



جمهورية الجزائر الديمقراطية الشعبية

علم العالى والب



كلية العلوم والتكنولوجيا

رقم الترتيب :

:

مذكرة تخرج لنيل شهادة

يسد اديمي

: فيزياء :

: فيزياء الإشعاع

: ميلودي خولة

: بالمهدي مريم

:

تقنية توضع الطبقات الرقيقة

واسطة الرش المهبطي

:

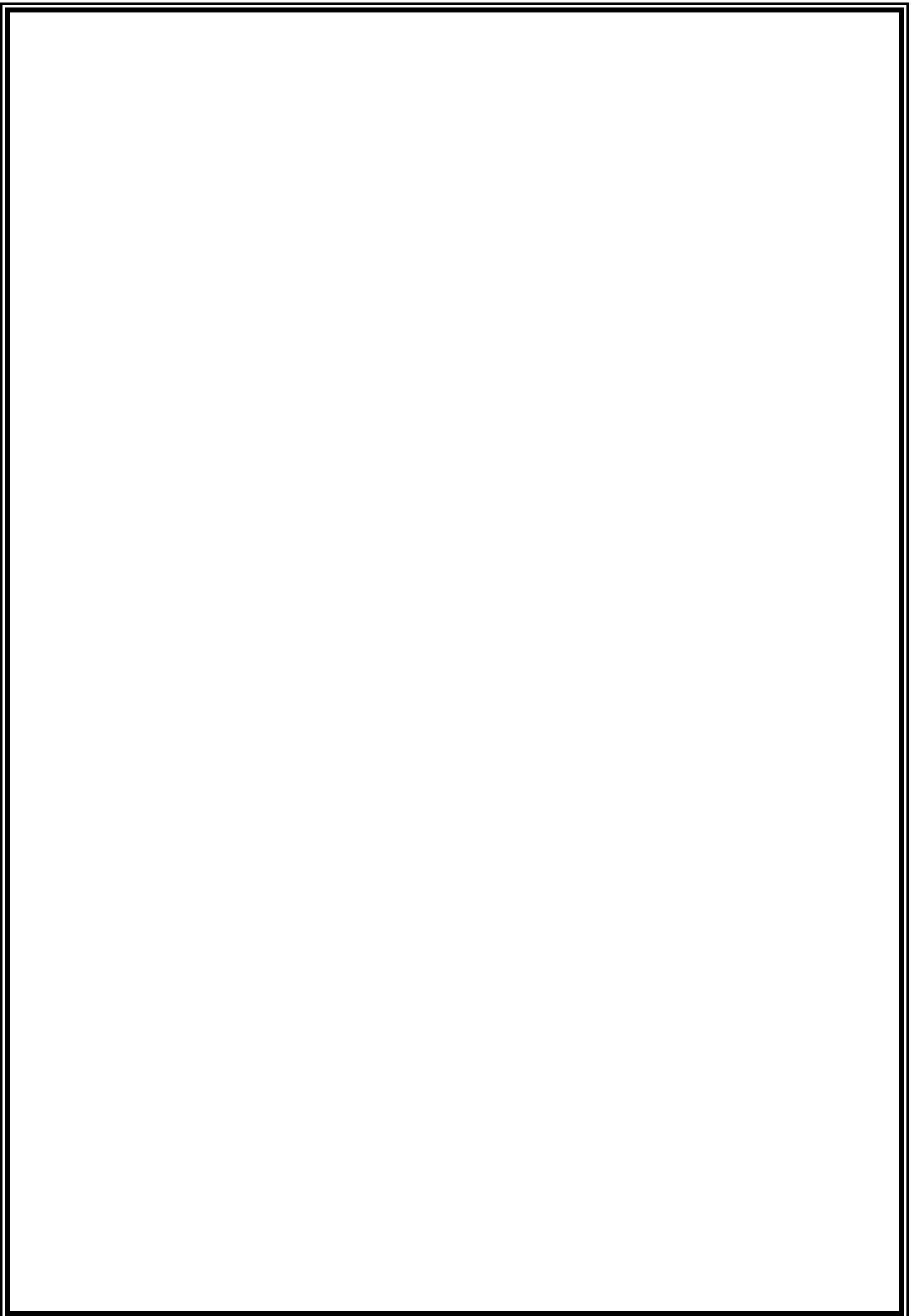
رئيس

• سليمانى حمزة

• عيادي مريم

• بوراس ليلي

2014/2013



شكر و عرفان

إن الشكر والحمد لله أحمده حمدا كثيرا طيبا مباركا فيه .
ومن تمام شكره عز وجل أن تشكر من أدى لك
معروفا ولذلك أتقدم بخالص الشكر والإمتنان إلى
الأستاذة ليلي بوراس التي كانت لنا سندا في إنجاز
هذا البحث كما أشكر كل من ساهم في إنجاز هذا
البحث من قريب أو بعيد وأشكر كل الزملاء
والزميلات .

الفه

: الأغشية الرقيقة

04	.....	-1-I
04	.....	2-I-تعريف الأغشية الرقيقة
04	.....	3-I-مواد الأغشية الرقيقة وأنواعها
04	.....	1-3-I-مجموعة السيليكون
05	.....	2-3-I-مجموعة خلايا الأفلام الرقيقة
05	.....	3-3-I-مجموعة خلايا الأمورفوس
05	.....	4-3-I-مجموعة الخلايا متعددة الطبقات p-N's
05	.....	4-I-طرق توضع الأغشية الرقيقة
06	.....	1-4-I-التوضع الكيميائي للطور البخاري
07	.....	2-4-I-التوضع الفيزيائي للطور البخاري

: عموميات حول البلازما

09	.....	-1-II
09	.....	2-II-ماهية البلازما
10	.....	3-II-المقادير الفيزيائية المميزة
10	.....	1-3-II-درجة التأين
10	.....	2-3-II-درجة الحرارة الإلكترونية والأيونية
11	.....	3-3-II
11	.....	4-3-II
11	.....	5-3-II
12	.....	4-II
12	.....	1-4-II

12	-2-4-II
12	-5-II
12	1-5-II-البلازما الطبيعية
13	2-5-II-البلازما الصناعية

رش المهبط :

15.....	-1-III
15.....	2-III-لمحة تاريخية
15.....	3-III-المبدأ العام للرش المهبطي
16.....	4-III-مردود الرش المهبطي
16	5-III-أنواع الرش المهبطي
16.....	1-5-III-الرش المهبطي المستمر
17	2-5-III-الرش المهبطي المتناوب
18	3-5-III-الرش المهبطي للصمام الثلاثي

.....

.....

.....

مقدمة عامة

:

يعد موضوع البلازما من المواضيع الحديثة نسبيا ، ذلك أنه لم يدخل علم الفيزياء إلا في الثلث الأول من القرن العشرين ، فبظهورها كحالة مادية رابعة عرفت تطبيقاتها تقدما ملموسا وسريعا في ميدان الصناعة. ولعل من أهم التطبيقات الجديدة بالذكر للبلازما في السنوات الأخيرة هو مجال الإلكترونيات الدقيقة وخاصة الطبقات الرقيقة حيث تعد هذه الأخيرة من أهم ظواهر تفاعل بلازما – سطح .

يتم عموما توضع الطبقات الرقيقة بطريقتين و هما : طريقة التوضع الكيميائي في الطور البخاري وطريقة التوضع الفيزيائي في الطور البخاري [1].

ونظرا لما تمتاز به طرق التفريغ المتوهج (نجده في الطرق الكيميائية و الفيزيائية) من إمكانية التوضع عوازل و نواقل وأنصاف نواقل للطبقات الرقيقة بنوعية جيدة وجدت صدق واسع وكشاهد على ذلك القائمة المهمة لاستعمالها و البحوث الكثيرة المنشورة خصيصا لطريقة الترسيب باستخدام البلازما [2] وطريقة الرش المهبطي بنوعيه المستمر والمتناوب [3].

علاوة عن المزايا السالفة الذكر لطرق التفريغ المتوهج استقرت طريقة الرش المهبطي بسرعة توضع ومردود رش كبيران [1].

تتضمن هذه المذكرة ثلاث فصول تبين الخطوات الدراسية التي اتبعناها لإثراء هذا الموضوع المتمثل في تقنية توضع الطبقات الرقيقة بواسطة الرش المهبطي و تتضمن هذه الفصول ما يلي:

الفصل الأول : نتطرق فيه لدراسة الأغشية الرقيقة ، تعريفها ، أنواعها وطرق توضعها.

الفصل الثاني : يتضمن هذا الفصل دراسة عامة حول البلازما التي تعتبر عنصر أساسي لتقنية الرش المهبطي ، من حيث تعريفها ، وكذلك بعض المفاهيم و المقادير الفيزيائية المميزة لها.

الفصل الثالث : سنسلط الضوء على تقنية الرش المهبطي من حيث مبدأ عمل هذه التقنية ، مردودها وأنواعها و أهم مميزاتها.

الأغشية الرقيقة

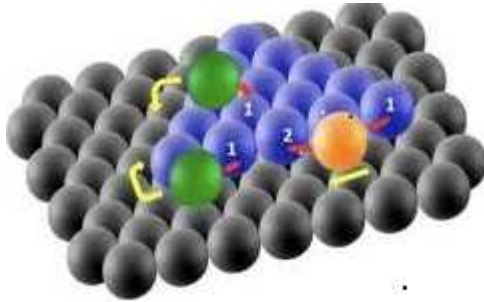
-1-I :

نظرا للإستخدام الكبير للطبقات الرقيقة في المجال الصناعي ، خاصة في مجال الإلكترونيات الدقيقة إذ تدخل في تركيب المركبات الإلكترونية. اهتمت البحوث العلمية بدراسة طرق تحضير هذه الطبقات والوسائط المستعملة فيها إذ يستوجب استخدام الشرائح الرقيقة خصائص محددة وطريقة توضع تختار بعناية ، فماذا نعني بالأغشية الرقيقة ؟

I-2-تعريف الأغشية الرقيقة :

يطلق مصطلح الأغشية الرقيقة (thin films) على طبقة أو عدة طبقات من الذرات لمواد معينة محضرة على سطوح زجاجية أو بلاستيكية أو معدنية مثل الزجاج والكوارتز والسيليكون و الألمنيوم لا يتعدى سمكها أحيانا بين عشرات النانومترات أو بعض مايكرومترات [4]. كما موضح في (الشكل I-1)

للأغشية الرقيقة استعمالات صناعية متعددة إذ تدخل في تركيب الأجهزة الإلكترونية بشكل مقاومات وترانزستورات وغيرها وتعد أساسا لتصنيع الخلايا الشمسية والضوئية ، كما تدخل في صناعة الكواشف الكهروبصرية [5] .



(الشكل I-1) بنية الأغشية الرقيقة

I-3-مواد الأغشية الرقيقة و عها:

I-3-1- يليكون :

يعتبر السيليكون كمادة نصف ناقلة الأولى في الصناعة الكهروضوئية نظرا لكثرتها في الطبيعة فهي تقدر 20% من تربة الأرض و لقد اتجهت البحوث في تقنية السيليكون إلى خفض تكلفة إنتاجه و تحسين آلية عمله للوصول إلى الكفاءة المثالية. بالإضافة إلى أن كفاءة السيليكون أحادي البلورة والمستخدمة مع المركبات الضوئية (عدسات ،وحدة تحكم إلكترونية...) قد ارتفعت نتيجة الضياعات الحاصلة من الخلية من ناحية أخرى تم التوجه في بعض الدراسات العلمية إلى السيليكون المتعدد البلورات ، و هذا النوع أقل نقاوة نظرا لزيادة الشوائب و العيوب البلورية فيه و أما السبب في تطوير خلايا السيليكون فيعود الى انخفاض تكاليف إنتاجها[5].

I-3-2-2- مجموعة خلايا الافلام الرقيقة:

عرفت أول خلية في هذه المجموعة باسم خلايا كبريت النحاس .كبريت الكاديوم $Cu_2 S-Cds$ [5] التي تعد من المواد شبه الموصلة نوع n أما أهم التطبيقات التي استخدمت لهذا المركب هو استخدامه في الخلايا الشمسية و الضوئية كبديل عن الخلايا السليكونية لكونه رخيص الثمن و الكلفة فضلا عن سهولة تحضيره بشكل أغشية رقيقة بنوعية جيدة بدرجة حرارة الغرفة وتوفره بشكل محاليل كيميائية [4]. و أهم الخلايا التي عرفت مؤخرا في هذه المجموعة على الترتيب هي [5]:

I-3-2-1- خلايا - نديوم – السولونيد $Cu-In-Se_2$

و هي معروفة من خلال التصنيف الدوري للعناصر الكيميائية تحت الرمز $II-IV-V_2$ أو $I-III-VI_2$ وأهم هذه الخلايا هي (نحاس .إنديوم .سولونيد) $Cu-In-Se$ و (نحاس .إنديوم .كبريت) $Cu-In-S_2$ والخلائط $Cu Ga$ (نحاس . جاليوم)

I-3-3-3- مجموعة خلايا الأمورفوس:

السليكون الأمورفوسي $a-Si$ و السليكون الأمورفوسي المهدرج $a-Si H$ و كانت أول خلية تم انتاجها في سنة 1975 و استخدمت هذه الخلايا في صناعة الساعات و الآلات الحاسبة الصغيرة [5].

I-3-3-1- خلايا (III-V)

ازداد الإهتمام بأنصاف النواقل الواقعة ضمن المجموعة $III-V$ في جدول التصنيف الدوري للعناصر الكيميائية مثل $InP, Ga In As, Ga Al As$ و خاصة لما تتمتع به من خواص إلكترونية و ضوئية . ونظرا لإرتفاع تكلفة هذه الموارد بصورة عامة فقد تم التوجه إلى تصنيع هذه الخلايا لأجل تشغيلها مع المركزات الضوئية (خلايا عالية الكفاءة) [5].

I-3-4- مجموعة الخلايا متعددة الطبقات $p-N's$:

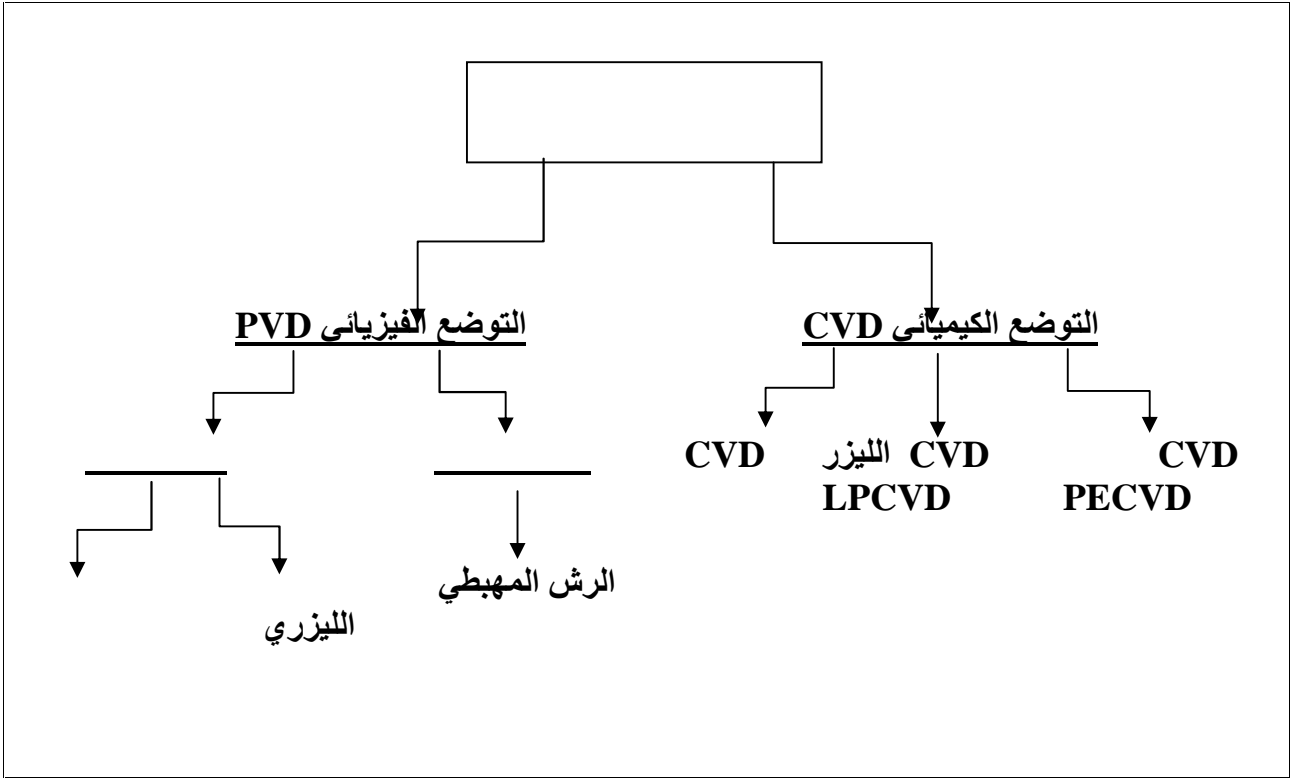
تم حديثا إدخال مفاهيم فيزيائية جديدة على بعض مواد الخلايا الكهروضوئية باتجاه رفع كفاءتها وخاصة في نهاية الثمانينات ، حيث تم التوصل إلى كفاءة تفوق 30% تعمل من خلال آلية المفعول الحراري الكهروضوئي [5].

I-4- طرق توضع الأغشية الرقيقة :

توجد عدة طرق لتوضع الطبقات الرقيقة تصنف حسب التقنيتين [6]:

- التوضع الفيزيائي للطور البخاري PVD
- التوضع الكيميائي للطور البخاري CVD

المخطط أدناه يوضح أهم هذه الطرق وفقا لهاتين التقنيتين [6]:



I-4-1- التوضيح الكيميائي للطور البخاري: [CVD Chemical Vapor Deposition]

هذه الطريقة مستعملة بكثرة لإعداد الطبقات الرقيقة ، وهي تعتمد على التفاعل الكيميائي بين مكونات الغاز لتتوضع على المسند مشكلة طبقة رقيقة ، حيث تتدخل في هذه الطريقة عدة وسائط كالضغط ، ودرجة الحرارة والبلازما....إلخ ، وهذا ما يميز تصنيفها إلى عدة أصناف :

- تأثير الضغط يعطي LPCVD في حالة الضغوط المنخفضة و HPCVD إذا كان الضغط مرتفعاً.
- إذا كان الوسيط المستعمل بلازما تتحول CVD إلى PECVD للحصول على التوضيح وذلك في درجات الحرارة المنخفضة [6].

و توجد عدة تقنيات منها تقنية الرش الكيميائي الحراري على مسند من الزجاج و من بين الأغشية الرقيقة التي تصنع بهذه التقنية هي أغشية Al: cds . يمكن استخدام هذه التقنية لتحضير أغشية رقيقة وبمساحات كبيرة نسبياً وبسبك متجانس وبسرعة وسهولة أكبر وكلفة إنتاجية أقل مما يعزز في أهميتها في مجال الإنتاج الصناعي [7].

و تقنية الحوض الكيميائي التي تمتاز بكونها أقل كلفة ولا تحتاج لتجهيزات معقدة [8].

I-4-2- التوضع الفيزيائي للطور البخاري [PVD Physical Vapor Deposition]

طريقة التوضع الفيزيائي للطور البخاري تتمثل في تكاثف تحت الضغط المنخفض ، لبخار مادة معينة على المسند . حسب طريقة الحصول على البخار وطريق تكثيفه نميز ثلاث تقنيات [1] :

- التبخير الحراري تحت الفراغ
- الترسيب الأيوني
- الرش المهبطي

تعتمد أساسا تقنية التوضع الفيزيائي للطور البخاري على عملية التفريغ المتوهج للغاز ، وتمتاز عن غيرها من التقنيات بإمكانية توضع المواد العازلة والناقلة ونصف الناقلة تنقسم هاته التقنية لعدة طرق ، تختلف باختلاف الوسائط المستعملة ، وأكثرها شيوعا طريقة الرش المهبطي التي تستعمل البلازما كعنصر اساسي لتوضع الطبقة الرقيقة .

عموميّات حول البلازما

-1-II

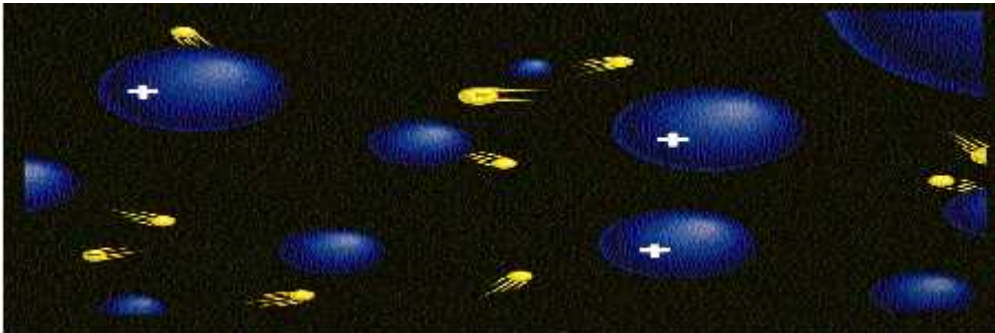
:

99% المادة الكونية فهي تعتبر
. وتعد البلازما أحد أهم مواضيع الفيزياء الحديثة حيث تعتبر أحد العناصر الأساسية لبعض التقنيات
غشية الرقيقة كتقنية الرش المهبطي (الترديز)

-2-II- ماهية البلازما

من أطلق مصطلح الحالة الرابعة للمادة هو الإنجليزي كروكس عام 1879 علل مصطلحه هذا
[9]: تتحول المادة الصلبة بالتسخين إلى الحالة السائلة و بإستمرار التسخين تتحول إلى غاز
و بإستمراره يحصل تأين الذرات المكونة للغاز وعندما تبلغ الحرارة مقدارا أكبر من 10^5 [10].
المادة متأينة تماما وهذه هي الحالة الرابعة. هذا المصطلح ولى من قبل لانغميور
1923 للدلالة على غاز مضيء يحوي إلكترونات و عدة أنواع من الأيونات وبعض الذرات المعتدلة
1929 العالمان لانغميور و تونكس وصفا للبلازما بأنها مائع شبه معتدل كهربائيا ومكون من
جزيئات مشحونة وأخرى معتدلة تحتوي البلازما على جزيئات مشحونة عند حركتها تنشأ تجمعات موضعية
لشحنات موجبة أو سالبة والتي تؤدي بدورها إلى نشوء مجالات كهربائية تؤثر على باقي الجزيئات وبالتالي
فإن جزيئات البلازما تتبادل التأثير فيما بينها حتى ولو كانت المسافة بينها كبيرة وقوى التأثير هذه تسمى
عن بعد وهذه القوة هي السبب في الحركة الجماعية للبلازما والتي يمكن أن تحدد عبارة
السلوك الجماعي بأنها الحركة التي لا تتعلق فقط بالشروط الموضعية وإنما بحالة البلازما في المناطق البعيدة
[9]. في الأخير يمكن أن نخلص إلى :

- يمكن إفتراض أن البلازما هي خليط مكون من ثلاث مكونات [10]، إلكترونات حرة وأيونات موجبة و ذرات معتدلة أو جزيئات [11].
- يمكن القول بأن البلازما غاز مؤين يحوي عددا كبيرا وكافيا من جسيمات مشحونة [12].
- يمكن وصف البلازما بأنها تجمع لجسيمات متأينة تتفاعل جماعيا بالقوى الكهرومغناطيسية بعيدة المدى والمرتبطة بشحناتها وحركاتها [13].



: (1-II)

II-3-1- مقادير الفيزيائية مميزة لـ :

II-3-1-1- درجة التأين

تمثل درجة التأين إحدى المعايير لتصنيف البلازما . وتعرف بأنها النسبة بين كثافة الجسيمات المشحونة (أيونات) والكثافة الكلية للبلازما . تصاغ رياضياً بالمعادلة الآتية [6] :

$$= \frac{n_{e,i}}{n_{e,i} + n_N} \quad (II-1)$$

حيث :

$n_{e,i}$: تمثل الكثافة العددية للجسيمات المشحونة (إلكترونات وأيونات).

n_N : تمثل الكثافة العددية للجسيمات المحايدة .

في الغازات ضعيفة التأين (تتراوح درجة التأين بين 10^{-6} و 10^{-4})

$$< 0$$

0 تمثل القيمة الحرجة لدرجة التأين بحيث تظهر أفعال البلازما.

II-3-2- رارة الإلكترونية والأيونية :

درجة الحرارة الإلكترونية T_e تشير إلى درجة حرارة الإلكترون . وتعتبر الأكثر أهمية مقارنة بدرجة حرارة الجسيمات الأخرى (أيونات – جسيمات محايدة) في تحديد الظواهر التي تحدث في البلازما ، الإلكترونات هي العامل الأكثر فعالية في تأين البلازما ، في نظام متوازن ترموديناميكياً درجة حرارة الإلكترونات تحقق المعادلة التالية [6]:

$$E_C = \frac{1}{2} m_e \langle V \rangle^2 = \frac{3}{2} K_B T_e \quad (II - 2)$$

حيث :

E_C : تمثل الطاقة الحركية .

m_e :

V :

T_e :

K_B :

-3-3-II :

داخلي أو خارجي في البلازما فإنه يؤدي إلى إزاحة جسيماتها (- أيونات) عن وضع التوازن ذلك بسبب تراكم الشحنات الكهربائية ، لكنها سرعان ما تعود لحالتها الطبيعية [15]. هذا التصرف الذي تتميز به البلازما يؤدي إلى حركة جسيماتها حركة اهتزازية غير متخامدة تتميز بنبض الحركة الإلكترونية و الأيونية $W_{pe,i}$ [11].

$$W_{pe,i} = \sqrt{\frac{q^2 n_{e,i}}{\epsilon_0 m_{e,i}}} \quad (\text{II-3})$$

حيث : $m_{e,i}$ كتلة الجسيمات.

: q

-4-3-II :

إن حيادية البلازما تؤدي إلى إنعدام الحقل الكهربائي مما يجعل الكمون الكهروستاتيكي لحوامل ثابتا في قلب البلازما يسمى [6].

-5-3-II

قبل التطرق إلى نصف قطر ديبياي لابد من الإشارة إلى ظاهرة مهمة تحدث في البلازما وهي ظاهرة الحجب والمقصود بها حجب شحنة من البلازما بواسطة سحابة من الشحنات المعاكسة ومن هذه الظاهرة أستنتج بعد ديبياي الذي يعتبر أحد أهم خصائص البلازما [11] ويشير إلى أقصر مسافة تتحرك فيها الإلكترونات عشوائيا في البلازما [15] ويعطى من [9] و [10] و [16] بالعلاقة التالية :

$$\lambda_D = \sqrt{\frac{\epsilon_0 k_B T_e}{n e^2}} \quad (\text{II-4})$$

حيث : ϵ_0 : السماحية في الفراغ .

: T_e

: n_e كثافة الجسيمات.

-4-II

-1-4-II (Cold Plasma)

وهي غالبا ما تكون متأيئة (غير تامة التأيين) ()
عشرات الآلاف من الدرجات المئوية ويطلق عليها (التفريغ الغازي الأيوني) وأن مقياس درجة الحرارة هو
ما طاقة حركية مقدارها (1ev) ويمكن وجودها في فضاء بين النجوم
(-)
والفراغات العالية [16].

-2-4-II (Hot Plasma)

وتتصف بأنها تامة التأيين وتمثل الوسط الأساسي الذي يمكن أن يحدث فيه تفاعلات الاندماج النووي
التوكوماك وتتراوح درجة حرارتها بين عدة مئات وملايين الدرجات
الحرارية وبطاقة حركية بحدود (10 MeV) (-) لا يمكن
احتواء تلك البلازما بأي نوع من الجدران والتي لا تستطيع أن تقاوم الدرجات الحرارية العالية وتتم معالجتها
سطة إحتواءها بمجالات مغناطيسية وحصرها ضمن خطوط المجال بصورة حلزونية وموجة بمسارات
حسابية بحيث لا تتصادم جسيمات بلازما الحادة مع بعضها وبجسيمات أخرى [16].

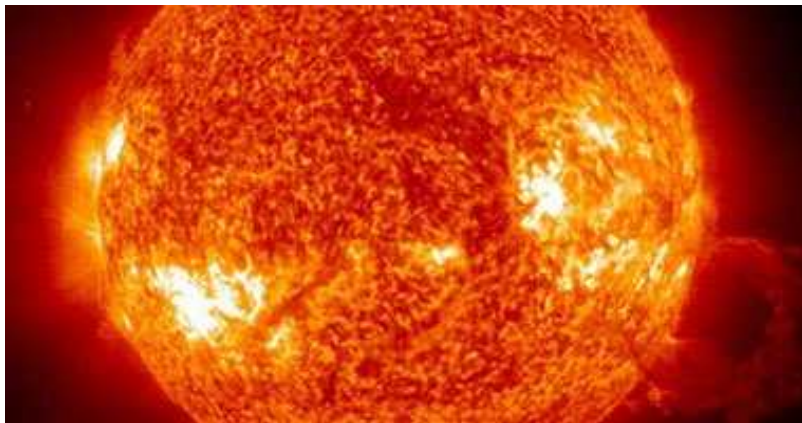
-5-II

-1-5-II-البلازما الطبيعية:

أنواع البلازما الطبيعية في حالة مثالية وتعريفها هي أن يكون متوسط الطاقة الحركية الحرارية
لأجسامها يفوق متوسط الطاقة الكامنة الكهربائية المتبادلة بين أجسامها. ينقسم هذا النوع من البلازما إلى
:[15]

-1-1-5-II-بلازما طبيعية كونية:

البلازما الطبيعية الكونية النسبة الكبيرة في هذا الكون كالبلازما الموجودة على سطح الشمس.



(2-II)

II-2-1-5-2- بلازما طبيعية أرضية:

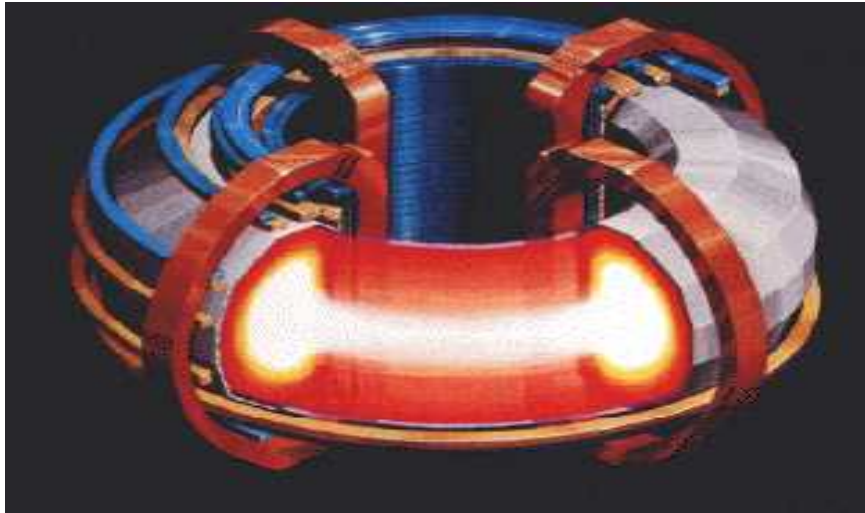
بنسبة أقل من سابقتها لأنها تحدث على مستوى كوكب الأرض مثل البرق.



(3-II)

II-2-5-2- البلازما الصناعية:

بما أن البلازما نادرة في محيطنا القريب لجأ الإنسان لتوليدها صناعيا وهي تشمل البلازما الموجودة في مصابيح التألُّق و جهاز التوكاماك لتوليد البلازما كما موضح في الشكل (4-III) [15].



لجهاز التوكاماك (4-III)

المرش المهبطي

1-III-

:

هناك عدة طرق مستعملة لتوضع الطبقات الرقيقة من ضمنها تقنية التوضع الفيزيا
تقنية الرش المهبطي هذه الأخيرة التي استقرت بسرعة توضع و مردود رش كبيرين .
الطرق إذ تتميز بسرعة إنتاج للأغشية الرقيقة .

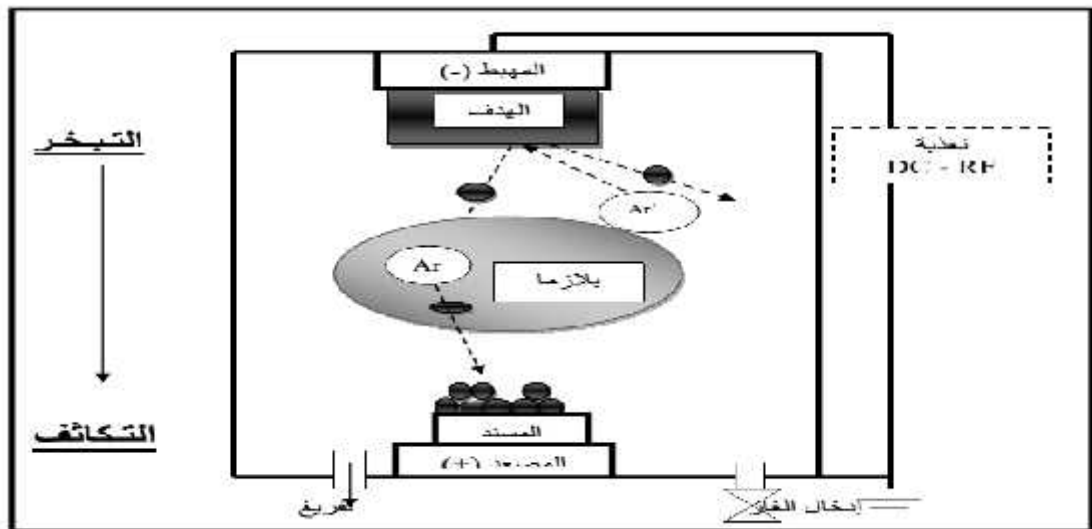
2-III-لمحة تاريخية

ظهرت طريقة الرش المهبطي منذ 1852 Pluker Grove ، الذي أثبتها باستخدام التفري
الكهربائي بين إلكترودين ناقلين (مصعد و مهبط) ، يفصل بينهما فراغ يحتوي على غاز خامل في ضغط منخفض
حيث ظهرت على المصعد شرائح رقيقة . استغرقت هذه الظاهرة وقتا طويلا وذلك لتأثير عدة عوامل منها مدة حياة
الذرات ، ومع مرور الزمن تمت دراستها وتطويرها لإنتاج أسرع للطبقات الرقيقة [6] .

3-III-المبدأ العام للرش المهبطي :

عرفت وسوقت طريقة الرش المهبطي منذ مدة طويلة ، وكما هو موضح في الشكل (1-III) يعتمد المبدأ
لهذه التقنية على إقتلاع ذرات مادة الهدف عن طريق تحويل كمية الحركة تتم هذه الظاهرة بواسطة أيونات طاقية
ناتجة عن تفريغ متوهج لغاز أو خليط غازي داخل غرفة تحت فراغ يتراوح ما بين 10^{-5} - 10^{-3} Pa . عملية
التفريغ تتم بواسطة لبوسين متوازيين أحدهما يرتبط بالهدف ويسمى المهبط والثاني يسمى بالمسند ويسمى المصعد
على بعد من بعضهما يتراوح بين 5 - 8 cm [1] .

الأيونات الطاقية والتي تكون عموما أيونات غاز خامل تتسارع بواسطة مجال الحقل الكهربائي
ليجعلها دائما متجهة نحو الهدف ، فيما الذرات المقذلة والتي تكون عموما محايدة كهربائيا تتكاثف و
شريحة الطبقة الرقيقة.



(1-III):رسم تخطيطي لمبدأ العام للرش المهبطي

III-4-مردود الرش المهبطي :

يعتبر مردود الرش المهبطي من أهم الخصائص المميزة لظاهرة الرش المهبطي ويعرف على أنه النسبة بين عدد الذرات المقتلعة إلى عدد الأيونات الصادمة أو بعبارة أخرى هو عدد الأيونات المقتلعة لكل أيون صادم . ويعطى بالعلاقة التالية [1] :

$$S = \frac{\text{مقتلعة}}{\text{صادمة}}$$

يتأثر مردود الرش S :

طرديا مع :

- طاقة الأيون الصادم .
- كتلة الأيون الصادم .
- الجهد المطبق على المهبط .
- زاوية الصدم .

وعكسيا مع :

- طاقة ربط ذرات مادة الهدف .
- درجة حرارة مادة الهدف .

وضئلا مع :

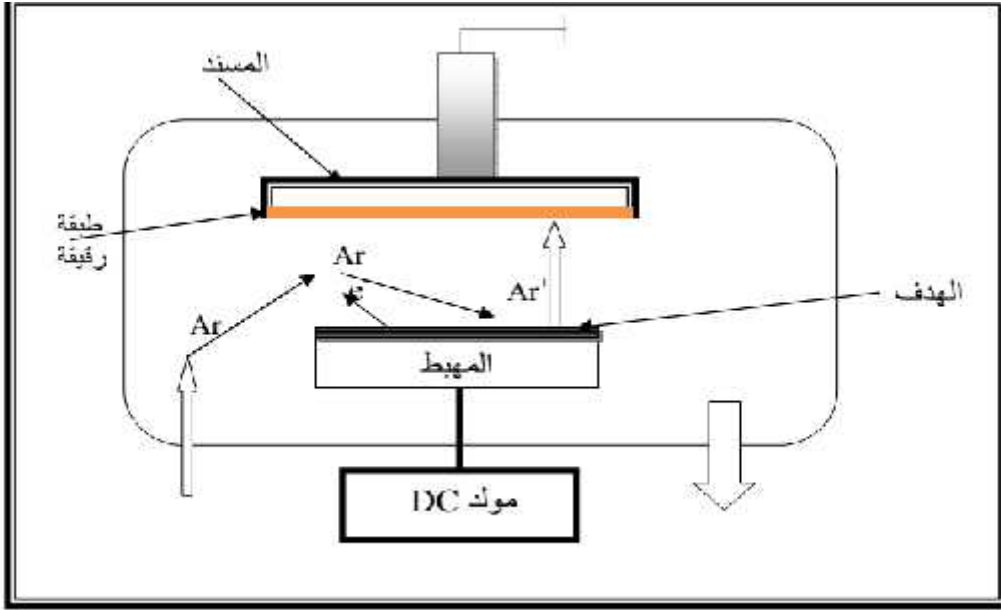
III-5-أنواع الرش المهبطي :

(III-1) نلاحظ طريقتين للرش وذلك حسب الجهد المطبق على المهبط :

- الرش المهبطي المستمر .
- الرش المهبطي المتناوب .

III-5-1-الرش المهبطي المستمر:

الرش المهبطي المستمر يسمح فقط بتوضع المواد الناقلة أو نصف الناقلة ، حيث يتم تطبيق جهد سالب و مستمر على المهبط ، مما يولد تفريغا كهربائيا (تأين غاز) . وظهر أيونات طاقوية ذات طاقة حركية عالية ، تنجعه نحو المهبط لإقتلاع ذراته وترسبها على المسند ، مشكلة طبقة رقيقة [6].



(2-III): رسم تخطيطي للرش المهبطي المستمر DC

III-2-5-2-الرش المهبطي المتناوب:

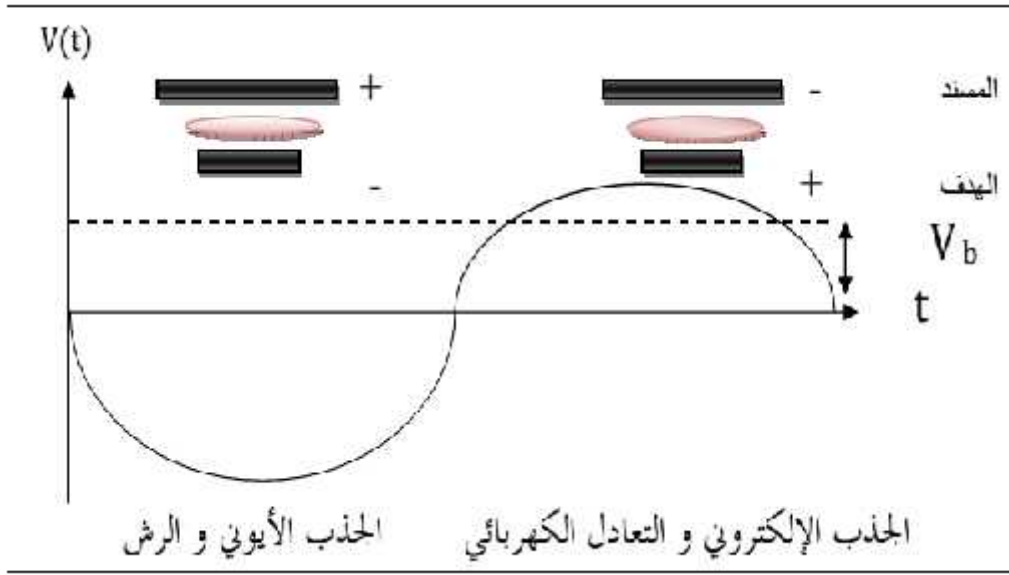
ظاهرة الرش المستمر غير صالحة عندما تكون مادة الهدف عازلة لأن الشحنات القادمة مع الأيونات لا يمكنها . لذلك عند توضع مادة عازلة يمكن استخدام ، إما هدف نصف ناقل أو ناقل مع عازل فعال كيميائياً وتعرف هذه العملية بالرش المتفاعل، أو يمكن التخلص من ظاهرة الشحنات بالهدف العازل تماما بتعويض مصدر الجهد المستمر بمصدر جهد متناوب ، هذا الاستقطاب المتناوب للهدف يجعله تارة جاذب للأيونات خلال نصف الاهتزازة السالبة ، إلى أن يشحن بكمون موجب مما يؤدي إلى توقف عملية جذب الأيونات وبالتالي عملية الرش و يجعله جاذب للإلكترونات تارة أخرى خلال نصف الاهتزازة الموجبة إلى أن تتعادل مع الشحنات الموجبة المتوضعة سابقا على سطح الهدف الشكل (3-III) تصنف ترددات الاستقطاب المتناوب للهدف إلى نوعين [1] :

III-2-5-1- رددات الضعيف

50Hz لا تحدث عملية الترسب، لأن الأيونات تجد الوقت الكافي لصدم المهبط أثناء الاهتزازة السالبة و رش الطبقة المترسبة أثناء الاهتزازة الموجبة.

III-2-5-2- رددات العالي

عند الترددات العالية لا يوجد للأيونات الوقت الكافي لصدم اللبوسين وذلك لضعف حركيتها و كبر كتلتها، فيما الإلكترونات بما تمتاز به من حركية سريعة تتراكم على سطح الهدف العازل مولدة جهدا سالبا يسمى بالاستقطاب الذاتي الذي يعوض الجهد السالب المطبق في حالة الرش المستمر بحيث تتعادل الشحن الموجبة والسالبة وينعدم التيار خلال الاهتزازة الواحدة . لبحوث على أن أحسن تردد عملي في الترددات العالية هو التردد المذيع 13.5 MHz ومضاعفاته، إذ أنه يعطي للإلكترونات الحرة داخل البلازما حركية عالية جدا مما يزيد في قدرتها على إحداث تأين .



(3-III) : لرش المهبطي المتناوب .

III-5-3- مهبطي للصمام الثلاثي :

لتسهيل عملية إنتاج إلكترونات إضافية الغاز يمكن إستعمال سلك ساخن يلعب دور مصعد ثاني يطبق عليه استقطاب سالب بالنسبة للبلازما، ويتم إخراج الإلكترونات الصادرة حرارياً للحفاظ على هذا الإستقطاب والتقليل من إمكانية إعاقة عملية التوضع ، تدعى هذه الطريقة بطريقة الرش المهبطي للصمام الثلاثي (PCT) التوضع فيها مرتفعة ، وسمك الطبقات المتوضعة نوعاً ما [6].

- [1] مذكرة تخرج لنيل شهادة الماجستير من إعداد الطالبة بلة زكية بعنوان الدراسة
العديدية لمسبار كهربائي ساكن في رش مهبطي ،
2007 .
- [2] A.Bosseboeuf ,thèse d'état ,Université de Paris Xi d'orsay (1989).
- [3] J.W .Osenbach, W.R.Knolle, J.Appl.Phys.60(1986) 1408
- [4] ، دراسة الخصائص البصرية لغشاء كبريتيد الكاديوم المشع بليزر الهيليوم- نيون ،
الفيزياء ، كلية التربية ، جامعة تكريت ، تكريت ، جمهورية العراق .
- [5] محمد الصالح السميحي ، صالح العواجي ، معهد بحوث الطاقة . مدينة الملك عبد العزيز
و التقنية ص . :6086 الرياض :11442 . المملكة العربية السعودية .
- [6] مذكرة تخرج لنيل شهادة ماجستير من إعداد الطالبة عبدة سعيدة بعنوان دراسة في ثلاثة أبعاد للمقادير
الكهربائية في جهاز الرش المهبطي المنغطروني بإستعمال طريقة الحجوم المنتهية .
- [7] منى جايد العيداني ، إستقرارية الصفات الضوئية لأغشية cds:Al المحضرة بطريقة الرش الكيميائي
قسم الفيزياء كلية العلوم . 2002 .
- [8] إياد علي ونوفل إبراهيم وعبد الكريم شربا ومصطفى العليوي ترسيب وتوصيف أغشية رقيقة ذات
حبيبات نانوية وكبريت الرصاص موضعة على ركائز من الزجاج بطريقة الحوض الكيميائي ،المعهد العالي
للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا . سورية . 2011 .
- [9] مقدمة في فيزياء البلازما أ . . وليد مصطفى صهيوني . حزيان . يونيو 2006 .
- [10] علي إبراهيم مهدي العزاوي ، الكهرومغناطيسيات ، الجامعة المنتصرية ، .
- [11] A.Dinklage T.Klinger G.Marx L.Schweikhard plasma physics springer.2005.
Berlin.
- [12] إسماعيل شيحي ،حساب دوال توزيع الحقل الكهربائي الموضوعي ومشتقاتها داخل البلازما بإستخدام
المحاكاة العديدية مونتي كارلو تطبيق على طيف الهليوم ،رسالة دكتوراه دولة ،جامعة منتوري ،2005 قسنطينة .
- [13] محاضرات الأستاذ الدكتور إبراهيم سعد الله في فيزياء البلازما السنة
2012 .
- [14] Vannille A.Lavie et C.Campos-pozuelo Modélisation Numérique en mécanique
Lavoisier 2007 .
- [15] مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر أكاديمي من إعداد الطالبة
الإلكتروني في حالة القيم الصغيرة لوسيط الصدم في البلازما ،جامعة قاصدي مرباح ورقلة .
- [16] أساسيات في فيزياء البلازما . . بهاء حسين صالح ربيع ،رئيس قسم الفيزياء .كلية التربية بن حيان

ملخص

تتعتمد الخواص الفيزيائية و الكيميائية للمواد بشكل عام على بنيتها البلورية وتراكيبها الكيميائية التي تعتمد بدورها على شروط تحضيرها ، ويمكن أن نرى ذلك جليا في الطبقات الرقيقة بسبب خواصها المميزة التي جعلتها واحدة من أهم التقنيات التي ساهمت في تطوير عدة مجالات صناعية . يتم عموما توضع هذه الطبقات بطريقتين هما : طريقة التوضع (الترسيب) الكيميائي (CVD) وطريقة التوضع (الترسيب) الفيزيائي (PVD) حيث تندرج ضمن هذه الأخيرة تقنية فعالة لتوضع الشرائح الرقيقة تتمثل في الرش المهبطي والتي يعتمد المبدأ الأساسي لهذه التقنية على اقتلاع ذرات مادة الهدف عن طريق تحويل كمية الحركة ، تتم هذه الظاهرة بواسطة أيونات طاقة ناتجة عن تفريغ متوهج لغاز (البلازما) أو خليط غازي مشكلة طبقة رقيقة على المسند تسمى بالأغشية الرقيقة .

إن مفهوم البلازما في الفيزياء الحديثة يشكل جزء كبير من تطبيق النظريات العامة للفيزياء وهذا ناتج عن شمولية سلوك جسيمات البلازما وقد اهتم العلماء في القرن العشرين بالموضوع وبشكل خاص وذلك لتطبيقه في جميع مرفقات الحياة العلمية والتكنولوجيا الحديثة يظهر ذلك جليا في تقنيات توضع الطبقات الرقيقة التي نجد فيها طريقتين : التوضع الكيميائي للطور البخاري التي تتكون الطبقة فيها نتيجة تفاعلات كيميائية بين مكونات الغاز تحت درجة حرارة كافية للتفاعل و التوضع الفيزيائي للطور البخاري حيث تتوضع الطبقة نتيجة تكاثف أبخرة المادة المراد ترسيبها. حيث تستعمل في هذه الأخيرة البلازما عن طريق الرش المهبطي هذه التقنية التي تعد من أحسن الطرق من حيث المردود وسرعة الإنتاج و تشكل أغشية رقيقة حسب السمك المرغوب فيه تطبيقيا.

تعتمد الخواص الفيزيائية و الكيميائية للمواد بشكل عام على بنيتها البلورية وتراكيبها الكيميائية التي تعتمد بدورها على شروط تحضيرها ، ويمكن أن نرى ذلك جليا في الطبقات الرقيقة بسبب خواصها المميزة التي جعلتها واحدة من أهم التقنيات التي ساهمت في تطوير عدة مجالات صناعية . يتم عموما توضع هذه الطبقات بطريقتين هما : طريقة التوضع (الترسيب) الكيميائي (CVD) وطريقة التوضع (الترسيب) الفيزيائي (PVD) حيث تندرج ضمن هذه الأخيرة تقنية فعالة لتوضع الشرائح الرقيقة تتمثل في الرش المهبطي والتي يعتمد المبدأ الأساسي لهذه التقنية على اقتلاع ذرات مادة الهدف عن طريق تحويل كمية الحركة ، تتم هذه الظاهرة بواسطة أيونات طاقة ناتجة عن تفريغ متوهج لغاز (البلازما) أو خليط غازي مشكلة طبقة رقيقة على المسند تسمى بالأغشية الرقيقة .

Summary

In general ; physical and chemical properties of the materials depend on their crystalline form and chemical structures which depend on the conditions of their preparation .

And we can see it clearly in thin layers (thin films) in cause of the distinctive characteristics that have made them one of the most important technologies that have contributed to the development of several industrial fields . Generally ; these classes are placed in two ways : the Chemical Deposition Way (CVD) and the Physical Deposition Way (sedimentation) (PVD) which fall within the latter way an effective technique to place thin sections is a cathodal spray ; which supports the main principle of this technique is to uproot the atoms of substance goal by converting the amount of traffic , this phenomenon is resulting by ions energy from the discharge of incandescent gas (plasma) or gaseous mixture problem of a thin layer (thin film) on the Musnad called thin membrane .