



بررسی آخرین دستاوردهای لیزرهای گسیل سطحی کاواک عمودی (VCSEL)

استاد:
دکتر محمدنژاد

دی ۹۴

معرفی اجمالی لیزرهای VCSEL

مزایای VCSEL نسبت به EEL

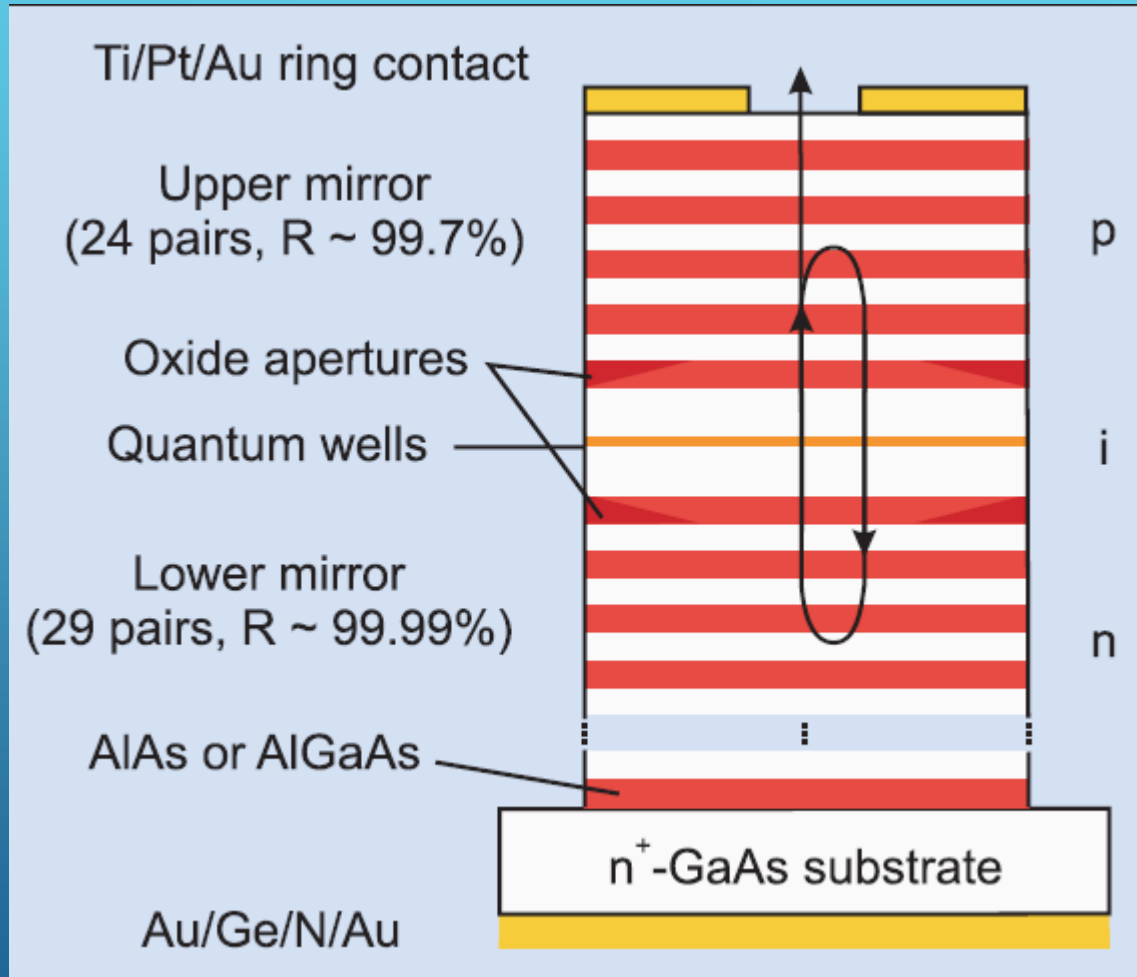
بهبود تزریق حامل ها در VCSEL های بر پایه GaN

oxide-confined hybrid-cavity VCSEL

808 nm Oxide – Confined VCSEL single device and array

VCSEL کریستال فوتونیکی

معرفی اجمالی لیزرهای VCSEL :

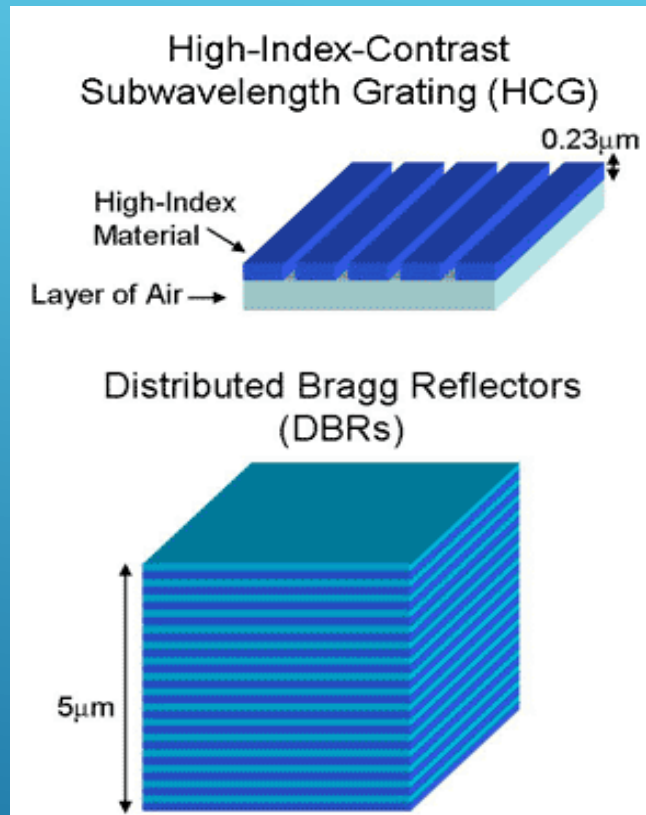


دارای ناحیه فعال اکثراً به صورت MQW هستند

از بازتابنده های توزیع شده براگ (DBR) بهره می برند

برای استخراج پرتو تولیدی در سمت گسیل کننده از الکتروود حلقوی استفاده می کنند

بازتابنده های براگ (Bragg Reflectors) :



بازتابگری است که در موجبر استفاده می‌شود

در آینه‌های DBR هر لایه قطری معادل یک چهارم طول موج لیزر دارد

طول موج این نوع لیزرها به راحتی با تغییر قطر بازتابگرها قابل کوک کردن است

بازتابگر قوی نیز باعث کاهش جریان آستانه مورد نیاز و در نتیجه توان مورد نیاز کمتر برای شروع کار می‌شود

مزایای VCSEL نسبت به EEL :

یکنواختی طول موج و عرض طیفی

قابلیت اطمینان بالاتر

کیفیت پرتو بهتر

نسبت توان به سطح بزرگتر

حساسیت پایین تر طول موج گسیل نسبت به دما

مقیاس پذیری، خنک کاری و Package کردن راحتتر

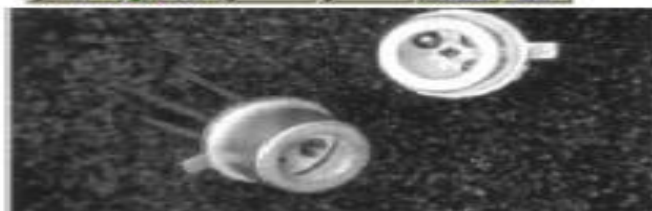
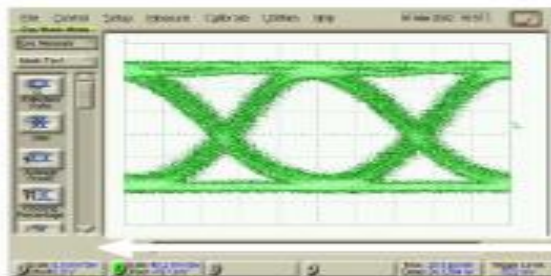
قیمت پایین تر

۵ برابر
حساسیت
کمتر نسبت
به EEL ها

ساخت آرایه
های ۲ بعدی

امکان تست در طول مراحل ساخت

کاربردهای VCSEL ها:



Datacom



After Microsoft
(Univ. Ulm)

Sensing

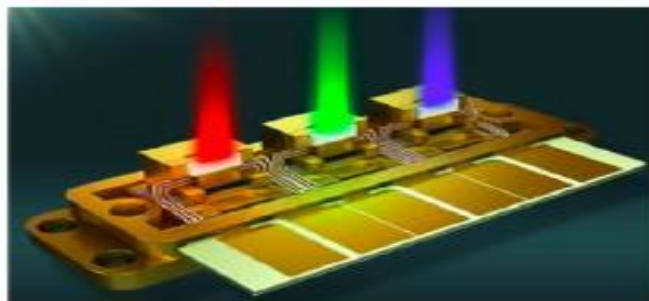


After Fuji Xerox

Printing

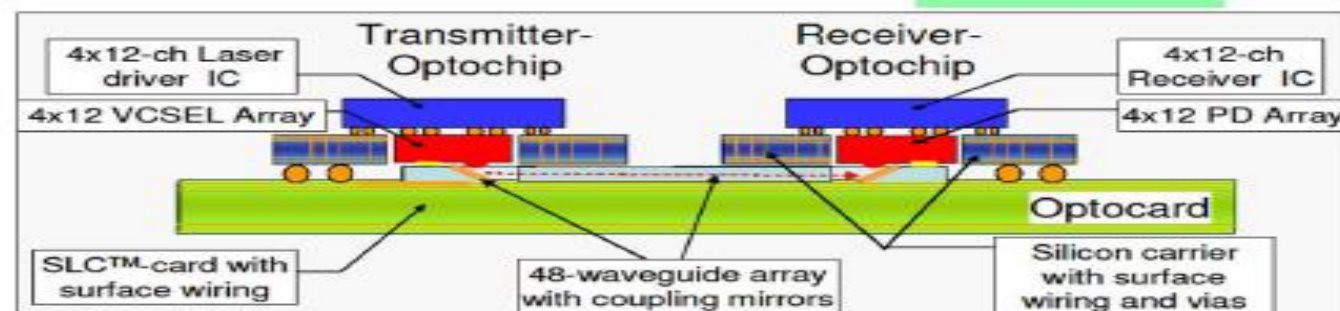
VCSEL Photonics

Display



After Novalux

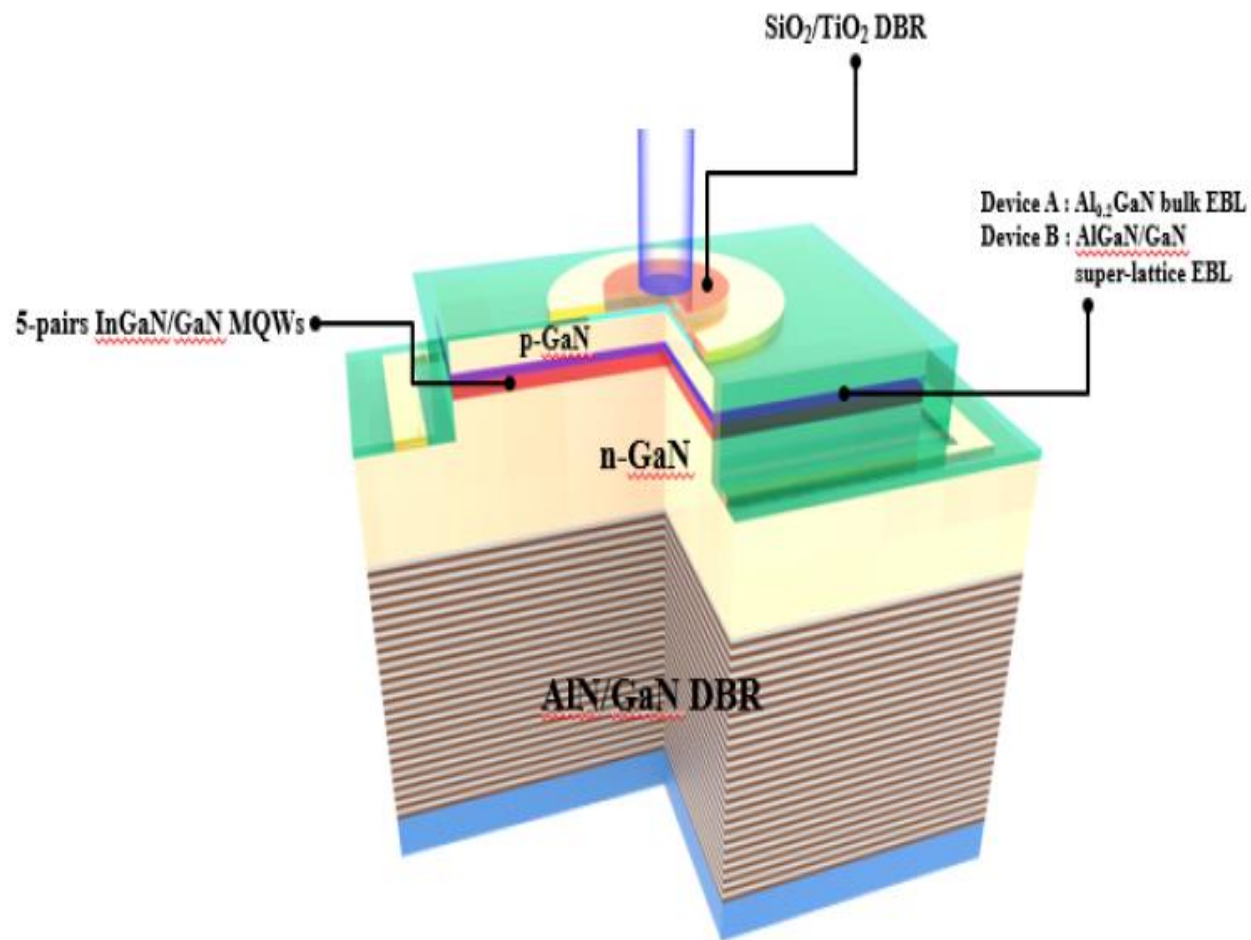
Interconnects



After IBM/Agilent

Device A : $\text{Al}_{0.2}\text{GaN}$ bulk EBL
Device B : AlGaIn/GaN
super-lattice EBL

بهبود تزریق حامل ها در VCSEL های بر پایه GaN :



مشکلات:

- عدم تطابق شبکه بین GaN و AlN
- اختلاف زیاد در موبیلیتی الکترون و حفره سبب نشت الکترون از ناحیه فعال به سمت ناحیه p و راندمان تزریق کم حفره ها از سمت ناحیه p می شود

راه حل پیشنهادی:
قرار دادن بالک محدود کننده EBL از جنس p-AlGaIn
بین آخرین سد کوانتومی و لایه p-GaN

نتایج :

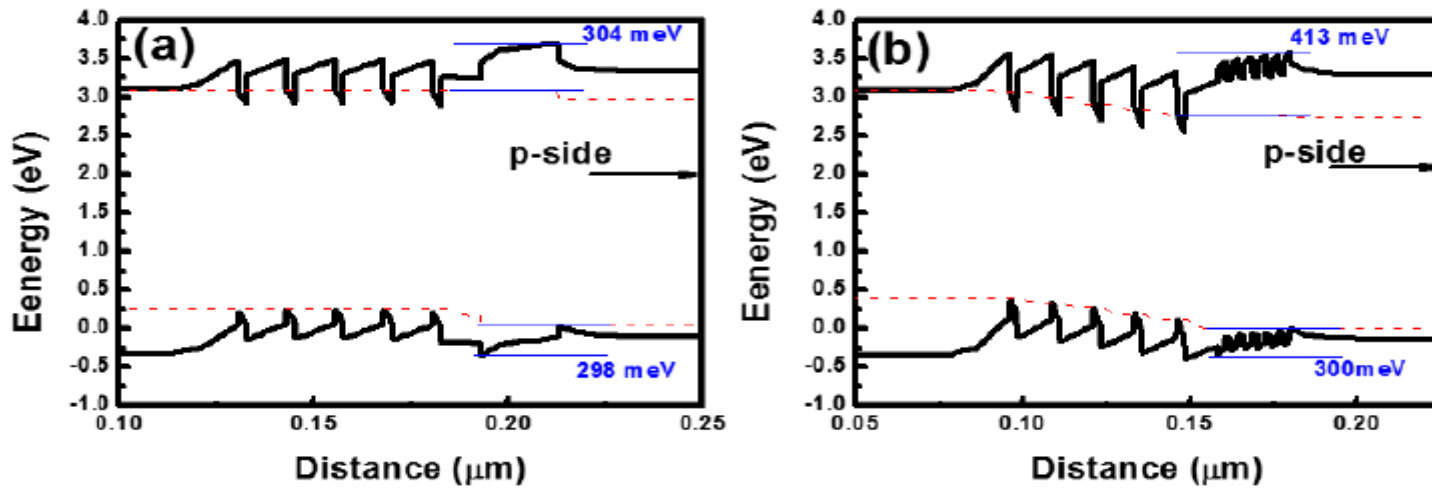


Figure 2 band diagram of the GaN-based VCSEL devices with (a) bulk and (b)MQB EBL.

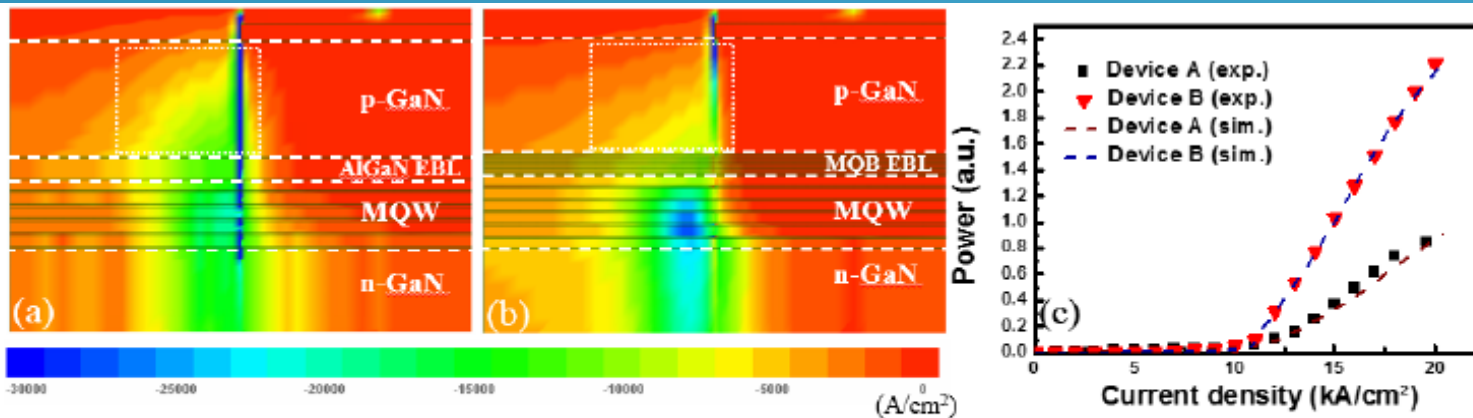


Figure 4 (a) and (b) are the two-dimensional electron flow in devices with different EBL structures, (c) experimental and simulated light-current density curves.

Device B بدلیل استفاده از ساختار MQB برای EBL نسبت به device A :

- توان خروجی و راندمان با بهبود تزریق به ناحیه فعال افزایش یافته

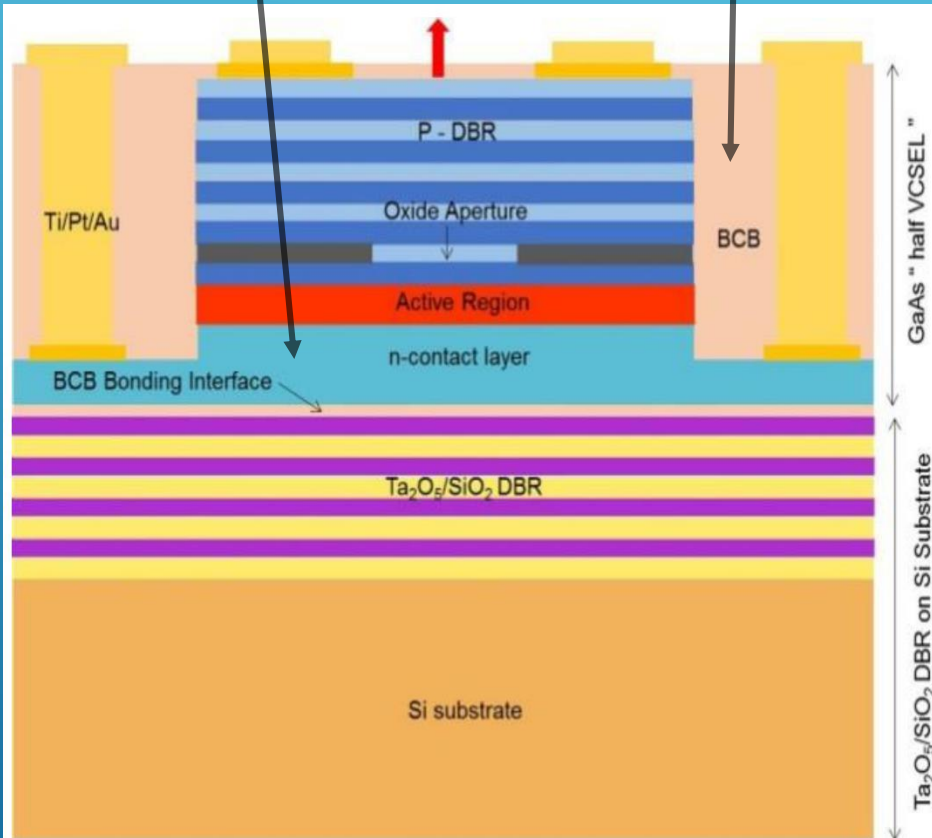
- جریان آستانه از 10 kA/cm² به 8 کاهش یافته است

- بدلیل کاهش میدان پولاریزاسیون سد پتانسیل برای الکترون، افزایش و برای حفره، کاهش یافته است

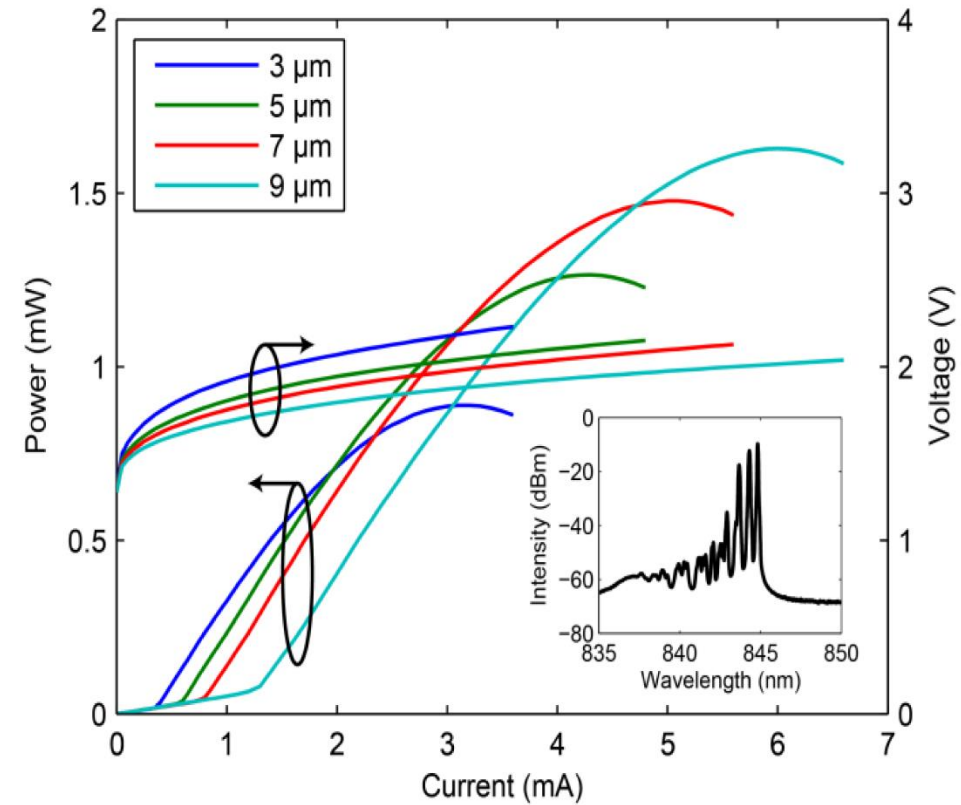
- نشست الکترون از ناحیه فعال کاهش یافته است

ultra-thin divinylsiloxane-bis-benzocyclobutene
(DVS-BCB)

: oxide-confined hybrid-cavity VCSEL

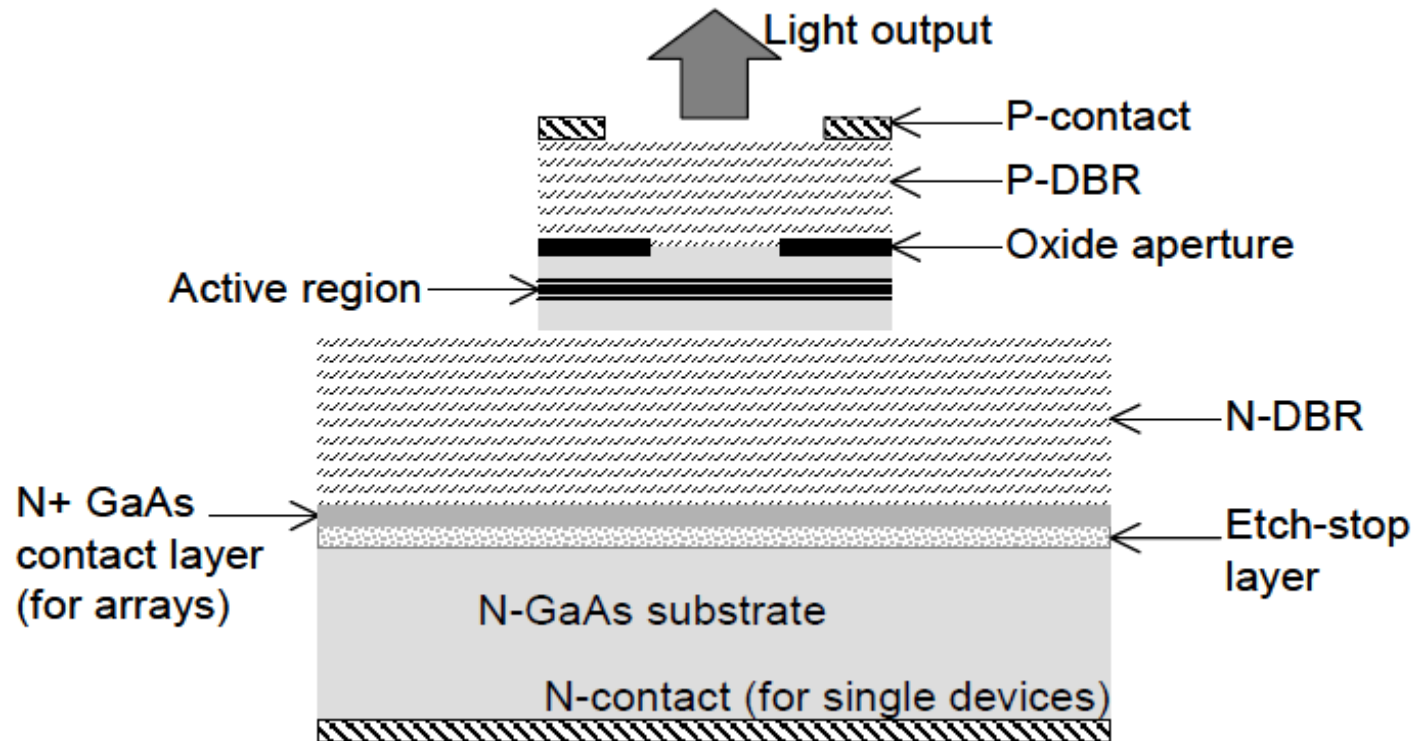


(a)



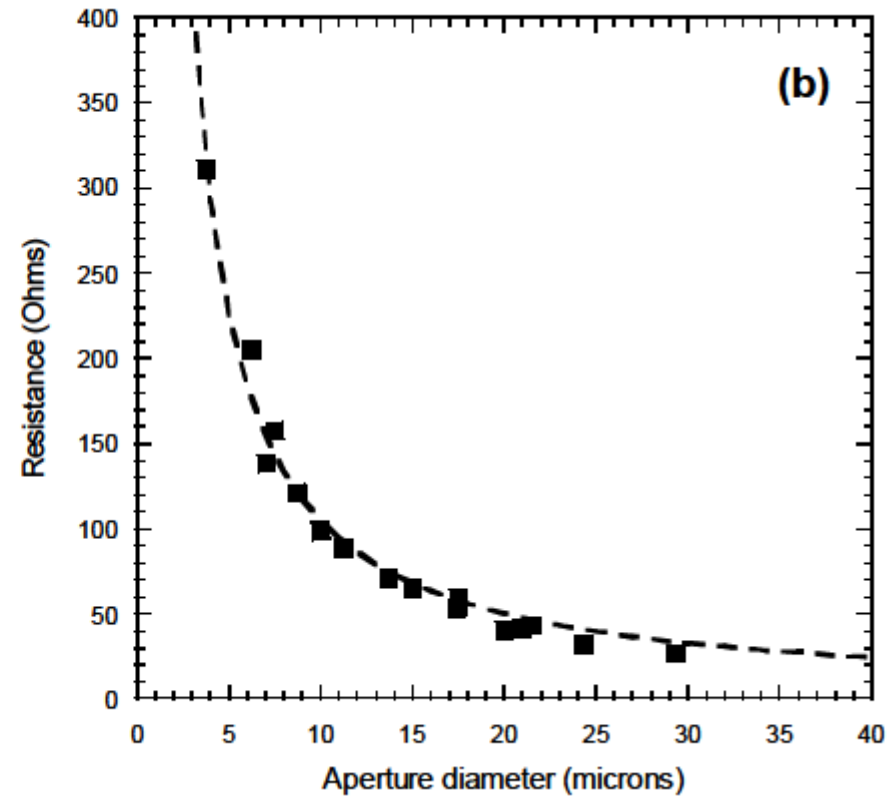
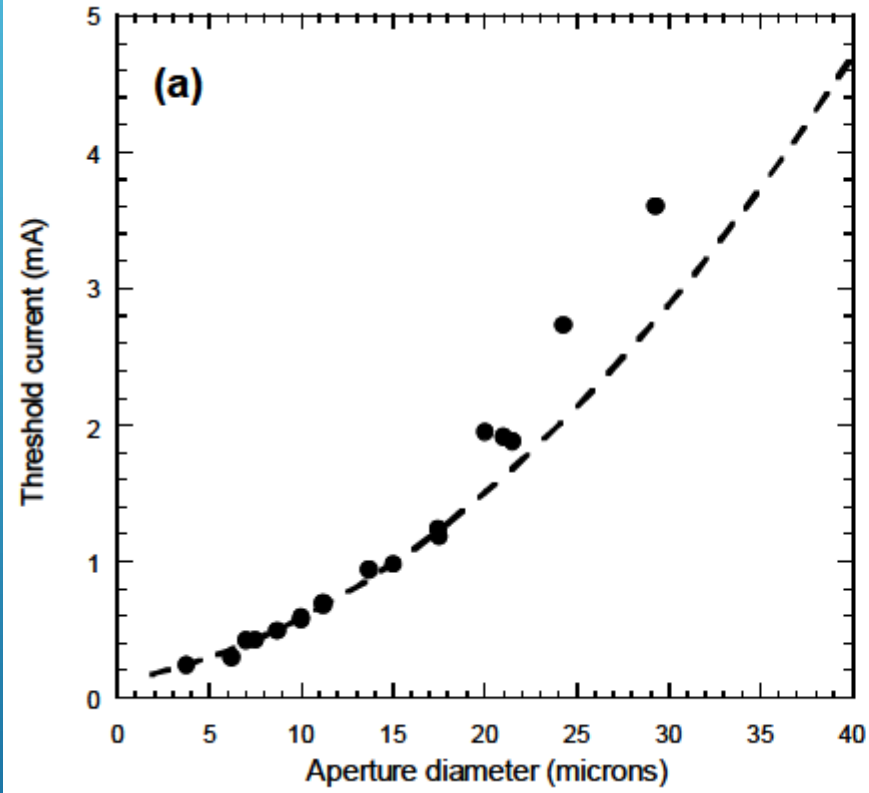
(b)

: 808 nm Oxide – Confined VCSEL single device

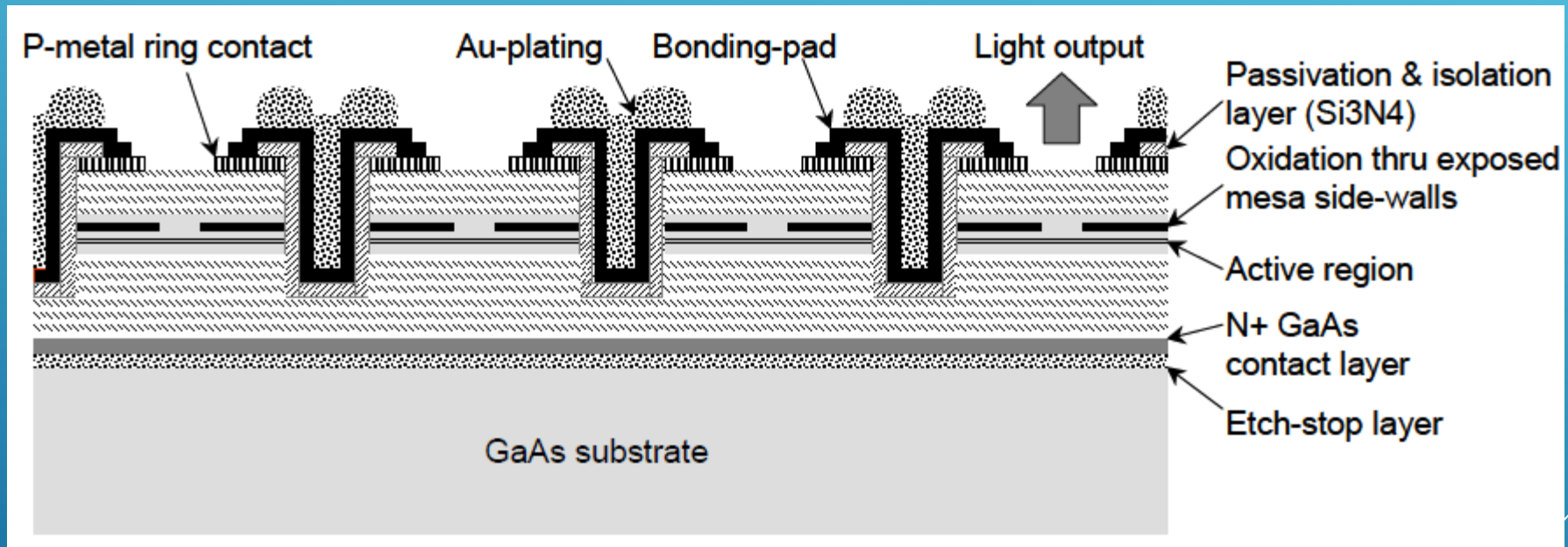


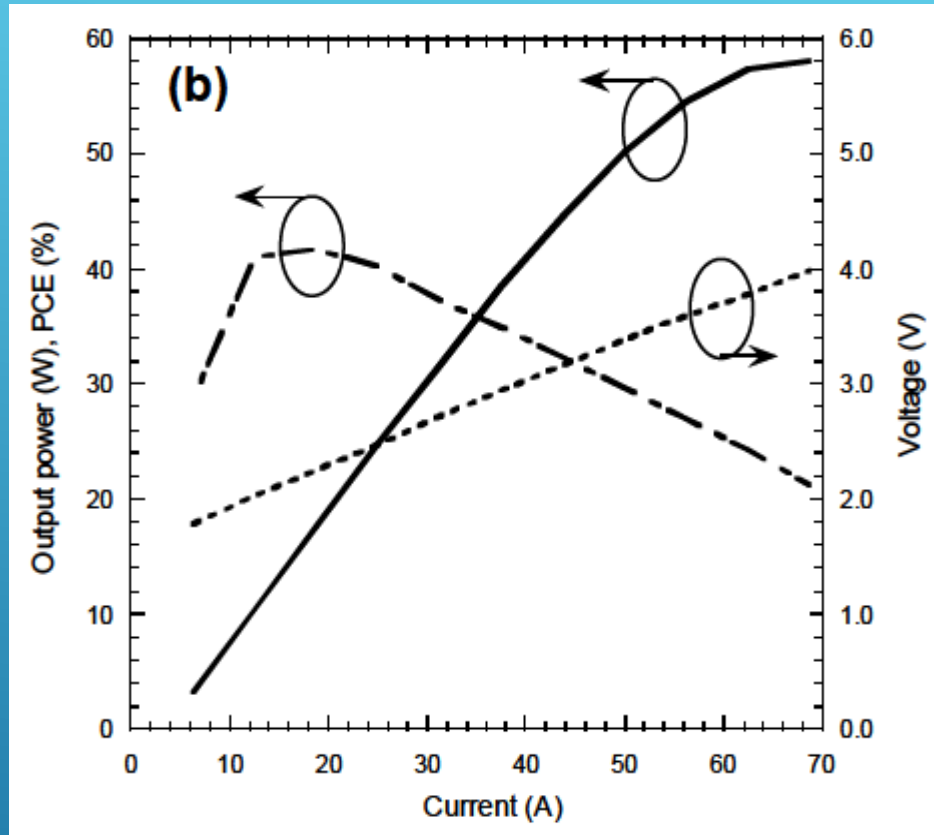
برای تحدید جریانی و نوری از پروسه اکسید انتخابی استفاده شده است

از این پروسه برای ایجاد پنجره ای نزدیک به ناحیه فعال برای بهبود عملکرد لیزر بهره برده است



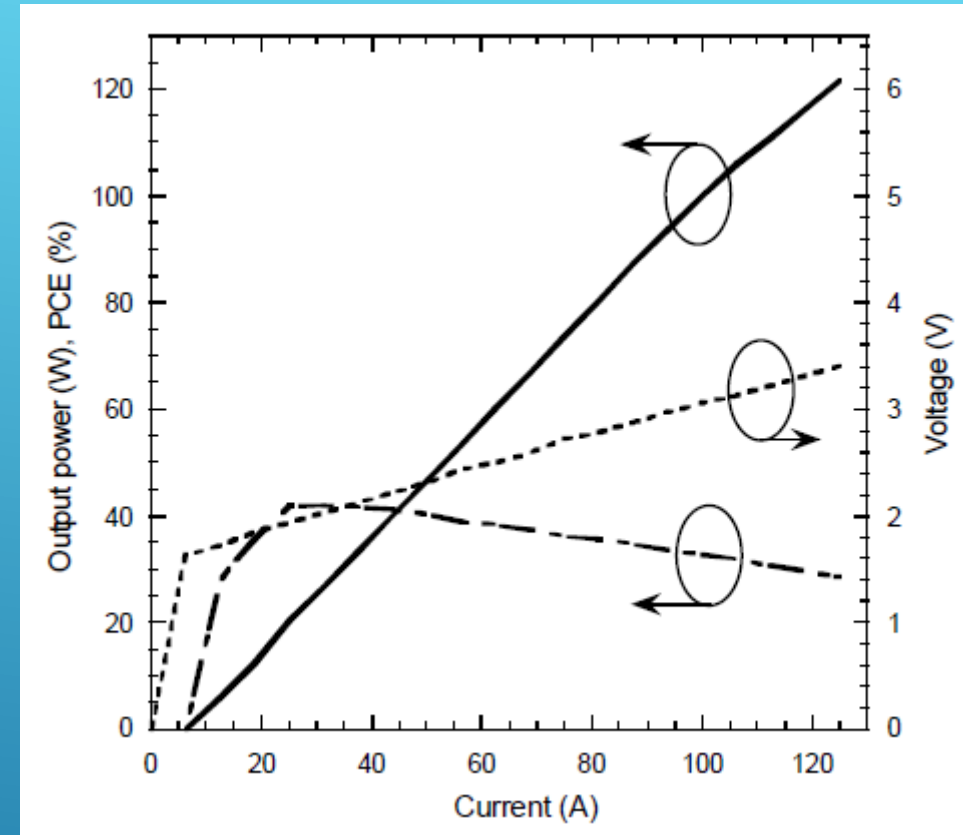
: 808 nm Oxide – Confined VCSEL array





3mm x 3mm

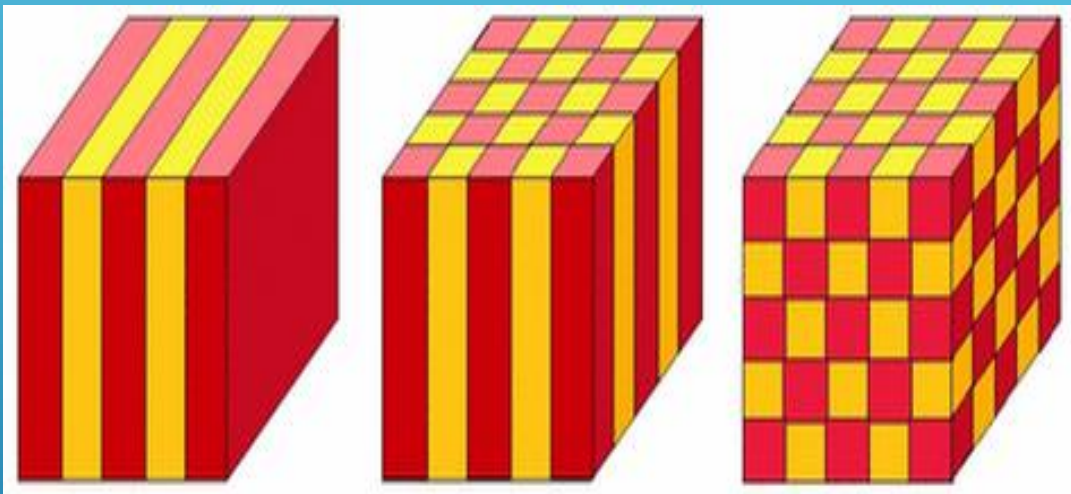
emission area is 2.8mm x 2.8mm



5mm x 5mm 808nm

emission area is 4.8mm x 4.8mm

: photonic crystal



ساختاری که ضریب شکست آن به طور متناوب تغییر کند

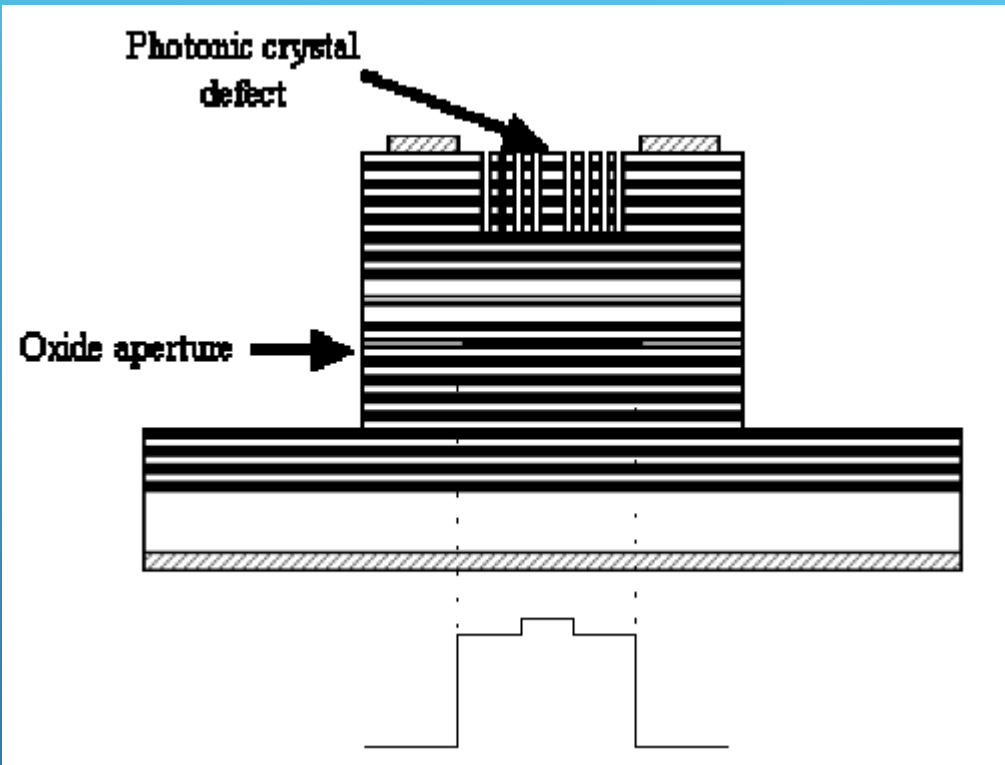
تکرار ساختار متناوب در دو و سه بعد بلورهای فوتونیک دو و سه بعدی را به وجود خواهد آورد

عملکرد بلورهای فوتونیک (ساختارهای با ضریب شکست متناوب) در برابر فوتونها مشابه عملکرد بلورهای نیمه هادی (ساختارهای با پتانسیل الکتریکی متناوب) در برابر الکترونها است

VCSEL کریستال فوتونیکی:

در این لیزرها با استفاده از تکنیک etching ۲ بعدی الگوی حفره های کریستال فوتونیکی را در بازتابنده براگ بالایی ایجاد می کنند

عمل لیزینگ از طریق یک نقص متمرکز که به اندازه کافی از لایه های اکسید جدا شده است، اتفاق می افتد



نتایج :

- بهبود توان خروجی
- کاهش جریان آستانه
- مدولاسیون سیگنال کوچک بهتر

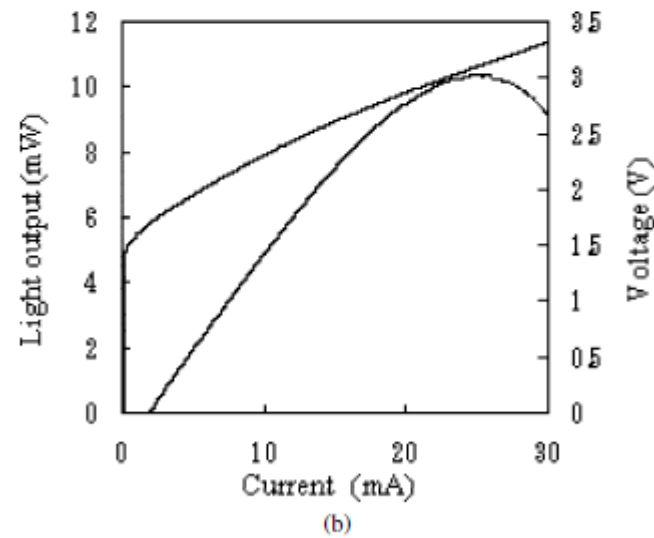
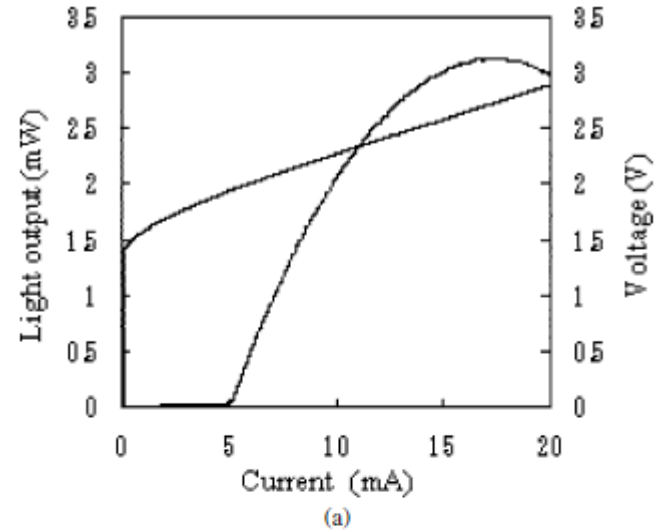


Fig. 6 (a) Optimized PhC-VCSEL with 9- μm oxide aperture operating in a single fundamental lateral mode with over 3.1 mW output power. (b) Selectively-oxidized VCSEL with 9- μm oxide aperture and no etched holes operating in multiple lateral modes.

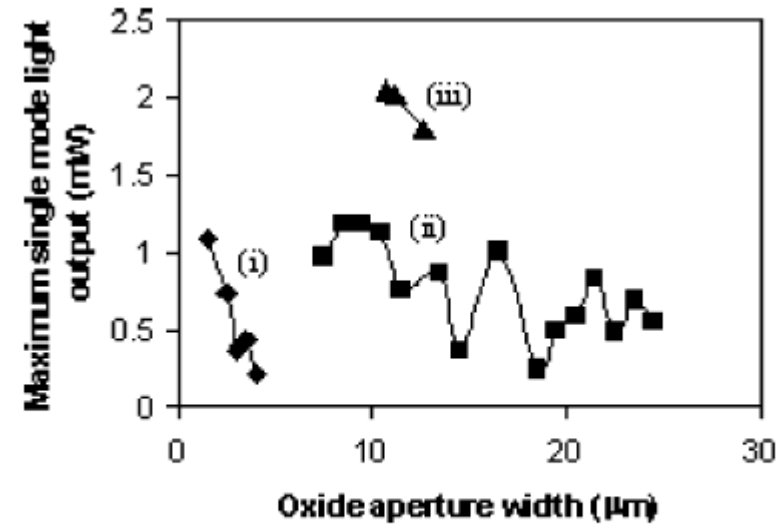
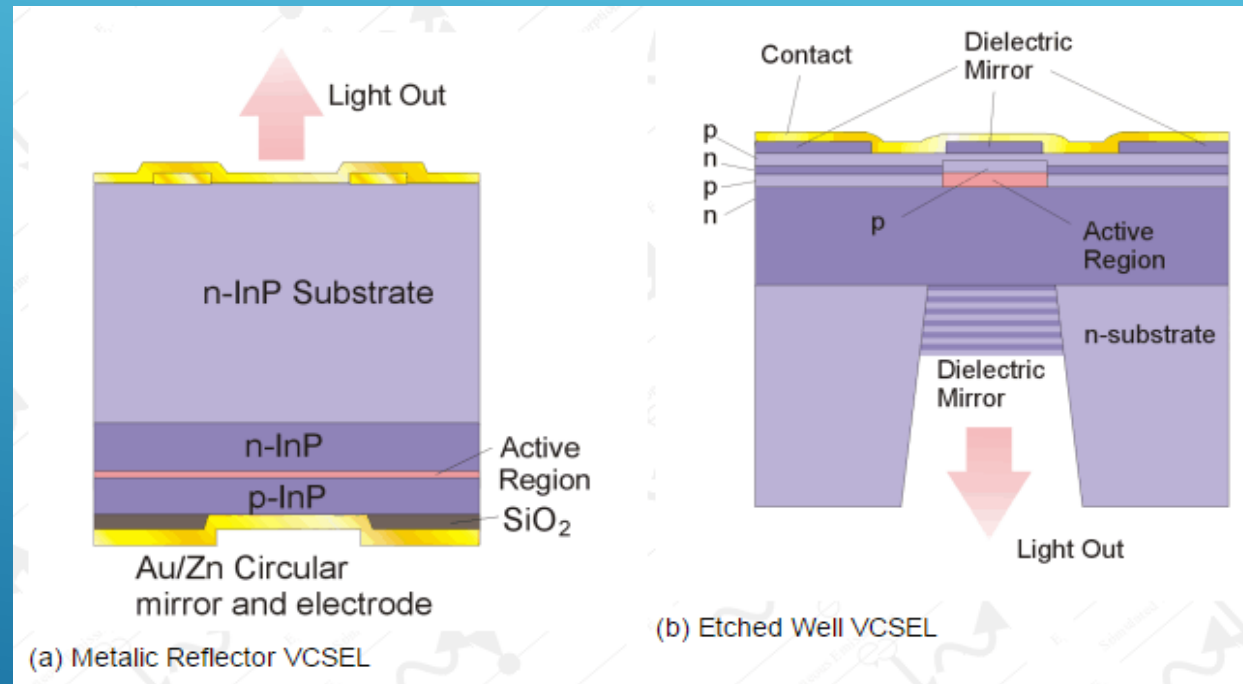


Fig. 5 Maximum single mode output power dependence on oxide aperture diameter for (i) oxide VCSELs, (ii) PhC-VCSELs with 6.7- μm optical aperture diameter and (iii) PhC-VCSELs with 8- μm optical aperture diameter.

ساختارهای جدید VCSEL :



يا
تشكر