

フォトニクス集積システム研究センター (小山二三夫研究室)

Email: koyama@ms.pi.titech.ac.jp <http://vcsel-www.pi.titech.ac.jp/>

(研究分野)

次世代光通信ネットワークを切り拓く新しい光デバイスの開拓を目指している。マイクロ／ナノ構造の光共振器、光マイクロナノマシン、中空光導波路、スローライト導波路、サブ波長回折格子、金属ナノ構造などの新構造を用いて、高性能半導体レーザ、波長可変光素子、光信号処理デバイスなどの光機能デバイスとその集積化の研究に取り組んでいる。

(研究テーマ)

1) 面発光レーザフォトニクスと新機能集積

(小山二三夫、坂口孝浩、佐野勇人、島田敏和、
Hamed Dahir、顧曉冬、中濱正統)

本学で生まれた面発光レーザの極限性能追求とその大規模集積化の研究を進めている。将来の光通信ネットワークでは多数の波長の光を自在に制御する波長多重化技術が重要になってくる。ここでは、半導体の微細加工技術で光の波長の数倍程度の微小光共振器を作り、空間的に異なる波長の半導体レーザを大規模に集積化するアレイ光源の研究など多波長集積化の新技術に取り組んでいる。光の特徴を活かして、数百波の光を同時に扱い、現在の光通信システムの数千倍の大容量光通信を可能とするデバイス技術の開拓を目指している。また、超高速化の限界や、光信号処理デバイスへの応用などの研究を展開している。(図1、図2)

2) マイクロマシンによる新しい光デバイス

(小山二三夫、坂口孝浩、佐野勇人、中濱正統)

微小機械（マイクロ・ナノマシン）を半導体レーザに集積して、連続的に波長を広範囲に掃引する機能や波長を自在に制御する新しい半導体レーザの実現に取り組んでいる。例えば、微小な反射鏡を空中に浮かせて、そこに電圧を印可することにより、静電力で鏡の位置を変化させて波長を連続的に動かすことが可能である。また、熱応力による微小アクチュエータを集積して、外部温度変化に対しても絶対波長の動かない新しい半導体レーザ“アサーマル半導体レーザ”を世界に先駆けて実現している。(図3、図4)

3) スローライト光導波路による新機能創成

(小山二三夫、坂口孝浩、島田敏和、顧曉冬)

光の群速度、位相、遅延時間などを制御する新技術の開拓に取り組んでいる。周期構造クラッド層を含むブレグ反射鏡光導波路を用いることにより、光変調器、光スイッチ、光増幅器、光検出器、光位相変調器光ビーム掃引デバイスなどの超小型光回路の実現を目指している。スローライト導波路を用いることで、巨大非線形効果や、巨大等価屈折率など、これまでのバルク半導体材料では実現困難な特性が発現できる。全反射を利用した超小型光スイッチや面発光レーザとの機能集積に取り組んでいる。(図5、図6)

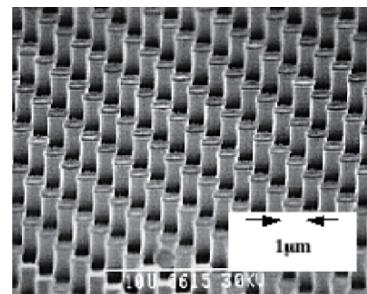


図1 面発光レーザアレイ

Fig.1 Surface emitting laser array

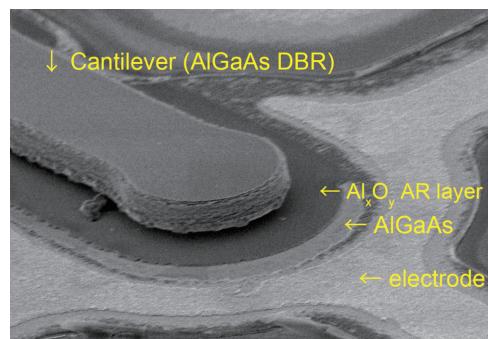


図3 マイクロマシン構造による波長温度無依存面発光レーザ

Fig.3 Micro-machined athermal VCSEL

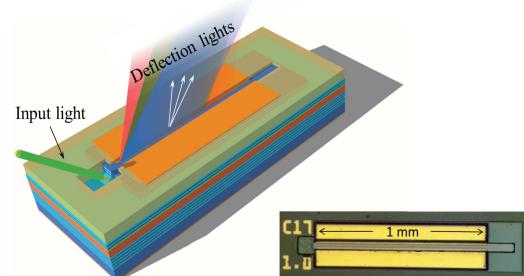


図5 Bragg反射鏡導波路を用いたビーム掃引デバイス

Fig.5 High-resolution beam steering device based
on Bragg reflector waveguide

Photonics Integration System Research Center

(Fumio Koyama Group)

(Research Field)

We are actively creating new technologies and concepts toward future photonic networks in several research programs, which include surface emitting lasers and arrays in wide spectral ranges, integrated photonic micro-devices and optical micro-electro mechanical systems (MEMS) and devices.

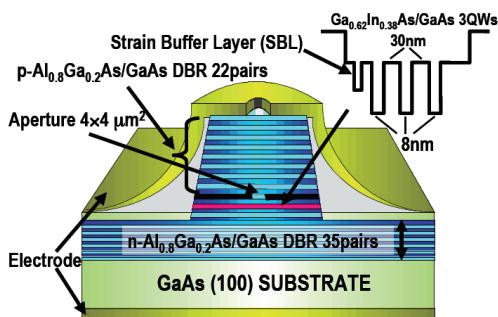


図2 低消費電力面発光レーザ

Fig.2 Low power consumption VCSEL

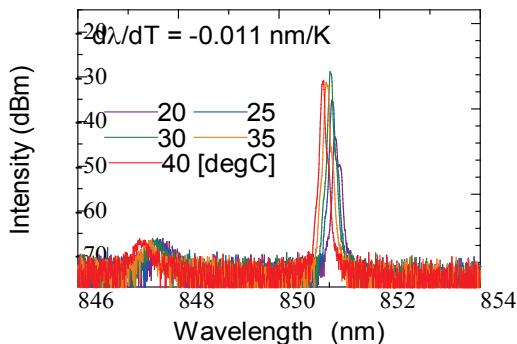


図4 アサーマル面発光レーザの波長温度無依存動作

Fig.4 Athermal operation of micro-machined VCSELs

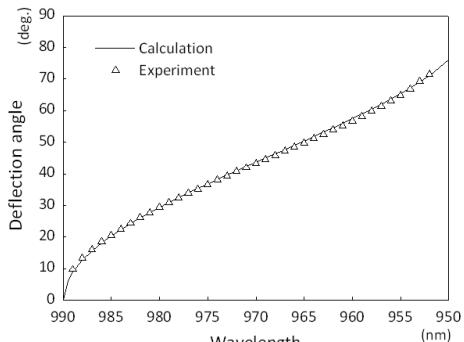


図6 Bragg反射鏡導波路を用いたビーム掃引デバイスの掃引特性

Fig.6 High-resolution beam steering device based on Bragg reflector waveguide

(Current Topics)

1) VCSEL Photonics and integrations (F. Koyama, T. Sakaguchi, H. Sano, T. Shimada, H. Dalir, X. Gu and M. Nakahama)

A vertical cavity surface emitting laser (VCSEL) was invented in 1977. We have seen various applications including datacom, sensors, optical interconnects, spectroscopy, optical storages, printers, laser displays, laser radar, atomic clock and high power sources. VCSELs have been extensively developed and are now key devices in local area networks. Also, parallel data links including board-to-board interconnections with low threshold VCSEL arrays are also under development. Low threshold single-mode VCSEL arrays will enable us to realize parallel optical interconnects with low power consumption.

We are working on low-power consumption VCSELs, multi-wavelength integrations and new functionalities on VCSEL photonics.(Fig. 1 and 2)

2) Novel micro-machined photonic devices

(F. Koyama, T. Sakaguchi, H. Sano and M. Nakahama)

Tunable micromachined VCSELs are also attracting much interest for WDM networking, because micromachined tunable VCSELs enable wide continuous tuning. We proposed and demonstrated a micromachined tunable vertical cavity with a strain control layer, which gives us novel functions including temperature insensitive operation, thermal wavelength tuning, and so on. Either temperature insensitive operation or wide wavelength tuning induced by temperature change can be realized. (Fig. 3 and 4)

3) Slow light photonics for new functionalities

(F. Koyama, T. Sakaguchi, T. Shimada and X. Gu)

Slowing light is useful for miniaturizing various optical devices. We proposed and demonstrated a slow light modulator slow light detector, optical gates and slow light switches with a Bragg reflector waveguide, which gives us size reduction using a slow light effect. Our VCSEL-based structure with slowing light gives us various unique features such as polarization independence, low power consumption, the integration capability with VCSELs and so on. We proposed and demonstrated a novel beam steering device based on a slow light Bragg reflector waveguide. A steering angle of over 40 degrees and a number of resolution points over 1,000 have been demonstrated for 3mm long devices.(Fig. 5 and 6)