جامعة الموصل

كلية التربية للعلوم

الصرفة

تصميم ليزر نانو واير ZnO بوجود عاكسات براك الموزعة DBR

أحمد علي أحمد رشو

رساله ماجستير

الفيزياء

بإشراف

المدرس

الدكتور رافد أحمد عبد الله

1440هـ

2019 م

تصميم ليزر نانو واير ZnO بوجود عاكسات براك الموزعة DBR

الخلاصة :

في هذه الدراسة النظرية ، تم تصميم ثلاثة نماذج من ليزر نانو واير ZnO ، التصميم الأول هو ليزر نانو واير ZnO من دون عاكسات براك الموزعة (DBR) ، كتصميم قياسي لغرض المقارنة، التصميم الثاني هو ليزر نانو واير ZnO مع DBR منفرد ، والتصميم الثالث هو ليزر نانو واير ZnO مع DBR مضاعف .

التصميم الأول ، وهو ليزر نانو واير ZnO من دون DBR ، وقد صُمم ليعمل بنمط منفرد وبدرجة حرارة الغرفة وبالأسلوب المستمر، القطر الحرج لليزر النانو واير ZnO لكي يعمل بنمط منفرد قد تم حسابه ووجد أنه بين nm (128-53.5) ، وأن عدد النانو واير قد تم حسابها ضمن مساحة تصميم أبعادها μm (21.25 × 21.25) ، وإن هذه الأسلاك النانوية تعمل كتجاويف فابرو–بيروت (F-P) ، وكل نانو واير يحتوي في نهايتيه على وجهين يعملان كمرآتين عاكستين وقد تم تطبيق معادلات المعدل للنمط المنفرد على هذا التصميم. وأظهرت نتائج المحاكاة العددية أن تيار حد عتبة بحدود 53 mA ، والقدرة الخارجة بحدود 30 mW عند تيار انحياز قدره 70 mA، وإن عدد الفوتونات بحدود 750 , وإن عامل النوعية لهذا النوع من ليزر النانو واير هو 199.

التصميم الثاني ، وهو ليزر نانو واير ZnO مع DBR منفرد مكون من عدة أزواج من المواد SiO_2 و SiN_x على التوالي واللذان يعملان كمرآة خلفية ، وعدد هذه الأزواج هي من زوج واحد إلى 16 زوج ، وقد وجِد أن انعكاسية المرآة الخلفية قد إزدادت تدريجياً من 0.04 إلى 0.99 بزيادة عدد أزواج DBR ، التي تؤثر على تيار حد العتبة لهذا النوع من الليزر دايود ، حيث أن تيار حد العتبة هو دالة لعدد أزواج DBR ، وأن تيار حد العتبة يقل بزيادة عدد أزواج DBR، وإن نتائج المحاكاة العددية اظهرت بأن تيار حد العتبة هو بحدود 46.5 mA عند 16 زوج من DBR ، وإن القدرة الخارجة هي بحدود 42 mW عند تيار انحياز 70 mA ، وإن عدد الفوتونات قد ازداد إلى 2.43×10^3 ، وإن عامل النوعية هو أيضاً قد ازداد من 199 إلى 262.2 إذ أن هذه النتائج تم مقارنتها مع نتائج التصميم الأول (ليزر نانو واير من دون DBR) .

التصميم الثالث، هو تصميم ليزر نانو واير ZnO مع زوج من DBR على نهايتي النانو واير ZnO حيث يعمل أحدهما كمرآة أمامية والآخر كمرآة خلفية ، وعند زيادة عدد الازواج من زوج

واحد إلى 16 زوج ، وقد أظهرت النتائج العددية أن لهذا التصميم تأثير كبير على خصائص الليزر دايود، وإن تيار حد العتبة عند 16 زوج قد قل إلى 37.5 mA ، بينما القدرة الخارجة قد ازدادت إلى 57.8 mW، عند تيار انحياز 70 mA ، وإن عدد الفوتونات قد ازداد كثيراً إلى 5.48×10^{7} ، بينما عامل النوعية قد ازداد من 199 إلى 1.26×10^{6} مقارنةً مع نتائج التصميم الأول الذي هو من دون DBR.

وإن هذه النتائج قد تم الحصول عليها من خلال إستخدام برنامج Matlab 2015a , بينما التصاميم قد تمت باستخدام برنامج 3D Max .

أخيراً قد تم مقارنة النتائج العددية المستحصلة من هذه الدراسة مع الدراسات العملية ذات العلاقة بالموضوع ووجِد تطابق جيد بينهما.

Design of ZnO Nanowire Laser with Distributed Bragg Reflectors DBR

Abstract

In this theoretical study, three ZnO nanowire lasers have been designed, first design is ZnO nanowire laser without distributed Bragg reflected (DBR) as a standard design for comparison purpose, second design is ZnO nanowire laser with single DBR, third design is ZnO nanowire laser with double DBRs.

Design one, it is ZnO nanowire laser without DBR, it is designed to operate by electrically pumped with single-mode at room temperature in CW mode. The critical diameter of ZnO nanowire for operating with single-mode is calculated and it is found to be between 50-128 nm. Number of nanowires is calculated through the area's dimensions of (21.25 × 21.25) μm. These ZnO nanowires work as Fabry-Perot (F-P) cavity, which they act as two mirrors. Single-mode rate equations have been applied on this design. Numerical simulation results show that threshold current is around 53 mA and the output power is around 30 mW at bias current of 70 mA, the number of photon is around 750 and quality factor is 199.

Design two, it is included of DBR on the design one, where DBR is included as pairs of SiN_x and SiO_2 and acting as rear mirror, these pairs assume to be ranged from 1 to 16 pairs. It is found that the reflectivity of the rear mirror is gradually increased from 0.04 to 0.99 depending on the DBR pair numbers, which has a potential influence on the threshold current of laser diode where threshold current is a function of DBR pairs and is reduced as DBR pairs increased. Numerical simulation result for 16 DBR pairs shows that threshold current is around 46.5 mA and laser output power is around 42 mW at bias current of 70 mA, the number of photon also increase to 2.43×10^3, quality factor also increases from 199 to 262.2, where these results as comparison to the NWL design without DBR (design one).

Design three, it is by including double DBRs on design one, where DBRs acts as front and rear mirrors, as pairs are ranged from 1 to 16 show extreme influences on the laser diode properties. Threshold current of laser diode with 16 pairs is reduced to 37.5 mA while the output power increase to 57.8 mW at the bias current of 70 mA, the number of photon also increase to more than 5.48×10^7, quality factor also increases from 199 to 1.26×10^6, where these results as comparison to the laser design without DBR (design one).

These results have been obtained by using Matlab program version 2015a, While the designs have been achieved by using 3D Max program.

Fainlly , The numerical simulation results are compared to the related experimental works and good agreement is found.

University of Mosul
College of Education
for Pure Science

Design of ZnO Nanowire Laser with Distributed Bragg Reflectors DBR

Ahmed Ali Ahmed Rasho

M.Sc. Thesis

Physics

Supervised by

Lecturer

Dr. Rafid Ahmed Abdullah

2019 A.D. 1440 A.H.