



جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة بابل / كلية التربية للعلوم الصرفة

قسم الفيزياء

تأثير سُمك الغشاء الرقيق على الخصائص البصرية

لنتريد السيليكون/بولي اثيلين

(Si₃N₄ / Polyethylene)

بجث مقدم

الى مجلس كلية التربية للعلوم الصرفة - جامعة بابل وهي جزء من متطلبات نيل

درجة الدبلوم العالي تربية/ فيزياء المواد وتطبيقاتها

من قبل الطالبة

ايناس حميد عليوي ناصر

بكالوريوس فيزياء / جامعة بابل / كلية التربية / ٢٠٠٥

بإشراف

د. د. شروق صباح عبد العباس

2023م

1445هـ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿فوق كل ذي علم عليم﴾

صدق الله العلي العظيم

سورة يوسف (من الآية ٧٦)

الإهداء

أهدي هذا البحث الى كل من له فضل عليّ ووطنني الى هذه المرحلة من التعليم والى والدي والديتي الغالين اطال الله في عمرهما والى من اشد بهم ازري وسندي في الحياة اخواتي واخواني والى من كان لي خير سند وعون زوجي والى فلذات القلب اولادي اهديهم جهدي المتواضع

الباحثة

ايناس

شكر وتقدير

الحمد لله اعلم الأولين والآخرين والصلاة والسلام على سيد المرسلين محمد وآله الطيبين الطاهرين اقدم الحمد والشكر لله رب العالمين على اتمام بحثي ومن ثم الشكر والتقدير والعرفان بالجميل الى الاستاذة المشرفة (الدكتورة شروق صباح عبد العباس) لما لها من الفضل الأكبر والأثر الطيب لرعايتها وتوجيهها المستمر داعيا لها بدوام العافية والزيادة بالعلم والموفقية.

واقدم شكري وتقديري إلى الدكتور عدنان حمود الأعرجي لإهدائه برنامج الخواص البصرية الذي استخدم في نتائج البحث.

واقدم وافر شكري وتقديري الى عمادة كلية التربية للعلوم الصرفة - بابل وفي مقدمتها السيد العميد الدكتور بهاء حسين صالح ربيع والى رئاسة قسم الفيزياء وبمقدمتهم السيد (الدكتور خالد حنين عباس) والى اساتذة القسم والعاملين بالمختبرات والموظفين في كليتنا الذين أسهموا من قريب او بعيد في بحثي هذا، ولما لهم من الفضل في رفدي بالمساعدة بالجهد والخبرة القيمة متمنيا لهم دوام الصحة والسلامة والزيادة في كل خير.

واقدم شكري الموصول بالحب والامتنان الى جميع زملائي من طلبة الدراسات العليا (الدبلوم العالي) والى جميع افراد عائلتي واهلي واقربائي الذين تحملوا اعباء الدراسة وصعوبة المواصلة لإتمام المشوار بنجاح داعيا الله سبحانه وتعالى ان يديم عليهم الصحة والسعادة لعافية، أنه نعم المولى ونعم المجيب.

إيناس

اقرار لجنة المناقشة

نشهد نحن اعضاء لجنة المناقشة اننا اطلعنا على الرسالة الموسومة (تأثير سُكك الغشاء الرقيق على الخصائص البصرية لنتريد السيليكون/بولي اثيلين (Si₃N₄/Polyethylene)) المقدمة من قبل (ايناس حميد عليوي ناصر) وقد ناقشنا الطالب في محتوياتها وفيما له علاقة بها وانها جديرة بالقبول لنيل درجة الدبلوم العالي في اختصاص الفيزياء وبتقدير ()

التوقيع

الاسم: عدنان حمود محمد

المرتبة العلمية: مدرس دكتور (رئيساً)

العنوان: كلية الحلة الجامعة الاهلية/ قسم الفيزياء الطبية

التاريخ / / ٢٠٢٣

التوقيع

الاسم : مصعب خضر محمد

المرتبة العلمية: مدرس دكتور (عضوا)

العنوان: جامعة بابل / كلية التربية للعلوم الصرفة / قسم الفيزياء

التاريخ // / ٢٠٢٣

التوقيع

الاسم : شروق صباح عبد العباس

المرتبة العلمية : استاذ دكتور (عضوا) ومشرفا

العنوان: جامعة بابل / كلية التربية للعلوم الصرفة / قسم الفيزياء

التاريخ // / ٢٠٢٣

صدق من قبل مجلس كلية التربية للعلوم الصرفة - جامعة بابل

التوقيع

الاسم : بهاء حسين صالح ربيع

المرتبة العلمية استاذ دكتور (عميد الكلية)

العنوان : جامعة بابل / كلية التربية للعلوم الصرفة / قسم الفيزياء

التاريخ : // / ٢٠٢٣

اقرار المشرف

اقر بأن اعداد هذه الرسالة الموسومة ب(تأثير سُمك الغشاء الرقيق على الخصائص البصرية لنتريد السيليكون/بولي اثيلين (Si₃N₄/Polyethylene)) التي قدمتها الطالبة (ايناس حميد عليوي ناصر) كان بأشرافنا في جامعة بابل/ كلية التربية للعلوم الصرفة / قسم الفيزياء وهي جزء من متطلبات نيل درجة الدبلوم العالي في علوم الفيزياء .

التوقيع

اسم المشرف: ا.د. شروق صباح عبد العباس

العنوان: جامعة بابل/ كلية التربية للعلوم الصرفة/ قسم الفيزياء

التاريخ: / / ٢٠٢٣

توصية رئيس قسم الفيزياء

اشارة الى التوصية المقدمة من قبل المشرف احيلت هذه الرسالة على لجنة المناقشة لبيان الرأي فيها.

التوقيع

الاسم: خالد حنين عباس

المرتبة العلمية: استاذ دكتور

التاريخ: / / ٢٠٢٣

الخلاصة

في هذه الدراسة، اختبر تأثير سمك الغشاء الرقيق على الخصائص البصرية (نتريد سيليكون/بولي اثيلين). تم اخذ سماك مختلفة (25, 50, 75, 100, 125) نانومتر من طبقة نتريد السليكون (Si_3N_4) المرسب على طبقة من البوليمر البولي اثيلين ذات سمك (250) نانومتر والكوارتز كطبقة اساس. تم الحصول على نتائج الخواص البصرية من برنامج Filmetric. تظهر النتائج بان الامتصاصية، الانعكاسية، معامل الامتصاص، معامل الانكسار، معامل الخمود، ثابت العزل الحقيقي والخيالي والتوصيلية البصرية تزداد مع زيادة السمك، بينما النفاذية وفجوة الطاقة المسموحة تقل مع زيادة السمك. من خلال هذه النتائج بانه يمكن الاستفاده منها كطلاء مضاد للانعكاسية يستخدم في الخلايا الشمسية وكاشف للأشعة فوق البنفسجية.

قائمة المحتويات

ت	الموضوع	رقم الصفحة
	الخلاصة	I
	قائمة المحتويات	II
	قائمة الاشكال	IV
	قائمة الجداول	V
	قائمة المختصرات والرموز	VI
الفصل الاول		
1-1	المقدمة	1
1-2	الدراسات السابقة	3
1-3	هدف البحث	7
الفصل الثاني		
2-1	طرائق تحضير الاغشية الرقيقة	8
2-1-1	الطرق الفيزيائية	8
2-1-2	الطرق الكيميائية	10
2-2	الخواص البصرية	11
2-2-1	الامتصاص البصري	11
2-2-2	معامل الامتصاص البصري	13
2-2-3	حافة الامتصاص	15
2-2-4	قيم الثوابت البصرية	16
2-2-4-1	فجوة الطاقة	16
2-2-4-2	معامل الانكسار	17
2-2-4-3	النفذية	18
2-2-4-4	الانعكاسية	18

18	معامل الخمود	2-2-4-5
19	ثابت العزل الكهربائي	2-2-4-6
19	التوصيلية البصرية	2-2-4-7
20	نيتريد السيلكون Si_3N_4	2-3
21	خصائص مادة الغشاء نيتريد السيلكون Si_3N_4	2-4
23	البولي اثيلين	2-5
24	الكوارتز	2-6
الفصل الثالث		
26	المقدمة	3-1
26	الخصائص البصرية	3-2
26	الامتصاصية	3-2-1
27	طيف النفاذية	3-2-2
28	الانعكاسية	3-2-3
29	معامل الامتصاص	3-2-4
30	معامل الخمود	3-2-5
31	معامل الانكسار	3-2-6
32	العزل الحقيقي والخيالي	3-2-7
34	التوصيلية البصرية	3-2-8
35	فجوة الطاقة المباشرة	3-2-9
الفصل الرابع		
37	الاستنتاجات	4-1
37	الدراسات المستقبلية	4-2
38	المصادر	

قائمة الاشكال

الصفحة	عنوان الشكل	رقم الشكل
13	الانتقالات المباشرة وغير المباشرة في المواد شبه الموصلة	(2-1)
15	مقدار معامل الامتصاص قبل حافة الامتصاص وبعدها	(2-2)
17	الانتقالات الالكترونية (a) الانتقال المباشر المسموح (b) الانتقال الممنوع (c) الانتقال غير المباشر المسموح (d) الانتقال غير المباشر الممنوع.	(2-3)
22	التركيب البلوري لنيتريد السيلكون Si_3N_4	(2-4)
24	يوضح تركيب جزئية الاثيلين	(2-5)
27	يوضح تغيير الامتصاصية مع الطول الموجي ولسماك مختلفة	(3-1)
28	يوضح تغيير النفاذية مع الطول الموجي ولسماك مختلفة	(3-2)
29	يوضح اطياف الانعكاس للاغشية النانوية الرقيقة لـ (Si_3N_4) وبسماك مختلفة	(3-3)
30	يوضح معامل الامتصاص للاغشية النانوية الرقيقة Si_3N_4 وبسماك مختلفة	(3-4)
31	يوضح معامل الخمود للاغشية الرقيقة النانوية (Si_3N_4) وبسماك مختلفة	(3-5)
32	يوضح معامل الانكسار للاغشية الرقيقة النانوية (Si_3N_4) وبسماك مختلفة	(3-6)
33	يوضح ثابت العزل الحقيقي للاغشية الرقيقة النانوية (Si_3N_4) وبسماك مختلفة	(3-7)

34	يوضح ثابت العزل الخيالي للاغشية الرقيقة النانوية (Si_3N_4) وبسماك مختلفة	(3-8)
35	يوضح التوصيلية البصرية للاغشية الرقيقة النانوية (Si_3N_4) وبسماك مختلفة	(3-9)
36	يوضح فجوة الطاقة المباشرة للاغشية الرقيقة النانوية (Si_3N_4) وبسماك مختلفة	(3-10)

قائمة الجداول

رقم الصفحة	عنوان الجدول	رقم الجدول
23	بعض الخصائص الفيزيائية لمركب (Si_3N_4)	(2-1)
36	فجوة الطاقة المباشرة المسموحة للاغشية الرقيقة (Si_3N_4) (وبسماك مختلفة	(3-1)

قائمة المختصرات والرموز

الرمز	المصطلح
A	الامتصاصية
IA	شدة الضوء الممتص
I ₀	شدة الضوء الساقط
T	النفذية
I _T	شدة الضوء النافذ
R	الانعكاسية
ΔK	التغير في متجه الموجه
V. B	حزمة التكافؤ
C. B	حزمة التوصل
α	معامل الامتصاص
ν	التردد
h	ثابت بلانك
E _g ^{opt}	فجوة الطاقة البصرية
E _{ph}	طاقة الفوتون للمساعد
t	سمك المادة
n	معامل الانكسار
c	سرعة الضوء
k	معامل الخمود
λ	الطول الموجي
ε _r	ثابت العزل الحقيقي
ε _i	ثابت العزل الخيالي
σ _{op}	التوصيلية البصرية
R.T	درجة حرارة الغرفة



الفصل الاول

مقدمة عامة



(1-1) المقدمة Introduction :

أن تقنية الاغشية الرقيقة هي الأساس في مجال تطور الكترونييات الحالة الصلبة وأن الخواص الضوئية للأغشية الرقيقة والفضول العلمي حول سلوك المواد الصلبة ثنائية الأبعاد هي المسؤولة عن التقدم الهائل في دراسة علم تقنية الاغشية الرقيقة [1] .

إن دراسة الاغشية الرقيقة ذات الفجوة المباشرة وغير المباشرة فتحت مجالات عديدة من البحث العلمي في فيزياء الحالة الصلبة والتي تقوم على ظواهر فريدة للأغشية كالسُمك والشكل والتركيب لهذه الأغشية.

عندما نأخذ غشاء رقيق جدا من مادة معينة فإننا بصدد حالة السطحين للغشاء متداخلين الى درجة كبيرة جدا على غير العادة كما في المواد السميكة فإن هذا يعمل على وجود خصائص جديدة للمادة كغشاء رقيق وعندما تكون المادة كغشاء رقيق ويكون سمكها في حدود عدة ذرات يخلق مجالا وسطا بين نظامين الرقيق والجزئي وبالتالي يوفر لنا وسيلة لتحقيق الطبيعة الفيزيائية من العمليات المختلفة [2] .

والاغشية الرقيقة للمواد تكون مناسبة للتطبيقات الالكترونية والضوئية إلا أن بعض الخصائص مثل المقاومة الكهربائية في بعض الأحيان لا تختلف جوهريا للأغشية الرقيقة عن كونها المادة السميكة [1] .

إن تقنية الأغشية الرقيقة للمواد هي مفتاح الاستمرار في التقدم التكنولوجي في العديد من المجالات مثل المجالات الكهروضوئية والضوئية والمغناطيسية حيث أن تقنية الاغشية الرقيقة تمكننا من تصنيع الأجهزة الالكترونية المختلفة وحيث ان معظم المواد تختلف في خصائصها الفيزيائية والكهربائية والضوئية والمغناطيسية عندما تكون غشاء رقيق مما يساعد على الاستفادة من هذه التغيرات في تصنيع أجهزة جديدة

الفصل الاول: مقدمة عامة.....

متعددة الاستخدامات والتطبيقات والتي تدخل في صناعة الأجهزة الالكترونية الدقيقة وأفلام التسجيل المغناطيسية والحساسات الضوئية والخلايا الشمسية والمرشحات وأجهزة الاستشعار عن بعد الخ [3] .

يصف مصطلح الغشاء الرقيق طبقة واحدة أو عدة طبقات من ذرات المادة لا يتجاوز سمكها (٥٠٠) نانومتر . استعملت الاغشية الرقيقة منذ أكثر من نصف قرن في عمل النبائط الالكترونية ومختلف التطبيقات البصرية وهي مازالت تطور يوميا . حيث أن تقنية الاغشية الرقيقة تعتبر تقنية قديمة لكنها بنفس الوقت تعتبر المفتاح الحالي لتقنية الكثير من المواد وهناك مجلدات عديدة خاصة بالأغشية الرقيقة [4].

تعد فيزياء الاغشية الرقيقة من الفروع المهمة لفيزياء الحالة الصلبة والتي تبلورت عنها وأصبحت فرعا قائماً بحد ذاته، حيث أسهمت تقنية الأغشية الرقيقة اسهاما كبيرا في دراسة اشياء الموصلات والتي بدأ الاهتمام فيها منذ أوائل القرن التاسع عشر، واعطت فكرة واضحة عن العديد من خواصها الفيزيائية والكيميائية التي تختلف عن خواص المواد المكونة لها وهي في حالتها الحجمية (Bulk) [1].

فالأغشية تعرف على انها مواد تحضر على شكل طبقة أو عدة طبقات رقيقة بالترسيب المسيطر عليه للجزيئات أو الذرات أو الايونات على ركيزة صلبة (Substrate) ويشترط أن لا يتجاوز المايكرون الواحد [1] وعادة ترسب الاغشية على ركيزة من الزجاج أو السليكون أو الالمنيوم أو الكوارتز وغيرها اعتمادا على طبيعة المادة أو الحاجة العلمية [3]، وقد استخدمت الأغشية الرقيقة في المجالات العلمية والتقنية وكانت للتطبيقات العملية المختلفة أثرا واضحا، ومن هذه التطبيقات [4].



1 - التطبيقات الالكترونية (Electronic Applications) :

تم استثمار الأغشية الرقيقة في صناعة المتسعات والثنائيات والدوائر المتكاملة والمقاومات وأقطاب التوصيل كما استخدمت الأغشية في صناعة الثنائيات الباعثة للضوء ولوحات العرض البلازمية [4].

2- التطبيقات البصرية (Optical Applications) :

تم استعمال الأغشية الرقيقة في صناعة الخلايا الشمسية وصناعة الألياف البصرية المستخدمة في نقل المعلومات والاتصالات وصناعة المرشحات البصرية والطلاءات المضادة للانعكاسات لتقليل الخسائر المصاحبة لانعكاس الضوء من سطوح هذه الخلايا. كما تم استعمالها في صناعة الكواشف الضوئية، فضلا عن ذلك استعمالها في بصريات الليزر كطلاءات عاكسة لها القابلية على تحمل شدات عالية من الإشعاع [4].

3- التطبيقات المغناطيسية (Magnetic Applications):

تم توظيف الأغشية الرقيقة في صناعة نبائط خزن البيانات في الحاسبات الالكترونية، من المعروف إن أوساط الخزن هذه قد بلغت ساعاتها الخزنية قيما كبيرة من المعلومات ضمن احجام صغيرة للنبائط المصنعة. كما تم استعمال الأغشية في صناعة الأقراص الليزرية المدمجة [4].

(1-2) الدراسات السابقة Literature Survey :

تعد نيتريد السليكون من المواد المعروفة جيدا لأكثر من قرن مضى ولفوائدها المتعددة وخواصها الفريدة وتطبيقاتها الصناعية الكثيرة فإنها كانت محط اهتمام الباحثين والدارسين والمهندسين.

(A. Saboonchi2010) قام الباحث وجماعته ان بدراسة اثار السماك الاغشية الرقيقة لنيتريد السيليكون (Si_3N_4) على الخصائص الاشعاعية للطبقات النانوية متعددة الطبقات واثبتوا ان طلاء نيتريد السيليكون يعمل كمضاد انعكاس وان هذا الطلاء يقلل الانعكاس اتجاه السيليكون العادي وعند زياده سمك الطلاء غير المعدني فان انعكاس الطبقات المتعددة ينخفض ويزداد النفاذية. فان ركيزة السيليكون له انعكاس اعلى في طلاء نيتريد السيليكون (Si_3N_4) للاطوال الموجية المرتبة فان انعكاس يزداد مع زياده درجة الحرارة بسبب انخفاض الانبعاث، ولكن في الاطوال الموجية تحت الحمراء [5].

(Jan Kischat2012) قام الباحث وجماعته بدراسة مكونات معامل الانكسار للأغشية الرقيقة لنيتريد السيليكون (Si_3N_4) باستخدام ترسيب رشاش تفاعلي بدرجة حراره الغرفة وتتميز باستخدام MIR قياس القطع الطيفي ذو الزاوية المتغيرة للمواد العازلة ذات معامل انكسار منخفض الى المتوسط وحصلوا على امتصاص اعلى ومقدار فجوة الطاقة 1.26 ev [6].

(L.A Vlasukova2013) قام الباحث وجماعته بدراسة الخواص البصرية وبنية طبقات نيتريد السيليكون (Si_3N_4) المترسبة على ركائز السيليكون عن طريق ترسيب البخار الكيميائي بمساعدته البلازما عند ($300^{\circ}C$) ادى الى تضايق فجوة الطاقة لهذه المادة تساوي تقريبا (2ev) [7].

(Bo-Hueilia2014) قام الباحث بتحضير اغشية نيتريد السيليكون (Si_3N_4) بواسطة تقنية ترسيب مشتركة ذات نبضه عالية الطاقة وتختلف مؤشرات الانكسار للاغشية الرقيقة لنيتريد السيليكون (Si_3N_4) من 2.17 الى 2.02 في نطاق طول موجي من (400-700) نانومتر وتم ترسيب طلاء من اربع طبقات والحصول على متوسط النفاذية 99% واعلى نفاذيه 99.97% وحصلوا على اعلى معامل انكسار [8].

الفصل الاول: مقدمة عامة.....

(Karolina czarnacka2016) قام الباحث وجماعته بدراسة تأثير التلدين على الخواص الكهربائية والبصرية للاغشية لنيتريد السيليكون (Si_3N_4) في درجات الحرارة (1073K) وتردد (50HZ) الى (5MHz) وتم حساب مقدار التوصيلية لطاقة التنشيط وتم تسجيل اطياف التلاؤ الضوئي عند درجة الغرفة [9].

(Kjhansirain2016) قام الباحث وجماعته بترسيب اغشيه نيتريد السيليكون (Si_3N_4) باستخدام ترسيب البخار الكيميائي عند درجه حراره (750-800-850) درجة مئوية بدراسة تأثير درجة حرارة الترسيب على الخواص الفيزيائية والبصرية للاغشية لنيتريد السيليكون (Si_3N_4) وجدوا ان الانكسار والسلك يزداد بالتوافق مع زيادة درجة الحرارة وحصول على انعكاس امثل عند درجه حراره 800 درجة مئوية وجدوا ملائمة كطاء مضاد للانعكاس [10].

(Ziv Hameiri2017) قام الباحث وجماعته بأن نيتريد السيليكون (Si_3N_4) غير متبلور وهو احدث طلاء مضاد للانعكاس لخلايا السيليكون الشمسية يتطلب تحسين اغشيه نيتريد السيليكون والنظر في كل الخصائص البصرية والكهربائية لاغشية نيتريد السيليكون (Si_3N_4) ووجدوا ان تسعه من اغشيه نيتريد السيليكون (Si_3N_4) متخصصه لامتناس ومعامل انكسار منخفض مماثل يبلغ 0.01 ± 2.09 مقاس عنده 633نانو متر ومنخفضه الامتناس [11].

(John pham-chris young2018) قام الباحثان دراسه مميزات اغشيه نيتريد السيليكون عن طريق ترسيب بخار كيميائي منخفض الضغط (LPCVD) وترسيب بخار كيميائي محسن البلازما (PECVD) واهتمامهم بالهدرجة وادى هذا انخفاض معدل ترسيب الغشاء وزياده معامل الانكسار وانخفاض الضغط [12] .

الفصل الاول: مقدمة عامة.....

(seiya yoshinaga2019) قام الباحث وجماعته بدراسة الخصائص البصرية لنيتريد السيليكون الغني بالسيليكون (Si-rich Sin) وطبقات نيتريد السيليكون التقليدية (Si_xN_y) والتي تستخدم عادة في الطلاء المضاد للانعكاس (ARC) لتحسين امتصاص الضوء في الخلايا الشمسية وجدوا التغيير في معامل الانكسار ل Sin الغنية بالسيليكون يرجع على درجة حرارة التلدين التي كانت اعلى بكثير من درجه حراره Si_xN_y التقليدية [13].

(2020 هاني نجاد) قام الباحث وجماعته بعرض الخصائص الحرارية البصرية لاغشية نيتريد السيليكون الغنية بالسيليكون (SRN) باستخدام ترسيب البخار الكيميائي المحسن بالبلازما (PECVD) باستخدام التحولات في الاستجابة الطيفية لمقاييس التداخل Mach-Zehnder كدالة لدرجه الحرارة لتوصيف المعاملات الحرارية البصرية لاغشية نيتريد السيليكون (Si_3N_4) بمحتويات متفاوتة من السيليكون وتم الحصول على اعلى معامل $k^{-1} \times 10^4 (0.08 \pm 1.65)$ هو تحسين المعامل الحراري البصري ومعامل انكسار الخطي يزداد مع زياده محتوى السيليكون في اغشيه نيتريد السيليكون (Si_3N_4) [14].

(Nikolett Hegedus2021) قام الباحث وجماعته بان يبينوا ان غشاء نيتريد السيليكون (Si_3N_4) يتمتع باهتمام علمي ($\text{Si}_x\text{N}_y:\text{H}$) السيليكون المهدرج واسع النطاق عبر مجالات تطبيق متعددة مزيج استثنائي من الخصائص البصرية والميكانيكية والحرارية وقد استخدمت في صناعة الطاقة الشمسية واشباه الموصلات الى انتاج زجاج مطلي تسمح فجوه الطاقة العريضة (5.2 فولت تقريباً) وتعمل الطبقات على تخميل مضاد الانعكاس والنفاذية العالية [15].

(Leonid yu Beliaev 2022) قام الباحث وجماعته بمقارنة الخصائص البصرية لاغشية نيتريد السيليكون (Si_3N_4) الرقيقة المترسبة عن طريق رشاش التردد الراديوي التفاعلي (R-RF) وترسيب بخار كيميائي (LPCVD) واستخدام نسبتين مختلفتين (LPCVD) من الغازات المختلفة والترسب بثلاثة انظمة لتردد منخفض (LF) والتردد المختلط والتردد العالي وتم فحص الخصائص البصرية وجدوا زياده انعكاس في نطاق الاشعة تحت الحمراء واقل معامل امتصاص [16].

(1-3) هدف البحث Search objective :

دراسة تأثير سمك الغشاء الرقيق على الخصائص البصرية (نتريد سيليكون/بولي اثيلين).



الفصل الثاني

الجانب النظري

(2-1) طرائق تحضير الأغشية الرقيقة Thin Film Deposition Methods :

نتيجة للتطبيقات الواسعة للأغشية الرقيقة وعلى اختلاف أنواع المواد ومواصفاتها، وجدت الحاجة الماسة إلى ظهور تقنيات تحضير جديدة تلائم الأغشية ومجالات تطبيقها، لذا تطورت تقنيات الاغشية الرقيقة تعددت مع زيادة التقدم العلمي والتقني والتكنولوجي المعاصر، فاستخدمت العديد من الطرائق للتحضير، إذ أصبحت لكل طريقة خصوصياتها لتنجز العمل الذي أنشأت من أجله.

ان أي عملية ترسيب تتضمن ثلاث خطوات أساسية هي [17] :

١ - توليد النوع المناسب من الذرات أو الجزيئات أو الايونات .

٢ - نقل هذه الأنواع الى الركيزة خلال الوسط .

٣ - تكتيفها على ركيزة اما مباشرة واما كيميائيا واما بعملية كهروكيميائية لتشكيل المادة الصلبة.

وقد تم التأكد بالتجارب أن اختلاف الطرائق المستخدمة في التحضير تُسبب اختلافا في بعض خواص الاغشية. ومن الطرائق المستخدمة في تحضير الأغشية الرقيقة هي طرائق فيزيائية وكيميائية نذكر منها بشيء من الايجاز [18] :

(2-1-1) الطرق الفيزيائية Physical methods :

يمكن تقسيم هذه الطرائق تبعا للآلية المعتمدة للحصول على ذرات او الجزيئات المتحررة من المادة وهي بعد أنواع منها [20,19] :

الفصل الثاني: الجانب النظري.....

أولاً : التبخير بالفراغ Vacuum Evaporation: وتقسم تبعاً للكيفية التي يتم فيها الحصول على بخار المادة الى :

(a) طريقة الترسيب الفيزيائي للبخار Physical Vapor Deposition (PVD)

وتسمى أيضاً بالتبخير الحراري في الفراغ (Thermal Evaporation Vacuum)، يتم تبخير المادة المراد تحضير الغشاء منها بواسطة التسخين الكهربائي للمقاومة (Resistive Heating)، إذ نضع المادة في حوض من المولبدينيوم أو التنكستن وذلك لعدم تفاعل هاتين المادتين أو انصهارهما ضمن مدى الدرجات المعمول به في العملية. تتم عملية التبخير للمادة المراد تحضير الغشاء منها تحت ضغط واطئ يصل أحياناً الى (10^{-6} Torr) ، يختلف هذا الضغط باختلاف المضخات المستعملة للتفريغ وكذلك نوع المادة المراد تبخيرها، وتعد هذه الطريقة من أكثر الطرائق شيوعاً في تحضير الأغشية [19,20].

(b) التبخير بالقوس Arc Evaporation

(c) التبخير بالليزر Laser Evaporation

(d) التبخير بالحزمة الالكترونية Electron Beam Evaporation

(e) التبخير بالوميض Flash Evaporation

ثانياً : طريقة التريذ Sputtering Method

وهذه الطريقة بعدة أنواع نذكر منها [21] :

1- تقنية التريذ بالتيار المستمر Dielectric current Sputtering Technique



2- تقنية التريذ بالترددات الراديوية Radio Frequency Technique Sputtering

3-تقنية التريذ المغناطيسي Magnetron Sputtering Technique

4-تقنية التريذ بالحزمة الأيونية Ion Beam Sputtering Technique

5-تقنية التريذ بالانحياز Biasing Sputtering Technique

(2-1-2) الطريقة الكيميائية Chemical Method:

سنكتفي بذكر تقسيماتها وانواعها [19]

أولاً: الترسيب الكهربائي Electrical Deposition

وأنواعه:

(a) الترسيب الالكتروليتي Electrolytic Deposition

(b) اكسدة الأنود Anodic Oxidation

ثانياً: الترسيب اللاكهربائي Electro Lees Deposition

ثالثاً: الترسيب الكيميائي للبخار (CVD) Chemical Vapor Deposition

ويتضمن عدة طرق منها:

(a) الترسيب الحراري Chemical Spray pyrolysis



Transfer Reaction

(b) الترسيب بالتفاعلات المتحولة

Polymerization

(c) الترسيب بالبلزمة

(2-2) الخواص البصريه Optical Properties

ان لدراسة الخواص البصرية للأغشية أهمية بالغة في إيجاد الثوابت البصرية والتي يمكن عن طريقها التعرف على مقدار قيمة فجوة الطاقة البصرية على وفق ظروف التحضير المحدد (الضغط و درجة الحرارة وسمك الغشاء و الخ) وكذلك يمكننا معرفة الثوابت الأخرى من امتصاصية و نفاذية و معاملات الخمود و معاملات العزل الكهربائي الحقيقي والخيالي . [22]

(2-2-1) الامتصاص البصري Optical Absorption

ويعد من الدراسات المهمة وذات الفعالية الكبيرة في مجال فيزياء اشباه الموصلات والاعشبية. ان سقوط الاشعة الكهرومغناطيسية بطاقة ($h\nu$) اكبر من قيمة فجوة الطاقة وبشدة مقدارها اعلى المادة التي سمكها (t) التي ستمتص جزءا منها لينفذ منها شدة مقدارها (I_{τ}) ، وهذا يمكننا من ان نجد العلاقة التي نحسب بها معامل الامتصاص (α) وذلك وفق المعادلة [24,23]:

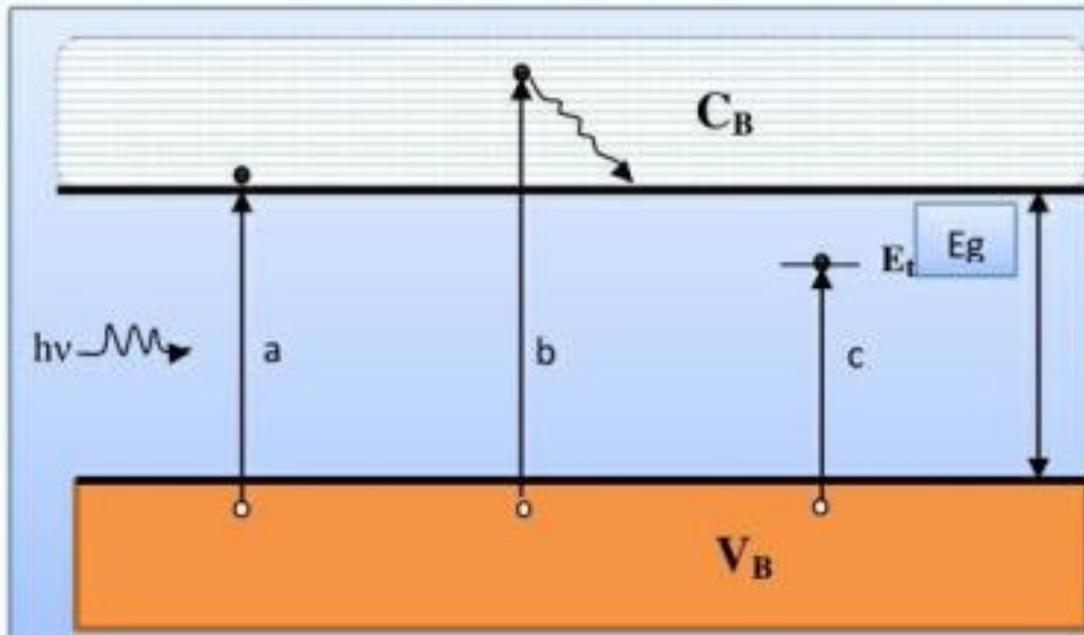
$$I_{\tau} = I_0 \cdot \exp(-\alpha t) \dots \dots \dots (2-1)$$

إذ ان (α) معامل الامتصاص (Absorption Coefficient) ويقاس بوحدة (cm^{-1}) الذي هو نسبة النقص في الطاقة الاشعاعية الساقطة ويتغير تبعا لتغير الطول الموجي للأشعة الساقطة وطبيعة المادة التي تسقط عليها ، هذه العملية تعمل على تهيج الالكترن في حزمة التكافؤ منتقلا إلى حزمة التوصيل

الفصل الثاني: الجانب النظري.....

ممتصاً طاقة مقدارها $(hv - E_g)$ كما مبين في الشكل (2-1a) . اما اذا كانت طاقة الاشعة مساوية لقيمة فجوة الطاقة (E_g) فان هذه الطاقة ستمتصها المادة التي ستسقط عليها مولدة زوج الكترون - فجوة كما مبين بالشكل (2-1b) ويمثلان هذان الانتقالان صنف الانتقال الذاتي (Intrinsic) من حزمة التكافؤ الى حزمة التوصيل (Band to Band).

اما في حالة أن طاقة هذه الاشعة اقل من قيمة فجوة الطاقة فان المستويات الموضعية الموجودة ضمن الفجوة المحظورة التي يمكن ان توجد بها العيوب البلورية الفيزيائية سوف تكون المستويات الموضعية التي يمكن أن ينتقل إليها الالكترتون في هذه الحالة ، وهذا ما يمثله الانتقال اللاذاتي (Extrinsic) الذي يمثله (2-1c) [25].



الشكل (2-1) الانتقالات المباشرة وغير المباشرة في المواد شبه الموصلة [25]

2-2-2 معامل الامتصاص البصري (α) Optical absorption coefficient:

ويعرف بأنه النسبة التي تنقص من الطاقة الإشعاعية الساقطة على المادة نسبة إلى المسافة التي قطعها باتجاه انتشار هذه الموجة داخل شبه الموصل ، ويعتمد حساب هذه النسبة على طاقة الأشعة الساقطة بها ($h\nu$) وعلى الخواص البصرية للمادة شبه الموصلة كمقدار عرض فجوة الطاقة للمادة شبه الموصلة ونوع الانتقال الإلكتروني الذي يحدث بين حزمة التكافؤ وحزمة التوصيل [25]. ولحساب معامل الامتصاص تبدأ بحساب طاقة الفوتون للأشعة الساقطة من المعادلة [26].

$$E = h\nu \dots \dots \dots (2 - 2)$$

ان مقدار ما ينفذ من هذه الطاقة خلال المادة شبه الموصلة التي سوف تعكس قدرا منه (R)

فيكون الجزء النافذ معطى على وفق العلاقة [26]

$$T = (1 - R)^2 e^{-\alpha t} \dots \dots \dots (2-3)$$

ولحساب مقدار ما تمتصه المادة (A) من هذه الأشعة تعتمد المعادلة [25]

$$T = 10^{-A} \dots \dots \dots (2-4)$$

نعوض قيمة (T) من المعادلة (2-4) في المعادلة (2-3) نحصل على المعادلة:

$$e^{-2303a} = (1 - R)^2 e^{-\alpha t} \dots \dots \dots (2-5)$$

في حالة كون مقدار ما تمتصه المادة ومقدار ما ينفذ منها يصل تقريبا إلى الواحد ، أي أن مقدار ما تعكسه

المادة تقريبا من الصفر عند ذلك ستؤول المعادلة (2-5) إلى المعادلة:

الفصل الثاني: الجانب النظري.....

$$e^{-2303A} = e^{-\alpha t} \dots\dots\dots(2-6)$$

ويأخذ الـ (Ln) لطرفي المعادلة (2-6) ينتج:

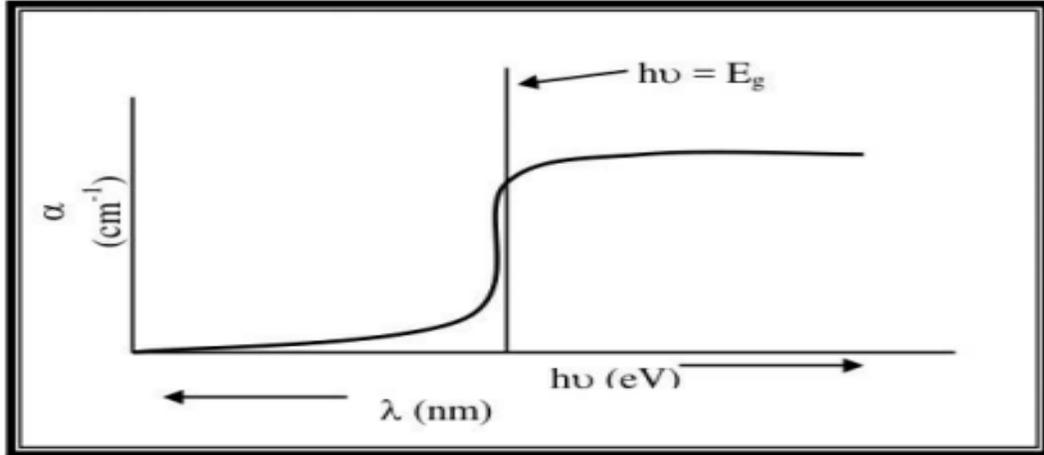
$$\alpha = 2.303 \frac{A}{t} \dots\dots\dots(2-7)$$

(2-2-3) حافة الامتصاص Absorption edge :

يختلف مقدار الطاقة الاشعاعية التي تسقط بها الفوتونات على المادة ، ففي الحالة التي يصل فيها هذا المقدار بقيمة مساوية لمقدار عرض فجوة الطاقة المحظورة للمادة شبه الموصلة فان مقدار ما ستمتصه المادة سيزداد بصورة كبيرة ، وهذه الصفة تشترك بها تقريبا جميع المواد شبه الموصلة [27].

هذا المقدار الذي تبدأ عنده الزيادة السريعة للامتصاص يُسمى بحافة الامتصاص البصري (Absorption edge). اما الطول الموجي الذي تكون عنده حافة الامتصاص فهو يسمى الطول الموجي للقطع (Cut off wavelength) .

ويبين الشكل (2-2) ان مقدار الامتصاص عند الطول الموجي الأقل والأكثر من الطول الموجي القاطع يكون قليلا، إذ تميز حافة الامتصاص عند رسم طيف معامل الامتصاص كدالة لطاقة الاشعة الساقطة أو الطول الموجي لهذه الأشعة بصورة حافة قطع خطي مميز تبدو عريضة نسبيا في حالة اشباه الموصلات متعددة التبلور وحادة في أشباه الموصلات الأحادية التبلور . [27].



الشكل (2-2) مقدار معامل الامتصاص قبل حافة الامتصاص وبعدها وعندها [28]

(2-2-4) قيم الثوابت البصرية Optical Constants values

الثوابت البصرية من الدوال المهمة هي التي عن طريقها معرفة قيمها يمكن أن تحدد تطبيقات المواد

شبه الموصلية او الاستعمال للغشاء الرقيق ، وهذه الثوابت هي :

(2-2-4-1) فجوة الطاقة البصرية Optical Energy Gap:

فجوة الطاقة للمواد شبه الموصلية هي مقدار الطاقة التي يحتاج إليها انتقال الالكترون من قمة حزمة

التكافؤ الى قعر حزمة التوصيل او المستوى الموضعي الأقرب للانتقال، ويتأثر عرض هذه الفجوة بنسب

الشوائب المضافة للمادة شبه الموصلية (مادة الغشاء) ، وبدرجة الحرارة ، وهذا التأثير يظهر زيادة أو نقصانا

تبعاً لنوع المادة شبه الموصلية ، فتزداد في بعضها وتقل في بعضها الآخر [29] .

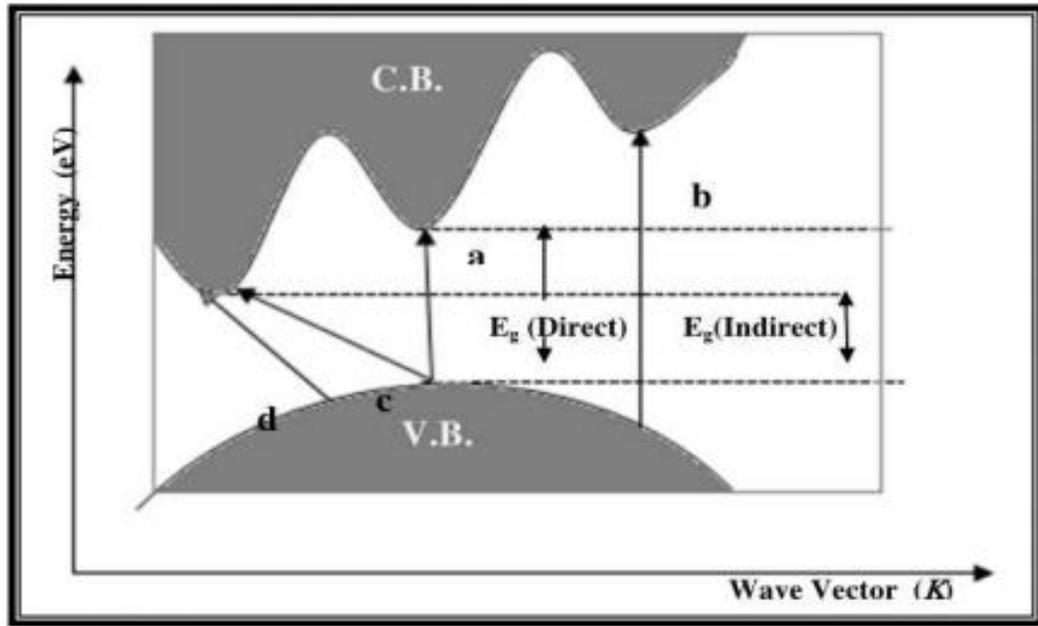
وتحسب قيمة فجوة الطاقة للانتقال المباشر المسموح والممنوع والانتقال غير المباشر المسموح

والممنوع من معادلة تاوس التجريبية كالآتي [29] :

الفصل الثاني: الجانب النظري.....

$$(\propto hv) = \beta(hv - E_g^{OPT})^r \dots\dots\dots(2-8)$$

إذ يمثل (β) ثابت الانتقال ، فإذا كان الانتقال من النوع المباشر أو غير المباشر فتكون قيمته واحداً ، أما قيمة الثابت (r) فإنها تأخذ القيم $(1/2)$ في حالة الانتقال المباشر المسموح ، وتأخذ القيمة $(3/2)$ في حالة الانتقال المباشر الممنوع ، وتأخذ القيم (2) و (3) في الانتقال غير المباشر المسموح والممنوع على التوالي، الشكل (2-3) يبين أنواع الانتقالات أنفة الذكر .



الشكل (2-3) الانتقالات الالكترونية [29]

a : مباشر مسموح b:مباشر ممنوع c : غير مباشر مسموح d : غير مباشر ممنوع

الفصل الثاني: الجانب النظري.....

فيتم رسم علاقة بيانية بين مقدار طاقة الفوتونات الساقطة ($h\nu$) للمحور السيني ومقدار $(h\nu)_r^1$ للمحور الصادي، فيحدد مقدار الطاقة بإسقاط خط تماس للمنحني الناتج باتجاه المحور السيني فيقطعه عند النقطة $(\alpha h\nu)_r^1 = 0$ وهذه النقطة تمثل قيمة فجوة الطاقة [30].

(2-2-4-2) معامل الانكسار (n) :Refractive Index

يستخدم على تسمية النسبة بين سرعة الضوء بالفراغ الى سرعته في أي وسط مادي اخر بمعامل الانكسار الذي يمكن ايجاده اعتمادا على معرفة قيمة ثابت الخمود (K) ومقدار قيمة الانعكاسية للغشاء (R) فتكون قيمته على وفق المعادلة [30] :

$$n = \left[\frac{1+R}{1-R} \right]^2 - (K^2+1) \Bigg]^{1/2} + \left\{ \frac{1+R}{1-R} \right\} \dots \dots \dots (2-9)$$

(2-2-4-3) النفاذية (T) : Transition

تمثل النفاذية مقدار ما ينفذ من الطاقة الاشعاعية الساقطة على الغشاء بعد سقوط الاشعة عليه ويمكن ايجادها من المعادلة [31] :

$$T = 10^{-A} \dots \dots \dots (2-10)$$

(2-2-4-4) الانعكاسية (R) : Reflectance

تمثل الانعكاسية مقدار ما يترد من الطاقة الاشعاعية الساقطة على الغشاء الى الوسط الذي قدم منه ، ويمكن ايجاد مقدارها على وفق المعادلة [31].

$$R = 1 - T - A \dots\dots\dots(2-11)$$

(2-2-4-5) معامل الخمود (K) Extinction coefficient :

ويعرف بأنه كمية الطاقة التي تمتصها الكترونات حزمة التكافؤ عند سقوط الأشعة الكهرومغناطيسية على المادة ، أي مقدار الطاقة التي أخدمتها هذه الالكترونات من الأشعة الساقطة او مقدار التوهين في طاقة الأشعة الساقطة، ويعتمد على مقدار الطول الموجي للأشعة الساقطة وعلى قيمة معامل الامتصاص (α) لكل مادة، ويُحسب من العلاقة [31] .

$$K = \alpha \lambda / 4\pi \dots\dots\dots(2-12)$$

(2-2-4-6) ثابت العزل (ϵ) Dielectric Constant :

يؤدي سقوط الاشعة الكهرومغناطيسية على المادة الى تفاعل هذه الاشعة مع الشحنات المادة الساقطة عليها التي تستقطب ممتصة قدرا من الطاقة الساقطة الذي عادة ما يسمى بثابت العزل الكهربائي (ϵ) الذي يعطى بالعلاقة [31]:

$$\epsilon = \epsilon_r - i\epsilon_i \dots\dots\dots(2-13)$$

إذا (ϵ_r) الجزء الحقيقي لثابت العزل الكهربائي ، و ($i\epsilon_i$) الجزء الخيالي لثابت العزل الكهربائي ويرتبط الجزء الحقيقي لثابت العزل الكهربائي (ϵ_r) الذي يعبر عن استقطاب الوسط بغض النظر عن قيمة الطاقة المفقودة نتيجة سقوط الضوء عليه بقيمة معامل الانكسار (n_o) ومعامل الخمود (K) على وفق العلاقة الآتية [31] :

$$\epsilon_r = n^2 - k^2 \dots\dots\dots(2-14)$$

الفصل الثاني: الجانب النظري.....

يمثل الجزء التخيلي لثابت العزل الكهربائي مقياسا لامتناص طاقة الاشعاع شدة المجال الكهربائي الساقط من ذرات المادة، ويرتبط أيضا بقيمة معامل الانكسار ، وقيمة معامل الخمود على وفق المعادلة [30]:

$$\epsilon_i = 2nk \dots \dots \dots (2-15)$$

(2-2-4-7) التوصيلية البصرية (σ_{op}) :Optical Conductivity

لموصلية البصرية تحدث عندما يسقط ضوء على مادة ذات توصيلية ضعيفة (مثل عازل أو شبه موصل)، وتكون طاقة الفوتون عالية بما يكفي لإثارة إلكترون من حزمة التكافؤ إلى حزمة التوصيل في مثل هذه الحالات، يساهم كل من الإلكترون والفجوة في التوصيل الكهربائي إذا تم تطبيق الجهد عبر العينة، وبما أن الحد الأدنى للموصلية الضوئية يحدث عند $hv = E_g$ ، فيمكن استخدام قياس الموصلية الضوئية لتحديد فجوة الطاقة بالنسبة للمواد غير الموصلة غالبا ما تكون الموصلية الضوئية هي المفهوم المستخدم لتصميم أجهزة الكشف البصرية العملي [31].

ان التوصيلية البصرية يتم ايجادها من خلال العلاقة الاتية :

$$\sigma_{op} = \frac{\alpha n c}{4\pi} \dots \dots \dots (2-16)$$

حيث c هي سرعة الضوء في الفراغ. وتقاس التوصيلية البصرية بوحدة (I/S) حيث ان S : هي ثانية و

(I/S) وحدة السيمنز والتي هي مقلوب الاوم (نسبة للعالم الالمانى ايرنست فيرنر فون سيمنز).

(2-3) نيتريد السيليكون Silicon Nitride

مركب كيميائي لعنصري السيليكون والنيتروجين صيغته (Si_3N_4) الاكثر استقرارا من الناحية الحرارية والاكثر اهمية تجاريا [32]. وهو مادة صلبة بيضاء عالية الانصهار خاملة كيميائيا نسبيا ولديها ثابت حراري عالي ولا يذوب في الماء وقابل في الذوبان في HF وفي حامض الهيدروفلوريك [33]. ويتم تحضير نيتريد السيليكون عن طريق تسخين السيليكون المسحوق بين 1300 درجة مئوية و1400 درجة مئوية في جو النيتروجين.

انخفاضات تكاليف نيتريد السيليكون لذلك يزداد استعمال نيتريد السيليكون [34]. يستخدم كمادة قاطعه بسبب صلابته والاستقرار الحراري [35]. ويستخدم كمادة عازله في تصنيع الدوائر المتكاملة وفي صناعة الخلايا الشمسية كمادة مغلقة مضاده لانعكاس [36]. ودخلت في المجالات الطبية كبديل للعظام [37].

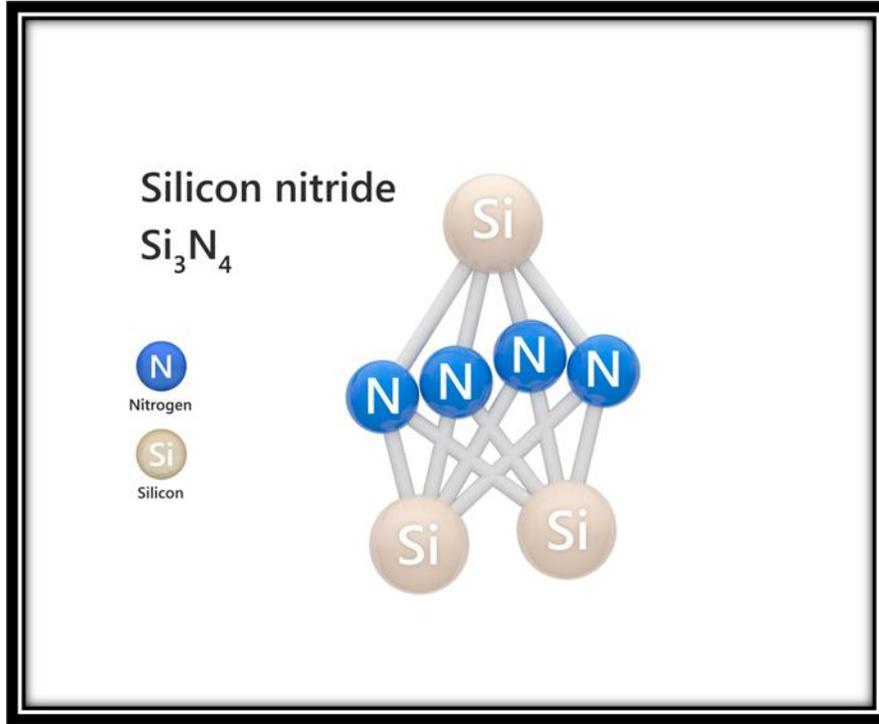
(2-4) خصائص مادة الغشاء نيتريد السيليكون (Si_3N_4)

The properties of thin film material (Si_3N_4)

لنيتريد السيليكون خصائص متميزة مثل قوة ميكانيكية عالية وصلابه قريبه من اكسيد الالمونيوم والاستقرار الحراري الجيد ومعامل التمدد الحراري الصغير والتوصيل حراري جيد وبالتالي مقاومه الصدمه الحراريه جوده جدا وخصائص كيميائيه مستقره ومقاومه لأكسده القويه ودقه الابعاد العاليه ونظرا لان نيتريد السيليكون (Si_3N_4) عباره عن مركب تساهمي ذو قوه رابطه عاليه ويمكنه من تشكيل طبقه واقيه للاكسيد في الهواء [38]. لذلك تعد اغشيه نيتريد السيليكون حواجز ممتازة امام انتشار الماء والاكسجين والمعادن حتى لو كان درجات الحرارة عاليه. وتعتبر نيتريد السيليكون مادة صلبة للغاية ولديها ثابت عزل مرتفع وريئيه التوصيل الكهربائي لذلك تعمل كماده عازله كهربائياً في نيتريد السيليكون يتم ربط كل ذره تساهميا مع اربع

الفصل الثاني: الجانب النظري.....

ذرات سيليكون والعكس صحيح كل ذرة نتروجين (N) متصله بثلاث ذرات سيليكون لذلك فان الروابط قويه جدا وتعطي مركب ثباتاً عالياً



شكل (2-4) التركيب البلوري لنيتريد السيلكون (Si₃N₄) [38].

مركب نيتريد السيليكون (Si₃N₄) يحتوي نيتريد السيليكون على ثلاثة هياكل بلوريه (α - Si₃N₄) [39] و (β - Si₃N₄) و (γ - Si₃N₄) لاكثر شيوعا ويتم الحصول على (γ - Si₃N₄) تحت ضغط ودرجه حراره عاليه وهي الاصعب [40].

جدول (2-1) بعض الخصائص الفيزيائية لمركب (Si_3N_4)

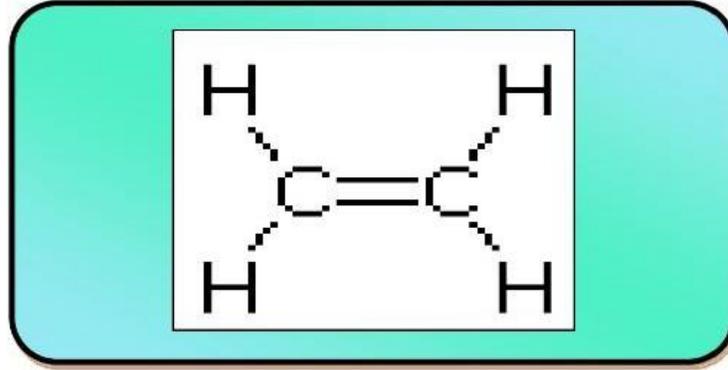
Property	Description
Chemical formula	Si_3N_4
Molar mass	$140.283\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ [41]
Appearance	Grey,odorless powder[41]
Density	$3.17\text{g}/\text{cm}^3$ [41]
Melting point	1900C° (3,450f);2,170k)[41] (decomposes)
Solubility in water	Insoluble [41]
Refractive index	2.016[42]

(2-5) البولي اثيلين polyethylene

يعتبر البولي اثيلين احد انواع البوليمترات العضوية استنادا الى تركيبها الكيميائي حيث يتكون من ذرتي كربون واربعة ذرات هيدروجين في وحده تكرر البوليمر الاساس كما في الشكل (2-5)[43]. من خصائص البولي اثيلين انه عالي المتانة لدن، خفيف الوزن، سهل التصنيع، كلفته قليلة، وامتصاصه قليل جدا للماء، خامل كيميائيا (اي انه لا يذوب في اي من المذيبات عند درجات حراره الغرفة)، لكنه ينتفخ (swelled) بصورة خفيفه بواسطة السوائل مثل البنزين، له مقاومه جيده للحوامض والقواعد، درجه الانتقال الزجاجي للبولي اثيلين قليله جدا حوا (100C°) التي تعطيه المرونه (Flexibility) ومقاومه عالية للرطوبة وبالإضافة الى خواص العزل الكهربائي[43].

الفصل الثاني: الجانب النظري.....

وبصوره عامه نلاحظ ان كلا نوعي البولي اثيلين (LDPE) و (HDPE) امتلكت زيادة في معامل المرونة عند تدعيمها بالحشوات الدقائقية [44].



شكل (2-5) يوضح تركيب جزئية الاثيلين

(2-6) الكوارتز Quartz

هو سلكا عالي النقاوة ويوجد بكميات كبيرة في الطبيعة ، وقد يوجد على هيئة معدن واحد، كما في رمل الزجاج الذي يكون (98%) من وزن الرمل، او يوجد مع مواد أخرى مثل الفلدسبار وهي مجموعة من الاملاح لها تركيب مشابه وهي من العناصر المشكلة للصخور واكاسيد الحديد ومعادن ثانوية.

ويُعد الكوارتز من المواد غير اللدنة تضاف الى الاطيان وذلك لأهميتها في تقليل الانكماش الجاف للجسم وتقلل اللدونة مما يؤدي الى تقليل كمية الماء المضاف في اثناء عملية التشكيل وبالتالي تمنع حدوث التشققات. كما أن وجود حبيبات الكوارتز بشكلها الكروي أو شبه الكروي يساعد على خروج الغازات المتحررة داخل المادة السيراميكية في اثناء عملية الحرق بالإضافة الى قابليتها على الاتحاد مع الاكاسيد القاعدية المساعدة في الصهر وبذلك يتكون الجزء الزجاجي الذي يكسب المادة السيراميكية الصلابة والخواص

الفصل الثاني: الجانب النظري.....

الميكانيكية الجيدة . اما تأثيره في المواد السيراميكية المتجة في اثناء عملية الحرق فانه يؤدي الى تغير عكسي في الطول عند درجة حرارة ($573C^{\circ}$) لذلك ينتج تمدد وتقلص في الجسم وهذا يؤدي الى حدوث تهشم داخلي وكلما كانت حبيبات الرمل أكثر نعومة ، كان خطر حدوث التهشم أقل ، لذلك يجب ان يكون معدل سرعة الحرق في هذه المرحلة بطيئاً [45].



الفصل الثالث

النتائج والمناقشة

Results and discussion

1-3) المقدمة Introduction

يتناول هذا الفصل اهم النتائج التي تم الحصول عليها من برنامج Filmetric وهو برنامج online يتم من خلال المادة النانوية وترسيبها على غشاء رقيق وتغير السمك، بعدها يتم حساب الخصائص البصرية وفجوة الطاقة للغشاء النانوي من خلال استخدام برمجيات حساب الثوابت البصرية هي مقياس الطيف الضوئي.

في بحثنا هذا تم اختيار الغشاء النانوي (Si_3N_4) المرسب على طبقة من البول اثيلين ذات سمك (250) نانومتر والكوارتز كطبقة أساس وبدرجة حرارة ثابتة ($100^\circ C$) وتحت ضغط واحد ضغط جوي (1 atm) وبسماك مختلفة (25,50,75,100,125) نانومتر وتم بعد ذلك دراسته الخواص البصرية للعينات واطواله الموجية (190-1100).

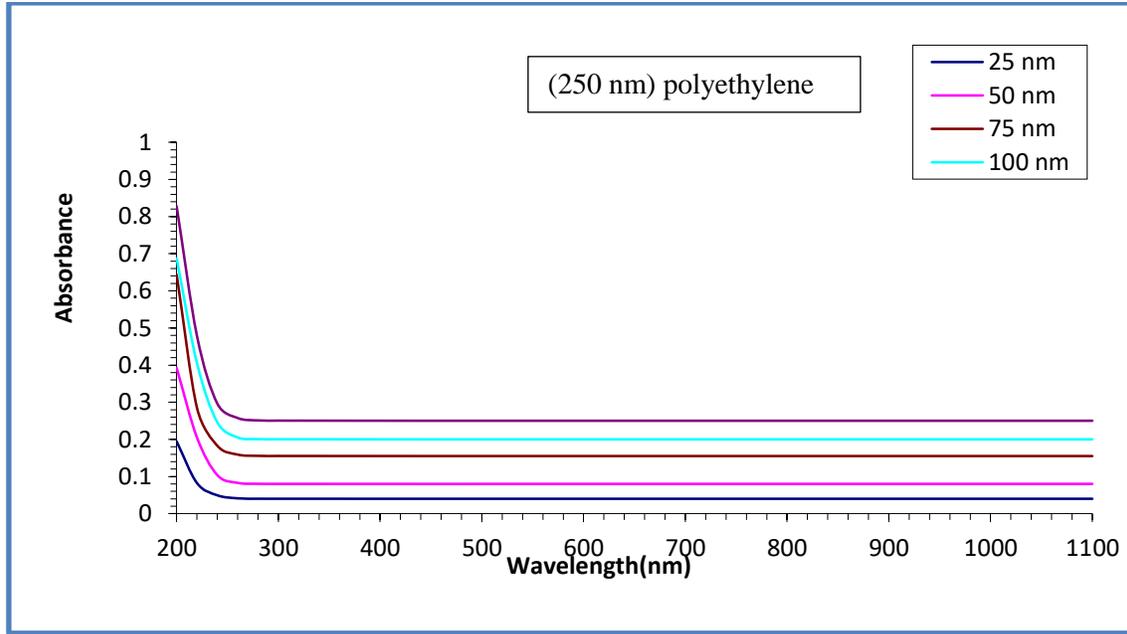
2-3) الخصائص البصرية optical Properties

3-2-1) الامتصاصية Absorption

تم حساب الامتصاص وفق المعادله (2-7) بتغير امتصاص الغشاء الرقيق (Si_3N_4) لمدى من الاطوال الموجية نانومتر نلاحظ بان الطيف لجميع السماك (25,50,75,100,125) نانومتر يكون اكثر امتصاصية في منطقه الاشعة فوق البنفسجية (UV) وامتصاصيه واطئة في منطقة الضوء المرئي كذلك تظهر الاطياف نطاق امتصاص عالي في نطاق الاطوال الموجية (200-250) نانومتر وتختلف موضع الذروه حسب السمك حيث تزداد قيمة الامتصاص مع زيادة السمك كما في الشكل (3-1) ويرجع سبب ذلك بانه عند الطول الموجي العالي فان الفوتونات الساقطة لا تمتلك طاقة كافية للتفاعل مع الذرات ولهذا فان الفوتون ينفذ. وعندما يتناقص الطول الموجي (عند حافة الامتصاص فان الفوتون الساقط يتفاعل مع المادة ومن ثم

الفصل الثالث: النتائج والمناقشة.....

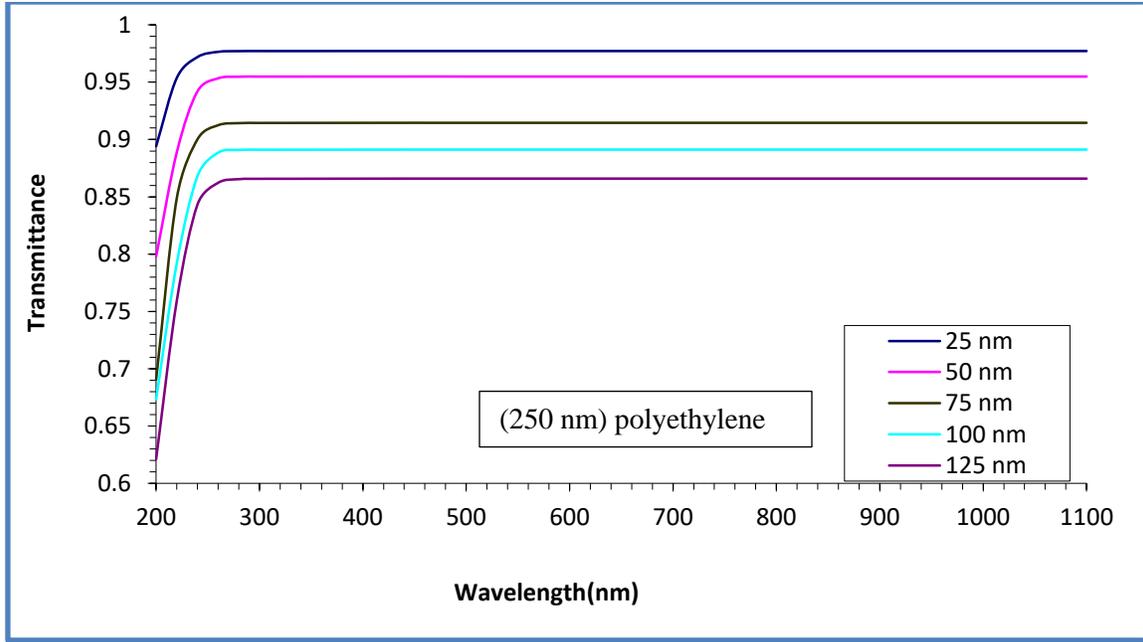
يمتص) تزداد الامتصاصية مع زيادة سمك الغشاء بسبب امتصاص الضوء الساقط بواسطة الالكترونات الحرة وهذا النتيجة متشابهة الى الباحثين [46].



شكل (1-3) يوضح تغيير الامتصاصية مع الطول الموجي ولسمك مختلفة

(2-2-3) طيف النفاذية: Transition spectrum

تغير نفاذية الاغشية الرقيقة النانوية (Si_3N_4) مع الطول الموجي للفوتون حسب المعادلة (2-10) وتشير بأن النفاذية للغشاء تزداد مع زيادة الطول الموجي وهذا السلوك متوافق مع المصدر [47]. كما تختلف نفاذية العينات حسب سمك الاغشية الرقيقة كما في الشكل (2-3) حيث تتناقص النفاذية مع زيادة سمك الغشاء ويعزى السبب في ذلك الى زيادة امتصاصيه وزيادة سماكه الغشاء يؤدي الى تقليل النفاذية.

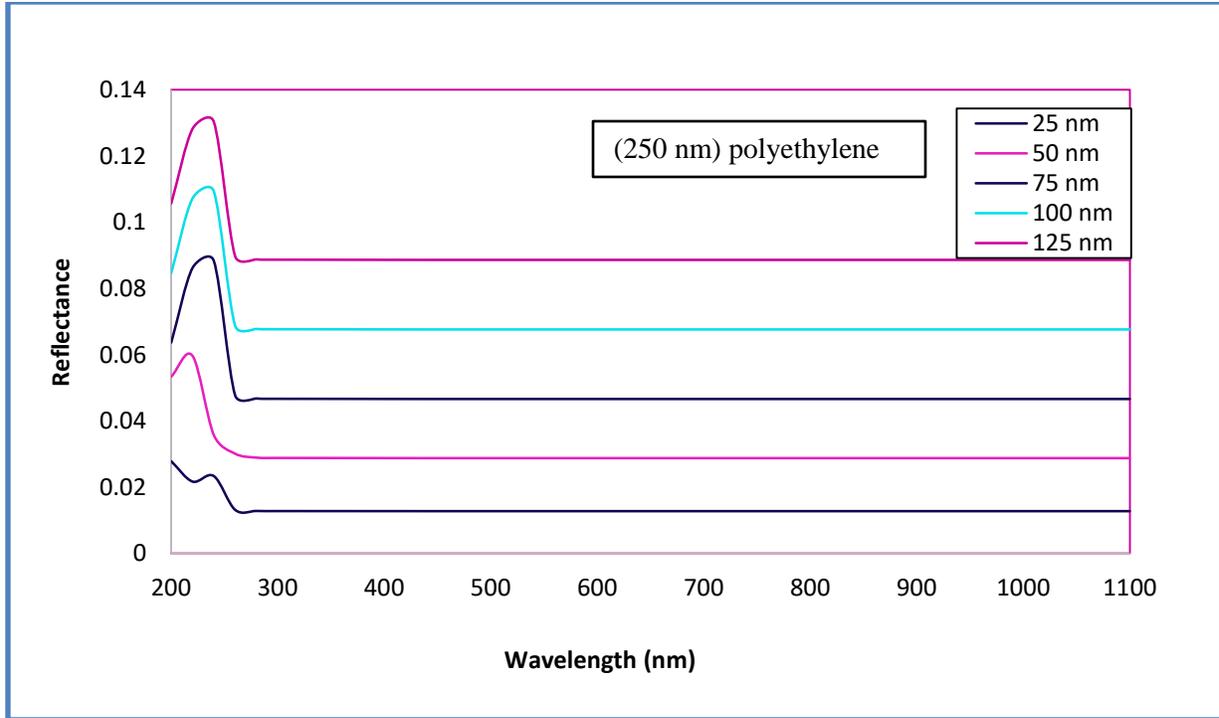


شكل (2-3) يوضح تغير النفاذية مع الطول الموجي ولسماك مختلفة

Reflectance: الانعكاسية (3-2-3)

تغير في النسبة بين شدة انعكاس والحزمة المنعكسة للاشعاع الساقط وتحسب الانعكاسية اعتمادا على طيف الامتصاص والنفاذية طبقا الى قانون حفظ الطاقة.

يبين الشكل (3-3) تغيير الانعكاسية كدالة الطول الموجي ولسماك مختلفه نلاحظ الانعكاسية تزداد تدريجيا لاعظم قيمه عند طول الموجه معينه وعندئذ تتناقص مع زياده الطول الموجي وهذا يعني ان امتصاصيه تكون قليله عند تلك الاطوال الموجيه نتيجة لزياده الانعكاس من سطح الغشاء تعتمد الانعكاسية على خشونه السطح نلاحظ الفرق في قيمه مواقع اعلى قمم نتيجة لاختلاف الخواص التركيبية كما انه الانعكاسية تزداد تدريجيا مع زياده سمك الغشاء وهذا يعني ان الانعكاس يحدث في الاشعة فوق البنفسجية.



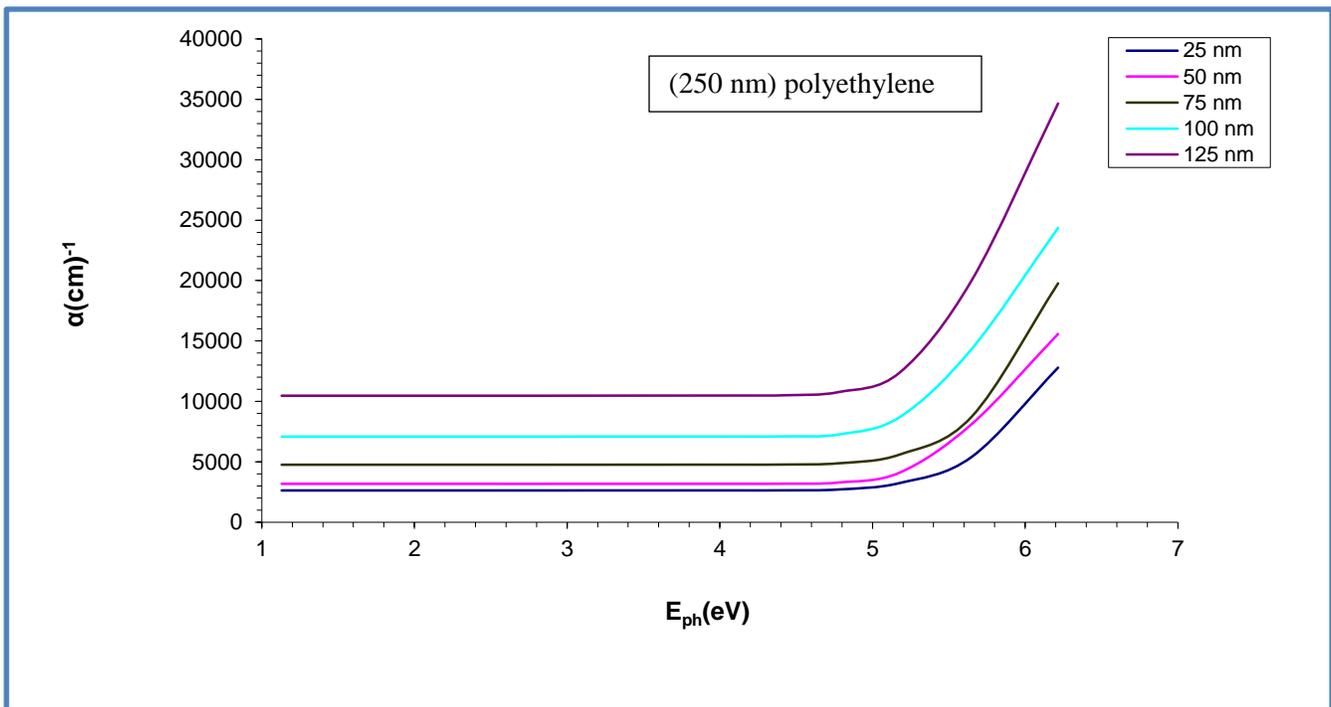
شكل (3-3) اطياف الانعكاس للاغشية النانوية الرقيقة لـ (Si_3N_4) وبسماك مختلفة

(4-2-3) معامل الامتصاص: Absorption coefficient

تم حساب معامل الامتصاص وفق المعادلة (2-7) للاغشية النانوية الرقيقة (Si_3N_4) مع اسماك مختلفة (25, 50, 75, 100, 175) نانومتر. وكما موضح في الشكل (3-4) بان معامل الامتصاص (α) كدالة لطاقة الفوتون ولسماك مختلفه للغشاء الرقيق (Si_3N_4) ويبين الشكل ادناه بأن اقل معامل الامتصاص يكون عند اعلى طول موجي واقل طاقة وهذا يعني بان احتماليه انتقال الالكترتون يكون قليل كذلك بسبب بان طاقه الفوتون الساقط يكون غير كافيه للانتقال الالكترتون من حزمة التكافؤ الى حزمه التوصيل في المواد شبه الموصل [48].

الفصل الثالث: النتائج والمناقشة.....

اما الامتصاصية تكون جيدة عند الطاقات العالية وهذا يعني احتمالية انتقال الالكترون تكون عالية للانتقال من حزمة التكافؤ الى حزمة التوصيل في طيف الطاقة. يحدث انتقال الالكترون المباشرة عندما يكون معامل الامتصاص $(\alpha > 10^4 \text{ cm}^{-1})$ عند الطاقات العالية بينما عند الطاقات الواطئة فان قيمة معامل امتصاص $(\alpha < 10^4 \text{ cm}^{-1})$ والذي يؤدي الى انتقال الالكترون بصورة غير مباشرة. فان معامل امتصاص للغشاء (Si_3N_4) يكون اكبر من 10^4 cm^{-1}



شكل (4-3) معامل الامتصاص للاغشية النانوية الرقيقة ($4\text{Si}_3\text{N}_4$) وبسماك مختلفة

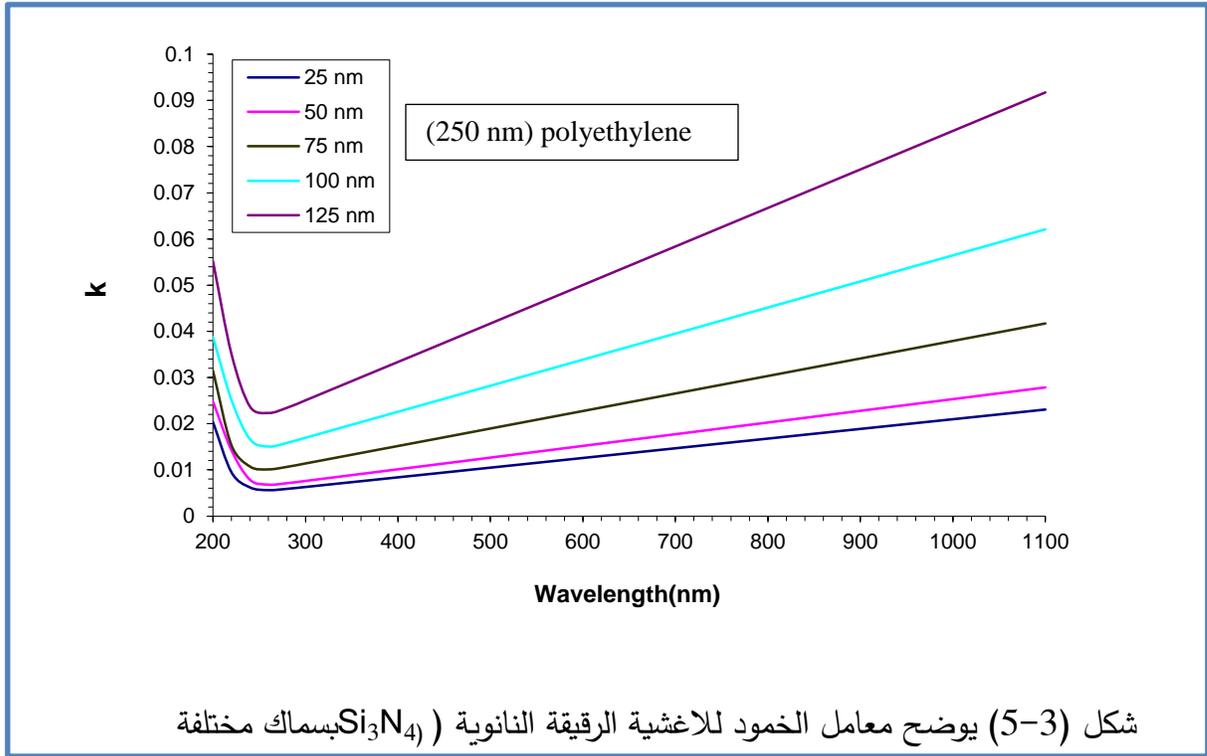
(5-2-3) Extinction Coefficient معامل الخمود

تم حساب معامل الخمود (k_0) للاغشية النانوية الرقيقة (Si_3N_4) من خلال المعادلة (12-2) مع اسماك مختلفة (25-50-75-100-125) نانومتر. يتغير معامل الخمود مع تغير الطول الموجي كما يوضح الشكل (5-3) نلاحظ زياده معامل الخمود مع زياده الطول الموجي وكذلك مع زياده السمك تفسير هذه الزيادة

الفصل الثالث: النتائج والمناقشة.....

ان معامل الخمود يمتلك اقل قيمة عند منطقة فوق البنفسجية (UV) اذن فهو يساهم لامتناص عالي لجميع السماك لهذا الغشاء. كذلك ان زياده معامل الخمود مع زياده الطاقة في المنطقة المرئية ومنطقة تحت

الحمراء (IR)

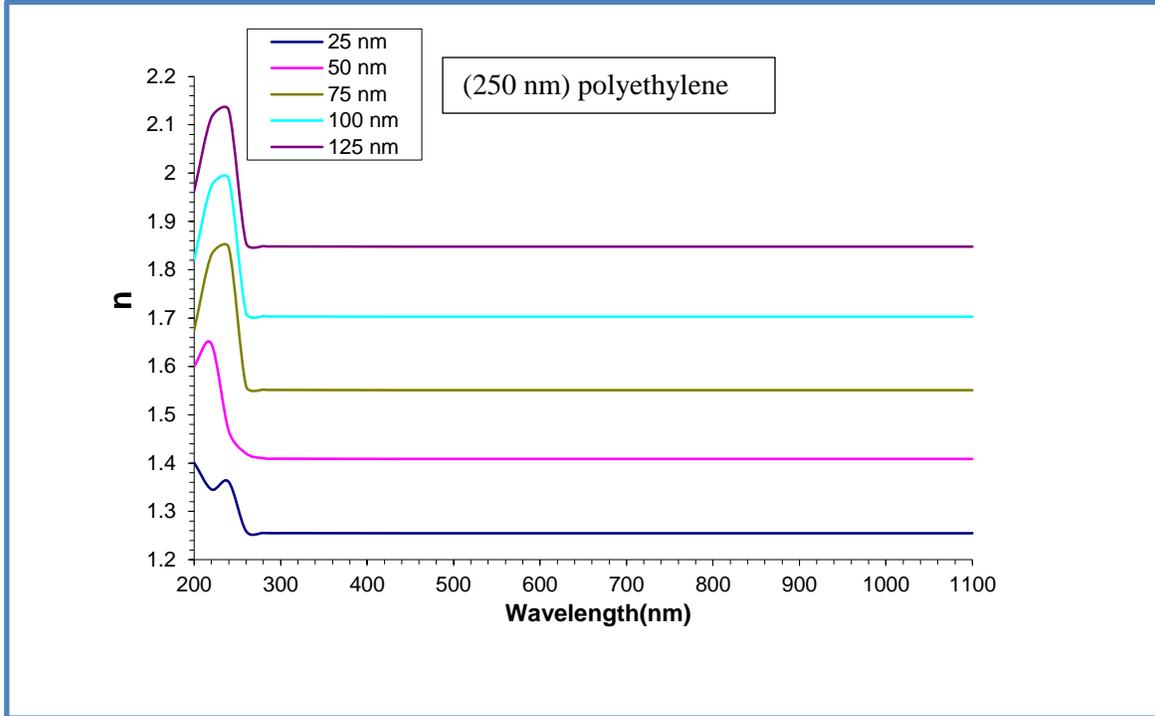


شكل (3-5) يوضح معامل الخمود للاغشية الرقيقة النانوية (Si_3N_4) بسماك مختلفة

(3-2-6) معامل الانكسار: Refractive Index

تم حساب معامل الانكسار للاغشية الرقيقة النانوية (Si_3N_4) خلال المعادلة (2-9) كما يوضح الشكل (3-6) تغيير معامل الانكسار مع طاقة الفوتون والاسماك مختلفة حيث يبين الشكل بان معامل الانكسار يزداد مع زيادة الطول الموجي ويزداد مع زيادة سمك الغشاء هذا السلوك يعود الى زيادة كثافة الغشاء

الرقيق (Si_3N_4) عندما تتفاعل الضوء الساقط مع المادة ونلاحظ معامل الانكسار عالية في منطقة فوق البنفسجية (UV).



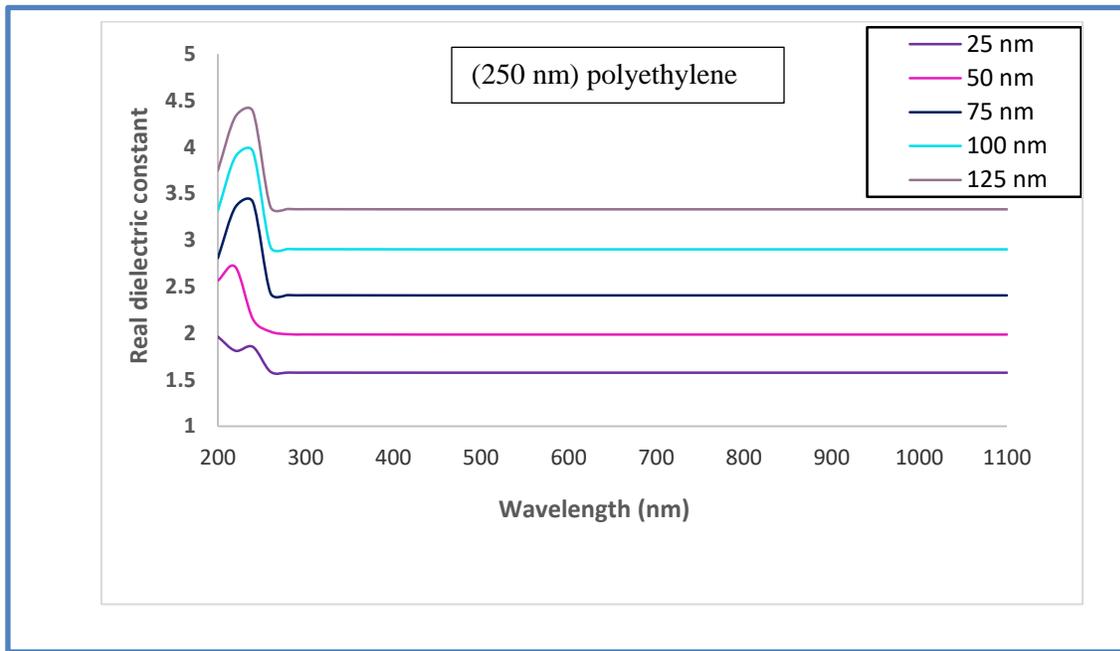
شكل (6-3) يوضح معامل الانكسار للأغشية الرقيقة النانوية (Si_3N_4) وبسماك مختلفة

(7-2-3) ثابت العزل الحقيقي والخيالي Real and imaginary dielectric constant

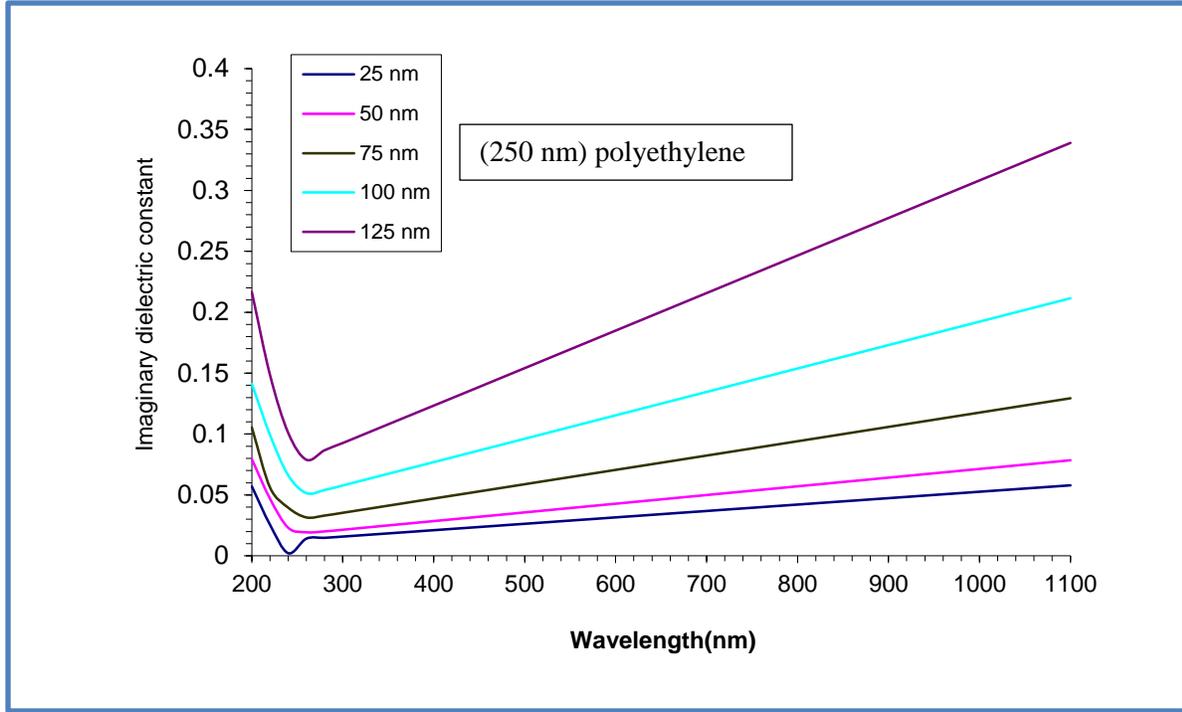
يتم تحديد مركبات ثابت العزل لغشاء (Si_3N_4) لكل الجزئين الحقيقي من خلال المعادلة (14-2) والخيالي من خلال المعادلة (15-2) يوضح الشكلين (8-3) (7-3) تغير ثابت العزل الحقيقي والخيالي كدالة للطول الموجي ولسمك مختلفة هذا السلوك يوضح ان الأغشية الرقيقة تساهم بشكل كبير في الاستقطاب الكهربائي حيث نلاحظ تغيير قيمة ثابت العزل الحقيقي والخيالي مع تغيير طاقة الفوتون ويزداد مع زيادة السمك وهذا نتيجة بان ثابت العزل الحقيقي يعتمد على معامل الانكسار والذي يكون تاشير على معامل الخمود صغير جدا اما الجزء الخيالي ثابت العزل يعتمد على معامل الخمود ويكون معامل الانكسار

الفصل الثالث: النتائج والمناقشة.....

ثابت تقريبا في منطقه تحت الحمراء (IR) والاشعه المرئيه وجود القمم يعني حدوث انتقال للالكترون بالصوره مباشره من نطاق التكافؤ الى نطاق التوصيل في منطقه الطاقات العاليه مما يشير الى ان الفوتونات الساقطة تتعكس تماما في هذه المنطقه وهذا ما يسمى بالانزياح الاحمر ومن المعروف ان وظيفه العزل الكهربائي يكون للجزء الخيالي تاثير كبير على امتصاص الوسط يشير وجود عدد من القمم في الجزء الخيالي يعني حدوث انتقالات في كل السماك اي يعني حدوث انتقال واحد لكل سمك من السماك بين النطاقين ثابت العزل الحقيقي الذي يعني طاقة التخزين بينما يعني ثابت العزل الخيالي فقدان طاقه الموجات الكهرومغناطيسية في مادة الاغشية الرقيقة.



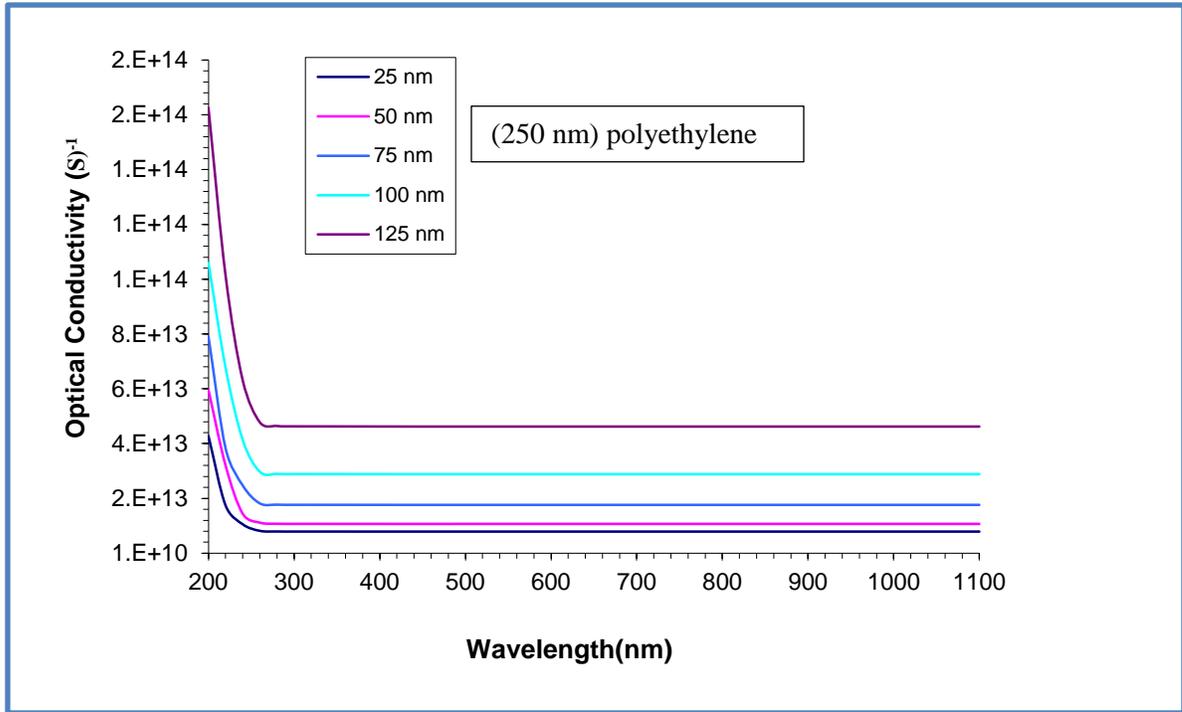
شكل (3-7) يوضح ثابت العزل الحقيقي للاغشية الرقيقة النانوية (Si_3N_4) وبسماك مختلفه



شكل (8-3) يوضح ثابت العزل الخيالي للأغشية الرقيقة النانوية (Si_3N_4) بسماك مختلفة

Optical Conductivity (3-2-8) التوصيلية البصرية

تم حساب التوصيلية البصرية باستخدام المعادلة (2-16). والشكل يبين تغير التوصيل الكهربائي كدالة لطول الموجي للغشاء الرقيق (Si_3N_4) يوضح الشكل (3-9) بأن التوصيلية الكهربائية تزداد مع زيادة طاقة الفوتون وهذا السلوك يبين بأن التوصيلية البصرية تعتمد على الطول الموجي للاشعاع الساقط على الغشاء الرقيق (Si_3N_4) وتزداد التوصيلية البصرية عند الطاقات العالية للفوتون نتيجة الامتصاص العالي في تلك المنطقة مما يؤدي الى زياده في انتقال الشحنة. يشير طيف الامتصاصية البصرية الى زياده قيمتها مع زياده سمك الغشاء. وهذا السلوك بسبب المستويات الموضعية في فجوة الطاقة. وان زياده سمك الغشاء يزداد مع كثافته المستويات الموضعية في تركيب الحزم مما يؤدي الى زياده معامل الامتصاص وبالتالي زياده التوصيلية البصرية للغشاء وهذا نتيجة مشابهة [47].



شكل (9-3) يوضح التوصيلية البصرية للأغشية الرقيقة النانوية (Si_3N_4) بسماك مختلفة

(9-2-3) فجوة الطاقة المباشرة The direct energy

يمكن تحديد الفرق بين انتقال المباشر المسموح والممنوع لفجوة الطاقة باستخدام المعادلة (8-2).

يحدث الانتقال المباشر المسموح عندما قيمة $(r = \frac{1}{2})$ ويحدث انتقال المباشر الممنوع عندما قيمة $(r = \frac{3}{2})$

[49].

تم ادراج قيم فجوة الطاقه المباشره المسموحه وبسماك مختلفه في الجدول (3-1) وان الشكل (3-10) يوضح

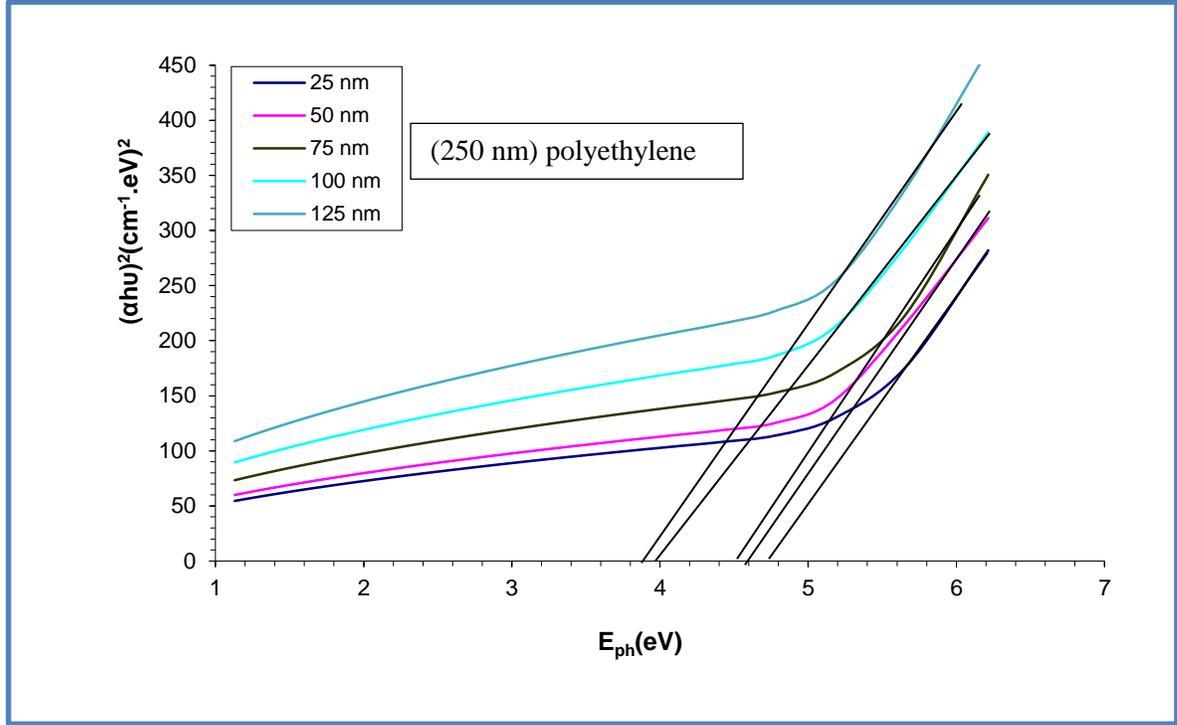
العلاقة بين فجوة الطاقة المباشرة المسموحه للأغشية الرقيقة (Si_3N_4) بسماك مختلفه وبين طاقه الفوتون

من خلال الشكل نلاحظ بان فجوة الطاقه تتناقص مع زياده السمك، اذ تقل فجوة الطاقة من 4.95ev عند

سمك 25nm الى 3.9ev عند السمك 125nm. فان الالكترونات تتحرك من حزمة التكافؤ الى المستويات

الفصل الثالث: النتائج والمناقشة.....

الموضعية ومن ثم الى حزمه التوصيل، وهذا التناقص في فجوة الطاقة يوضح لماذا الالكترونات تنتقل من حزمه التكافؤ الى حزمه التوصيل للغشاء الرقيق (Si_3N_4) والذي يعود الى التبلور العالي لهذه الاغشية.



شكل (3-10) يوضح فجوة الطاقة المباشرة للاغشية الرقيقة النانوية (Si_3N_4) وبسماك مختلفة

جدول (3-1) فجوة الطاقة المباشرة المسموحة للاغشية الرقيقة (Si_3N_4) وبسماك مختلفة

قيم فجوة الطاقة (Eg(ev))	سمك الغشاء s(nm)thickness
4.95	25
4.8	50
4.5	75
4	100
3.9	125



الفصل الثالث: النتائج والمناقشة.....



الفصل الرابع

الاستنتاجات والدراسات المستقبلية

Conclusions and future studies



(4-1) الاستنتاجات Conclusions :

- 1- أغشية (Si_3N_4) النانوية الرقيقة هي امتصاص جيد للمنطقة فوق البنفسجية وامتصاص واطئ في منطقة الضوء المرئي ، وتزداد الامتصاصية مع سمك الأغشية الرقيقة.
- 2- تزداد الانعكاس مع زيادة السمك و يؤدي الى تقليل النفاذية ، ويحدث هذا في الوسط والأشعة فوق البنفسجية.
- 3- تقل فجوة الطاقة البصرية مع زيادة سمك الغشاء حيث ان اكبر قيمة لفجوة الطاقة هي (4.95ev) عند السمك (25) نانومتر وقل قيمة لها (3.9 ev) عند السمك (125) نانومتر.
- 4- التوصيليه الكهربائيه تزداد مع زيادة الطول الموجي وهذا السلوك يساهم بان التوصيلية تعتمد على الطول الموجي للاشعاع الساقط على الغشاء الرقيق (Si_3N_4) وتزداد التوصيلية البصرية عند الطاقه العاليه للفوتون .

(4-2) الدراسة المستقبلية Future studies:

- 1- دراسة الخواص التركيبية للأغشية النانوية الرقيقة (Si_3N_4) بسماك مختلفة ، ودراسة الخواص الكهربائيه للأغشية النانوية الرقيقة (Si_3N_4) بسماك مختلفة.
- 2- تأثير درجة الحرارة على الخواص البصرية للغشاء النانوي (Si_3N_4)
- 3- دراسة تأثير الاساس (Substrate) على الخواص البصرية للأغشية النانوية الرقيقة بسماك مختلفة.
- 4- دراسة اغشية نانوية رقيقة (Si_3N_4) مع مواد أخرى.

- [1] G.Hass and R .E.Thun, "Physics of thin Films ",Academic Press New York (1966).
- [2] K.L.Chopra and I. Kaur, "Thin Film Devices Applications" Plenum Press New York, (1983).
- [3] J.R.Son, "Thin Film Technology" 2nd Ed.,(1986).
- [4] A.S. Jabbar, "A study of some Physical Properties of (Cd)Film deposited By locally fabricated D.C. Sputtering" University of Technology,thesis, (2006).
- [5] S.A.A. oloomi, A. Saboonchi, A. Sedag hat "Effects of Thin film Thickness. on emitance of nono Scale multilayers" international Journal of The Physical Science Vol. S(5), pp. 465-469 May, (2010).
- [6] J. Kischkat, S. P. Bernd, G. M. Semtsiv. "Mid-infrared optical properties of Thin films of aluminum oxide, titanium dioxide, Silicon dioxide, aluminum. nitride and silicon nitride" Applied optics, Vol. 51, No.28, pp. 6789-6798, (2012).
- [7] L.A. vlasuKova, F.F. Komarov, I.N. parkhomenko, o.v. Milchanin, A.v. Leontev, A. v. Mudryi, A.K. Togambaeva " optical properties of Silicon nitride films formed by plasma chemical Vapor deposition" Journal of Applied spectroscopy, Vol. 80, No.1, (2013).
- [8] B. Hueiliao, C. Siao, "Improving optical properties of silicon nitride films to be applied in the middle infrared optics by acombined high-power impulse / unbalanced magnetron sputtering deposition technique" Applied optics, Vol. 53, No.4, pp.377 -382, (2014).
- [9] K. czarnacka, F. F. Komarov, "The influence of annealing on The electrical and optical Properties of silicon nitride films" proc. spie 10031 photonics

Apptonics Applications in Astronomy, communication, industry and High -Energy physics Experiments, Vol. 10, (2016);

[10] K. Jhansirain, R. Dubey, M. More, S. Shyam, "Deposition of silicon nitride films using chemical vapor deposition for photovoltaic applications" Results physics, Vol. 6, pp.1059-1063, (2016).

[11] Z. Hampeiri, N. Borojevic, L. Mai, N. Nandakumar, K. Kim, S. Winderbaum "Low-Absorbing and Thermally Stable Industrial Silicon Nitride films with very low surface Recombination" IEEE journal of photovoltaics, Vol. 7, No.4, pp. 996-1003, (2017).

[12] J. pham, C. Young "characteris Study of Silicon nitride films deposited. by (LpcVD) and (PECVD)" Silicon, Vol. 10, pp.2561-2567, (2018).

[13] S. yoshinaga, Y. Ishikawa, Y. Kawamura, U. Y. Nakai, "The optical properties of Silicon -rich silicon nitride prepared by Plasma -enhanced chemical vapor deposition" Materials Science in Semiconductor processing, Vol. 90, pp.54-58, (2019).

[14] H. Nejad riahi, A. Friedman, R. Sharma Rajat sharma , steve pappert "Thermo-optic properties of silicon-rich silicon nitride for on-chip applications" opties Express, Vol. 28, No.17, pp.24951-24960, (2020).

[15] N. Hegedus, K. Balalsi, C. BalaZsi "Silicon Nitride and Hydrogenated silicon Nitride Thin films: A Review of Fabrication Methods and Applications" Material , Vol. 14, No. 19, P. 5658, (2021).

[16] L. Yu. B. E. Shkondin, A. Lavrinenko, O. Takayama "optical structured and composition properties of Silicon nitride films deposited by reactive radio

frequency sputtering, low pressure and plasma -enhanced chemical Vapor depositor" Thin Solid films, Vol.763, P. 139568, (2022).

[17] K. Wasa, M. Kitabatake and H. Adachi "Thin Film Materials Technology", Springer, William Andrew, Inc. (2004).

[18] رسالة ماجستير كلية " (CdTe/Cu) سلام حميد فياض " تحضير ودراسة الخواص التركيبية لأغشية [18] (التربية للعلوم الصرفة : ابن الهيثم – جامعة بغداد (2015).

[19] K. Wetzig, C.M. Schneider "Metal Based Thin Films For Electronics" WILEY-VCH 1st ed., (2003).

[20] J. L. Vossen "Materials Science of Thin Films" 2nd ed., (1991).

[21] L.B. Freund, S. Surech "Thin Film Materials" Brown University (2003).

[22] J. Pattar, S. N. Sawant, M. Nagaraja, N. Shashank, K.M. Balakrishna G. Sanjeev & H.M. Mahesh "Structural Optical and Electrical Properties of Vacuum Evaporated Indium Deposed Zinc Telluride Thin Films" In j. Electrochem. Sci., Vol.4 , pp. 369-376, (2009).

[23] M. Dhanam, R.R. prabhu & P.K. manoj" Investigations on chemical bath deposited Cadmium Selenide thin films" Materials Ch & Phy, Vo,1.107, PP289-296, (2008).

[24] F. Scholz "Compound Semiconductors" book, (2009).

[25] اس ام زي " نبائط أشباه الموصلات فيزياء وتقنية" دار الحكمة للطباعة والنشر (الموصل)، ترجمة د. [25].
فهد غالب حيالي و د. حسين علي أحمد (1990).

[26] K. L. Chopra "Thin Film Phenomen" Mc Graw-Hill, New York (1969).

[27] J. Pankove "Optical Processes in Semiconductors" Prentice-Hall, New Jersey.

- [28] A.H. Clark "Optical properties of polycrystalline and amorphous thin films and devices " Academic press, (1960).
- [29] S. Ben "Solid State Electronic Devices" Hall International, Inc,U.S.A., (1990).
- [30] Y .Sirotnin,Y. M.Shaskolskaya "Fundamentals of crystal physics", Mir Publishers Moscow, (1982).
- [31] S. A. Tawfiq " A study of optical and electrical properties of the cadmium stannate material using the Co- Evaporation method" H.D.Thesis, Al-Mustansiriya University (1996).
- [32] Mellor, Joseph William "A comprehensive Treatise on Inorganic and Theoretical chemistry" Longmans Green and Co., Vol. 8, (1947).
- [33] A. Lopez - Suarez, C. Torres-Torres, R. Rangel Rojo, J. Reyes - Esqueda, G. Santana, J. C. Alonso, A. Oliver, "Modification of The nonlinear optical absorption and optical Kerr response exhibited by nc-Si embedded in Silicon nitride film" optics Express, Vol.17, No.12, pp.10056 -10068, (2009).
- [34] R. W. David, F. W. Douglas "Ceramic industry". opportunities for Advanced Ceramics to meet, (2010).
- [35] S. chris "Silicon Nitride (Si_3N_4) properties and Application" A Zo Journal of Materials, (2001).
- [36] R. Sharma "Effect of obliquity. of incident light on the performance of Silicon Solar cells" Heliyon, Vol. 5, No.7, (2019).

- [37] M. Mazzocchi, Bellosi "on The possibility of silicon nitride as a ceramic for structural orthopaedic implants part : processing, microstructure, mechanical properties cytotoxicity" Journal of Materials Science: Materials in Medicine, Vol. 19, No. 8, (2008).
- [38] F. Albert, W. Geoffrey "Advanced Inorganic chemistry. Fourth edition" John Wiley and Sons (1980)
- [39] S. Albert "crystal structures of Si_3N_4 " hard materials de. Retrieved . (2009).
- [40] S. Taris , "properties of gamma - Si_3N_4 " (2009).
- [41] M. William, "CRC Handbook of chemistry and physics" Boca Raton, FL:crc press, (2011).
- [42] "Refractive index database" refractive index in fo.
- [43] أ.د . جعفر الحيدري ((اختبارات المواد الهندسية دائرة المعترف للنشر والتوزيع، الطبعة الاولى ، (2005)
- [44] Q. A. H. Al-J bouri, "studing Mechanical and physical properties for polymer Matrix composite material reinforced by fibers and Particles" Msc. Thesis, Material Engineering, (2008).
- [45] شروق صباح عبد العباس " دراسة الخواص الفيزيائية للعازل الكهربائي ذي الجهد العالي " ، رسالة [45] ماجستير، كلية العلوم، (١٩٩٩)
- [46] S. Sharma, R. Vyas, Y. K. Vijay, "A study on luminescence enhancement in ion irradiated TiO_2 /poly (methy me Thacry late) nanocomposites, in: Vdv". Mater Res Trans Tech publ, Vol.585, pp. 139-143, (2012).

[47] B. Rabee, M.Habeeb, A. Hashim, "preparation of (PS- PMMA - Zn-c12) composites and study Their Electrial and optical properties" Int. J. Sci. Res. , Vol.3 pp. 2319-7064, (2014).

[48] A. D. G. Abdul-Wahab, N. N. Hussein, B. Ahmed, T. Rafia, "The effect of Bismuth oxide Bi_2O_3 on Some optical properties of poly- Vinyl Alcohol", Br. J. Sci., Vol. 4, pp.117-124, (2012).

[49] H.S. Suhail, B. H. Raber, "New nanocomposites (PMMA -Spo-Sic) fabrication and of Their stuctural and electrical properties for pressure sensors" AIP conf. proc., Vol. 22, No.13, (2020).

Abstract

In this study, examined effect of thickness thin film on the optical properties of the (Si_3N_4 /polyethylene). The different thickness (125, 100, 75, 50, 25) nm has been taken from layer silicon nitride (Si_3N_4) that deposited on the layer from polyethylene that thickness (250) nm and the quartz as the substrate. The optical properties have been obtained from the program Filmetric. The result shows that the absorbance, absorption coefficient, reflectance, extinction coefficient, refractive index, real and imaginary dielectric constant and electrical conductivity increased with increasing thickness while the transmittance and allowed indirect energy gap decreased with increasing thickness. From this result can be used as the anti-reflection coating that used in solar cell and detector for the ultra-violet (UV).

Republic of Iraq
Ministry of Higher Education and
Scientific Research
University of Babylon
College of Education for Pure Sciences
Department of physics- Higher
Diploma studies



Effect of Thickness Thin Film on the Optical Properties of the Silicon Nitrate/Polyethylene (Si₃N₄/Polyethylene)

A Research

**Submitted to the council of the college of Education for pure sciences of University of
Babylon in partial fulfilment of the Requirements for the Degree of Higher Diploma
Education /physics of Materials and its Applications**

By

Enas Hamid Aliwi Nasser

B. Sc. in Physics
(University of Babylon, 2005 A.D)

Supervised by

Prof. Dr. Shurooq Sabah Abedul Abbas

2023 A.D

1445 A.H