جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة بابل – كلية التربية للعلوم الصرفة
قسم الفيزياء

ليزر اشباه الموصلات وتطبيقاته

بحث مقدم الى مجلس كلية التربية للعلوم الصرفة / جامعة بابل

وهو جزء من متطلبات نيل درجة البكالوريوس في الفيزياء

أعداد الطالب

حيدر احمد عطية

بإشراف الدكتور

علي عبيس محسن الميالي

1444هـ 2024م

بسم الله الرحمن الرحيم

(إِلَّا مَن تَابَ وَآمَنَ وَعَمِلَ عَمَلًا صَالِحًا فَأُولَٰئِكَ يُبَدِّلُ اللَّهُ سَيِّئَاتِهِمْ حَسَنَاتٍ ۗ وَكَانَ اللَّهُ غَفُورًا رَّحِيمًا)

صدق الله العلي العظيم

(سورة الفرقان) الآية (70)

الاهداء

إلى من شجعني على المثابرة طوال عمري ، الى الرجل الابرز في حياتي (والدي العزيز) من بها أعلو وعليها ارتكز.

الى القلب .....

المعطاة (والدتي الحبيبة) إلى من بذلوا جهداً في مساعدتي وكانوا خير سند

(اخواني واخواتي)

الى اسرتي الى اصدقائي وزملائي

الى جميع اساتذتي الكرام.....

الى كل من ساهم ولو بحرف في حياتي الدراسية ..... الى كل هؤلاء : اهدي هذا العمل ، الذي اسئل الله تعالى ان يتقبله خالصاً...

الشكر والتقدير

الحمد لله رب العالمين وصلى الله على سيد الانبياء والمرسلين محمد وعلى اهل بيته الطيبين الطاهرين...

وبعد...

قال سيد الوصيين الأمام علي (عليه السلام) :{ من لم يشكر المخلوق لم يشكر الخالق } إنه من الواجب علي الاعتراف لأهل الفضل بفضلهم أن اتقدم بالشكر الجزيل والعرفان والاعتزاز والتقدير إلى كل من وقف بجانبي وساندني لإتمام عملي المتواضع، ان أول بشر يستحق الشكر ، والثناء والدتي ، ووالدي) أطال الله في عمرهما وادامهما لي مدى الحياة. كما وأتقدم بخالص شكري وتقديري الأستاذي الدكتور (علي عبيس محسن) لتفضله بالأشراف على هذا البحث وتقديمه الكثير من جهده ووقته مسدياً من فيض علمه النصح والارشاد ولم يتردد في منحي كل المعلومات المهمة والمفيدة في تقويم هذه الرسالة وإتمامها بهذه الصورة العلمية . كما اشكر أساتذتي أعضاء لجنة المناقشة لتفضلهم بقبول مناقشة هذا البحث وشكري الموصول إلى كل من علمني حرفاً من المعرفة ولم يبخلوا علي بعلم نافع أساتذتي الأفاضل .

الطالب

الفهرست

ت	الموضوع	الصفحة
1	الآية القرآنية	2
2	الاهداء والشكر	3
3	الشكر والتقدير	4
4	الخلاصة	8
	الفصل الاول	
5	(1-1) المقدمة	9
6	(2-1) الليزر	10
7	(3-1) طريقة عمل الليزر	11
8	(4-1) مكونات عدسة شعاع الخارج	12
9	(1-4-1) نصف قطر الانحناء	12
10	(2-4-1) معامل انكسار العدسة	12
11	(5-1) مكونات جهاز الليزر	13
12	(1-5-1) مصدر الضخ	13
13	(2-5-1) الوسط الليزري	14
14	(3-5-1) المرنان البصري	15
15	(6-1) خصائص شعاع الليزر	16
16	(1-6-1) التماسك	16
17	(2-6-1) الاتجاهيه	16

18	(1-6-3) شدة عاليه	17
19	(1-6-4) احادية اللون	17
20	(1-7) انواع الليزر	17
21	(1-7-1) ليزر الغاز	17
22	(1-7-2) ليزر السائل	17
23	(1-7-3) ليزر الحالة الصلبة	17
24	(1-7-4) ليزر اشباه الموصلات	18
	الفصل الثاني	
25	(2-1) ليزر أشباه الموصلات	19
26	(2-2) مستويات الطاقة	20
27	(2-3) التأهيل العكسي والضخ الكهربائي	22
28	(2-4) الأمتصاص والأنبعاث المحفز في ليزر شبه الموصل	23
29	(2-5) وصف جهاز ليزر شبه الموصل	25
30	(2- 6) انواع ليزر اشباه الموصلات	28
31	(2 -6-1) ليزر ثنائي الوصله	28
32	(2 -6-2) ليزر زرنيخد الغاليوم	31
33	(2 -6-3) ليزر الحقن	31
34	(2-7) مميزات ليزر اشباه الموصلات	33
	الفصل الثالث	
35	(3-1) تطبيقات ليزر اشباه الموصلات	34
36	3-1-1 تطبيقات صناعية	35

37	2-2-3 تطبيقات طبية	35
38	3-3-4 المجالات الطبية التي يدخل في صناعتها اليز للعلاج	37
39	4-3-3 التطبيقات العسكرية	37
40	5-3-3 تطبيقات الحياة اليومية	39
41	6-3-3 تطبيقات الابحاث العلمية	40
42	7-3-3 تطبيقات خاصة	41
43	8-3-3 تطبيقات في الصناعة والتكنلوجية	42
44	تطبيقات في البحوث الطبية وعلوم الحياة	44
45	المصادر	45
46	المصادر	46

الخلاصة:

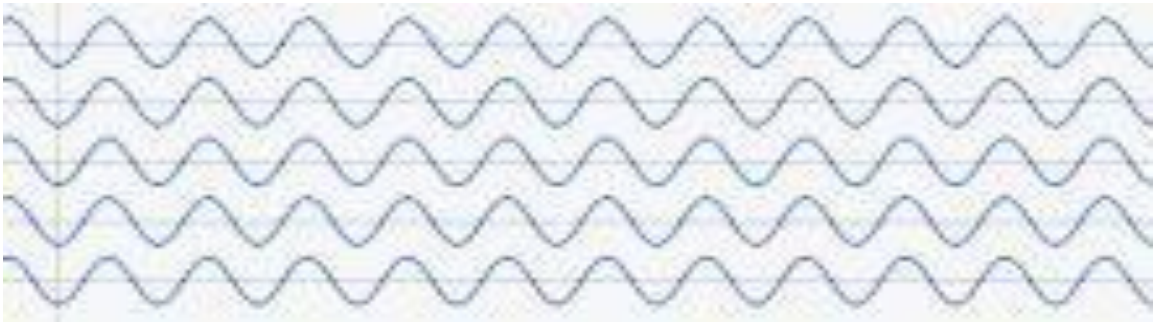
تناولت الدراسة الحالية وهي دراسة تحليلية خصائص وفيزياء الليزر شبه الموصل (ليزر الثنائي)، من حيث التصميم والخصائص الكهربائية المرنان الليزري القائم على مبدأ الموجة الواقفة. علما ان الليزر الحالي والبصرية. وقد تم استعراض التقنيات الحديثة والتقليدية في تصميم يمكنه العمل على مبدأ الموجة المنتقلة، حيث يتم استبدال مرنان فابري بيروت بمرنان ذي اربعة مرايا وتشغيل احادي الاتجاه. ولقد اظهرت الدراسات المعتمدة فاعلية الليزر من نوع الانبعاث العمودي surface edgeمقارنة من الليزر التقليدي ذي الانبعاث الجانبي emitting vertical cavity laser emitting laser . على أن النوع الأول يخفق في الحفاض على درجة استقطاب ثابته عند تغيير درجة حرارة التشغيل وكذلك مستوى تيار الانحياز فيما يتفوق على الليزر التقليدي من حيث ضيق

اتساع الحزمة عندما يستخدم كلا النوعين في مجالات تطبيق متنوعه منها الاتصالات الضوئية والمتحسسات الضوئية وماسحات الإشارة الضوئية وقارئ الأقراص الليزرية الخ. بالإمكان ادخال تحسينات مستمرة على أداء هذه الأنواع من الليزرات من خلال اعتماد تقنيات متعددة قائمة على تصميم المرنة الخارجي. حيث يمكن تصميم ليزر ذي حزمة اضيق أو حزمة اعرض تـ للتطبيق المراد تسخير الليزر لأجله

المقدمة

1-1

يستخدم الليزر أشعة ضوئية احادية الطول الموجي أي لها نفس طول الموجة وهي تتولد في أنواع معينة من البلورات النقية. ويعمل جهاز الليزر على تسوية طور الموجات الضوئية بحيث تكون جميعها في نفس الطور، فتشتد طاقتها بين الشكل المجاور الموجات الضوئية التي لها نفس الطور



الشكل (11) موجات في نفس الطور، كما في الليزر

كالضوء المنبعث من مصباح عادي الشكل(2_1)

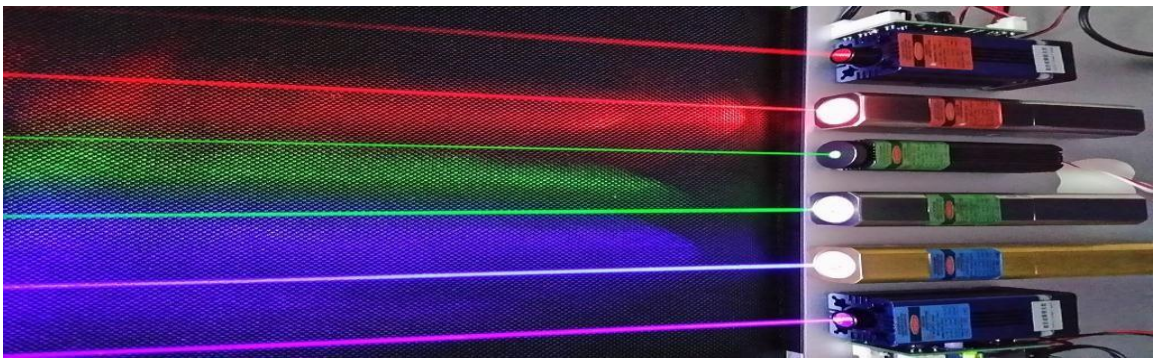
ويمكن تشبيه نبضة شعاع الليزر بالكتيبة العسكرية حيث يتقدم جميع العسكر

بخطوات متوافقة منتظمة وبينما يشع المصباح عادي الضوء في موجات ضوئية مبعثرة غير منتظمة فلا يكون لها طاقة الليزر فتكون كالناس في الشارع كل منهم له اتجاه غير الآخر ولكن باستخدام البلورات من مواد مناسبة مثل (الياقوت الاحمر) عالية النقاوة يمكن تحفيز إنتاجها لأشعة ضوئية من لون واحد (أي ذو طول موجي واحدة) وكذلك تكون في طول موجي واحد عندئذ تتطابق الموجات على بعضها البعض - عن طريق انعكاسها عدة مرات بين مرآتين داخل بلورة الليزر فتصبح كالعسكر في الكتيبة فتنتظم الموجات وتتداخل تداخلا بناء وتخرج من الجهاز بالطاقة الكبيرة المرغوب فيها

2-1 اليزر

الليزر أو تضخيم الضوء بالانبعاث المحفز للإشعاع هو جهاز ينبعث منه الضوء من خلال عملية تضخيم ضوئي تعتمد على الانبعاث المستحث للإشعاع الكهرومغناطيسي. تكون فوتوناته مساوية في التردد ومتطابقة الطور الموجي حيث تتداخل تداخلا بناء بين موجاتها لتتحول إلى نبضة ضوئية ذات طاقة عالية وشديدة التماسك زمانيا ومكانيا ذات زاوية انفراجها صغيرة جدا وهو مالم يمكن تحقيقه باستخدام تقنيات أخرى غير تحفيز الإشعاع. تم بناء أول ليزر في عام ١٩٦٠ من قبل ثيودور هارولد مايمان في مختبرات أبحاث هيوز، بناءً على العمل النظري الذي قام به تشارلز هارد تاونز وأرثر ليونارد شاولو.

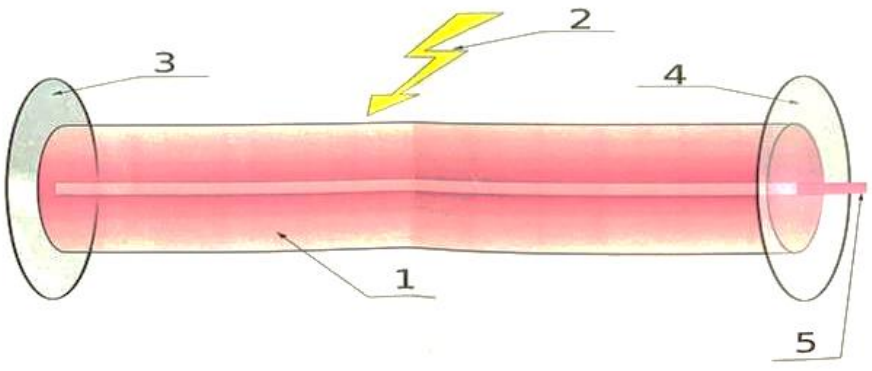
بسبب طاقتها العالية وزاوية انفراجها الصغيرة جدا تستخدم اشعة الليزر في عدة مجالات أهمها القياس كقياس المسافات الصغيرة جدا أو الكبيرة جدا بدقة متناهية ويستخدم أيضا في إنتاج الحرارة لعمليات القطع الصناعي وفي العمليات الجراحية خاصة في العين ويستخدم أيضا في الأجهزة الإلكترونية لتشغيل الأقراص الضوئية



ليزر اشباه الموصلات هو أحد المصدر الشائعة لليزر ذو القدرات المتوسطة ويستخدم في مجالات متعددة ويتواجد بأطياف مختلفة.

3-1 طريقة عمل الليزر-

1. مادة توليد الليزر
2. مضخة طاقة الليزر.
3. عاكس.
4. مخرج الأنبوب.
5. شعاع الليزر.



الشكل (1) اجزاء الليزر 5

ويعمل جهاز الليزر على عكس الضوء احادي اللون ، أي ذو طول موجة واحدة بين المرأة الخلفية (3) في الشكل (1) والعدسة. ويتم ذلك بتحفيز الوسط على إنتاج ذلك اللون من الضوء وهي خاصية من خصائص البلورة المختارة أو الوسط. وبعد انعكاس شعاع الضوء داخل الوسط عدة مرات تصل الموجات الضوئية المتجمعة إلى وضع الاتزان. عندئذ تتميز بانتظام طورها (مسارها) وتخرج كشعاع ليزر شديد الطاقة [5].

4-1

(مكونات عدسة الشعاع الخارج) Out-beam lens components :

1-4-1 نصف قطر الانحناء bend radius

قد يكون سطح العدسة الداخلي مستويا أو مقعرا بحسب الغرض الذي يؤديه وطلى السطح الداخلي للعدسة بطلاء فضي نصف عاكس حتى يستطيع شعاع الليزر الخروج من الوسط إلى الخارج وإذا كانت هناك رغبة في تجميع الشعاع الخارج وتركيزه في بؤرة يكون السطح الخارجي للعدسة مقعرا، كما يطلى السطح الخارجي بطلاء يمنع الانكسار، لكي يتيح خروج شعاع الليزر الناتج من دون فقدان

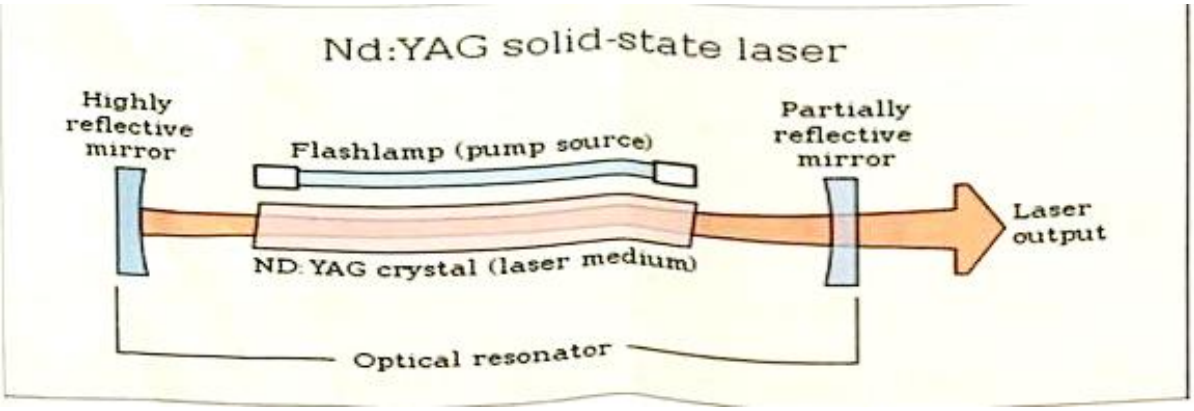
2-4-1 معامل انعكاس العدسة lens reflection coefficient

\ يعتمد عدد الانعكاسات لأشعة الضوء المتراكمة داخل الوسط على نوع الوسط المستخدم، ففي ليزر الهيليوم نيون يحتاج إلى درجة انعكاس للمرأة بنسبة 99% لكي يعمل الجهاز. وأما في حالة ليزر النيتروجين فلا حاجة للانعكاس الداخلي درجة انعكاس (0) حيث أن ليزر النيتروجين يمتاز بدرجة عالية على إنتاج الأشعة. من جهة أخرى تعتمد خواص العدسة المتعلقة بانعكاس الضوء على طول موجة الضوء،

لهذا يتم الاهتمام بالخواص الضوئية للعدسة عند تصحيح جهاز الليزر] 6.[

5-1 مكونات جهاز الليزر laser components

- مصدر للطاقة او مصدر الضخ
- الوسط الليزري.
- المرنان البصري.



الشكل (2) رسم تخطيطي لليزر تقليدي يظهر المكونات الأساسية الثلاثة (4) .

5-1 -1 مصدر الضخ source of pumping

مصدر الضخ هو الجزء الذي يوفر الطاقة لنظام الليزر حيث يقوم المصدر بضخ الالكترونات من مدارات منخفضة الطاقة (غير مثارة) الى المدارات عالية الطاقة (المثارة) للحصول على التوزيع المقلوب للإلكترونات وهناك طرق للضخ(البصري ، الضخ الكيميائي ، والضخ الكهربائي)

ليزر الهيليوم نيون (He-Ne) يستخدم طريقة التفريغ الكهربائي في خليط من غازي الهيليوم والنيون، بينما ليزر Nd:YAG يستخدم طريقة الضخ الضوئي بواسطة فلاش زينون أو ليزرنصف ناقل والليزر المستثار يستخدم طريقة التفاعل الكيميائي.

2-5-1 الوسط الليزري laser mediu

الوسط الليزري أو الوسط الفعال هو مصدر الفوتونات الرئيسي داخل الليزر والعامل الرئيسي لتحديد الطول الموجي لخصائص الليزر الأخرى الأوساط الليزرية للمواد المختلفة لها طيف خطي أو طيف واسع الذي يسمح بضبط ترددات الليزر. هناك المئات إن لم يكن الآلاف من الأوساط الليزرية التي يتم توليد شعاع الليزر بها. يتم اثارة الوسط عن طريق مصدر الضخ لتحقيق التوزيع المقلوب للالكترونات. أمثلة للأوساط الليزرية تشمل:

السوائل مثل صبغة الليزر وعادة ما تكون مذيبات عضوية كيميائية مثل الميثانول، إيثانول أو الاثلين جلايكول والتي تضاف إليها الأصباغ الكيميائية مثل الكومارين، رودامين ، فلورسين. ان التكوين الكيميائي الدقيق لجزيئات الصبغة يحدد الطول الموجي لعملية الليزر السائل.الغازات مثل ثنائي اوكسيد الكاربون ، الاركون، الكريبتون و الهيليوم نيون هذا الليزر غالبا ما يتم ضخه عن طريق التفريغ الكهربائي.

* المواد الصلبة مثل البلورات و الزجاج. ان المادة الصلبة المضافة عادة ما تكون مخلوطة مع بعض الشوائب مثل الكروم، النيوديميوم الإربيوم أو التيتانيوم الاضافات النموذجية تشمل: (الإيتريوم الألمنيوم العقيق)، (الإيتريوم الليثيوم الفلورايد)، الياقوت (اوكسيد الالمنيوم) ومختلف أنواع الزجاج.

أوساط ليزر الحالة الصلبة تشمل ياقوت تيتانيوم الياقوت الكروميوم (عادة معروفة

باسم روبي)، كروميوم ليثيوم الكروم مع الليثيوم السترونتيوم.
أشباه الموصلات نوع من البلورات الصلبة مع توزيع أحادي أو مادة بمستويات أحادية مختلفة حيث تسبب حركة الإلكترونات عمل الليزر.

3-5-1 المرنان البصري optical resonator:

المجاوب أو المرنان البصري، في أبسط أشكاله هي مرأتين متوازيتين او كرويتين توضعان حول الوسط الليزري لتؤدي إلى أنعكاس الضوء وتضخيمه يتم تغشية المرأة مما يحدد الخصائص الانعكاسية . حيث يتألف المرنان من مرأتين الأولى عاكسة بشكل كلي والثانية عاكسة بشكل جزئي والمرأة الثانية هي التي تولد الحزمة الليزرية لأنها تسمح لبعض الضوء بترك المرنان لإنتاج الشعاع الليزري.
الضوء الصادر عن الانبعاثات التلقائية يتم عكسه بواسطة المرايا داخل الوسط الفعال، حيث يتم تضخيمه بالانبعاث المحفز و قد ينعكس الضوء عن المرايا ويمر خلال الوسط الليزري عدة مئات من المرات قبل أن يخرج من التجويف في أجهزة الليزر الأكثر تعقيدا يتم استخدام أربعة مرايا أو أكثر لتكوين التجويف ان موضع المرايا نسبة إلى الوسط الليزري يعتبر حاسما لتحديد الطول الموجي الدقيق وغيره من سمات نظام الليزر.
الأجهزة البصرية الأخرى مثل المرايا الدوارة، المحولات المرشحات والماصات يمكن وضعها داخل المرنان البصري لإنتاج مجموعة متنوعة من التأثيرات على مخرج الليزر مثل تغيير الطول الموجي للعملية أو أنتاج نبضات من ضوء الليزر .
بعض أجهزة الليزر لا تستخدم تجويف بصري تعتمد على وسط بصري عال جدا لإنتاج تضخيم الانبعاثات المحفزة دون الحاجة إلى ارتداد الضوء مرة أخرى إلى الوسط. ان اشعة الليزر هذه توصف بكونها شديدة الاضاءة وتبعث ضوء قليل الاتساق ولكن ذا عرض نطاق واسع لأنها لا تستخدم الارتداد البصري ولا تصنف

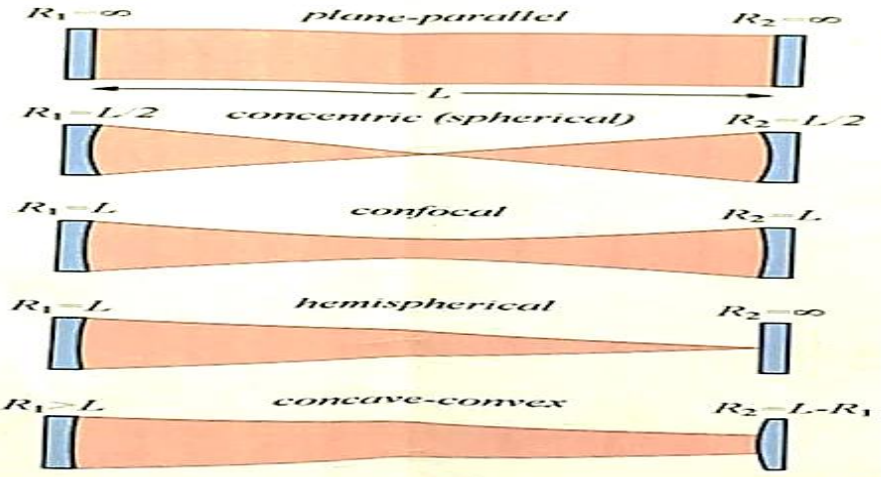
هذه الأجهزة في كثير من الأحيان بانها أجهزة ليزر

العلاقة التالية تستخدم لحساب قدرة ترددات المرنان :

$$w = \frac{\pi . c}{L} . \left[(q+1) + \frac{1}{\pi} (m+n+1) . arccos \sqrt{(1 - \frac{L}{R_1})(1 - \frac{L}{R_2})} \right]$$

حيث R1 و R2 أنصاف أقطار تقعر كل من المرآتين الاولى والثانية وفي الحالة التي تكون فيها المرايا $L = R2 =$ R1 يكون طيف الترددات في هذه الحالة :

$$w = \frac{\pi . c}{L} . \left[(q+1) + \frac{1}{\pi} (m+n+1) \right]$$



الشكل(3) يمثل رسم توضيحي للمرنان الليزري في المرايا . [8]

6-1 خصائص شعاع اليزر

1-6-1 :-التماسك

حيث تنتقل الإلكترونات في مصادر الضوء التقليدية بشكل طبيعي بمرور الوقت، وتتميز بأن لها طاقات وترددات وأطوال موجية مختلفة تنبعث فيها أشعة الليزر بطاقات، وترددات، وأطوال موجية واحدة

2-6-1 الاتجاهية-:

تنتقل جميع الفوتونات في الليزر في نفس الاتجاه لذلك يكون ضوء الليزر مركزًا في اتجاه واحد فقط، كما أن عرض شعاع الليزر ضيق أي بإمكانه قطع مسافات طويلة

من دون أن تتشتت طاقته أو يغير من اتجاهه.

3-6-1 احادية اللون-:

تمتلك الفوتونات المنبعثة من الضوء العادي أطوالا موجية مختلفة وبالتالي تمتلك ألوانا مختلفة، بينما في الليزر تمتلك جميع الفوتونات طولا موجياً واحدا مما يجعلها أحادية اللون.

4-6-1شدة عالية..

تمتاز أشعة الليزر بأن لها شدة عالية تفوق شدة الضوء العادي بآلاف المرات نتيجة لأن أشعة الليزر تتدفق في اتجاه واحد فقط بينما أشعة الضوء العادي تنتشر في اتجاهات مختلفة.

7-1 انواع الليزر

1-7-1 اليزر الغاز : هو ليزر يكون فيه الرنان محتوياً على غاز مثل الهيليوم والنيون وغاز ثاني اكسيد الكربون وتكون أطوالها الموجية في مدى الأشعة تحت الحمراء وتستخدم في قطع المواد الصلبة لطاقتها العالية.

2-7-1 ليزر السائل (ليزر الصبغة) : هو الليزر الذي يكون وسطه الفعال عبارة عن سائل، حيث تذاب أصباغ عضوية في كحول اثيلي. أدى اكتشاف ليزر السائل إلى حل بعض المشاكل التي كانت تواجه العلماء في عدة مجالات كالطب والميكانيك والاتصال.... الخ.

بعد قيام العالم ايمان بنشر المقالة الأولى باكتشاف ليزر الياقوت الصلب، اتجهت الأنظار إلى اكتشاف أوساط فعالة أخرى لتوليد الليزر كالأوساط الغازية والسائلة.

3-7-1ليزر الحالة الصلبة : هو الليزر الذي ينتج بواسطة مادة أو خليط من مواد صلبة مثل الياقوت أو خليط الالومنيوم واليتريم والنيوديميم. ويسمى بليزر الـ اختصار

ويكون طوله الموجي في منطقة الاشعة تحت الحمراءTAG

4-7-1 ليزر اشباه الموصلات ويطلق عليه أحياناً بليزر الديود أو ليزر الصمام الثنائي ويعتمد على المواد شبه الموصلة ويمتاز بحجم واستهلاك طاقة قليلة للغاية مقارنة بالأنواع الأخرى ولذلك أصبح يستخدم على نطاق واسع في كافة التطبيقات والأجهزة الدقيقة حتى قدرة ١٠٠٠ ميلي وات ويتواجد في أجهزة السي دي والديفيدى والبلوراي وطابعات الليزر وادوات القياس الدقيقة للمسافات والاطوال والأجهزة البصرية واقلام والعاب الليزر وتعددت الوانه فمنه الأحمر والأخضر والأزرق

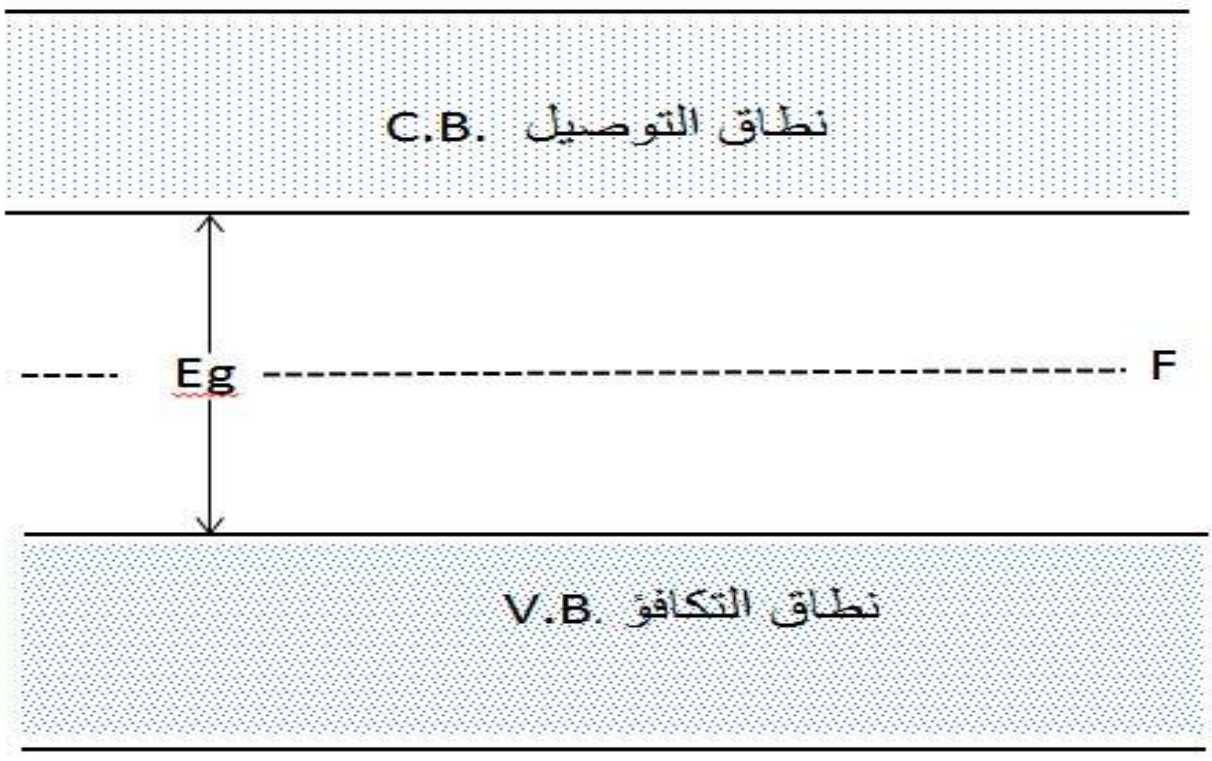
1-2 ليزر اشباه الموصلات :

ليزر شبه الموصل مادة صلبة بلورية فيها تشكل الذرات الفردة شبيكة دورية معامل توصيلها الكهربائي اقل بكثير من معامل التوصيل الكهربائي للفلزات تختلف عن البلورات الأيونية الصلبة المستخدمة في ليزر الحالة الصلبة في طريقة تمثيل مستويات الطاقة وبالتالي ميكانيكية الضخ وعملية الانبعاث الضوئي تمثل مستويات الطاقة في شبه الموصل صفة عامة من الصفات الداخلية للشبيكة البلورية ككل ولا يمكن التكلم عن مستوى طاقة لذرة او جزيئة منفردة او ايون منفرد في شبه الموصل او ايون مطعم في بلورته هذا بالإضافة الى ان ليزر شبه الموصل يختلف عن ليزر الحالة الصلبة في اغلب الصفات الفيزيائية والهندسية وابرزها الاختلاف في الحجم، فلا يتجاوز أكبر بعد في ليزر شبه الموصل عن (1 mm) كذلك ان الخصائص الفيزيائية لشبه الموصل ذات العلاقة بعمل الليزر والتي تتغير مع الظروف الخارجية كالضغط ودرجة الحرارة تختلف عن تلك الخصائص وظروف تغيرها للبلورات الأيونية او الزجاج في ليزر الحالة الصلبة.

2 -2مستويات الطاقة

يوضح الشكل (2-1) مخطط مستويات الطاقة لشبه موصل مثالي (بلورة نقية) حيث يتميز بوجود نطاقين عريضين للطاقة مفصولين عن بعضهما بنطاق طاقة محرم (فجوة) عرضه (Eg) يطلق على هاذين النطاقين بنطاق التكافؤ (VB) ونطاق التوصيل (CB) يتألف كل منهما من عدد كثيف من حالات الطاقة ولا يعبر عن احتمالية تواجد الالكترون في مستوى طاقة ما (E) وفي حالة التوازن حسب احصائية ماكسويل - بولتزمان بل يعطى بدلالة توزيع فيرمي - ديراك وبالدالة

(ع) التي تعطى بالعلاقة التالية:



مستويات الطاقة لشبه موصل مثالي شكل (2-1)

تمثل T درجة الحرارة المطلقة و F طاقة مستوى فيرمي ويقع ضمن نطاق الفجوة كما ان هذا المستوى يتميز بالاعتبارات التالية: عند الصفر الطلق T=O ولقيم F<E اي لنطاق التوصيل تكون F=O لقيم F>E تكون F=1اي ان هذا المستوى يمثل الحد بين مستويات طاقة فارغة تماما ومستويات طاقة مملوءة تماما في درجة الصفر المطلق، فنطاق التوصيل فارغ من الالكترونات تماماً ونطاق التكافؤ مملوء بها تماماً وفي هذه الدرجة يعمل شبه الموصل كعازل كهربائي.

في درجة حرارة اعلى من الصفر المطلق (T>O) يتواجد بعض الالكترونات في نطاق التوصيل مخلفة وراءها فجوات الكترونية (موجبة) في نطاق التكافؤ وبناءاً على ذلك يصبح بالإمكان سريان نيار كهربائي بين النطاقين.

ان المخطط البسيط الذي يصف مستويات الطاقة لبلورة نقية مثالية تماماً، اما مخطط الطاقة لبلورة حقيقية فيحتمل ان يتضمن مستويات طاقة اضافية نتيجة لوجود العيوب البلورية كالشوائب والفجوات والانفكاكات. ان وجود الشوائب في البلورة يعمل على تحديد عدد الجسيمات التي تعمل كناقلات للتيار (الالكترونات والفجوات) ولهذا تمثل اهمية بالغة في عملية التأهيل العكسي وبالتالي الانبعاث المحفز.

وعلى العموم يمكن تصنيف الشوائب الى الانواع التالية: الشوائب المانحة وتقع مستويات الطاقة لها عموماً قرب نطاق التوصيل والشوائب القابلة وتقع مستويات الطاقة لها عادة قرب نطاق التكافؤ واخيراً الشوائب التي تقع مستويات الطاقة لها في عمق نطاق الفجوة والنوعان الأولان هما من الاهمية حيث يتم زرع كليهما عمداً في البلورة لإنتاج نوع سالب (n-type) او نوع موجب (p-type) من اشباه الموصلات.

في كثير من التطبيقات يتم معالجة شبه الموصل بشوائب من كلا النوعين حيث تنتشر الذرات المانحة في احد جزئي البلورة وتنتشر القابلة منها في الجزء الآخر وتدعى منطقة الالتحام بينهما بالملتقى (p-n junction).

3-2 التأهيل العكسي والضخ الكهربائي

الغرض تحقيق التأهيل العكسي يجب ضخ عدد من الالكترونات الى منطقة التوصيل وزيادة الفجوات الالكترونية في منطقة التكافؤ فعند تسليط جهد كهربائي بالاتجاه الامامي للملتقى اي بربط النوع السالب (n) الى القطب السالب للمصدر تتحرك حاملات التيار نحو الملتقى ويلتحمان عنده وينتج عن ذلك انبعاث له صفات الانبعاث المحفز وللمقارنة مع عمل انواع الليزر السابقة فان شبه الموصل الذي يتم تشغيله بجهد امامي لا يكون في حالة توازن حراري وذلك لسريان تيار كبير خلال الملتقى مما يجعل منطقة الملتقى بعيدة عن حالة التوازن وفي هذه الحالة لا يمكن تطبيق مبدأ توزيع فيرمي ديراك على هذه المنطقة.

4-2 الامتصاص والانبعاث المحفز في شبه الموصل

عند ربط الصمام بفرق جهد امامي (V) يساوي تقريباً Ele فان المجال الكهربائي كما هو مبين في الشكل (١) سيعمل على ازاحة موضع مستوى فيرمي في كل نوعي البلورة بمقدار يعطى بالعلاقة $\Delta F =$

eV ... ... (2)

كما يسبب استخدام الجهد الامامي في حقن حاملات التيار الالكترونات في منطقة التوصيل في نوع ، والفجوات في منطقة التكافؤ في النوع - (p) وباتجاهين متعاكسين نحو منطقة الملتقى وبهذا يتم التحامهما في طبقة ضيقة تدعى (بطبقة النضوب) تنبعث عنها الاشعة الطلوبة.

ان مستويات الطاقة والمبينة في النوعين & والتي هي ليست في حالة توازن حراري مع بعضها البعض يمكن أن تفسر كالتالي: يحدث في كل نطاق وبصورة سريعة وضع التوازن الحراري النسبي فيمكن عندئذ وصف التوزيع الالكتروني

المستويات الطاقة في كل نطاق بحالة يطلق عليها شبه مستويات فيرمي ويعبر عنها

بدالة فيرمي - ديراك وكالاتي:

$$fv = (1 + e\frac{(E-fv)}{Kt})^{-1} \text{.....(3)}$$

$$fc = (1 + e\frac{E-Fc}{KT})^{-1} \text{.....(4)}$$

اما الملتقى سيكون في هذه الحالة بعيداً عن حالة التوازن ولا يمكن معاملته كمستوى فيرمي للانتقال المحفز عند التحام الكترون مع فجوة موجبة فان الطاقة الكلية تتحرر كفوتون يعطي تردده وفق معادلة بلانك اي ان:

$$hv=E2-E1.....(5)$$

ويمثل E2 & E1 طاقة الالكترون في الحالة الابتدائية والنهائية على التوالي، كما يمكن للإلكترون وهو في الحالة الابتدائية أن يمتص الفوتون ويرتقي الى نطاق التوصيل وبما أن القوانين العامة للانبعاث والامتصاص للإشعاع الكهرومغناطيسي يصح تطبيقها للأشعة المنبعثة عن الالتحام في ملتقى شبه الموصل فانه يتوقع حدوث الانبعاث المحفز كلما تحرر فوتون.

س/ تحت اي ظرف يزيد معدل الانبعاث على معدل الامتصاص في منطقة الملتقى بربح يستطيع تجاوز العتبة؟

يعتمد معدل الامتصاص والانبعاث على عدد الفوتونات المتواجدة في المرنان على معامل اينشتاين B للانتقال، كذلك يتناسب معدل الانبعاث المحفز مع حاصل ضرب احتمالية تواجد الالكترون في المستوى الاعلى واحتمالية عدم تواجده في المستوى الأوطأ، في حين يتناسب معدل الامتصاص مع احتمالية تواجد الالكترون في المستوى الأوطأ واحتمالية عدم تواجده في المستوى الأعلى، لذا وللحصول على انبعاث محفز يجب ان يزيد المعدل الزمني للانبعاث المحفز على نظيره للامتصاص أي يجب ان يكون

$f_c(1-f_v) > f_v(1-f_c)$.....(6)

وهذا يتطلب كون Fc>Fv من المعادلات (3&4) ينتج:

$Fc-Fv>E2-E_1=hv$.....(7)

وبما ان (E2-E1) ليس اقل من Eg، لذا يكون

Fc-Fv>Eg.....(8)

وتكافئ هذه المتباينة شرط التأهيل العكسي في الانواع الأخرى من الليزر.

5-2 وصف الجهاز

يمثل شكل (2-1) نموذجاً لليزر شبه الموصل ذو الملتقى p-n تشكل فيه المنطقة المظللة طبقة النضوب ان اكثر الأوساط الشائعة الاستعمال لمثل هذا النوع هو مادة زرنيخات الكادميوم GaAs، وعموماً يكون الصمام صغير الحجم اذ يكون سمك المادة الفعالة في حدود $(1\mu M)$ وهي أكثر سمكاً من منطقة النضوب التي تكون صغيرة جدا في حدود $(0.1\mu M)$ اما ابعاد الصمام الاخرى فلا يتجاوز الطول والعرض عن (1mm) اما السمك فلا يتجاوز (mm0.5). تقطع البلورة بحيث يكون سطحيها متوازيان وسطوحها الأخرى عمودية على بعضها البعض وعلى سطح الملتقى، يصقل زوجاً متقابلاً من سطحيها الجانبين ويترك الزوج الآخر خشناً لتقليص الانعكاسات البراقة غير المرغوب فيها ولا يحتاج الوجهان الصقيلان الى الاكساء بطبقة عاكسة ليعملا مرأتي فابري - بيرو لان معامل انكسار شبه الموصل عالي البلورة حوالي 3.6

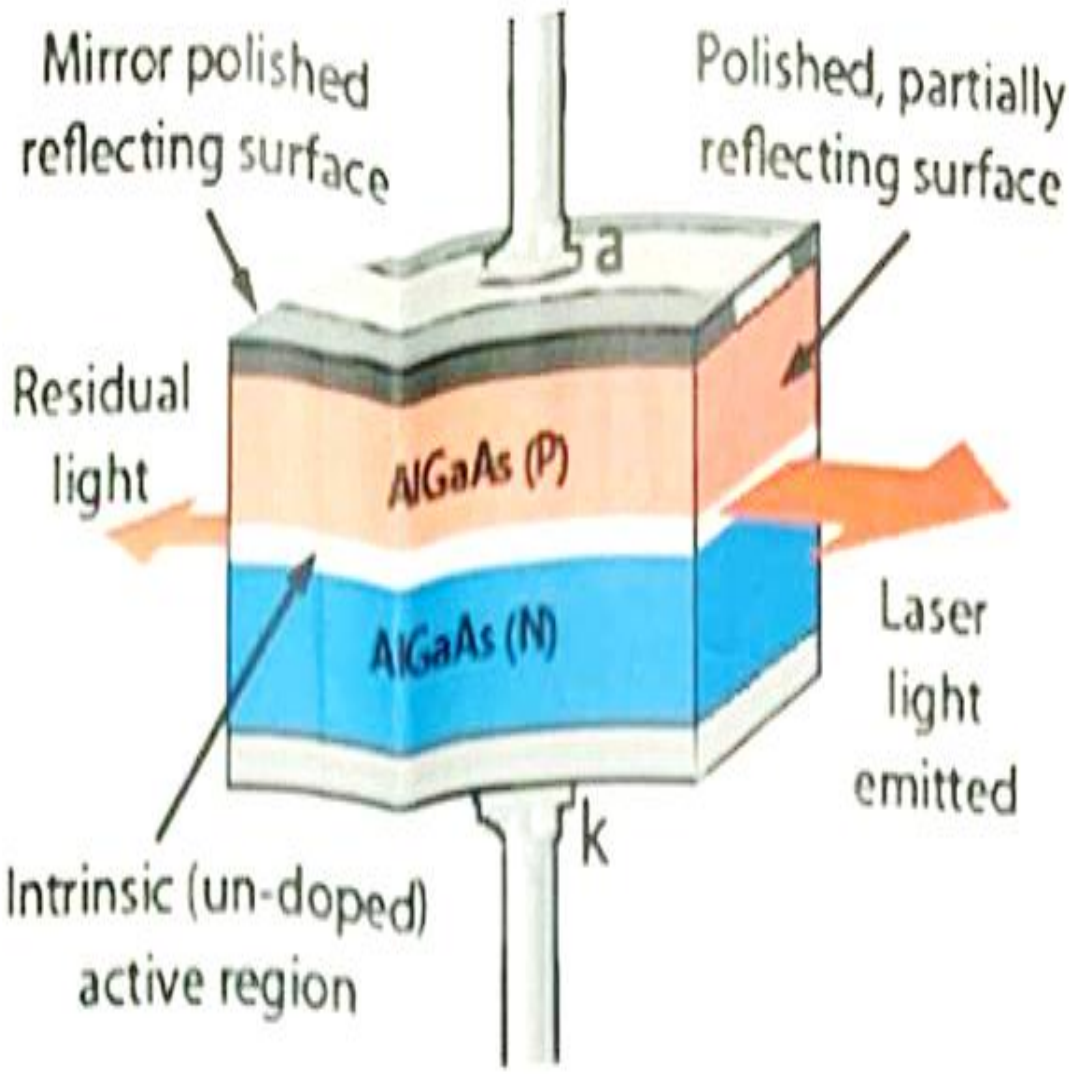
وبهذا تكون انعكاسية السطوح النهائية شبه موصل - هواء) حوالي 35% تثبت قطعة الثنائي هذه على قاعدة معدنية صلبة لتشكل قطباً كهربائياً.

بسبب الحيود فان حزمة الليزر تحتل منطقة الملتقى ويكون للشعاع الخارج انفراج كبير نسبياً كذلك تكون كثافة تيار العتبة لليزر شبه الموصل ذو الملتقى المتجانس عالية نسبياً في درجة حرارة الغرفة. تقل هذه الكثافة وبسرعة بانخفاض ظرف درجة الحرارة هذا بسبب كون المقدار (1-fv) fc يزداد مع نقصان درجة الحرارة في حين يقل المقدار (1-fc) fv مع نقصانها وبهذا يزداد الكسب كلما انخفضت درجة الحرارة وكنتيجة لهذا فان ليزر شبه الموصل ذو الملتقى المتجانس لا يعمل بشكل مستمر (CW) الا في درجات الحرارة الواطئة درجة الهيدروجين السائل). تم التغلب على هذه الصعوبة باستخدام تصميم يتضمن زوجاً من الملتقى غير المتجانس حيث امكن تشغيل ليزر هذا التصميم بشكل مستمر وفي درجة حرارة الغرفة وايضا بكثافة تيار للعتبة اقل منه في حالة التشغيل النبضي للتشغيل النبضي لليزر شبه الموصل، يسلط مجال كهربائي عبر الوسط على شكل نبضة بطاقة تقارب طاقة الفجوة ويزداد التيار عبر الملتقى بشكل غير خطي مع الجهد المسلط حتى يقترب هذا من طاقة الفجوة حيث تلاحظ الاشعة المنبعثة من جميع الاتجاهات ومجمله طيف ذو نطاق عريض (اشعة تحت الحمراء بنطاق840-83) وتتغير الاشعة المنبعثة بتغير تيار الملتقى كما تعتمد طول الموجة المنبعثة على تركيز الشوائب وعلى التيار الكهربائي.

يمكن الحصول على قدرة قصوى تقدر بمئات الواط من صمام GaAs عندما يضخ بشكل نبضي وفي درجات حرارة واطنة ($77K^{o}$) ولا تتجاوز القيمة القصوى عن 15 Watt في درجة حرارة الغرفة اما تشغيله بشكل مستمر فيعطي قدرة بين (5-10)W في الدرجة نفسها.

يغطي نتاج ليزر شبه الموصل مدى عريض من الطول الموجي الذي يتراوح بين ($0.7 - 30\ \mu M$) ان اهم نموذج لهذا النوع من الليزر هو ليزر GaAs كما ان كفائتة عالية نسبياً وبمعدل 10% لذا يعتبر ليزر شبه الموصل من انواع الليزر ذات الكفاءة العالية كذلك أن عرض نطاق تذبذب حزمته ($10^{11}Hz$) يرشح تشغيله بالصيغة المقفلة، كما يعد ليزر شيه الموصل GaAs من اهم المصادر المستخدمة في الاتصالات الضوئية التي تستخدم الألياف الضوئية كوسط ناقل لها. كما ان عمر الصمام طويل(10^{6} hours) كذلك يستخدم في عدد من التطبيقات المهمة تلك التي تتطلب قدرة واطئة (كعمليات القراءة والمسح) ومصدراً ضوئياً بإشعاع واقع في منطقة الاشعة تحت الحمراء.

هناك مواد شبه موصلة اخرى ذات اهمية في عمل هذا النوع من الليزر كأملاح الرصاص التي تتذبذب في المدى المتوسط والبعيد من طيف الاشعة تحت الحمراء كما ان انبعاثها يمكن ان يكون ضيقاً جدا ولهذا تقع اهميتها في دراسة الاطياف تحت الحمراء وخاصة لدراسة اطياف التحليل العالي.



شكل (5) مخطط ليزر شبه الموصل [12].

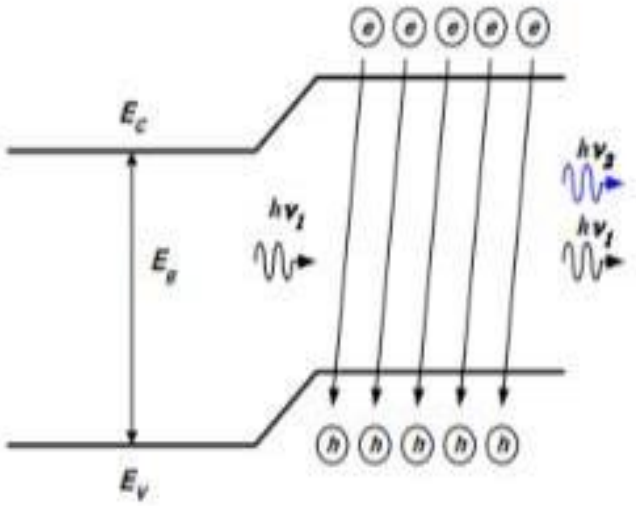
6-2 انواع الليزر اشباه الموصلات

6-2-1 P-N JUNCTION LASERS ليزرات ثنائي الوصلة

عند سقوط موجة ضوئية (فوتون) يمتلك طاقة أكبر من فجوة الطاقة (E) للمادة شبه الموصلة فإن الإلكترونات (electrons) (e) تتهيج وتصعد من المستوي الأرضي (حزمة التكافؤ) إلى المستوي المتهيج حزمة التوصيل) وتترك وراءها فجوات () (1holes). تبقى الإلكترونات في المستوي المتهيج فترة زمنية محددة تسمى فترة حياة المستوي أو

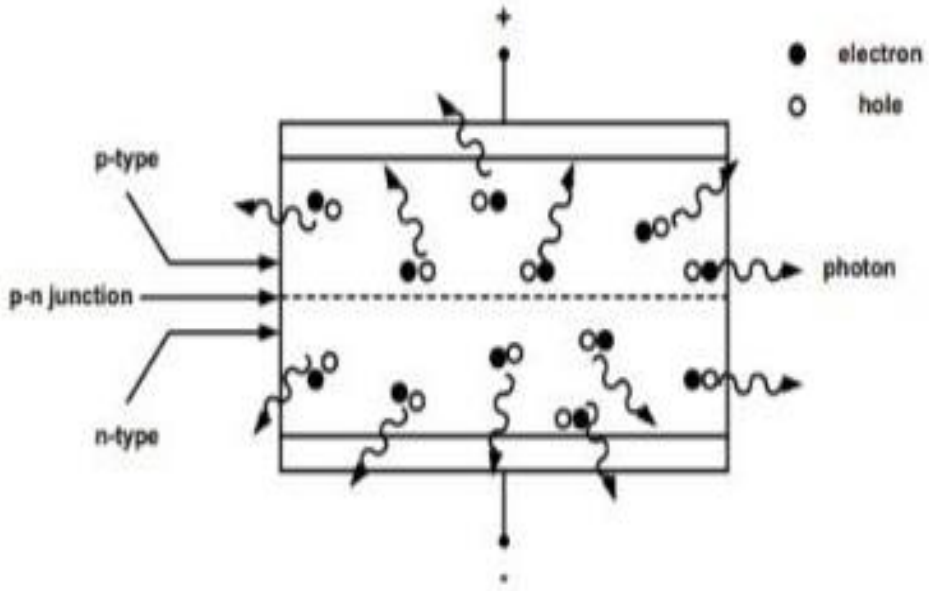
عمر المستوي (Level Lifetime) وتنزل بعد ذلك إلى المستوي الأرضي مرة أخرى وتتحد مع الفجوات وتبعث إشعاع. وهذه

العملية تمثل الانبعاث التلقائي. إذا كانت الإلكترونات في المستوي المتهيج وسقط فوتون يمتلك طاقة تساوي فجوة الطاقة (E) فإن الإلكترونان تتحفز على النزول إلى المستوي الأرضي وتتحد مع الفجوات وتبعث إشعاع. وهذه العملية تمثل الانبعاث المحفز التي هي شرط توليد الليزر.



مخطط للمستويات الطاقية لليزر أشباه الموصلات ذي الوصلة الثنائية

الأمامي (Forward Bias) أي أن 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 يتولد فيها وينبعث منها الليزر.



مخطط توضيحي لليزر أشباه الموصلات ذي الوصلة الثنائية

كما هو واضح من الشكل، فإن هنالك ٦ اتجاهات في تركيب الليزر يمكن أن تتجه إليها فوتونات الليزر المنبعثة هي:

إلى الأعلى وإلى الأسفل من منطقة الوصلة (p-n junction) وهذه الفوتونات يمتصها الجزء الموجب (p-type) والجزء (n-type)السالب بعيدا عن الوصلة الثنائية داخل وخارج مستوى الورقة وهذه الفوتونات لا تخرج بسبب جعل سطح التركيب صقيل يشبه المرأة.

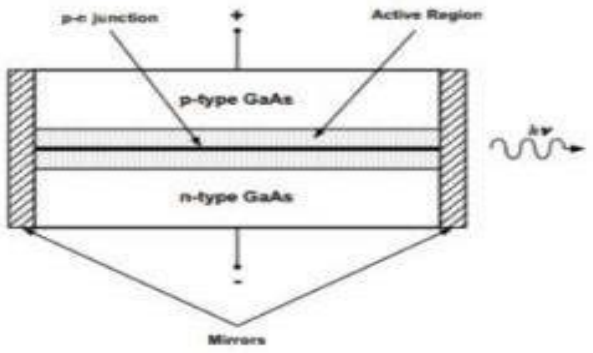
الى اليمين والى اليسار من الوصلة الثنائية وهذه الفوتونات يمكن ان تخرج على شكل حزمة ليزر

2-6-2

ليزرات الحقن (INJECTION P-N JUNCTION LASERS)

في هذا النوع من ليزرات أشباه الموصلات يتم حقن حاملات الشحنة (الإلكترونات والفجوات) إلى داخل المنطقة الفعالة لغرض زيادة تركيز فوتونات الليزر المنبعثة وهي أفضل من ليزرات الانحياز الأمامي للوصلة الثنائية بما يلي:

١. قدرة الليزر الخارجة تكون أعلى *(mW)*
٢. عرض خط الانبعاث يكون أضيق *(10-9m)*
٣. قابليتها على التضمين أكبر بترددات عالية *(GHz)*
٤. كفاءة الانتقال داخل الألياف البصرية أعلى



مخطط لليزر الحقن

يتم ضخ ليزر أشباه الموصلات بواسطة ليزر أشباه موصلات آخر ذي طول موجي أقصر مثل ضخ ليزر *InSb* ذي الطول الموجي *(5.3μm)* بواسطة ليزر *GaAs* ذي الطول الموجي *(0.84μm)*. كما يمكن استخدام حزمة سريعة من الإلكترونات تضرب المادة شبه الموصلة وتولد أزواج إلكترون-فجوة التي تتحد مع بعضها فتبعث شعاع الليزر.

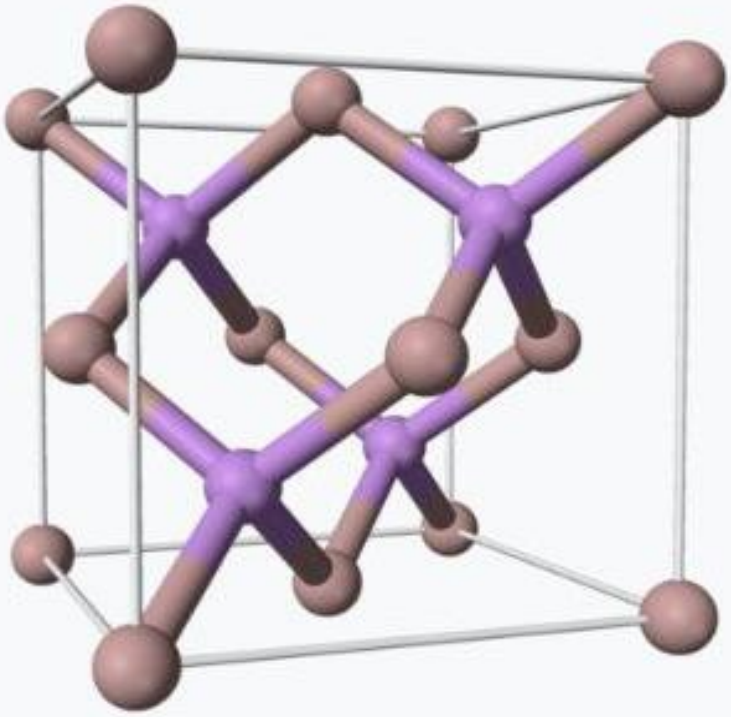
3-6-2 ليزر زرنيخيد الغاليوم

(GaAs) هو مركب من عناصر الغاليوم

والزرنيخ. وهو عبارة عن أشباه موصلات ذات فجوة III-V مباشرة مع بنية بلورية من الزنك. يستخدم زرنيخ الغاليوم في تصنيع الأجهزة مثل الدوائر المتكاملة التردد الميكروويف، الدوائر المتكاملة الميكروويف متحدة، الثنائيات الباعثة للضوء الأشعة تحت الحمراء الثنائيات الليزر والخلايا الشمسية والنوافذ البصرية.

غالبا ما يتم استخدام GaAs كمواد أساسية للنمو الفوقي الأشباه الموصلات III-V الأخرى بما في ذلك زرنيخيد الغاليوم الإنديوم وأرسينيد الألومنيوم الغاليوم وغيرها.

زرنيخيد الغاليوم



(7-2) مميزات ليزر اشباه الموصلات advantages of semiconductor laser

1 - صغر الحجم.

2 - إمكانية الضخ المباشر باستخدام تيار كهربائي صغير نوعا ما (150) - (15) mA

3 - الكفاءة العالية التي قد تصل إلى 32%.

4 - إمكانية التحكم بشدة الشعاع الخارج مباشرة بواسطة التيار الكهربائي .

5 - رخيص الثمن.

6 - خاصية التنغيم أي إمكانية الحصول على أي طول موجي من بين أطوال موجية متعددة من الليزر نفسه.

7 – يتميز بإمكانية الفتح و الغلق بسرعة كبيرة مما يمكننا من التحكم به بشكل أفضل.

8 - شدة الإضاءة العالية) أي أنه يصدر كمية كبيرة من الضوء مركزة في منطقة ضيقة).

9 - نصف قطر المنطقة المضاءة صغير نسبة لنصف قطر مقدمة الدايود على افتراض أنه دائري في أغلب الأحيان.

10 - ليزر اشباه الموصلات ذو عمر تشغيلي طويل يمكننا الاعتماد عليه في الاستخدامات التي يكون من الصعب القيام بعمليات تبديل القطع فيها أي أنه ذو كفاءة عالية.

11- يمتاز بأنه يصدر كمية من الحرارة مقارنة مع المصابيح المتوهجة

الفصل الثالث

1-3 تطبيقات الليزر اشباه الموصلات:

الليزر شبه الموصل له تطبيقات عديدة جدا في مختلف مجالات الحياة ولا يمكن في هذه المحاضرة من تغطية الموضوع بالكامل وسنقوم بألقاء الضوء على اهم هذه التطبيقات وسيتم اثراء هذا المجال من خلال الكتابة فيه ولكن تحت باب تفسيرات فيزيائية أو مقالات علمية أو ابحاث تخرج الطلبة.

مكن تقسيم استخدامات الليزر إلى ستة اقسام اساسية هي على النحو التالي

تطبيقات صناعية
تطبيقات طبية
تطبيقات عسكرية
تطبيقات الحياة اليومية
تطبيقات الابحاث العلمية
تطبيقات خاصة
تطبيقات في الصناعة والتكنولوجيا
تطبيقات في البحوث الطبية وعلوم الحياة

3-1-1 تطبيقات صناعية

ادخل الليزر في التطبيقات الصناعية منذ اول اكتشافه في ١٩٦٠. وبالأخص في القياسات وفي الترتيب للأجهزة البصرية وانابيب الضخ وخطوط الكهرباء واجهزة القياس واستخدم في مجال التصنيع كالقطع واللحام والصهر والتبخير وفي تصنيع الدوائر الإلكترونية المتكاملة وفي الحفر على الزجاج وغيره.

3-2-2 تطبيقات طبية

دخل الليزر في التطبيقات الطبية وهي كثيرة ولذلك تقسم هذه التطبيقات اما حسب نوع المعالجة كان تكون تطبيقات الليزر في الجراحة أو في مجال طب الاسنان أو طب العيون وتقسم ايضا حسب نوع الليزر المستخدم في الطب مثل ليزر ثاني اكسيد الكربون او ليزر النيتروجين او ليزر الاكسيمر وتقسم في بعض الاحيان حسب طبيعة المعالجة مثل تطبيقات الجراحة أو لحام الأوعية الدموية أو التشخيص.. والتقسيم الاخير أكثر استخداماً ولفهم تطبيقات الليزر في الطب يجب دراسة العلاقة بين اشعة الليزر المختلفة والخلايا الحية. وهذه العلاقة تعتمد على خصائص الليزر من ناحية طوله الموجي وشدته وشكله عند سقوطه على الجسم المراد علاجه. يمكن تغيير الطول الموجي من خلال تغيير نوع الليزر والتحكم بشدة الاشعة يتم من خلال التحكم في زمن تسليط الليزر وقوة الضخ المستخدمة أما شكل حزمة اشعة الليزر فيتحكم بها من خلال عدسات التركيز المستخدمة. فإذا اعتبرنا ان طاقة اشعة الليزر في حدود 1 وات فإنه يمكن بتغيير الطول الموجي التحكم في طبيعة العلاقة بين الليزر والخلايا الحية.

- . الليزر الذي يعمل في منطقة الاشعة فوق البنفسجية البعيدة يقتل الخلايا الحية مثل DNA و RNA
- . الليزر الذي يعمل في منطقة الاشعة فوق البنفسجية القريبة يحدث تفاعل كيميائي مع مكونات الخلايا.
- الليزر الذي يعمل في منطقة الاشعة المرئية يحدث تأثير حراري على الخلايا لامتصاصها طاقة الليزر.

العلاج بالليزر له خصائص عديدة منها قلة الفقد في الدم نتيجة للقطع كما انه نبضات الليزر تكون قصيرة زمنيا مما يجعل المريض لا يشعر بألم كما ان استخدام الليزر يعطي للطبيب رؤية واضحة للمنطقة التي يعالجها لقلة الادوات الميكانيكية التي يستخدمها الطبيب كما ان العلاج لا يحتاج إلى احداث جرح يذكر في جسم المريض وبالتالي يمكن للمريض مغادرة المستشفى فور رزوال تأثير التخدير كما أن الليزر يمكن ان يتم التحكم به بواسطة الكمبيوتر مما يعني دقة فائقة في العملية.

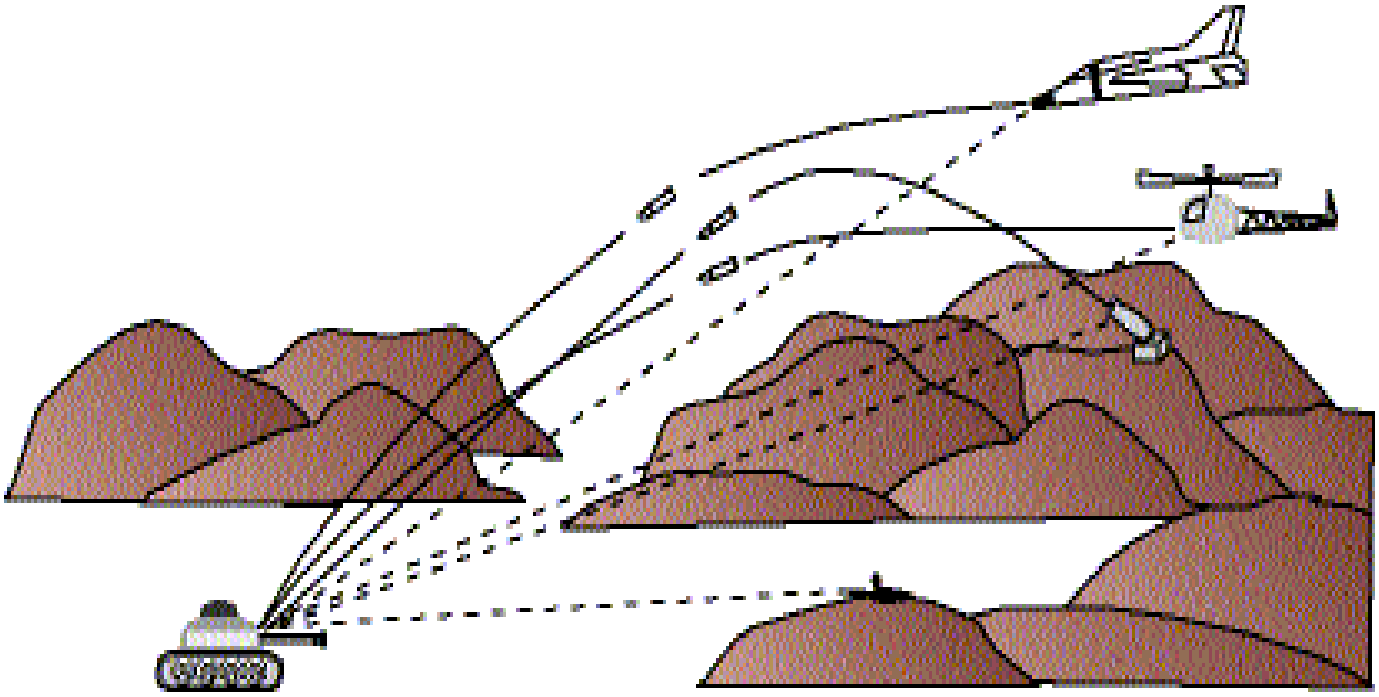
3-3-3 من المجالات الطبية التي يدخل فيها الليزر للعلاج هي:

علاج العين الجراحة العامة انف واذن وحنجرة طب الأسنان. الجلدية. أمراض الجهاز الهضمي والقولون والمستقيم جراحة تجميلية أمراض النساء. جراحة المسالك البولية علم الأورام طب العظام جراحة الاعصاب طبيب بيطري - بيطري. القلب والأوعية الدموية.

3-3 -4 تطبيقات عسكرية

منذ اكتشاف الليزر والكثير من الابحاث المتعلقة في تطويره كانت لاستخدام في المجالات العسكرية وغالبا ما تكون هذه الابحاث غاية في السرية ولا تكشف إلا بعد سنوات. ومن هذه التطبيقات تذكر استخدام الليزر في التصويب واستخدامه في التفجير عن بعد أو توجيه القذائف وفي تعقب الهدف مهما كانت سرعته وقدرته على تغيير وجهته وفي أسلحة ما يسمى بحرب النجوم كما تدخل في ابطال مفعول اجهزة الخصم الالكترونية واصابته بالعمى.

في المثال التالي نوضح فكرة استخدام الليزر في توجيه القذائف حيث تقوم الطائرة بتوجيه نبضات من اشعة الليزر الغير مرئية على الهدف واجهزة استقبال مثبته على القذائف الموجهة تقوم بتتبع النبضات المنعكسة عن الهدف إلى أن تصيبه. وهذه التكنولوجيا دقيقة إلى درجة كبيرة مستفيدة من حزمة الليزر المستقيمة وسرعة انتشار الليزر وامكانية التحكم في النبضات التي تكون عبارة عن شيفرة من الصفر والواحد التي يفهمها الكمبيوتر الموجه للقذيفة.



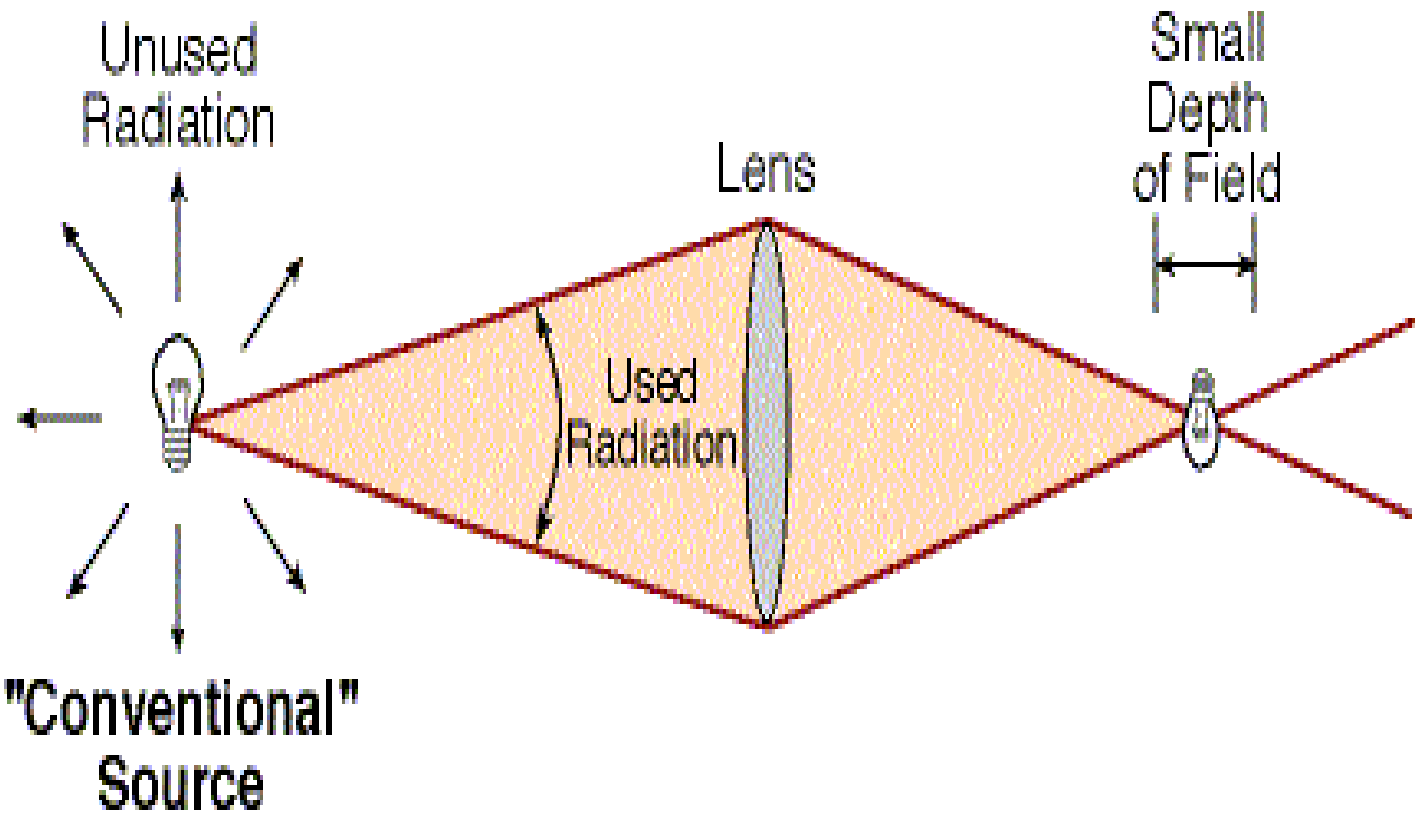
5-3-3 تطبيقات الحياة اليومية

لليزر تطبيقات عديدة في مجال استخدامات الحياة اليومية وتقسم هذه التطبيقات على النحو التالي:

تطبيقات الليزر في البيت.	**الأقراص المضغوطة الوسائط المستخدمة لتخزين المعلومات**
تطبيقات الليزر في العمل	**طابعة الليزر وسائط تخزين المعلومات الكمبيوتر الضوئي**
تطبيقات الليزر في التجارة	**قارئ البار كود العلامة الهلوغرافية**
تطبيقات الليزر في الاتصالات	**الألياف الزجاجية المستخدمة في الاتصالات لاتصال الفضائي**
تطبيقات الليزر في التسلية	**عروض الليزر في المناسبات والاحتفالات والاعياد معارض التصوير ثلاثي الأبعاد**

وهنا يجب أن نوضح خاصية امتاز بها شعاع الليزر عن غيره من مصادر الضوء العادي وهي عمق مجال تركيز الليزر والشكل التالي يوضح هذا المصطلح.

في حالة تركيز اشعة الضوء العادي باستخدام عدسة فإن عمق تركيز الاشعة لا يتعدى الميليمتر فقط.



2-3(الشكل)

أما عمق تركيز اشعة الليزر فيصل إلى ما يقارب ٥٠ سنتيمتر ان لم يكن أكثر وهذا يعطي مجال واسع للتطبيقات التي يجب فيها تحريك الليزر

6-3-3 تطبيقات الابحاث العلمية

قلما يوجد بحث علمي سواء في مجال الفيزياء أو الكيمياء أو الجيولوجيا أو الاحياء إلا ويستخدم الليزر كأداة رئيسية في هذه الابحاث ومن تطبيقاته في المجالات العلمية تذكرالتالي:

التحليل الطيفي

الاندماج بالليزر بالقصور الذاتي)

نبضات قصيرة جدا (١٠-١٥ فيمتوثيك)

تبريد الذرات بالليزر دراسة تفاعل الإشعاع الكهرومغناطيسي مع المادة

وكل موضوع من المواضيع السابقة بحاجة إلى كتاب لشرحة وذكرت هنا للعلم.

7-3-3 تطبيقات خاصة

هذه من التطبيقات المتقدمة ولا مجال للشرح بالتفصيل في هذه المرحلة ونذكر من هذه

التطبيقات ما يلي:

نقل الطاقه فى الفضاء

وهي محطات فضائية للاستخدام البشري ويعتمد على الليزر في تزويدها بالطاقة اللازمة عن طريق توجيه اشعة الليزر من الأرض للمحطة الفضائية.

جيروسكوب ليزر

وهو جهاز يستخدم في للحفاظ على الاتجاه في الفضاء

ليزر الألياف

وهي تطبيقات تعتمد على توليد الليزر في الألياف الزجاجية بدون الحاجة إلى استخدام الطاقة الكهربية لعملية الضخ.

8-3-3 تطبيقات في الصناعة والتكنولوجيا

1) اتصالات الألياف الضوئية. ليزر أشباه الموصلات (https://www.box-laser.com/fiber-coupled-lasers-)هو مصدر الضوء العملي الوحيد لنظام اتصالات الألياف الضوئية ، وأصبحت اتصالات الألياف الضوئية هي الاتجاه السائد لتكنولوجيا الاتصالات المعاصرة.

2) الوصول إلى القرص المضغوط. تم استخدام ليزر أشباه الموصلات في تخزين القرص الضوئي ، وأكبر ميزة لها هي الكمية الكبيرة من المعلومات الصوتية والنصوص والصورة المخزنة. يمكن أن يؤدي استخدام الليزر الأزرق والأخضر إلى زيادة كثافة تخزين الأقراص الضوئية بشكل كبير.

3) التحليل الطيفي. تم استخدام ليزر أشباه الموصلات الانضغاطية بالأشعة تحت الحمراء البعيدة لتحليل الغازات البيئية ، ومراقبة تلوث الهواء ، وعادم السيارات ، وما إلى ذلك. ويمكن استخدامه في الصناعة لمراقبة عملية ترسيب البخار.

4) معالجة المعلومات البصرية. تم استخدام ليزر أشباه الموصلات في أنظمة إدارة المعلومات البصرية. تعد المصفوفة ثنائية الأبعاد من ليزر أشباه الموصلات الباعثة للسطح مصدرًا مثاليًا للضوء لأنظمة المعالجة البصرية المتوازية وسيتم استخدامها في أجهزة الكمبيوتر والشبكات العصبية البصرية.

5) التصنيع الدقيق بالليزر. بمساعدة النبضة الضوئية القصيرة للغاية عالية الطاقة الناتجة عن ليزر أشباه الموصلات Q-switched ، يمكن قطع الدائرة المتكاملة ، وتثقيبها ، وما إلى ذلك.

6) إنذار ليزر. تستخدم أجهزة إنذار الليزر أشباه الموصلات مجموعة واسعة من الاستخدامات ، بما في ذلك أجهزة الإنذار ضد السرقة ، وأجهزة إنذار مستوى المياه ، وأجهزة إنذار مسافة السيارة.

7) طابعة ليزر. تم استخدام ليزر أشباه الموصلات عالي الطاقة في طابعات الليزر. يمكن أن يؤدي استخدام الليزر الأزرق والأخضر إلى تحسين سرعة الطباعة ودقتها بشكل كبير.

8) ماسح الباركود بالليزر. تم استخدام ماسحات الباركود الليزرية بأشباه الموصلات على نطاق واسع في مبيعات البضائع وإدارة الكتب والمحفوظات.

9) مضخة ليزر الحالة الصلبة. يعد هذا تطبيقًا مهمًا لليزر أشباه الموصلات عالي الطاقة ، والذي يمكن استخدامه لاستبدال مصابيح الغلاف الجوي الأصلية لتشكيل نظام ليزر كامل الحالة.

10) تلفزيون ليزر عالي الوضوح. في المستقبل القريب، ليزر أشباه الموصلات (https://www.box-laser.com/fiber-coupled-lasers)يمكن طرح التلفزيونات التي لا تحتوي على أنابيب أشعة الكاثود في السوق. تستخدم الليزر الأحمر والأزرق والأخضر ، ويقدر استهلاكها للطاقة بنسبة 20٪ أقل من أجهزة التلفزيون الحالية.

9-3-3 التطبيق في البحوث الطبية وعلوم الحياة

1) العلاج بالليزر. تم استخدام ليزر أشباه الموصلات في استئصال الأنسجة الرخوة وربط الأنسجة والتخثر والتبخير. تستخدم هذه التقنية على نطاق واسع في الجراحة العامة والجراحة التجميلية والأمراض الجلدية والمسالك البولية والتوليد وأمراض النساء ، إلخ.

2) العلاج بالليزر الديناميكي. يتم جمع المواد الحساسة للضوء ذات الصلة بالأورام بشكل انتقائي في الأنسجة السرطانية ، وتشعيعها بأشعة الليزر شبه الموصلة لإنتاج أنواع الأكسجين التفاعلية في الأنسجة السرطانية ، بهدف النخر دون الإضرار بالأنسجة السليمة.

3) بحوث علوم الحياة. يمكن لـ "الملاقط الضوئية" التي تستخدم ليزر أشباه الموصلات التقاط الخلايا الحية أو الكروموسومات ونقلها إلى أي مكان. لقد تم استخدامها لتعزيز تخليق الخلايا والتفاعل الخلوي وأبحاث أخرى ، ويمكن أيضًا استخدامها كتقنية تشخيصية لأدلة الطب الشرعي.

المصادر

1)د. صالح يونس الدرويش ، الليزر، الفصل السادس _ مرحلة رابعة

2)د. محمد الكوسا ، فيزياء الليزر وتطبيقاته، جامعة دمشق ٦

3)أ ب Semaphore Signalling 2 2Chapter ردمك ٠-٨٧٨-٩٧ ٣٢٧-٨ ٨٦٣٤١

4) Communications: an international history of the formative years R. W. Burns, 2004-2017

5).على موقع واي باك مشين

6)معجم عربي إنجليزي مرتب حسب الموضوع - ص ٨٩ - دانيال نيومان

7) David J. Klotzkin. EE Times -Taiwan joins Chinese effort on Introduction

8)الأصل في ٠٥ أبريل [Eetimes.com ."proprietary DVD format"6][6 ٢٠٠٤

9) Semiconductor Lasers for Optical Communications An Applied Approach. Springer Science and Business Media New York, (2014)

10)

11) Fredrik Arnesson. How to run

12) semiconductor diode laser in a stable way. An M.Sc. thesis in Engineering Physics. Department of Physics Umeå University Umeå

13) د. سعود بن حميد اللحياني (2008)، "الليزر وتطبيقاته ، مكتبة جامعة أم القرى، المملكة العربية السعودية .

14) ادوارد كاسيدي وبينرز فروسمكان (2011))، مدخل الى الطاقة ومصادر التكنلوجيا" ،ترجمة محمد عبد الستار الشليخي ، مركز دراسات الوحدة العربية ، بيروت.

15) محمد الكوسا (2006)، فيزياء الليزر وتطبيقاته ، جامعة دمشق كلية العلوم الجمهورية العربية السورية .

16) عدي عطا حمادي (2004)، "اساسيات الليزر وتقنياته ، لطلبة الدبلوم الفني في الاتصالات.

17) و يبلا أ. لينيكيل (الليزرات) ترجمة فاروق عبود قصيرة جامعة ساندرفر لدور _ كاليفورنيا. - اورازيوا زفلتو (1988)، " مبادئ الليزرات" ، ترجمة د. صبيحة شريف عبد الله، د. منعم مشكور، الطبعة الثانية ..

18) د. عباس حمادي الوتار و د. حسن حمادي العوض (1989) ، اشعة الليزر واستخداماتها"، جامعة بغداد.

19) عماد عبد الله على الزوبعي (2000)، "بناء منظومة ليزر شبه موصل نوع GaAs في المنطقة تحت الحمراء القريبة " ، الجامعة المستنصرية .

20) د. سهى نجيب عزيز (2004) ، الاداء والملاحظات السريرية لليزر الدايود الطول الموجي 810 nm عالي القدرة في ازالة الثاليل"، معهد الليزر للدراسات العليا.

.CRC Press