مقدمة إلى الأغشية الرقيقة

إن مجال علم المواد والمجتمع الهندسي قادر على تخليق مواد جديدة من المزج الغير عادي للخصائص الكيميائية والفيزيائية والميكانيكية الذي سوف يغيّر المجتمع الحديث. حيث أنه التقدم التكنولوجي يتطلب أغشية رقيقة للتطبيقات المختلفة.

إن تقنية الأغشية الرقيقة هي الأساس في مجال تطور الكترونيات الحالة الصلبة وإن الخواص الضوئية للأفلام المعدنية والفضول العلمي حول سلوك المواد الصلبة ثنائية الأبعاد هي المسئولة عن التقدم الهائل في دراسة علم تقنية الأغشية الرقيقة.

إن دراسة تقنية الأغشية الرقيقة المباشرة والغير مباشرة فتحت مجالات عديدة من البحث العلمي في فيزياء الحالة الصلبة والتي تقوم على ظواهر فريدة للأغشية كالسمك والشكل والتركيب لهذه الأغشية.

عندما نأخذ في الاعتبار غشاء رقيق جداً من مادة معينة فإننا بصدد حالة السطحين للغشاء متداخلين إلى درجة كبيرة جداً على غير العادة كما في المواد السميكة فإن هذا يعمل على وجود خصائص جديدة للمادة كغشاء رقيق وعندما تكون المادة كغشاء رقيق ويكون سمكها في حدود عدة ذرات يخلق مجالاً وسطاً بين النظامين الرقيق والجزيئي وبالتالي يوفر لنا وسيلة لتحقيق الطبيعة الميكروفيزيائية من العمليات المختلفة.

والأغشية الرقيقة للمواد تكون مناسبة للتطبيقات الالكترونية والضوئية إلا أن بعض الخصائص مثل المقاومة الكهربية في بعض الأحيان لا تختلف جوهرياً للأغشية الرقيقة عن كونها المادة السميكة.

إن تقنية الأغشية الرقيقة للمواد هي مفتاح الاستمرار في التقدم التكنولوجي في العديد من المجالات مثل المجالات الكهروضوئية والضوئية والمغناطيسية. حيث أن تقنية الأغشية الرقيقة تمكنا من تصنيع الأجهزة الالكترونية المختلفة وحيث أن معظم المواد تختلف في خصائصها الفيزيائية الكهربية والضوئية والمغناطيسية عندما تكون غشاء رقيق مما يساعد على الاستفادة من هذه التغيرات في تصنيع أجهزة جديدة متعددة الاستخدامات والتطبيقات والتي تدخل في صناعة الأجهزة الالكترونية الدقيقة وأفلام التسجيل المغناطيسية والحساسات الضوئية والخلايا الشمسية والمرشحات وأجهزة الاستشعار عن بعد.... إلخ.

يصف مصطلح الغشاء الرقيق طبقه واحدة او عدة طبقات من ذرات الماده لايتجاوز سمكها المايكرون الواحد. استعملت الأغشية الرقيقة منذ أكثر من نصف قرن في عمل النبائط الالكترونية والفوتو فولتائيه ومختلف التطبيقات البصرية وهي ما زالت تتطور يوميا . حيث أن تقنية الأغشية الرقيقة تعتبر تقنية قديمة لكنها بنفس الوقت تعتبر المفتاح الحالي لتقنية الكثير من المواد وهناك مجلدات عديدة خاصة بالأغشية الرقيقة منها كتيب العالمين (Massiel and Glay) منذ أكثر من ثلاثين سنة .

Dr. Asrar

ومن الخواص الأساسية الأغشية الرقيقة هي التركيب البلوري للأغشيه ,سمك الأغشية وغيرها من الخصائص والمميزات التي لا تتوفر في المادة بشكلها ألحجمي, وتركيب الأغشية يعتمد على تقنية التحضير وتكون على هيئة أغشية كما (Single crystal) عشوائية و متعددة البلورات أو أغشية أحادية البلورة إن خواصها الكهربائية والبصرية تتغير اعتمادا على البنية البلورية ووجود أو عدم وجود الشوائب وبصوره عامة فأن الأغشية الرقيقة تنتمي إلى الحالة الصلبه لذلك فمن الممكن تقسيم هذه المواد تبعاً لتركيبها البلوري أو لترتيب ذراتها .

وكذلك يستعمل مصطلح الأغشية الرقيقة لوصف طبقة ، أو طبقات عديدة (Layers) من ذرات المادة لا يتعدى سمكها مايكرومتر واحد ، أو عدة نانومترات ، ولأنها رقيقة ، وهشة (سهلة الكسر) يجب ترسيبها على مادة صلبة مثل الزجاج ، أو السليكون ، أو بعض الأملاح ، أو البوليميرات.

تمتلك الأغشية الرقيقة خصائص ، ومميزات لا تكون متوافرة في تراكيب المواد الأخرى، فحقيقة سمكها المتناهي في الصغر وكبر نسبة السطح إلى الحجم منحتها تركيباً فيزيائياً فريداً يضاهي تركيب أحادية البلورة أحياناً ، ويفوقها أحياناً أخرى ، وتتمتع الأغشية بخصائص فيزياوية تختلف عن خصائص المواد المكونة لها وهي في حالتها الحجمية(Bulk). و تعد امكانية تحضير اكثر المواد الصلبة على هيئة أغشية رقيقة أحدى التقنيات المهمة للحصول على صفات جديدة للمواد التي يصعب مشاهدتها وتحسسها عندما تكون بشكلها الكتلوي الطبيعي.

بدأ العمل في مجال تحضير الأغشية الرقيقة منتصف القرن التاسع عشر ، ففي العام 1852 توصل كلاً من بنزن وگروف (Bunsen and Grove) إلى تحضير أغشية رقيقة باستخدام تقنية التفاعل الكيميائي (Chemical reaction) وكذلك بتقنية الترذيذ بالتفريغ ألتوهجي(Glow discharge sputtering).

ولقد مرت تقنية الأغشية الرقيقة بمراحل تطور ، سريعة نتيجة لتمييزها بخصائص أساسية مثل الدقة والتقلص في الحجم ، فعلى مر السنين طور العلماء تقنيات تحضير الأغشية الرقيقة وصولاً إلى تقنية التبخير الثنائي (المشترك) في الفراغ والتي تم اكتشافها من قبل العالم هوگارث(Hogarth) العام 1968.

ساهمت تقنياة الأغشية الرقيقة مساهمة كبيرة في دراسة أشباه الموصلات وأعطت فكرة واضحة عن العديد من خواصها الفيزيائية والكيميائية ، وللأغشية الرقيقة أهمية صناعية وتكنولوجية كبيرة فهي تدخل في تطبيقات التقنية الحديثة مثل صناعة الخلايا الشمسية وفي مجالات الأقمار الصناعية والاتصالات وكواشف الأ شعة الكهرومغناطيسية وفي ليزرات أ شباه الموصلات كما تستخدم كمتسعات وثنائيات ومقاومات في الدوائر الكهربائية هذا فضلاً عن استخدامها في دوائر الفتح والغلق والذاكرة وكمرشحات ومرايا عالية الكفاءة إلى غير ذلك من الاستخدامات الواسعة .

Dr. Asra

طرق تحضير الأغشية الرقيقة

يوجد كثير من الطرق لتحضير الأغشية الرقيقة ويمكن تقسيمها إلى قسمين كل قسم يندرج تحته عدة طرق لتحضير الأغشية الرقيقة:

1- الطرق الفيزيائية. 2- الطرق الكيميائية.

وتعتمد الطرق الفيزيائية على تبخير أو طرد المواد من الاهداف مباشرة خلال حالتها الغازية.

وتعتمد الطرق الكيميائية على الخصائص الفيزيائية للمواد وتتنوع هذه الطرق في إنتاج الأغشية الرقيقة مختلفة التركيب والخصائص والتي من الممكن ان تكون عاملا رئيسيا في تطور الأجهزة الحديثة.

وأيضاً تعتمد الطرق الكيميائية على التفاعلات الكيميائية التي تحدث للمواد.

وعندما نبحث في تصنيف الطرق الكيميائية نجد أنه من الممكن تقسيمها إلى قسمين, أول قسم معني بتشكيل الفيلم كيميائياً من الوسط والقسم الثاني معني بتشكيل الفيلم من المكونات المضافة للوسط.

ويمكن تصنيف هذه الطرق كما بالجدول التالي:

طرق تحضير الاغشية الرقيقة

فيزيائية (Physical)		**كيميائية (Chemical)**	
Sputtering	**Evaporation**	**Gas Phase**	**Liquid Phase**
Glow Discharge DC Sputtering	**Vacuum Evaporation**	**Chemical Vapour Deposition**	**Electro-Deposition**
Triode Sputtering	**Resistive Heating Evaporation**	**Laser Chemical Vapor Deposition (LCVD)**	**Chemical Bath Deposition (CBD)** **Arrested precipitation Technique (APT)**
Getter Sputtering	**Flash Evaporation**	**Photo – Chemical Vapor Deposition**	**Elect less Deposition**
Radio Frequency Sputtering	**Electron Beam Evaporation**	**Plasma Enhanced Vapour Deposition**	**Anodisation Liquid phase Epitaxy**
Magnetron sputtering **Ion Beam Sputtering**	**Laser Evaporation**	**Metal-Organo Chemical Vapour Deposition (MO-CVD)**	**Sol – gel** **Spin coating** **Spray – pyrolysis Technique (SPT)**
A.C.Sputtring	**Arc**		**Ultrasonic (SPT)**
	RF Heating		**Polymer Assisted Deposition (PAD)**

Dr. Asrar

الطرق الفيزيائية Physical Processes:

1. الترسيب بالتبخير (Physical Vapour Deposition) (PVD)

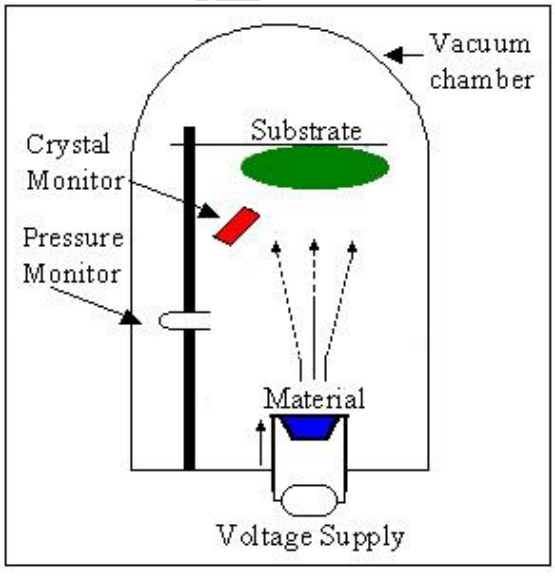
وهذه الطرق تتم على ثلاث مراحل:

1) تحويل المادة المراد عمل الفيلم منها إلى بخار فيزيائياً.
2) تنتقل الذرات من المادة وهي في الحالة البخارية خلال وسط مفرغ إلى الركائز مباشرة.
3) يتكثف البخار على الركيزة (Substrate) لتكوين الفيلم.

تتم عملية تحول المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة الغازية من خلال تسخين المادة فتكتسب الجزيئات التي على السطح طاقة حركة من الحرارة أو يتم عن طريق انتقال لكمية التحرك كما في طرق الترذيذ (Sputter) ويوجد نوع ثالث وفيه تنتقل المادة إلى الحالة الغازية عن طريق ما يسمى زيادة الطاقة السطحية (Augmented energy) وتشمل الأيون والبلازما والليزر.

أ. طريقة التبخير الحراري Thermal Evaporation Technique:

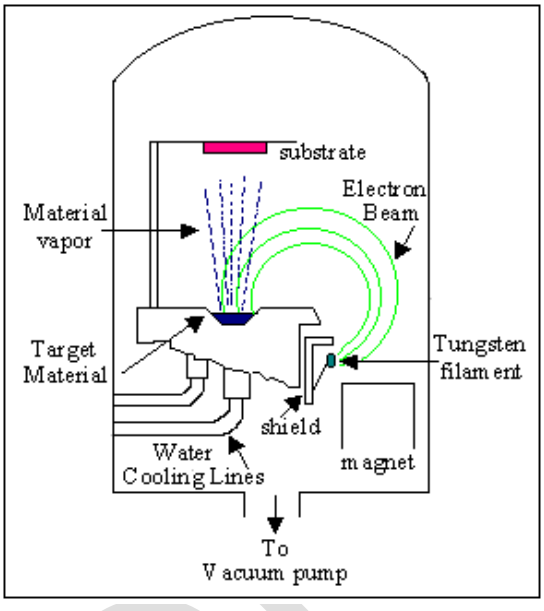
وفي هذه الطريقة يتم وضع المادة المراد ترسيبها داخل بوتقة (boat) على شكل حويض ويربط الحويض مع قطبين متصلين بمصدر للتيار الكهربي يصل إلى 80 أمبير كما توضع الركائز التي سوف تبخر عليها المادة أعلى الحويض مباشرة ثم تفرغ المجموعة إلى ضغط يصل إلى 10^{-5} تور ويتم هذا التفريغ عن طريق مضختين: مضخة دوارة (rotary pump) والتي تحدث انخفاض في الضغط يصل إلى 10^{-3} تور ومضخة أخرى تسمي مضخة الزيت (diffusion pump) ويصل انخفاض الضغط إلى 10^{-5}تور ويمكن في هذه المنظومة خفض الضغط أكثر من ذلك وذلك عن طريق استخدام الهليوم والهيدروجين السائل .



ب. طريقة التبخير بواسطة المدفع الالكتروني Electron-beam gun evaporation

إن هذه الطريقة مشابهة لطريقة التبخير الحراري(Thermal evaporation) أي أنه في هذه الطريقة أيضاً يتكون الفيلم عن طريق التبخير ولكن هنا تتبخر المادة بواسطة حزمة من الالكترونات توجه بواسطة مجال مغناطيسي مباشرة وتتميز هذه الطريقة عن طريق التبخير الحراري حيث أنه يمكن أن تضاف الحرارة مباشرة إلى المادة لكي تصل إلى درجة الانصهار في لحظة واحدة مرة واحدة ويمكن تبخير أكثر من مادة في نفس الوقت حيث أن الحرارة تضاف مباشرة إلى المادة دون المرور على البوتقة (crucible) الحاوية للمادة مما يقلل درجة الشوائب أكثر مما كانت عليه في حالة التبخير الحراري.

ويوجه شعاع الالكترونات المنتج من جهد عالي جداً بواسطة عدة مغناطيسيات قوية وتركز على المادة حيث أن شعاع الالكترونات يخترق المادة مؤدياً إلى انصهارها.



مشاكل النسب المتكافئة (Stoichiometric) للمركبات عند التبخير:

1) المركبات تحدث لها انكسار (breakdown) عند درجات الحرارة المرتفعة.
2) كل مركب له ضغط تبخير خاص به مما يجعل معدل التبخير مختلف مما يؤدي إلى عدم تساوي نسب التكافؤ في المركب عندما يكون فيلم بالمقارنة بالمادة (Bulk).

Draft

مقارنة بين طريقة التبخير الحراري وطريقة التبخير بواسطة مدفع الالكترونات

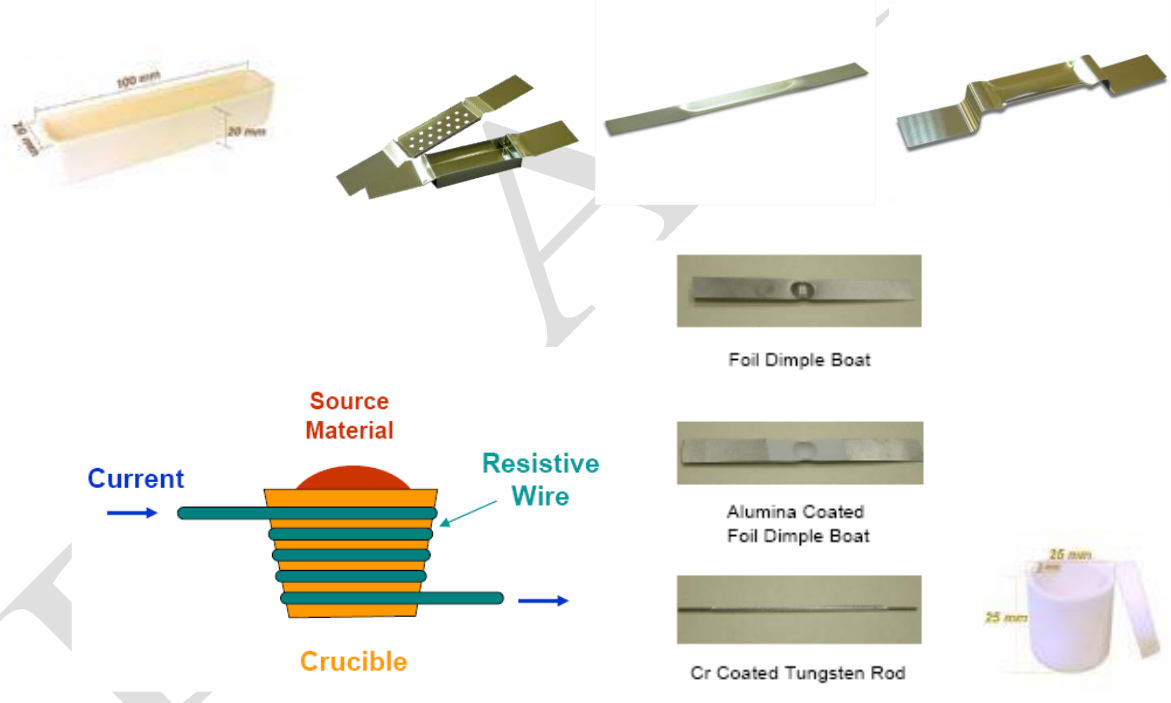
الطريقة	المواد	المواد النموذجية للتبخير	الشوائب	معدل التبخير	مدى درجات الحرارة	التكلفة
التبخير الحراري Thermal	المعادن والمواد التي لها درجة انصهار منخفضة	Au, Ag, Al,Cr, Sn,Sb,Ge,In, Mg,Ga, cds, Pbs,Cdse, Nacl,Kcl,Agcl, Mgf_2, CaF_2	مرتفعة	1 من 20 انجستروم/ثانية	1800 م°	منخفضة
المدفع الالكتروني E-Beam	كل المعادن والعوازل وأشباه الموصلات	كل المواد التي أعلى بالإضافة إلى Ni, Pt, Ir, Rh, Ti,V, Zr,W, Ta, Mo, Al_2o_3, SiO_3, Sio_3, SnO_3, Tio_2, Zro_2	منخفضة	10 من 100 انجستروم/ثانية	3000 م°	عالية

أنواع البوتقات (Boat/Crucible) للمواد

المعادن المقاومة للصهر Refractory Metal		
المادة	درجة الانصهار (C^0)	درجة الحرارة لكل 10ملي تور ضغط بخار
التنجستين (W)	3380	3230
التنتاليوم Tantalum (Ta)	3000	3060
الموليبدنيوم Molybdenum (Mo)	2620	2530

Dr. Asar

Refractory Ceramics السيراميك المقاوم للصهر		
درجة الحرارة لكل 10ملي تور ضغط بخار	درجة الانصهار C^0	المادة
2600	3799	Graphitic Carbon (C) الكربون الجرافيتي
1900	2030	ثالث أكسيد الألمونيوم Alumina (Al_2O_3)
1600	2500	نيتريد البرون Boron Nitride



2. طريقة الترذيذ Sputtering Method

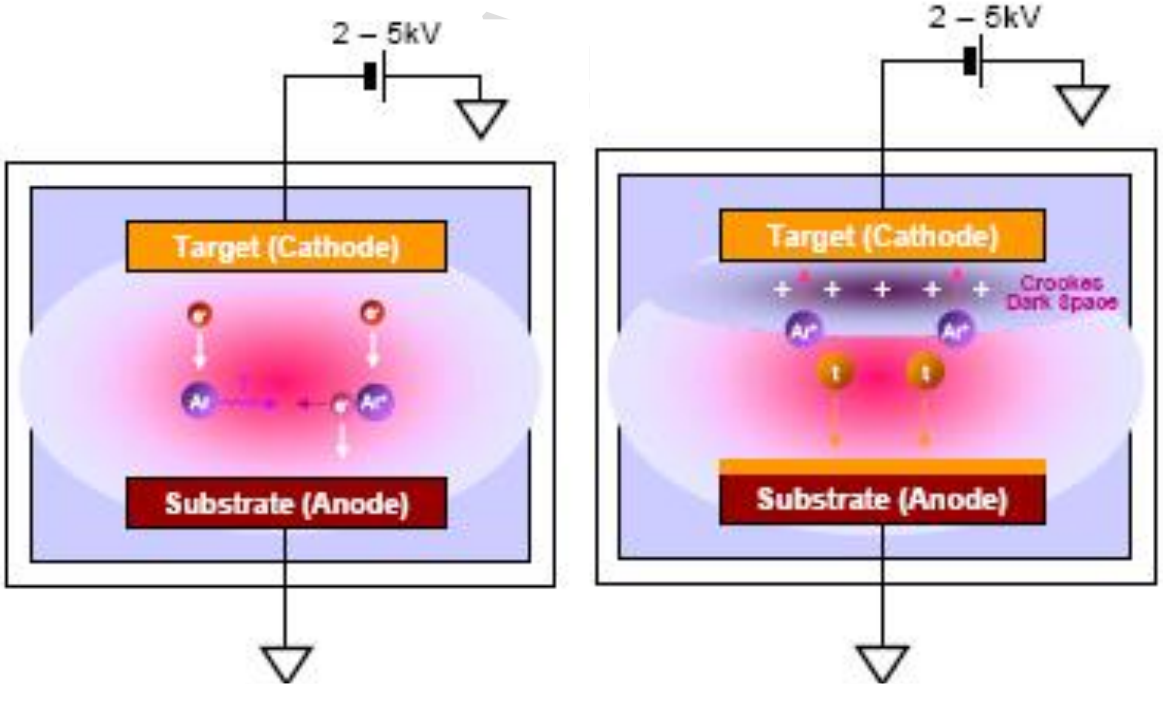
في هذه الطريقة تتعرض سطح مادة معينة إلى القذف بجسيمات تحمل طاقة كافية لفصل ذرات من سطح المادة وجعلها تغادر السطح مسببة تآكل سطح الهدف وتدعى الذرات المنفصلة بالذرات المترذذة.

وتنقسم الي عدة طرق هي:

أ. Dc Diode Sputtering Deposition:

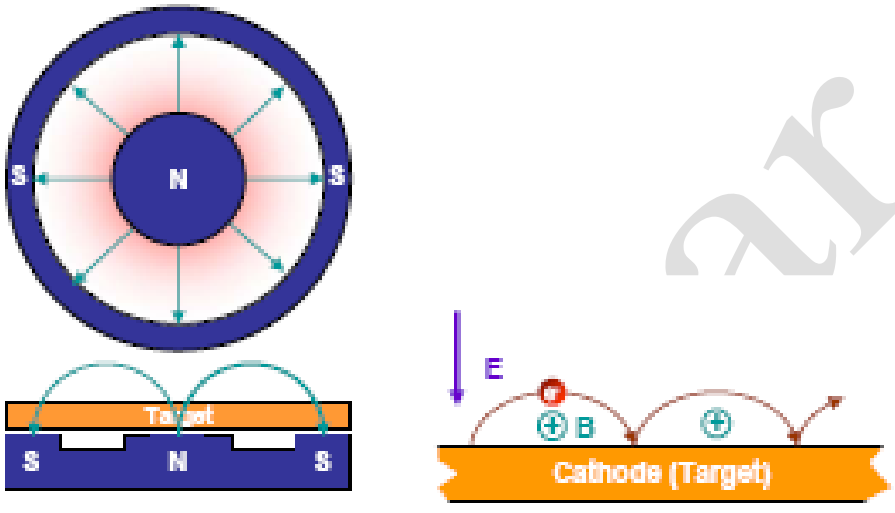
في هذه الطريقة توضع المادة المراد تبخيرها ككاثود وتوضع الركيزة (Substrate) كأنود وتوضح في غرفة تفريغ بها غاز الأركون Ar ويطبق فرق جهد عالي (2-5 كيلو فولت) من مصدر جهد ثابت (Dc) عبر الدايود (cathode-Anode) وتتسارع الالكترونات الحرة الموجودة بغرفة التفريغ بفعل فرق الجهد العالي وهذه الالكترونات تعمل على إثارة وتأين غاز الأركون.

eldctron 2^{nd} يتسارع ويكرر نفس الخطوة السابقة ليؤين ذرة أرجون أخرى وعندما تزيد الالكترونات إلى درجة كبيرة تعمل (gas breakdown) هذه الشرارة الكهربية (Plasma) تعمل على ترذيذ المادة ويترسب الفيلم على الشريحة (الركيزة) [5].



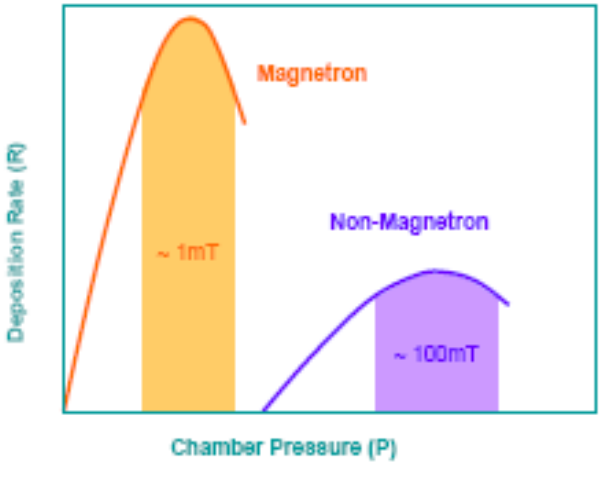
ب. DC Magnetron Sputtering

هـي نفـس الطريقـة السـابقة ولكـن تختلـف عنهـا فـي كـون أن الالكترونـات تتسـارع بفعـل مجـال مغناطيسـي كمـا بالشكل وتتميز هذه الطريقة عن الطريقة الأولـى DC Diode بأنهـا تحتـاج إلـى ضـغط منخفض أقل وينتج معدل ترسيب أكبر.



مقارنة بين DC Magnetron & DC diode

1) معدل الترسيب (deposition rate) في حالة DC Magnetron أكبر بمائة مرة عن DC diode
2) تحتاج إلى خفض الضغط أقل بمائة مرة من DC Diode



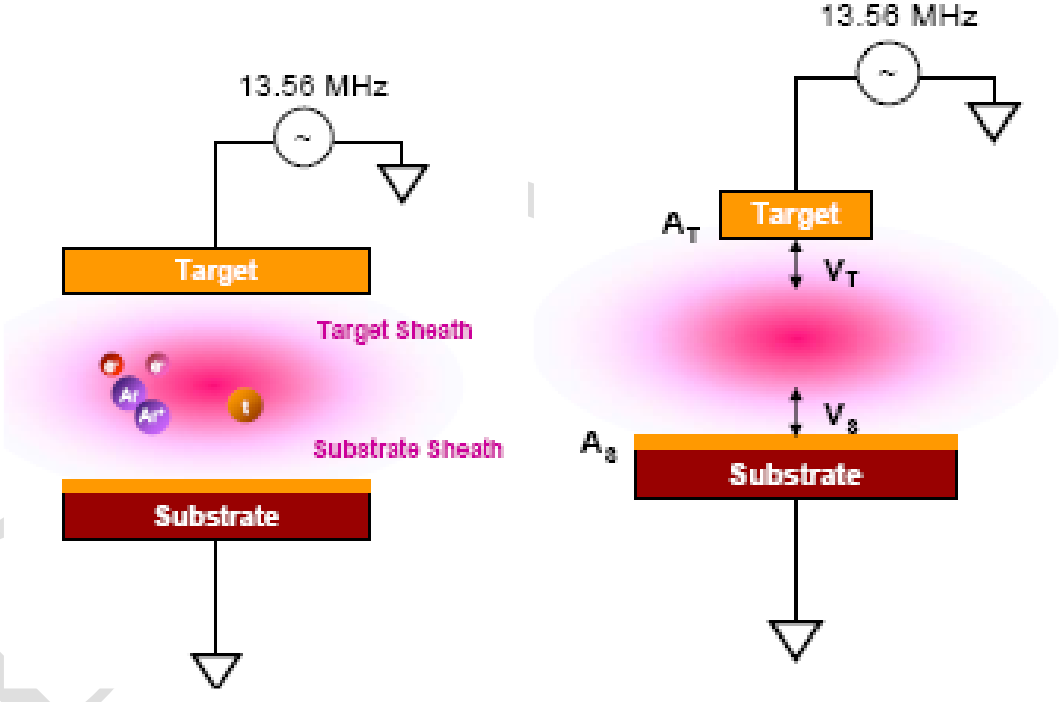
Dr. Ar

ج. RF (Radio – Frequency) Sputtering

لا نستطيع استخدام الطريقتين السابقتين (DC) للمواد العازلة لأنه في DC لا بد أن يكون الهدف موصل لكي يستخدم ككاثود ولكي نتغلب على هذه المشكلة بالنسبة للعوازل نستخدم AC Power عندما يكون التردد أقل من < 100 كيلو هرتز فإن كلاً من الالكترونات والأيونات تستطيع المرور والسريان DC Sputtering

وعندما يكون التردد أكبر من < 1 ميجا هرتز فإن الأيونات الثقيلة لا تستطيع التنقل وملاحقة التغير في التردد مما يجعلها تكون منطقة جهد تسمى Dark-Space (sheath) عند الاقطاب كما بالشكل ويكون النسبة بين الجهدين المتكونين

$$(V_t / V_s) \alpha (A_s / A_t)^2$$



مقارنة بين Evaporation & Sputtering

التبخـير Evaporation	الترذيذ Sputtering
الذرات لها طاقة منخفضة (0.01 ev)	الذرات والأيونات لها طاقة مرتفعة (1-10 ev) الفيلم المتكون يكون أكثف (denser) حجم الحبيبات أصغر small grain size التصاق الفيلم بالركيزة أكبر
تحتاج إلى تفريغ عالي نسبة الشوائب في الفيلم منخفضة جداً	لا تحتاج إلى تفريغ عالي الأفلام المكونة لها نسبة شوائب عالية
المصدر يكون عبارة عن نقط مركز وينتج أفلام فقيرة التجانس	المصدر يكون عبارة عن لوح متوازي وتنتج أفلام متجانسة
المركبات لها معدلات ترسيب مختلفة مما يجعل stoichiometry فقيرة	كل المركبات لها نفس معدل الترسيب مما ينتج أفلام عالية stoichiometry

مميزات الطرق الفيزيائية:

1) تحضير الأفلام وهي جافة.
2) عالية النقاء ونظيفة.
3) تلاءم أشباه الموصلات في تصنيع الدوائر المتكاملة.

عيوب الطرق الفيزيائية:

1) معدلات الترسيب بطيئة.
2) يصعب التحكم في التوافق (Stoichiometry)
3) تلزم طاقة عالية مما يرفع التكلفة

Dr. Asrar

الطرق الكيميائية Chemical Processes

من أهم الطرق الكيميائية طريقة الترسيب الكيميائي بالبخار chemical vapour deposition ، طريقة ترسيب الكاثود الكهربائي cathode electrolytic deposition ، طريقة تاكسد الانود anodic oxidation وطريقة الترسيب الكيميائي chemical path deposition .

ا. Chemical Vapour Deposition (CVD)

تعرف بانها طريقة الترسيب بواسطة الأبخرة الكيميائية مثل تحضير المواد وتفاعلها مع بعض وهي في الحالة البخارية (vapour phase) لتعطي فيلم صلب يترسب على الركيزة، ويكون التفاعل الكيميائي بين أبخرة المواد وهي السمة الأساسية المميزة لهذه الطريقة.

أنواع طرق الترسيب الكيميائي (CVD):

1) طريقة الانحلال الحراري pyrolysis (thermal Decomposition):

وهي أن المركب مكون من مادتين B, A مثلاً يصلا إلى الحالة الغازية ثم على سطح الركيزة يترسب A كمادة صلبة (غشاء رقيق) ويظل B غاز.

$$AB\ (gas) \longrightarrow A\ (solid) + B\ (gas)$$

مثال: ترسيب السيلكون عند درجة حرارة 580- 650 م^{o}

$$Si\ H_4\ (gas) \longrightarrow Si\ (solid) + 2H_2\ (gas)$$

2) طريقة الاختزال:

وهذه الطريقة تحتاج إلى درجة حرارة أقل من pyrolysis مثال:

إذا كان لدينا مركب يتكون من مادتين A,B

$$AB\ (gas) + H_2\ (gas) \longrightarrow A\ (solid) + HB\ (gas)$$

ومثال علي ذلك تحضير غشاء رقيق من التنجستين عند 300 درجة مئوية

$$WF_6\ (gas) + 3\ H_2\ (gas) \longrightarrow W\ (solid) + 6HF\ (gas)$$

3) طريقة الأكسدة Oxidation:

وفي هذه الطريقة ممكن أن يكون المركب في الحالة الغازية أو الصلبة أيضاً فإذا كان لدينا مركب AB فإن:

$$AB\ (gas\ or\ solid) + O_2\ (gas) \longrightarrow AO\ (solid) + BO\ (gas)$$

Dr. Asrar

ومثال علي ذلك تحضير غشاء رقيق من ثاني اكسيد السيلكون عند درجة حرارة 450 درجة مئوية:

$$Si\ H_4\ (gas) + O_2\ (gas) \longrightarrow SiO_2\ (solid) + 2H_2\ (gas)$$

ومثال اخر تحضير غشاء رقيق من ثاني اكسيد السيلكون عند درجة حرارة 900-1100 درجة مئوية:

$$Si\ (solid) + O_2\ (gas) \longrightarrow SiO_2\ (solid\ )$$

4) طريقة تكوين المركبات Compound formation

وفيها يكون مركبين مع بعضهما في الحالة الغازية أو الصلبة ليتكون غشاء رقيق من مركب ثالث.

ومثال على ذلك: تحضير فيلم من ثاني أكسيد السيلكون عند درجة حرارة 900- 1100م°

$$Si\ (solid) + 2H_2O\ (vapour) \xrightarrow{\quad} SiO_2 (solid) + 2H_2$$

ومثال آخر تحضير رباعي نيتريد السيلكون عند درجة حرارة 700- 800م°

$$3SiH_2Cl_2\ (gas) + 4NH_3\ (gas) = Si_3N_4\ (solid) + 6H_2 + 6HCL$$

مميزات طرق (CVD):

تعتبر طرق تحضير الأفلام بواسطة (CVD) من أحسن تقنيات الأفلام وذلك:

1) لبساطتها وأنها مريحة.
2) منخفضة التكاليف.
3) تحتاج إلى طاقة منخفضة (درجة حرارة منخفضة).
4) استخدمت بنجاح في تحضير المعادن الثلاثية ternary metal chalcogenide

Dr. Asrar

قواعد اختيار طريقة الترسيب المناسبة من بين طرق (CVD):

1) فعالية التكلفة.
2) يكون قادراً على ترسيب المواد المطلوبة.
3) إتاحة السيطرة على التركيب الدقيق والسيطرة على التعليم.
4) الحفاظ على التوافيق stoichiometry للفيلم كما في المواد الأولية.
5) عملية انخفاض درجة الحرارة.
6) تكون درجة التصاق الفيلم بالركيزة عالياً.
7) وفرة من المواد الأولية.
8) إمكانية توسيع العملية.
9) التحكم في درجة الشوائب للأفلام المتكونة على الركيزة.

ب. طريقة الأنود الكهربائية Anodic Oxidation

طريقة الأنود الكهربي تعتمد على عملية الأكسدة التي تحدث للمعادن مثل AL, Ta, Nb,Ti عند غمسها في محلول الكتروني كآنود وتنتقل الأيونات خلال المحلول بفعل قوة الانتشار الناتجة عن مجال كهربي قوي وتتحد هذه الأيونات مع ذرات المعدن لتكون الجزيئات التي تترسب على الآنود كغشاء رقيق وتتم عملية الأكسدة للمحلول الالكتروني بفعل تيار كهربي ثابت أو جهد كهربي ثابت ويكون المحلول الالكتروني إما أملاح المواد الذائبة أو في بعض الأحيان تستخدم الأحماض لمحلول الكتروني وينتج الفيلم على سطح المعدن.

ج. طريقة الكاثود الكهربي Cathodic Deposition

تعتبر هذه الطريقة من الطرق العيارية في تحضير الأغشية الرقيقة حيث يستخدم فيها الكترونين من المعدن ويغمسا في محلول الكتروليتي وتتجه الأيونات الموجبة من المحلول إلى الكاثود لترسيب عليه مكونة غشاء رقيق على سطح الكاثود.

ويتحكم في سمك الغشاء الجهد الكهربي بين الالكترونين أو في كثافة التيار المادة في المحلول حيث أنه طبقاً لقانون فاراداي للترسيب فإن الكتلة المترسبة على الكاثود تتناسب طردياً مع كمية الكهربية المارة في المحلول.

Dr. Asra

تطبيقات الأغشية الرقيقة:

أولاً: على الرغم من أن تقنية الأغشية الرقيقة معروفة منذ قرن إلا أنها لم تدخل حيز التطبيق العلمي إلا منذ أربعة عقود مضت حيث أن اهتمام العلماء بتقنية الأغشية الرقيقة أتاح فرص تطورها بشكل كبير.

التطور السريع في مجال الحاسوب أدى إلى الحاجة إلى مواد ذات سعة تخزين عالية مما زاد الاهتمام بدراسة الخواص المغناطيسية للأغشية الرقيقة حيث أن العلماء اهتموا بهذه التقنية لإيجاد مواد عالية القدر التخزينية لتلبي حاجة السوق العالمي.

وأدى البحث في الخصائص الفيزيائية للأغشية الرقيقة إلى تصنيع أجهزة الكشف التي تعمل بالأشعة تحت الحمراء وتضيع الخلايا الشمسية والأفلام فائقة التوصيل والطلاءات الزخرفية المضادة للتآكل.

ثانياً: فضلاً عن توليد الأفكار الجديدة لصنع أجهزة جديدة، كان الأساس في البحوث هو فهم الخواص الفيزيائية لهذه الأغشية الرقيقة. مما أسهم ذلك بدوره في زيادة القدرة على صنع أجهزة ذات خصائص يمكن التنبؤ بها. حيث أن المؤثرات لها دورها الأساسي في تغير خصائص الأغشية الرقيقة مثل نوع الركائز التي ترسب عليها الأفلام وكذلك الطريقة التي تستخدم في تحضير الأفلام والمعالجة الحرارية للأفلام بعد التحضير كل هذا ينتج عنه أفلام لها خصائص مختلفة وجديدة والتي يمكن الاستفادة بها في تصنيع أجهزة جديدة.

ثالثاً: أن بداية البحث في تقنية الأغشية الرقيقة والبحث عن مواد أخف في الوزن لاستخدامها في مجال الدفع والفضاء كانت باهظة التكاليف ولكن الاتجاه الحديث هو البحث عن أغشية رقيقة رخيصة الثمن والتي من الممكن استخدامها في مجالات القطاع المنزلي [1، 2].

والأفلام الرقيقة من المواد تستخدم في العديد من التطبيقات مثل الأجهزة الالكترونية من أشباه الموصلات والاتصالات اللاسلكية والدوائر المتكاملة والمقومات والترانزستورات والخلايا الشمسية والثنائيات الباعثة للضوء وفي شاشات العرض وفي الذاكرات المغناطيسية وأنظمة الصوت والفيديو والأقراص المدمجة والطلاءات البصرية والمكثفات متعددة الطبقات والنوافذ الذكية ورقائق الكمبيوتر...إلخ.

ومن هذه التطبيقات:

1) الطلاءات البصرية: (Optical Coating)

إن الطلاء الضوئي هو عبارة عن طبقة أو عدة طبقات من المادة ترسب على ركائز مثل العدسات والمرايا التي تغير من انعكاسها ونفاذيتها للضوء.

وأحد أنواع هذه الطلاءات يعتمد على جعل المادة غير عاكسة وهذا النوع يستخدم غالباً في العدسات.

Dr. Asrar

أما النوع الآخر من هذه الطلاءات فإنه يزود نسبة انعكاس المواد لتصل إلى 99.99% وهذا النوع يستخدم في المرايا والمرشحات.

2) الخلايا الفوتوفولتية: Photovoltaic Cells

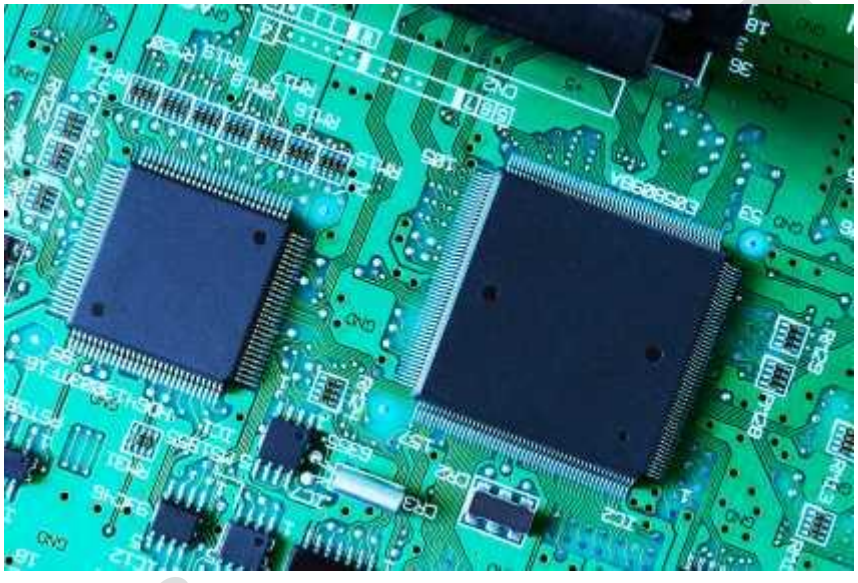
في لوحة الطاقة الشمسية المألوفة يتم تحويل الطاقة الضوئية (طاقة الفوتونات الساقطة) إلى طاقة كهربية وذلك في خلية تحتوي على طبقتين رقيقتين من السيلكون البللورية. وكان الاتجاه إلى استبدال السيلكون البللوري حيث أنه مكلف جداً بالسيلكون الأمورفي وبالخلايا رخيصة الثمن مما أدى العلماء إلى البحث عن مواد أخرى عضوية وصناعة الخلايا الفوتوفولتية منها وذلك بترسيب عدة طبقات بدل من طبقتين لإنتاج الطاقة الكهربية وبإنتاج هذه الخلايا منخفضة التكلفة سوف يكون بمناسبة نقطة انعطاف كبرى في سوق صناعة الخلايا الشمسية مما يجعل المرحلة أكثر نضجاً ونمواً.

3) أشباه الموصلات : Semiconductors

تاريخياً اعتمدت صناعة أشباه الموصلات علي شرائح رقيقة ثنائية الأبعاد ومسطحة والتي بدورها تستخدم في الدوائر الالكترونية لجميع الأجهزة الالكترونية والكمبيوتر. وهذا الغشاء الرقيق جداً (يصل سمكه إلى بضع مئات من النانومترات) تصنع من المواد الزجاجية أو البلاستيكية المرنة فتح مجالاً واسعاً أمام صناعة الالكترونيات.

Dr Asrar

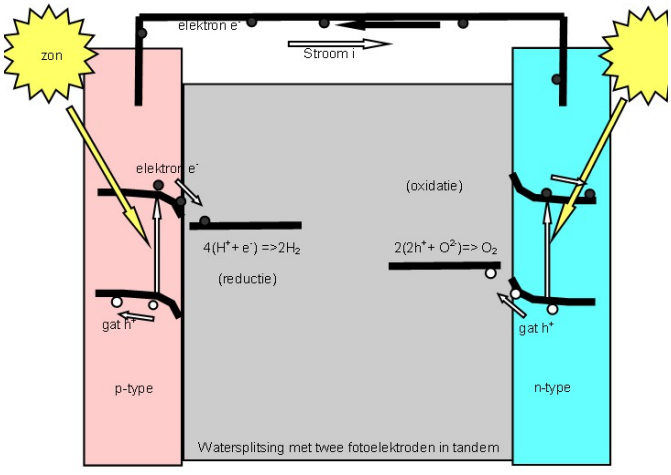
وبالإضافة لذلك رقة هذه المواد جعلت منها مكاناً مناسباً لترسيب مواد أخرى عليها مما يضاعف عدد الدوائر الالكترونية في حجم صغير جداً مثل الدوائر المتكاملة والتي لا يتعدى حجمها إلى بضع سنتيمترات وبها آلاف الدوائر الالكترونية. وصغر حجمها يجعلها منخفضة استهلاك الطاقة ويتيح تصنيعها في ثلاثة أبعاد. وتستخدم تقنية أغشية رقيقة من أشباه الموصلات في تطبيقات أخرى مثل: صناعة الخلايا الشمسية والبطاقات الذكية وفي العديد من المجالات الطبية, والأغشية الرقيقة من السيلكون أو الجرمانيوم شبه الموصل هي مثيرة للاهتمام بشكل خاص حيث أن الجرمانيوم له ثورة عالمية على اختصاص الضوء أكثر من السيلكون مما يجعله أكثر استخداما في الكاميرات الضوئية العالية النقاء والمنخفضة التكاليف.



4) الخلايا الكهروضوئية الكيميائية Photo Electrochemical Cells:

في تجارب photoelectrochemical يتم تشعيع الالكترون بالضوء مما يجعل المادة تمتص الضوء وتعطي تيارا كهربائيا (photocurrent) .

واعتماد هذا التيار الكهربي على الطول الموجي للضوء الساقط وعلى فرق الجهد بين الاقطاب وعلى محلول التوصيل يعطينا فكرة عن طبيعة (photo process). وتتم عملية التحلل الضوئي على سطح الأقطاب الكهربية. وبذلك تتحول الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربية ويمكن الاستفادة منها في التطبيقات العملية.



5) العدسات الالكترونية Optoelectronic Lenses :

هذه العدسات مصممة بحيث أنها تعمل في مدى جزء صغير من الطيف الكهرومغناطيسي ولا تسمح لبقية الطيف بالنفاذ وهي عبارة عن شرائح رقيقة من مادة يكون معامل انكسارها مناسب في المدى المطلوب العمل به.

6) شاشات العرض المسطحة (Flat Panal Display) :

هي شاشات عرض تعمل بتقنية متقدمة جداً عن الشاشات القديمة حيث أنها أعلى في النقاء وصفاء الصورة وأعلى في الأداء من غيرها حيث أنها لا تستهلك طاقة عالية كما أنها لا تلوث الطبيعة مثل باقي الشاشات ولها تكلفة أقل حيث أن بيئة تصنيعها أقل تلوث عن بيئة تصنيع شاشات العرض القديمة.

Dr. Nasr

7) تخزين البيانات Data Storage:

تخزن البيانات في هذه الأدوات حيث أنها تكتب ميكانيكياً بمقياس النانو (nanoscale) وتقرأ بواسطة حافة رقيقة جداً وتمسح حرارياً ومثال على هذه الأجهزة (IBM) والتي تستخدم فيها أفلام رقيقة جداً من البوليمر كوسط تخزين وفي بعض الأحيان تستخدم سبائك من Ni-Ti (SMA) كذاكرة.

8) المكثفات الفائقة Super Capacitors:

كانت أول فكرة لتخزين الشحنة عام 1950م وحازت على براءة اختراع وكانت عبارة عن موصلين كهربيين بينهما عازل أحدهما يحمل شحنة موجبة والآخر يحمل شحنة سالبة.

ثم تطورت صناعة المكثفات بعد ذلك حتى وصلت إلى المكثفات الفائقة حيث أن المكثفات الفائقة هي أجهزة تخزين للطاقة كهروكيميائياً.

Dr. Asrar

9) أجهزة الاستشعار الغازية Gas Sensors:

وهي تعتبر أجهزة متطورة جداً متناهية في الصغر وتقنية الأغشية الرقيقة تلعب دوراً مهماً في تطور مثل هذه الأجهزة.

حيث أن أجهزة الاستشعار تطورت بشكل سريع في الآونة الأخيرة والتي ساعدت كثير من العلماء على إتمام تجاربهم العملية الدقيقة.

وهذه الأجهزة تقدم أحدث التحديات والفرص في التصوير الجزيئي ورصد العينات المرضية وهذه الأجهزة اكتسبت محط اهتمام المجتمع العلمي بسبب الحاجة المتزايدة للسلامة البيئية والمراقبة الصحية.

Dr. Amar