

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

آخرین دستاوردهای بهبود لیزر های چاه کوانتومی کرنشی رشد داده شده توسط روش MOVPE

سمینار درس الکترونیک نوری

استاد:

دکتر محمدنژاد

آذرماه ۹۴

مقدمه

روش MOVPE

بهینه سازی لیزرهای چاه کوانتومی کرنشی رشد داده شده توسط روش
MOVPE

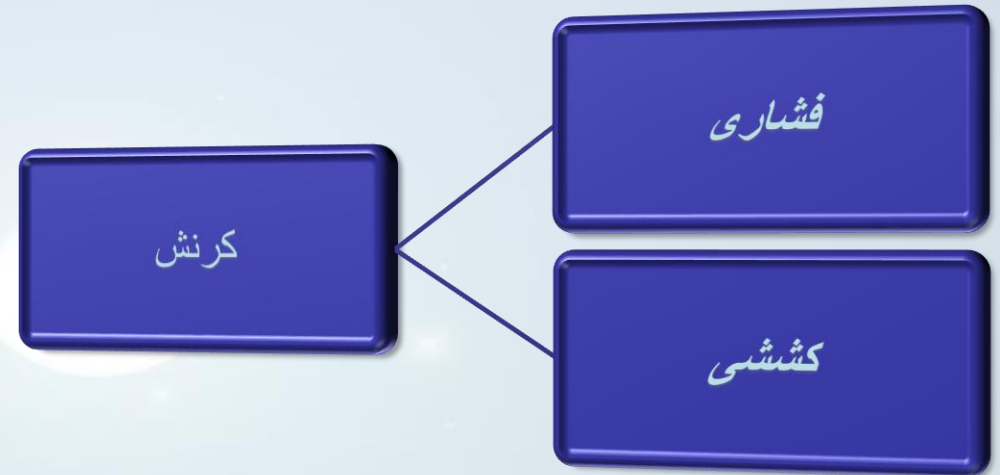
جمع بندی

مقدمه

کرنش در باند هدایت نیمه هادی های III/V باعث تغییر مکان لبه باند میشود

اثر کرنش در باند ظرفیت شدیدتر است و در ازای تغییرات گاف انرژی اختلاف انرژی بین حفره های های سبک و سنگین تغییر می کند

- افزایش بهره تفاضلی
- دسترسی به لیزر تک مود در جریان های تزریقی کمتر
- جفت شدن باند های حفره سنگین با مود TE
- جفت شدن باندهای حفره سبک با مود TM
- تغییر نرخ بازترکیب اوژه



در لیزرهای چاه کوانتومی منفرد چگالی جریان آستانه بسیار پایین است

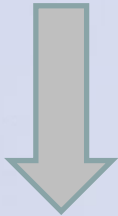
تعداد چاه های کوانتومی در لیزرهای با چاه کوانتومی متعدد بهره بالایی را فراهم می کند که تلفات زیاد آینه ها را در کاواک می پوشاند

معایب چاه های کوانتومی چندگانه

تزریق غیر یکنواخت

تولید نقص در چاه کوانتومی

مزیت لیزرهای چاه کوانتومی با بهره مود TE غالب



مشخصات بهتر مانند ضرایب بازترکیب تشعشعی بزرگتر و بهره تفاضلی بالاتر

روش MOVPE

نام دیگر آن MOCVD یا رسوب بخارات شیمیایی با ترکیبات آلی می باشد

در این روش هیدرات های گروه سوم جدول تناوبی با ترکیبات آلی بر روی یک بلور پایه که در دمای حدود ۷۰۰ درجه قرار دارد واکنش انجام می دهد

رشد بدون هیچگونه تعادل ترمودینامیکی به وجود می آید و نرخ رشد عموماً به وسیله نرخ ورود مواد در سطح رشد تعیین میشود

دارای قابلیت انعطاف فراوانی است و از ترکیبات مختلفی به عنوان مواد شروع می توان استفاده کرد

در فشار پایین کاملاً برای رشد لایه های کوچکتر از میکرو متر با ترکیبات و ضخامت یکنواخت مناسب می باشد

بهینه سازی لیزرهای چاه کوانتومی کرنشی رشد داده شده با MOVPE

عدم تطابق شبکه InGaAs و GaAs باعث به وجود آمدن مشکل در ساخت لیزرهای $1.1\mu\text{m}$ و بالاتر می شود

- لیزرهای نیمه هادی $1.3\mu\text{m}$ جز کلیدی ارتباطات نوری امروزه هستند
- این لیزرها عموماً روی *InP* ساخته می شوند. مشخصه دمایی ضعیف، عدم منعکس کننده های براگ (*bragg*) مناسب و قیمت بالا از معایب این لیزرها است

راه حل

بهینه سازی شرایط رشد

از لیزرهای
InGaAs/GaAs
استفاده شد

بهینه سازی شرایط رشد چاه های کوانتومی InGaAs

- به دلیل عدم تطابق شبکه InGaAs و GaAs دو مشکل به وجود می آید:

در رفتگی (threading dislocation)
ایجاد می شود



منجر به بازده لومینسانس چاه
InGaAs/GaAs ضعیف می شود

کرنش فشاری بین لایه های InGaAs و
GaAs

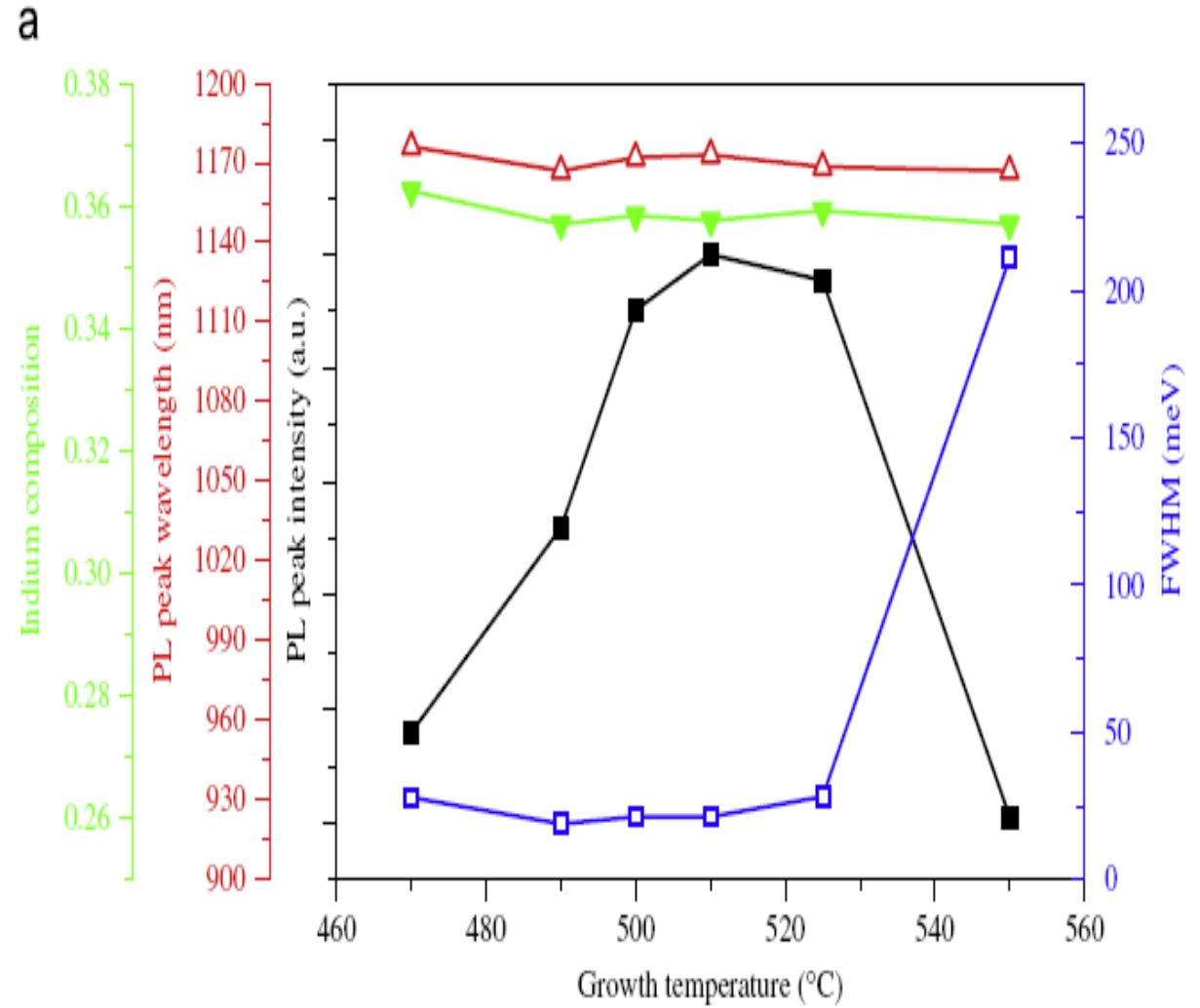


باعث ایجاد جزیره های نقص می شود



بهینه سازی شرایط رشد
چاه های کوانتومی توسط
MOVPE

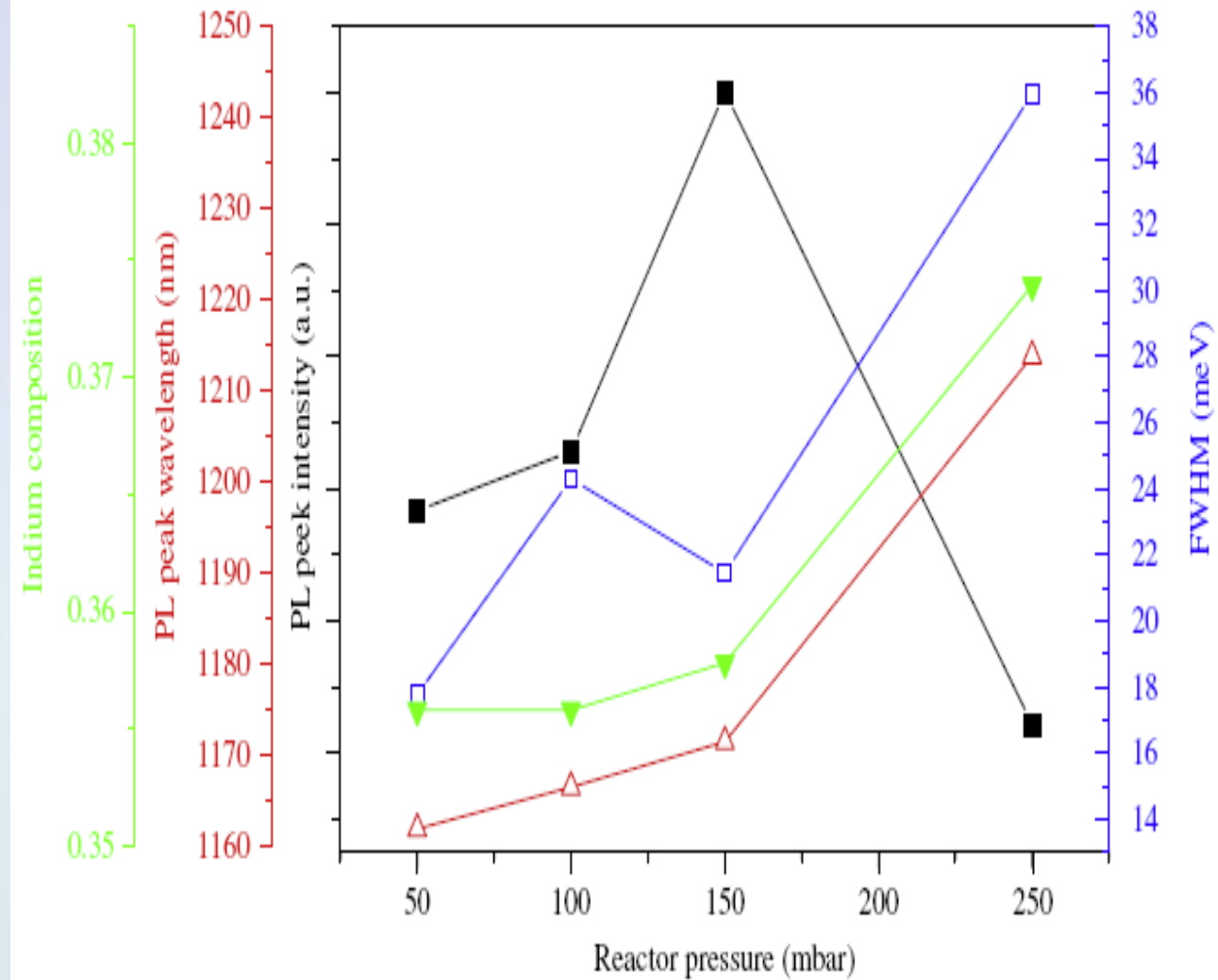
- با توجه به مشخصه PL بهترین دمای رشد 510 C می باشد
- در دمای پایین منجر به مشخصه نوری ضعیفی می شود



رآکتور فشار فاکتور مهم دیگری است که بر حرکت اتم های ایندیم بر سطح ویفر تاثیر می گذارد

در فشار رشد 150mbar شدت لومینسانس به حداکثر مقدار خود می رسد

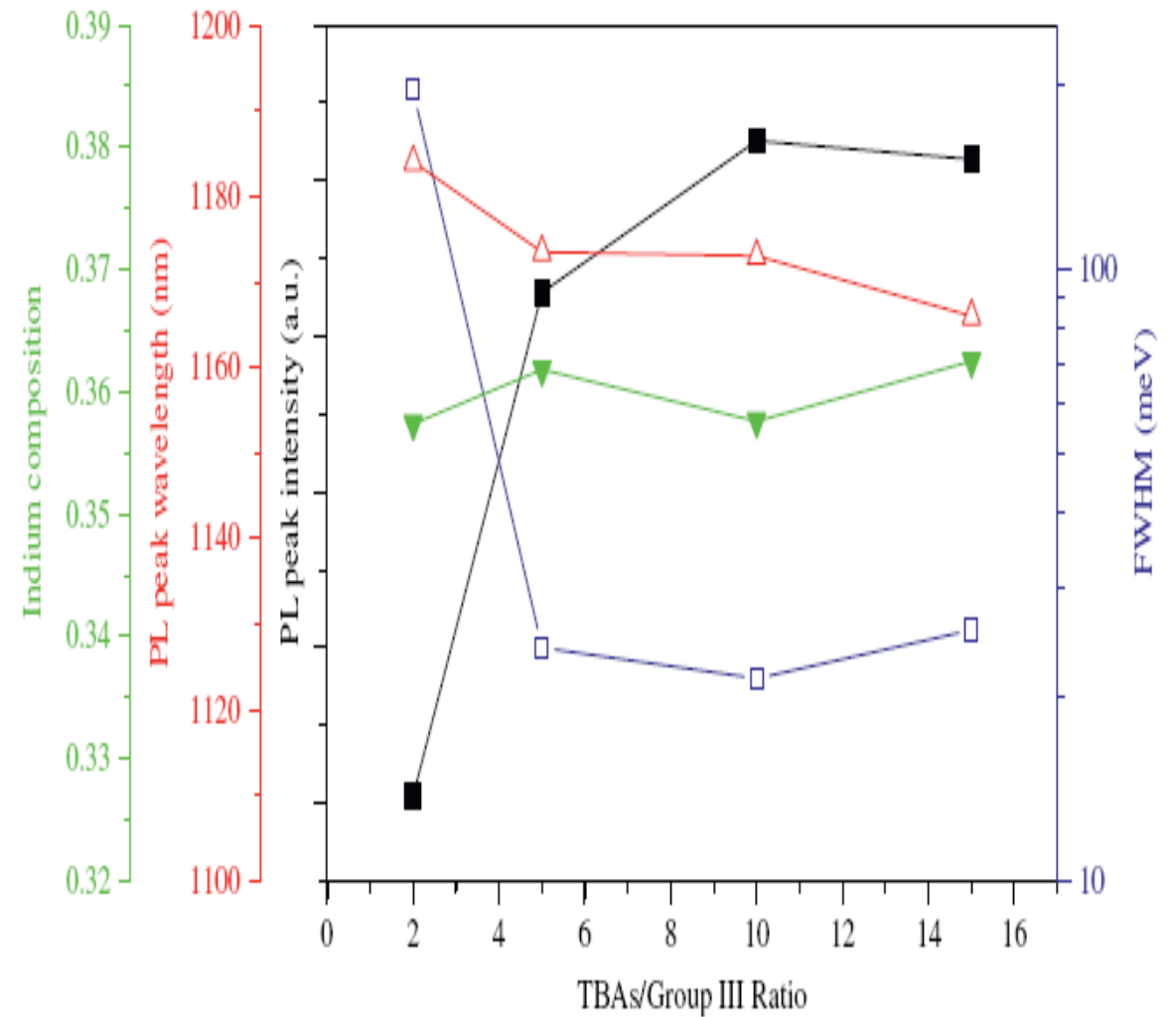
نسبت گروه V/III باعث کاهش حرکت اتم های ایندیم و از بین بردن جزیره های نقص می شود



برای نسبت های TBAs/III بزرگتر از ۵ میبینیم که تقریباً FWHM و دیگر شدت ها در مقدار ثابتی می مانند

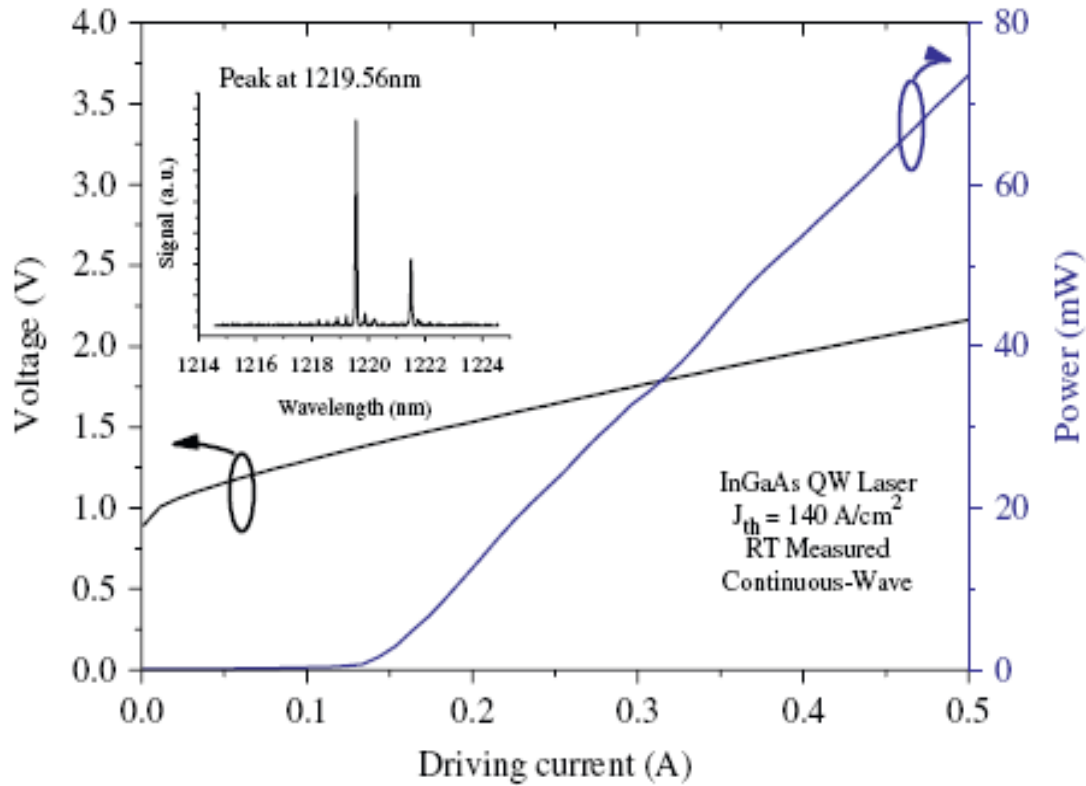
TBAs:tertiarybutylarsine

FWHM:full width half maximum

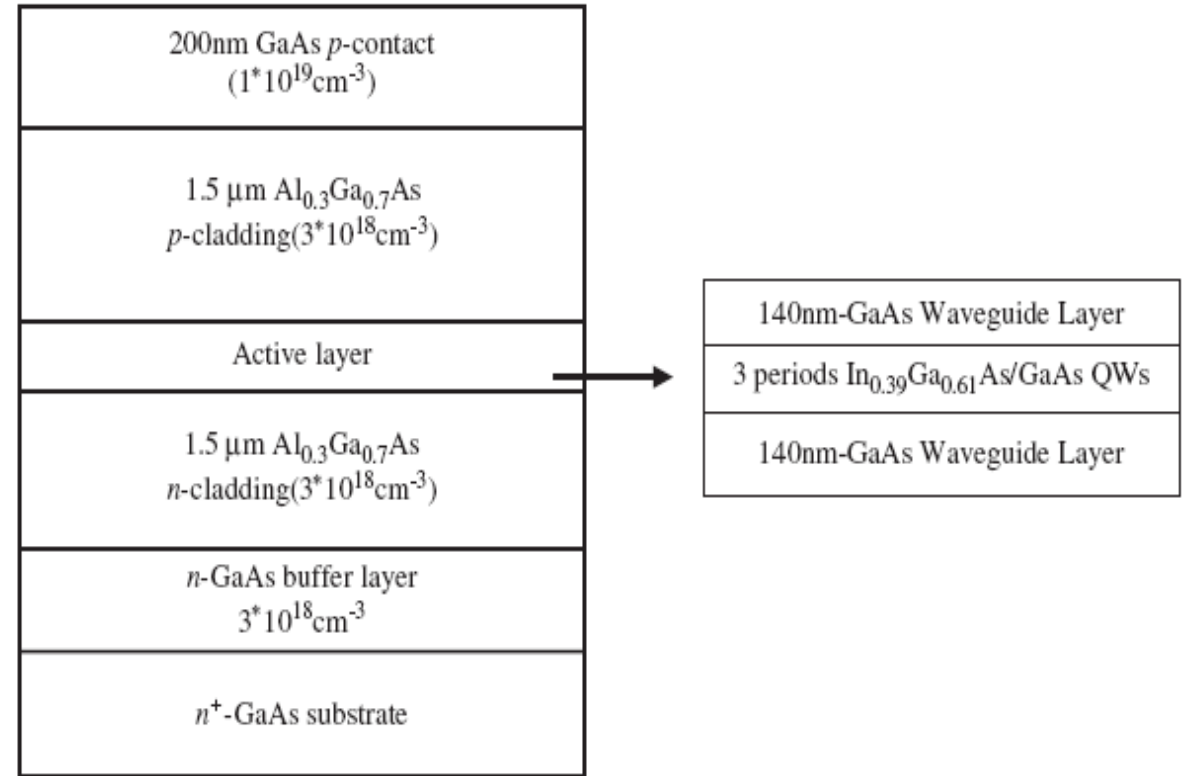


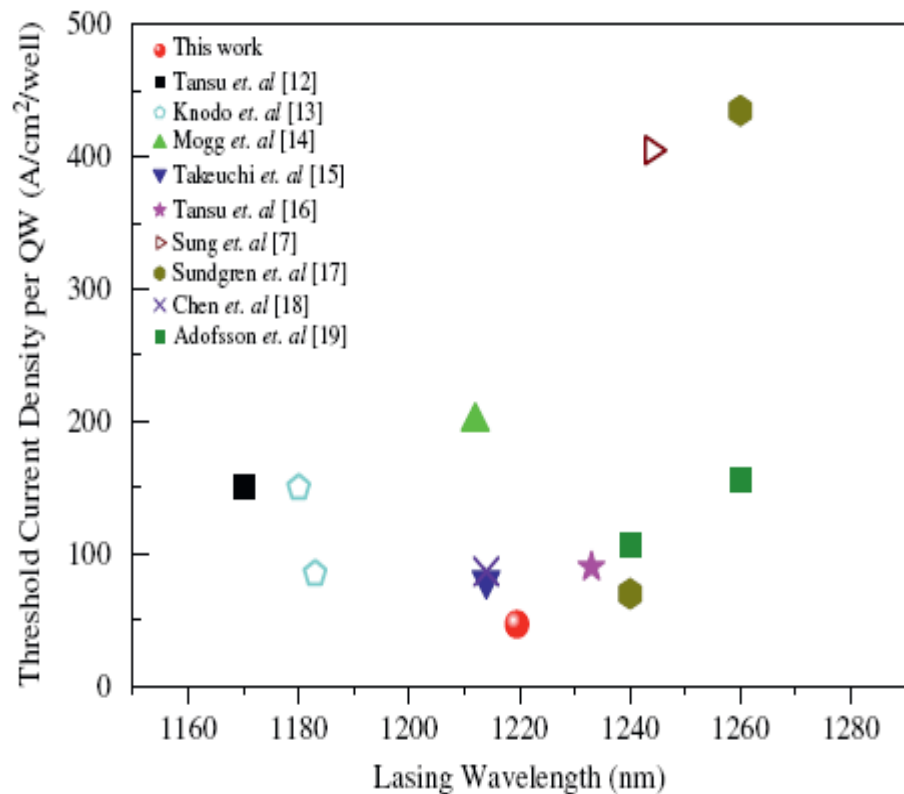
لیزرهای کنارگسیل کرنشی InGaAs

منحنی مشخصه و طیف لیزری در مود CW



شماتیک لیزر پیشنهادی



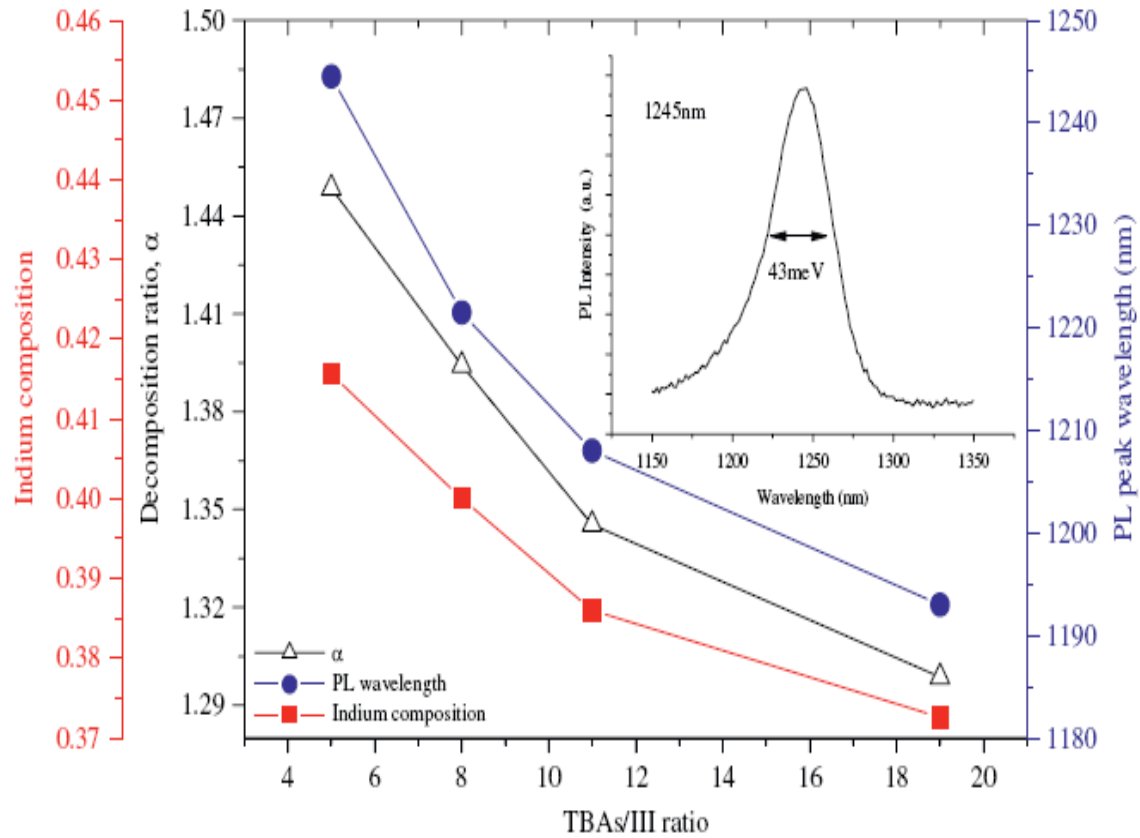


- چگالی جریان ترشولد 140 mA/cm^2 می باشد

- چگالی جریان ترشولد نرمالیزه شده در هر چاه کوانتومی برابر $46.7 \text{ A/cm}^2/\text{QW}$ می باشد که کمترین مقدار در میان مقادیر گزارش شده قبلی می باشد

- نمودار روبرو نشان می دهد که لیزر پیشنهادی کمترین مقدار چگالی جریان ترشولد را نسبت به بقیه دارد که کیفیت کریستال لیزر عالی دارد.

چاه های InGaAs با طول موج بزرگتر



نسبت decomposition با کاهش TBAs/III افزایش می یابد که منجر به ترکیب ایندیم بیشتر می شود
مقدار انتخابی برای این نسبت ۵ می باشد که طول موج 1245nm را در اختیار قرار میدهد

جمع بندی

پارامترهای رشد اپیتکسی بهینه سازی شد

چگالی جریان در هر چاه $46.7A/cm^2$ بود که کمترین مقدار به دست آورده شده بود

با کاهش نسبت TBAs/III تا ۵ طول موج $1245nm$ و FWHM نیز $43 meV$ شد

این مشخصه های خوب نشان می دهد که لیزرهای چاه کوانتومی کرنشی می توانند جایگزین لیزرهای InP شوند

ممنون از توجه شما