

رقم الترتيب:

.....:

جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية الرياضيات وعلوم المادة

قسم الفيزياء



مذكرة

ماستر أكاديمي

مجال: علوم المادة

فرع: فيزياء

تخصص : فيزياء الإشعاعات، كاشف وبصريات إلكترونية

من إعداد : مشري خولة

بعنوان:

دراسة الخصائص الفيزيائية للأغشية الرقيقة لأكسيد الزنك (ZnO) المطعمة
باللانثانوم (La) و المرسبة بتقنية رذاذ الانحلال الحراري

نوقشت يوم : / 05 / 2016

أمام لجنة المناقشة المكونة من:

أ. بوكراع عمر	أستاذ تعليم عال	جامعة ورقلة	رئيسا
أ. بلعكروم كريمة	أستاذ محاضر أ	جامعة ورقلة	مناقش
أ. غربي ابراهيم	أستاذ محاضر ب	جامعة ورقلة	مناقش
أ. بن حوى بو بكر	أستاذ تعليم عال	جامعة الوادي	مساعد مشرف
أ. غرياني رشيد	أستاذ محاضر أ	جامعة ورقلة	مشرف

الموسم الجامعي : 2016/2015

اول من يشكر اناء الليل و اطراف النهار هو العلي القهار الاول و الاخر و الظاهر و الباطن الذي اغرقنا بنعمه التي لا تحصى و اغرق علينا برزقه الذي لا يفنى فله جزيل الحمد و الثناء العظيم هو الذي انعم عليه ازكى الصلوات و اظهر التسليم ارسله بقرانه المبين " علينا اذ ارسل فينا عبده ورسوله فعلمنا ما لم نعلم و حثنا على طلب العلم اينما وجد.

، الحمد كله و الفضل و الشكر كله ان وفقنا و الهمنا الصبر على المشاق التي واجهتنا لانجاز هذا العمل

و الشكر موصول الى كل معلم افادني بعلمه من اولى المراحل الدراسية حتى هذه المرحلة بقوله صلى الله عليه "من لا يشكر الناس لا يشكر الله" أتقدم بأسمى عبارات الشكر والعرفان لأهل الفضل الذين قدموا لي يد المساعدة لانجاز هذا العمل المتواضع، وأخص بالذكر الدكتور " غرياني رشيد" الذي تفضل بالإشراف على هذه المذكرة فمُنحني من وقته الثمين وتوجيهاته ونصائحه القيمة فجزاه الله عني كل خير.

الذان عملا على تحفيزي " هذا .
والجهد الكثير
وأتوجه
كما أتقدم بجزيل الشكر لأعضاء لجنة المناقشة الى رئيس اللجنة بوكراع عمر و الى المناقشة بلعكروم كريمة و المناقش غربي ابراهيم .

والى طلبة دفعة فيزياء الاشعاعات ، كاشف و بصريات الكترونية 2016
كما لا يفوتني أن أشكر من ساعدني من قريب أو بعيد وبالأخص الطالبة تواتي مريم
ى التوجه بالشكر الجزيل إلى زميلاتي اللاتي يشجعنني لإنجاز هذا العمل

.....

الفهرس

فهرس

تشكرات

I	..... قائمة الأشكال و الصور
III	..... قائمة الجداول
	العنوان الصفحة
1	..... المقدمة

الفصل الأول: عموميات حول الاكاسيد الموصله الشفافة

3	..... I. تمهيد
3	..... 1.I. مفهوم الأكاسيد الشفافة الناقلة
5	..... 2. I شرح بنية الاكاسيد الشفافة الناقلة
5	..... 3.I الخصائص الكهربائية للأكاسيد الشفافة الناقلة
5	..... 1.3.I عرض الفاصل الطاقي للأكاسيد الشفافة الناقلة
6	..... 2.3. I الناقلية الكهربائية
9	..... 3.3.I الأكاسيد الشفافة الناقلة في الحالة الذاتية والمطعمة
10	..... 4.I الخصائص الضوئية للأكاسيد الشفافة الناقلة
15	..... 5.I معامل الجودة
15	..... 6.I أكسيد الزنك
16	..... 1.6.I الخصائص البنيوية
17	..... 2.6.I الخصائص الكهربائية
17	..... 3.6.I الخصائص الضوئية
18	..... 4.6.I تطبيقات أكسيد الزنك
18	..... 7.I اللانثانوم (La)
20	..... 8. I تطبيقات الاكاسيد الناقلة الشفافة
20	..... خلاصة
21	..... المراجع

الفصل الثاني: الطبقات الرقيقة وطرق الترسيب

25	..... II. تمهيد
25	..... 1.II مفهوم الطبقات الرقيقة
26	..... 2.II مبدأ ترسيب الطبقات الرقيقة

27	3.II تقنيات ترسيب الطبقات الرقيقة
27	1.3.II الطرق الكيميائية
27	1.1.3.II الرش الكيميائي الحراري (spray pyrolyses)
29	3.1.3.II الترسيب الكيميائي لابلانج (CVD)
30	1.3.4.II تقنية هلام- سائل (Sol-gel):
31	2.3.II الطرق الفيزيائية
31	1.23.II الترسيب الفيزيائي لابلانج (PVD)
33	2.2.3.II طريقة الرش بالموجات فوق الصوتية
35	4.II آليات تشكل الطبقات الرقيقة
38	..... خلاصة
39	..... المراجع

الفصل الثالث: طرق المعاينة والتركيب التجريبي

43	III. تمهيد
43	1.III منظومة الترسيب بالرش الكيميائي الحراري
43	1.1.III التركيب التجريبي
44	2.1.III دور عناصر التركيب التجريبي
44	2.III تقنيات تحليل الخصائص الضوئية لطبقات الرقيقة
45	III 1.2 التحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية (UV)
47	2.2.III تحديد معامل الامتصاص
47	3.2.III تحديد الفاصل الطاقى
48	4.2.III تحديد طاقة أورباخ
49	3.III قياس السمك و قرينة الانكسار للطبقة الرقيقة لأكسيد الزنك
49	4.III التحليل الطيفي للأشعة تحت حمراء (FT-IR)
49	1.4.III مبدأ عمل مطياف الأشعة تحت الحمراء (FT-IR):
52	2.4.III الحركات الإهتزازية
52	..... خلاصة
53	..... المراجع

الفصل الرابع: تحضير الطبقات الرقيقة وتحديد خصائصها

55	IV تمهيد
----	----------------

55	.....1.IV اختيار المواد الكيميائية لترسيب الشرائح (ZnO)الذاتي و المطعم باللانثانوم (La).....
55	.....1.1.IV اختيار المواد لتحضير طبقة رقيقة من (ZnO).....
55	.....2.1. IV اختيار مادة التطعيم لطبقة أكسيد الزنك
56	.....2.IV.طريقة تحضير الشرائح.....
56	.....1.2.IV الشروط التجريبية لاغشية أكسيد الزنك (ZnO).....
56	.....2.2.IV تحضير المحلول
57	.....3.2.IV اختيار الركيزة و تحضيرها
58	.....4.2.IV تحضير الطبقة الرقيقة لأكسيد الزنك النقي والمطعم باللانثانوم بتقنية الرش الكيميائي الحراري
58	.....3.IV. تحديد خصائص الضوئية للطبقات الرقيقة
59	.....1.3.IV التحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية (UV).....
60	.....2. 3.IV تحديد الفاصل الطاقى لطبقات الرقيقة لأكسيد الزنك.....
61	.....3. 3.IV .3 تحديد طاقة أورياخ.....
62	.....4. IV. تحديد قرينة الانكسار و سمك الطبقات المخطرة.....
63	.....5.IV. مطياف الأشعة تحت الحمراء المزودة بتحويلات فورييه (FT-IR).....
65	.....الخلاصة.....
66	.....المراجع.....
68	.....خلاصة عامة.....

قائمة الأشكال والصور

الصفحة	الشكل
4	الشكل (1.I) مخطط حزم الطاقة في درجة حرارة الصفر المطلق
8	الشكل (2.I) بنية عصابات الطاقة
10	الشكل (3.I) حزمتي التكافؤ والتوصيل في اشباه الموصلات
12	الشكل (4.I) طيف النفاذ والانعكاس والامتصاص لأكسيد ناقل شفاف
16	الشكل (5.I) التركيب البلوري المترص لاغشية أكسيد الزنك
17	الشكل (6.I) رسم تخطيطي لعصابات الطاقة لأكسيد الزنك
18	الشكل (7.I) نفاذية اوكسيد الزنك للافلام مطعمة باختلاف درجات الحرارة.....
19	الشكل (8 .I) يبين طيف زجاج الفلوريد الثقيل، المسمى ZBLAN في نطاق تحت الحمراء.....
20	الشكل (9 .I) بعض تطبيقات الأكاسيد الشفافة الناقلة.....
27	الشكل (1.II) تقنيات ترسيب الطبقات الرقيقة الرقيقة.....
28	الشكل (2 .II) رسم تخطيطي لمعدات الرش الانحلال الحراري.....
30	الشكل (3 . II) مخطط لتقنية هلام - سائل (طريقة الغمس و طريقة الدوران)
31	شكل (4 . II) مخطط لتقنية التبخير في الفراغ.....
31	شكل (5 . II) مخطط تقنية الرش المهبطي
31	شكل (6 . II) مخطط تقنية الاقتلاع بالليزر.....
34	شكل (7 . II) مخطط لتقنية رذاذ الموجات فوق الصوتية
36	شكل (8 . II) مخطط لمرحلة التنويه لتشكيل شريحة رقيقة.....
36	شكل (9.II) مخطط يوضح مرحلة التجمع (الاتحام) بين النوى.....
37	شكل (10 . II) مخطط مرحلة نمو الطبقات الرقيقة.....

37	.....مخطط لمختلف انماط نمو الطبقات الرقيقة.	شكل (11. II)
43	.....منضومة الترسيب بالرش الكيميائي الحراري.	شكل (1.III)
45	.....يوضح التمثيل التخطيطي لتحليل الطيفي في المجال الفوق البنفسجي والمرئي.	شكل (2.III)
46	.....طيف النفاذية لأكسيد الزنك الغير مطعم بدلالة الطول الموجي (عملنا).	شكل (3.III)
48	.....منحنى يمثل تحديد الفاصل الطاقي لاكسيد الزنك من خلال تغيرات (h) ² وفقا لتغيرات الطاقة (h) (عملنا).	الشكل (4.III)
49	.....مطياف الاشعة تحت الحمراء (FT-IR).	الشكل (5.III)
50	.....طيف الاشعة تحت الحمراء لاغشية الزنك (عملنا).	الشكل (6.III)
51	.....مخطط مطيافية الاشعة تحت الحمراء و التحكم في الطول الموجي.	الشكل (7.III)
59	.....أطياف النفاذية للطبقات الرقيقة لأكسيد الزنك الذاتي والمطعم بالتراكيز المعطاة من اللانثانوم....	الشكل (1.IV)
60	.....رسم تخطيطي يوضح مفعول Burstein-Moss.	الشكل (2.IV)
60	.....توضيح عرض الفاصل الطاقي للطبقات الرقيقة لأكسيد الزنك الذاتي والمطعم باللانثانوم بالنسب مختلفة.	الشكل (3.IV)
61	.....توضيح عرض طاقة اورياخ للطبقات الرقيقة لأكسيد الزنك الذات والمطعم باللانثانوم بالنسب مختلفة.	الشكل (4.IV)
63	.....طيف (FTIR) لافلام الرقيقة لاكسيد الزنك الغير مشوب و المشوب باللانثانوم بتركيز مختلفة...	الشكل (5.IV)
63	.....اطياف (FTIR) لاغشية اكسيد الزنك غير مطعمه.....	الشكل (6.IV)
64	.....اطيف (FTIR) لكل فيلم لاكسيد الزنك المطعمة بنسب مختلفة.....	الشكل (7.IV)

قائمة الجداول

الصفحة	العنوان	الجدول
6	لبعض أكاسيد الشفافة الناقلة الطاقة فجوة قيم يبين	الجدول (1.I)
15	يبين قيم معامل الجودة لبعض الأكاسيد الشفافة الناقلة.....	الجدول (2.I)
16	بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لأكسيد الزنك	الجدول (3.I)
19	La.....بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية اللانثانوم)	الجدول (4.I)
34	جدول يحوي تسميات عناصر الشكل (7.II)	(1.II) جدول
44	الشكل عناصر تسميات يحوي جدول (1.III).....	(1.III) الجدول
57	للتطعيم اللازمة الكتل حسابات نتائج يعرض جدول	الجدول (1.IV)
59	قيم النفاذية المتوسطة للطبقات الرقيقة لأكسيد الزنك الذاتي والمطعم باللانثانوم بنسب مختلفة	الجدول (2.IV)
61	الفاصل الطاقى لأغشية أكسيد الزنك النقي و المطعم بنسب مختلفة من اللانثانوم....	الجدول (3.IV)
62	باللانثانوم..... والمشوبة غيرالمشوبة الزنك اوكسيد للأغشية اورناخ طاقة قيم	الجدول (4.IV)
62	قيم قرينة الانكسار و السمك لاغشية الزنك النقية و المطعمة بنسب مختلفة من اللانثانوم.....	الجدول (5.IV)
65	العصابات الاساسية للامتصاص و الاهتزازات لها.....	الجدول (6.IV)

تعد فيزياء الأغشية الرقيقة واحدة من الفروع المهمة في فيزياء الحالة الصلبة ، حيث المادة الصلبة تصبح غشاء رقيق عند تحضيرها على شكل طبقات رقيقة مرسبة على أساس صلب بالطرق الفيزيائية أو التفاعلات الكيميائية وهذا من اجل معرفة خصائصها الفيزيائية والكيميائية التي يصعب الحصول على خواصها بشكلها الطبيعي ، إن للأغشية الرقيقة أهمية كبيرة لاستخدامها في عدد كبير من المجالات البصرية كتصنيع المقاومات والمفاتيح الكهربائية كما أسهمت في التطور الحالي في مجال بناء الحاسبات الالكترونية الرقمية وفي أبحاث الفضاء ومن التطبيقات المهمة استخدامها في تصنيع الخلايا الشمسية [1].

تواصل الاهتمام بدراسة المواد شبه الموصلة منذ أوائل القرن التاسع عشر وقد شهد مجال الاغشية الرقيقة تقدماً كبيراً على يد عدد من العلماء أمثال (Bunsen and Grove) اللذان حضرا أغشية معدنية رقيقة بطريقة التفاعل الكيميائي عام 1852 و كذلك في عام 1889 تم استخدام السلينيوم مقوماً (Rectifier) للتيارات المتناوبة ذات التردد الواطئ ، وعندها أدخلت أشباه الموصلات في مجالات التطبيقات العملية، و توالى الدراسات أكثر بالاهتمام بأشباه النواقل القائمة على الأكاسيد الشفافة الناقلة التي اكتشفت في بداية القرن العشرين، من طرف العالم B.deker سنة 1907 حيث قام بتشكيل طبقة رقيقة من أكسيد الكاديوم (CdO) [1] وعليه سعت الأبحاث و الدراسات لمعرفة خواص المادة والتي عادة ما تكون بشكل غشاء رقيق اذ غلت مكاناً بارزاً في البحوث النظرية والتطبيقية لفيزياء الحالة الصلبة ، و بهذا حققت البحوث فترة سريعة في هذا المجال . بفضل خصائصها المميزة بالإضافة إلى قلة تكلفتها و يعد أكسيد الزنك من ضمن الأكاسيد الشفافة الناقلة التي لقيت أهمية لدى الباحثين وخاصة في السنوات الأخيرة وهذا بفضل خاصيته المزوجة لكونه يمتلك شفافية عالية في المجال المرئي بالإضافة إلى امتيازه بناقلية كهربائية جيدة . وفي السنوات الأخيرة تركزت الأبحاث العلمية حول دراسة وتحضير الطبقات الرقيقة من الأكاسيد الشفافة الناقلة الثنائية والثلاثية منها: أكسيد قصدير و الزنك ($ZnO - SnO_2$) [2].

إن التطور الحاصل في مجال تحضير الأغشية الرقيقة أدى إلى تنوع البحوث الخاصة بدراسة الخواص الفيزيائية لهذه الأغشية، ولتحضير أغشية رقيقة ذات مواصفات على درجة عالية من النقاوة والدقة والسيطرة على سمك الغشاء وتجانسه يتطلب منظومات وأجهزة دقيقة ومعقدة تحتاج إلى تكاليف باهضة. كل ذلك أدى إلى البحث عن طرائق تكون فيها كلف التحضير منخفضة وبأجهزة أقل تعقيداً ومنها طريقة التحلل الكيميائي الحراري.

الهدف من هذا العمل هو الوقوف عند طرق تحضير الشرائح الرقيقة والتعرف أكثر على طريقة الرش الكيميائي الحراري، و كذلك استخدام طرق المعاينة لتحديد خصائص شرائح محضرة من أكسيد الزنك مختلفة تركيز التطعيم باللانثانوم (0%،5%،10%،15%،20%) على مساند زجاجية (المرجع R217102) بتقنية الرش الكيميائي الحراري و هذا لدراسة تأثير مختلف نسب التطعيم على خصائص هذه الشرائح. ينقسم هذا العمل الى أربعة فصول:

الفصل الأول سيتم التطرق فيه إلى عموميات حول الأكاسيد الشفافة الناقلة ثم نخصص الدراسة على أحد الأكاسيد الشفافة الناقلة المتمثلة في أكسيد الزنك ووصف خصائصه .

أما بالنسبة للفصل الثاني فيدرس تقنيات ترسيب الأكاسيد الشفافة الناقلة و ذلك انطلاقاً من مفهوم الطبقة الرقيقة يليها مبدأ ترسيبها و آليات تشكلها و سنهتم بتقنية الرش الانحلال الحراري و مبدأ العام لتقنية الرش الكيميائي الحراري التي سنعمدها في هذا العمل .

الفصل الثالث وفيه نوضح اولاً وصفاً موجزاً للتركيب التحريبي المستخدم على مستوى مختبرنا (VTRS) . ثم تطرقنا لمعاينة التقنية المستخدمة لتحديد الخصائص الضوئية و الروابط الكيميائية و مجال اهتزازها في المجال المرئي للشرائح نقية و المطعمة . أما الفصل الرابع فيتضمن دراسة تجريبية لتحضير طبقات رقيقة من أكسيد الزنك المطعم بنسب وزنية مختلفة من عنصر اللانثانوم وتحديد خصائص هذه الطبقات حيث سيتم فيه شرح تحضير المحلول و كذلك مادة التطعيم وفيه أيضاً يتم عرض النتائج المتوصل إليها باستخدام طرق المعاينة.

المراجع :

[1] ردينه صديق عبد الستار الدليمي ، دراسة الخصائص التركيبية والبصرية المحضرة $Ni_{(1-x)} Zn_x O$ لأغشية بطريقة التحلل الكيميائي الحراري ، مجلس كلية العلوم – جامعة ديالى ، جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في علوم الفيزياء ، سنة (2013).

[2] T. Erslev، Q. Chiang، H .David، F. Wager، J. Cohen، Electronic properties of amorphous zinc tin oxide films by junction capacitance methods. *Journal of Non-Crystalline Solids*, Vol. 354 ، N° 19-25 ، p. 2801،2008.

الفصل الأول

عموميات حول الاكاسيد الموصلة

الشفافة

I. عموميات حول الأكاسيد الموصلة الشفافة

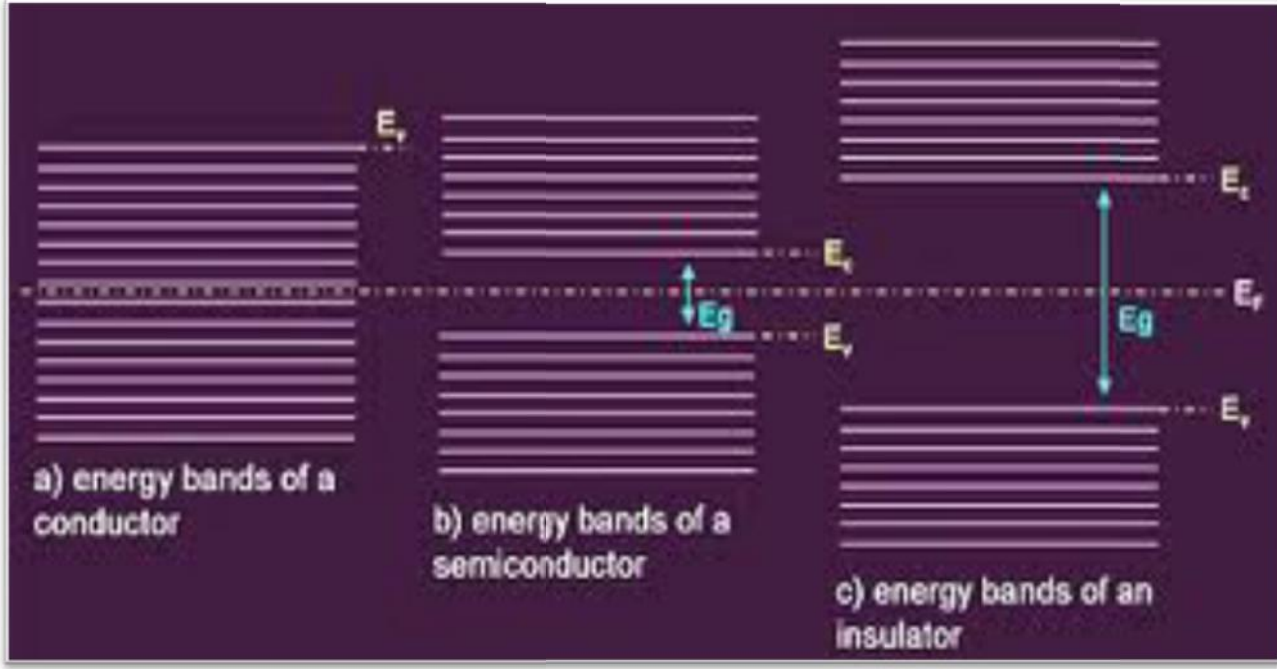
تمهيد:

إن كفاءة المركبات الإلكترونية الحديثة تعتمد على تطوير المادة التي تدخل في تركيب العناصر المكونة لها وعادة تكون الشرائح الرقيقة وتعتمد هذه الأخيرة على المواد الداخلة في تركيبها والتي تعرف بالأكاسيد الشفافة الناقلة منها أكسيد الزنك أكسيد القصدير... الخ فلقد حظيت هذه المواد في الآونة الأخيرة اهتمام كبير من طرف الباحثين نظرا لأهميتها من حيث التنوع الوفرة والتركيبية البنيوية وقد رجحت هذه العائلة لأن تكون من أفضل العائلات المدروسة لما تحويه من خصائص فيزيائية مختلفة وخاصة الكهربائية والبصرية والبنيوية وذلك بعد تطعيم (اشابة) هذه الأكاسيد الشفافة الناقلة بعناصر ملائمة لها وأصبح الحصول على مثل هذه المواد التي تملك أفضل شفافية للضوء المرئي وفي نفس الوقت ناقلة جيدة و هو التحدي الصناعي المهم .

في هذا الفصل سنتعرض إلى بنية هذه الأكاسيد إضافة إلى مختلف خواصها و سنعرج في الأخير على أكسيد الزنك الذي سيكون محل الدراسة في الفصول القادمة.

I. 1 . مفهوم الأكاسيد الموصلة الشفافة (TCO) :

انطلاقا من نظرية عصابات الطاقة هناك ثلاثة حالات إلكترونية ممكنة كما هو موضح في الشكل (I . 1) : ناقل ، عازل وشبه ناقل . وفي الناقل يكون هناك تداخل بين عصابة النقل (BC) وعصابة التكافؤ (BV) الذي يسمح بالحركة الحرة للإلكترونات في حين أن لشبه الناقل عصابة ممنوعة تفصل (BC) و (BV) تسمى فجوة (gap) ويرمز لها بـ E_g أين لا يمكن للإلكترونات أن تأخذ قيمها . اما في حالة وجود فجوة أكبر من 5 eV يكون عازل لأنه حتى في درجة حرارة الغرفة يكون (BC) فارغ .



الشكل (I . 1): مخطط حزم الطاقة في درجة حرارة الصفر المطلق لكل من

ناقل (a) شبه ناقل (b) عازل (c) [1] .

إن الاختلاف بين أشباه النواقل و العوازل هو مقدار فجوة الطاقة E_g عند درجة حرارة الصفر المطلق (0 K) إذ تحدث بداية الامتصاص البصري في أشباه النواقل عند تردد واطى عن مقدارها في العازل [2] . واهم صفة لشبه ناقل التي تميزه من الناقل والعازل هو امتلاكه فجوة طاقة معتدلة [3] .

إحدى أهم أشباه الموصلات هي ما يسمى بأكاسيد التوصيل الشفافة و هي مختصر ل (TCO) بحيث هي عبارة عن أشباه لات مركبة مكونة من معدن متحد مع الأوكسجين أي إنها أشباه موصلات أوكسيدية مثل (ZnO , SnO_2) و In_2O_3 و على الرغم من كبر فجوة طاقتها تكون حزمة التوصيل مليئة بالالكترونات الحرة بسبب فراغات الأوكسجين (Oxygen Vacancies) الناتجة عن عدم التكافؤ الجزئي (Non- stoichiomet) [4] كما تتميز بارتفاع توصيلتها ونفاذيتها البصرية (شفافة) و كذلك هي منحطة يعني أن مستوى فيرمي يوجد قريبا من عصابة النقل (BC) .

I. 2. شرح بنية الأكاسيد الشفافة الناقلة TCO :

الأكاسيد الشفافة الناقلة (TCO) هي أشباه الموصلات الشفافة لديها نفاذية ضوئية عالية في الأطوال الموجية المرئية (nm) $400 < \lambda < 800$ [5] و الناقلة الكهربائية قريبة لمعادن . وهي تعكس أيضا بالقرب من الأشعة تحت الحمراء والأشعة تحت الحمراء الأطوال الموجية. [6] ويمكن تصنيف جميع اشباه النواقل إلى فئتين نوع n و نوع P .

اذ ان الأكاسيد الموصلة الشفافة هي عبارة مركبات ثنائية أو ثلاثية ، تحتوي على واحد أو اثنين من العناصر المعدنية وهي عبارة أيضا على أشباه نواقل منحطة بفجوة طاقة تساوي أو تفوق 3 eV تكون جيدة الناقلة بحيث ناقليتها في حدود 10^3 (.cm)⁻¹ بالإضافة الى شفافية عالية % 80 ، المجال المرئي أي بمعامل إخماد K يقارب 0.0001 [7].

أكسيد الزنك هو من أشباه الموصلات من نوع n ذات فجوة طاقة معتدلة عموما (على الرغم من ان أشباه الموصلات النوع p هي الآن التي يجري تطويرها) مع تركيز عال نسبيا من الإلكترونات الحرة في نطاق التوصيل [8] بحيث أكسيد الزنك هو تغير في التوصيل من نوع n إلى نوع p يعتمد على التطعيم [9] .

تطعيم من نوع n : In، Ga، Al، La

تطعيم من نوع p : Ag، Cu، K، Na، Li [10] .

I. 3. الخصائص الكهربائية للأكاسيد الشفافة الناقلة TCO:

منذ سنة 1970 بدأ الاهتمام بدراسة الخواص الكهربائية للأكاسيد الناقلة الشفافة [11] بحيث تصنف هذه الأكاسيد على حسب خواصها الكهربائية على انها أنصاف نواقل بفجوة طاقة كبيرة نسبيا .

I. 3.1. عرض الفاصل الطاقى للأكاسيد الشفافة الناقلة TCO :

تتميز الأكاسيد الشفافة الناقلة بشريط ممنوع عريض (فجوة طاقة) تتغير من 3eV الى حوالي 5eV يعتمد هذا العرض على عدة عوامل نذكر منها : نوع مركبات المحلول و كذلك طريقة الترسيب و الشروط التجريبية لترسيب .

الجدول (I - 1) يعرض بعض الأكاسيد الموصلة الشفافة مرفقة بقيمة فجوة الطاقة :

الجدول (1 - I) : يبين قيم فجوة الطاقة لبعض الأكاسيد الشفافة الناقلة

الأكاسيد الناقلة الشفافة	قيمة فجوة الطاقة (الشريط الممنوع) eV
[12] SnO ₂	3.6 – 4.2
[13] ZnO	3.2 – 3.3
[14] TiO ₂	3 – 3.2

I. 2.3. الناقلية الكهربائية : يرمز للناقلية الكهربائية بالرمز \dagger وحدتها هي $(\text{cm})^{-1}$ و يعبر عن الناقلية في حالة

اشباه النواقل المنحطة بالعلاقة (I. 1) [15]:

بحيث :

\dagger : الناقلية الكهربائية

n : تركيز حوامل الشحنة

q : الشحنة الكهربائية العنصرية للإلكترون

μ : الحركة الكهربائية

تعرف أيضا المقاومة ρ على أنها مقلوب الناقلية σ [15]:

$$\rho = \frac{1}{\sigma} \quad (2.1)$$

حيث

σ : الناقلية الكهربائية

ρ : المقاومة الكهربائية

*المقاومة السطحية:

تستخدم الأكاسيد الموصلية الشفافة على شكل طبقات رقيقة ، و يتم تعريف أحد خواصها الكهربائية المهمة وهي المقاومة السطحية ، يعبر عنها عن طريق النسبة بين المقاومة على سمك الشريحة يرمز لها بالرمز R_S وحدتها الاوم () [15]

$$R_S = \rho / d \quad (3. I)$$

حيث R_S : المقاومة السطحية للعينة

d : سمك الشريحة

*الحركية الكهربائية μ :

حركية حاملات الشحنة (الإلكترونات و الثقوب) هي عامل مهم و مؤثر في ظاهرة التوصيل الكهربائي ، بحيث الزيادة في هذا العامل يؤدي إلى تحسين الخصائص الكهربائية للأكاسيد الناقل الشفاف .

الحركية تعتمد أساسا على انتشار حاملات الشحنة في الشبكة البلورية للمادة ، في الواقع الزيادة الكبيرة في تركيز حاملات الشحنة يخفض قيمة الحركية نتيجة التصادم بالتالي تنقص الناقلية معها [16].

كما ذكرنا، الحركية عامل ضروري للحصول على ناقلية جيدة وتعرف الحركية بالعلاقة (5. I) [15] :

$$\mu = \frac{q \cdot \tau}{m^*} = \frac{q \cdot l}{m^* \cdot V_f} \quad (4. I)$$

بحيث

q : الشحنة الكهربائية العنصرية للإلكترون.

(زمن الاسترخاء) الزمن بين تصادمين متتاليين للإلكترون.

m^* : الكتلة الفعالة للإلكترون.

V_f : سرعة فرمي للإلكترون.

l : المسار المتوسط الحر بين تصادمين .

عموميات حول الأكاسيد الموصلة الشفافة

للحصول على مادة ناقلة يستوجب الوصول إلى تركيز معين لحوامل الشحنة يعرف بالتركيز الحرج يرمز له ب n_c تحت هذا التركيز يمكن اعتبار المادة عازلة أما فوقه تصنف المادة ناقلة و يعطى n_c حسب معيار (Mott) الموضح في العلاقة [17]:

(4. I)

$$n_c^{1/3} \cdot a_0^* = 0.25 \quad (5. I)$$

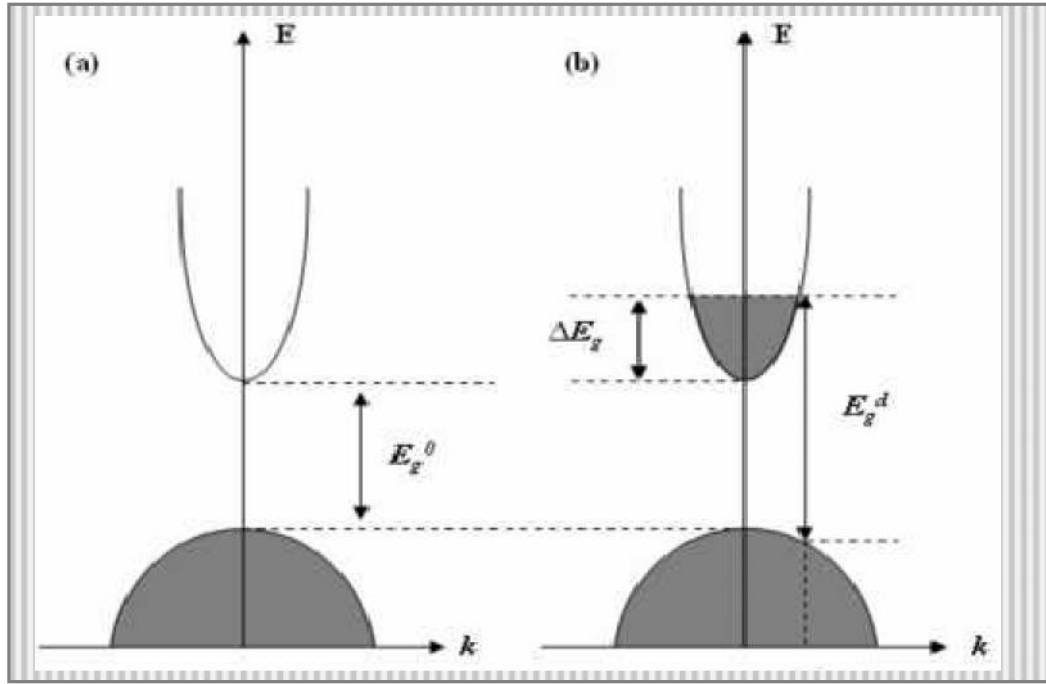
حيث a_0^* : نصف قطر بور الفعال للمادة

تتعلق الحالات المشغولة الاكثر تزودا بالطاقة بتركيز الحوامل يمكن أن تكون بنية عصابة الأكاسيد الشفافة الناقلة TCO

مقربة لبنية عصابة القطع المكافئ كما هو موضح في الشكل (2. I) أين تمثل الأجزاء الرمادية الحالات المشغولة.

حينما يكون الحد الاقصى BV و الحد الادنى BC متموقعين في نفس القيمة ($k=0$) ف شبه الناقل موصوف بشبه ناقل

بفجوة مباشرة.



شكل (2. I): بنية عصابات الطاقة (a) بالنسبة ل TCO غير مطعم (b) بالنسبة ل TCO المطعم [18].

حيث

E_g^0 فجوة الطاقة الذاتية E_g^d قيمة فجوة الطاقة بعد التطعيم .

I. 3. 3. الأكاسيد الناقلة والشفافة في الحالة الذاتية و المطعمة :

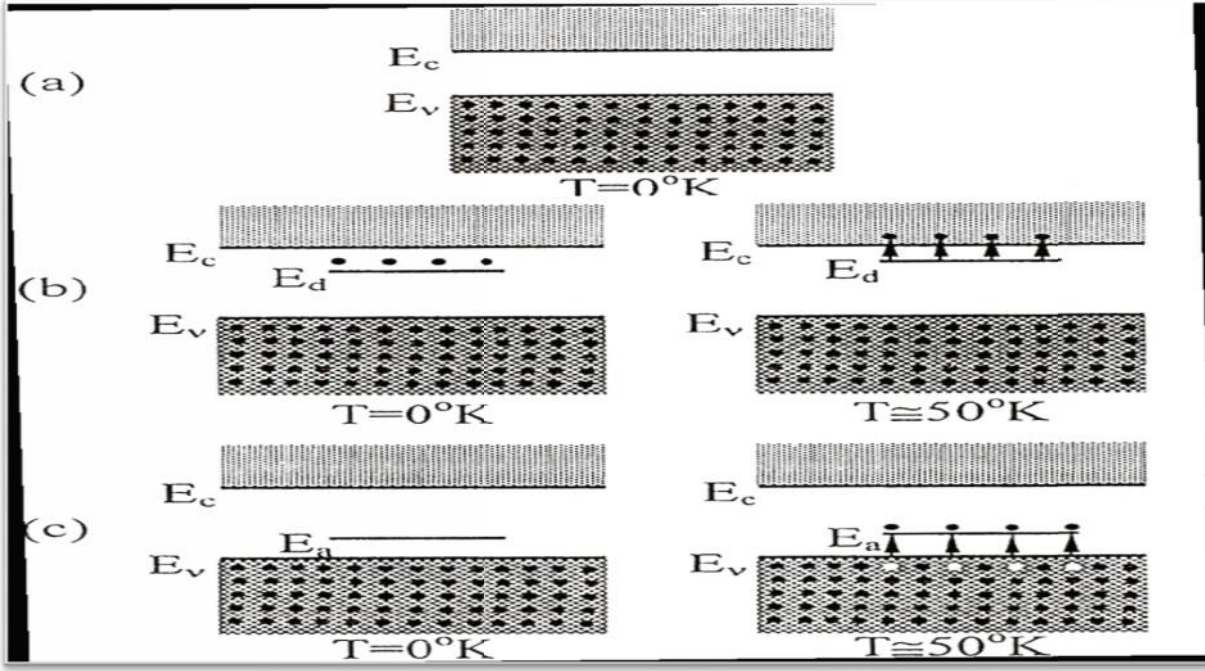
يكون شبه الناقل ذاتي أو نقى عند ما لا توجد أي ذرة مطعمة وعليه يتحقق هذا التوازن $n = p = n_i$ ويمثل التركيز الذاتي و هي المواد التي تكون عازلة عند درجة حرارة الصفر المطلق ولكنها تمتلك قدرا من التوصيلية الكهربائية عند ارتفاع درجة حرارتها ، ومن اجل تحسين ناقليتها يرفع عدد حاملات الشحنة بالتطعيم الذي يتعلق بتكافؤ المطعمات أو مواقع الزرع ، الماخحات أو الآخذات ، و تتواجد ذرات الشائبة (المطعمة) في الشبكة البلورية بحالتين فأما ان تشغل المواقع الذرية للشبكة وتعرف عندئذ بالشوائب الاستبدالية (Substitutional Impurity) او تتداخل بين المواقع الذرية وتعرف بالشوائب البينية (Interstitial Impurity) [19] الخصائص الذاتية للأكاسيد الموصلة الشفافة (شبه ناقل) تجعل منها غالبا عبارة على نصف ناقل منحل من نوع n ، أكسيد القصدير مثلا عند ترسيبها بشكل طبقة رقيقة يكون لديها بنية لاستوكيومترية (غيرمتماثلة التكافؤ البيني) ، حيث تظهر شواغر الأكسجين عند عملية الترسيب، شواغر الأكسجين تخلق سويات تقع مباشرة تحت شريط التوصيل ، تأين هذا المستوي يساهم في تحرير الكترولونات إلى شريط التوصيل بالتالي زيادة الناقلية [20] .

* تطعيم من نوع n ل TCO :

يتم هذا النوع من التطعيم وذلك باستبدال ذرة المعدن أو الأكسجين ، بحيث هذا التطعيم يتعلق بحجم ذرات التطعيم وكذلك بدرجة ذوبانها في الشبكة البلورية للأكسيد الناقل الشفاف، بحيث يمكن على سبيل المثال تطعيم أكسيد الزنك بالعناصر التالية بالالمنيوم (Al) وكذلك بالجاليوم (Ga) [21] أو الأنديموم (In) [22] اما في ما يتعلق كذلك بأكسيد القصدير فهو يطعم في الغالب بالفلور (F) [23] و الحديد (Fe) والنحاس (Cu) [24] والكوبالت (Co) وكذلك النيكل (Ni) [25] جميع المطعمات المذكورة سابقا تعزز TOC (شبه الناقل) من النوع n ، حيث تقوم ذرات التطعيم بتكوين مستوي في فجوة الطاقة تحت عصابة النقل ، و زيادة التطعيم يؤدي الى تطوير هذا السوي و تداخلها مع عصابة النقل، بالتالي فإن عدد كبير من الالكترولونات تشارك في التوصيل، و منها تزيد الناقلية بزيادة التطعيم.

* التطعيم من نوع P ل TCO : التطعيم من النوع p لا يزال موضوع بحث [26]، في السنوات الأخيرة أجريت

دراسات تطعيم من النوع p على بعض الأكاسيد الموصلة الشفافة بحيث يعتبر أكسيد الزنك هو أكثر أنواع الأكاسيد الموصلة الشفافة دراسة في هذا النوع من التطعيم [27]، و يجري التطعيم عن طريق استبدال الأكسجين بالآزوت (N) [29] و يمكن كذلك عن طريق التطعيم المزدوج ألنيوم - نيتروجين (Al-N) [28].



يوضح الشكل (3.I) : حزمتي التكافؤ والتوصيل في اشباه الموصلات [30]

(a) النقية - (b) المطعمة (n-type) - (c) المطعمة (p-type)

4 . I . الخصائص الضوئية للاكاسيد الشفافة الناقلة TCO :

تمثل الخصائص الضوئية في ثلاثة ظواهر أساسية تجاه الأمواج الضوئية وهي : الانعكاس ، الانكسار و النفاذ بحيث تمثل هذه

الظواهر في ثلاثة متغيرات (T) النفاذية و (R) الانعكاسية و (A) الامتصاصية كذلك معامل الامتصاص () .

*النفاذية (T) : يعرف على أنها النسبة بين شدة الشعاع الضوئي العابر للمادة المدروسة إلى شدة شعاع الضوء الوارد .

$$T_{\%} = T \cdot 100 \quad \text{و} \quad T = \frac{T}{0} \quad (6.I)$$

*الانعكاسية (R) : هو شدة الضوء الذي ينعكس على سطح المادة (العائد) نسبة إلى شدة الضوء الوارد عليها .

$$R_{\%} = R \cdot 100 \quad \text{و} \quad R = \frac{R}{0} \quad (7.I)$$

*الامتصاصية (A) : يعبر عن النسبة بين شدة الشعاع الضوئي الممتص من طرف المادة و شدة الشعاع الضوئي الوارد .

$$A_{\%} = A \cdot 100 \quad \text{و} \quad A = \frac{A}{0} \quad (8.I)$$

$$0 = A + T + R \quad (9.I) \quad \text{بالإضافة الى ان :}$$

$$0 = A + T + R \quad (10.I) \quad \text{وايضا}$$

$$T + A + R = 1 \quad (11.I) \quad \text{ومنه نجد :}$$

* معامل الامتصاص : من أجل تحديد هذا المعامل نستخدم علاقة Beer - Lambert التي تربط معامل الامتصاص مع R و T [31]:

$$T = (1 - R)e^{-\alpha d} \quad (12.I)$$

حيث : معامل الامتصاص.

R : معامل الانعكاس.

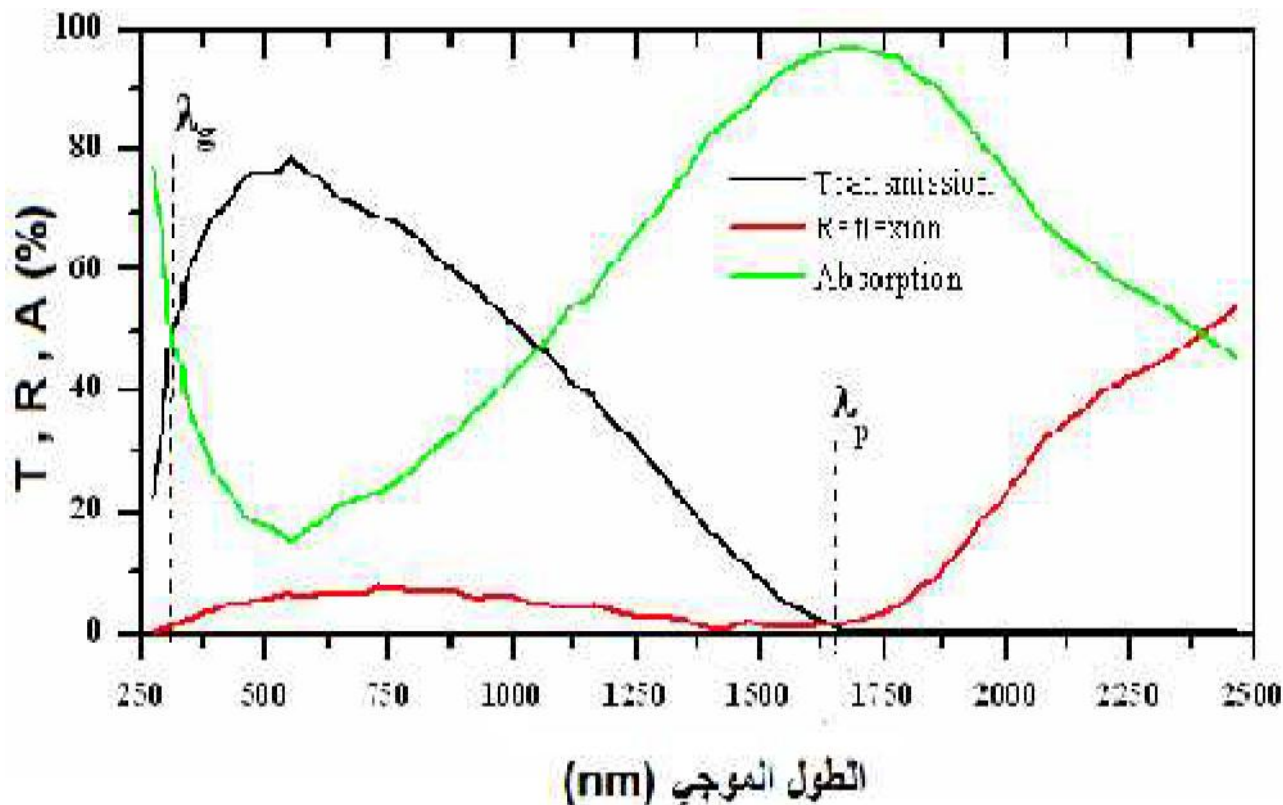
d : سمك الشريحة.

بحيث معامل الامتصاص يرتبط بمعامل الإخماد K عن طريق العلاقة (13.I):

$$k = \frac{\alpha \lambda}{4\pi} \quad (13.I)$$

وعليه يسمح قياس النفاذية وكذلك الانعكاسية و سمك الأكسيد الشفاف الناقل باستنتاج معامل الانكسار معامل الإخماد K والفاصل الطاقي E_g لأكسيد معين.

الشكل (4.I) يبين طيف النفاذ والانعكاس و الامتصاص لأحد الأكاسيد الموصلية الشفافة.



الشكل (4. I) : طيف النفاذ والانعكاس و الامتصاص لأكسيد ناقل شفاف [32].

هذا المنحنى من اعمال E.Elangovan و مساعديه [32]، يظهر أن طيفي الانعكاس و النفاذ لهذا الاكسيد محدودان بواسطة طولي موجة λ_g و λ_p بحيث هذا الأخير تكون عنده قيمة النفاذية للطبقة الرقيقة للاكسيد المدروس دنيا ، يمكن تسمية هذا المجال $[\lambda_p \lambda_g]$ بالنفاذة الضوئية لأن المجال الذي تعبر فيه الأمواج الضوئية عبر الشريحة.

*المجال $\lambda_g <$:

يمثل هذا المجال مجال أطوال الأمواج فوق البنفسجية ، تكون طاقة فوتونات هذه الأطوال الموجية أكبر أو مساوية لمقدار فجوة الطاقة للأكسيد (مجال امتصاصه) فتمتصها الكثرونات عصابة التكافؤ و تستغلها للانتقال إلى عصابة النقل بما ان الاكاسيد TCO تمتلك فاصل طاقي (شريط ممنوع) يتراوح بين 3 eV و 4 eV نجد أن هذا المجال من الفاصل الطاقي يتعلق بالفوتونات ذات أطوال الأمواج في المجال (400 nm و 300 nm) عندما تمتص هذه الفوتونات تقوم طاقتها بتحفيز انتقال الالكترونات لعصابة النقل ، في هذا المجال لأطوال الأمواج كما يمكن في هذا النطاق الموجي تقدير الفاصل الطاقي E_g وذلك باستخدام التمثيل البياني للعلاقة (14.I).

$$\alpha \propto (hv - E_g) \quad (14.I)$$

حيث

: معامل الامتصاص.

h : ثابت بلانك.

: تواتر موجة الضوء.

E_g : الفاصل الطاقي.

*المجال $p < g$:

في كامل هذا المجال والذي يتضمن أطوال الأمواج المرئية بالإضافة إلى أطوال الأمواج تحت الحمراء القريبة من المرئية، الأكسيد الناقل الشفاف يلعب دور طبقة مضادة للانعكاس وتكون موصلة كهربائيا كذلك [26].

*المجال p :

في هذا المجال الأكسيد الناقل الشفاف لم يعد منفذ للضوء ، إضافة إلى ذلك في هذا المجال الأكسيد يمتلك خاصية امتصاص قوية ، الانخفاض في النفاذية يمكن تفسيره عن طريق نموذج درود الذي يوضح النظرية الكلاسيكية للإلكترون الحر [33] ، والتي تعتبر الإلكترونات الحرة كبلازما الكترونية مهتزة بالتواتر (التردد) p و المرتبط بالطول الموجي p و الذي يعبر عنه بالمعادلة (I - 15) [26] .

$$\lambda_p = \lambda_0 \frac{\bar{\epsilon}}{\epsilon - 1} \quad (15. I)$$

حيث λ_0 : الطول الموجي الذي من أجله يصل الانعكاس إلى أقل قيمة له.

ϵ السماحية الكهربائية

ان الزيادة في قيمة الامتصاص عند الطول الموجي p من طرف طبقة الاكسيد المرسبة يكون نتيجة للإلكترونات الحرة.

كما تعطى عبارة تواتر البلازما (p) الموضحة في المعادلة (16.I) والتي تتعلق بتركيز الإلكترونات الحرة N_e السماحية

الكهربائية الخاصة بالمادة ϵ_1 و السماحية في الفراغ ϵ_0 و كذلك الكتلة الفعالة للإلكترون m^* كالتالي [26]:

$$v_p = \frac{1}{2\pi}$$

و تعطى العلاقة بين الطول الموجي (p) و تردد البلازما (p) تكون كالتالي [26]:

$$\lambda_p = \frac{c}{v_p}$$

حيث C : سرعة الضوء في الفراغ.

ترتبط السماحية الكهربائية () قرينة الانكسار (n) والإخماد (k) بواسطة المعادلة (18.I) التالية:

$$\epsilon = (n - i \cdot k)^2 \quad (18.I)$$

تتغير قيم n و k وفقا لمدى ضوء الطيف.

من أجل ($w_p \ll w$ أو w_p) : فإن الجزء التخيلي ل يصبح كبير والجزء الحقيقي يكون سالب هذا يعطي معامل انكسار عالي.

من أجل ($w > w_p$ أو $w_p < w$) في هذه الحالة الجزء التخيلي ل يؤول إلى صفر بالإضافة إلى الامتصاص من قبل TCO يكون ضعيفا ويعطى هنا قرينة الانكسار بالعلاقة (I . 19):

$$n = \sqrt{\epsilon_{\infty} \left(1 - \left(\frac{w_p}{w} \right)^2 \right)} \quad (19.I)$$

حيث : سماحية في التردد عالي.

w_p و w : هما نبضات البلازما وذلك لطول موجي معين [34].

على العموم قرينة الانكسار ل TCO المطعمة تظهر تغيير في قيمة ϵ وخصوصا في التراكيز العالية التطعيم أين تكون أطياف النقل مزاحة نحو الطاقات الأكثر تفاعلا أو الأقل أطوالا موجية للطيف الكهرومغناطيسي. هذا الانزياح يفسر بارتفاع قيمة الفجوة الذي يعبر عنه في الشكل (I-2) بالعلاقة الآتية :

$$\Delta E_g = E_g^d - E_g^0 = \frac{\hbar^2}{2m^*} (3f^2 n)^{\frac{2}{3}} \quad (20. I)$$

إن الانزياح نحو الأطوال المرتفعة للموجة يعرف تحت اسم تأثير Moss-Burstein [34].

I . 5 . معامل الجودة :

بالنسبة للأكاسيد الناقلة الشفافة ، يوجد معامل يمثل النسبة بين الخصائص الضوئية والخصائص الكهربائية اقترحه العالم HaackeG. وذلك في سنة 1976 [35]. يمثل هذا المعامل العلاقة بين الخصائص الكهربائية و الضوئية للأكسيد الناقل الشفاف ، يعرف هذا المعامل على انه الذبة بين النفاذية المتوسطة في المجال المرئي (400 – 800) nm على المقاومة السطحية (و تسمى المقاومة مربعة) لطبقة الأكسيد الناقل الشفاف ويعطى بوحدة $()^{-1}$ [26].

TC

T : النفاذية الضوئية لشريحة $R_{carrée}$: المقاومة المربع او المقاومة السطحية للشريحة

قام G.R Gordon [36] بمقارنة مختلف انواع مواد الاكاسيد الناقلة الشفافة وهذا تبعا لقيمة معامل الجودة و النتائج موضحة في الجدول (I-2) :

جدول (I.2) : يبين قيم معامل الجودة لبعض الأكاسيد الشفافة الناقلة [26]

ZnO : In	SO ₂ :Sb	ZnO:B	SnO:F	In ₂ O ₃ :Sn	ZnO:Al	ZnO:F	المواد
0.2	0.4	2	3	4	5	7	معامل الجودة

I . 6 . اكسيد الزنك (ZnO) :

اوكسيد الزنك النقي مركب صلب ابيض اللون ، يصفر عند التسخين بسبب التشوهات الشبكية ، و هو مادة غير سامة لا يذوب في الماء أو الكحول بل يذوب في حامض الخليك و الحوامض المعدنية و الامونيا و كاربونات الامونيوم و الهيدروكسيدات القلوية . و تعتمد المختبرات في تحضير اوكسيد الزنك كيميائياً على حرق عنصر الزنك في الهواء او بواسطة التهشم الحراري لكاربوناته أو نتراتة و الجدول (I-3) يعرض بعض خصائصه [37].

الجدول (I-3) : بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لأكسيد الزنك [42]

اللون	الشكل	نقطة الغليان (°C)	نقطة الانصهار (°C)	الكثافة (g/cm ³)	الكتلة المولية (g/mol)	البنية البلورية
ابيض	صلب	2360	1970	5.67	81.37	سداسي

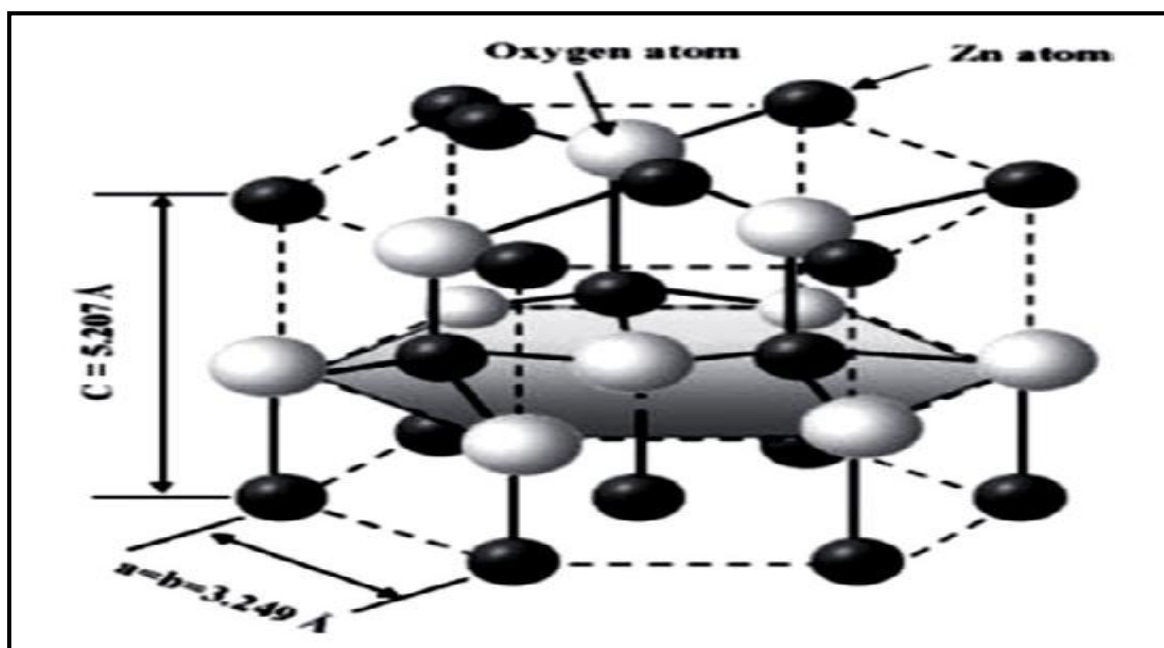
I . 6 . 1 . الخصائص البنيوية :

يتبلور أكسيد الزنك في شبكة سداسية حيث تحتل ذرات الأكسجين مواقع الشبكة السداسية المتراصة بينما تحتل ذرات الزنك نصف المواقع الرباعية متوسط ثوابت الشبكة هما:

$$(a = 3.25\text{\AA} \quad c = 5.206\text{\AA})$$

و مرتبطة بشكل قليل عن التوافق الكيميائي : $Z=0.38$ $(1/3 \ 2/3 \ 0)$ $(1/3 \ 2/3 \ Z)$ O^{-2} [10] .

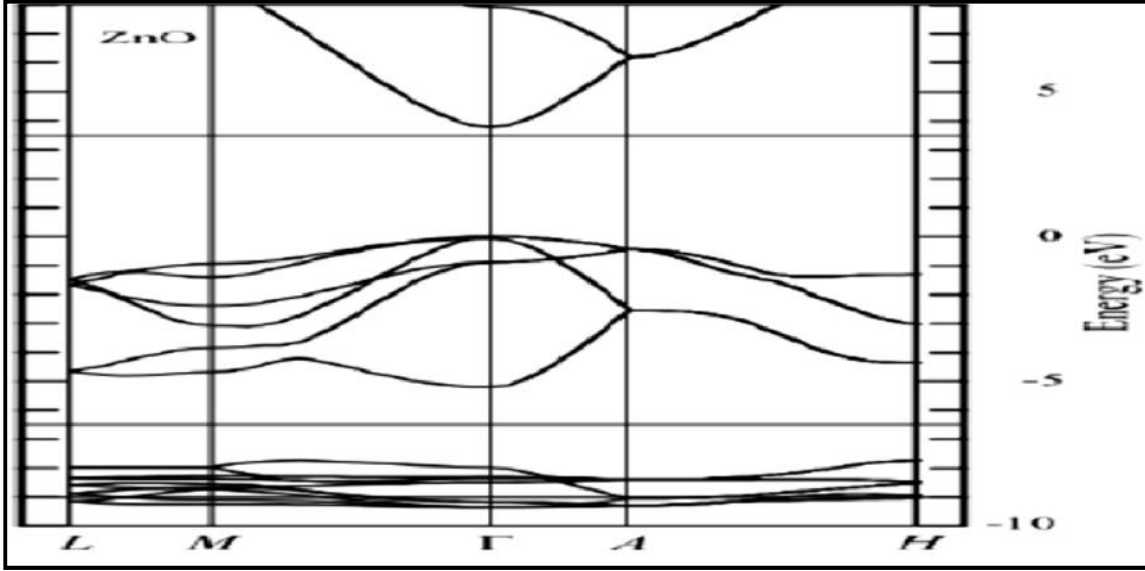
التركيب البلوري لأكسيد الزنك يشبه التركيب البلوري للمجموعة (الثانية - السادسة) (VI - II) أي التركيب السداسي المتراص (Wurtzite) كما هو موضح في الشكل (I . 5) [38] .



الشكل (I . 5) : التركيب البلوري المتراص لاغشية أكسيد الزنك [38]

عموميات حول الأكاسيد الموصلة الشفافة

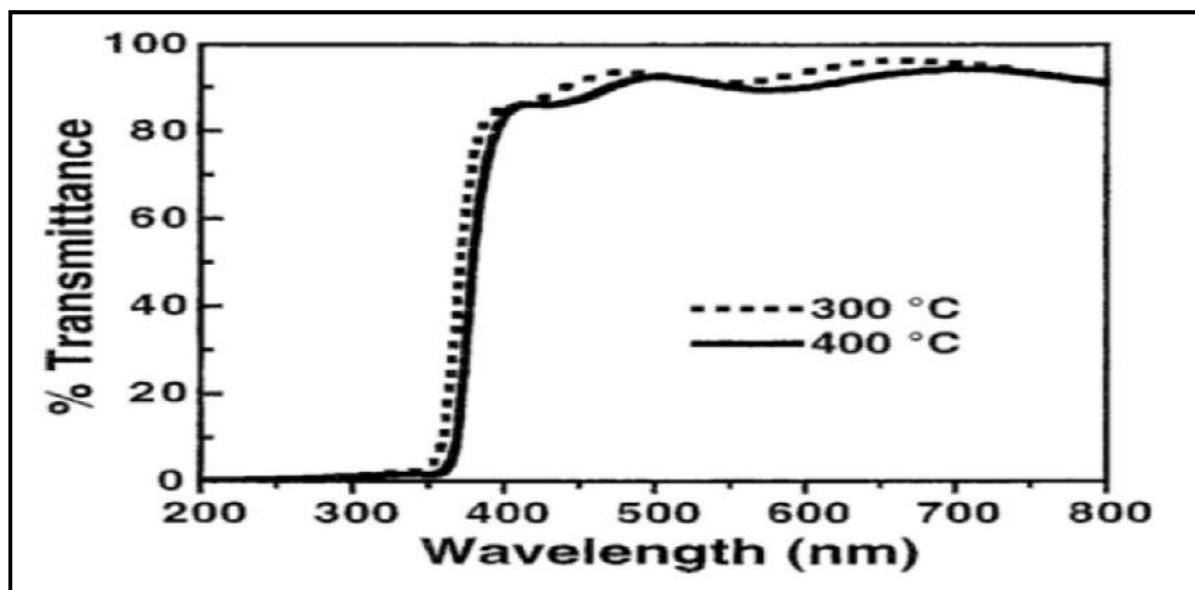
I . 6 . 2 . الخصائص الكهربائية : ومن خصائص أكسيد الزنك انه ذو فجوة طاقة واسعة ($E_g > 3.3 \text{ eV}$) و تشابه
أكسيد الانديوم (In_2O_3) و نترات الجاليوم (GaN) ثاني اوكسيد القصدير (SnO_2) و انتقالاته الالكترونية مباشرة
[30] و يمتلك طاقة رابطة كبيرة تقدر ب (60 meV) في درجة حرارة الغرفة و ذو استقرارية كيميائية عالية [39]، يوضح
رسم تخطيطي لعصابات الطاقة لأكسيد الزنك في الشكل (I . 6) :



الشكل (I . 6) : رسم تخطيطي لعصابات الطاقة لأكسيد الزنك [38] .

I . 6 . 3 . الخصائص الضوئية : يعد أكسيد الزنك مادة نافذة شفافة تمتد من المنطقة المرئية و لغاية المنطقة تحت
الحمراء القريبة و انعكاسية في المنطقة تحت الحمراء، إذ إن معامل امتصاصه في الطيف المرئي بحدود ($5 \times 10^3 \text{ cm}^{-1}$)
بالإضافة إلى امتلاكه توصيلية كهربائية جيدة من النوع السالب (n- type) [40] . لأوكسيد الزنك أهمية بالغة
كمادة مضيئة في أغشية التوصيل الشفافة ، لأن أكسيد الزنك المشوب يظهر شفافية عالية فوق (90 %) في المنطقة المرئية و
مقاومية واطئة بحدود ($5 \times 10^{-4} \text{ cm}$) و تتأثر خصائص اوكسيد الزنك بطبيعة القاعدة المستخدمة .

يبين الشكل (I . 7) نفاذية اوكسيد الزنك للافلام مطعمة باختلاف درجات الحرارة.



الشكل (I . 7) : نفاذية اوكسيد الزنك لافلام مطعمة باختلاف درجات الحرارة [41].

I . 6 . 4 . تطبيقات اوكسيد الزنك : هناك تطبيقات عدة لاوكسيد الزنك منها استخدامه في [43] :

- 1 - الاقطاب الشفافة للصمامات الثنائية الليزرية.
- 2 - الترانزستورات.
- 3 - الاقطاب الكهربائية الشفافة في لوحات العرض المستوية (البلورة السائلة (LCD) شاشا البلازما).
- 4 - مجاميع الخلايا الشمسية الحرارية [44].

I . 7 . اللانثانوم (La) : اللانثانوم عنصر كيميائي فلزي رمزه La ، و هو يعتبر من العناصر الأرضية النادرة من

الدوري و احيانا يمكن اعتباره اول عنصر من عناصر سلسلة اللانثانيدات و التي اسم هذه المجموعة اشتق منه . اكتشف اللانثانوم من قبل الكيميائي السويدي كارل كوستاف موساندير عام 1839 ، و هو عنصر قابل للإحتراق في الهواء عند درجة حرارة 450 درجة مئوية مكونا أكسيد اللانثانوم La_2O_3 ، و هو أيضا يكون أملاح عديمة اللون بحيث عدده التأكسدي فيها يساوي 3. يوجد اللانثانوم مع عناصر أرضية أخرى نادرة في بعض المعادن مثل الأباتايت و المونازايت ويحتل اللانثانوم الترتيب الثامن والعشرون من حيث وجوده في القشرة الأرضية. الجدول (I - 4) يوضح بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية اللانثانوم :

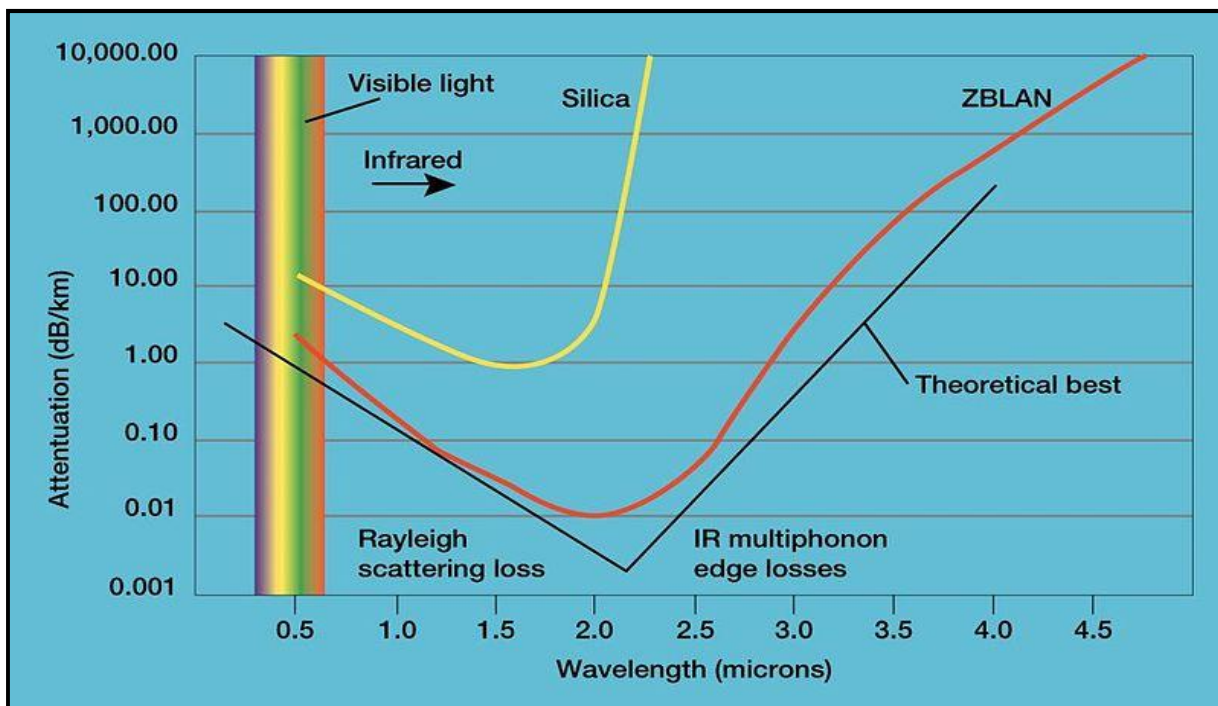
عموميات حول الأكاسيد الموصلة الشفافة

الجدول (4. I) : بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لللانثانوم (La).

الرمز الكيميائي	العدد الذري	الوزن الذري (g/mol)	الكثافة (g/cm ³)	درجة الانصهار (⁰ C)	درجة الغليان (⁰ C)
La	57	138.905	6.14	920	3464

* استخداماته :

- يستخدم اللانثانوم غير النقي في صناعة عدد من السبائك مثل سبيكة ميش التي تدخل في صناعة حجر ولاعات السجائر كما يدخل أكسيد اللانثانوم في صناعة نوع خاص من الزجاج البصري .
- فلوريد اللانثانوم (LaF₃) هو مكون أساسي في زجاج الفلوريد الثقيل، المسمى ZBLAN. هذا الزجاج له ناقلية أفضل في نطاق تحت الحمراء كما هو موضح في الشكل (8 . I) ولذلك يستعمل في أنظمة اتصالات الألياف الضوئية .

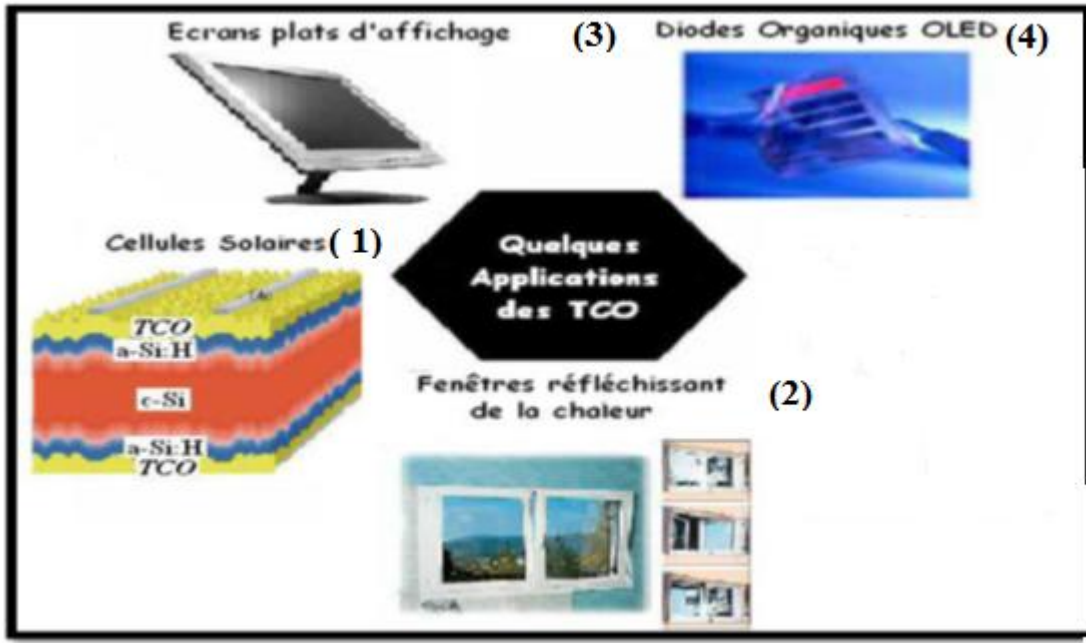


الشكل (8 . I) : يبين طيف زجاج الفلوريد الثقيل، المسمى ZBLAN في نطاق تحت الحمراء.

I. 8. تطبيقات الاكاسيد الناقلة الشفافة : للأكاسيد الشفافة الناقلة العديد من الخواص تميزها عن المعادن

الأخرى مما تسمح باستعمالها في عدة مجالات من بينها المبينة في الشكل التالي :

- الخلية الشمسية .
- نافذة الانعكاس للحرارة .
- شاشات البلازما للعرض .
- ديود العضوي .



الشكل (I. 9): بعض تطبيقات الأكاسيد الشفافة الناقلة [45].

الخلاصة :

يعتبر أكسيد الزنك من عائلة الاوكسيدات الشفافة والناقلة من نوع n وهي تملك كذلك خواص مهمة جدا. حيث أنها متوفرة و تدخل في العديد من المكونات. بالإضافة إلى أنها باهظة (مكلفة) ، و كهربائية إجهادية ، وناقلة جيدة وذات شفافية عالية في المجال المرئي ، ماصة وغير سامة. تعتبر استعمالات ZnO شديدة الانتشار تنطلق من الصورة الفولطية الى أنظمة التحري و الاستكشاف. و يشكل بذلك مادة مفتاحية للتنمية التكنولوجية والتي سنذكرها في الفصل القادم ، و المراحل التطبيقية الأكثر أهمية لتكوين طبقاتها الرقيقة.

مراجع الفصل الاول

- [1] M. G. Yousif, "Solid State Physics", vol. 2, Baghdad University, (1989).
- [2] K. A. A. Adem, "Study of Some Physical Properties of (Hg_{1-X} Cd_XTe) Compound", M. Sc. Thesis, College of Science, University of Baghdad, (2002).
- [3] A. G. Milnes, and D. L. Feucht, "Hetrojunction and Metal Semiconductor Junctions", Academic Press, New York & London, (1972).
- [4] R. Schropp, and A. Madan, "Properties of Conductive ZnO films for transparent electrodes applications prepared by rf magnetron sputtering", J.Appl. Phys., vol. 66, P. 2027, (1989).
- [5] Clark I Bright, Chapter 7, 50 Years of Vacuum Coating Technology and the Growth of the Society of Vacuum Coaters, SVC (2007) 42.
- [6] Gillispie, Meagen Anne, "Metal oxide-based transparent conducting oxides " (2006). Retrospective Theses and Dissertations. Paper 1891.
- [7] K. BADEKER," *Electrical Conductivity and Thermo-Electromotive Force of Some Metallic Compounds*" , Ann. Phys.vol 22, p749 , (1907).
- [8] T.H. Vlasenflin and M. Tanaka, Solid State Commun., 141 (2007) 292–294.
- [9] A.N. Banerjee and K.K. Chattopadhyay. Progress in Crystal Growth and Characterization of Materials, 50:52–105, 2005.
- [10] A. RAHAL, "Elaboration des verres conducteurs par déposition de ZnO sur des verres ordinaires", Memoire de Magiter ,UNIVERSITE D'ELOUED , (2013).
- [11] T.J. STANIMIROVA," *Investigation on the structural and optical properties of tin oxide films grown by pulsed laser deposition*" , Journal of Optoelectronics and Advanced Materials, vol 7, p1335- 1340, (2005).
- [12] E. CETINORGU, S. GOLDSMITH, R.L. BOXMAN, "*The effect of substrate temperature on filtered vacuum arcdep-osited zinc oxide and tin oxide thin films*" , Journal of Crystal Growth , vol 299, p 259-267 , (2007).
- [13] H. KIM, C. M. GILMORE, A. PIQUÉ, J. S. HORWITZ, H. MATTOUSSI, H. MURATA, Z. H. KAFABI and D. B. CHRISEY, "*Electrical, optical, and structural properties of indium-tin-oxide thin films for organic light-emitting devices*" , Journal of Applied Physics, Vol 86 , p6451-6461 (1999).

-
- [14] H. J. ZHAI, L. S. WANG ,” *Probing the Electronic Structure and Band Gap Evolution of Titanium Oxide Clusters (TiO₂)_n - (n = 1–10) Using Photoelectron Spectroscopy*” , Journal of American Society, vol 129 ,p 3022-3026 ,(2007).
- [15] El .H .CHAREF, " *Détermination des Caractéristiques Optiques des Couches Minces du ZnO Elaborées par Spray Ultrasonique*", CENTRE UNIVERSITAIRE D'EL-OUED (2012).
- [16] T. K. SUBRAMANYAM, B . SRINIVASULU and S. UTHANNA, ” *Physical Properties of Zinc Oxide Films Prepared by dc Reactive Magnetron Sputtering at Different Sputtering Pressures*” , Crystal Reserch Technology, vol 35,p 1193-1202, (2000).
- [17] N. F . MOTT, ” *On the transition to metallic conduction in semiconductors*” , Can. J. Phys, vol 34, p1356, (1956).
- [18] J. GAMIER, ” *élaboration de couches minces d’oxydes trans-parents et conducteurs par spray cvd assiste par radiation infrarouge pour applications photovoltaïques* ” , école doctorale n° 432 , (2009).
- [19] T. L. Floyd, "Electronic Devices, Conventional Current Version ", 7th edition, perason prentice hall, (2005).
- [20] S. SAMSON, C.G. FONSTAD, “*Defect structure and electronic donor levels in stannic oxide crystals*”, Journal of Applied Physics , vol 44 No10, p. 4618-4621, (1973).
- [21] J. WIENKE, B.VANDER ZANDEN, M. TIJSSEN, M. ZEMAN, “*Performance of spray-deposited ZnO:In layers as front electrodes in thin-film silicon solar cells*” , Solar Energy Materials & Soalr Cells, vol 92, p884-890, (2008).
- [22] K.S. SHAMALA, L.C. S. MURTHY, K. NARASIMHA, “ *Studies on un doped and antimony doped tin oxide films prepared by electron beam evaporation and pyrolysis method*” , Bulltin of Material Science, vol 27, p295- 301, (2004).
- [23] A.I. INAMDAR, S.H. MUJAWAR, S. B. SADALE, A.C. SONAVANE, M .B. SHELAR, P. S. Shinde, P. S. PATIL, ”*Electrodeposited zinc oxide thin films: nucleation and growth mecha-nism*” , Solar Energy Materials & Solar Cells, vol 91, p 864-870, (2007).
- [24] X. L. WANG, Z X DAI and Z ZENG, ” *Search for ferromagnetism in SnO₂ doped with transition metals (V, Mn, Fe, and Co)*” , Journal of Physical : Condensed Matter, vol20, 045214, (2008).
- [25] ZONGHAI CHEN, V. CHEVRIER, L. CHRISTENSEN, and J. R. DAHN, ” *Design of Amorphous Alloy Electrodes for Li-Ion Batteries: A Big Challenge*” , Electrochemical and Solid-Stat Letters, vol 7, p309-312 , (2004).
- [26] A. RAHAL, " *Elaboration des verres conducteurs par déposition de ZnO sur des verres ordinaires*", Memoire de Magiter ,UNIVERSITE D'ELOUED , (2013).

-
- [27] J. ZHAO, X.J. ZHAO, J.M. NI, H.Z. TAO, " *Structural, electrical and optical properties of p-type transparent conducting SnO₂:Al film derived from thermal diffusion of Al/SnO₂/Al multilayer thin films* " , Acta Materialia, vol 58, p6243- 6248, (2010).
- [28] S. SHET, K.S. AHN, T. DEUTSCH, H. WANG, N. RAVINDRA, Y. YAN, J. TURNER and M. AL-JASSIM, " *Synthesis and Characterization of Band Gap-Reduced ZnO:N and ZnO:(Al,N) Films for Photoelectrochemical Water Splitting* " , J. Materials Research , vol 25, p69-75 , (2010).
- [29] J. WANG , V. SALLET, F. JOMARD, A.M. BOTELHO, E. ELAMURUGU, R. MARTINS, E. FORTUNATO, " *Influence of substrate temperature on N-doped ZnO films deposited by RF magnetron sputtering* " , Thin Solid Films, vol 515, p 8785-8788, (2007).
- [30] عامر عباس ابراهيم وهناء متي عبد الاحد, " الكترولونيات اشباه الموصلات " , الجامعة المستنصرية , (1990).
- [31] K. L. MENOUEUR , " *Etude et réalisation d'une cellule solaire multicouches du type Si-SiO₂-SnO₂-ZnO par APCVD* " , THESE , université mouloud mammeri de TIZIOUZOU, (2011).
- [32] E. ELANGO VAN , K. RAMAMURTHI, " *A study on low cost-high conducting fluorine and antimony-doped tin oxide thin films* " , Applied Surface Science, vol 249, p183–196, (2005).
- [33] X. HUAT, " *Synthesis of highly conductive and transparent ZnO nanowisker films using aqueous solution* " , Journal of the Ceramic Society of Japan, vol 116, p384-388 , (2008).
- [34] T.J. Coutts, D.L. Young, and X. Li, *Characterization of transparent conducting oxides*, MRS Bulletin, Vol.25, N.8,2000, p. 58-65.
- [35] A.A. Yadav, E. U. Masumdar, A. V. Moholkar, M. Neumann, K. Y. Rajpure, C. H. Bhosale, " *Electrical, structural and optical properties of SnO₂:F thin films: Effect of the substrate temperature* " , Journal of Alloys and Compounds, vol 488, p 350- 355, (2009).
- [36] G. GORDON, " *Criteria for Choosing Transparent Conductors* " , MRS Bulletin, vol 25, p52-57, (2000).
- [37] H. L. Hartnagel, A. L. Dawar, A. K. Jain, and C. Jagadish, " *Semiconducting Transparent Thin Films* " , Institute of Physics Publishing, Bristol , (1995).
- [38] Mohammad Vaseem¹, Ahmad Umar², Yoon-Bong Hahn¹, " *CHAPTER 4, ZnO Nanoparticles: Growth, Properties, and Applications* " , ¹Chonbuk National University, Chonju 561-756, South Korea, ²Najran University, P. O. Box 1988, Najran 11001, Kingdom of Saudi Arabia.

-
- [39] P. Sagar, M. Kumar, and R. M. Mehra, "Electrical and Optical properties of sol-gel derived ZnO:Al thin films", *Material Science-Poland*, vol. 23, no. 3, P. 685, (2005).
- [40] D. R. Lide, "Chemical Rubber Company", *Hand Book of Chemistry and Physics*, CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, 7th edition, (1996).
- [41] W.J. Shen ; Wang, J.; Wang, Q. Y.; Duan, Y.; Zeng, Y. P/ *Journal of Physics.D : Applied Physics*, 39 (2006) 269-273.
- [42] R. C. Weast and M. J. Astle, "Hand Book of Chemistry and Physics" , CRC Press, (1979).
- [43] T. K. Subramanyam , B. Srinivasulu, and S. Uthanna , "Physical Properties of Zinc Oxide Films Prepared by dc Reactive Magnetron Sputtering at Different Sputtering Pressures", *Crystal Research and Technology*, vol. 35, no. 10, p. 1193, (2000).
- [44] Manijeh Razeghi, *Fundamentals of Solid State Engineering*, Kluwer Academic Publishers (2002).
- [45] R. Zhang, P. G. Yin, N. Wang, and L. Guo, Photoluminescence and Raman scattering of ZnO nanorods, *Solid State Sciences*, vol. 11, no. 4, pp. 865–869, 2009.
- [46] Lanthanum – Chemistry Encyclopedia – reaction, water, elements, metal, gas, name, atom. Chemistryexplained.com. Retrieved on 2012-01-15.
- [47]http://www.marefa.org/imahttp://www.marefa.org/images/thumb/8/8f/Zblan_transmit.jpg/300px-Zblan_transmit.jpg

الرقيقة الترسيب

II . الطبقات الرقيقة و طرق الترسيب

تمهيد :

تمتلك الأغشية الرقيقة خصائص و مميزات لا تكون متوفرة في تراكيب المواد الأخر ، فحقيقة سمكها المتناهي في الصغر وكبر نسبة السطح إلى الحجم منحتهن تركيبا فيزيائيا فريدا يضاهي تركيب أحادية البلورة أحيانا [1] . و يفوقها أحيانا آخر ، و تتمتع الأغشية بخصائص فيزيائية تختلف عن خصائص المواد المكونة لها و هي في حالتها الحجمية (Bulk) [2] ، و تعتبر تقنية الأغشية الرقيقة واحدة من أهم التقنيات التي ساهمت في تطور دراسة أشباه الموصلات و أعطت فكرة واضحة عن العديد من خواصها الفيزيائية ، هذه التقنيات تختلف عن بعضها اختلافا جوهريا ، يرجع هذا الاختلاف إلى تنوع مجالات استخدام هذه الطبقات ، و يمكن تقسيم الطرق إلى مجموعتين رئيسيتين فيزيائية و كيميائية [3] .

ستعرف في هذا الفصل على مفهوم الطبقات الرقيقة و طرق نموها و مبدأ ترسيبها إضافة إلى بعض الطرق الفيزيائية والكيميائية لصناعة الأكاسيد الشفافة. حيث من المهم اختيار طريقة الإعداد الأكثر تناسبا في التطبيق المنشود مع الأخذ بعين الاعتبار كل شروط الاعداد .

II . 1. مفهوم الطبقات الرقيقة :

من حيث المبدأ الطبقة الرقيقة مادة معينة هي ترتيب لعناصر هذه المادة في بعدين (مستوي) بحيث يكون البعد الثالث صغيرا جدا ، يعرف هذا البعد بالسمك و يكون السمك صغيرا و يعبر عنه من رتبة النانومتر، كما يستخدم مصطلح الأغشية الرقيقة لوصف طبقة أو طبقات عديدة من ذرات المادة لا يتعدى سمكها 1 ميكرومتر أو عدة نانومترات بحيث الفرق الجوهري بين المادة في الحالة الصلبة و حالة الطبقات الرقيقة ، يتمثل في أنه في الحالة الصلبة للمادة عموما λ () في في تأثير هو [4] هي أنه مهما كانت الطريقة المستخدمة في . و بناء على ذلك يجب أن نأخذ بعين الاعتبار أهمية تركيب الركيزة

بحيث تؤثر هذه الأخيرة على الخصائص البنيوية للطبقة الرقيقة حيث أثبتت الدراسات التي قام بها العالم (Yusta) [5] على تأثير تشكل و تكوين الرقيقة التي بينت أن أكسيد القصدير (SnO_2) الغير مشوب المترسب على رقيقة بيركس

هكذا

تختلف إلى كبير في [4].

توفير بالتالي في التي ها .

2.II. مبدأ ترسيب الطبقات الرقيقة:

لترسيب شريحة يجب للشريحة عبر بحيث

هذا الوسط في

هذه . Van der Waals .

في :

- حالة وسط النقل السائل : تعتبر هذه هذا هلام .

- حالة وسط النقل الغازي أو الفراغ : يعتبر هذا الترسيب الترسيب

للأبخرة ويختلف في () .

إلى لترسيب إلى

تحضير () .

لتحقيق هذه الأغراض .

II . 3. تقنيات ترسيب الطبقات الرقيقة الرقيقة:

في مجال

تطورت طرائق تحضير

مختلفة لتحضير

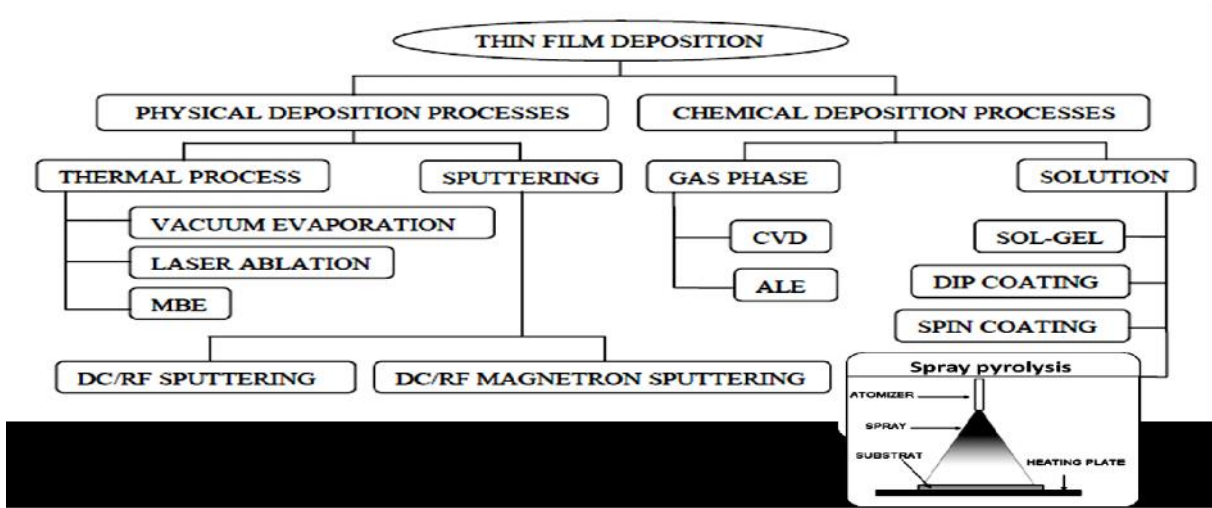
إلى

:

التحضير إلى

سمك

في



[46]

الشكل (1. II):

من بين هذه الطرق نذكر

II . 3 . 1. الطرق الكيميائية :

II . 3 . 1 . 1. الرش الكيميائي الحراري (spray pyrolyses) :

في

هذه

في بحثنا الحالي

بحيث اول

الكبيرة في

لتحضير

الى

بتحضير

(1959)

(Auger & Hotle)

هذه

[6].

*مبدأ العمل : هي

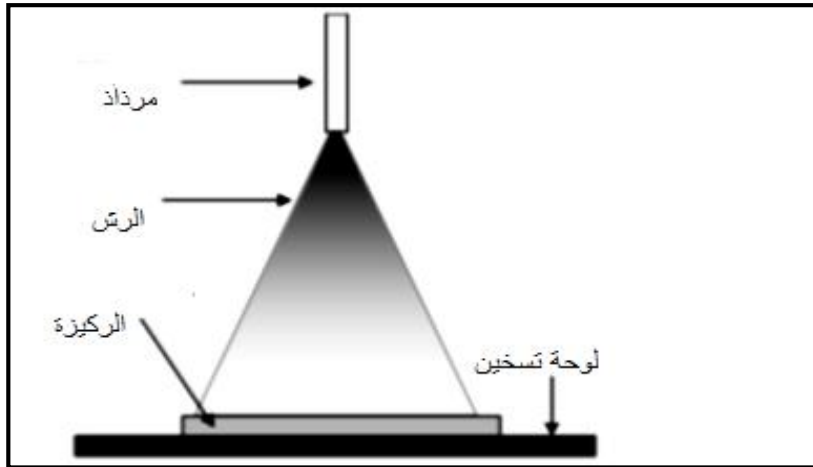
في

() و في

الى

() في () بحيث

() قاعدة كما هو موضح في شكل (2.11) [6].



(2.11): رسم تخطيطي لمعدات الرش [7].

لترسيب

كذلك في

هذه الطريقة

هذه

غير

[6]

[8].

في

:

هـ

غير

هذه

المعالجة التي خضعت لها قبل الترسيب لها أثر كبير على تطور عملية

)

(الترسيب).

[9].

II . 1.3 . 2. الترسيب الكيميائي للأبخرة (Chemical vapor deposition CVD) :

(CVD) في عدد كبير من المجالات نذكر منها الاستعمال الكبير في مجال انصاف النواقل

() ناتج عن الغازات المتفاعلة و التي تتفاعل كيميائيا مع سطح الركيزة من اجل تكوين

بحيث توفر درجة حرارة (أكبر من 300°C) [17]

[18 19].

(CVD) ()

. لهذا تعاني هذه الطريقة من تحسينات لتخفيض درجة الحرارة نذكر منها :

* الترسيب الكيميائي للأبخرة بواسطة البلازما (Plasma Assisted CVD) PACVD : تستخدم في هذه

هـ بترسيب في ()

300°C بالتالي بالتبريد هذه هـ

وبالتالي غير [9].

* الترسيب الكيميائي للأبخرة تحت ضغط منخفض (Low Pressure CVD) LPCVD :

في هذه الحالة الحالة () في هذه في المجال

($10^3 - 10$) [20].

* الترسيب الكيميائي للأبخرة في الفراغ العالي (ultra-high vacuum CVD) UHV-CVD :

في هذه الحالة الحالة 10 [20].

الإيجابيات هذه :

- () إلى .

- القدرة على التحكم في التركيبة المرسبة خلال عملية الترسيب .

- إنتاج شريحة موحدة السمك و ممتاز الالتصاق .

هذه لها :

- إعطاء أفلام غير نقية بصفة كبيرة و هـ

[21] .

II . 3 . 1 . 3 . تقنية هلام - سائل (Sol-gel):

تعتبر هذه في محلول بحيث محلول في

(في) (محفزة (حمض) [22] هـ

كما هو موضح في شكل (3 . II):

طريقة الغمس : بحيث نغمس الرقيقة في المحلول لتترك طبقة رقيقة على سطح الرقيقة بحيث سرعة غمس و إخراج الرقيقة في المحلول

تؤثر على سمك الشريحة المتكونة.

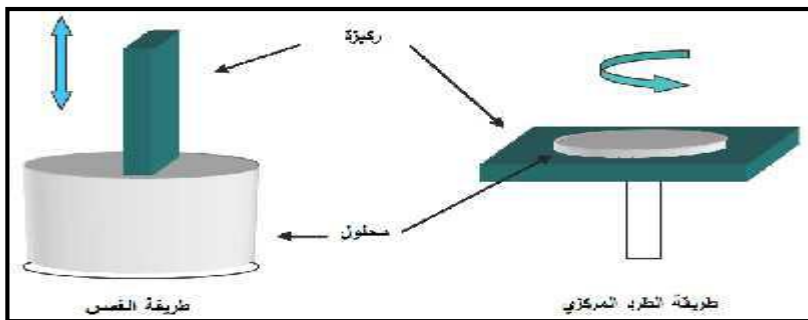
طريقة الطرد المركزي: (في المركز) فتترسب شريحة على كامل سطح الرقيقة .

نتيجة للتحكم في سرعة الدوران ، في كل من الطريقتين بعد تحضير الشريحة تترك ليتبخر المذيب ثم تخضع للمعالجة الحرارية

[23] . هذه الطريقة تنتج الشرائح المستخدمة في مجال الإلكترونيك [24]

[27] .

[26 25]



(9) () - هلام - مخطط: (3 . II)

إجائيات هذه التي في:

-

-

هذه [28]

II . 3 . 2 . الطرق الفيزيائية : هذه ومختلفة :

II . 3 . 2 . 1 . الترسيب الفيزيائي للأبخرة (PVD) (Physical vapor deposition) :

أ - التبخير في الفراغ : هذه

تبخير

هذه

من الهواء [29]

ترسب

والتي

بحيث تختلف

إلكترونات 5 KeV إلى 10 KeV بحيث الأولى

الترسيب

[30] كما هو موضح في شكل (II . 4) ه هذه :

التي

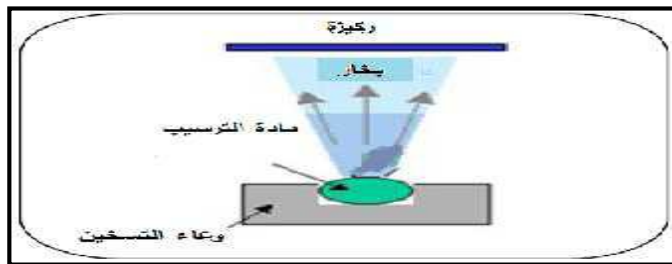
للتبخير .

[32 31] .

في

التبخير

الصغيرة



(II . 4) : مخطط التبخير في [33]

الطبقات الرقيقة و طرق الترسيب

ب - الرش المهبطي : في هذه

() في

ه شحني ه في

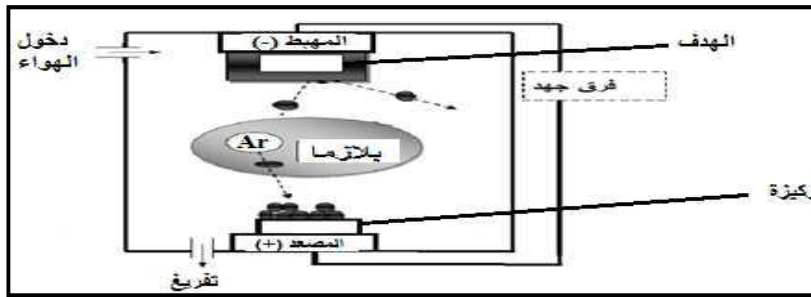
كبيرة () بحيث الكاثود الهدف [34 35]

تأثير في

ثاني بحيث [36]

كما هو موضح في (5 . II) . ايجابيات هذه ه الترسيب عيوبها في

للتكيب إلى الترسيب.



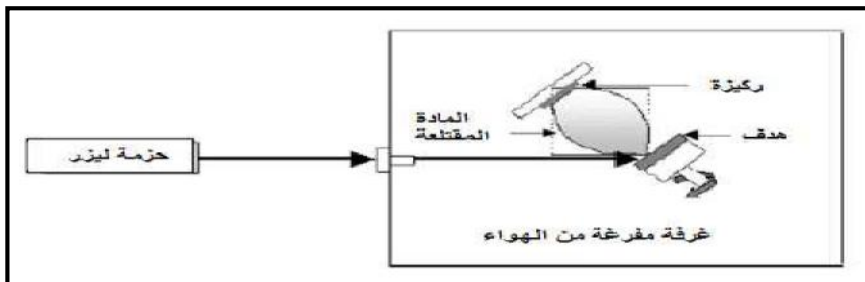
[37] : مخطط (5 . II)

ج - الاقتلاع بالليزر: هي في ه كبير

() بحيث لهدف

لهدف التي ستترسب

لهدف [38] كما هو موضح في شكل شكل (6 . II).



[38] شكل (6 . II) : مخطط

الترسيب محايدة والتي
لتوفير [39]. في هذه
إلى عيوبها .
[40] .

II . 3 . 2 . طريقة الرش بالموجات فوق الصوتية:

هذه

التردد (40 KHZ) و هذا بهدف
إلى صغيرة
بحيث $40 \mu m$ في ندود ()
[10] بحيث هذه في الهواء ([11])
في [12] .

:

(محلول البداية (المصدر) :

(في)
وكيومتريّة محددة [13] يجب في محلول
صغيرة من حمض حمض النيتريك التحضير
بحيث هـ
[12] .

(ب) توليد القطرات (النقل) :

في

يحدد بتركيز التي ينتجها [13] .

ج) التفاعل الكيميائي على الركيزة (الترسيب) :

تقترب (200 °C - 400 °C) يتشكل بخار حول

للقطيريات

و بالتالي

هـ للقطيريات

[15].

ثم

للقطيريات

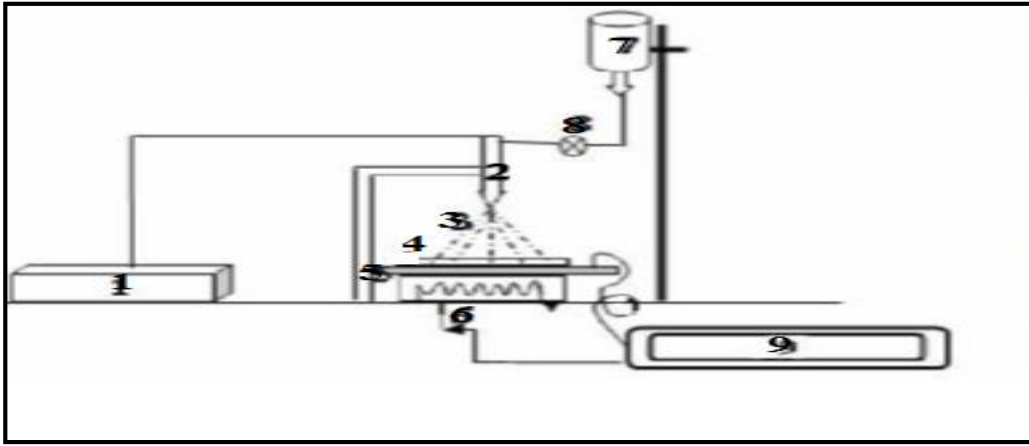
هـ

يحدث

إلى

موضح في شكل (7 . II) .

مخطط.



[9].

(7 . II) : مخطط

عناصر مخطط التقنية :

جدول (1 . II) : جدول يحوي تسميات عناصر الشكل (7. II).

العدد	1	2	3	4	5	6	7	8	9
مكونات المنظومة	مولد فوق صوتي	مرذاذ (البخاخ)	زذاذ ناتج	قاعدة	حامل القاعدة	مقاومة	قارورة تحمل السائل	مراقب التدفق	منظم درجة حرارة

التحريبي في هذا المجال :

- طيرات .

- في القطيرات.

- صغيرة .

- [16].

هذه هـ نحو في

للسريحة.

II . 4 . آليات تشكل الطبقات الرقيقة : تعد البنية المجهرية للطبقات الرقيقة حساسة للغاية للخصائص الفيزيائية

والكيميائية للمادة المعنية خلال نموها وكذلك الشروط الفيزيائية لترسيب في كل مرحلة من مراحل تطور الطبقة الرقيقة بحيث تخضع

بمجل طرق تركيب الطبقات الرقيقة إلى ثلاث المراحل وهي:

• (... الخ) .

• نقل هذه المواد المرسبة (إلى الركيزة.

• يتم تكثيف هذه المواد المرسبة على الرك

على هذه الركيزة بحيث تتشكل الطبقة الرقيقة حسب المعايير الترموديناميكية للتوضع و حالة سطح الزجاج

يحدث في هذه الخطوة الأخيرة المراحل ثلاث الآتية وهي: [41].

التنويه (مرحلة توضع الذرات): في هذه المرحلة يظهر على الواجهة العلوية للزجاج تجمعات عناصر صغيرة من المادة المترسبة

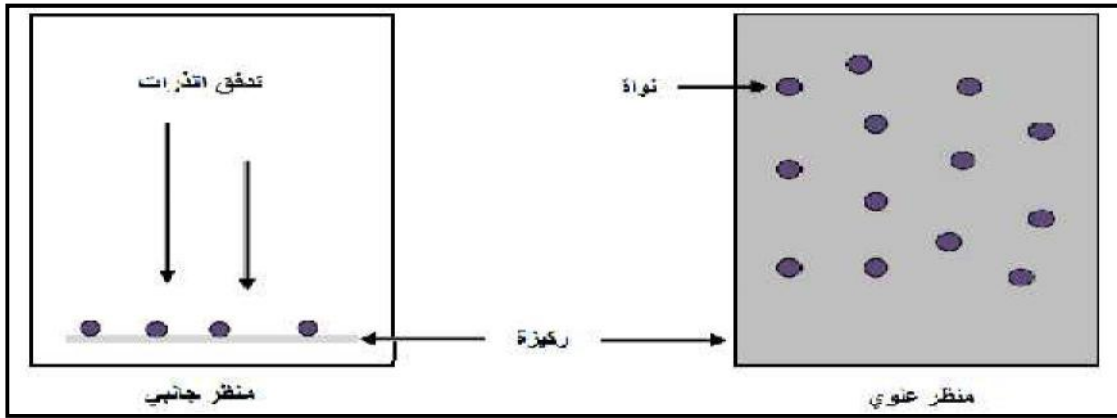
. ترافق هذه الظاهرة التغيرات التي تطرأ على حالة المادة و تتمثل هذه التغيرات في نقطة التحول التي تطور حالة المادة إلى بنية

. تحول هذه المواد إلى رذاذ وترش على سطح الركيزة ويتم تكثيفها فيزيائيا من قبل سطح الركيزة بحيث

الطبقات الرقيقة و طرق الترسيب

ماعل ذرات هذه المادة مع الركيزة وتشكل ما يعرف باسم المجموعات او نوى وتسمى أيضا بالأنوية المنشأة [42]

موضح في الشكل (8.11).

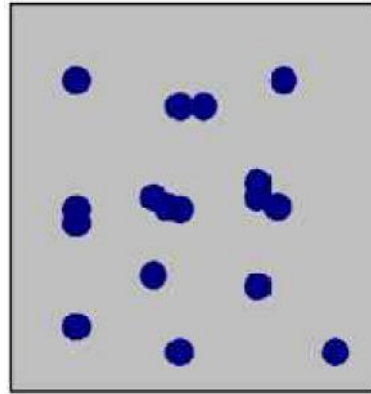


(8 . 11) : مخطط شريحة [43]

التجمع (الالتحام): في وتقترب تدريجيا

بحيث تتميز هذه المرحلة بالتحام المجموعات فيما بينها لتشكيل طبقة تغطي تدريجيا الركيزة و يوضح

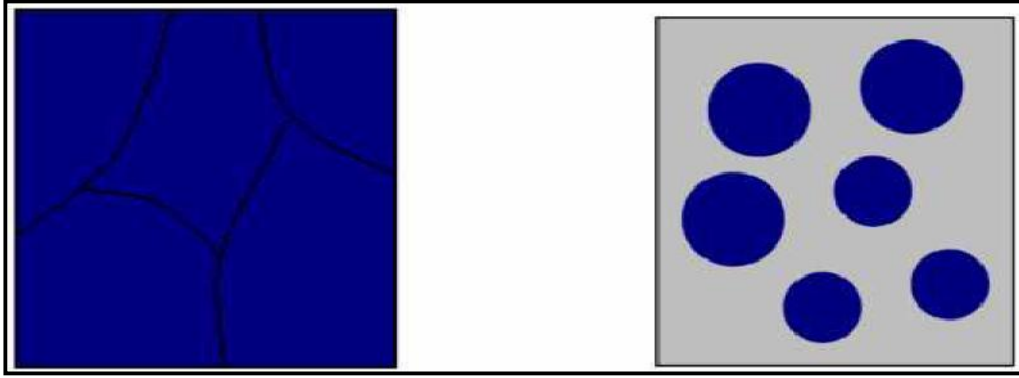
(9.11) هذه المرحلة [44].



(9 . 11) : مخطط () [43]

النمو: هي الأخيرة في اقترابها

الشريحة بحدود [44] كما هو موضح في (10 . 11) :



(10 . II) : مخطط نمو [43] .

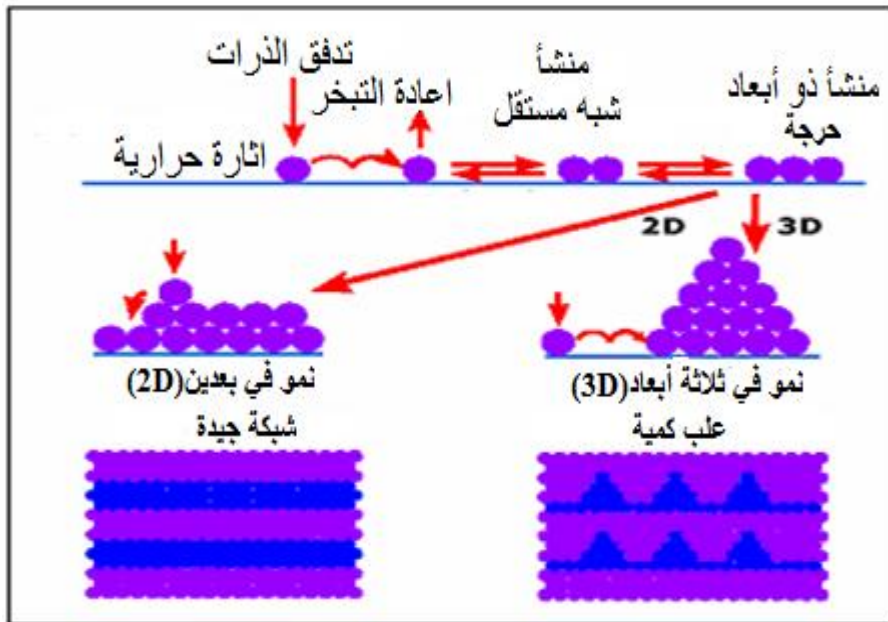
فقد لوحظ تجريبيا ظهور ثلاثة أنماط لنمو الطبقات الرقيقة وهي: نمط نمو ثنائي الأبعاد (2D) في هذا النمط يت

(Frank-Van der Merwe) ثم يليه نمط نمو ثلاثي

(3D) و فيه تنمو الطبقات الرقيقة عموديا على سطح ركيزة على شكل مجموعات و يسمى نمط (Weber-

Volmer) و أخيرا نمط المختلط و يسمى عادة نم (Stranski-Krastanov)

هذه الأنماط في الشكل (11 . II) [45].



الشكل (10- II) : مخطط نمو أنماط نمو [44] .

خلاصة :

في هـ الفصل درسنا الشرائح الرقيقة من حيث مفهومه و مختلف طرق ترسيبها ، كذلك آليات نموها بحيث توضح لنا من خلال هـ العمل أن طرق التوضع عديدة و مختلفة اختلافا جوهريا لكن لا يمكن تفضيل طريقة عن الأخرى بحيث كل منها تملك إيجابيات و سلبيات و كل منها مناسبة دون غيرها لترسيب شرائح بميزات معينة ، كذلك يرجع استـ هذه الطرق إلى إمكانية توفيرها و توفير شروط مناسبة لعملها و عليه سوف نتطرق الى توضيح المزيد من التفاصيل في حصول على اغشية رقيقة بتقنية الرش الكيميائي الحراري في الفصل التالي.

الفصل الثاني مراجع

- [1] J. I. Ponkove, (1971), "Optical Processes in Semiconductors" 1sted, Prentice-Hall, Inc, New JERSEY , pp. (34-36).
- [2] K.L.,Chopra,.S,Major and D.K.pandya(1983), "Transparent Conductors Astatus Review" " Thin Solid Films" , Vol (1),(102)p.
- [3] A.MOUSTAGHFIR , " laboration et caractérisation de couches minces d'oxyde de zinc", université BLAISE PASCAL, p19, (novembre 2004).
- [4] F. J. YUSTA, M. L. HITCHMAN and S. H. SHAMLIAN, "CVD preparation and characterization of tin dioxide films for electro-chemical applications" , J. Mater. Chem., vol7, p1421, (1997).
- [5] A. Rahal, Elaboration des verres conducteurs par déposition de ZnO sur des verres ordinaires. Université d'El oued. 2013.
- [6] L.I. Popova, M.G. MICHAILOV, V.K. GUEORGUIEV, A. SHOPOV, "Structure and Morphology of thin SnO₂ Thin Solid Films", Elsevier . Vol 186, p259-262(1990).
- [7] <http://spparks.sandia.gov/pictures.html>.
- [8] C. H. LEE, L. Y. LIN,"Characteristics of spray pyrolytic ZnO thin films", Thin Solid films, App. Surf .Sci. 92, p163-166, (1996).
- [9] S . MENAKH ," Contribution à l'Etude des Propriétés de Films ZnO , thème de magister , université de Constantine , (2010).
- [10] I. W. LENGGORO, Y. C. KANG, T. KOMIYA, K. OKUYAMA and N. TOHGE, "Formation of Submicron Copper Sulfide Particles Using Spray Pyrolysis Method" , J. Appl. Phys, vol37, p L288-L290 , (1998).
- [11] D . VAUFREY ,"Réalisation d'OLED à émission par la surface: Optimisation de structures ITO /semiconducteurs organiques ,Thèse de doctorat", UMR CNRS 5512 , (2003).
- [12] C. MAZON, J. Muci, A. Sa-Neto, A. Ortiz-Conde, "Spray pyrolysis of ZnO thin films for photovoltaic applications : effect of gas flow rate and solute concentration", Photovoltaic Specialists Conference, vol2, p1156 – 1161, (1991).
- [13] K. OKUYAMA, W. LENGGORRO,"Preparation of nanoparticles via spray route", Chemical Engineering Science, vol 58, p537-547, (2003).

-
- [14] R. SCHROEDER, "Photovoltaic Cells Based on Ionically Self-Assembled Nanostructures", Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg (2001).
- [15] B. COREA-LOZANO, CH. COMNINELLIS, A. BATTISTA, "Preparation of SnO₂ - Sb₂O₅ films by the spray pyrolysis technique", Journal of applied electrochemistry, vol 26, p 83-89, (1996).
- [16] M. KHAMMAR, "Etude d'un Jet en Spray d'une Solution Chimique sur un Substrat Chaud Destiné à l'Elaboration des Couches Minces", thème de magister, université de Constantine, (2010).
- [17] H. J. MATHIEU, E. BERGMANN, "Traité des matériaux 4 Analyse et Technologie des surfaces", Presses polytechniques et universitaires romandes. Lausanne 1ère édition, (2003).
- [18] A. HAFDALLAH, "Etude du Dopage des Couches Minces de ZnO Elaborées par Spray Ultr-asonique", thème de magister, université de Constantine, (2007).
- [19] J. GAMIER, "Elaboration de Couches Minces d'Oxydes Transparents et Conducteurs par Spray CVD Assisté par Radiation Infrarouge pour Applications Photovoltaïques", thèse de doctorat, l'Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers, (2009).
- [20] L. BOMNSTEIN, "Semiconductor quantum structures", Subvolume C; optical properties part3, Vol 34, springer, (2004).
- [21] El. H. CHAREF, "Détermination des Caractéristiques Optiques des Couches Minces du ZnO Elaborées par Spray Ultrasonique", CENTRE UNIVERSITAIRE D'EL-OUED, (2012).
- [22] H. YANAGI, T. HASE, S. IBUKI, K. UEDA and H. HOSONO, Bipolarity in electrical conduction of transparent oxide semiconductor CuInO₂ with delafossite structure, Appl. Phys. Lett, American Institute of Physics, vol 78, pp 1583–1585, (Mar. 2001).
- [23] K. DAOUDI, "élaboration et caractérisation de films minces d'oxyde d'indium dopé a l'et ain obtenus par voie sol-gel Potentialité pour la réalisation d'électrodes sur silicium poreux", Thèse de doctorat, Université Claude Bernard, Lyon1, (2003).
- [24] D. B. WOLFE, J. C. LOVE, K. E. PAUL, M. L. CHABINYC and G. M. WHITESIDES, "Fabrication of palladium-based microelectronic devices by microcontact printing", Appl. Phys. Lett, American Institute of Physics, NUMBER 12, vol 80, (2002).
- [25] J.P. BOILOT, "Les photons dans tous leurs états Des hybrides organo-minéraux pour l'optique", Images de la Physique, Presse Universitaire de France, (1998).
- [26] V. ALAIN, L. VENDELON, K. LAHLIL, J-P. BOILOT, Y. LEVY, "Novel photorefractive sol-gel materials", Optical Materials, vol. 9, p 265-270, (January, 1998).

-
- [27] J. ZHANG, B. Li, Z. WANG, G. CHENG, S. DONG, "Functionalized inorganicorganic composite material derivated by sol-gel for construction of mediated amperometric hydrogen peroxide biosensor", *Analytica Chemica Acta*, vol388, N 1, pp71-78, (3 May 1999).
- [28] H. BENELMADJAT , "*Elaboration et Caractérisation de Matériaux Cristallins ou Amorphes Pures et Dopés*", thèse de doctorat , université de Constantine , (2011).
- [29] D. TAINOFF" *Influence des Défauts sur les Propriétés Optiques et Electroniques de Nanoparticules de ZnO*"thèse de doctorat, université de Claude Bernard-Lyon 1, (2009).
- [30] A. BENZAGOUTA , "*Effet de la stoechiométrie sur les propriétés structurales , dynamiques et électroniques des systèmes Si-C , étude par la dynamique moléculaire*", Thèse de doctorat Université de Constantine , (2004).
- [31] J. J. BESSOT, S. AUDISIO, "*Techniques de l'ingénieur*", traitement de surface M5, 4, p1655-1660, (1989).
- [32] D. DIJKKAMP, T. VENKATESAN, X.D. WU, S.A. SHAHEEN, N. JISRAWI, Y.H. MIN LEE, W.L. MCLEAN and M. CROFT, "*Preparation of Y-Ba-Cu oxide superconductor thin films using pulsed laser evaporation from high Tc bulk material*", *Appl. Phys.Lett*, vol51, p 619 , (1987).
- [33] F. YNINEB, "*Contribution à l'élaboration de couches minces d'Oxydes Transparents Conducteurs (TCO)* ", UNIVERSITE MENTOURI CONSTANTINE, (2010).
- [34] B . J . Lokhande , P.S PATIL, M.D UPLANE, "*Deposition of highly oriented ZnO films by spray pyrolysis and their structural, optical and electrical characterization*", *Materials Letters* , vol57, p573-579, (2002).
- [35] P. ROCA, "*Science des matériaux et techniques du reacteur dans le depot par procede plasma rf de photopiles et d'autres dispositifs en silicium amorphe hydrogene*", Thèse de Doctorat, Paris 7, (1988).
- [36] Y-M. JIANG , "*Pulvérisation cathodique assistée par ordinateur*", Université de Paris-Sud , Thèse de Doctorat, (1992).
- [37] عبيد سعدية , دراسة ثلاثية الابعاد للمقادير الكهربائية في جهاز الرش المهبطي المغنطروني باستعمال طريقة الحجوم المنتهية .
2012,
- [38] F .KHENATCHA, "*Étude des couches minces du trioxyde de bismuth Bi2O3 élaborées par la technique de pulvérisation chimique*", Ecole Normale Supérieure de l'Enseignement Technologique d'Oran, (2011).
- [39] S. TRICOT, "*Comparaison des procédés d'ablation par faisceau laser et par faisceau d'électrons pour la croissance de couches minces*", Thèse de Doctorat, université d'orléans , (2008).

[40] O. DARAFED, "*Elaboration et Caractérisation des Couches Minces de Sulfure de Zinc Préparées par Spray Ultrasonique*", thème de magister, université de Constantine .

[41] I. Guesmi, Dépôt de couches minces de cuivre sur substrats polymère de formes complexes par pulvérisation cathodique magnétron avec ionisation de la vapeur, thèse de doctorat, Université Paris Sud – XI.

[42] A. Rahal, Elaboration des verres conducteurs par déposition de ZnO sur des verres ordinaires. Université d'El oued. 2013.

[43] O. DARANFAD , "*élaboration et caractérisation des couches minces de sulfure de zinc préparées par spray ultrasonique*", Mémoire de magister, Université de Constantine , p 14-24 , (2010).

[44] A. RAHAL, "*Elaboration des verres conducteurs par déposition de ZnO sur des verres ordinaires*", Memoire de Magiter , UNIVERSITE D'ELOUED, (2013).

[45] M. Guth, Propriétés de transport de jonction tunnels magnétique utilisant un composé II-VI de ZnS Comme barrière tunnel, thèse de doctorat, Université Louis Pasteur de Strasbourg, 2003.

[46]S. Menakh, Contribution à l'Etude des Propriétés de Films ZnO, thème de magister, université de Constantine, 2010.

المعاينة التركيب التجريبي

III . طرق المعاينة و التركيب التجريبي

تمهيد :

تضمن هذا الفصل وصفاً لطريقة الرش الكيميائي الحراري المستعملة في تحضير اغشية أكسيد الزنك النقي و المطعم بتركيز مختلفة ابتداء من وصف المنظومة الى ذكر المراحل التي مرت بها عملية الحصول على غشاء ذي مواصفات جيدة وكذلك تم التطرق للأجهزة المستعملة () في عملية فحص وتشخيص هذه الأغشية ،تكن أهمية تقنيات تحليل الطبقات الرقيقة في تحديد خصائص المواد و معرفة العديد من الثوابت المميزة لها، و لهذا سوف ن : التقنيات المستخدمة في عملنا لتوصيف طبقات رقيقة مكونة من أكسيد الزنك المرسبة بتقنية الرش الكيميائي الحراري المستخدمة في هذه الدراسة .

III.1 . منظومة الترسيب بالرش الكيميائي الحراري :

III.1.1 . التركيب التجريبي: تم تحضير التركيب التجريبي في الشكل (III.1) بجامعة الوادي في مختبر

(valorisation et technologie de ressources sahariennes)

(VTRS) حيث انجز هذا التركيب من عناصر بسيطة أدخلت عل

بالتالي نضمن منح الر



الشكل (III.1) : منظومة الترسيب بالرش الكيميائي الحراري.

موضحة في جدول (1.III):

(1.III) : يحوي (1.III) .

العدد	مكونات المنظومة
1	
2	ضاغط الهواء
3	()
4	
5	
6	
7	غرفة الترسيب (رش الانحلال الحراري محلية الصنع)

2.1.III . دور عناصر التركيب التجريبي :

1. حامل الركيزة: (08cm)

وحدة تحكم في درجة الحرارة التي يتصل بها .

2. خزان المحلول : يعتبر منبع للتدفق المنخفض للمحلول () .

3. ضاغط الهواء: هذا يحول محلول الى رذا . جدا متطاير بحيث (5 μm) .

2.III . **تقنيات تحليل الخصائص الضوئية لطبقات الرقيقة:** تسمح الأساليب الضوئية بوصف عدد

كبير من الثوابت المميزة للطبقة الرقيقة. وتمتاز الطرق الضوئية على الأساليب الكهربائية لكونها غير متلفة وحساسة، و لهذا تم

طرق المعاينة و التركيب التجريبي

اختيار الأساليب التي تعمل على تحليل الخصائص الضوئية للطبقات الرقيقة منها قياسات النفاذية والانعكاس، بحيث تسمح هذه القياسات الطيفية بتحديد الفاصل الطاقى ، معامل الانكسار، سمك الطبقة الرقيقة .

III.1.2. التحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية (UV):

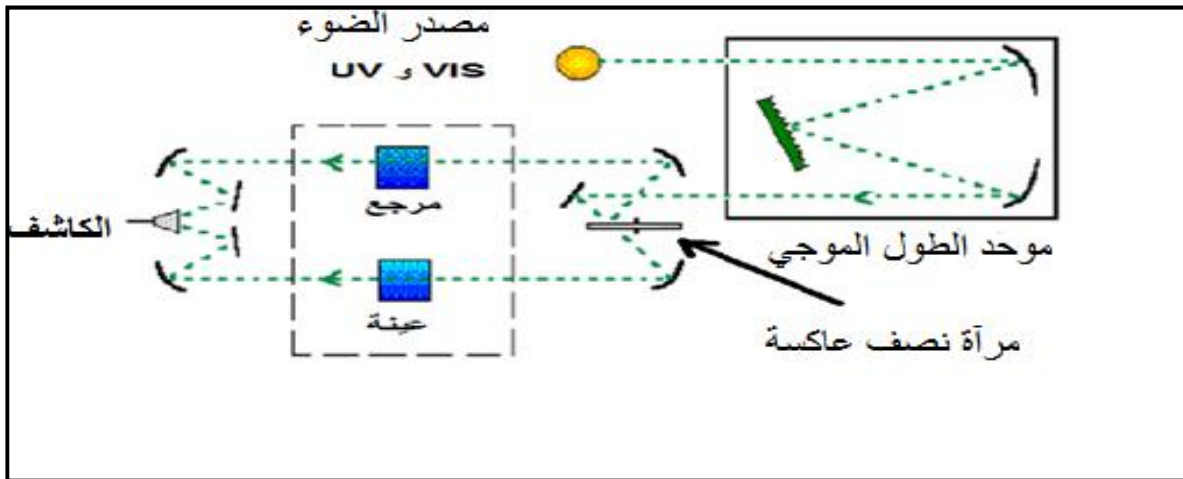
اسة الخصائص البصرية مثل الامتصاص

والنفاذية الضوئية و تقدير فجوة الطاقة و سمك الشرائح للطبقة الرقيقة نستخدم تقنية قياس الطيف الضوئي في مجال الأشعة فوق البنفسجية وفي المجال المرئي ، بحيث تعتبر تقنية لتحديد الخصائص الضوئية يعتمد مبدأ هذه التقنية على تفاعل الضوء مع عبر . ن الطاقة الممتصة للضوء في نطاق الأشعة فوق

بنفسجية و المرئية تسبب اضطرابات في البنية الإلكترونية للطبقة الرقيقة مما ينتج عنها انتقال للإلكترونات من مستوي طاقي أقل إلى مستوي طاقي أعلى حيث تقع هذه التحولات الإلكترونية في المجال المرئي (350 - 800) nm الأشعة فوق البنفسجية في المجال بين (200 - 350) nm [3-1]. ولتحقيق هذه الدراسة استخدمنا الاجهزة المتوفرة في المختبر جهاز

Shimadzu 1800 (التنغستن -الديوتيريوم)

كما هو موضح في الشكل(III.2). ومن خلال نتائج التحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية المرئية للطبقة الرقيقة تمكنا من رسم المنحنيات التي تمثل تغيرات النفاذية بدلالة الطول الموجي في مجال الأشعة فوق البنفسجية والمرئي حيث يكمن استثمار هذه المنحنيات لحساب سمك الطبقات الرقيقة وكذلك الخصائص الضوئية منها: (Eg)

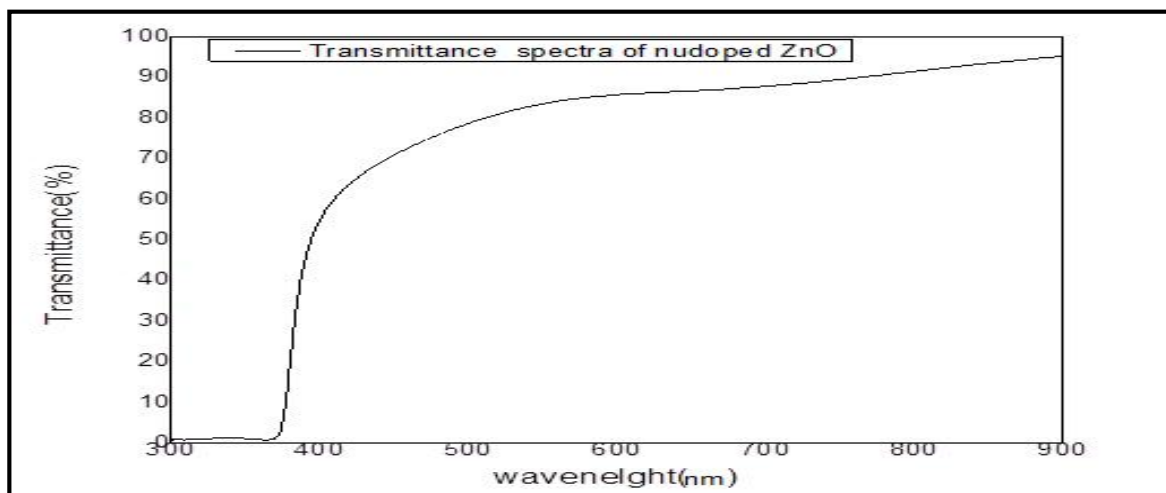


الشكل(III.2): يوضح التمثيل التخطيطي لتحليل الطيفي في المجال فوق البنفسجي والمرئي[4].

بحيث تمر حزمة الضوء الناتجة عبر موحد للطول الموجي وهذا من أجل تحديد الطول الموجي ، بعد عملية معالجة الموجة بموحد الطول الموجي تنتج حزمة فوتونات في كل مرة لها طول موجي معين فتوجه هذه الحزمة نحو مرآة نصف عاكسة لتقسم حزمة

طرق المعاينة و التركيب التجريبي

الفوتونات إلى حزمتين واحدة تمر عبر العينة (زجاج مرسب عليه شريحة) والأخرى تمر عبر عينة مرجعية يكون عادة من (يستخدم الزجاج لأنه لا يمتص الضوء في المجال الطيفي)، بعد ذلك توجه الحزمتان نحو الكاشف لمقارنة النتائج ورسمها كما هو مبين في الشكل (3.III) التالي [5 6]. حيث يعطي المنحنى الناتج تغيرات طيف النفا.



الشكل(3.III): طيف النفاذية لأكسيد الزنك الغير مطعم بدلالة الطول الموجي ().

يعطي هذا المنحنى تغيرات النفاذية لطبقة رقيقة من أكسيد الزنك المرسب بتقنية الرش الكيميائي الحراري تبعا لتغيرات الطول الموجي، حيث نميز في هذا المنحنى مجالين أساسيين:

*المجال الأول: الرقيقة من أكسيد الزنك أي في المدى التي تكون فيه الأطوال

النفاذية تتناقص الى ان تنعدم تقريبا عند طول الموجة(378.4nm =) الذي (400 nm)

يتوافق مع الفاصل الطاقي لشريحة أكسيد الزنك ويفسر ذلك بأن كل الفوتونات لديها طاقة أكبر من الفاصل الطاقي بمعنى أن طول الموجة لها أقل من 378.4 nm وبالتالي تمتص بدلا من أن تنفذ.

*المجال الثاني: ويمتد هذا المجال (400- 900) nm في وتتميز هذه المنطقة

بسبب انعكاسات متعددة في افلام أكسيد التي تستغل في تحديد سمك

طبقات المترسبة وقرينة انكسارها.

2.2.III . تحديد معامل الامتصاص () :

يمكننا طيف النفاذية من تحديد معامل الامتصاص وكذلك معامل الإخماد K للطبقات الرقيقة و ذلك باستخدام علاقة

Bouguer-Lambert-Beer و الذي يعطى كآلاتي [6].

$$T = \exp(-\alpha \cdot d) \quad (1.III)$$

:

d: سمك الطبقة الرقيقة.

في (T %) هـ يعني أن معامل الامتصاص ينتج كل:

$$\alpha (cm^{-1}) = \frac{1}{d} \ln \left(\frac{100}{T(\%)} \right) \quad (2.III)$$

أما معامل الإخماد يعطى بالعلاقة:

$$k = \frac{\alpha \lambda}{4\pi} \quad (3.III)$$

هذه () الوجوه : هـ هـ وأخيرا

[7] ، هـ يعني سمك d

3. 2.III . تحديد الفاصل الطاقي (E_g) :

في مجال امتصاص عالي أين (> 10⁻⁴ cm⁻¹) إلى وجود فاصل طاقي مباشر كما في الأكاسيد شفافة الناقلة، فإن العلاقة

التي تربط بين معامل الامتصاص اصل الطاقي E_g يعطى بالعلاق [9،8] كالأتي:

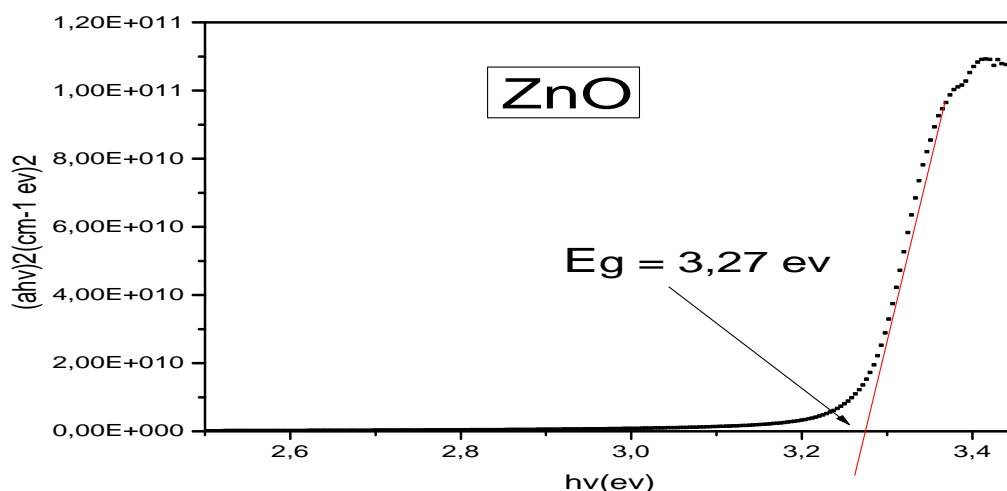
$$(\alpha h\nu)^2 = B(h\nu - E_g) \quad (4.III)$$

: E_g : B :

إن معرفة سمك طبقة الرقيقة d يمكننا من تحديد معامل الامتصاص من أجل كل قيمة من النفاذية التي تتوافق مع طاقة

(h) عن طريق مسح كل مجال طاقة يتم رسم (h)² (h) [10] في

(4.III).



(4.III): منحنى يمثل تحديد الفاصل الطاقي لأكسيد الزنك من خلال تغيرات $(h\nu)^2$

وفقا لتغيرات الطاقة $(h\nu)$.

تكمن أهمية التمثيل البياني ل $(h\nu)^2$ بدلالة طاقة الفوتون الموضح في الشكل (4.III) في تحديد الفاصل الطاقي للطبقة الرقيقة يتم ذلك بأخذ الجزء الخطي من هذا البيان و رسم المماس في هذا المجال حيث تقاطع مماس هذا المنحنى مع محور الطاقة $(h\nu = 0)$

الطاقي E_g (2)

والقيمة فجوة الطاقة التي تم الحصول عليها لأكسيد الزنك النقي من هذا العمل في حدود $E_g = 3.27\text{eV}$.

4.2.III تحديد طاقة أورباخ (E_u):

Urbach من الثوابت المهمة التي تميز الخصائص البصرية و البنيوية للطبقة الرقيقة و بموجب قانونه فإن العلاقة التي

Urbach ومعامل الامتصاص يعبر عليها بالعلاقة [11] :

$$\alpha = \alpha_0 \exp\left(\frac{h\nu}{E_{00}}\right) \quad (5.III)$$

: α_0

: E_{00} : باخ . h : v

Ln $h\nu$ وبالتالي يمكن تحديده من طاقة أورباخ E_{00} [12] :

$$\ln \alpha = \ln \alpha_0 + \left(\frac{h\nu}{E_{00}}\right) \quad (6.III)$$

المنحنى $\frac{1}{E_{00}}$. سنتطرق إليها بالتفصيل في الفصل التالي هـ

III. 3. قياس السمك و قرينة الانكسار للطبقة الرقيقة لأكسيد الزنك : من اجل حساب سمك

الأغشية الرقيقة المحطرة لأكسيد الزنك الغير مشوب و المشوب ، استخدمنا برنامج (Hebal Optic) على

جهاز الكمبيوتر ، الذي يوفر لنا حجم من سمك مباشرة .

III. 4. التحليل الطيفي للأشعة تحت حمراء (FT-IR) : تكفي طاقة الاشعاع تحت الحمراء

cm^{-1} (20 - 14000) لاجداث اثاره الكترونية في معظم المواد ، الا انها كافية لاجداث اهتزازات و امتطاط و انثناء في الروابط

بجيث جميع انواع الروابط تستجيب لهذا المقدار من الطاقة لتحداث فيها اهتزازات من هذا القبيل ، لذلك تمتص في المنطقة تحت

الحمراء بشرط ان يؤدي الامتصاص الى التغير في العزم القطبي ، هذه الاهتزازات مكممة وحدوثها يعني ان المركب يمتص الاشعة

تحت الحمراء في جزء معين من الطيف ، حيث ينقسم مجال الاشعة تحت الحمراء الى ثلاث مناطق [13]:

- cm^{-1} (4000 - 14000) .

- cm^{-1} (650 - 4000) .

- cm^{-1} (20 - 650) .

III. 4. 1. مبدا عمل مطياف الاشعة تحت الحمراء (IR): يفيد مطياف الأشعة تحت الحمراء في التعرف على المجاميع

الفعالة في المركبات الكيميائية ، كما يمكن بواسطته التعرف على المركبات المختلفة ، وذلك لأن كل مركب له بصمة خاصة به.

رّة (III. 5)



[13](FT-IR)

الشكل (III. 5):

طرق المعاينة و التركيب التجريبي

لكي يكون الجزيء فعال في مطيافية الأشعة تحت الحمراء ، بمعنى أن يكون له طيفاً في هذه المنطقة من أطوال الموجة ، يجب أن . مد تسليط الأشعة تحت الحمراء على الجزيء يحدث تداخل بين المجال الكهربائي للأشعة تحت

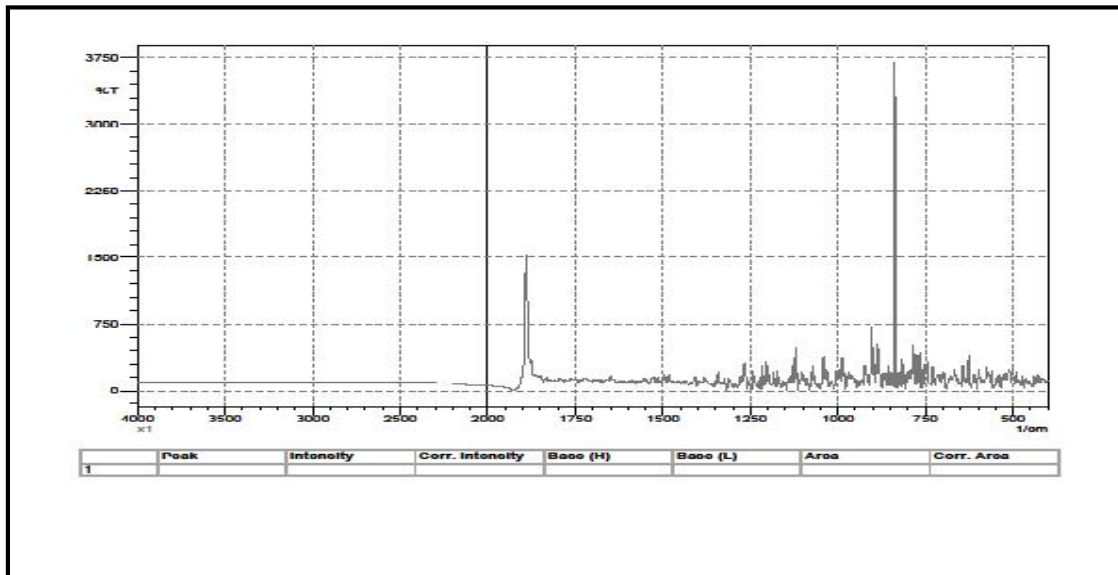
لحمراء مع المجال الكهربائي المتولد عن عزم ثنائي قطب. وعند توافق تردد المجال الـ

المجال في الجزيء ، فإن الجزيء يمتص هذا الشعاع. عندئذ يحدث امتصاص الجزيء للطاقة ينقله من مستوى اهتزازي واطء

إلى مستوى اهتزازي أعلى. عبر العينة

بجعل هذه الإشارة رقمية ، ثم يتم حساب تحويل فورييه (FTR)

البيانات على جهاز يرسمها على ورق بياني تمثل صورة طيف الأشعة تحت [13] كما هو مبين في (6.III) .



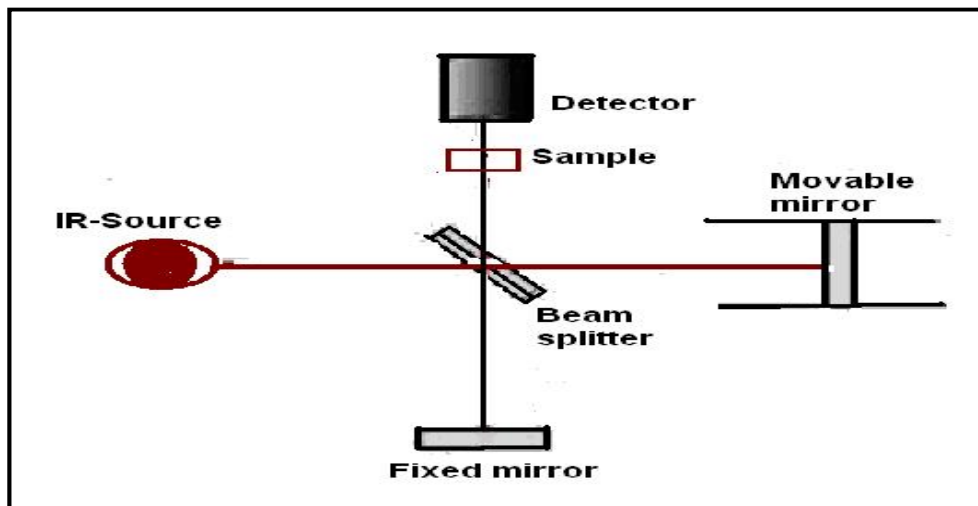
. () : (6 . III)

$(4000-400) \text{ cm}^{-1}$. تقسم الحزمة الضوئية الى نصفين.

الى العينة . توجيه الاشعة الى العينة المرجع و الاخرى توجه الى العينة المدروسة يقوم الكاشف

. بحيث يستعمل جهاز المطيافية تحت الحمراء

من اجل الحصول على الطيف الخاص بالعينة المدروسة، مخطط مبدا عملا : (7 . III)



(III . 7) : مخطط مطيافية الاشعة تحت الحمراء و التحكم في الطول الموجي [13] .

عندما تمتص جزيئات المادة الأشعة تحت الحمراء ، فيحدث اثاره الروابط لجزيئات المادة نتيجة لهذه الطاقة الممتصة ، وهذه الاثارة تكون في صورة اهتزاز لبلور هذه المادة أي يحدث انتقال اهتزازي للذرات بالنسبة لبعضها البعض في الجزيء ، مما يؤدي الى تغير دوري في طول الروابط الكيميائية ، أو تغير في الزوايا بين الروابط الكيميائية في الجزيء ، وقد تنتج كل حركة اهتزازية من حركة ذرتين أو مجموعة من الذرات .

1.

2.

3. الشكل الهندسي للذرات في الجزيء

وينتقل الجزيء من مستوى الطاقة الاهتزازي الأدنى الى مستويات الطاقة الاهتزازية الاعلى ، وبذلك نقول: لقد تم حدوث حركة . وعادة تقاس هذه المنطقة من الطيف بوحدات العدد الموجي و هو

مقلوب الطول الموجي و يعبر عن أماكن امتصاص IR cm^{-1} وهذه الوحدات تتناسب طرديا مع طاقة التذبذب .

ونتيجة لحركة الذرات ، وتذبذبها في الجزيء ، واختلاف كتلة الذرات المعينة وقوة الروابط بينها فان درجة ترددات التذبذب تختلف

من جزيء الى آخر معطية ما يعرف بالبصمة للجزيء ، والتي تميز كل جزيء عن الآخر بمعنى أن كل جزيء له بصمة خاص به.

كما أن هناك تذبذبات أخرى تتوقف على نوع المجاميع الفعالة في الجزيء . ان اغلب التحليلات الطيفية تجرى في المنطقة تحت

الحمراء الوسطى من cm^{-1} (200 - 4000) حيث ان هذه المنطقة تحدث فيها اغلب الاهتزازات الجزيئية، و الباحث يجد

III.2.4 . الحركات الإهتزازية:لنعتبر لدينا جزيء ثنائي الذرات مكون من ذرتين، كتلة أحدهما m_1 m_2

هذا النظام في حركة اهتزازية ، وفي عدم وجود احتكاك فانه سوف يقوم بحركة توافقية بسيطة حول موضع الاتزان و يكون اقصى

نهايتي الحركة هما موضع منقبض و موضع ممتوط ، طبقا (III.7) يمكن حساب التردد [14] :

$$\bar{\nu} = \frac{1}{2\pi C} \sqrt{\frac{K}{\mu}} \quad (III.7)$$

($\bar{\nu}$) :

K : القوة الرابطة للزنبرك، أو ثابت القوة ال

μ : $\mu = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$)

K= 5X10⁵ dyne/cm of single bond ()

K = 10X10⁵ dyne/cm of double bond ()

K= 15X10⁵ dyne/cm of triple bond ()

ايضاً

μ K ثابتين بالنسبة لأي ج

ثابتاً.	للإشعاع	التردد	دائماً	بين.
•	(K)	متز $\bar{\nu}$	($\bar{\nu}$ K)	•
•	μ	$\bar{\nu}$	($\bar{\nu}$ μ)	•
•	IR	المجموعات الوظيفية (تساهمية) في		

خلاصة : هذا

(Hebal Optic) لايجاد السمك و

مراجع الفصل الثالث

- [1] H. Villavicencio Garcia, M. Hernandez Vélez, O. Sanchez Garrido, J. M. Martinez Duart, J. Jiménez, " CdS doped-MOR type zeolite characterization" ,Solid State Electronics, Vol. 43,N.6, p. 1171-1175, 1999.
- [2] M. Maâche , Dépôt et Caractérisation de Couches Minces de ZnO par Spray Pyrolyse », thèse de doctorat, Université de Biskra, 2005.
- [3] G. Huertas, Etude de Nouveaux Matériaux D'électrode Positive et d'électrolyte Solide Vitreux Sous Forme de Couches minces pour des Couches Minces Microbatteries au Lithium, Thèse de doctorat, université de Bordeaux, 2006.
- [4]F. HADJERSI , "Investigation des propriétés structurales, optiques et électriques des films ITO élaborés par pulvérisation cathodique RF; Effet du recuit" , Université Ferhat Abbas de Sétif, 2011.
- [5] Frank A. Settle, Prentice Hall, Handbook of instrumental techniques for analytical chemistry, U.S.A, 1997.
- [6] R. JURGEN, MEYER-ARENDR, Introduction to Classical and Modern Optics, Fourth edition, Published by Prentice-Hall Inc, 1995.
- [7] **D. MENCARAGLIA**, " *Influence de l'hydrogène sur les propriétés de transport électronique, la densité et la cinétique des états profonds dans le silicium amorphe élaboré par pulvérisation cathodique*", Institut de recherche et développement sur l'énergie photovoltaïque, Thèse de doctorat d'état, parisVI , (1987).
- [8]T. Gungor, H. Tolunay. Drift mobility measurements in a-SiNx:H .Journal of Non-Crystalline Solids.vol 282, 197-202, 2001.
- [9] T. Gungor, H. Tolunay, Effects of Substrate Temperature on Properties of a-SiNx:H Films , J Phys.Vol. 26,p.269 – 275, 2002.
- [10] G.D. Cody, Urbach edge of crystalline and amorphous silicon: a personal review, Journal of Non-Crystalline Solids, vol.141, p. 3-15, 1992.
- [11] **A. RAHAL**, " *Elaboration des verres conducteurs par déposition de ZnO sur des verres ordinaires*" , UNIVERSITE D'ELOUED, (2013).
- [12] A. Taabouch, Contribution à l'étude structurale et microstructurale de films ZnO obtenus par ablation laser, thèse magister Université, Mentouri Constantine, 2010.
- [13] سميحة بضياف - دراسة التركيب الجزيئي لرمال كتبان منطقة ورقلة باستخدام مطيافية الامتصاص ما تحت الأحمر و حيود الأشعة السينية - قاصدي مرباح ورقلة كلية العلوم و التكنولوجيا و علوم المادة قسم علوم المادة - 2012 / 2011
- [14] Francis Rouessac, Annick Rouessac, (2004), ANALYSE CHIMIQUE Méthodes et techniques instrumentales modernes, Dunod, Paris).

تحضير الطبقات الرقيقة و تحديد خصائصها IV

تمهيد :

في هذا الشروط التي لتحضير هذه ميائي الحراري ثم
بالتراكيز إلى (La) في التي تسمح .

IV .1. إختيار المواد الكيميائية لترسيب شرائح (ZnO) الذاتي والمطعم باللانثانوم (La):

IV .1.1. إختيار المواد لتحضير طبقة رقيقة من (ZnO):

يمكن تحضير الطبقات الرقيقة المشكلة من أكسيد الزنك انطلاقا من مركب خلات الزنك ($Zn(CH_3COO)_2$) للقيام بالعمل التجريبي ويتم ذلك من خلال إذابة خلات الزنك في مزيج متساوي من الميثانول والماء المقطر للحصول على محلول بتركيز 0.5 M .

IV .1.2. إختيار مادة التطعيم للطبقة الرقيقة لأكسيد الزنك (ZnO):

كبير (La) (Ga) (Al) في هذا (In) توفيرها ($7H_2O LaCl_3$) المخبر بحيث هذه عن طريق استبدال ذرة الأكسجين (La) تكمن أهمية هذه العملية في تحسين الخصائص الضوئية والكهربائية ويعتبر هذا غير سام وغير

IV. 2. طريقة تحضير الشرائح : تتجسد عملية تحضير الطبقات الرقيقة كسيد الزنك الذاتي والمطعم

تراكيز مختلفة في عدة عوامل نذكر منها شروط التجريبية الملائمة لطريقة تحضير المحلول التقنية المستعملة في ترسيب .

IV. 1.2. الشروط التجريبية لاغشية اكسيد الزنك (ZnO): هذا مجموعة الشروط يجب

هذه الشروط التجريبية هي:

- تثبيت درجة حرارة الركيزة في حدود 375°C .

- في (Zn) $(2\text{H}_2\text{O Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2)$

- في المحلول المستخدم (La) $(7\text{H}_2\text{O LaCl}_3)$

- 0.5 M 2.1951 g

- $(2\text{H}_2\text{O Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2)$ في 20 ml (1 : 1) . ((

- حجم محلول الابتدائي : 20 ml .

- الترسيب يكون ثابت عند 5 .

IV. 2.2. تحضير المحلول: $M0.5$ $m = 2.1951 \text{ g}$

($(2\text{H}_2\text{O Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2)$ في 20 ml (1 : 1))

($(2\text{H}_2\text{O Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2)$) المضافة في تحضير المحلول وفقا للعلاقة التالية:

$$m = MCV \quad (1. \text{IV})$$

M : تمثل الكتلة المولية ل $(2\text{H}_2\text{O Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2)$ وتعطى ب 219.51 g/mol

C : التركيز المولي و يقدر ب 0.5 mol/l

V : حجم المحلول ويعطى ب 20 ml (1) 0.02 .

وفي حالة التطعيم فإنه تم إذابة كميات من مركب ($7H_2O LaCl_3$) = wt(%) (0 إلى 20) في

المحلول المخضر سابقا وتعطى هذه الكميات المضافة تبعا للتغير التراكيز المعطاة في الجدول (1. IV)

(La) : (1. IV)

نحسب $LaCl_3$ (3. IV) [1]:

نتائج الحسابات موضحة في الجدول (1. IV) :

نتحصل على مطعومات في الاغشية انطلاقا من مقادير ($LaCl_3 7H_2O$) يذوب في المحلول تبعا

لشروط المطلوبة في بداية التجربة . (1. IV) التالي يلخص الشروط التجريبية:

(1. IV) : يعرض

La(%)	0	5	10	15	20
La(g)	0	0.03275	0.0655	0.0982	0.131
La Cl ₃ (g)	0	0.0875	0.1751	0.2626	0.3502

IV 3.2. اختيار الركييزة وتحضيرها: يعد اختبار نوعية الركييزة من بين العوامل التي تساهم في نجاح عملية ترسيب المحلول على

بحيث اعتمدنا في دراستنا هذه على استخدام ركائز زجاجية في تحقيق هذه الطبقات . و تم ا

من الركائز بسبب تلاؤم بعض خصائص الزجاج مع أكسيد الزنك ومن بين هذه الخصائص نذكر على سبيل المثال معامل التمدد

الحراري الذي تكمن أهميته في تقليل قيمة الاجهادات بين سطح الركييزة والطبقة الرقيقة [2]. بالإضافة إلى وفرة الزجاج وتكلفته

ما يحافظ على الخصائص الضوئية للطبقة الرقيقة لكونه يمتلك شفافية عالية في المجال المرئي

إذ تعد خطوة التنظيف من المراحل المهمة التي تساعد في عملية

وتتمثل عملية تنظيف الركيزة في الخطوات التالية:

15

- غسل الركيزة في محلول الميثانول وذلك من أجل إزالة آثار الدهون والشوائب
- وأخيرا تجفف الركيزة بواسطة مجفف خاص مع تجنب اللمس المباشر للركيزة لعدم تلويثها.

IV.2.4. تحضير الطبقة الرقيقة لأكسيد الزنك النقي والمطعم باللانثانوم بتقنية الرش الكيميائي الحراري:

النقي والمطعم بتراكيز عالية ومختلفة من على ركائز ساخنة في درجة حرا

375 (عملية الصنع). (المرجع R217102)

7.5 × 2.5 × 0.13 على صفيحة مسخنة موصولة بجهاز فترتفع درجة

حرارة الصفيحة تدريجيا انطلاقا من درجة حرارة الغرفة وصولا لدرجة الحرارة المحددة وهذا لتجنب تأثر الركيزة بالتغير المفاجئ لدرجة

بحيث تم استخدام البخاخة لرش لإنتاج

(5 µm) بحيث تكون حركتها تتأرجح في سرعة ثابتة لمسح المنطقة كلها من الركيزة

طبقة على سطح الركيزة وهذا تبعا لوقت الترسيب المختار تخرج الركيزة وتترك بضع دقائق في درجة الحرارة العادية لتبريد

وبهذا يكون اكتمال تشكل الطبقة قد حصل. وتطبق هذه العملية من أجل الحصول على طبقات رقيقة نقية ومطعمة.

IV.3. تحديد خصائص الضوئية للطبقات الرقيقة:

باللانثانوم بنسب مختلفة ه لدراسة

الأولى غير

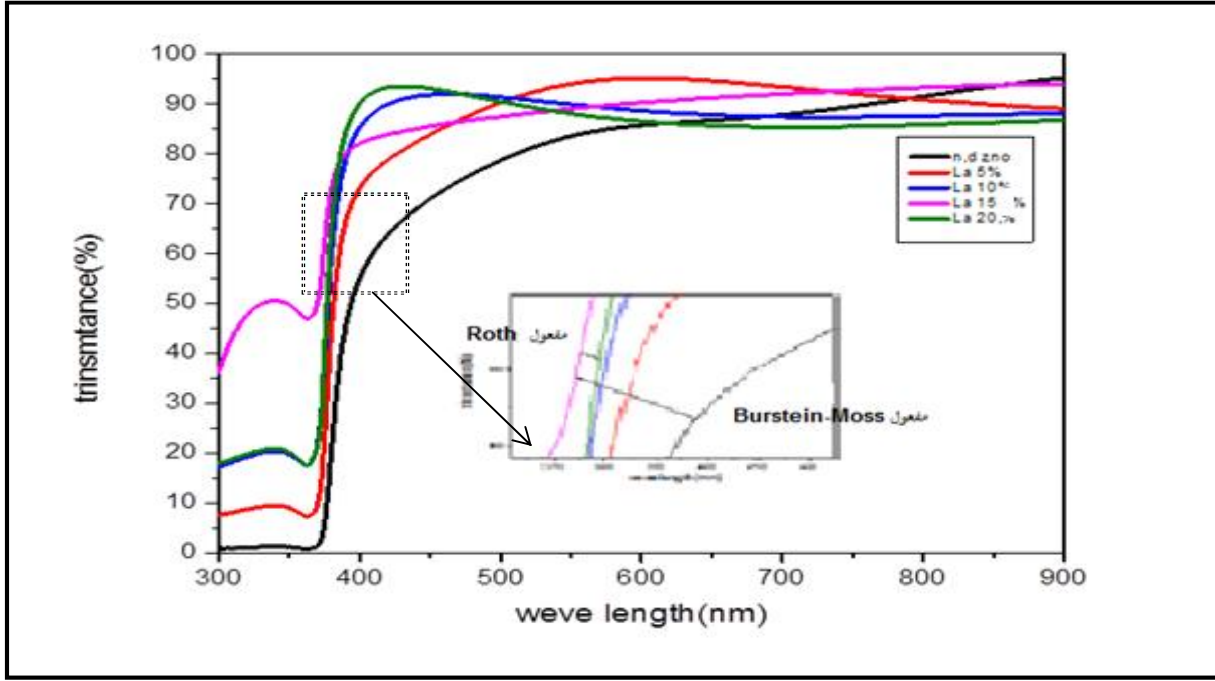
بتحضير

تأثير

1.3.IV. التحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية (UV): لمعرفة تأثير التطعيم باللاتانوم على النفاذية الضوئية لسراخ

أكسيد الزنك نستخدم الشكل (1.IV) الذي يمثل طيف النفاذية بدلالة الطول الموجي و قيم نفاذية متوسطة في

(2.IV) للشريحة



اتي والمطعم بالتراكيز المعطاة من (1. IV):

(2.IV) : قيم النفاذية المتوسطة للطبقات الرقيقة لأكسيد الزنك الذاتي والمطعم مختلفة .

W(%)	0	5	10	15.4	20
T_{moy}	73.38	82.40	86.83	87.65	88.14

لذاتي والمطعم بالتراكيز المعطاة (2.IV)

(1.IV)

:

- في المجال (400 - 800)nm 73 %
بحيث (0 إلى 20%)

- في المجال المرئي (370 - 400)nm في منطقة الامتصاص الأساسي في حالة التطعيم نتيجة لتغير الفاصل

تبعاً لفعل العالم Burstien-Moss [3] كما هو مبين في الشكل (2.IV)

والإلكترونات $k_B T$ و انتقالها من مستوى المانحات إلى عصابة نقل

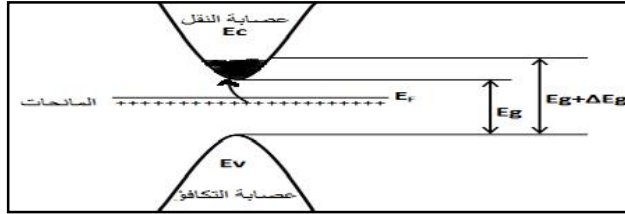
المفهوم للفعل بشكل أوضح قمنا بتكبير جزء من منحنى النف في

(1.IV). هذه الخاصية ايجابية في حالة استعمال ZnO مجمعات في الخلايا الشمسية لأنها ترفع من امتصاص

كما نلاحظ ظهور قمم في المجال الذي يفترض فيه

في إلى

عبر

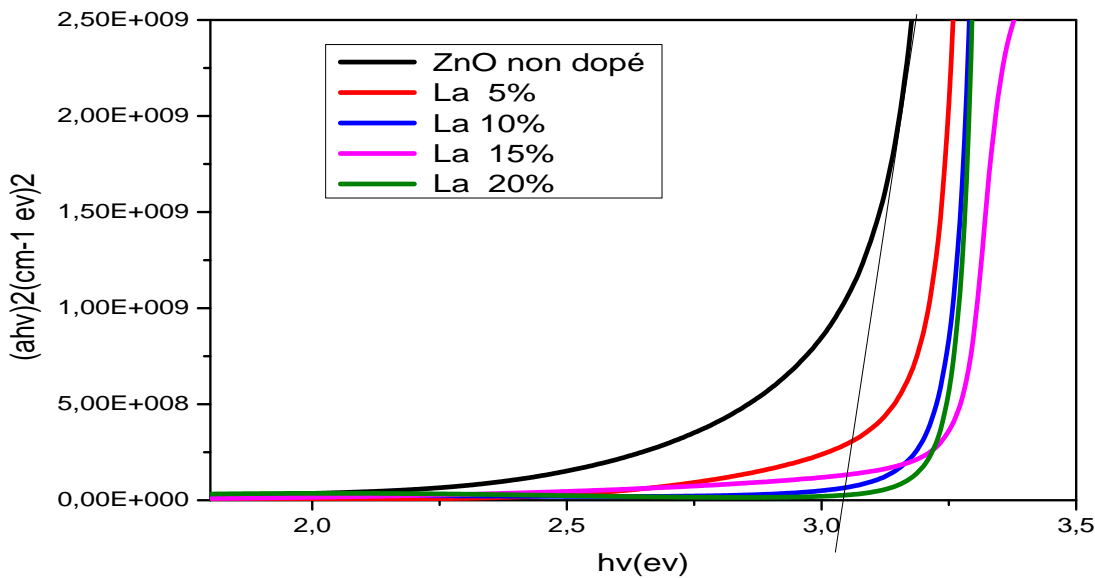


الشكل (2.IV): رسم تخطيطي يوضح مفعول Burstein-Moss.

والمفعول العكسي يسبب تضيق شريط الطاقة الممنوعة ويلاحظ هذا المفعول في اشباه النواقل المطعمة بنسب كبيرة، في حالتنا نحن لاحظنا ذلك في نسب التطعيم الأكبر من 15 % نتقلات وهذا يؤدي الى التغير في [4] Roth.

2.3.IV. تحديد الفاصل الطافي لطبقات الرقيقة لأكسيد الزنك : يتم تحديد الفاصل الطافي للطبقات الرقيقة عن طريق

Tauc (4.III) تعتمد على التمثيل البياني للمتغيرات $(h\nu)^2$ وفقا للتغير $(h\nu)$ في (3.IV).



بنسب مختلفة .

الشكل (3.IV): توضيح عرض الفاصل الطافي للطبقات الرقيقة لأكسيد

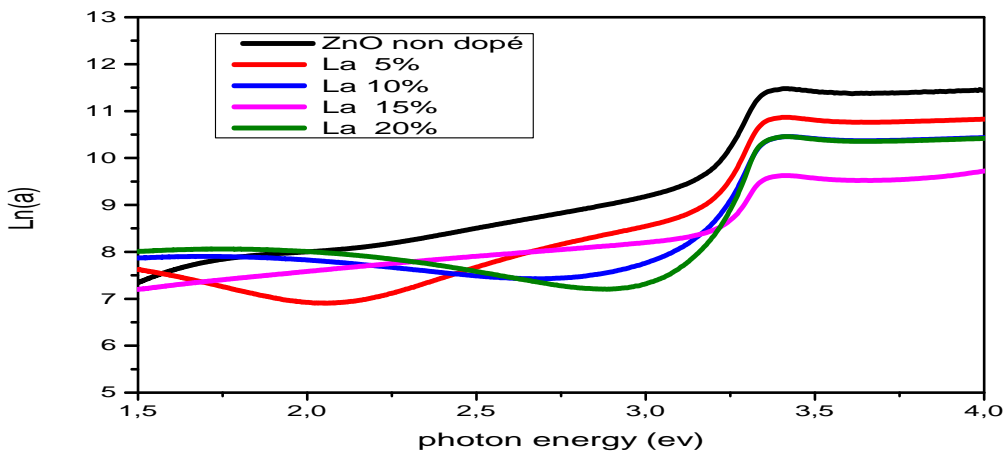
يعرض الشكل (3.IV) تحديد الفاصل الطاقي للطبقات الرقيقة أكسيد الزنك الذاتي والمطعم بلانتانوم لنسب المعطاة كما هو موضح في (3.IV).

التطعيم (wt%)	طاقة E_g (eV)
0	3.277
5	3.279
10	3.281
15	3.283
20	3.278

(3.IV) : مختلفة من اللانتانوم.

حيث نلاحظ من خلال هذا البيان أن قيمة الفاصل الطاقي تزداد إلى غاية القيمة 3.283 eV وذلك عند نسب التطعيم (0 إلى 15%) في المقابل تتناقص بنسبة طفيفة عند النسبة التطعيم 20% حيث قدرت في عملنا بـ 3.278eV . يرجع هذا التزايد في قيمة الفاصل الطاقي عن طريق فعل انزياح Burstien-Moss [3] الذي يفسر بامتلاء أدنى عصابة النقل بإلكترونات الذرات المانحة المؤينة عند درجة حرارة الغرفة في حين يعود نقصان قيمة الفاصل الطاقي عند نسبة التركيز 20% إلى فعل Roth [4] .

3.3.IV . تحديد طاقة أورباخ : تم حساب طاقة أورباخ لأغشية أكسيد الزنك غير المشوبة والمشوبة بالانتانوم باستخدام (5.III) و (4.IV) و قيم طاقة أورباخ مدونة في (4.IV) .



الشكل (4.IV): توضيح عرض طاقة أورباخ للطبقات الرقيقة لأكسيد الزنك الذات والمطعم بالانتانوم بالنسب مختلفة.

اورباخ : (4.IV) غيرالمشوبة

$W(\%)$	$E_u (ev)$
0	0.079
5	0.081
10	0.083
15	0.101
20	0.142

على العموم طاقة اورباخ حسب هذا الجدول (4.IV) فهي ضعيفة جدا لا تؤثر (لا تجدي معلومات على بنية البلور) على 140 mev . و تعتبر البنية اقل عيوب بلورية .

4.IV . تحديد قرينة الانكسار وسمك الطبقات المحظرة : (Hebal Optic)

جهاز الكمبيوتر لحساب سماكة الأغشية الرقيقة أكسيد الزنك غير مطعمة و المطعمة باللانثانوم . روض الحساب في

(5.IV):

$W (\%)$	n	e
n d	1.658	239.504
%5	1.679	181.559
%10	1.705	125.838
%.15	1.648	225.767
%20	1.770	116.311

الجدول (5.IV): قيم قرينة الانكسار و السمك لاغشية الزنك النقية و المطعمة بنسب مختلفة من اللانثانوم.

ة على عامل السمك إذا بلغت دورا كبير وفعالا إذا بزيادة سمك الأغشية تقل نفاذية الغشاء ويرجع السبب في

ذلك إلى أن السمك الكبير يؤدي إلى حصول ظاهرة الامتصاص البصري وبذلك زيادة جزء كبير من الإشعاع الساقط على الغشاء

نونة السطح فإنهما يعملان على زيادة تشتت الإشعاع الساقط وبالتالي

تتراوح (1.77-1.65) فهي في حدود القيم التحريية المنشورة .

5. IV . مطياف الأشعة تحت الحمراء المزودة بتحويلات فورييه (FT-IR):

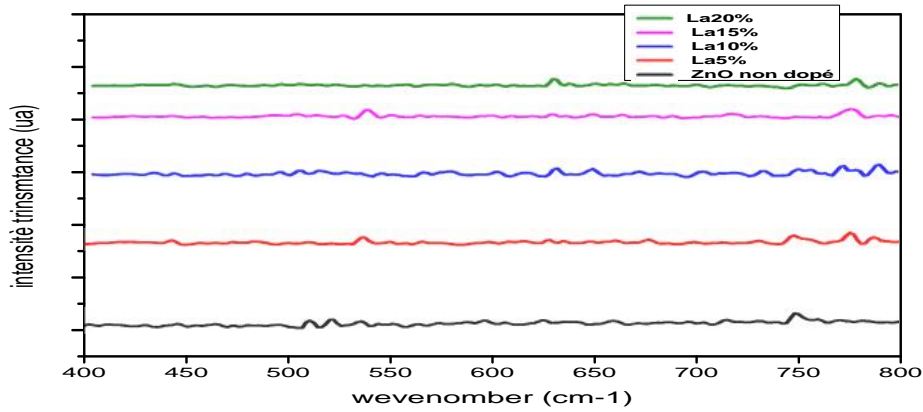
تم مسح مجال التردد $(4000-400)\text{cm}^{-1}$ (SHIMADZU Model IR Affinity1)

في مختبر (VTRS) بحيث تردد ممتص يميز نوع اهتزاز رابطة معينة سوف نستخدم هذه

غير La-O Zn-O

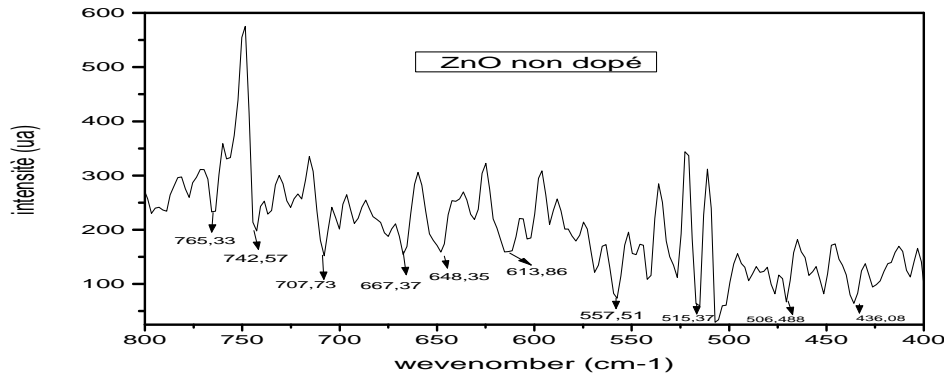
بتراكيز مختلفة من اللانثانوم . لهذا سوف لترددات المنخفضة والموجودة في المجال $(800-400)\text{cm}^{-1}$ و هو مجال

تواجد هذه الروابط و بحيث تمت الدراسة باستعمال تقنية (FT-IR):

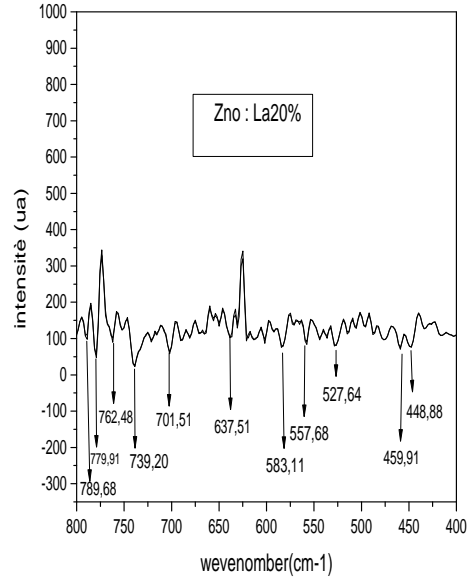
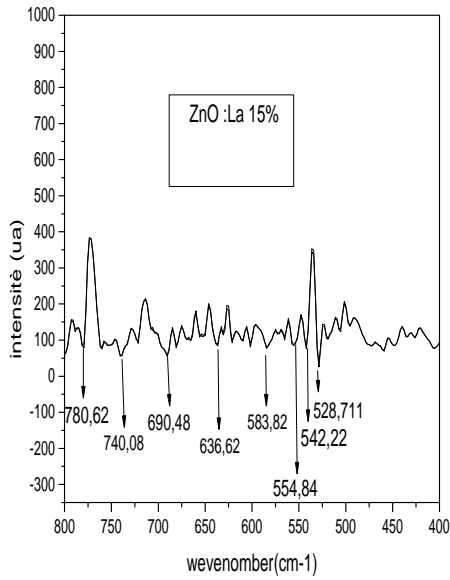
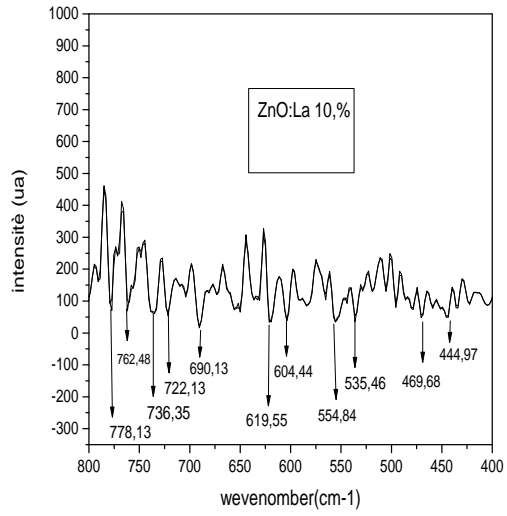
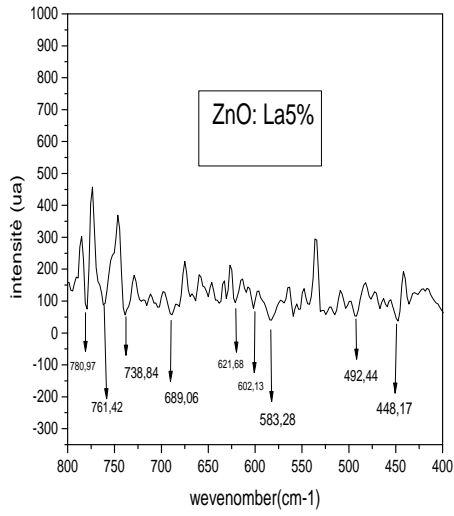


الشكل (5.IV) : FTIR غير باللانثانوم بتراكيز مختلفة.

بحيث (FTIR) غير باللانثانوم بتراكيز مختلفة على التوالي .



شكل (6.IV) : (FTIR) الزنك غير



المطعمة بنسب مختلفة .

شكل (7.IV): (FTIR)

اذ يمكن ان نميز العصابات الاساسية للامتصاص الموضحة في الجدول (6.IV):

(6.IV):العصابات الاساسية للامتصاص و الاهتزازات لها.

Samples	(cm ⁻¹)	نوع الاهتزاز	تردد حسب قيم مقالات منشورة (cm ⁻¹)
Undoped ZnO	407.64 424.88 436.44	Zn-O stretching	408 ^[6] 426 ^[7] 437 ^[8]
	505.95 516.62 527.11		509 ^[9] 515.8 ^[10] 518 ^[11]
	541.15 558.4		540 ^[12] 550 ^[12]
	613.15 648.88 666.31		611 ^[13] 642.85 ^[10] 664 ^[14]
	709.15 743.46 764.97		714 ^[9] 735 ^[13] 766 ^[15]
La-doped ZnO	386.02 402.34 413.29	La-O stretching	//
	479.11 489.22 499.15		
	512.45 528.78		
	580.63 614.46 630.97		
	671.54 704.03 724.40		

اذ لاحظنا من خلال تغيرات قيم التردد في جدول (6.IV) (FTIR) لافلام الرقيقة لأكسيد الزنك الغير

مشوب و المشوب باللانثانوم بتركيز مختلفة في الشكل (5.IV) في مجال من $(800-400) \text{ cm}^{-1}$ ان التطعيم يغير

ونمط الاهتزاز و ذلك من خلال ازاحة مواضع ترددات عن موضعها في الاغشية الرقيقة النقية بالتناظر بالنسبة الاغشية الرقيقة

. كما تفسر هذه الازاحة استبدال ذرة الزنك بذرة اللانثانوم في خلية الاساسية لبلورة أكسيد الزنك.

(FTIR) La-O تم حسابها بقانون هوك في علاقة (7.III)

تأثير الاهتزازات التي يكمن ان يحدثها الجزئ

المطعمة بنسب مختلفة

المجاور فيغير من موضعه

في ه الشروط لتحضير شريحة غير

بتراكيز مختلفة، لتحضير محلول للترسيب بالتراكيز .

لهذه غير التي رثها : يغير هذه

: تتمثل ان كلما زاد التشويب تزيد نفاذية التي تصل الى 88% لذي يتراوح 3.27 eV

الى 3.28 eV غير طعمة على التوالي .

: La-O Zn-O

هذه مجال

مراجع الفصل الرابع

- [1] El .H .CHAREF, " *Détermination des Caractéristiques Optiques des Couches Minces du ZnO Elaborées par Spray Ultrasonique*", Mémoire de master CENTRE UNIVERSITAIRE D'EL-OUED, (2012).
- [2] A. Bouhalouane, Elaboration et caractérisation de couches minces piézoélectrique d'oxyde de zinc obtenue par pulvérisation cathodique pour les applications SAW, Mémoire de magister, université des science et de la technologie d'Oran (2003).
- [3] T. S. MOSS, " *The interpretation of the properties of Indium Antimonide*", *Proc. of the Physical Society*, B76 775-782, (1954). E. Burstein, "Anomalous optical absorption limit in InSb", *Phys. Rev.*, 93 632-633, (1954).
- [4] A. P. ROTH and D. F. WILLIAMS, *Journal of Applied Physics* 52/11 , p.6685- 6692, (1981). Et A. P. Roth, J. B. Webb, and D. F. Williams, *Solid State Communications* 39 , p.1269-1271, (1981).
- [5] T. Ivanova, , A. Harizanova, T. Koutzarova, B. Vertruyen , Study of ZnO sol–gel films: Effect of annealing, *Materials Letters* 64 (2010) 1147–1149.
- [6] ANUKORN PHURUANGRAT*, TITIPUN THONGTEMa, BUDSABONG KUNTALUEb, SOMCHAI THONGTEM , MICROWAVE-ASSISTED SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF ROSELIKE AND FLOWER-LIKE ZINC OXIDE NANOSTRUCTURES, *Journal of Ovonic Research* Vol. 7, No. 6, November - December 2011, p. 107-113.
- [7] S. Udayakumar¹ , V.Renuka² , K.Kavitha², Structural, optical and thermal studies of cobalt doped hexagonal ZnO by simple chemical precipitation method, *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 2012, 4(2):1271-1280.
- [8] Vahid Ghafouri • Mohsen Shariati • Akbar Ebrahimzad, The effect of substrate distance to evaporation source on morphology of ZnO:In nanorods fabricated by means of a vapor transfer route and the study of their optical and electrical properties, *J Nanopart Res* (2014) 16:2309 DOI 10.1007/s11051-014-2309-2.

-
- [9] K. RAVICHANDRIKA¹, P. KIRANMAYI^{1*} AND R.V.S.S.N. RAVIKUMAR, SYNTHESIS, CHARACTERIZATION AND ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF ZnO NANOPARTICLES, *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences* ISSN- 0975-1491 Vol 4, Issue 4, 2012.
- [10] S. Anandan, S. Muthukumar, Influence of Yttrium on optical, structural and photoluminescence properties of ZnO nanopowders by sol–gel method, *Optical Materials* 35 (2013) 2241–2249.
- [11] K. Saravanakumar • K. Ravichandran, Synthesis of heavily doped nanocrystalline ZnO:Al powders using a simple soft chemical method, *J Mater Sci: Mater Electron* (2012) 23:1462–1469 DOI 10.1007/s10854-011-0612-6.
- [12] K. Balachandra Kumar¹ and P. Raji², SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF NANO ZINC OXIDE BY SOL GEL SPIN COATING, *Recent Research in Science and Technology* 2011, 3(3): 48-52 ISSN: 2076-5061.
- [13] K. Raja, P.S. Ramesh , D. Geetha a, Synthesis, structural and optical properties of ZnO and Ni-doped ZnO hexagonal nanorods by Co-precipitation method, *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* 120 (2014) 19–24.
- [14] RN Gayen, K Sarkar, S Hussain, R Bhar & AK Pal, ZnO films prepared by modified Sol-gel technique, *Indian Journal of Pure & Applied Physics*, Vol.49, July 2011, pp.470-477

خلاصة عامة

في هذا العمل حضرت اغشية أكسيد الزنك الغير المشوب و المشوب بتراكيز مختلفة من اللانثانوم بطريقة التحلل الكيميائي الحراري

(REF217102 . Microscope slides) 375°C قد كان تركيز جميع المحاليل

المحظرة في الدراسة (0.5M) بحيث كان معدل النفاذية الضوئية لكل الاغشية يفوق 73 %

في

تم في العمل إعطاء عموميات حول الأكاسيد الشفافة الناقلة التي تعتبر من أشباه نواقل المنحلة من نوع n والتي

تمتلك فاصل طاقي يتغير ما بين 3.1 إلى حوالي 5 eV بالإضافة إلى تميزها بشفافية عالية بمعدل 80 % في المجال المرئي

.n

أما في الفصل الثاني فقمنا بتوضيح تقنيات ترسيب الطبقات الرقيقة للأكاسيد الشفافة الناقلة بنوعها الفيزيائية والكيميائية والتي

تندرج من خلال هذه التقنيات تقنية التي اعتمدناها في دراستنا من أجل تحضير طبقات رقيقة انطلاقا من

محلول ووزنية مختلفة من

ثم تطرقنا في الفصل الثالث إلى وصف منظومة الترسيب بالرش الكيميائي الحراري التي هي محل الدراسة التقنيات التي تصف

مميزات هذه الطبقات و التي كانت من ضمنها جهاز (Shimadzu 1800)

(SHIMADZU Model IR Affinity.1)

و انماط اهتزازها أخيرا (Hebal Optic)

ير الطبقات الرقيقة لأكسيد المطعم بنسب وزنية مختلفة من بتقنية الترسيب

تجسدت دراسة الخصائص الضوئية لهذه الطبقات في جهاز التحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية لها

حيث سمحت لنا هذه المطيافية من تحديد طيف النفاذية لهذه الطبقات وتبين لنا من خلالها أن لهذه الطبقات شفافية عالية في

المجال المرئي وأنها تتأثر بنسبة التطعيم المضافة حيث قدرت نسبة الشفافية في الطبقة الرقيقة لأكسيد

الذاتي بـ 73% أما في لاحظنا زيادة في قيمة النفاذية حتى تصل 88% 20%

الطاقة لهذه الطبقات وذلك من خلال بيان تغيرات $(h)^2$ وفقا لتغيرات $(h)^2$ حظنا أن هذه القيم تتناقص عند نسب

Roth في المقابل تتزايد عند نسب العالم Burstien-Moss.

قدرت قيمة الفاصل الطاقى في حالة الطبقة الرقيقة لأكسيد الذاتي بـ 3.27eV أما في حالة التطعيم فكانت أكبر قيمة

لها 3.28 لها 15% (Hebal Optic) التي اعطت نتائج منطقية

فهي في حدود القيم التجريبية المنشورة.

ملطبقات وتم ذلك عن طريق (FT-IR) حيث سمحت لنا هذه الأخيرة من تحديد نمط

الترددات وفقا لتغير

. La-O Zn-O

هـ تأثير تغير في

الى تغير الخواص هذه كالتغيير في لتغيير في

الترسيب تغير هذه لشروط بحث في هـ المجال.

هذا اقتصر في المعايير على مطيافية البنفسجية و مطيافية FT-IR في حين توجد معايير و طرق اخرى تكون مواضع بحث

الملخص:

أكسيد الزنك (ZnO) هو شبه من عائلة مواد الأكاسيد الشفافة (TCO) مع خصائص فيزيائية هامة و هو ما يجعلها من بين أكثر المواد الواعدة لاستخدامها في مختلف المجالات مثل الإلكترونيات الضوئية , هذا العمل قمننا باعداد الاغشية الرقيقة لأكسيد بتراكيز مختلفة بحيث wt % = 0 , 5 , 10 , 15 , 20) ($LaCl_3$) التي تم حصول عليها عن طريق اذابة خلات الزنك في 1:1 من الميثانول والماء المقطر ($375^{\circ}C$) عن طريق تقنية الرش الكيميائي الحراري في (VTRS) لدراسة بعض الخصائص الفيزيوكيميائية والبنية الأساسية: اطياف النفاذية البصرية و فجوة الطاقة لهذه المواد و روابطها الكيميائية . تميز الافلام بخصائص بصرية التي تم عليها من خلال تقنيات مختلفة حيث كان نفاذها يفوق 73 % في منطقة الأشعة المرئية مع فاصل طاقي يتراوح بين (3.27 – 3.28) eV اما القياسات البنوية بفضل FT-IR اظهرت وجود روابط Zn-O La-O بعد التطعيم العموم طاقة اورباخ ضعيفة جدا 140 meV عيوب في بنية البلور أو موجودة بشكل ضعيف .

الكلمات المفتاحية: الرش الكيميائي الحراري , أكسيد الزنك , الطبقات الرقيقة , TCO , FT-IR ,

Summary:

The n type semi-conductor Zinc oxide (ZnO) is among of the family of transparent conductive materials (TCO), with interesting physical properties, which places it among the most promising materials for use in various fields such as optoelectronics. In this work we have prepared undoped and La doped ZnO thin films with following concentrations by wt % = 0, 5, 10, 15 and 20. $LaCl_3$ was used as source of dopant in the precursor of Zn^{+2} which was obtained by dissolving Acetate Zinc in 1:1 methanol-double distilled water. By spray pyrolysis technique in VTRS laboratory at El-ouad University, the coatings were prepared on heated glass substrates ($375^{\circ}C$). Many structural and opto-electrical properties fundamental studies such as optical transmittance, energy gap and Orbach energy were realized. The results were discussed according to the chemical composition of the used materials. The optical characterization show that the prepared films were excellent transmitter in the visible range (~73%). The band gap energy was ranged in (3.28 - 3.27 eV) , The structural measurements by FT-IR method showed the presence of Zn-O vibration bands as well as for the La-O after doping. The measurements give a very weak Orbach energy (~140meV) which can be explained by a week crystal defaults in our samples.

Keywords : Transparent Conductive Oxides(TCO), spray pyrolysis, zinc oxide , thin layers,