وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة القادسية

كلية العلوم /قسم الكيمياء

# تكنولوجيا الاغشية الرقيقة

# وتطبيقاتها في الخلايا الشمسية

بحث مقدم الى مجلس كليه العلوم/ قسم الكيمياء كأحد متطلبات نيل درجة البكالوريوس في علوم الكيمياء

من قبل الطالبة: رسل بدري لفتة

بأشراف: أ.م. احمد كاظم الحسناوي

٢٠١٨م ١٤٣٩هـ

﴿ وَالشَّمْسِ وَضُحَاهَا. وَالْقَمَرِ إِذَا تَلاهَا. وَالنَّهَارِ إِذَا جَلاَّهَا. وَاللَّيْلِ إِذَا يَغْشَاهَا ﴾

الشمس اية (١)

# الإهداء

إلى قسيم الجنة و النار ، وارثِ النبيّين ، و يعسوب المسلمين ، إلى وارثُ المشعَرين، وأبو السبطَين، الحسن والحسين ... سيدي و مولاي ... الإمام علي ابن أبي طالب (علية السلام) .

وإلى من تتسابق الكلمات لتخرج معبرة عن مكنون ذاتها ، من علمتني وعانت الصعاب لأصل إلى ما أنا فيه ، وعندما تكسوني الهموم أسبح في بحر حنانها ليخفف من آلامي ... أمي .

رسل

# الشّكر و التّقدير

الشّكر لله وحده الذّي كان لي خير معين ونصير.

ثُمّ أُقدّم أسمى آيات الشّكر و العرفان إلى أ.م. أحمد كاظم الحسناويّ الذي مهّد لنا طريق العلم والمعرفة ، و أضاء بعلمِهِ و توجيهاتهِ المبّاركة عقولنا. فلكَ منّي كلّ التّقدير والوفاء.

كما اتقدّم بعظيم الشكر والإمتنان إلى أعضاء لجنة المناقشة، اللذين تفضلوا بمناقشة هذا البحث وإثرائه بتوجيهاتهم النيّرة. وأتوّجه بجزيل الشكر إلى كل العاملين في كلية العلوم/ جامعة القادسية لما قدموه لي تسهيلات.

| ت | الموضوع | الصفحة |
|---|---|---|
| ١. | المقدمة | ١ |
| ٢. | المبحث الأوّل : الأغشية الرقيقة | ٤ |
| ٣. | طرائق تحضير الأغشية الرقيقة | ٥ |
| ٤. | الفكرة الاساسية لتقنية الرشرشة | ٦ |
| ٥. | أنواع الاغشية الرقيقة | ٧ |
| ٦. | طرائق ترسيب الاغشية الرقيقة | ٨ |
| ٧. | قياس سمك الاغشية الرقيقة | ٩ |
| ٨. | أشباه الموصلات | ١٠ |
| ٩. | البنية البلورية لاشباه الموصلات | ١١ |
| ١٠. | المتراكبات النانوية | ١٢ |
| ١١. | انواع المترابطات | ١٣ |
| ١٢. | المبحث الثاني: الخلايا الشمسية : | ١٥ |
| ١٣. | تركيب الخلية الشمسية | 16 |
| ١٤. | أنواع الخلايا الشمسية | ١٦ |
| ١٥. | تطبيقات الخلايا الشمسية | 19 |
| ١٦. | فهرس المصادر و المراجع | ٢١ |

# المقدمة

شهد العالم تطوّراً وتقدّماً غير مسبوق في الآونة الأخيرة، وتطوّرت عجلة العلم بشكل سريع، وبدأ الإنسان بالاستفادة من هذا التقدّم، وتطويعه لخدمة البشريّة جمعاء، وظهرت العديد من الاكتشافات، والاختراعات الحديثة، في جميع مناحي الحياة، حيث عملت على جعل الحياة أسهل، وإنجاز الأعمال بشكل أسرع، وبجودة عالية، ودقّة لامتناهية، ورغم كل الإيجابيّات التي حملها التطوّر للبشرية، كان لا بد من وجود سلبيّات لهذا التطوّر، فقد بدأت العديد من الأمراض التي لم تكن معروفة بالانتشار، وزادت نسبة التلوّث في هذا العالم، وظهرت مشكلة الاحتباس الحراري. سوف اتحدث في هذا البحث عن " الأغشية الرقيقة و الخلايا الشمسية" .

و قد اقتضت طبيعة البحث تقسمه على مبحثين وقد تناولت في المبحث الاول فتناولت فيه :

الأغشية الرقيقة :

١- نبذة تأريخية عن الأغشية .

٢- طرائق تحضير الأغشية الرقيقة .

٣- أنواع الأغشية الرقيقة .

٤- أشباه الموصلات .

٥- المتراكبات النانويِّة .

أمّا المبحث الثاني فتناولت فيه :

الخلايا الشمسية :

١- تركيب الخلية الشمسية .
٢- أنواع الخلايا الشمسية .
٣- تطبيقات الخلايا الشمسية .

وهكذا لكلِّ بداية نهاية وخير ما حُسِنَ آخره وخير الكلام ما قل و دّل وبعد هذا الجهد المتواضع اتمنى أن أكون موفقة في سرّد العناصر السابقة سرداً لا ملل فيه ولا تقصير موضحاً الآثار الإيجابية والسلبيِّة لهذا الموضوع وفقنا الله وأياكم لما فيه صالحنا جميعاً.

# المبحث الأوَّل

# الأغشية الرقيقة

# المبحث الأوّل :
# الأغشية الرقيقة

تعد تقنية الاغشية الرقيقة واحدة من أهم التقنيات التي ساهمت في تطوير دراسة اشباه الموصلات واعطت فكرة واضحة عن العديد من الخصائص الفيزيائية. ويطلق عادة مصطلح الاغشية الرقيقة على طبقة أو عدة طبقات من ذرات معينة قد لا يتعدى سمكها واحد مايكرون ناتجة عن تكثيف الذرات أو الجزيئات والتي تمتلك خواص فريده هامه تختلف عما إذا كانت عباره عن جسيم سميك كالصفات الفيزيائية والهندسية وعلى توازن تركيبها المايكروي ، ولقلة سمك هذه الاغشية وسهولة تشققها لذلك ترسب على مواد أخرى تستخدم كقواعد ترسيب .

ويعتمد نوع القاعدة على طبيعة الاستخدام والدراسة مثل الزجاج و الكوارتز و السليكون و الالمنيوم .

للأغشية الرقيقة استعمالات صناعية متعددة إذ تدخل في تركيب الأجهزة الإلكترونية بشكل مقاومات ومتسعات و ترانزسترات وغيرها وتعد أساسا لتصنيع الخلايا الشمسية والضوئية .

---

## أولاً : طرائق تحضير الأغشية الرقيقة Thin Films Preparing Methods :

يتم التحضير من :

**1-**الطور الغازي **(Gas Phase)**

وذلك بطريقة إنماء طبقة ذرية **ALE**

**(Atomic Layer Epitaxy)**

**2-**من الطور السائل **(Liquid Phase)** بطريقة تفاعل وتكاثف طبقة أيونية متعاقبة **(Successive Ionic Layer Adsorption and Reaction) (SILAR)**، وكذلك بطريقة الترسيب الكهربائي **(Electrodeposition)**

## هنالك طرائق أخرى لتحضير الأغشية الرقيقة , و هي :

١- **طريقة التبخير الحراري في الفراغ** Thermal Evaporation In Vacuum
٢- **طريقة الترذيذ** Sputtering Method
٣- **الطرق الكيميائية** Chemical Methods
أ- **طريقة الترسيب الكهربائي** ( أغشية الكاثود )

Electrolic Deposition -Cathodic films

ب- **طريقة الترسيب الكهربائي** ( أغشية الأنود)

Electrolic Deposition -Anodic films

ج- **طريقة الترسيب الكيميائي الحراري** Chemical Spray Pyrolysis :

١- يتم تحضير هذه الأغشية في ظروف اعتيادية .

٢- الأجهزة المستخدمة عند التحضير بسيطة .

٣- يمكن الحصول على أغشية ذات مساحات سطحية كبيرة .

٤- درجة الحرارة يجب أن تكون مناسبة لإكمال النماء البلوري على السطوح الزجاجية .

٥- تعد طريقة جيدة للحصول على اغشية مزيج مادتين أو أكثر وبنسب مختلفة .

٦- إن هذه التقنية أفضل لتحضير أغشية ذات انعكاسية قليلة للاستخدام في الخلايا الشمسية من تقنية التبخير في الفراغ .

## - صناعة الأغشية الرقيقة بتقنية الرشرشة sputtering technology

كثير من الصناعات والابحاث العلمية تقوم على تقنية الاغشية الرقيقة والتي تعرف باسم thin films وهي تحويل المادة في حالتها الصلبة او السائلة او الغازية إلى طبقات رقيقة جدا لا يتعدى سمكها الميكرون. والكثير من الدوائر الالكترونية المعتمدة على اشباه الموصلات تطورت بتطور تقنية الأغشية الرقيقة.

تقوم تقنية الاغشية الرقيقة على عملية ترسيب deposition الذرات او الجزيئات على ركيزة تعرف باسم substrate. تعد كقاعدة لدعم الاغشية الرقيقة وقد تكون هذه الركيزة من الزجاج او الكوارتز او السليكون او الالومنيوم. وهناك الكثير من التطبيقات الصناعية المختلفة للأغشية الرقيقة حيث تدخل في تركيب الاجهزة الالكترونية من مقاومات ومكثفات وترانزستور وشرائح الكترونية وفي الحقيقة كل التقنيات التي ننعم باستخدامها من اجهزة الكترونية دقيقة وذكية هي في الاساس نتيجة للتقدم في مجال صناعة الاغشية الرقيقة. كما انها تدخل في تصنيع الخلايا الشمسية والكواشف الضوئية التي تعمل في مدى محدد من الطيف الكهرومغناطيسي وادى التطور الكبير في تصنيع الاغشية الرقيقة إلى الدخول إلى عالم النانو تكنولوجي ودراسة خواص المواد على المقياس النانوي.

## - الفكرة الاساسية لتقنية الرشرشة Basic Sputtering Process

تعد تقنية الرشرشة sputtering من تقنيات الترسيب الفيزيائي للبخار physical vapor deposition والتي تختصر بالاحرف PVD. والتي فيها يتم ترسيب المواد على ركائز من خلال طرد او قذف او رش او انتزاع الذرات من مادة الهدف وترسيبها على الركيزة في حجيرة مفرغة.

تتم عملية الترسيب بالرشرشة sputtering من خلال تجهيز المادة الهدف او المصدر المراد استخدامها للحصول منها على اغشية رقيقة وتثبيتها في الحجيرة المفرغة، لتم قذفها بايونات غاز خامل وفي الاغلب يكون غاز الارجون Ar+. التصادمات القوية لهذه الايونات مع مادة الهدف تعمل على انتزاع الذرات التي تتحرك حتى تصل إلى ركيزة الترسيب وتبدأ في التكثف على سطحها في صورة غشاء رقيق thin film. مع ترسيب المزيد من الذرات تبدأ في الالتحام مع بعضها البعض وتشكل طبقة ذرية مترابطة. يمكن الحصول على طبقة او اكثر من طبقة من هذه الذرات بالاعتماد على زمن الترسيب للحصول على السمك المطلوب .

من ذلك نرى كم هي العملية سهلة وبسيطة ولكن الالية الحقيقية هي اكثر تعقيدا. حيث يتم ادخال ذرات الارجون المتعادلة كهربائيا في غرفة الترسيب المفرغة عند ضغط يتراوح بين mTorr10-1. يتم تطبيق فرق جهد DC بين الهدف وركيزة الترسيب يعمل على تأيين ذرات الارجون ويحولها إلى بلازما وهي عبارة عن غاز يحتوي على ايونات والكترونات عند درجة حرارة عالية. تعرف البلازما ايضا بتوهج التفريغ الكهربي glow discharge نظرا للضوء المنبعث منها. تعجل ايونات الارجون في اتجاه الهدف. والتصادمات الناتجة عن ايونات الارجون المعجلة مع الهدف تعمل على انتزاع ذرات الهدف، والتي بدورها تتحرك نحو ركيزة الترسيب وتستقر عليها. الالكترونات المتحررة خلال عملية تأيين الارجون تعجل نحول الركيزة وتتصادم بدروها مع المزيد من ذرات الارجون وتأين المزيد منها وتحرر المزيد من الالكترونات وتستمر الدورة .

---

## ثانياً : أنواع الأغشية الرقيقة :

### ١- أغشية المعادن والسبائك

تستخدم هذه الأغشية كمقاومات كهربائية ، ومن المعادن المفضلة في هذا المجال المعادن الانتقالية وسبائكها، حيث تمتاز بمقاومتها العالية مقارنةً بالسبائك الأخرى وذلك بسبب تداخل حزم الطاقة المملوءة جزئياً مع حزم الطاقة الفارغة جزئياً ، إضافة إلى ذلك فإن محدودية الغشاء الرقيق تساهم في تغيير المقاومة النوعية بسبب الإستطارة السطحية وهي صفة مميزة للأغشية المصنعة من هذه المواد. يمكن التحكم بمقاومة الاغشية عندما يكون سمك الغشاء أقل من معدل المسار الحر للألكترونات فتستطير الألكترونات عند السطح في حالة تسليط مجال كهربائي ، وكذلك عند إسصطدام الألكترونات مع النويات والتي يكون حجمها مساوياً أو أقل من معدل المسار الحر للألكترونات مما يزيد من مقاومة أغشية المعادن والسبائك.

تستخدم مثل هذه الأنواع من الأغشية كموصلات في الدوائر الكهربائية وفي بناء المحتثات والمتسعات .

### ٢- أغشية مزيج المعادن والعوازل

درست هذه الأغشية منذ سنوات عدة وإن النظرية التي تفسر سلوك المزيج المصنع كغشاء رقيق تدعم المسامية حيث تعتمد على مبدأ التركيز الحرج للمادة الموصلة ز فعندما يكون تركيز المادة أعلى من القيمة الحرجة عندها يمكن إعتبار الغشاء شبكة متصلة من الشعيرات المعدنية، أما إذا كان تركيز المادة الموصلة أقل من القيمة الحرجة فلا تكن الفواصل متصلة مع بعضها بصورة جيدة لتمثل مسارات معدنية ولذلك يحصل التوصيل الكهربائي بين جسيمات محددة ، حيث أن إنتقال الألكترونات يتطلب إثارة حرارية للتغلب على القوة الكهربائية المستقرة. ومثل هذه الحرارة تجعل معامل المقاومة سالباً وهي الصفة المكتسبة لمزيج المعادن والعوازل.

### ٣- الأغشية غير المتبلورة Amorphous films

يستخدم هذا النوع من الأغشية في صناعة الأفلام الجافةوالمفاتيح الكهربائية وكاشف الأشعة تحت الحمراء والتصوير الضوئي .أما أكاسيد المواد الداخلة في تكوين تلك الأغشية فتستخدم في الدوائر الكهربائية المتكاملة.

وترجع أهمية الأغشية الرقيقة غير المتبلورة إلى إمكانية تحضيرها في مساحات كبيرة يمكن الأستفادة منها في التطبيقات الصناعية.

### ٤-الأغشية الموصلة للكهربائية Thin films photo conductor

يستخدم هذا النوع من الأغشية في أجهزة قياس شدة الضوء وفي التصوير الفوتوغرافي الضوئي وكواشف حزم الضوءلأغراض التنبيه وفي الإستساخ الضوئي.

إن هذه التطبيقات تعتمد على فكرة التوصيل الكهربائي الضوئي حيث أن تفاعل الإشعاع مع المواد الموصلة ضوئياً يؤدي إلى تغيير الإيصالية لتلك المواد، وإن أكثر الموصلات الضوئية تظهر إمتصاصية عالية لجزء محدود من الطيف وخاصة عند الطبقات الرقيقة من سطوح المواد الموصلة.

ولكون أن الصفات الأصلية للمادة لا تتأثر بالسمك لذلك تستخدم أغشية رقيقة لا يتعدى سمكها أحياناً مايكروناً واحداً .

---

## - طرائق ترسيب الأغشية الرقيقة Thin Film Deposition Methods :

نتيجة للتطبيقات الواسعة للأغشية الرقيقة وعلى اختلاف أنواع المواد و مواصفاتها , وجدت الحاجة الماسة إلى ظهور تقنيات تحضير جديدة تلائم الأغشة ومجالات تطبيقاتها، لذا تطورت تقنيات تحضير الأغشية الرقيقة و تعددت مع زيادة التقدم العلمي والتقني والتكنولوجي المعاصر, فأُستُحدثت العديد من الطرائق للتحضير، إذ أصبحت لكل طريقة خصوصيتها لتنجز

العمل الذي أُنشأت من أجله .

ان اي عملية ترسيب تتضمن ثلاث خطوات اساسية , هي :

١- توليد النوع المناسب من الذرات او الجزيئات اوالأيونات .
٢- نقل هذة الانواع الى الركيزة خلال الوسط .
٣- تكثيفها على الركيزة اما مباشر ة واما كيميائيا واما بعملية كهروكيميائية لتشكيل المادة الصلبة.

---

## - قياس سمك الاغشية Thickness Measurement of Films :

يعد سمك الغشاء المحضر واحدا من أهم العوامل المؤثرة في تحديد الخصائص الفيزيائية للغشاء ه فناك عدة طرائق لقياس سمك الأغشية الرقيقة ومن هذه الطرائق :

**١-** الطريقة الوزنية (Gravimetric Method).

في هذه الطريقة يتم استعمال ميزان ذي حساسية أربع مراتب عشرية ، إذ يتم وزن القواعد الزجاجية قبل عملية ترسيب المادة عليها وبعدها، ومن معرفة الفرق في الوزن، الذي يمثل وزن مادة الغشاء، و من خلال معرفة أبعاد الغشاء يتم الحصول على سمك الغشاء .

**٢-** طريقة الموجات فوق الصوتية (Ultrasonic Method)

يتكون هذا الجهاز من مجس يوضع على العينة المرسب عليها لقياس سمك الغشاء ثم يقاس سمك الأرضية قبل عملية الترسيب ثم يستخرج السمك من الفرق بين السمكين، ومواصفات هذا الجهاز:

DIGITAL COATING THICKNESS GAUGE TT 260

## ثالثاً : أشباه الموصلات :

تصنف المواد في الطبيعة من حيث توصيليتها الكهربائية (Conductivity Electrical) عند درجة حرارة الغرفة إلى مواد موصلة (Conductor) (وهي ذات توصيلية كهربائية عالية بحدود $(\Omega.cm)^{-1}$ $(10^3\text{-}10^8)$ , و مواد عازلة (Insulator) ذات توصيلية واطئة جداً بحدود $\Omega.cm^{-1}$) $(10^3\text{-}10^8)$ , ومواد شبه موصلة (Semiconductor) توصيلتها بحدود $(\Omega.cm)^{-1}$ $(10^{-8}\text{-}10^3)$ ، أي أن توصيلتها تقع بين المواد الموصلة والعازلة .

ان شبه الموصل النقي يصبح موصل عند رفع درجة الحرارة إذ تحفز الكتروناته حرارياً لعبور فجوة الطاقة الممنوعة، بينما يصبح شبه الموصل عازلاً عند اقتراب درجة حرارته من الصفر المطلق ذ يتعذر تحفز الكتروناته حرارياً .

و يمكن تلخيص أهم خصائص المواد شبه ة الموصل بما يأتي :

١- تمتلك اشباه الموصلات مقاومة ذات معامل حراري سالب (ThermalNegativeCoefficient) ، اي ان اعتماد توصيليتها الكهربائية على درجة الحرارة معاكس لما هو عليه للمعادن إذ تقل مقاومة شبه الموصل مع زيادة درجة الحرارة.

٢- تمتلك أشباه الموصلات نوعين من حاملات الشحنة هما الإلكترونات والفجوات خلافاً لما هو عليه في المواد الموصلة .

٣- الشوائب قد تغير التوصيلية السالبة لشب الموصل إلى توصيلية موجبة او بالعكس.

٤- يظهر شبه الموصل ذو النقاوة العالية جداً توصيلية ذاتية ويكون فيها مستوى فيرمي في منتصف فجوة الطاقة .

٥- القدرة الكهروحرارية التي تولدها هذه المواد عالية بالمقارنة مع تلك التي تنتج من المعادن .

٦- تؤدي الشوائب دوراً كبيراً في تقليل المقاومة الكهربائية لشبه الموصل .

٧- لا تسلك في مقاومتها سلوكاً اومياً (Non- Ohmic Behaviour) .

٨- تتأثر توصيليتها بالمجال المغناطيسي .

٩- تكون المواد شبه الموصلة حساسة للضوء ، اي ان مقاومة شبه الموصل تتغير عند التعرض لضوء ذي طول موجي مؤثر .

## - البُنية البلورية لأشباه الموصلات :

يمكن تصنيف أشباه الموصلات كما هو الحال في المواد الصلبة وتبعا لتركيبها البلوري الى :

### ١- اشباه الموصلات البلورية (Crystalline Semiconductors) :

تكون ذراتها مرتبة بشكل منتظم في الشبيكة البلورية أي تكون ذراتها مرتبة بشكل دوري مكونة تشكيلاً ثلاثي الأبعاد ويسمى هذا الترتيب بالترتيب طويل المدى Long Range Order ولهذا فهي تمتلك نوعاً من التماثل ويمكن عدها نموذجاً هندسياً معيناً . هناك نوعان من التبلور:

١- أحادي التبلور (Crystal Single) وتمتد فيها دورية الانموذج البلوري بالأبعاد الثلاثة خلال البلورة بأكملها .
٢- متعدد البلورات (Polycrystalline) وفيه لا تمتد دورية الانموذج البلوري خلال البلورة، بل تنتهي عند حدود داخل البلورة تدعى حدود الحبيبات(Boundaries-Grain) .

تمتاز جميع المواد البلورية ب أنها متباينة الخواص الاتجاهية (Anisotropic) أي ان بعض صفاتها المميزة تعتمد على اتجاه محاور البلورة (Crystal axis) كما انها تنصهر فجأة عند درجة معينة حرارة .

### ٢- اشباه الموصلات العشوائية (Amorphous Semiconductors) :

هي المواد التي يمتاز تركيبها بترتيب دوري قصير المدى (order range-Short) إذ تترتب ذراتها بشكل عشوائي مكونة تشكيلة معقدة . ولا يمكن ان تعيد الذرات ترتيب نفسها دوريا بالأبعاد الثلاثة، كما هو الحال في المواد البلورية، بسبب فقدان الترتيب الدوري على مسافات أكبر من اثنين أو ثلاثة أنصاف أقطار ذرية مع احتمالية تحقق الانتظام ضمن مديات قصيرة فقط .

تمتاز المواد العشوائية بأنها متماثلة الخواص الاتجاهية (Isotropic) أي لا يظهر للاتجاه أي تأثير على خواصها بالإضافة إلى ذلك انها تنصهر من خلال مدى معين لدرجات الحرارة .

و تعد الحالة العشوائية حالة غير مستقرة ثرموديناميكياً , ولهذا فإنها تتبلور عند زوال اسباب تكوينها العشوائي، عندما تكون لها حرية فقدان الطاقة الزائدة وعندئذ ترجع إلى حالة الاسترخاء أو الطاقة الصغرى .

## رابعاً: المتراكبات النانويِّة :

### - المواد النانوية :

علم المواد النانوية : حقل مهم من حقول تقنية النانو القائم على مدخل علم المواد المتعلقة بالتقانة النانوية. ويهتم هذا الحقل بدراسة المواد والسمات الشكلية (المورفولوجيا) على مستوى نانومتري، وخصوصا تلك التي لها سمات خاصة نابعة من أبعادها النانومترية الحجم. ويعرف عادة "نطاق النانو" بأنه أصغر من (واحد من عشرة) من الميكرومتر في بعدٍ واحدٍ على الأقل،وإن كان هذا المصطلح أحيانا يستخدم أيضا لمواد أصغر من واحد ميكرومتر.

ومن خصائص التقانة النانوية ارتفاع نسبة مساحة السطح إلى الكمية بالعديد من المواد النانوية والتي بدورها تسفر عن وقوع تأثيراتٍ كموميةٍ ميكانيكيةٍ محتملةٍ جديدةٍ، ومنها على سبيل المثال "تأثير الحجم الكمومي" حيث تتغير الخصائص الإلكترونية للمواد الصلبة ذات التناقص الهائل في حجم الجسيمات. إلا أن هذا التأثير لا يكون فعالاً من خلال التحول من الأبعاد الماكروية إلى الأبعاد الميكروية.

### - تصنيف المواد النانويِّة :

غالباً ما تقع المواد التي يشار إليها على أنها "مواد نانوية" ضمن تصنيفيين رئيسيين هما:

- الفوليرينيات fullerenes.

- الجسيمات النانوية الغير عضوية.

### - المتراكبات :

هى مركبات تحتوى على روابط تناسقية ، وهى عبار
ة عن مركبات ناتجة من اتحاد عدد من الأيونات أو الجزيئات مع ذرة أو أيون فلز ، متجاوزة التكافؤ العددى ( درجة التأكسد ) ، لهذه الذرة الفلزية .

والمتراكبات قد تكون موجبة أو سالبة أو متعادلة .
نظرية فيرنر حول المتراكبات ١٩٨١م
تجارب فيرنر١-الكلوريد المتأين :-
لاحظ فيرنر أنه عند تفاعل كلوريد الكوبالت أمين مع محلول نترات الفضة ، فإن بعض

الكلوريد الموجود بالمتراكب لا يترسب ، فعلى سبيل المثال ، فى حالة المتراكب CoCl35NH3 يترسب ثلثي الكلور فقط في حرارة الغرفة ، ويسمى هذا الجزء بالكلوريد المتأين ، أما الجزء الباقى فلا يترسب إلا بعد تكسير المركب وغليانه مع NaOH ثم معالجته بال AgNO3 ، وسمى هذا الجزء بالكلوريد غير المتأين ،
من ذلك استنتج فيرنر أن الكلوريد غير المتأين مرتبط تساهمياً مع الكوبالت ، أم الجزء المتأين فكان مرتبطاً برابطة تناسقية ، وذلك من أجل معادلة الشحنات الموجبة على ايونات الكوبالت .

- **فروض نظرية فيرنر :**

١- تمتلك الفلزات نوعين من التكافؤ ، التكافؤ الابتدائي ( المتأين ) والتكافؤ الثانوي ( غير المتأين ) ، وهما ما نطلق عليه درجة التأكسد ، العدد التناسقي .

٢- تستخدم ذرة الفلز تكافؤها الابتدائي للتفاعل مع الأيونات السالبة ، بينما تستخدم تكافؤها الثانوي للتفاعل مع الجزيئات المتعادلة والأيونات السالبة .

٣- تتجه المجموعات أو الذرات أو الأيونات التي تتفاعل مع الفلز باستخدام تكافؤه الثانوي ( العدد التناسقي ) ، نحو نقط ثابتة في الفراغ تحيط بذرة الفلز .

- **أنواع المرتبطات :**

بعضها يرتبط بالفلزات عن طريق ذرة أو مجموعة واحدة فقط ويسمى المرتبط في هذه الحالة monodentate ligands ، ( مرتبط ذو ذراع واحد ) .

وبعضها الآخر مرتبط عن طريق مجموعتين أو ذرتين ويسمى bidentate ligand

او مرتبط بذراعين ويسمى المتراكب فى هذه الحالة chelate compounds

أو مركب مخلبى ، هذا بالإضافة إلى مركبات أخرى لها أربعة أو خمسة أو ستة اذرع .

# المبحث الثاني

# الخلايا الشمسية

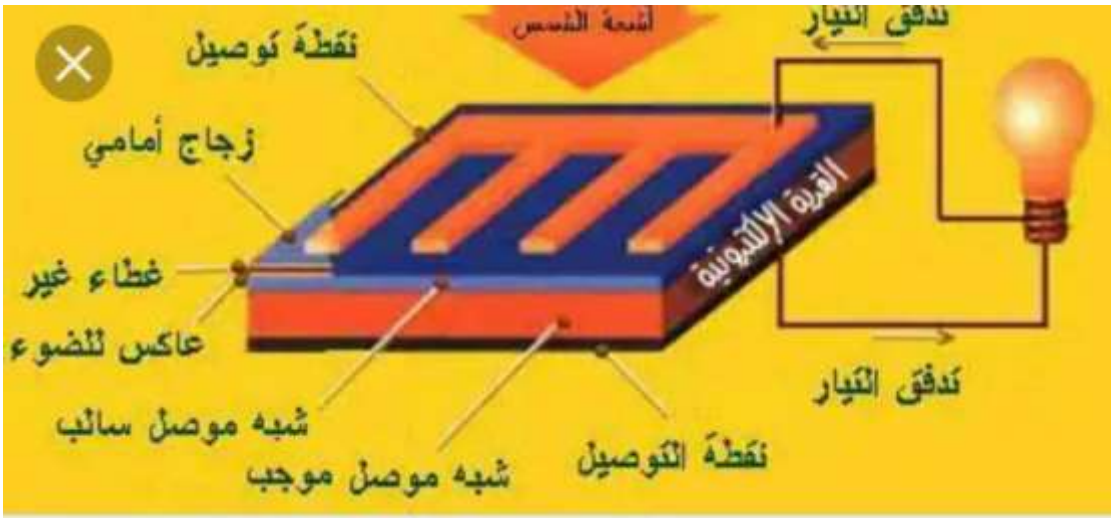
# المبحث الثاني :
# الخلايا الشمسية

من الطبيعي اننا تعاملنا مع الخلايا الشمسية في حياتنا اليومية من خلال استخدامنا للآلة الحاسبة المزودة بخليه شمسيه كمصدر للطاقة الكهربائية تعمل بدون بطارية تستمر في العمل دون توقف طالما توفرت كمية كافية من الضوء . كما أن هناك ألواح شمسية كبيرة تستخدم في تطبيقات متعددة منها على سبيل المثال في الاقمار الصناعية حيث تعتبر المصدر الرئيسي للطاقة الكهربائية .

أنَّ الاعتماد على الطاقة الشمسة كمصدر للطاقة الكهربائية هو الحل الامثل للحصول على الطاقة المجانية غير الضارة بالبيئة .

أنَّ كمية الطاقة التي تصل الارض من الشمس في ويوم مشرق تُقدَّر بـ (1000 watt) لكل متر مربع و بالتالي لو تم تزويد اسطح منازلنا بمجموعة من الألواح الشمسية المتراصة يمكن أن نحصل على طاقة كهربائية مجانية كافية لمتطلبات حياتنا اليومية .

ومن الجدير بالذكر أن إسبانيا بدأت في مارس 2007 بتطبيق قانون جديد يلزم من يقدم على بناء عقار أو تحديد مبنى بإنشاء وحدة بتحويل الطاقة الشمسة على سطحه .



## تركيب الخلية الشمسية :

تنتقل الالكترونات الى الفجوات وتتحد معها ولكن لا تستمر عملية الانتقال هذه إلى ان تتحد كل الالكترونات مع كل الفجوات وتتوقف العملية لان ما يحدث هو ان بعد ان تنتقل المجموعة الأولى من الالكترونات وتتحد مع الفجوات يتشكل حاجز عند المنطقة التي تفصل النوع الموجب عن النوع السالب ويمنع هذا الحاجز المزيد من الالكترونات الاخرى في النوع السالب من الاتحاد مع فجوات في النوع الموجب ويتكون عن المنطقة بين النوعين مجال كهربائي.

عندما يسقط الضوء المكون من فوتونات عند طاقة معينة على الخلية الفوتوفولتيك فإنه يعمل على تحرير الكترون وفجوة بالقرب من الحاجز حيث المجال الكهربائي فيتم تمرير هذا الالكترون في اتجاه الجزء السالب تحت تأثير المجال في حين تنتقل الفجوة إلى الجزء الموجب تحت تأثير المجال. وعندما يتم توصيل طرفي الخلية (النوع السالب طرف والنوع الموجب طرف) بدائرة خارجية فإن هذه الالكترونات سوف تتحرك لتعود إلى موضعها الاصلي وكذلك الفجوات وهذه الحركة هي التيار الكهربائي الذي نريده.

فكرة عمل الخلية فوتوفولتيك عند سقوط فوتون الضوء على الخلية تتحرر

الكترونات وفجوات تنتقل الالكترونات تحت تأثير قوة المجال الكهربي في الخلية

إلى الجزء السالب وتنتقل الفجوات إلى الجزء الموجب ولكن تعود مرة أخرى الى

موضعها الاساسي عند توصيلها بدائرة خارجية.

---

## أنواع الخلايا الشمسية :

### ١- الخلايا الفوتوفولتيك :

تحويل الفوتون إلى الكترون الخلايا الشمسية المستخدمة في الآلات الحاسبة وفي الاقمار الصناعية هي عبارة عن خلايا فوتوفولتيك وهي عبارة عن مجموعة من الخلايا الكهربية موصلة مع بعضها البعض في اطار واحد على شكل لوحة. وكلمة فوتوفولتيك هو اسم مشتق من طبيعة عمل الخلية فكلمة فوتو تعني ضوء وكلمة فولتيك تعني كهرباء، وهذا يعني تحويل ضوء الشمس إلى كهرباء. في البداية كانت خلايا الفوتوفولتيك تستخدم في الاقمار الصناعية ومحطات الفضاء للحصول على الكهرباء من اشعة الشمس مباشرة والان بدأت تدخل في العديد الأجهزة الالكترونية وفي السيارات.

- **عمل خلية الفوتوفولتيك :**

تصنع خلية الفوتوفولتيك من المواد اشباه الموصلات مثل السيليكون وكل خلية فوتوفولتيك مكونة من بلورة واحدة من السيلكون وتشكل مجموعة كبيرة من خلايا الفوتوفولتيك الخلية الشمسية. وببساطة عندما تسقط اشعة الضوء على الخلية فإن جزء من الضوء يتم امتصاصه من قبل ذرات السيليكون، اي ان طاقة الضوء قد امتصت من قبل مادة الخلية. تعمل هذه الطاقة على اثارة الالكترونات الغير مرتبطة في المادة وتجعلها تتحرك بحرية داخل المادة. وعندما تتعرض هذه الالكترونات الحرة لمجال كهربي فإنها سوف تتحرك كلها في اتجاه واحد وهذا يعني تيار كهربي وعند ربط طرفي خلية الفوتوفولتيك بنقطتي توصيل على السطح العلوي والسطح السفلي للخلية نحصل على تيار كهربي طالما استمر سقوط الضوء على خلية الفوتوفولتيك. وهذا التيار الكهربي هو الذي يشغل الالة الحاسبة وبمعلومية قيمة التيار الكهربي المار في الدائرة وفرق الجهد الكهربي المتولد على طرفي خلية الفوتوفولتيك يمكن ان نحصل على قيمة الطاقة الكهربية (الطاقة الكهربية (وات) = التيار الكهربي (امبير) x فرق الجهد الكهربي (فولت) التي يمكن ان تولدها الخلية الشمسية.

- **عمل السيلكون كخلية شمسية:**

يمتلك السيلكون بعض الخواص الكيميائية في تركيبه البلوري. فذرة السيليكون تحتوي على 14 الكترون موزعة على ثلاث مستويات طاقة. مستويين الطاقة الاول والثاني الاقرب للنواة يكونان ممتلأن تماماً بالالكترونات والمستوى الثالث أو المستوى الخارجي يحتوي على 4 الكترونات فقط اي يكون نصفه ممتلئ والنصف الاخر فارغ حيث ان المدار يكتمل بـ 8 الكترونات. وتسعى ذرة السيليكون لان تكمل النقص في عدد الالكترونات في المستوى الخارجي ولتفعل ذلك فإنها تشارك اربع الكترونات من ذرات سيليكون مجاورة وبهذا ترتبط ذرات السيليكون بعضها البعض في شكل تركيب بلوري وهذا التركيب البلوري له فائدة كبيرة في خلية الفوتوفولتيك.

## ٢- خلايا تيلوريد الكادميوم المورفية :

يحتوي هذا النّوع على طبقةٍ رقيقةٍ من تيلوريد الكادميوم؛ لتحويل الأشعة الشمسيّة إلى طاقةٍ كهربائيّةٍ، وتبدأ عمليّة التصنيع بصُنع خلايا تيلوريد الكادميوم من موادّ كريستاليّةٍ؛ بحيث يكون الزّجاج هو الرّكيزة الأساسيّة للخلية، ثمّ يُطلى الزُّجاج بطبقات تيلوريد الكادميوم، ويتميّز هذا النّوع بمرونته، وتتراوح كفاءته بين 9-11%، إلا أنّ المخاطر البيئيّة المتعلّقة بعنصر الكادميوم، وإمكانيّة ترسُّبه داخل أجسام الكائنات الحيّة يجعله من العناصر السّتّة السامّة والمُسبِّبة للموت على وجه الأرض، ممّا يحدّ من استخدامه في صناعة الخلايا الشمسيّة.

### ٣- الخلايا المورفيّة النحاس-الإنديوم-الجاليوم-دي سيلينايد :

تتراوح فعاليّة هذه الخلايا بين 10-12%، وتُصنَع عن طريق ترسيب طبقةٍ رقيقةٍ من النّحاس، والإنديوم، والجاليوم، والسيلينيوم على طبقةٍ من الزّجاج أو البلاستيك، مع وضع أقطابٍ كهربائيّةٍ أمام الخليّة وخلفها؛ لتجميع التيّار الكهربائيّ؛ ونظراً لارتفاع معامل الامتصاص لهذا النّوع من الخلايا، فإنّ طبقةً رقيقةً منها قادرة على امتصاص أشعّة الشّمس بفعاليّةٍ مقارنةً بالأنواع الأخرى.

### ٤- الخلية الشمسية النانوية :

يقوم مبدأ عمل هذه الخلايا على تصنيع البلورات من المواد شبه الموصلة بأبعاد صغيرة جداً تُقاس بالنانومتر . و تتراوح كفاءتها بين 7-8% .

### ٥- الخلايا الشمسية البوليميرية :

تُصنَع هذه الخلايا عن طريق استخدام مادّةٍ بوليميريّةٍ قادرةٍ على امتصاص الأشعة الشمسيّة، وتتراوح كفاءتها بين 3-10%ولا تعمل جيّداً عند درجات الحرارة العالية، ولكنّ كلفتها أقلّ بنسبة 50% من الخلايا الشمسيّة السيليكونيّة.

### ٦- الخلايا الشمسية الصبغيّة :

تُصنَع هذه الخلايا بأربعة أجزاء، وهي: طبقة رقيقة من ثاني أكسيد التيتانيوم المُكوِّنة لشبه الموصل السّالب، وطبقة رقيقة من أكسيد النّيكل الثنائي المكوّن لشبه الموصل الموجب، والمادّة الصبغيّة الحسّاسة للضوء، وتوضَع بين قطبَي الخليّة، وشريحة مصنوعة من مادّة البلاتين أو الكربون، وتصل كفاءتها إلى 10% تقريباً، لكنّها تحتاج وقتاً كبيراً للتّركيب بالمقارنة مع الأنواع الأخرى.

### ٧- الخلايا الشمسيّة المُركّزة :

يقوم مبدأ عمل هذه الخلايا على استخدام العديد من المرايا والعدسات؛ لإنتاج طاقةٍ حراريّةٍ عاليةٍ، تنتقل إلى المحرّكات الحراريّة، وتصل كفاءتها إلى 40% , وتتميّز بأنّها مُستقرّة حراريّاً.

## تطبيقات الخلايا الشمسية :

١- تأمين الطاقة الكهربائية لقوارب الملاحة واليخوت البحرية .

٢- تغذي بعض الاحتياجات المنزلية كمضخة الماء والنيون والتلفزيون .

٣- الإمداد بالقدرة لإنارة المنازل .

٤- إضاءة الأرصفة على سواحل الميناء والمنشآت البحرية على الشاطئ وداخل البحر .

٥- في عملية التكييف والتدفئة باستخدام مباشر لهذه الخلايا من الطاقة الحرارية المطرودة منها .

٦- في الاتصالات ( الراديو ومستقبلات الراديو ) .

٧- تشغيل مضخات الري و ماء الشرب .

٨- علامات الطرق السريعة والسكك الحديدية في الطرق الصحراوية .

# المراجع و المصادر

# المراجع و المصادر :


1- Dye_sensitized Vs.Thin Film solar "^cells",European Institute for Energy Research, 30 June 2006

2- Brian O'Regan, Michael Gratzel (24^october 1991), "A Low_cost,high_efficiency solar cell based on dye sensitized colloidal $Tio_2$ films"_Nature _353 (6346):737_750

3- Professor. Grätzel wins the 2010 ^Millennium technology grand prize for dye _sensitized solar cells.14.6.2010

4- Tributsch, H (2004)."Dye sensitized ^solar cells: a critical assessment of the Learning curve "_coordination chemistry Reviews. 248 (13_14):1511

5- cristina Buzea, Ivan Pacheco, and kevin ^Robbie (2007)."Nonomaterials ."and Nonoparticales: sources and Toxicity

6-Dukhin, A.S.and Goetz, P.J.(2002).^Ultra sound for characterizing coll oids. Elsevier

7-Shruti Sharma, Kamlesh Jain, Ashutosh Sharma (2015), "Solar Cells: In Research and Applications—A Review", Scientific Research Publishing , Page 1147. Edited

8-http://skh2021.blogspot.com/2011/03/blog-post.htm l

9- رياض كمال الحكيم، عادل خضير حسين، "أسس الهندسة الالكترونية "، مطبعة وزارة التعليم العالي , ١٩٨٠ .

10- Smith R. A, "Semiconductors", Cambridge press, 2P 1987

11-M. G. Yousif, "Solid state physics", published by Baghdad

.(University, vol.1and 2, Arabic version, (1989)

12- وكاع فرحان الجبوري و فهر غالب حياتي، "الخواص الكهربائية والمغناطيسية للمواد"، مطبعة جامعة الموصل ، ( ١٩٨٥)

13-Powered by: VB ulletin version 3.8.8 copy right 2000_2017 ,Jelsoft Enterprises Ltd SEO by VBSEO .

14-Trunslated by VB ulletin club 2000_2017, Ads Managaemet version 3.01 by Saeed AL_Atwi.