



Tokyo Tech

面発光レーザとその応用

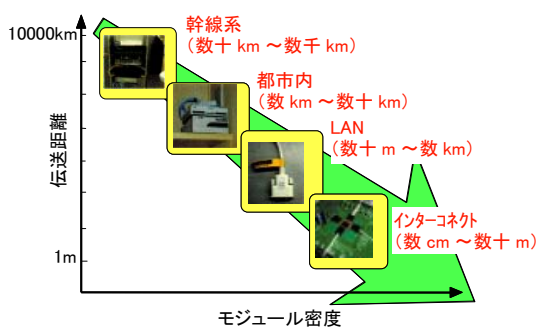
東京工業大学 精密工学研究所
小山二三夫・宮本智之 研究室

共同研究グループ
小林功郎・植之原裕行 研究室

伊賀健一 東工大名誉教授

<http://vcsel-www.pi.titech.ac.jp>

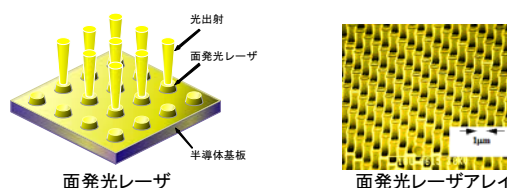
光通信の進展：長距離伝送から配線（インターコネク）まで



課題：小型化，低消費電力 → 新しい光源が必要

面発光半導体レーザの研究

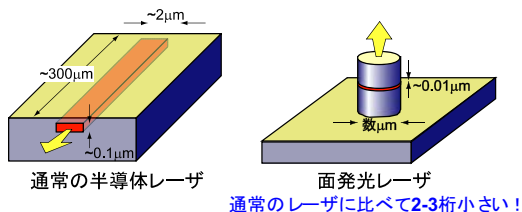
- ・基板と垂直方向にレーザ光を出射
- ・低消費電力動作 (しきい値電流 < 1mA: 従来の1/10以下)
- ・大規模2次元レーザアレイ (数万個規模の集積可)



- ・日本発の独創技術 (1977年東工大伊賀健一名誉教授発明)
 - ・米国ナテックのホームページにもナデバイスの代表例として掲載
 - ・光LANなど高速光ネットワーク用デバイスとして急速に市場拡大
- 応用例：ギガビットイーサ、高精細レーザプリンタ、レーザマウス、光無線など
市場規模：約500億円 (2005年度)

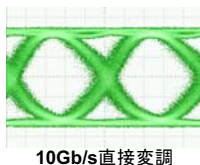
面発光レーザとは

面発光レーザは波長の数倍程度の大きさ！

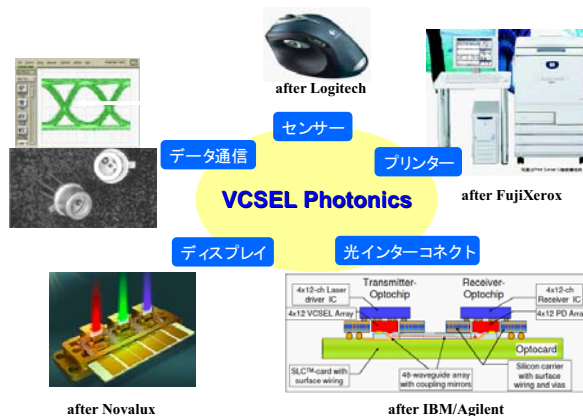


- 低消費電力 動作電流 mA → μ A
- 超高速変調 > 10Gb/s
- 通常の電話回線の約13倍

面発光レーザ：東工大発の独創技術
伊賀健一名誉教授発明 (1977)

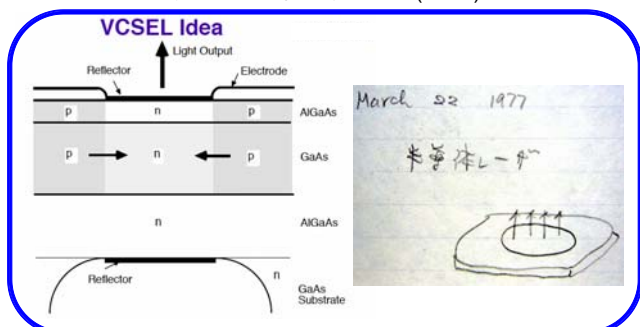


VCSELの応用範囲



面発光半導体レーザの発明

伊賀健一名誉教授による (1977)



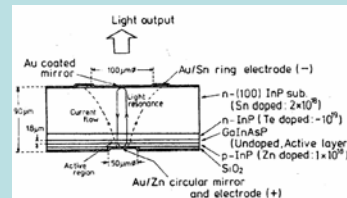
VCSEL: Vertical Cavity Surface Emitting Laser
(垂直共振器型面発光レーザ)



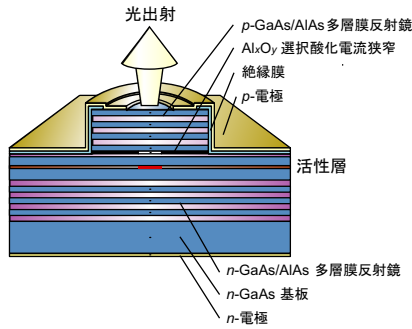
世界から注目される日本生まれの技術

- 1977年 伊賀東工大名誉教授により発明
- 1979年 最初の面発光レーザ (77Kパルス, $I_{th}=0.9A$)
- 1980年後半 実用レベルの特性へ (室温連続動作: 1988年東工大) ($I_{th}=1mA$: 1989年ベル研)
- 1990年中盤 初期的な生産開始とともに極限特性を追求 (I_{th} =数10 μ A: 従来の1/100以下)
- 2000年以降 光LAN光源などへの実用化

最初に発振した面発光レーザ (現在の10000倍の動作電流)

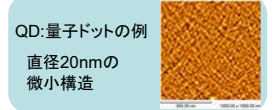
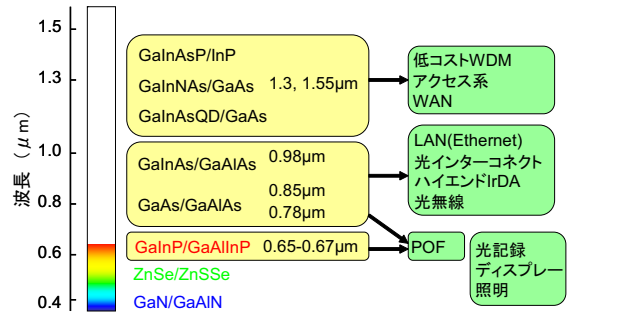


面発光レーザの構造



- GaAs/AlAs多層膜反射鏡により、99%以上の高反射率を実現
- AlO選択酸化構造により、中央の微小領域に電流を流す
- 活性層の材料を変えることで、いろいろな波長の面発光レーザが可能

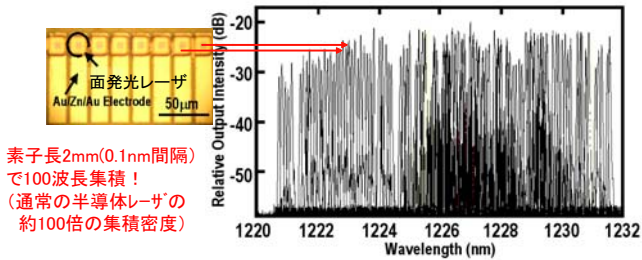
面発光レーザの波長帯/材料と応用分野



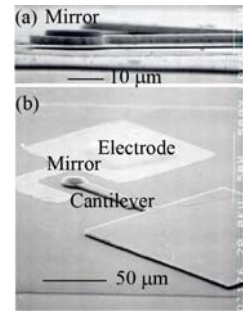
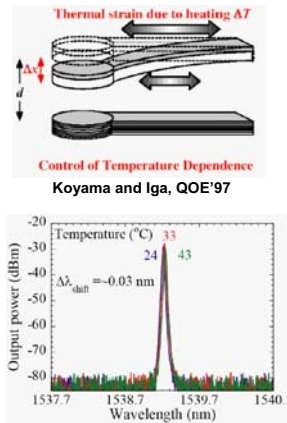
面発光レーザの大規模集積化

微小共振器の特徴を用いた結晶成長による多波長一括生成
高密度(空間・波長)の多波長集積化

凹凸基板を用いた超広帯域(200nm)の波長集積技術
超高密度多波長集積面発光レーザアレイの実現



微小機械構造(MEMS)と組合せた波長変動のない面発光レーザ



$d\lambda/dT=0.0016$ nm/K
通常の1/50の波長温度依存性!

面発光レーザを用いた応用例

企業による研究開発例
(資料提供:富士ゼロックス株式会社)

面発光レーザ基板

GaAs基板上に面発光レーザを作製する

3インチ(直径7.6cm)ウエハ

1チップ

面発光レーザ

レーザー光

半導体の膜

絶縁膜

光を発生させる層

電極

基板

半導体の膜

複写機(プリンター)に使われている面発光レーザ

面発光レーザを用いることで高画質を実現!!

複写機

紙に画像を書き込む装置

ドラム(色をつける)

レーザー(画像を書き込む)

転写ベルト(墨に画像を移す)

多数のレーザを動作させることによって、複雑な画像を鮮やかに描く

レーザ基板

光通信に使われている面発光レーザ

10 ギガビット/秒の高速データ伝送が可能!!

現在家庭で使用されている通信速度は10~100メガビット/秒(1ギガ=1000メガ)

DVD 1枚のデータ4.7Gバイトをわずか数秒で伝送(6分間 → 4秒)



モバイル用面発光レーザ

電波などのノイズを気にせず高速伝送が可能!!

携帯電話

特徴

伝送速度:1ギガビット/秒以上

低消費電力

小型

面発光レーザ

光導波路

送信器

受信器