

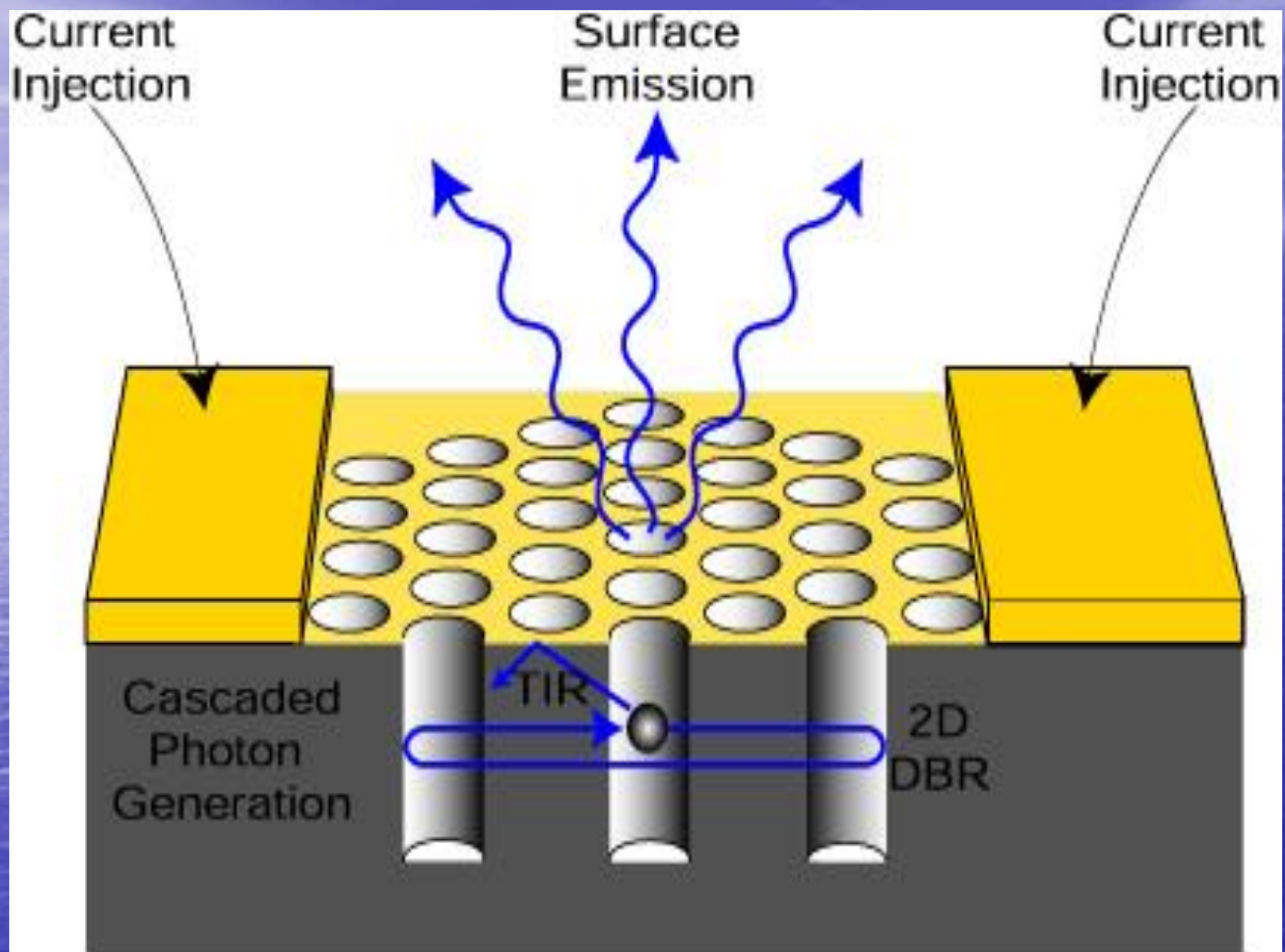
لیزرهای QC PC

Quantum Cascade Photonic Crystal Lasers

لیزرهای کاسکید کوانتومی با کاواک کریستالی فوتونی

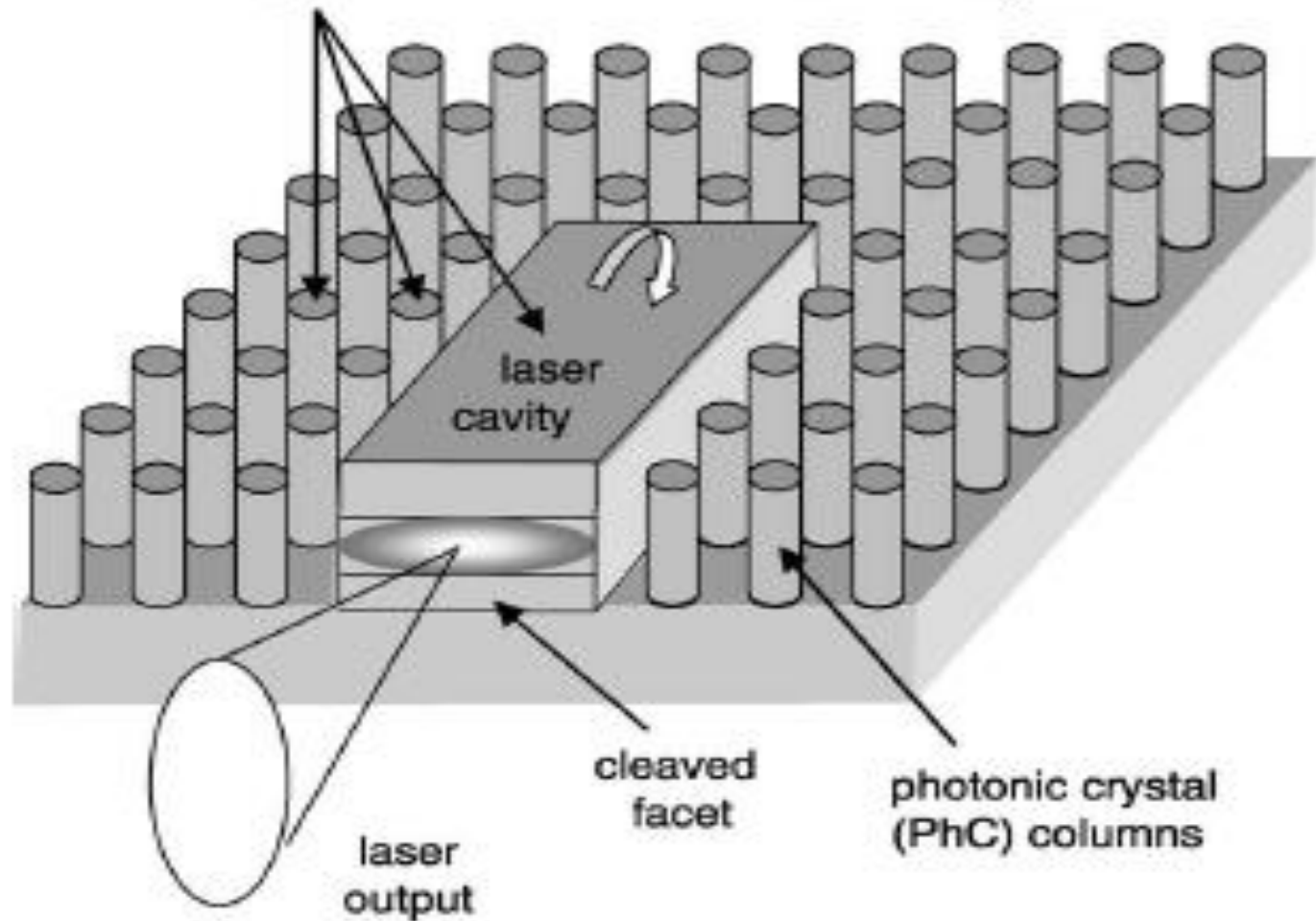
دلایل استفاده از لیزرهای کریستالی فوتونی PC

- تک قطبی بودن
- کاهش چشمگیر بازترکیب سطحی
- تزریق الکتریکی آسان
- تحقق کاواک‌های نوری با ضریب کیفیت بالا
- دسترسی به V_{mode} کوچک در کاواک
- کوچک سازی
- تشعشع لیزرهای QC به صورت ذاتی در مد TM بوده و تشعشع سطحی ندارند



current injected into
laser cavity and columns

PhC forms high
reflectivity mirror
and waveguide

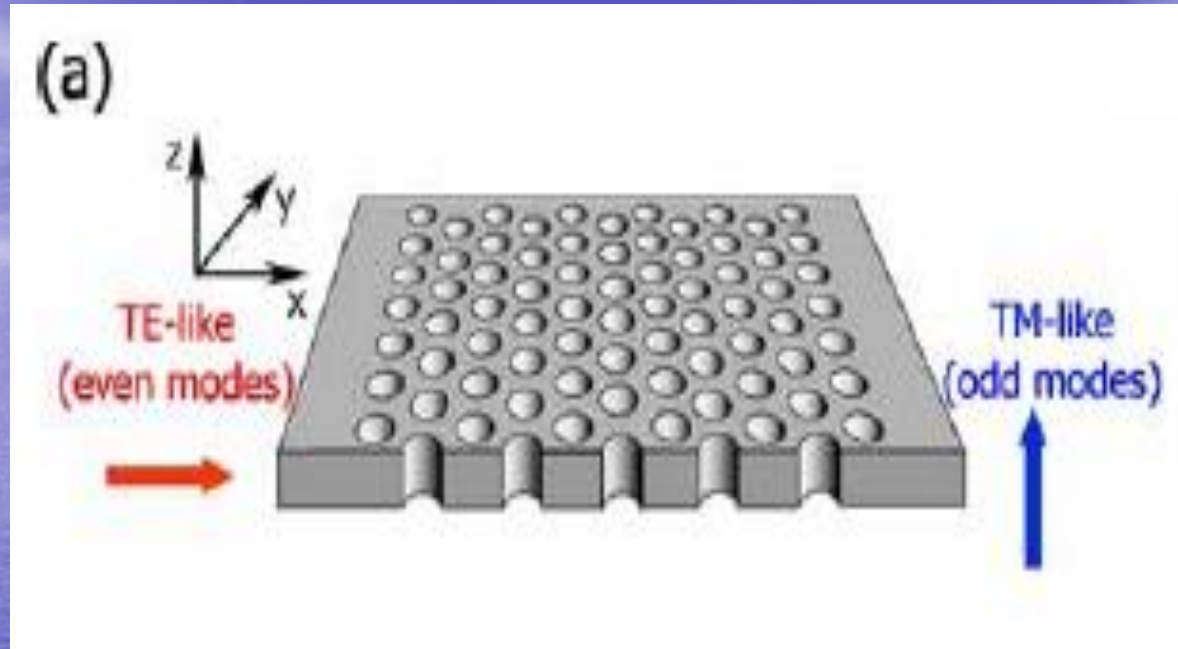


• عبور جریان الکترونی از نواحی فعال و تزریقی در چاه کوانتومی منجر به تولید فوتون می شود.

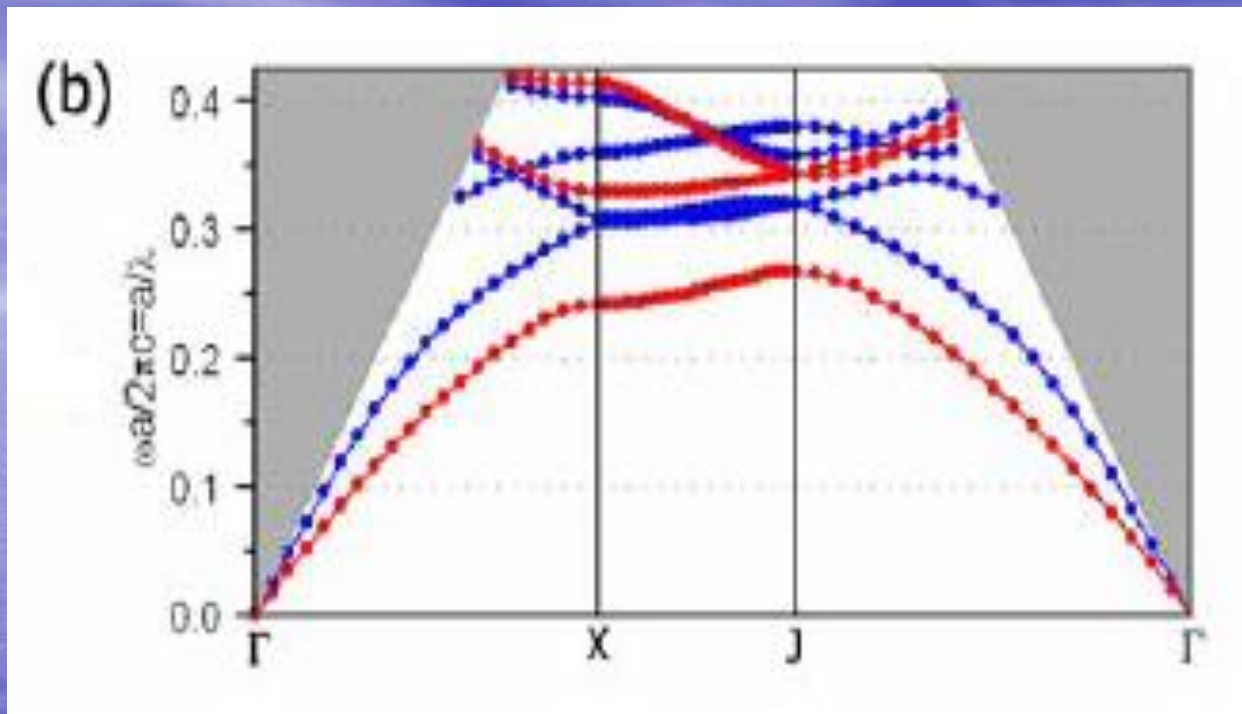
• فیذبک نوری توسط یک کاواک PhC و به منظور انجام عمل لیزینگ تامین می شود به عبارت دیگر کاواک PhC نقش یک رزوناتور را ایفا می کند.

• کاواک شامل آرایه ای از حفره ها می باشد که در ناحیه ی فعال و نیز در قسمت زیرین ناحیه ی پوششی QC قرار دارند

• حفره ها با فراهم کردن فیذبک توزیعی براگ باعث گسیل نور در دو بعد موازی با قطعه می شوند



یک لایه ی نازک از ساختار PhC
مدهای هدایت شده می توانند به صورت زوج (TE)
و یا به صورت فرد (TM) باشند



دیگرام باند برای مدهای هدایت شده ی یک لایه InP
 شکاف باند برای مدهای زوج باز (قرمز)
 و برای مدهای فرد بسته می باشد (آبی)

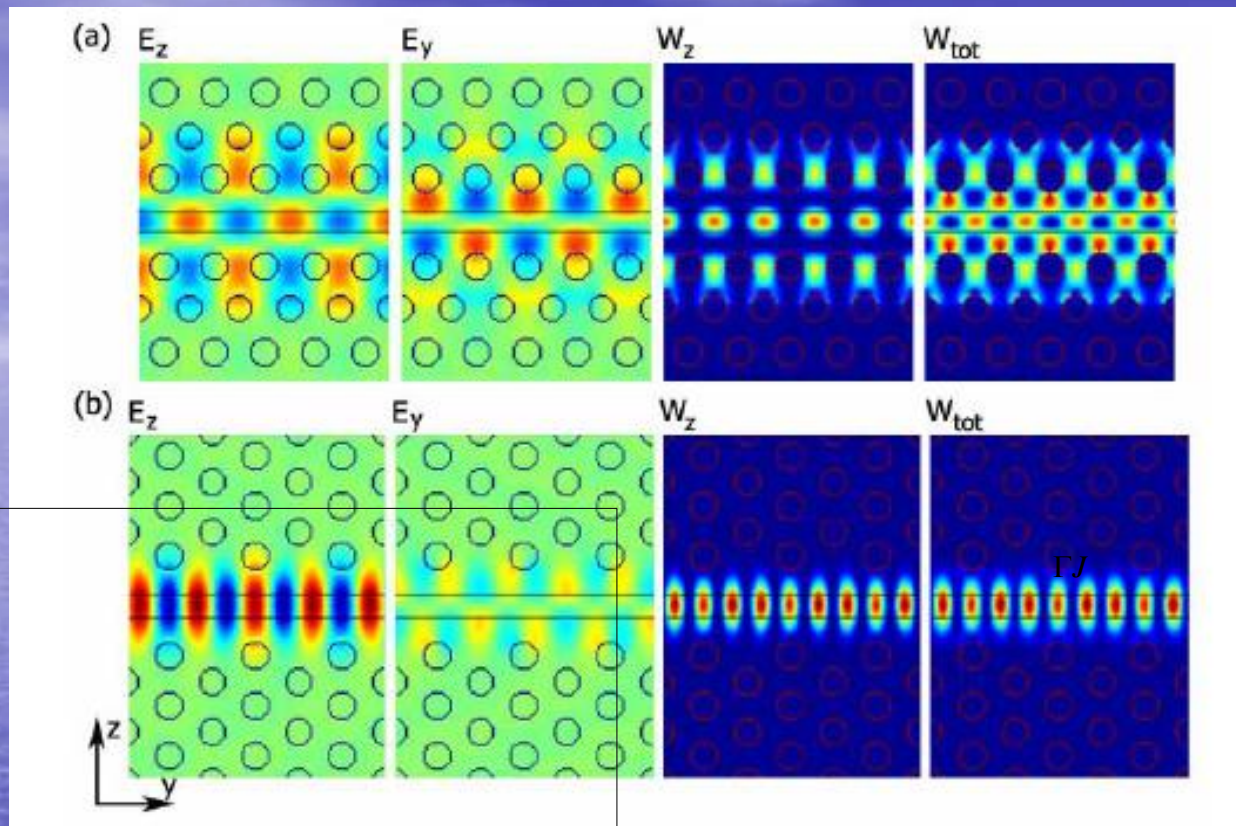
بررسی جریان آستانه

$$J_{th} = \frac{\alpha}{g\Gamma}$$

$$\Gamma = \int_{active} W_z dx dz / \int_{total} W_{total} dx dz$$

$$W_z = \varepsilon E_z^2$$

$$W_{total} = \varepsilon (E_x^2 + E_y^2 + E_z^2)$$



دو نوع ممکن از ساختار PhC (a) ساختار ΓJ (b) ساختار ΓX .

در ساختار a مولفه های E_x, E_z به هم کوپل شده و ضریب تحدید مد کاهش می یابد اما ساختار b پلاریزاسیون موج را که دارای مولفه ی E_z می باشد حفظ می کند و باعث افزایش ضریب تحدید مد می شود

بررسی ضریب کیفیت Q

اخیرا دسترسی به ضریب کیفیت هایی در حدود ۱ مگا با نانوکاواک های کریستالی فوتونی (PhC) امکان پذیر است. اما باید توجه داشت که ضریب کیفیت Q توسط عواملی محدود می شود که عبارتند از:

- تلفات پراکندگی
 - جذب نور در نقاط مختلف کاواک
 - جذب حامل آزاد به دلیل سطوح تزریق بالا
- بالاترین ضریب کیفیت (Q) به دست آمده به صورت عملی در حدود ۲۰۰۰۰ می باشد.
- ضریب کیفیت یک کاواک می تواند به چند جز تقسیم شود که هر کدام از آن ها نشان دهنده ی تلفات انرژی در بخش های مختلف کاواک است.

$$\frac{1}{Q} = \frac{1}{Q_{scattering}} + \frac{1}{Q_{material}} = \frac{1}{Q_x} + \frac{1}{Q_y} + \frac{1}{Q_z} + \frac{1}{Q_{material}}$$

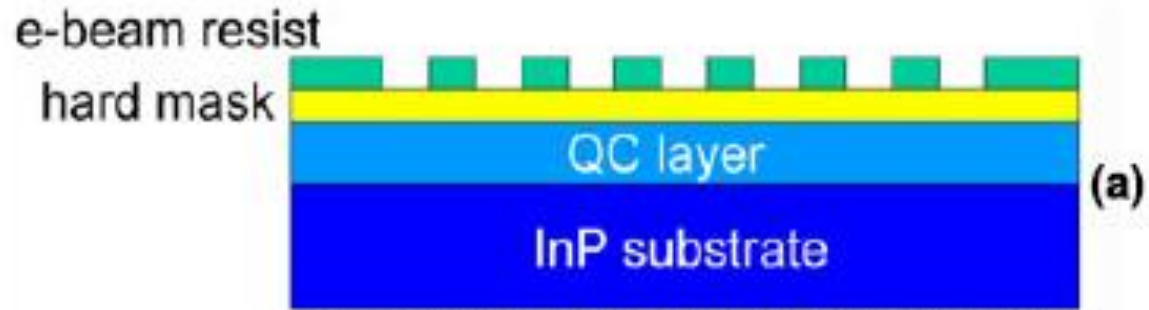
$$\frac{1}{Q_z} = \frac{1}{Q_{contact}} + \frac{1}{Q_{substrate}}$$

$$\frac{1}{Q_y} = \frac{1}{Q_{y^+}} + \frac{1}{Q_{y^-}}$$

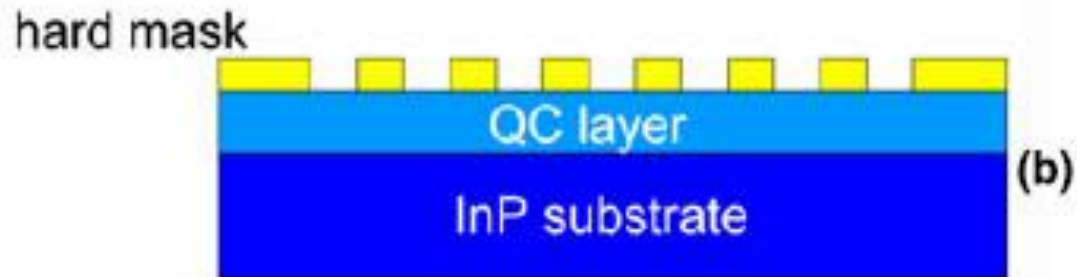
$$\eta_i = \frac{1}{Q_i} \Big/ \frac{1}{Q}$$

$$i = x, y, z$$

مراحل ساخت قطعه



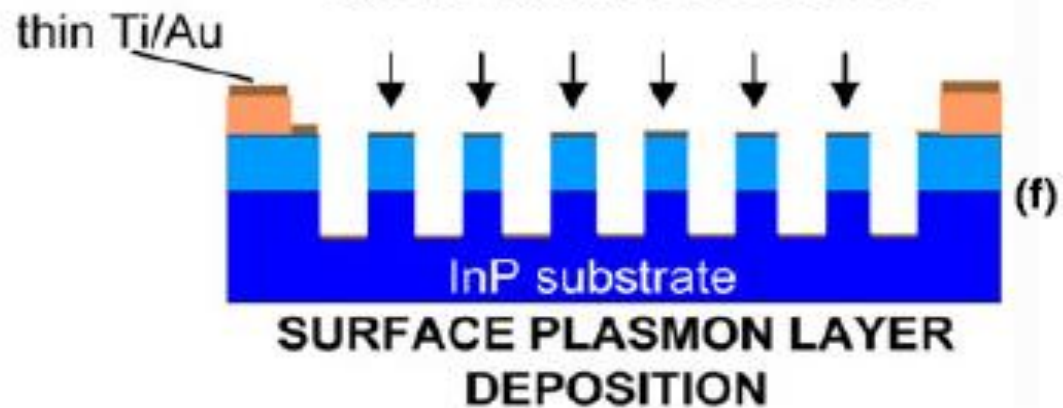
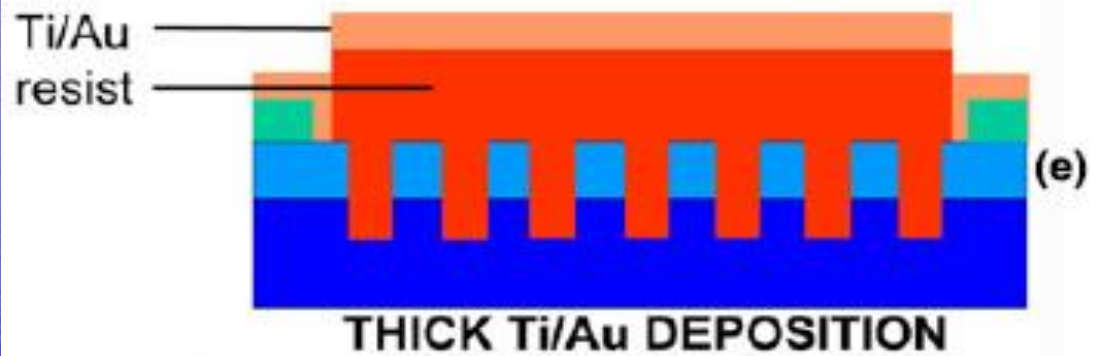
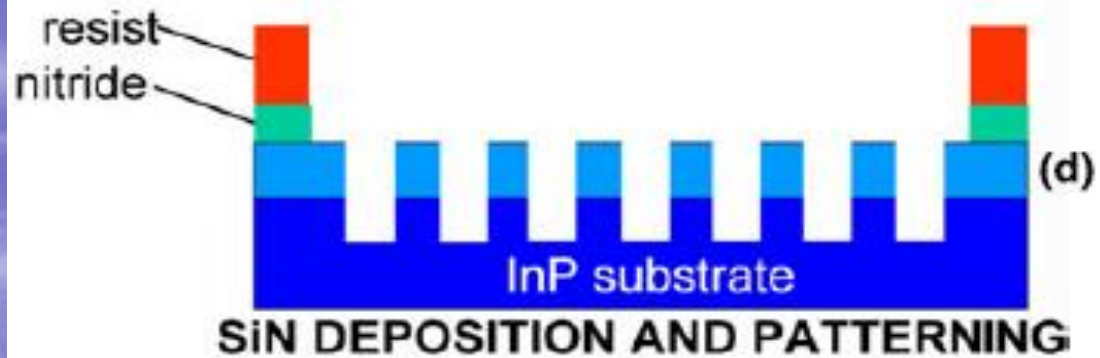
E-BEAM EXPOSE AND DEVELOP



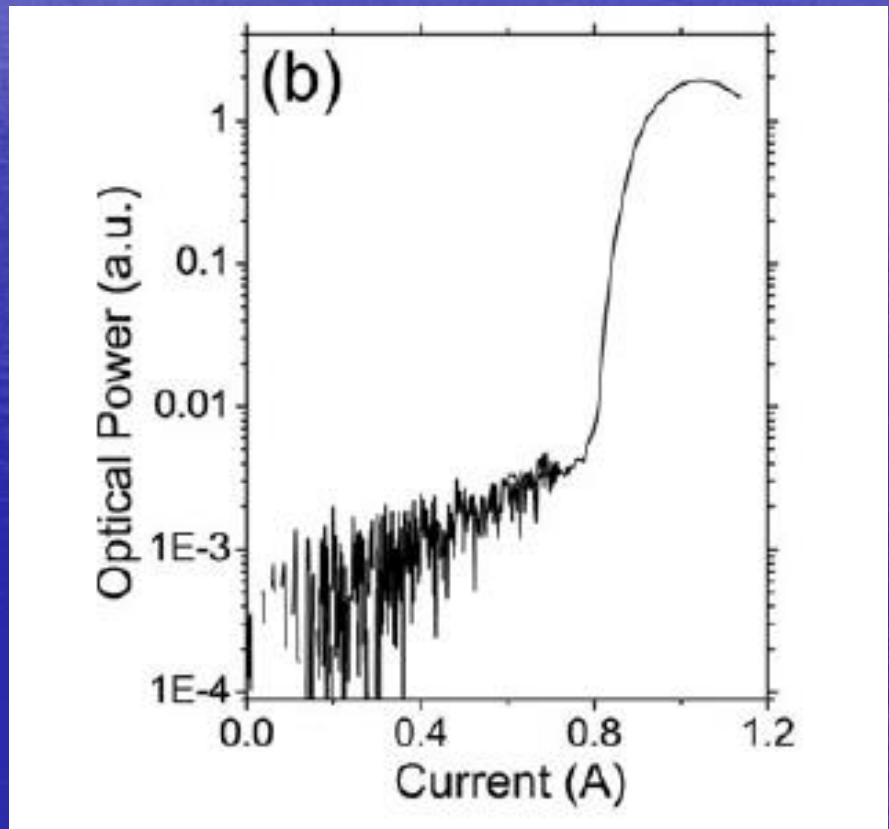
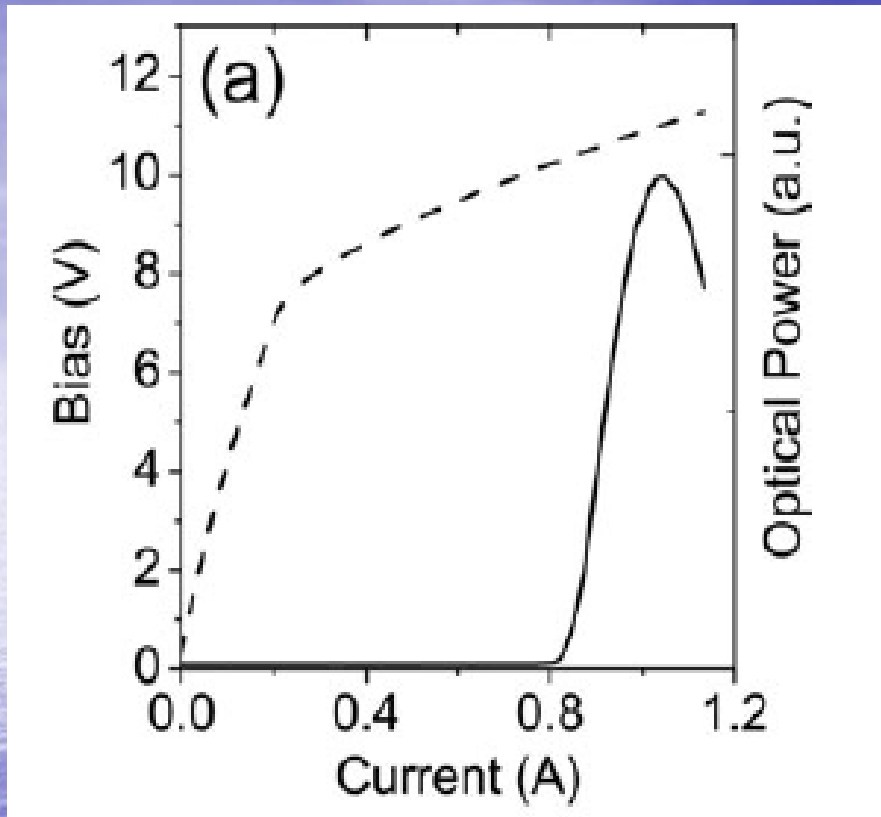
HARD MASK ETCH



QC LAYER ETCH



مشخصه های ولتاژ-جریان
توان-جریان



تصویر یک نمونه ی نهایی از قطعه

