الجمـهورية الجزائريـة الديمقراطية الشـعبية

وزارة التـعليم العالي والبـحث العلمـي

جـامعة الـوادي

كـلية العـلوم والتكنولوجـيا

رقم الترتيب :
رقم التسلسل :

مذكرة تخرج لنيل شهادة

لـيسـانس أكـاديمي

مجال : علوم المادة فرع : فيزياء

تخصص : فيزياء الإشعاع

من إعداد : بن عمارة نصيرة

بكاكرة حنان

المـوضـوع :

ثنائي الليزر (وصلة غير متجانسة)

نوقشت يوم : 03/ 2014/06

أمام لجنة المناقشة المكونة من :

ميموني مراد	**رئيس**
لعياضي وداد	**مناقش**
محلو السعيد	**مؤطر**

الموسم الجامعي 2014/2013

الفهرس

فهرس الأشكال

المقدمة عامة

الفصل الأول: أشباه النواقل

مقدمة

I- 1 تعريف اشباه النواقل.....02

I-2 انواع اشباه النواقل.....02

I-2-1 شبه الناقل النقي.....02

I-2-3 شبه الناقل الخارجي.....02

I-3-2-1 شبه ناقل نوع N.....03

I-3-2-2 شبه ناقل من نوع p.....03

I-4 الوصلةpn.....04

I- 5 ثنائي الوصلةpn.....04

I-5-1 منطقة النضوب.....05

I-5-2 الحاجز الكموني.....05

I-5-3 الاستقطاب الامامي للوصلة PN.....06

I-5-4 الاستقطاب العكسي للوصلةPN.....06

ملخص.....07

الفصل الثاني: ثنائي الليزر

مقدمة

II-1 تعريف.....08

II- 2 الليزر في اشباه النواقل.....08

II-2-1 تعريف الليزر.....08

II-2-2 شروط تحقيق الليزر.....08

II-3 مميزات الليزرات اشباه النواقل.....10

ملخص.....10

الفصل الثالث: ليزر الوصلة غير المتجانسة

مقدمة

III-1 الوصلة غير المتجانسة.....11

III-1-1 تعريف الوصلة غير المتجانسة.....11

III-2 ليزر الوصلة غير المتجانسة.....11

III-2-1 طريقة التحكم في طول الموجي باستخدام المركبات.....11

III-2-2 طريقة التحكم بالطول الموجي باستعمال التغير في التركيز.....13

ملخص.....13

خلاصة عامة

قائمة المراجع

ملخص

فهرس الأشكال

الفصل الأول: أشباه النواقل

الشكل(I-1): يبين نوعين من التطعيم: بذرات مانحة (p) وذرات آخذة (n).....04

الشكل(I-2):وصلة pn قبل التلامس.....04

الشكل(I-3):وصلة pn بعد التلامس.....05

الشكل(I-4):رسم توضيحي لمنطقة النضوب.....05

الشكل(I-5):مخطط عصابات الطاقة للوصلة pn في حالة توازن ترمو ديناميكي.....06

الشكل(I-6): الاستقطاب الامامي للوصلة.....06

الشكل(I-7): الانحياز العكسي للوصلة.....07

الفصل الثاني: ثنائي الليزر

الشكل(II-1):مخطط للمستويات الطاقية لليزر اشباه النواقل ذي الوصلة الثنائية.....09

الشكل(II-2):مخطط توضيحي لشعاع ليزر اشباه النواقل.....09

الفصل الثالث: ليزر الوصلة غير المتجانسة

الشكل(III-1) : ليزر وصلة غير متجانسة.....11

المقدمة العامة

المقدمة العامة

الحمد لله، به نستعين ومنه نستمد العلم والنور، أما بعد:

فقد عد الليزر حديثا في ولادته، ولكنه سرعان ما تبوأ مكانة فعالة في الحياة الحديثة، فدخل مجالات علمية وصناعية وطبية عديدة.

تعني كلمة الليزر تضخيم الضوء بانبعاث الإشعاع المحفز وهو عبارة عن حزمة ضوئية ذات فوتونات تشترك في ترددها وتطابق موجاتها بحيث تحدث ظاهرة التداخل البناء بين موجاتها لتتحول الى نبضة ضوئية ذات طاقة عالية، بينما يشع المصدر الضوئي العادي موجات ضوئية مبعثرة غير منتظمة فلا يكون لها قدرة الليزر.

لليزر انواع مختلفة منها ليزر الحالة الصلبة، ليزر الياقوت، ليزر النديميون، ليزر النديميون باك، ليزر أشباه النواقل، وهذا الأخير محل دراستنا، بحيث تختلف ليزرات أشباه النواقل عن الليزرات الأخرى في طريقة الضخ الطاقي في احتوائها على حزم عريضة من مستويات الطاقة بدلا من المستويات المنفردة التي تحدث بينها عملية الانبعاث الليزري، بحيث يكون الانبعاث بطول موجي خاضع لEg للمواد نصف الناقلة ، ولمعرفة كيفية الحصول على انبعاث بأطوال موجية خاصة ارتأينا ان نقسم هذه الدراسة الى ثلاثة فصول:

الفصل الأول: عموميات حول اشباه النواقل حيث خصص هذا الفصل للتعرف على اشباه النواقل وانواعها والوصلةpn.

الفصل الثاني: خصص لدراسة ثنائي الليزر وشروط تحقيقه.

الفصل الثالث: تعرضنا فيه الى كيفية الحصول على اطوال موجية خاصة.

الفصل الأول

أشباه النواقل

مقدمة

كما هو شائع ان هناك مواد ناقلة للتيار الكهربائي واخرى تعرف بالعازلة غير ان هناك مواد تقع بين مواد جيدة التوصيل والمواد العازلة مثل: Si,Ge وتعرف هذه المواد بأشباه نواقل، والمقصود بذلك ان هذه المواد تصبح موصلة للتيار في ظروف معينة وعازلة في ظروف اخرى[1].

I- 1 تعريف اشباه النواقل:

هي مواد تقع مقاوميتها بين مقاوميه النواقل والعوازل ،وتعرف كذلك على انها المواد الصلبة التي تكون فيها Bvمشبعة تماما بينما Bc تكون فارغة كليا عند T=0k والفاصل الطاقي بين Bv و Bc لا يتعدى 3ev [2].

I-2 انواع اشباه النواقل:

I-2-1 شبه الناقل النقي:

هي عينة شبه الناقل التي لم تشاب والبالغة النقاء ولاتحتوي على أي شوائب تستحق الذكر وبالتالي فان خواصها خواص الشبه الناقل ذاته دون انتهاك ولكي يتصرف الشبه الناقل ذاتيا في مجال واسع لدرجات الحرارة يجب ان يكون نقيا عمليا ويقع سوي فيرمي تقريبا في منتصف الفاصل الطاقي E_F =Eg/2

وتركيز الحاملات الذاتيةn_i(الكترونات) و p_i (الثقوب) يساوي:

$$N_i = p_i = \sqrt{(N_c \, \mathrm{N_v})}\; e^{-\frac{Eg}{2kT}} \quad \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \quad (1-\mathrm{I})$$

$$N_c = \frac{2.5\times10^{19}}{cm^3}\left(\frac{T}{300K^0}\right)\left(\frac{m_e^*}{m}\right)^{3/2} \quad \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \quad (2-\mathrm{I})$$

$$N_V = \frac{2.5\times10^{19}}{cm^3}\left(\frac{T}{300K^\circ}\right)\left(\frac{m_e^*}{m}\right)^{\frac{3}{2}} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \quad (3-\mathrm{I})$$

حيثmh^* ,me* الكتلة الفعالة للإلكترون والثقب على التوالي

Nv و Nc الكثافة الفعالة للحالات في عصابة النقل والتكافؤ على التوالي.

وبجعل:m_e^*= m = mh* وبدرجة حرارة $300k$نجد تركيز الحاملات:

$7\times10^{19}\ /cm^3$ للسيليكون [3].

I-2-3 شبه الناقل الخارجي:

يمكن ان يكون نصف الناقل مشوب تلقائيا كما يمكن ان يطعم بشكل معين بغرض الحصول على خواص كهربائية معينة تختلف عن خواص نصف الناقل النقي تؤدي عملية التطعيم الى الاخلال بعلاقة تركيز الحاملات الموجبة والسالبة، بحيث يكون تركيز الالكترونات في Bcمختلف عن تركيز الفجوات في Bv ومن خلال التطعيم نحصل على نوعين من شبه الناقل هما:

I-2-3-1 شبه ناقل نوع N:

هي المادة المشابة بالمانحات وهي شبه ناقل تكون فيه الإلكترونات أكثر وفرة من الثقوب حيث نعتبر شبه الناقل مطعم بكثافة ذرات مانحات أكبر من كثافة الآخذات Nd>Na.وينتج انطلاقا من م-ت-ك n>P, فنقول عندئذ ان الشبه الناقل من نوع n, الالكترونات تسمى بالحوامل الأغلبية والثقوب بالحوامل الأقلية [4].

حيث $np = n_i^2$ يسمح بكتابة المعادلة:

$$n^2 - (N_d - N_a)n - n_i^2 = 0 \quad \text{... ... . (4-I)}$$

عمليا (Nd - Na) و(Naو Nd) هي دائما اكبر بكثير منni بحيث أن كثافة الالكترونات والثقوب تكتب على التوالي:

$$n = N_d - N_a \quad \text{... ... ...(5-I)} \qquad , \qquad p = \frac{n_i^2}{Nd-Na} \quad \text{... ... ... (6 -I)}$$

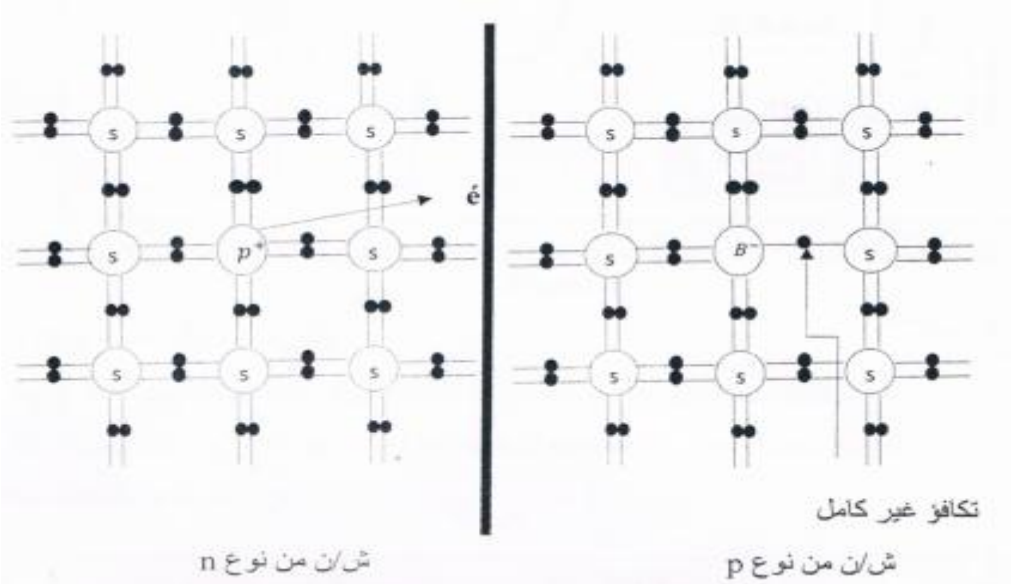
I-2-3-2 شبه ناقل من نوع p:

هي المادة المشابه بالأخاذات وهي شبه موصل فيه الثقوب اكثر وفرة من الالكترونات، اذا كان التطعيم مثلما هو Na>Nd, الحوامل الاغلبية هي الثقوب وشبه ناقل من نوع p [4].

تركيز الحوامل تعطى ب:

$$n = \frac{n_i^2}{Na-Nd} \quad \text{... ... ...(8-I)} \qquad , \qquad p = Na - Nd \quad \text{… … … … …(7-I)}$$

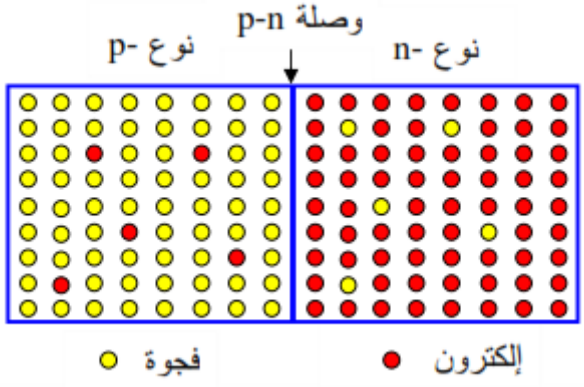
يبين الشكل (I -1) التالي نوعين من التطعيم:



الشكل(I-1): يبين نوعين من التطعيم: بذرات مانحة (p) وذرات آخذة (n) [9].

I-4 الوصلةpn:

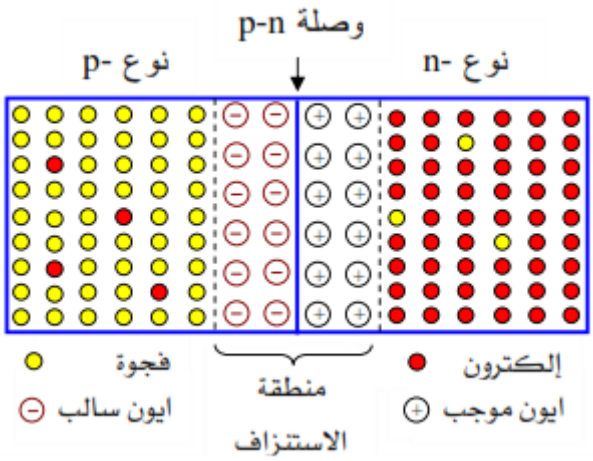
هي مكان او موضع التقاء شبهين ناقلين من نوعين مختلفين عند وضعهما جنبا الى جنب [5].



الشكل(I-2):وصلة pn قبل التلامس

I- 5 ثنائي الوصلةpn:

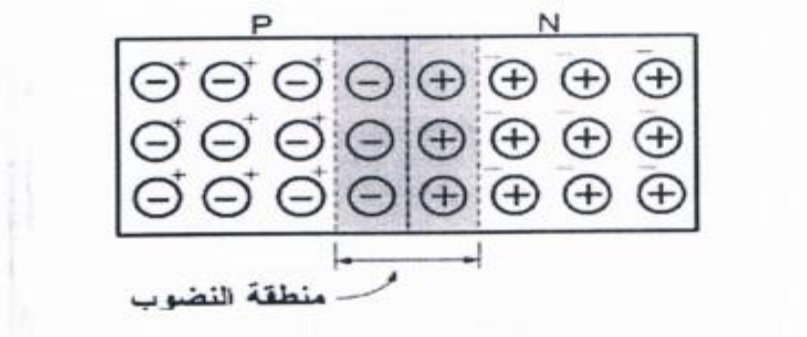
هي عنصر مشكل(ناتج) عن وضع شبهين ناقلين مختلفينpوn جنبا الى جنب [5].



الشكل(1-3):وصلة pn بعد التلامس

1-5-I منطقة النضوب:

بوسطة الانتشارات تنتقل مجموعة من الالكترونات من المنطقة N الى المنطقة p وبعد وقت قصير تلتحم مع ثقوب المنطقة p منتجة ايونات ثابتة موجبة من جهةN وايونات ثابتة سالبة من جهة P وبهذا تفرغ المنطقة المجاورة للوصلة من الشحنات الحرة وتسمى هذه المنطقة بالمنطقة الخالية من الشحنات(منطقة النضوب) [5].

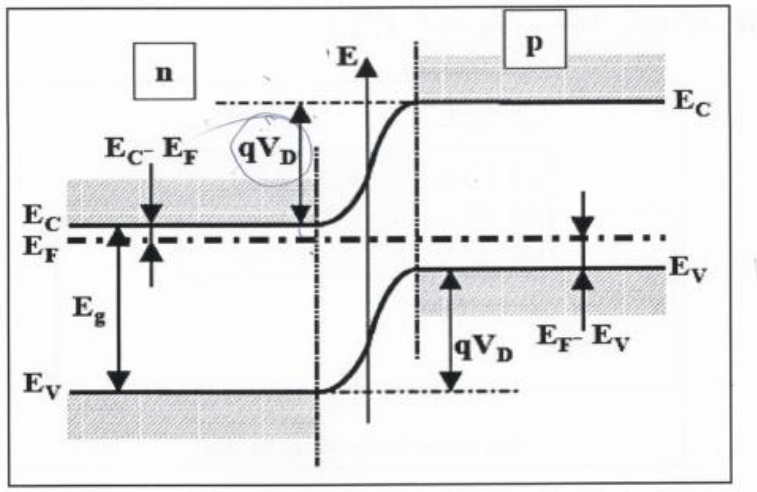


الشكل(I-4):رسم توضيحي لمنطقة النضوب [4].

1-5-2 الحاجز الكموني:

هو الجهد المكون عبر الوصلة PN وهو ينتج بفعل الذرات المشحونة على جانبي هذه الوصلة ويعمل على منع الالكترونات الحرة والثقوب من الالتحام حيث يدفع كل واحدة منها في الاتجاه المعاكس للآخر وتبلغ قيمته 0.3V بالنسبة لبلورات الجرمانيوم و 0.7 V بالنسبة لبلورات السيليكون [6].

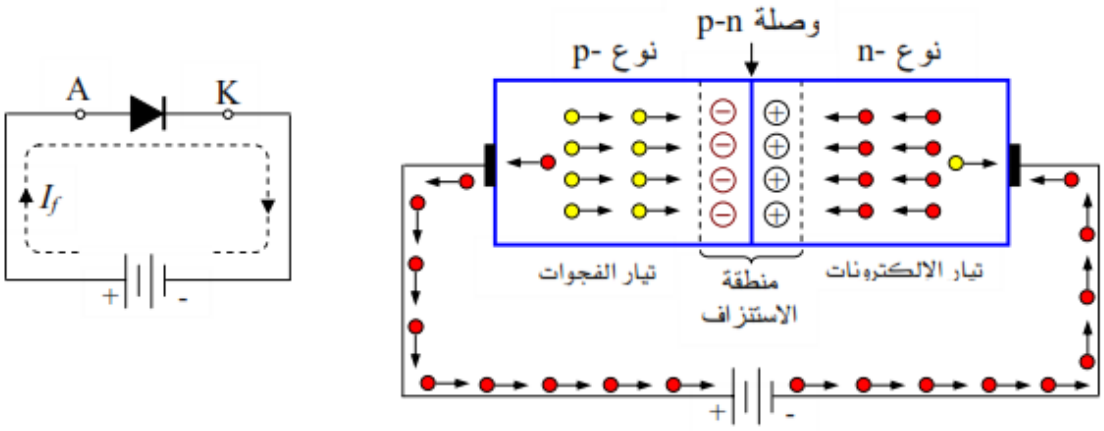
وينتج هذا الكمون على مستوى حدود منطقة النضوب وهذا ما يودي الى تحويل مخطط الطاقة (انظر الشكل):



الشكل(I-5):مخطط عصابات الطاقة للوصلة pn في حالة توازن ترمو ديناميكي [7].

I-5-3 الاستقطاب الامامي للوصلة PN:

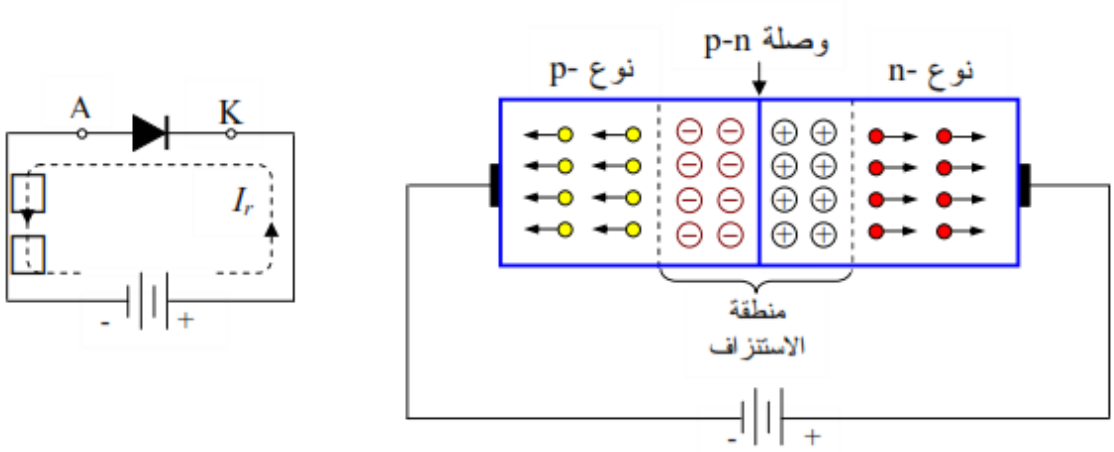
عند ربط مصدر جهد على طرفي وصلة pn كما هو موضح في الشكل(I-5)فان الفجوات التي تمثل حاملات الشحنات الاكثرية في الطبقة p سوف تتحرك مبتعدة عن الطرف الموجب كذلك فان الالكترونات الحرة التي تمثل حاملات الشحنات الاكثرية سوف تتحرك مبتعدة عن الطرف السالب للمصدر هذا يعني ان حاملات الشحنات الاكثرية (الفجوات والالكترونات الحرة) سوف تتحرك باتجاه الحاجز, وفي حالة تسليط جهد v أكبر من جهد الاعاقة فان هذا يعني أن الالكترونات سوف تعبر الحاجز نتيجة تغلبها على جهد الاعاقة و ينتج عن ذلك مرور تيار كهربائي تعتمد قيمته على قيمة جهد الوصلة [8].



الشكل(I-6): الاستقطاب الامامي للوصلة

I-5-4 الاستقطاب العكسي للوصلةPN:

يتضح من الشكل (I-7) أن الحاملات الاكثرية في الطبقة p هي الفجوات التي سوف تتحرك باتجاه الطرف السالب للمصدر (أي مبتعدة عن الحاجز) كذلك فان حاملات الشحنات الاكثرية في الطبقة N وهي الالكترونات سوف تتحرك باتجاه الطرف الموجب للمصدر أي مبتعدة عن الحاجز هذا يعني ان حاملات الشحنات سواء كانت الفجوات او الإلكترونات الحرة سوف لن تعبر الحاجز, وينتج عن ذلك عدم مرور تيار كهربائي بسبب وجود حاملات الشحنات الاقلية والتي تمثل الإلكترونات في الطبقة p والفجوات في المنطقة N فان هذه الشحنات الاقلية سوف تتحرك باتجاه الحاجز وينتج عن عبورها الحاجز مرور تيار كهربائي صغير جدا يسمى بتيار الانزياح العكسي [8].



الشكل(I-7): الانحياز العكسي للوصلة

ملخص:

من خلال دراستنا وجدنا أن انصاف النواقل هي مواد تقع مقاوميتها بين مقاومية النواقل والعوازل ومن أجل تحسين المواد نطعمها فنحصل على نصف ناقل من نوع p ونصف ناقل من نوع n حيث يمكن أن نشكل بهما الوصلة(p-n).

الفصل الثاني

ثنائي الليزر

مقدمة

يعتبر ليزر اشباه الموصلات (SCL) بأنواعه المختلفة من اهم الليزرات المستخدمة ،حيث له تطبيقات واسعة ومنتشرة في الكثير من نواحي الحياة ويعمل هذا النوع من اليزرات بناء على مبدأ انبعاث الطاقة التي تحدث عندما ينتقل الكترون بين شرائط الطاقة لمواد شبه موصلة مختلفة ومطعمة بتراكيز محددة.

كان اول ظهور لليزر اشباه الموصلات في عام1962،بتصنيعه من مواد شبه موصلة وتكوين وصلة متجانسة(homo-structure) بين قطعتين من مادتين مختلفتي التطعيم ،وكان الليزر يعمل عند درجة حرارة منخفضة جدا (عند درجات حرارة النيتروجين السائل) وفي النبط النبضي ويحتاج إلى تيار تشغيل عال جدا [10].

II-1 تعريف:

يعتبر من ليزرات الحالة الصلبة لان الوسط الفعال عبارة عن مادة صلبة ولكنه ليس بلورة مطعمة بأيونات فعالة وانما تركيب من مواد شبه موصلة مانحة(n-type) وقابلة (p-type) وتمثل حزمة التوصيل (Conduction band) مستوي الليزر العلوي وحزمة التكافؤ(Valence band) مستوي الليزر السفلي ويتم الضخ من خلال تيار كهربائي يحك الالكترونات والفجوات ما بين هاتين الحزمتين.

تعتبر مادة زرنيخيد الغاليوم (GaAs) اكثر المواد شبه الموصلة التي تستخدم كقاعدة لتصنيع ليزرات اشباه الموصلات يبعث في المنطقة تحت الحمراء القريبة حول الطول الموجي($\lambda= 0.87$) [11].

II- 2 الليزر في اشباه الموصلات:

II-2-1 تعريف الليزر:

جاءت تسمية كلمة ليزر LASERمن الاحرف الأولى لفكرة عمل الليزر والمتمثلة في العبارة الآتية:

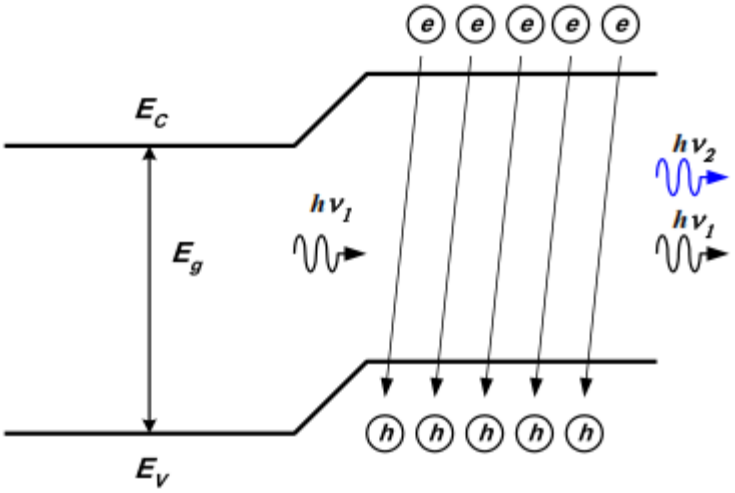
Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

وتعني تضخيم الضوء بواسطة الانبعاث المحفز للإشعاع[12].

II-2-2 شروط تحقيق الليزر:

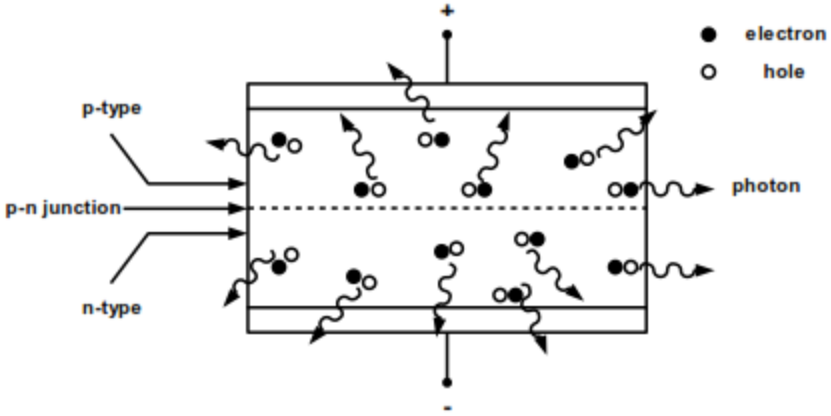
عند سقوط موجة ضوئية (فوتون) يمتلك طاقة اكبر من فجوة الطاقة(Eg) للمادة شبه الموصلة فان الالكترونات(e) تتهيج وتصعد من المستوي الارضي (حزمة التكافؤ) الى المستوي المتهيج(حزمة التوصيل) وتترك وراءها فجوات(holes) (h). تبقى الإلكترونات في المستوي المتهيج فترة زمنية محددة تسمى فترة حياة المستوي او عمر المستوي (Level Lifetime)وتنزل بعد ذلك الى المستوي الارضي مرة اخرى وتتحد مع الفجوات وتبعث اشعاع. هذه العملية تمثل الانبعاث التلقائي.

اذا كانت الالكترونات في المستوي المتهيج وسقط فتون يمتلك طاقة تساوي فجوة الطاقة (Eg) فان الالكترونات تتحفز على النزول الى المستوي الارضي وتتحد مع الفجوات وتبعث اشعاع . وهذه العملية تمثل الانبعاث المحفز التي هي شرط توليد الليزر [13].



الشكل(II-1):مخطط للمستويات الطاقية لليزر اشباه الموصلات ذي الوصلة الثنائية [13].

هذا النوع من اشباه الموصلات ذات الوصلة الثنائية تعمل في حالة الانحياز الامامي (Forward Bias) أي ان الطرف الموجب لمصدر الفولتية يربط إلى الجزء الموجب (p-type) والجزء السالب لمصدر الفولتية يربط إلى الجزء السالب لثنائي الوصلة (n-type).وإن الوصلة الثنائية تمثل المنطقة الفعالة التي يولد فيها وينبعث منها الليزر[13].



الشكل(II-2):مخطط توضيحي لشعاع ليزر اشباه الموصلات [13].

كما هو واضح من الشكل(II-2) فإن هناك 6 اتجاهات في تركيب الليزر يمكن ان تتجه اليها فوتونات الليزر المنبعثة هي:

إلى الأعلى وإلى الأسفل من منطقة الوصلة(p-n jonkation) وهذه الفوتونات يمتصها الجزء السالب(p-type) والجزء الموجب(n-type).

بعيدا عن الوصلة الثنائية داخل وخارج مستوي الورقة وهذه الفوتونات لا تخرج بسبب جعل سطح التركيب صقيل يشبه المرآة. إلى اليمين وإلى اليسار من الوصلة الثنائية وهذه الفوتونات يمكن ان تخرج على شكل حزمة ليزر.

هذا النوع من ليزرات اشباه الموصلات يعمل بالنمط النبطي فقط لأنه يحتاج إلى تيار انحياز امامي عالي كذلك بسبب ارتفاع درجة حرارة التركيب الذي يتلف الليزر. كما أن شعاع الليزر الخارج منها يكون متعدد النمط(Multimode).

يعتمد الطول الموجي (λ) لشعاع الليزر المنبعث على قيمة فجوة الطاقة (Eg) للمادة شبه الموصلة كالآتي:

$$\lambda = \frac{hc}{Eg} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (1 - \text{II})$$

II-3 مميزات الليزرات اشباه الموصلات:

- صغيرة الحجم(300 *10*50)m

- رخيصة الثمن

- يتم ضخها مباشرة باستخدام التيار الكهربائي

- كفاءتها عالية تصل إلى(32%)

- يمكن التحكم بشدة شعاع الليزر المنبعث من خلال التحكم بتيار الضخ الكهربائي

- يمكن تنغيم الليزر الخارج أي الحصول على أطوال موجية محددة من نفس الجهاز[9].

ملخص:

لقد توصلنا في هذا الفصل الى ان الليزر اشباه النواقل انبعاثه المستحث لديه طول موجي خاضع ل Eg التي تمثل ميزة من ميزات اشباه النواقل وعند احتياج الليزرات ذات اطوال موجية خاصة نلجأ الى تغيير طبيعة الوصلة .

الفصل الثالث

ليزر الوصلة غير المتجانسة

مقدمة

واحدة من الصعوبات التي طرحها ليزر أشباه النواقل هي التحكم في الطول الموجي لإشعاع الليزر الصادر وهذا مالم تحققه الوصلة المتجانسة.

III-1 الوصلة غير المتجانسة:

III-1-1 تعريف الوصلة غير المتجانسة :

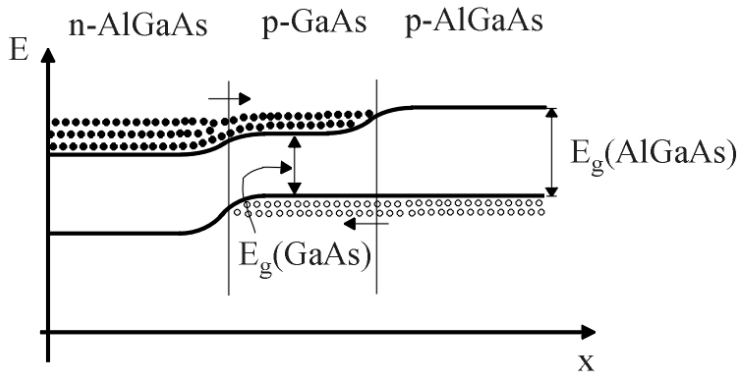
وتتكون بين مادتين مختلفتين من حيث الخصائص الفيزيوكيميائية، ونذكر منها (نصف ناقل-معدن).(نصف ناقل-عازل).(نصف ناقل1-نصف ناقل2).[13]

III-2 ليزر الوصلة غير المتجانسة:

باستخدام الوصلة غير المتجانسة يمكننا تغيير في عرض المنطقة الممنوعة (Eg) للانبعاث المستحث فمن الممكن خفض هذه المنطقة بشكل كبير ، مع زيادة كفاءة الليزر ، من خلال حصر الإلكترونات والثقوب في المنطقة الضيقة وذلك بالتغيير في المركبات والتركيز .[14]

III-2-1 طريقة التحكم في طول الموجي باستخدام المركبات:

على سبيل المثال: في ليزر الغاليوم تقع طبقة p الغاليوم بين طبقة n من AlGaAs و طبقة AlGaAs p .



الشكل(III-1) : ليزر وصلة غير متجانسة[14].

عرض المنطقة الممنوعة من AlGaAs هو أكبر من الغاليوم . تحت التحيز إلى الأمام، مما أدى إلى مخطط الطاقة من الشكل (III-2) ، والتي تبين الحد الأدنى من نطاق التوصيل والحد الأقصى من عصابة التكافؤ فمرور الالكترونات عبر الوصلة غير المتجانسة heterojunction من طبقة n لـ AlGaAs إلى المنطقة p للغاليوم ، يواجه عائقا محتملا بسبب الفرق في الفجوة الفرقة عندما سيدخل طبقة AlGaAs p ومع ذلك يتم حظر الثقوب من AlGaAs p من قبل الحاجز الكموني بسبب الاختلاف في الفجوة بين n AlGaAs و p الغاليوم . في هذه الطريقة، وتنحصر الإلكترونات والثقوب في طبقة p الغاليوم التي ستصبح المنطقة النشطة لليزر . تسمى طبقات اثنين من AlGaAs على جانبي منطقة نشطة طبقات الحبس.

وعلاوة على ذلك ، لا يزال في هذه المنطقة جزئ من الطول الموجي ، وذلك لأن معامل انكسار الغاليوم هو أعلى من مؤشر AlGaAs [14].

الطيف	طول الموجة (nm)	Voltage (V)	مادة شبه الناقل
Infrared	λ > 760	ΔV < 1.9	Gallium arsenide (GaAs) Aluminium gallium arsenide (AlGaAs)
Red	610 < λ < 760	1.63 < ΔV < 2.03	Aluminium gallium arsenide (AlGaAs) Gallium arsenide phosphide (GaAsP) Aluminium gallium indium phosphide (AlGaInP) Gallium(III) phosphide (GaP)
Orange	590 < λ < 610	2.03 < ΔV < 2.10	Gallium arsenide phosphide (GaAsP) Aluminium gallium indium phosphide (AlGaInP) Gallium(III) phosphide (GaP)
Yellow	570 < λ < 590	2.10 < ΔV < 2.18	Gallium arsenide phosphide (GaAsP) Aluminium gallium indium phosphide (AlGaInP) Gallium(III) phosphide (GaP)
Green	500 < λ < 570	1.9[2] < ΔV < 4.0	Indium gallium nitride (InGaN) / Gallium(III) nitride (GaN) Gallium(III) phosphide (GaP) Aluminium gallium indium phosphide (AlGaInP) Aluminium gallium phosphide (AlGaP)
Blue	450 < λ < 500	2.48 < ΔV < 3.7	Zinc selenide (ZnSe) Indium gallium nitride (InGaN) Silicon carbide (SiC) as substrate Silicon (Si) as substrate — (under development)
Violet	400 < λ < 450	2.76 < ΔV < 4.0	Indium gallium nitride (InGaN)
Purple	multiple types	2.48 < ΔV < 3.7	Dual blue/red LEDs, blue with red phosphor, or white with purple plastic
Ultraviolet	λ < 400	3.1 < ΔV < 4.4	diamond (235 nm)[3] Boron nitride (215 nm)[4][5] Aluminium nitride (AlN) (210 nm)[6] Aluminium gallium nitride (AlGaN) Aluminium gallium indium nitride (AlGaInN) — (down to 210 nm)[7]
White	Broad spectrum	ΔV = 3.5	Blue/UV diode with yellow phosphor

الجدل (III-2):أطوال موجية لمركبات مختلفة[14].

III-2-2 طريقة التحكم بالطول الموجي باستعمال التغير في التركيز :

مما تجدر الاشارة اليه انه ليس كل اشباه النواقل مناسبة لعمل الثنائيات، فمن افضلها اشباه النواقل المركبة مثل GaAs,GaPs المطعمة وكذلك المزيج

$GaAs_{1-x}P_x$ $(0 \leq x \leq 1)$ حيث x نسبة التركيز.

ونحقق هذه العملية (المزيج) من خلال وضع ثنائي وصلة مكون من مادتين مختلفتين(وصلة غير متجانسة) بتركيز ثابت فيصدر عنها إشعاع ليزر بطول موجي(λ) خاضع لEg فنغير في التركيز عدة مرات فنحصل في كل مرة على طول موجي جديد ومن ثم تتحقق خاصية التنغيم والجدول الموالي يمثل نماذج عن هذه العملية:

InAs	$Ga_xIn_{1-x}P$	$In_{1-x}Ga_xAs_{1-y}P_y$	$Ga1-_xAl_xAs$	InP	GaAs	
0,36	1,82 - 1,94	0,73 - 1,35	1,42 - 1,55	1,35	1,42	E_g (eV)
3,44	0,64 - 0,68	0,9 - 1,7	0,80 - 0,87	0,92	0,87	λ (µm)

الجدول(III-3): اطوال موجية لتراكيز مختلفة [14].

ملخص:

من خلال دراستنا في هذا الفصل توصلنا الى انه للحصول على اطوال موجية خاصة نستعمل الوصلة غير المتجانسة حيث يمكن تغيير المركبات و التراكيز.

الخلاصة العامة

خلاصة عامة

عرف الليزر تطورا كبيرا في هذا العصر، فبقدرته الهائلة والسيطرة على اختيار تردده اوطوله الموجي يعطي فتحا جديدا في شتى مجالات العلوم ، وكذلك يستطيع الليزر التعرف على الرموز المختلفة سواء كانت كتابات معينة او رموز تجارية او مصطلحات مخفية، فمن بينها ليزر اشباه النواقل، حيث يصدر اشعاع بطول موجي يوفق الفاصل الطاقي Eg, وعند الاحتياج الى اطوال موجية خاصة نجد ان الثنائي الليزري لا يفي بهذا الغرض لذا لجأنا الى تغيير التراكيب وكذا التراكيز للحصول على هذه الاطوال الموجية.

قائمة المراجع

المراجع باللغة العربية:

[1]- بن حميدة سفيان - غوقالي مبروك "سلسلة الطاقات المتجددة ،الطاقة الشمسية" –مطبعة مزوار - 2009.

[2]- عزيز عقيل داخل "تمارين في فيزياء الجسم الصلب " -30-08 -1998.

[3]- منتديات كوورة (kooora .com). الأستاذ أبو رسلان 2010/12/10 -. 55 :18

[4]- أسامة عمر مسعود العشي الجميل- مقالة في مقدمة عن أشباه النواقل ، ليبيا.

[5]- أ. السعيد محلو ،2013 -2014، "محاضرة أشباه النواقل"، الفيزياء 17 ،قسم الفيزياء ،كلية العلوم والتكنولوجيا ،جامعة الوادي.

[6] - كتاب العلوم الفيزيائية والتكنولوجيا السنة الثانية من نظام LMD السداسي الرابع ،المدرسة العليا للأساتذة التعليم التقني –وهران- المدرسة العليا للأساتذة-القبة-.

[8]- زقاري رابح " التحسين الأمثل لطرق تحضير السيليسيوم و الجرمانيوم متعددي البلورة " مذكرة تخرج مقدمة لنيل شهادة الماجستير - قسم أنصاف النواقل –جامعة باجي مختار عنابة 2001 .

[10]- محمد الدخيل عبد الله " اضطراب الاستقطابية في ليزر الانبعاث السطحي ذي التجويف الرأسي " مذكرة لنيل شهادة الماجستير- قسم الفيزياء والفلك – جامعة الملك سعود 1428 ه .

[11] – أ.د. حازم لويس منصور ،د. شفاء مجيد جاسم ،أ.د. قاسم عزيز محمد ،أ.د. ماهر ناصر سرسم، 2012 ،" الفيزياء للصف السادس العلمي " ،وزارة التربية المديرية العامة للمناجم ،جمهورية العراق.

[12]- عدي عطا حمادي ،تموز 2004 ،" أساسيات الليزر وتقنياته لطلبة الدبلوم الفني في الاتصالات .

[13] – أ. غوقالي مبروك ،2013 -2014، "محاضرة الوصلة PN"،أشباه النواقل ،قسم الفيزياء ،كلية العلوم والتكنولوجيا ،جامعة الوادي.

المراجع باللغة الفرنسية :

[7]-Professeur olivier bonnoud ," physique des solides ,des semi-conducteurs et dispositifs "institut d'électronique.

[9]- Jean –Louis Teyssier et Henri Brune " introduction à La physique des Matériaux conducteurs et semi-conducteurs- Dunod, paris 1992.

[14]-Ben G., Streetman et Sanjay Banerjee, Prentice hall, 5éme édition, 2000.

ملخص

منذ اكتشاف الليزر عام 1960, فرض هذا الإشعاع نفسه في الكثير من الإستخدامات العلمية والعملية، فيعد الليزر واحدا من المصادر الطاقوية في الإلكترونيات والصناعة والطب، خاصة ليزر أشباه النواقل نظرا لأهمية المواد النصف ناقلة وإمتيازه بخاصية التنغيم، لذا قمنا بهذا العمل بحيث تطرقنا لأشباه النواقل ومن ثم ثنائي الليزر وفي الأخير توصلنا إلى كيفية التحكم في الطول الموجي لإشعاع الليزر وذلك بإستعمال الوصلة غير المتجانسة بالتغيير في تراكيز المركبات المكونة للوصلة وكذا التغيير في المركبات.

Resume

Since laser has been discovered in 1960. This radiation has being used in experimentally and theoracly applications. The laser is one of the energy sources in electronics and medical instruments specially laser of semi-conductors, because of the Importance of this materials. so semi-conductors and after that the double laser were studied in this work.

we have concluded : how to control the wave length of the radiation of laser by using heterostructure with change in concentration and materials witch this heterostructure made of.