

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

لیزرهای چاه های کوانتومی بهبود داده شده با پلاسمونیک



استاد: پرفسور شهرام محمدنژاد

دانشکده مهندسی برق و الکترونیک دانشگاه علم و صنعت ایران

لیزرهای چاه های کوانتومی بهبود داده شده با پلاسمونیک

فهرست:

- علم پلاسمونیک
- لیزرهای چاه کوانتومی
- لیزرهای چاه کوانتومی بهبود داده شده با پلاسمونیک
- نتیجه گیری

علم پلاسمونیک

پلاسمونیک فرآیند برهمکنش بین امواج الکترومغناطیس و الکترون های رسانش در فلزات در نانو ساختارهایی متشکل از فلز-دی الکتریک که ابعاد آنها زیر طول موج تحریکی باشد، می باشد که به دو جزء تقسیم می شود:

(۱) پلاسمون های سطحی (Surface Plasmon)

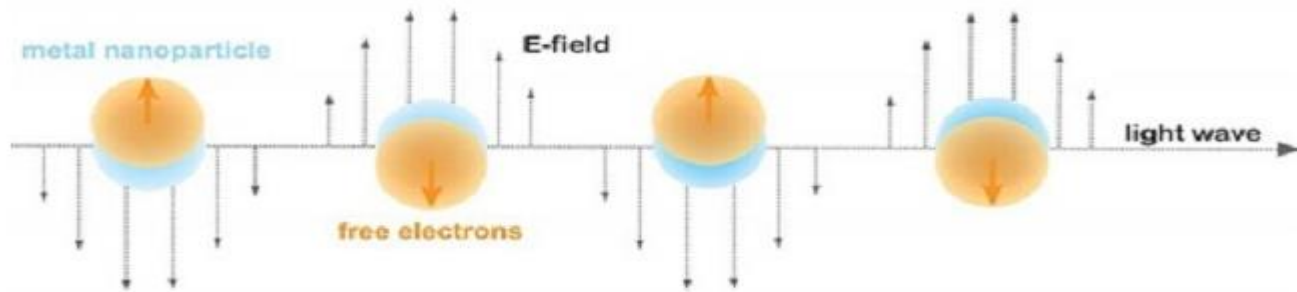
• پلاسمون های سطحی موضعی (Localized Surface Plasmon)

(۲) پلاسمون پلاریتون های سطحی (Surface Plasmon Polariton)

علم پلاسمونیک

پلاسمون های سطحی:

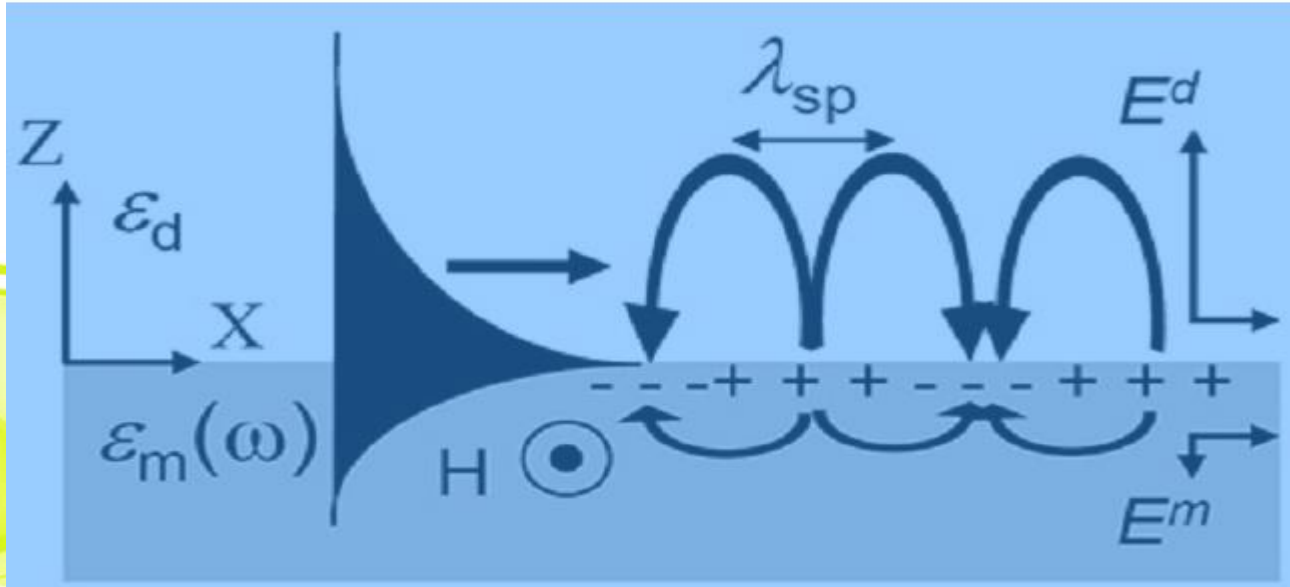
تشدید پلاسمون های سطحی، نوسان های هماهنگ و تجمعی الکترون های فلزی است که توسط پرتو تابشی تحریک شده است. شرط نوسان به این صورت است که فرکانس فوتون های پرتو تابش شده با فرکانس طبیعی الکترون های سطحی (که برای غلبه بر نیروی هسته مرکزی است) یکسان شود. تشدید پلاسمون های سطحی در ساختار های با ابعاد نانومتری، تشدید پلاسمون های سطحی موضعی (Localized Surface Plasmon Resonance) نامیده می شود.



شکل 1- نوسان الکترون های سطحی و الگوی میدان الکتریکی اطراف آنها

علم پلاسمونیک

- پلاریتون پلاسمون های سطحی یا SPP تحریک های الکترومغناطیسی هستند که به الکترون های آزاد جمع شونده و نوسان کننده سطحی در فلزات تزویج می شوند تا بتوانند به طور طولی در سطح تقاطع فلز دی الکتریک انتشار یابند.
- علت حائز اهمیت بودن پلاسمون پلاریتون های سطحی توانایی آن ها در تمرکز دادن میدان الکترومغناطیسی است



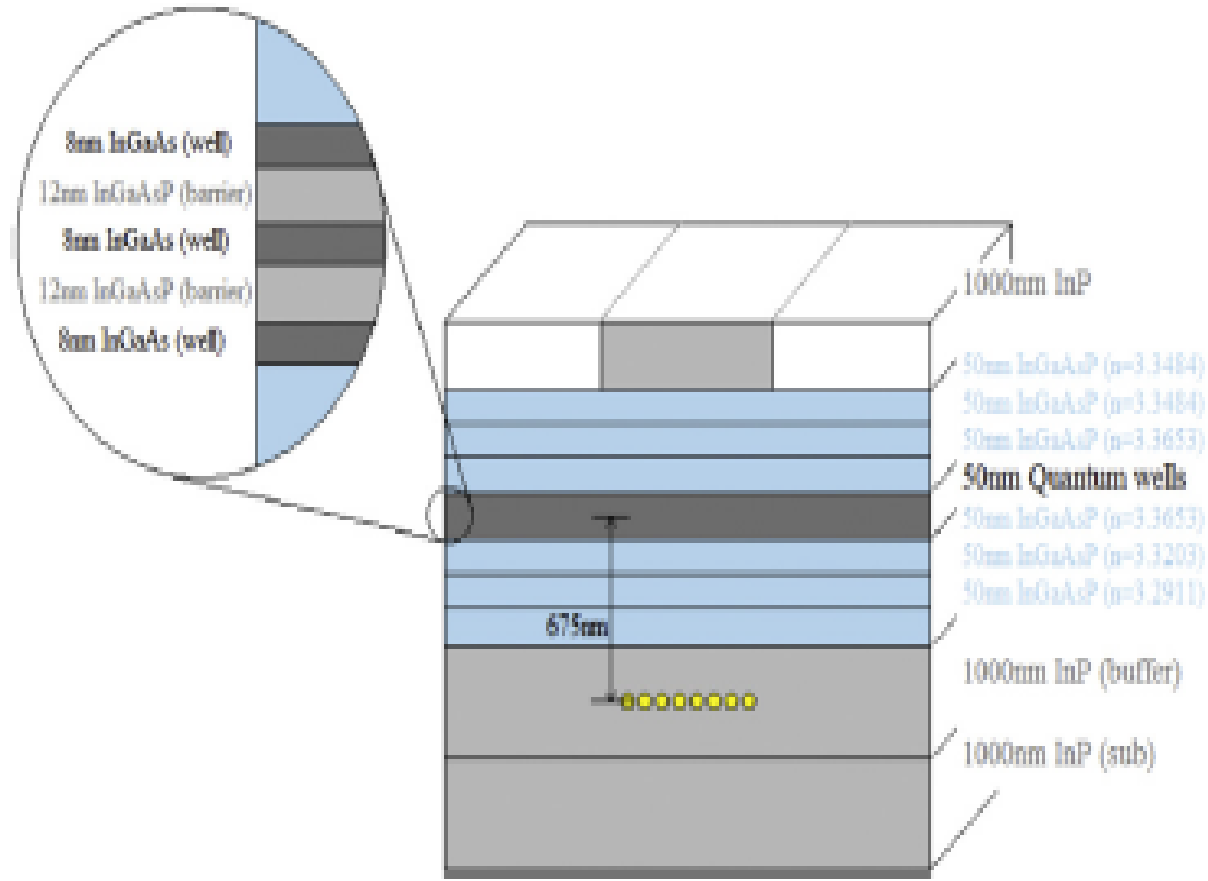
شکل 2- نمایی از ایجاد اجزای میدان الکترومغناطیسی پلاسمون های سطحی در سطح تماس فلز-دی الکتریک

لیزرهای چاه کوانتومی

ویژگی های لیزر چاه کوانتومی:

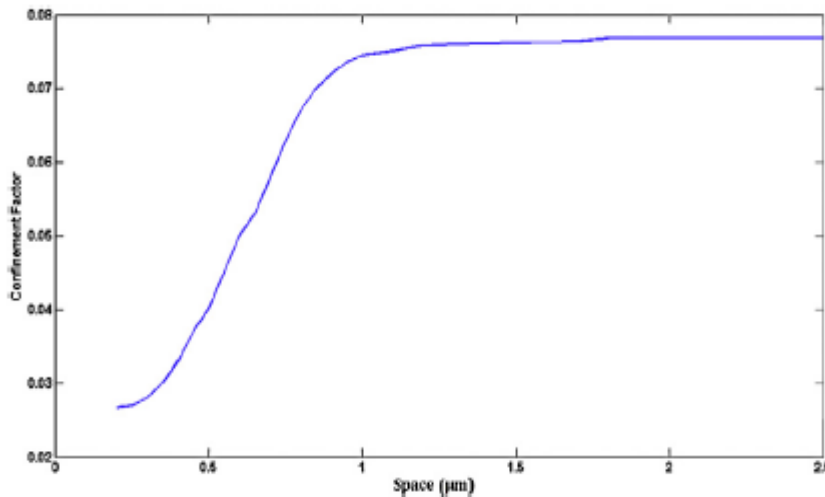
- جریان آستانه کم
- پهنای باند مدولاسیون کم
- پهنای خط باریک
- گین نوری بالا

لیزر چاه کوانتومی بهبود داده شده با پلاسمونیک



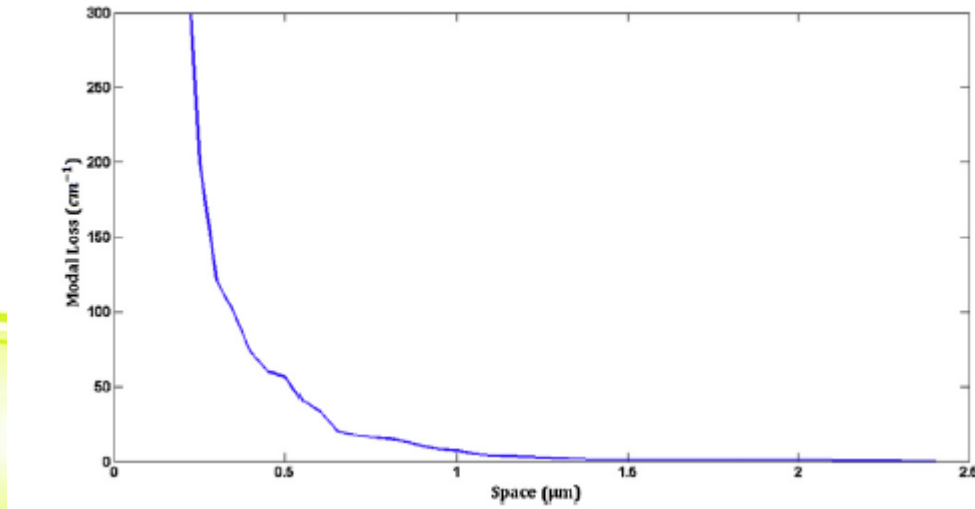
تأثير پلاسمونيك بر روى فاکتور تحديد ليزر

$$\Gamma = \frac{\int_s^h |E_y|^2 dy}{\int_{-\infty}^{\infty} |E_y|^2 dy}$$



تأثير پلاسمونيك بر روى تلفات ناشى از جذب

تلفات ناشى از جذب مستقيما ابه قسمت موهومی ضريب شکست وابسته است و می توان آن را مستقيما با نرم افزار comsol بدست می آید



تأثیر پلاسمونیک بر روی جریان آستانه

جریان آستانه: جریانی که اگر تزریق بیشتر از آن شود پرتو های لیزر به بیرون ساطع می شود

$$J_{th} = J_0 \exp \left(2 \times \frac{(\alpha_m + (1/2L)\ln(1/R^2))}{\Gamma \times g_0} \right)$$

$$J_0 = qwB_{eff}N_0^2$$

$$B_{eff} = 15 \times 10^{-10} \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1}$$

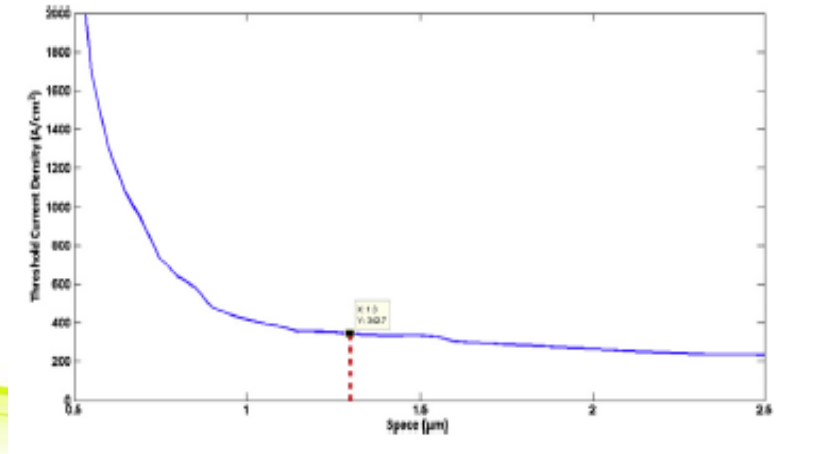
$$L = 500 \text{ } \mu\text{m}$$

$$N_0 = 1.17 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$$

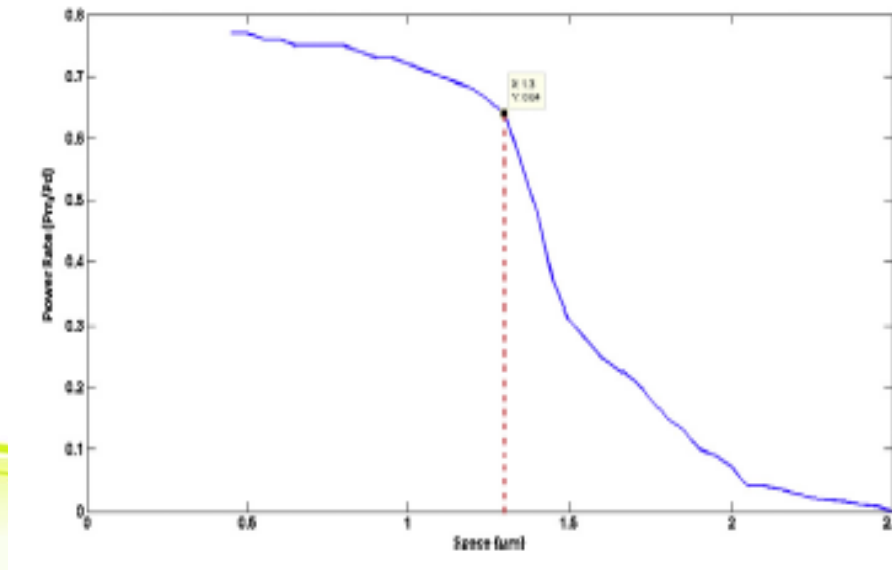
$$g_0 = 1575 \text{ cm}^{-1}$$

$$R = 0.3$$

تأثير پلاسمونیک بر روی جریان آستانه



تأثير پلاسمونيك بر روى نرخ توان



نتیجه گیری

ما ساختار جدیدی مطرح کردیم که در آن لایه ای از نانو ذرات طلا زیر ناحیه فعال لیزر چاه کوانتومی قرار دادیم و تاثیر فاصله این نانوذرات تا ناحیه فعال لیزر بر روی مشخصات لیزر را بررسی کردیم و توانستیم ساختاری بدست بآوریم با جریان آستانه کم و تلفات کم و نرخ توان بالا که این بهترین مشخصات لیزر است.

منابع

- [1] B.R. Nag, Physics of Quantum Well Devices, in: Institute of Radio Physics and Electronics, Calcutta University, Kluwer Academic Publishers, Calcutta, India, 2000
- [2] T. Numai, Fundamentals of Semiconductor Lasers, Springer, Verlag New York, Inc., 2004
- [3] A. Boltasseva, T. Nikolajsen, K. Leosson, K. Kjaer, M.S. Larsen, S.I. Bozhevolnyi, Integrated optical components utilizing long-range surface plasmon polaritons, J. Lightwave Technol. 23 (2005) 413–422
- [4] R. Charbonneau, P. Berini, E. Berolo, E.L. Shrzek, Experimental observation of plasmon polariton waves supported by a thin metal film of finite width, Opt. Lett. 25 (2000) 844–846

پرسش و پاسخ



با تشکر از توجه شما