

الجمهورية العربية السورية

وزارة التربية

المركز الوطني للمتميزين

The Diodes



الطالب : بشار حسين

بإشراف المدرس : رشيد سيو

2015-2016

المحتويات

المقدمة.................................................... 2

الديود و تركيبه........................................... 3

مقاومات الديود و تأثير الحرارة عليه................... 8

ثنائي الزنر و ثنائي الانبعاث الضوئي.................. 13

الخاتمة.................................................... 18

المصادر والمراجع....................................... 19

 فهرس الأشكال

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| رقم الشكل | رقم الصفحة | اسم الشكل |
| 1 | 3 | رمز الديود |
| 2 | 3 | تركيب الديود |
| 3 | 4 | العلاقة بين VD و ID |
| 4 | 6 | معادلة شوكلي  |
| 5 | 7 | مقارنة بين ثنائيات السيليكون و الجرمانيوم |
| 6 | 8 | تأثير الحرارة على الديود |
| 7 | 9 | المقاومة الستاتيكية |
| 8 | 11 | المقاومة الديناميكية |
| 9 | 12 | المقاومة المتوسطة |
| 10 | 13 | رمز الزنر |
| 11 | 13 | العلاقة بين Vz و Iz |
| 12 | 14 | الدائرة المكافئة للزنر |
| 13 | 15 | رمز LED |
| 14 | 17 | ميزات LED |

المقدمة

حياتنا مليئة بالإلكترونيات و العناصر الالكترونية و إحدى أهم العناصر الالكترونية في الوقت الراهن هو الثنائي (The Diode). (نستخدم الديود كثيراً في الدارات الكهربائية ) عبارة قرأتها ذات يوم دون أن أدرك معناها و الأهمية الحقيقية للديود لذلك قررت أن أقرأ و أتعرف على الديود, فعرفت أن هناك أكثر من نوع للديود و لكل منها ما يميزه و اكتشفت أيضاً أشياءً رائعة وتعرفت على شيء جديد في الحياة و قررت القيام بحلقة بحث عنه تتضمن العديد من الإشكاليات.

الإشكاليات:

1. ما هو الديود؟ مم يتكون؟ و ما آلية عمله؟
2. ما هو ثنائي الزينر؟ و ما الذي يميزه عن باقي الثنائيات؟
3. ما هو ثنائي الانبعاث الضوئي؟ و لماذا ذهبت جائزة نوبل 2014 في الفيزياء إلى العلماء الثلاثة الذين اكتشفوا ثنائي الانبعاث الضوئي الباعث للضوء الأزرق؟ ما الشيء المميز في اكتشافهم؟

كل هذه التساؤلات و غيرها سأجيب عليها إن شاء الله و أتمنى أن تثير إعجابكم.



الفصل الأول

الديود و تركيبه (The Diode)

يعتبر الديود من أبسط العناصر الالكترونية و الذي يستخدم للسماح للتيار الكهربائي بالمرور في اتجاه معين و منعه من المرور بالاتجاه المعاكس. للديود طرفان أحدهما يسمى المصعد (Anode) و الآخر يسمى المهبط (Cathode), و يسمح الديود للتيار الكهربائي بالمرور من المصعد إلى المهبط و يمنعه من المرور بالاتجاه المعاكس. الشكل (1) أدناه يبين رمز الديود و طرفيه و اتجاه مرور التيار خلاله.



 الشكل (1)

يتكون الديود من اتصال بلورتين من السيليكون (أو الجرمانيوم) أحدهما موجبة و الأخرى سالبة, كما هو مبين في الشكل (2) أدناه.



 (الشكل 2)

و عند توصيل البلورتين السالبة و الموجبة (في مرحلة التصنيع) فإن الالكترونات و الفجوات الموجودة في منطقة الاتصال سوف تتعادل مع بعضها لتشكل منطقة خالية من الشحنات تسمى منطقة الاستنزاف (depletion region), و عند تطبيق فرق جهد خارجي بحيث يكون القطب الموجب موصولاً مع المهبط (Cathode) و القطب السالب موصولاً مع المصعد (Anode) تتسع منطقة الاستنزاف و يصعب على الشحنات الكهربائية اجتيازها و بالتالي فإن الديود لا يستطيع تمرير التيار الكهربائي. أما عندما يتم تطبيق فرق جهد خارجي بحيث يكون القطب الموجب موصولاً مع المصعد (Anode) و القطب السالب موصولاً مع المهبط (Cathode) تنهار منطقة الاستنزاف و يصبح الديود موصلا للتيار الكهربائي.

و نظراً لعدم إمكانية التنقية التامة لمادة السيليكون (أو الجرمانيوم) و التي تصنع منها البلورتان السالبة و الموجبة للديود فسوف يكون هناك بعض الأيونات الموجبة في البلورة السالبة و كذلك بعض الأيونات السالبة أو الالكترونات الحرة في البلورة الموجبة.

و مما يجب ذكره أن كل من الأيونات الموجبة في البلورة السالبة و الالكترونات أو الأيونات السالبة في البلورة الموجبة تسمى ناقلات التيار الأقلية (minority carriers), بينما تسمى الالكترونات في البلورة السالبة و الأيونات الموجبة في البلورة الموجبة ناقلات التيار الأغلبية (majority carriers).

و العلاقة بين فرق الجهد الكهربائي بين طرفي الديود,VD , و التيار المار فيه, ID , مبينة في الشكل التالي:



 الشكل (3)

من هذا الشكل يمكن استنتاج ما يلي :

1. يكون الديود في حالة انحياز أمامي (Forward Biased) إذا كان جهد المصعد أعلى من جهد المهبط.
2. عند الانحياز الأمامي للديود يبدأ الديود بإيصال التيار الكهربائي عندما يبلغ فرق الجهد بين طرفيه قيمة محددة تسمى فولطية العتبة (Threshold Voltage), و يرمز لها بالرمز VT.
3. عند الانحياز الأمامي للديود و عندما يكون فرق الجهد بين طرفي الديود أعلى منVT فإن تغير قليل لفرق الجهد بين طرفي الديود يسبب تغيراً كبيراً للتيار المار فيه.
4. يكون الديود في حالة انحياز عكسي (Reverse Biased) إذا كان جهد المهبط (Cathode) أعلى من جهد المصعد (Anode).
5. عندما يكون الديود في حالة الانحياز العكسي يمر في الديود تيار قليل جداً يسمى تيار الإشباع (Saturation Current) أو تيار التسرب (Leakage Current).
6. عند وصول فرق الجهد العكسي بين طرفي الديود إلى القيمة VB و التي تسمى فولطية الانهيار (Breakdown Voltage) يزداد مقدار تيار العكسي المار في الديود بشكل كبير مما قد يؤدي إلى تعطله.
7. قيمة تيار الإشباع تبقى ثابتة (تقريباً) و لا تتغير بتغير مقدار فرق الجهد العكسي بين طرفي الديود ما دامت قيمة فرق الجهد بين طرفي الديود أقل من VB .

ملاحظة: هناك بعض الثنائيات مصممة لتعمل في حالة الانحياز العكسي تسمى ثنائيات الزنر (Zener Diodes), و سنقوم بشرح خصائصها فيما بعد.

و ما يفسر تيار التسرب العكسي للديود و الذي يسمى أيضاً تيار الإشباع (Saturation Current) هو وجود بعض الأيونات الموجبة في البلورة السالبة للديود و كذلك بعض الالكترونات في البلورة الموجبة, أي وجود ناقلات التيار الأقلية (Minority Carriers) و الناتجة عن وجود بعض الشوائب في بلورات السيليكون أو الجرمانيوم التي تصنع منهما البلورتان الموجبة و السالبة للديود. و عند تطبيق فرق جهد خارجي بحيث يكون القطب الموجب موصولاً مع المهبط و القطب السالب موصولاً مع المصعد فإن الأيونات الموجبة الموجودة في البلورة السالبة ستنتقل إلى البلورة الموجبة, و بنفس الوقت فإن الالكترونات الموجودة في البلورة الموجبة ستنتقل إلى البلورة السالبة لتسبب حركة هذين النوعين من الشحنات معاً تيار التسرب (تيار الإشباع).

و يمكن وصف العلاقة بين تيار الديود و فرق الجهد بين طرفيه بمعادلة شوكلي (Shockley), و هي:

- 1) $ID=Is\*(e\^\frac{VD}{n Vth}$..............................1

حيث:

ID هي التيار المار في الديود

Is هي تيار الإشباع للديود

VD فرق الجهد بين طرفي الديود

n معامل يعتمد على المادة المصنوع منها الديود, فللديود المصنوع من الجرمانيوم إن n=1

و للديود المصنوع من السيليكون فإن n=2 عندما يكون التيار المار في الديود قليلاً, و تكون n=1 عندما يكون التيار المار فيه كبيراً.

Vth تعتمد على درجة حرارة الديود و تسمى thermal voltage, و تعطى بالعلاقة:

$Vth= \frac{KT}{q }$.........................................2

حيث :

K هي ثابت بولتزمان, K = 1.38 \* 10^-23 J/K

T هي درجة الحرارة المطلقة للديود

q شحنة الالكترون , q= 1.6 \* 10^-19 C

و مما يجب ذكره أن خاصية الديود الحقيقي (المبينة بالخط المتقطع في الشكل التالي) تكون مزاحة الى جهة اليمين قليلاً مقارنة مع تلك التي تمثلها معادلة (Shockley) و ذلك بسبب مقاومة بلورتي الديود (body resistance) و مقاومة نقطتي توصيل الطرفين المعدنيين للديود مع بلورتيه (contact resistance) و قيمة هاتان المقاومتان معاً, و التي يرمز لها بالرمز rB, هي:



و بتطور وسائل تصنيع العناصر الإلكترونية فإن هذه القيمة تتناقص دائماً لتقترب خاصية الديود الحقيقي مع تلك المحددة من معادلة (Shockley).



 الشكل (4)

 مقارنة بين ثنائيات السيليكون و ثنائيات الجرمانيوم :

إن مادتي السيليكون و الجرمانيوم هما من أكثر المواد شبه الموصلة التي تصنع منها العناصر الالكترونية و من ضمنها الديود. و يستخدم السيليكون أكثر من الجرمانيوم في تصنيع الثنائيات (و باقي العناصر الالكترونية الأخرى) و ذلك للمزايا التالية للديودات المصنوعة من السيليكون مقارنةً مع تلك المصنوعة من الجرمانيوم :

1. تيار التسرب العكسي(تيار الإشباع Is ) لديودات السيليكون أقل من تيار التسرب العكسي لديودات الجرمانيوم .
2. تتحمل العناصر الالكترونية (ومن ضمنها الديودات)) turation Currentب العكسي للديود و الذي يسمى أيضاً تيار الإشباع (ت لعكسي بين طرفي الديود ما دامت قيمة فرق الجهد بين طرفي الديود المصنوعة من السيليكون درجات حرارة أعلى من تلك التي تتحملها العناصر الالكترونية المصنوعة من الجرمانيوم, فيمكن لبلورات العناصر المصنوعة من السيليكون أن تتحمل درجة حرارة تقارب ال 200 درجة مئوية, بينما تتحمل بلورات العناصر المصنوعة من الجرمانيوم درجة حرارة بحدود ال 100 درجة مئوية.
3. الجهد العكسي الذي تتحمله ثنائيات السيليكون أعلى من الجهد العكسي الذي تتحمله, عادةً, ثنائيات الجرمانيوم.
4. الصفة الوحيدة التي تمتاز بها ثنائيات الجرمانيوم على ثنائيات السيليكون هي أن فرق الجهد بين طرفي ديود الجرمانيوم و الذي يبدأ عنده هذا الديود بإيصال التيار الكهربائي (جهد العتبة و التي رمز لها سابقاً ب VT ) أقل من تلك لديود السيليكون. فلديود الجرمانيوم إن VT ≈ 0.3V بينما لثنائي السيليكون فإن VT ≈ 0.7V.

الشكل التالي يبين لنا خاصيتي ديودين أحدهما مصنوع من السيليكون و الآخر مصنوع من الجرمانيوم.



 الشكل (5)

الفصل الثاني

المقاومات و تأثير الحراة

تأثير الحرارة على خواص الديود:

تتغير خواص الديود عند تغير درجة حرارته, و يمكن تلخيص تأثير درجة الحرارة على خواص الديود بالبنود التالية:

* يزداد تيار التسرب العكسي للديود (تيار الإشباع, ***I***s) بارتفاع درجة الحرارة, فللديود السيليكوني يتضاعف تيار التسرب العكسي تقريباً كلما ارتفعت حرارة الديود حوالي عشر درجات مئوية, و لديود الجرمانيوم فإن تيار التسرب العكسي يزداد بمقدار أكثر من ذلك.
* يقل مقدار فرق الجهد الذي يبدأ عنده الديود بإيصال التيار الكهربائي, VT, بارتفاع درجة الحرارة.
* يقل مقدار فرق الجهد بين طرفي الديود (عند قيمة معينة للتيار خلاله) بارتفاع درجة الحرارة.
* يزداد مقدار فرق الجهد العكسي الأقصى الذي يتحمله الديود, VB, بارتفاع درجة الحرارة.

أي أنه, و بشكل عام, يمكن القول أنه و بارتفاع درجة حرارة الديود فإن خاصيته تقترب من الخاصية المثالية, إذا استثنينا ازدياد تيار التسرب العكسي للديود بارتفاع درجة الحرارة.

و الشكل التالي يبين تغير خاصية الديود مع تغير درجة حرارته.



 الشكل (6)

و مما يجب ذكره هنا أن تيار التسرب العكسي لثنائيات الجرمانيوم يتأثر بدرجة الحرارة أكثر من تيار التسرب العكسي لثنائيات السيليكون, و لعل هذه الخاصية و الخواص الأخرى التي ذكرت سابقاً, و التي تمتاز بها ثنائيات السيليكون على ثنائيات الجرمانيوم هو الذي جعل استخدام ثنائيات السيليكون أكثر شيوعاً في الأجهزة الالكترونية المختلفة.

مقاومات الديود (Diode Resistances)

لقد لاحظت أن العلاقة بين تيار الديود و فرق الجهد بين طرفيه ليست خطية, و ذلك كما هو واضح من معادلة (Shockley) أو من الشكل (3) الذي يصف هذه العلاقة. لذا وكما هو للعناصر غير الخطية الأخرى, فكثيراً ما يتم تعريف ثلاثة أنواع من المقاومات الكهربائية لوصف هذه العلاقة, و هي:

* المقاومة الستاتيكية (static resistance): و تعرف بأنها مقاومة الديود لمرور التيار الثابت خلاله, و هي (وكما للمقاومات الخطية) تساوي النسبة بين فرق الجهد بين طرفي الديود (VD) و التيار المار فيه (ID), أي أن: $RD= \frac{VD}{ID}$

مثال: للديود المبينة خاصيته بالشكل التالي, أوجد المقاومات الستاتيكية عند نقاط العمل المختلفة و المبينة على هذه الخاصية.

 

 الشكل (7)

الحل:

عند النقطة A

RD a= VD a / ID a = 0.75 / (15 \* 10^-3) = 50Ω

عند النقطة B

RD b = VD b / ID b = 0.65 / (1 \* 10^-3) =650Ω

عند النقطة C

RD c = VD c / ID c = -12 / (-1 \* 10^-6) = 12 \* 10^6Ω = 12 MΩ

يلاحظ من هذا المثال ما يلي:

* مقاومة الديود في حالة الانحياز العكسي عالية جداً.
* مقاومة الديود في الجزء الخطي من خاصية الديود في حالة الانحياز الأمامي هي الأقل, و تقل كلما زادت قيمة التيار في الديود.
* مقاومة الديود في حالة الانحياز الأمامي و عند قيم قليلة للتيار المار فيه (في بداية منحنى الخاصية) عالية نسبياً.

المقاومة الديناميكية (Dynamic resistance) : و تعرف بأنها النسبة بين تغير فرق الجهد بين طرفي الديود, VD∆ , وتغير التيار المار فيه, ID∆ , عندما يكون التغير في تيار الديود قليلاً. أي أن:

 ID →0∆ : $Rd= \frac{∆VD}{∆ID}$

ففي الشكل التالي إذا كان التغير في فرق الجهد بين طرفي الديود, عند النقطة A, هو VD∆

 ∆VD = V2 – V1

و كان التغير في تيار الديود ID∆

∆ID = I2 – I1

فإن المقاومة الديناميكية للديود, Rd , عند النقطة A , هي:





 الشكل (8)

من هذا الشكل يمكن الاستنتاج أن ميل الخط المستقيم الواصل بين النقطتين B و C يساوي



و يجب الملاحظة أن قيمة المقاومة الديناميكية للديود الموصوفة بهذه المعادلة لا تأخذ بعين الاعتبار المقاومة الكهربائية لبلورة الديود (Body resistance) و مقاومة نقطتي توصيل الطرفين المعدنيين للديود مع بلورته (Contact resistance) و اللتان تقدر قيمتهما, كما ذكر سابقاً, بين 0.1Ω و Ω2 أي أن :Rb ≤ 2Ω 0.1Ω ≤

و عند أخذ هاتين المقاومتين بعين الاعتبار تصبح المقاومة الديناميكية للديود:

$rd= \frac{ΔVD}{ΔID}$+ Rb

المقاومة المتوسطة (Average resistance): و تعرف بأنها النسبة بين تغير فرق الجهد بين طرفي الديود, VD∆ , و تغير التيار المار فيه, ∆ID , بين نقطتين معينتين من نقاط عمل الديود. أي أن:

$Rav= \frac{ΔVD}{ΔID}$



 الشكل ( 9 )

ففي الشكل السابق إذا كان فرق الجهد بين طرفي الديود, عند النقطة A, هو VA و تيار الديود و تيار الديود عند تلك النقطة هو IA, و كان فرق الجهد بين طرفي الديود, عند النقطة B, هو VB و تيار الديود عند تلك النقطة هو IB, فإن:

المقاومة المتوسطة للديود, بين النقطتين A و B, هي:

$$Rav= \frac{ΔVD}{ΔID}= \frac{VA-VB}{IA-IB}$$

الفصل الثالث

الزنر و الباعث الضوئي

ثنائي الزنر (The Zener Diode)

و هي نوع خاص من الديودات مصمم ليعمل في حالة الانحياز العكسي و يمتاز بثبات فرق الجهد بين طرفيه بالرغم من تغير التيار المار خلاله. الشكل أدناه يبين رمز ثنائي الزنر و طرفيه.



 الشكل (10)

الشكل التالي يبين العلاقة بين فرق الجهد بين طرفي الزنر ديود و التيار المار فيه.



 الشكل (11)

من هذا الشكل يمكن الاستنتاج أنه:

* في حالة الانحياز الأمامي (في الربع الأول من الشكل أعلاه) فإن العلاقة بين فرق الجهد بين طرفي الزنر ديود و التيار المار به تشبه تلك العلاقة التي للديود العادي, و التي شرحت سابقاً.
* في حالة الانحياز العكسي فإن فرق الجهد بين طرفي الزنر ديود يبقى ثابتاً تقريباً (و يساوي القيمة VZ), ما دام التيار المار في الزنر محصوراً بين القيمتين IZ min و

IZ max.

* IZ max هي القيمة القصوى المسموح بها للتيار في الزنر الديود. و مما يجب ذكره أن قيمة VZ للزنر ديود تعتمد على نسبة تركيز الشوائب في البلورة التي يصنع منها الزنر الديود, و كلما كانت نسبة تركيز الشوائب أعلى كلما كانت قيمة VZ أقل. و بتغيير نسبة تركيز الشوائب في بلورة الزنر ديود يمكن تصنيع ثنائيات من هذا النوع و بقيم مختلفة ل VZ. و من خاصية الزنر ديود المبينة في الشكل أعلاه يستنتج أن الدائرة المكافئة لهذا العنصر في حالة الانحياز الأمامي تشبه تلك للديود العادي, أما في حالة الانحياز العكسي فإن الدائرة المكافئة له فهي كما في الشكل التالي.



 الشكل (12)

حيث Rz تمثل المقاومة المتوسطة للزنر ديود في الفترة التي يتغير فيها التيار المار فيه بين القيمتين Iz min و Iz max. و لما كانت قيمة Rz قليلة جداً فيمكن إهمالها لتصبح الدائرة المكافئة للزنر ديود (في حالة الانحياز العكسي) هي مصدر جهد مستمر مقداره Vz.

و مما يجب ذكره أيضاً أن قيمة Vz قد تتغير بتغير درجة حرارة الزنر ديود. و لقياس تأثير تغير درجة الحرارة على تغير القيمة Vz, فإنه و كثيراً ما يستخدم المعامل الحراري ل Vz, و الذي يرمز له بالرمز Tc, و يعرف على أنه النسبة بين قيمة التغير النسبي ل Vz و تغير درجة الحرارة. أي أن:



ثنائي الانبعاث الضوئي (Light-emitting Diode)

و هي نوع خاص من الثنائيات التي ينبعث منها ضوء مرئي عند مرور التيار الكهربائي فيها, و كثيراً ما يطلق عليها اختصاراً LED.

يقوم الثنائي الباعث للضوء بتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ضوئية فهو يشع الضوء عندما يثار بإشارة كهربائية.

الثنائي عبارة عن عنصر من عناصر أشباه الموصلات مثل الثنائي العادي يتركب من وصلة ثنائي P-N و يعمل الثنائي الباعث للضوء LED في حالة الانحياز الأمامي أي توصل الأنود (A) بالموجب و الكاثود (K) بالسالب حيث يضيء و يقوم بتوصيل التيار بعد أن يتعد الجهد الأمامي. يشبه التركيب الداخلي للثنائي الباعث للضوء تركيب الثنائي العادي غير أنه يصنع من مادة فوسفات الجاليوم بينما يصنع الثنائي العادي من السليكون أو الجرمانيوم. الشكل التالي يبين رمز ديود الانبعاث الضوئي و اتجاه مرور التيار فيه.



 الشكل (13)

نظرية عمل الثنائي الباعث للضوء:

من المعروف أنه و عندما تكون أي وصلة p-n (p-n junction) في حالة انحياز أمامي, و نتيجة اندماج الالكترونات و الفجوات (holes), و خاصة في منطقة الاستنزاف, تنبعث طاقة نتيجة هذا الاندماج التي تكون, بمعظمها, في الثنائيات المصنوعة بلوراتها من السيليكون أو الجرمانيوم بشكل طاقة حرارية. و لكن في الثنائيات المصنوعة بلوراتها من بعض المواد شبه الموصلة الأخرى مثل فوسفات الجاليوم فإن الجزء الكبير من الطاقة الناتجة عن الاندماج تكون بشكل فوتونات ضوئية تسبب ضوءاً مرئياً. و توصل مقاومة قيمتها ما بين (680Ω) إلى (1KΩ) لتحمي الثنائي الباعث للضوء من الارتفاع المفاجئ للتيار.

انحياز الثنائي الباعث للضوء:

1. في حالة الانحياز الأمامي تمر كمية كافية من التيار تعمل على انبعاث الضوء و ذلك إذا كان الجهد المسلط عليه أكبر من جهد التشغيل الأمامي (VF) و الذي يساوي 2V تقريبا في النوع المصنوع من فوسفات جاليوم.
2. أما في حالة الانحياز العكسي فيمر تيار ضعيف جدا في LED لا ينتج عنه ضوء (يسمى تيار التسرب).

و يصنع غطاء LED إما من البلاستيك أو الزجاج و يكون لونه إما أحمر أو أخضر أو أصفر أو برتقاليا. و يعتمد لون الضوء المنبعث من LED على المادة المصنوع منها الموحد الباعث للضوء حيث إن:

جاليوم الفوسفور (نتروجين) يشع ضوء أخضر.

جاليوم زرنيخ الفوسفور (نتروجين) يشع ضوء اصفر.

جاليوم زرنيخ الفوسفور (نتروجين) يشع ضوء برتقاليا.

جاليوم زرنيخ الفوسفور يشع ضوء أحمر.

جاليوم الزرنيخ (الزنك) يشع ضوء (أشعة تحت الحمراء).

جاليوم الزرنيخ (السليكون) يشع ضوء (أشعة تحت الحمراء).

مميزات الثنائيات الباعثة للضوء LED:

هناك عدة مميزات منها:

1. صغير الحجم مقارنة مع المصابيح.
2. جهد التشغيل صغير في حدود 1.6V إلى 2.5V.
3. تيار التشغيل الأقصى 40mA.
4. يستهلك قدرة قليلة حوالي 8mw.
5. عمر استخدامه طويل (يعمل لفترة طويلة بدون تلف).

توصيل الثنائي الباعث للضوء بمصدر جهد:

عندما نريد توصيل الثنائي LED بدائرة إلكترونية يفضل توصيل مقاومة على التوالي مع الثنائي و ذلك لغرض الحد من التيار عندما يكون في الانحياز الأمامي و ذلك لحماية الثنائي. كما يتم توصيل ثنائي عادي بالتوازي معه لحمايته من الجهد العكسي و الحد من التيار.

بعض استخدامات الثنائي الباعث للضوء:

1. في العدادات الرقمية.
2. في الحاسب الآلي.
3. كمبين لحالات تشغيل الأجهزة الإلكترونية و تستخدم أيضا في حاسبات الجيب لإظهار الأرقام و الحروف و الإشارات و الرموز حيث تركب مجموعة من LED لتكوين ما يسمى بشرائح السبعة أجزاء 7-Segment.

و قد ذهبت جائزة نوبل في عام 2014 في الفيزياء إلى العلماء الثلاثة: اليابانيان إيسامو أكاساكي و هيروشي أمانو و الأميركي من أصل ياباني شوجي ناكامورا لاختراعهم ثنائي الانبعاث الضوئي الأزرق الذي شكل ثورة في عالم التكنولوجيا البصرية و فتح الباب واسعاً أمام صنع ثنائي الانبعاث الضوئي الباعث للضوء الأبيض. و لقد نجح هؤلاء الثلاثة فيما فشل فيه الجميع حيث شكل الضوء الأزرق لثنائي الانبعاث الضوئي تحدياً كبيراً لمدة ثلاث عقود.

فنحن قد كان لدينا LED الأحمر و الأخضر منذ زمن طويل و كان ينقصنا LED الأزرق لصنع الضوء الأبيض الذي ميزات كثيرة مهمة.

و قد تمكنوا من صنع الضوء الأزرق بعد اكتشافهم المادة اللازمة له و هي نيتريد الجاليوم

لنتمكن أخيرا من إنارة العالم بمصابيح LED البيضاء الموفرة للطاقة و الصديقة للبيئة و التي تستمر لفترة طويلة دون أن تتلف و الشكل التالي يبين تفوق ثنائيات الانبعاث الضوئي (ضوء القرن الواحد و العشرين) على مصادر الضوء الأخرى.



الشكل (14)

الخاتمة

في النهاية و كتلخيص لحلقة بحثي نجد أن:

الديود هو عبارة عن عنصر اليكتروني بسيط و هو شبه موصل يتكون من بلورتين سالبة وموجبة و يستخدم لإيصال التيار الكهربائي في اتجاه واحد عندما يكون في حالة الانحياز الأمامي. و له أنواع عديدة من أهمها ثنائي الزنر و ثنائي الانبعاث الضوئي.

من أهم خاصيات ثنائي الزنر هو أنه يوصل التيار عندما يكون في حالة الانحياز العكسي مخالفا بذلك الديود العادي.

أما بالنسبة لثنائي الانبعاث الضوئي فإن له أثر كبير جداً في التكنولوجيا البصرية حيث يعد مهماً جداً في الإنارة إضافة إلى أهميته في بعض الصناعات. و قد حصل ثلاثة علماء على جائزة نوبل في الفيزياء لعام 2014 لاختراعهم LED الأزرق الذي مهد الطريق لصنع LED الأبيض الذي سينير عالمنا و يصبح أحد أهم مميزات التكنولوجيا و الإنارة في القرن الواحد و العشرين.

إذن هذا يعتبر بمثابة تلخيص جيد لما ورد في حلقة البحث التي استفدت منها كثيراً و أتمنى أن تكونوا قد استفدتم منها أنتم أيضاً.

تمت بعون الله.

المصادر و المراجع:

1. <https://www.nobelprize.org>

1/1/2016

2( الشبول , ياسين , الإلكترونيات المعاصرة (الجزء الأول),

عمان: مكتبة المجتمع العربي

3) جامعة بابل , كلية التربية للعلوم الصرفة , قسم الفيزياء

 البيرماني , إحسان , الإلكترونيات التماثلية (المرحلة الثالثة),

الثنائي البلوري / المحاضرة رقم (8)

2012 - 2013