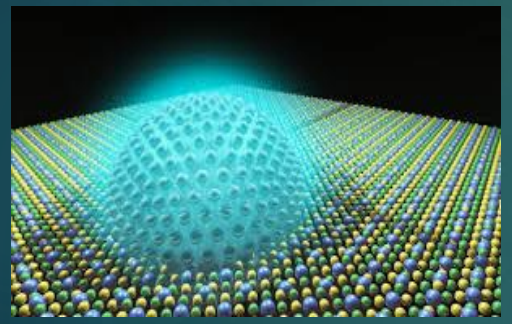
بسم الله الرَّحمن الرَّحيم

ساختارها و ادوات نانو مبتنی بر Qdots و Qdashes InP/InAs



سمینار درس
نانوالکترونیک

استاد: آقای دکتر شهرام محمد نژاد

خرداد ۹۶

فهرست مطالب

مقدمه

نقطه کوانتومی

دش های کوانتومی

ویژگی ها

فناوری ساخت

کاربردها

معرفی

مواد نانو شامل فلز، نیمه هادی و عایق هستند که حداقل یکی از ابعادشان در مقیاس نانو می باشد.

مواد نانو ویژگی های متفاوتی در مقایسه با مواد حجمی از خود نشان می دهند.

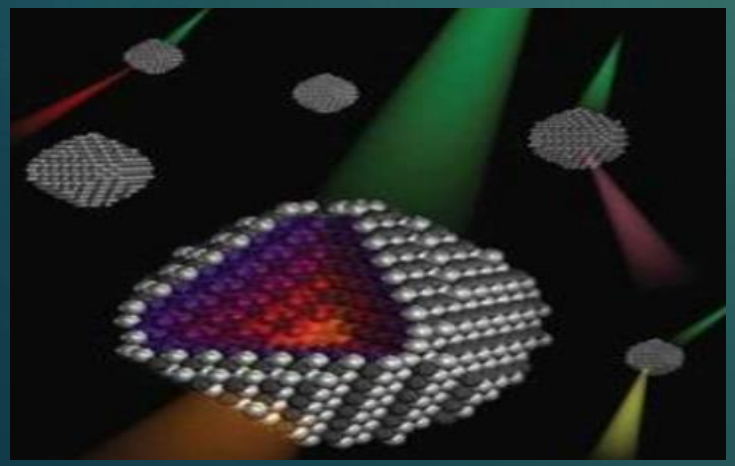
زمانی که اندازه ماده به طور پیوسته از ابعاد بزرگ به ابعاد کوچک تغییر کند و به اندازه زیر ۱۰۰ نانومتر برسیم، تغییرات شگرفی در ویژگی ها رخ می دهد.

خواص ماده با قوانین فیزیک کلاسیک قابل توجیه نیست

مقدمه
نقطه کوانتومی
دش های کوانتومی
ویژگی ها
فناوری ساخت
کاربردها

نقطه کوانتومی چیست؟؟

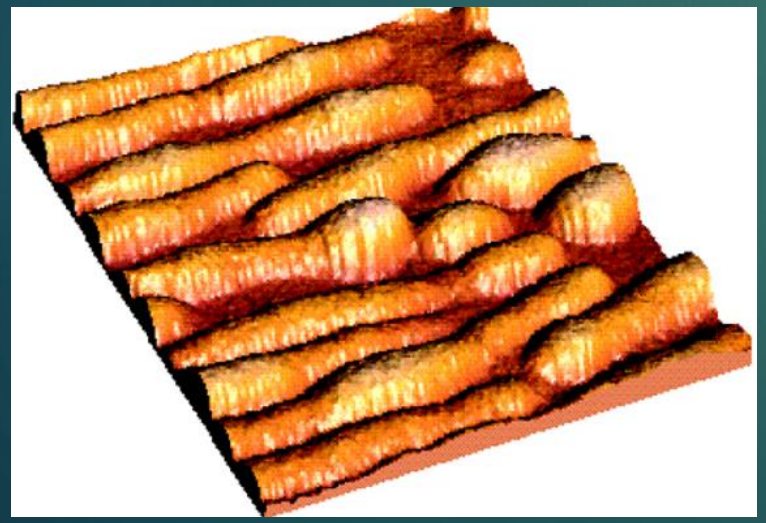
- نقاط کوانتومی، نانوذرات نیمه هادی، با ابعادی بین یک تا ده نانومتر
- هر سه بعد در مقیاس نانومتر می رسد
- خواص نوری منحصر به فردی دارند
- نقطه کوانتومی InP، گسیلی در ناحیه طیف مرئی تا مادون قرمز دور



مقدمه
نقطه کوانتومی
دش های کوانتومی
ویژگی ها
فناوری ساخت
کاربردها

دش کوانتومی چیست؟؟

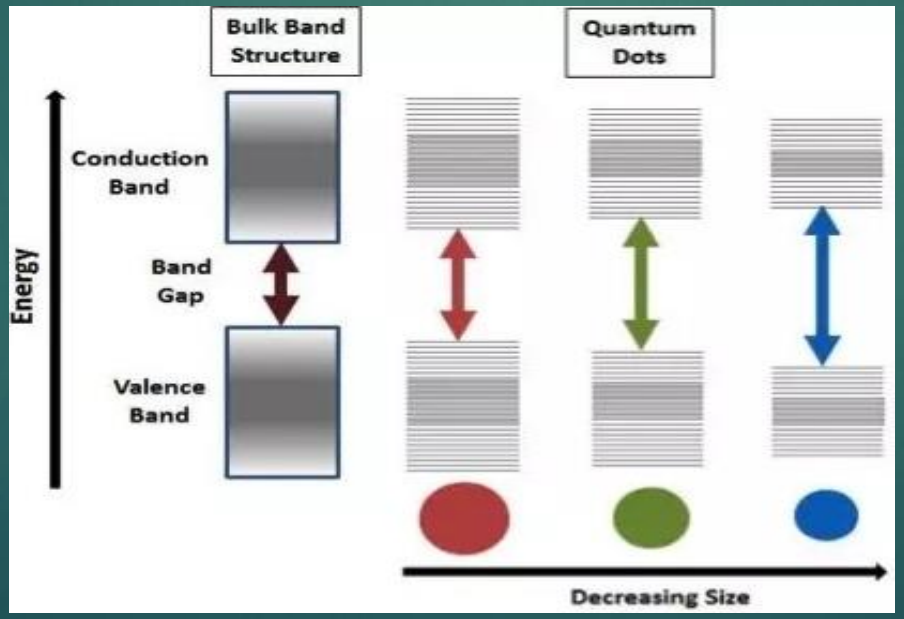
- دش های کوانتومی یک نانوساختار کشیده شده می باشد
- همانند یک نقطه کوانتومی کم عمق (۴-۳nm × ۲۰-۱۰nm) است
- طول آن صدها نانومتر می باشد
- دش های کوانتومی از خواص متوسط سیم ها و نقطه های کوانتومی برخوردار می باشند



مقدمه
نقطه کوانتومی
دش های کوانتومی
ویژگی ها
فناوری ساخت
کاربردها

خصوصیت نقطه کوانتومی

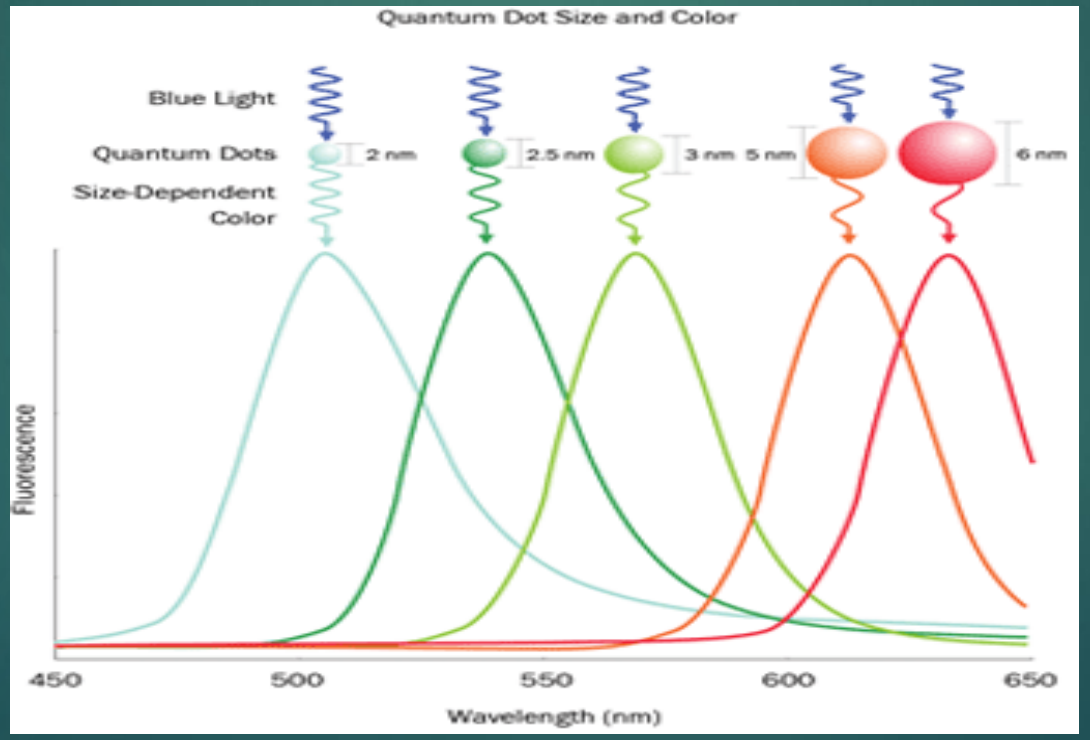
- تراز انرژی گسسته
- نقطه کوانتومی، اتم مصنوعی
- گاف انرژي نقاط كوانتومي بيشتر از ماده در حالت حجمی



مقدمه
نقطه کوانتومی
دش های کوانتومی
ویژگی ها
فناوری ساخت
کاربردها

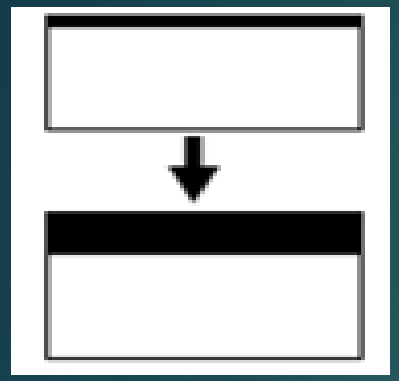
خصوصیت نقطه کوانتومی

- با کنترل ابعاد نقاط کوانتومی، میدان الکترومغناطیسی، نور را در رنگ‌ها و طول موج‌های مختلف، منتشر می کند



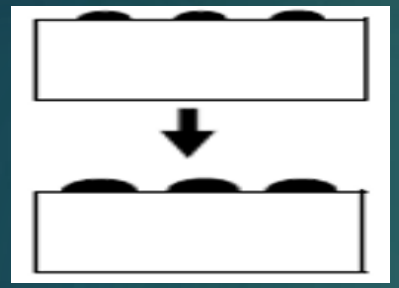
مقدمه
نقطه کوانتومی
دش های کوانتومی
ویژگی ها
فناوری ساخت
کاربردها

روش های ساخت



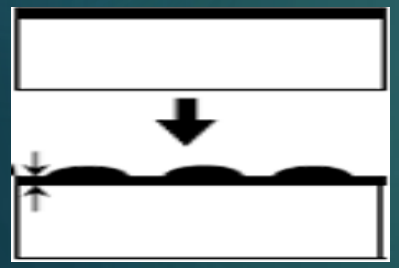
رشد لایه به لایه یا FM

- زمانی که تطابق ثوابت شبکه بر قرار باشد



رشد جزیره ای یا VW

- زمانی اختلاف ثابت های شبکه یا انرژی سطحی بین لایه رونشستی و لایه بستر زیاد باشد



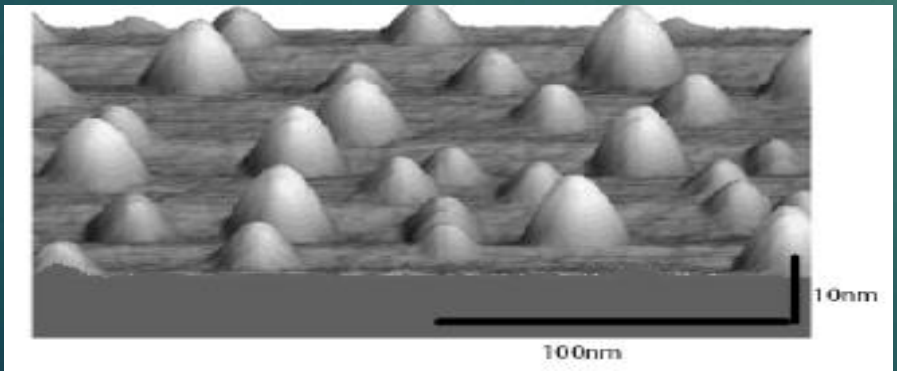
رشد لایه لایه همراه با تشکیل جزایر یا SK

- در صورتی که عدم تطابق ثابت های شبکه کم باشد

مقدمه
نقطه کوانتومی
دش های کوانتومی
ویژگی ها
فناوری ساخت
کاربردها

فرآیند رشد نقاط کوانتومی InAs بر روی InP

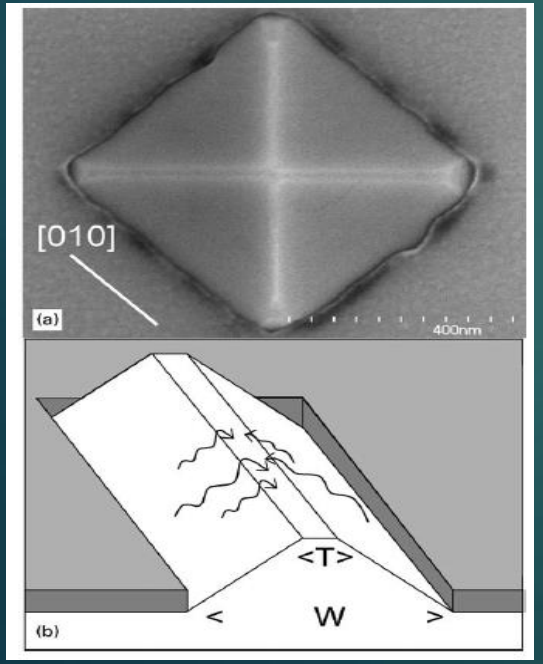
- فرایند به روش Stranski-krastanov (SK)
- نقاط کوانتومی InAs روی زیر لایه InP
- نقاط کوانتومی خود ساخت با ارتفاع های بین ۱ تا ۱۰ نانومتر و عرض هایی بین ۱۰ تا ۶۰ نانومتر

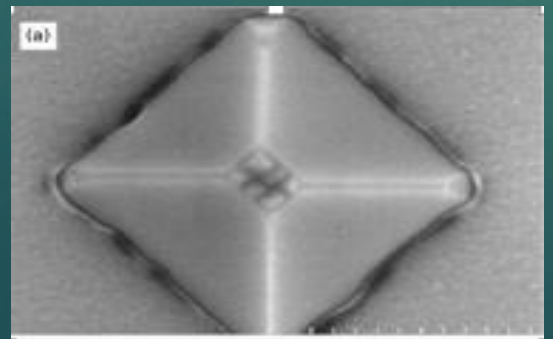


مقدمه
نقطه کوانتومی
دش های کوانتومی
ویژگی ها
فناوری ساخت
کاربردها

فرآیند رشد نقاط کوانتومی InAs بر روی InP

- الگوی زیر لایه InP (۰۰۱)
- قبل از رشد، زدایش مرطوب InP برای حذف آلودگی های سطحی
- پنجره روی لایه SiO_2
- رشد مجدد توسط اپیتکسی پرتو شیمیایی
- تشکیل هرمی در جهت (۰۱۱)





مقدمه
نقطه کوانتومی
دش های کوانتومی
ویژگی ها
فناوری ساخت
کاربردها

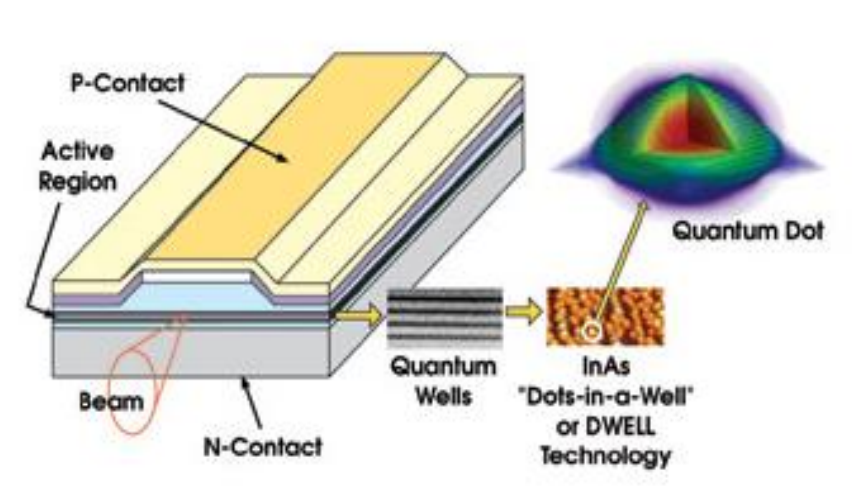
کاربردها

- ✓ کاربردهای بیولوژیکی
- ✓ سلول های خورشیدی
- ✓ دیودهای نورانی سفید
- ✓ لیزرها
- ✓ آشکارساز های مادون قرمز

مقدمه
نقطه کوانتومی
دش های کوانتومی
ویژگی ها
فناوری ساخت
کاربردها

لیزر

- اجزای کلیدی برای سیستم های ارتباطات نوری
- پیشرفت قابل توجه در عملکردشان به لطف ساختارهای صفر بعدی نقطه کوانتومی
- خصوصیات جذاب لیزرهای ساخته شده از نقاط کوانتومی خود ساخت:



- ✓ جریان آستانه پایین
- ✓ جیر جیر کم
- ✓ ضریب بهبود پهنای خط کوچک

مقدمه
نقطه کوانتومی
دش های کوانتومی
ویژگی ها
فناوری ساخت
کاربردها

لیزر

رشد نانوساختارهای خود ساخت روی زیر لایه های InP منجر به کشف دش های کوانتومی شد.

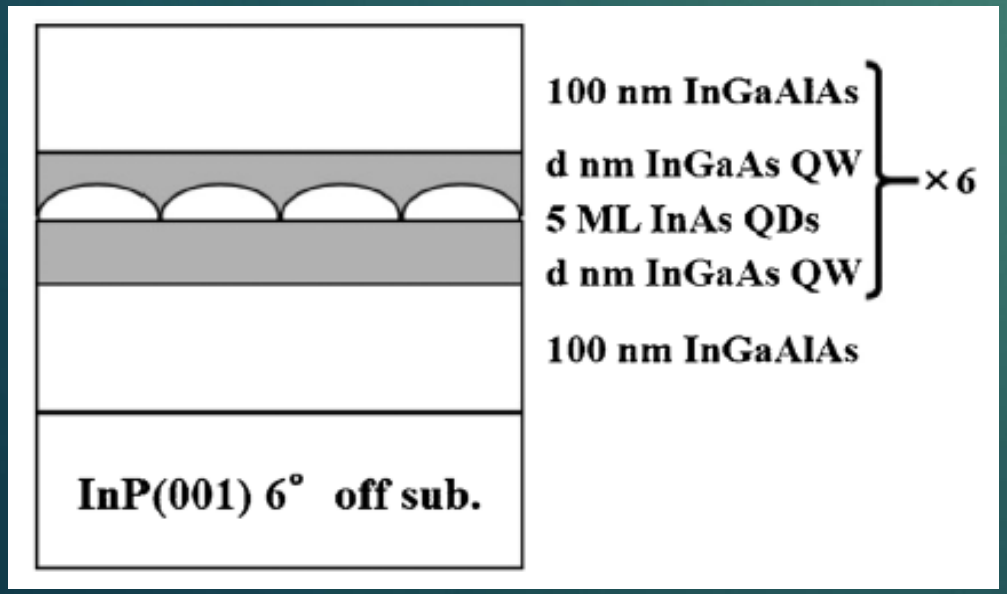
ویژگی لیزرها با دش کوانتومی:

- ✓ در دمای اتاق طول موجی حدود ۱/۷۸ میکرومتر
- ✓ جریان آستانه پایین
- ✓ طیف بهره عریض
- ✓ پایداری طول موج بالا

مقدمه
نقطه کوانتومی
دش های کوانتومی
ویژگی ها
فناوری ساخت
کاربردها

فرآیند ساخت لیزر

- شکل گیری نقاط کوانتومی InAs با استفاده از تکنیک خود ساخت در چاه کوانتومی
- ثابت شبکه InGaAs و $In_{0.52}Ga_{0.24}Al_{0.24}As$ به عنوان سد با زیر لایه InP تطبیق یافته
- رشد چاه کوانتومی با ضخامت d و ۵ نقطه کوانتومی InAs تک لایه

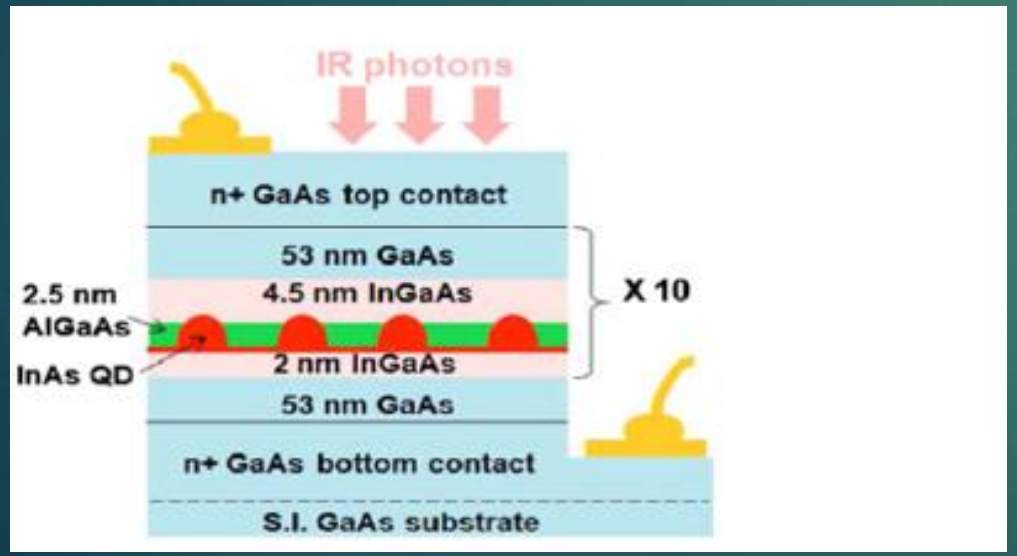


مقدمه
نقطه کوانتومی
دش های کوانتومی
ویژگی ها
فناوری ساخت
کاربردها

آشکارسازهای نوری

محدودیت حامل ها در سه بعد خواص منحصر به فردی را برای آشکارسازها فراهم می کند

- ✓ جریان تاریک کمتری
- ✓ در دمای بالاتری عمل کند



مقدمه
نقطه کوانتومی
دش های کوانتومی
ویژگی ها
فناوری ساخت
کاربردها

جمع بندی

- نانوساختار صفربعدی و شبه صفر بعدی گروه منحصر به فردی از نیمه هادی ها هستند که به علت بسیار کوچک بودن آنها رفتار متفاوت با انعطاف پذیری بی سابقه و توانایی که قبلا در علوم و تکنولوژی دیده نشده بود را از خود نشان می دهند.
- اتمهای مصنوعی بوجود آمده توسط نقاط کوانتومی قابلیت پیوند با دیگر اتم ها را دارا هستند که این مسئله منجر به تولید مولکول های مصنوعی و در نهایت مواد مصنوعی خواهد گردید.
- پیشرفت های اخیرInP/InAs مبتنی بر ساختار نقطه کوانتومی و دش کوانتومی بودند.
- از نظر پیاده سازی در ادوات، این نانوساختارها در رشد فزاینده ارتباطات اینترنتی و موبایلی در مواردی مانند پهنای باند، مصرف انرژی و هزینه مفید بودند.

باتشکر از توجه شما