜本貴一 (九大)、”光 RAM 用アクティブ MMI BLD 型 4bit 集積メモリ素子の同一低電流動作”、集積光デバイス時限研究会第 3 回研究会、2010.2.4(ホテル箱根アカデミー)
- (3) **Hany Ayad Bastawrous, Haisong Jiang, Yuichiro Tahara, Shinji Matsuo, and Kiichi Hamamoto**, “First integrated 4-bit optical memory elements using novel active MMI-based bistable laser diode with common low operation current (55mA)”, Proceedings of The 2010 IEICE General Conference, No. 1, C-3-6, pp. 179, 16th March 2010 (Tohoku University, Sendai, Japan)
- (4) 姜 海松、ハニー アヤド バスタワロス、田原裕一朗 (九大)、松尾慎治 (NTT)、浜本貴一 (九大)、”アクティブ MMI を用いた異モード間双安定レーザーの広ヒステリシス幅の実現”、電子情報通信学会 2010 年総合大会講演論文集、No. 1, C-4-9, pp. 260, 2010.3.17 (東北大川内キャンパス、仙台市)
- (5) 向井経介、臧 志剛 (九大)、Navaretti Paolo (EXALOS AG)、日隈康裕、湊 昂洋 (九大)、Duelk Marcus, Velez Christian (EXALOS AG)、浜本貴一 (九大)、”アクティブ MMI による SLED 高光出力化”、電子情報通信学会 2010 年総合大会講演論文集、No. 1, C-4-24, pp. 275, 2010.3.18 (東北大川内キャンパス、仙台市)
- (6) 濱森信康、袁 智鵬、浜本貴一、”多モード光干渉導波路型波長フィルタに関する基礎検討”、電子情報通信学会 2010 年総合大会講演論文集、No. 1, C-3-43, pp. 216, 2010.3.18 (東北大川内キャンパス、仙台市)
- (7) 日隈康裕、三富崇平、袁 智鵬、藤田智彰、浜本貴一、”1xN 型アクティブ MMI 構造による単一波長レーザー発振に向けた基礎検討”、第 57 回応用物理学関係連合講演会講演予稿集、19-E-16, pp. 05-027, 2010.3.19 (東海大学湘南キャンパス、平塚市)
- (8) **Zhigang ZANG***, **Keisuke MUKAI***, Paolo NAVARETTI**, Marcus DUELK**, Christian VELEZ**, and **Kiichi HAMAMOTO***, “High Power Superluminescent Light Emitting Diodes by Using Active Multi-mode Interferometer”, IEICE technical report, Vol. 110, No. 257, pp. 163-168, 29th Oct. 2010 *Kyushu Universtiy **EXALOS AG
- (9) **Zhigang Zang, Keisuke Mukai***, Paolo Navaretti**, Marcus Duelk**, Christian Velez**, and **Kiichi Hamamoto***, “Stable and High Coupling Efficiency (>60%) Active Multi-mode

4. 論文目録

Interferometer Superluminescent Light Emitting Diodes using Hemi-spherical Lens Single-mode Fiber”, Proceedings of the IEICE Society Conference 2010, No. 1, C-4-16, pp. 206, 15th Sep. 2010 *Kyushu Universtiy **EXALOS AG

- (10) (招待講演) 姜 海松、ハニー アヤド バスタワロス、萩尾拓真(九大)、松尾慎治(NTT)、浜本貴一(九大)、“アクティブ MMI による広ヒステリシス幅双安定レーザー”、電子情報通信学会 2010 年ソサイエティ大会講演論文集、No. 1, C-4-11, pp. 201, 2010.9.15 (大阪府立大中百舌鳥キャンパス、大阪府堺市)
- (11) 姜 海松、ハニー アヤド バスタワロス、萩尾拓真(九大)、松尾慎治(NTT)、浜本貴一(九大)、“部分 MMI 可飽和吸収領域構造によるアクティブ MMI 双安定レーザーの極広ヒステリシス幅化”、2010 年秋季 第 71 回応用物理学会 学術講演会、16p-H-17, pp. 05-016, 2010.9.16 (長崎大文教キャンパス、長崎市)
- (12) 中島大介、浜本貴一、“マルチモード光導波路におけるファブリ-ペロ共振法適用のための基礎検討”、第 71 回応用物理学会学術講演会講演予稿集、14a-NK-10, pp. 43, 2010.9.14 (長崎大学文教キャンパス、長崎市)
- (13) **Chen Jiao, Alam Intekhab, Hamamoto Kiichi**, “Fundamental research on scattering loss reduction for high mesa waveguide”, 電子情報通信学会技術研究報告、 Vol. 110, No. 257, pp. 55-60, 2010.10.28 (門司港レトロ、北九州市)

● 講演

- (1) **Kiichi Hamamoto**, “Multi-mode interference (MMI) waveguides and its applications especially for semiconductor laser diodes (LDs) and other active devices”, IEICE Lecture Tour (Thingu-ha University, Beijing), 2010.7.23
- (2) 浜本貴一、“新しい応用用途開拓を目指した細線光導波路に関する研究-シミュレーション事例のご紹介-”、『光デバイス設計・解析用ソフトウェア応用事例紹介』セミナー (秋葉原コンベンションホール、東京都)、 2010.10.15
- (3) 浜本貴一、“がんばれニッポン –世界で活躍できる日本へ-”、第 24 回光通信システムシンポジウム「光通信ネットワークの技術革新と ICT グローバル戦略」(東レ研修センター、静岡県三島市) プログラム&講演予稿集、OCS2010-S1~S4, WS1-3, pp. 18, 2010.12.16

● 報道発表

- (1) “光 RAM 用メモリー素子 動作電流範囲 10 倍超”、日刊工業新聞、2010 年 3 月 22 日
- (2) “九大、光 RAM 素子を開発—世界最高電流”、asahi.com、2010 年 3 月 22 日
- (1) “九大、多モード光干渉導波型光ラムメモリー素子の開発に成功”、マイコミジャーナル、2010.3.26

5. 卒業生の進路（実績）

- 修士課程

九州大学大学院総合理工学府 博士課程進学、トヨタ自動車(株)、本田技研工業(株)、(株)アドヴィックス、(株)デンソー、スタンレー電気(株)、ダイハツ工業(株)、(株)フジクラ、TOTO(株)、楽天(株)、旭硝子(株)、オムロン(株)、九州電力(株)、中国電力(株)、パナソニック・コミュニケーションズ(株)、オリンパス(株)、富士フィルム(株)、(株)ニコン、ローム(株)、(株)村田製作所

- 学部

九州大学大学院総合理工学府 修士課程進学、西部電気工業(株)、(株)アイ・コム・ジェイ、富士通(株)