

polyvinyl alcohol (PVA)

جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة ديالى- كلية العلوم



تحضير و دراسة خصائص أغشية متراكبة فيريمغناطيسية / فيروكهربائية

رسالة مقدمة إلى

مجلس كلية العلوم - جامعة ديالى

وهي جزء من متطلبات نيل درجة ماجستير في علوم الفيزياء

تقديم بها

عمر عبد الوهاب احمد

(بكالوريوس علوم فيزياء / جامعة ديالى 2006)

بإشراف

أ.م.د صباح محمد علي

أ.د حسين حسين مبارك

2017 ميلادية

1438 هجرية

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وَفُونْتَ كُلْ نِجَّا

عَلَمْ عَالِمْ

صَدَقَ اللَّهُ الْعَظِيمُ

سورة يوسف

الآية (76)

إقرار المشرف

اقر بأن اعداد رسالة الماجستير الموسومة (تحضير ودراسة خصائص أغشية متراكبة فيرموناتيسية / فيروكهرائية) للطالب (عمر عبد الوهاب احمد) قد جرى تحت اشرافي في قسم الفيزياء / كلية العلوم_جامعة ديالى/ لنيل درجة الماجستير في علوم الفيزياء.

المشرف

التوقيع

الاسم: أ.د. حسين حسين مبارك

المرتبة العلمية: استاذ

العنوان: كلية العلوم - جامعة ديالى

التاريخ: ٢٠١٧/٢/٢٠ م

المشرف

التوقيع

الاسم: أ.م.د. صباح محمد علي

المرتبة العلمية: استاذ مساعد

العنوان: كلية التربية - جامعة كركوك

التاريخ: ٢٠١٧/٥/٢٠ م

توصية رئيس القسم

بناء على التوصيات المتوافرة، أرشح هذه الرسالة للمناقشة

التوقيع

الاسم: د. زياد طارق خضرير

المرتبة العلمية: استاذ مساعد

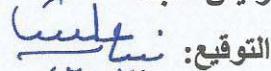
العنوان: / كلية العلوم - جامعة ديالى

التاريخ: ٢٠١٧/٢/٢٠ م

اقرار لجنة مناقشة

نحن أعضاء لجنة المناقشة ، نشهد بأننا اطلعنا على الرسالة الموسومة (تحضير ودراسة خصائص أغشية متراكبة فيرمي مقاطيسية / فيرو كهربائية) وقد ناقشنا طالب الماجستير (عمر عبد الوهاب احمد) قسم (الفيزياء) في محتوياتها وفيما له علاقة بها ، ووجدنا انها جديرة بالقبول لنيل درجة الماجستير في علوم (الفيزياء) .

رئيس اللجنة

التوقيع: 

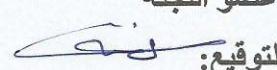
الاسم: أ.د. نبيل علي بكر

المرتبة العلمية: استاذ

العنوان: جامعة ديالى/كلية العلوم

التاريخ: ٤/٦/٢٠١٧ م

عضو اللجنة

التوقيع: 

الاسم: أ.د. نضال نيسان جندو

المرتبة العلمية: استاذ

العنوان: الجامعة المستنصرية/كلية التربية

التاريخ: ٤/٦/٢٠١٧ م

عضو اللجنة

التوقيع: 

الاسم: أ.م.د. مخلص وليد مولود

المرتبة العلمية: استاذ مساعد

العنوان: الجامعة التكنولوجية/قسم العلوم التطبيقية

التاريخ: ٩/٦/٢٠١٧ م

عضو اللجنة (مشرف)

التوقيع: 

الاسم: أ.د. تحسين حسين مبارك

المرتبة العلمية: استاذ

العنوان: كلية العلوم/جامعة ديالى

التاريخ: ٦/٦/٢٠١٧ م

صادقة عمادة كلية العلوم

التوقيع: 

الاسم : أ.د. تحسين حسين مبارك

المرتبة العلمية: استاذ

العنوان: كلية العلوم/جامعة ديالى

التاريخ: ١/٦/٢٠١٧ م

اقرار المقوم العلمي

أقر بتقديم رسالة الماجستير المعنونة (تحضير ودراسة خصائص أخشية متراكبة فيريمقاطيسية/فيروكهربائية) للطالب (عمر عبد الوهاب احمد) علميا من قبلي وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير علوم في الفيزياء .



التوقيع:

الاسم: أ.د.م. علي حسن رسان

المرتبة العلمية: استاذ مساعد

العنوان: الجامعة المستنصرية/ كلية التربية/ قسم الفيزياء

التاريخ: ٢٠١٧/٤/١٠ م

اقرار المقوم اللغوي

أقر بتقديم رسالة الماجستير المعروفة (تحضير ودراسة خصائص أغشية متراكبة فيرموناتية / فيروكمبرانية) للطالب (عمر عبد الوهاب احمد) لغويًا من قبله وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير علوم في الفيزياء.

التواقيع

الاسم : أ.م.د. نوافل يونس سالم

المرتبة العلمية : أستاذ مساعد

العنوان: جامعة ديالى / كلية التربية للعلوم الإنسانية

/ قسم اللغة العربية

التاريخ: ٢٠١٧/٥/٢

الإهاداء

إلى من تميل له كل القلوب ***
و ذكره يمحو الذنوب ***
و نوره سر الغيوب ***

الله سبحانه وتعالى

إلى من يحلو به الهوى ويطيب ***
ومالنا غيره في هذه الدنيا حبيب ***
عساني أكون معه في الجنة قريب ***

محمد (صلى الله عليه وسلم)

إلى الذي في هواه أذوب ***
فإن كان عشقي له ذنب ***
وفيه الموت ما كنت عنه أتوب ***

وطني الغالي

إلى التي قلبي يهواها ***
و لا يمل لساني عن ذكرها ***
لو نظرت إليها ضحكت شفتها ***
لو زعلت تضم الحزن في عينيها ***

أمي الغالية

إلى من وقفت بجاني ووفرت لي الدعم والاهتمام ***
إلى من يشد على يدي لأخطو بثبات ***

خالتى الحاجة سميرة

إلى كافة الأهل والأصدقاء ***

الباحث

شكر وتقدير

بسم الله الرحمن الرحيم

الصلوة والسلام على أشرف الخلق أجمعين رسولنا الأعظم محمد صلى الله عليه وسلم
والله وصحبه الأبرار ومن تبعهم بمحاسن إلى يوم الدين .

وأنا أطوي الصفحات الأخيرة من هذا البحث يسعدني ويشعرني أن أقدم جزيل شكري
وامتناني إلى الأساتذة الفاضلين المشرفين كل من الدكتور حسين حسین مبارك والدكتور
صباح محمد علي لأقتراحهما موضوع البحث والتوجيهات السديدة والأقتراحات القيمة
والمساعدات الجليلة التي أبدواها لي خلال فترة إجراء الدراسة .

أود أن أعبر عن امتناني وشكري إلى عمادة كلية العلوم ممثلة بالعميد الاستاذ
الدكتور حسين حسین مبارك ورعايته للبحث العلمي وأساتذة قسم الفيزياء وأخص بالذكر
منهم الدكتور زياد طارق خضير رئيس قسم الفيزياء و الدكتور نيل علي بكر و الدكتور
صباح انور سلمان و الدكتور بثينة عبد المنعم والاستاذ اسعد احمد كامل لرعايتهم
ودعمهم المستمر في سهل إنجاز هذا البحث ، ولا يفوتي أن أعبر عن مدى عن فاني بالجميل
لما أبدوه عوناً لي مثمنيا لهم دوام الموفقية .

ويسعدني أن أقدم خالص شكري وتقديري إلى منشبي مكتبة الدراسات العليا
في كلية العلوم / جامعة ديالى لتقديم دله المساعدة والعون .

وأقدم بالشك إلى زملائي جميعاً وأخص منهم طلبة الدراسات العليا في قسم الفيزياء
وأخيراً أود أنأشكر عائلتي وأهلي جميعاً مساعدتهم ومساندتهم الكبيرة طوال فترة البحث
وأخص منهم بالذكر خالي هنا وزوجها السيد عثمان عبد العزيز ياسين الشيباني والى الجميع
من خصني بالدعاء سائل الله عز وجل أن يوفهم لما فيه خير الدنيا والآخرة .

الباحث

الخلاصة

تم في هذا البحث تحضير فرایت الكوبالت النانوي بطريقه السول - جل الاحتراق التلقائي باستخدام نترات الحديد ($\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$) ونترات الكوبالت ($\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) و حامض السترك ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$) كوقود للحصول على مسحوق فرایتي ذو دفائق نانوية، كما جرى تحضير تيتانات الباريوم باستعمال الطريقة السيراميكية التقليدية باستخدام كربونات الباريوم (BaCO_3) و اوكسيد التيتانيوم (TiO_2) .

جرى في هذا البحث فحص العينتين بواسطة حيود الاشعة السينية لمعرفة الخواص التركيبة لمسحوق فرایت الكوبالت و تيتانات الباريوم و اكدت النتائج تشكل الطور المغزلي لفرایت الكوبالت و طور الفيروكهربيائي لتيتانات الباريوم ، حيث تم قياس الحجم البلوري و ثابت الشبكة و الكثافة النظرية والمساحة السطحية للحببات النانوية للمساحيق المحضرة واظهرت النتائج ان الحجم البلوري باستعمال معادلة شرر لمسحوق فرایت الكوبالت حوالي (45.14nm) بينما لمسحوق تيتانات الباريوم (37.69nm) . و من خلال تحليل (AFM) كان الحجم الحبيبي لفرایت الكوبالت هو (102.82nm) و لتيتانات الباريوم هو (78.90nm) . واظهر فحص الاشعة تحت الحمراء (FTIR) ايضا تشكل الطورين و نوع الشوائب الموجود في كل منهما .

وقد تم تحضير ثلاثة أنواع من الأغشية المترابطة بخلط نسب وزنية من مسحوق فرایت الكوبالت هي (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10wt) مع المادة البوليمرية بولي فينيل الكحول (PVA) للمجموعة الاولى من النماذج ، ونفس النسب السابقة من مسحوق تيتانات الباريوم مع نفس المادة البوليمرية (PVA) للمجموعة الثانية من النماذج ، ومن كلا المادتين معا بحيث يصل ما اضيف من كلا المادتين الى (10wt%) مع كمية من بوليمر بولي فينيل الكحول(PVA) للمجموعة الاخيرة من النماذج ، واستخدمت طريقة الصب في تحضير الأغشية المترابطة .

واجري فحص المجهر الضوئي لعينات الأغشية المترابطة الذي اظهر انتشار المواد المدعمة (سيراميك) في المادة الاساس (بوليمر) وتجانس الأغشية المترابطة .

و تم دراسة الخواص الكهربائية للأغشية المترابكة ضمن مدى الترددات (50Hz - 3MHz) عند درجة حرارة الغرفة وشملت ثابت العزل و معامل الفقد العزلی و التوصيلية المتباينة واظهرت النتائج تناقص ثابت العزل و معامل الفقد مع زيادة تردد المجال المسلط بينما ازدادت التوصيلية المتباينة مع زيادة التردد ، وازداد كل من ثابت العزل و معامل الفقد العزلی و التوصيلية بزيادة كمية الحشو في الاغشية المترابكة التي تحتوي على الحشو فرأيت الكوبالت او تيتانات الباريوم بينما في الاغشية المترابكة التي تحتوي على فرایت الكوبالت و تيتانات الباريوم في اساس البوليمير وجد ان ثابت العزل يزداد مع زيادة كمية تيتانات الباريوم اما معامل الفقد العزلی و التوصيلية كلاهما يزداد مع زيادة تركيز فرأيت الكوبالت .

و قد تم دراسة الخواص الكهربائية للأغشية المترابكة عند تردد ثابت وفي الدرجات الحرارية (25،45،65،85،105،125،145،165°C) وشملت التوصيلية المستمرة و طاقة التنشيط ، واظهرت النتائج زيادة التوصيلية المستمرة مع ارتفاع درجة الحرارة في جميع الاغشية المترابكة اما طاقة التنشيط ازدادت مع زيادة تركيز الحشو فرأيت الكوبالت في اساس البوليمير في الاغشية المترابكة ونفس السلوك عند اضافة تيتانات الباريوم الى البوليمير بينما في الاغشية المترابكة من فرأيت الكوبالت وتيتانات الباريوم في اساس البوليمير كانت طاقة التنشيط تتناقص مع زيادة كمية فرأيت الكوبالت .

المحتويات

الصفحة	الفصل الأول: (مقدمة عامة)	الترتيب
1	المقدمة	1-1
3	بولي فينيل الكحول(PVA)	2-1
3	فرايت الكوبالت(CoFe_2O_4)	3-1
3	تيتانات الباريوم(BaTiO_3)	4-1
4	الدراسات السابقة	5-1
9	هدف الدراسة	6-1
	الفصل الثاني: (الجزء النظري)	
11	المقدمة	1-2
11	أصل المغناطيسية	2-2
12	المتأثرة المغناطيسية	3-2
12	تصنيف المواد المغناطيسية	4-2
14	المواد الفيريمغناطيسية	5-2
16	فرايتات العقيق	(1-5-2)
16	الفرايتات السداسية	(2-5-2)
16	الفرايتات المغزلية	(3-5-2)
19	تصنيف الفرايتات وفق خواصها المغناطيسية	(4-5-2)
19	الفرايتات الصلبة	(1-4-5-2)
19	الفرايتات اللينة	(2-4-5-2)
20	الخواص الكهربائية للفرايت المغزلي	(5-5-2)
21	آلية التوصيل بالتنطط	(1-5-5-2)
22	العوازل الكهربائية	(6-2)
23	خواص المواد العازلة	(1-6-2)
23	المقاومية	(1-1-6-2)
24	الاستقطاب	(2-1-6-2)

29	تصنيف المواد العازلة	(2-6-2)
29	المواد الدائمة الاستقطاب	(1-2-6-2)
29	المواد العازلة الخطية	(2-2-6-2)
29	المواد العازلة اللاخطية	(2-2-6-2)
32	تقنيات القياس المستعملة لدراسة الخصائص التركيبية	(7-2)
32	تقنية حيود الاشعة السينية	(1-7-2)
32	نظرية حيود الاشعة السينية	(1-1-7-2)
34	المعلومات التركيبية	(2-7-2)
34	ثبت الشبكة	(1-2-7-2)
34	معدل الحجم البلوري	(2-2-7-2)
36	الكثافة النظرية	(3-2-7-2)
36	المساحة السطحية النوعية للجسيمات النانوية	(4-2-7-2)
37	البولимерات	(8-2)
37	أنواع البولимерات	(1-8-2)
38	قطبية البولимерات	(2-8-2)
38	البولимерات اللاقطبية	(1-2-8-2)
39	البولимерات القطبية	(2-2-8-2)
40	التوصيل الكهربائي للبولимерات	(3-8-2)
42	آلية التوصيل الكهربائي في البولимерات	(1-3-8-2)
42	تأثير التوصيل بالنفق	(1-1-3-8-2)
42	آلية التوصيل بالتناظر	(2-1-3-8-2)
43	المتراكبات	(9-2)
43	تصنيف المكونات الأساسية الداخلة في تكوين المواد المتراكبة	(1-9-2)
44	تصنيف المواد المتراكبة	(2-9-2)
44	المتراكبات البوليمرية	(1-2-9-2)
44	السطح البيني في المتراكبات	(3-9-2)
45	الخواص الكهربائية للأغشية المتراكبة	(10-2)

45	السعة ، ثابت العزل والفقدان العزلي	(1-10-2)
50	التوصيلية الكهربائية	(2-10-2)
51	التوصيلية الكهربائية المتداوبة	(1-2-10-2)
52	التوصيلية الكهربائية المستمرة	(2-2-10-2)
52	طاقة التشغيل	(3-2-10-2)
الفصل الثالث (الجزء العملي)		
54	المقدمة	(1-3)
54	المواد الأولية	(2-3)
54	المواد الأولية لتحضير فرایت الكوبالت (CoFe_2O_4)	(1-2-3)
56	المواد الأولية لتحضير تيتانات الباريوم (BaTiO_3)	(2-2-3)
56	الاجهزه المستعملة	(3-3)
59	تحضير فرایت الكوبالت (CoFe_2O_4)	(4-3)
61	تحضير تيتانات الباريوم (BaTiO_3)	(5-3)
64	تحضير الأغشية المتراكبة	(6-3)
66	الفحوصات التركيبية	(7-3)
66	قياسات حيود الاشعة السينية	(1-7-3)
67	قياسات مجهر القوة الذرية	(2-7-3)
68	قياسات طيف الاشعة تحت الحمراء	(3-7-2)
69	قياسات المجهر الضوئي	(8-3)
69	قياسات الخصائص الكهربائية	(9-3)
70	قياس الحرارة الرقمي	(10-3)
الفصل الرابع (النتائج و المناقشة)		
72	المقدمة	(1-4)
72	نتائج القياسات التركيبية لفرایت الكوبالت و تيتانات الباريوم	(2-4)
72	نتائج القياسات التركيبية لفرایت الكوبالت	(1-2-4)
73	نتائج فحوصات حيود الاشعة السينية (XRD)	(1-1-2-4)
74	حساب الحجم البلوري لعينة فرایت الكوبالت	(1-1-1-2-4)

75	الكثافة النظرية لعينة فرایت الكوبالت	(2-1-1-2-4)
75	حساب المساحة السطحية للجسيمات النانوية لعينة فرایت الكوبالت	(3-1-1-2-4)
76	نتائج فحوصات مجهر القوة الذرية (AFM)	(2-1-2-4)
77	نتائج فحوصات الاشعة تحت الحمراء (FTIR)	(3-1-2-4)
78	الخصائص التركيبية لتيتانات الباريوم ($BaTiO_3$)	(2-2-4)
79	نتائج فحوصات حيود الأشعة السينية (XRD)	(1-2-2-4)
80	حساب الحجم البلوري لعينة تيتانات الباريوم	(1-1-2-2-4)
81	الكثافة النظرية لعينة تيتانات الباريوم	(2-1-2-2-4)
81	حساب المساحة السطحية للجسيمات النانوية لعينة تيتانات الباريوم	(3-1-2-2-4)
81	نتائج فحوصات مجهر القوة الذرية (AFM)	(2-2-2-4)
83	نتائج فحوصات الاشعة تحت الحمراء (FTIR)	(3-2-2-4)
84	نتائج فحوصات الأغشية المترابكة	(3-4)
84	نتائج قياسات المجهر الضوئي	(1-3-4)
91	القياسات الكهربائية	(2-3-4)
91	القياسات الكهربائية للأغشية المترابكة من فرایت الكوبالت مع بولي فينيل الكحول	(1-2-3-4)
104	القياسات الكهربائية للأغشية المترابكة من تيتانات الباريوم مع بولي فينيل الكحول	(2-2-3-4)
117	القياسات الكهربائية للأغشية المترابكة من فرایت الكوبالت و تيتانات الباريوم مع بولي فينيل الكحول	(3-2-3-4)
131	الاستنتاجات	(5-4)
132	المشاريع المستقبلية	(6-4)
133	المصادر	

الثائمة الجداول

رقم الجدول	العنوان	الصفحة
(1-2)	انصاف اقطار الايونات الموجبة	17
(2-2)	انواع المواد حسب مقاومتها الحجمية	24
(1-3)	المواد الأولية لتحضير فرایت الكوبالت	54
(2-3)	المواد الأولية لتحضير تيتانات الباريوم	56
(3-3)	كميات المواد المتفاعلة لتحضير فرایت الكوبالت	60
(4-3)	كميات المواد المتفاعلة لتحضير تيتانات الباريوم	62
(5-3)	نسبة الخلط في الغشاء المترافق من فرایت الكوبالت و بولي فينيل الكحول	65
(6-3)	نسبة الخلط في الغشاء المترافق من تيتانات الباريوم و بولي فينيل الكحول	65
(7-3)	نسبة الخلط في الغشاء المترافق من فرایت الكوبالت و تيتانات الباريوم مع بولي فينيل الكحول	66
(1-4)	تغير قيمة ثابت العزل (ϵ') مع كمية الاضافة من فرایت الكوبالت في الاغشية المترافقية عند الترددات (3MHz,2MHz,1MHz)	93

95	تغير قيمة معامل الفقد العزلي (ϵ_r) مع نسب الاضافة من فرایت الكوبالت في الاغشية المترابكة عند الترددات (3MHz,2MHz,1MHz)	(2-4)
98	تغير التوصيلية المتناثبة ($\sigma_{a,c}$) مع نسب فرایت الكوبالت في الاغشية المترابكة عند الترددات (3MHz,2MHz,1MHz)	(3-4)
101	قيمة طاقات التشتيط (E_a) مع تغير كمية الاضافة من فرایت الكوبالت في الاغشية المترابكة من فرایت الكوبالت وبولي فينيل الكحول عند درجات الحرارة °C (165,145,125,105,85,65,45,25)	(4-4)
106	قيمة ثابت العزل (ϵ_r') مع تغير كمية الاضافة من تيتانات الباريوم في الاغشية المترابكة عند الترددات (3MHz,2MHz,1MHz)	(5-4)
108	قيمة معامل الفقد العزلي (ϵ_r'') مع تغير كمية الاضافة من تيتانات الباريوم في الاغشية المترابكة عند الترددات (1MHz,3MHz,2MHz)	(6-4)
111	قيمة التوصيلية المتناثبة ($\sigma_{a,c}$) مع تغير كمية الاضافة من تيتانات الباريوم في الاغشية المترابكة عند الترددات (1MHz,3MHz,2MHz)	(7-4)
114	قيمة طاقات التشتيط (E_a) مع تغير كمية الاضافة من تيتانات الباريوم في الاغشية المترابكة من تيتانات الباريوم وبولي فينيل الكحول عند درجات الحرارة °C (165,145,125,105,85,65,45,25)	(8-4)
118	قيمة ثابت العزل (ϵ_r') مع تغير كمية الاضافة من فرایت الكوبالت و تيتانات الباريوم في الاغشية المترابكة عند الترددات (3MHz,2MHz,1MHz)	(9-4)
121	قيمة معامل الفقد العزلي (ϵ_r'') مع تغير كمية الاضافة من فرایت الكوبالت و تيتانات الباريوم في الاغشية المترابكة عند الترددات (3MHz,2MHz,1MHz)	(10-4)
123	قيمة التوصيلية المتناثبة ($\sigma_{a,c}$) مع تغير كمية الاضافة من فرایت الكوبالت و تيتانات الباريوم في الاغشية المترابكة عند الترددات (3MHz,2MHz,1MHz)	(11-4)
127	قيمة طاقات التشتيط (E_a) مع تغير كمية الاضافة لفرایت الكوبالت للأغشية المترابكة من فرایت الكوبالت و تيتانات الباريوم مع بولي فينيل الكحول عند درجات الحرارة °C (165,145,125,105,85,65,45,25)	(12-4)

قائمة الأشكال

رقم الشكل	العنوان	الصفحة
(1-2)	نموذج لحركة الالكترون حول النواة	12
(2-2)	تركيب الفرايت المغزلي و مواقع المجاميع (A-site) و مواقع المجاميع (B-site) ، و موقع الأوكسجين	18
(3-2)	اصطفاف ثنائيات الاقطاب في العازل تحت تأثير مجال خارجي	26
(4-2)	مخطط يمثل آليات مختلفة للاستقطاب	28
(5-2)	اعتماد آليات الاستقطاب على التردد	28
(6-2)	تركيب تيتانات الباريوم	32
(7-2)	حيد الاشعة السينية	33
(8-2)	حساب الحجم البلوري بطريقة (W-H)	36
(9-2)	موجة التيار وفرق الجهد المسلط على مقاومة	47
(10-2)	موجة التيار تتقدم الفولتية المسلطية على متعددة بفرق طور $\frac{\pi}{2}$	47
(11-2)	الرسم الطوري للتيار والفولتية في متعددة	48
(12-2)	مدبات التوصيلية الكهربائية في المواد العازلة وشبه الموصلة والموصلة	51

55	مخطط يوضح طرق التحضير و الاجهزه المستخدمة والفحوصات في البحث الحالي	(1-3)
61	مخطط تحضير فرایت الكوبالت بالطريقة سول - جل الاحتراق التلقائي	(2-3)
63	مخطط تحضير تيتانات الباريوم بالطريقة السيراميكية التقليدية	(3-3)
65	قوالب الصب للأغشية المتراكبة	(4-3)
67	صورة جهاز XRD	(5-3)
68	مجهر القوة الذرية	(6-3)
68	صورة جهاز طيف الاشعة تحت الحمراء	(7-3)
69	صورة المجهر الضوئي	(8-3)
70	جهاز (LCR Meter) المستخدم	(9-3)
71	قياس الحرارة الرقمي	(10-3)
73	مخطط حيود الاشعة السينية للعينة (CoFe_2O_4)	(1-4)
74	بطاقة (ICDD) لمادة فرایت الكوبالت (CoFe_2O_4) المرقمة (22-1086)	(2-4)
75	حساب الحجم البلوري والانفعال المجهري من معادلة وليمسون- هول للعينة (CoFe_2O_4)	(3-4)
76	المخطط الحجم البلوري وتوزيعها حسب النسبة الحجمية لفرایت الكوبالت	(4-4)
77	صور(AFM) لمسحوق فرایت الكوبالت (CoFe_2O_4)	(5-4)

78	طيف الاشعة تحت الحمراء لعينة فرایت الكوبالت	(6-4)
79	مخطط حيود الاشعة السينية للعينة $(BaTiO_3)$	(7-4)
80	بطاقة (ICDD) لمادة تيتانات الباريوم $(BaTiO_3)$ المرقمة (0626-05)	(8-4)
81	حساب الحجم البلوري والانفعال المجهري من معادلة ولیامسون - هول لعينة تيتانات الباريوم	(9-4)
82	وضوح المخطط الحجم البلوري وتوزيعها حسب النسبة الحجمية لمسحوق تيتانات الباريوم	(10-4)
82	صور (AFM) لمسحوق تيتانات الباريوم	(11-4)
83	طيف الاشعة تحت الحمراء لعينة تيتانات الباريوم	(12-4)
85	صور المجهر الضوئي للاغشية المتراكبة لفرایت الكوبالت مع بولي فينيل الكحول	(13-4)
87	صور المجهر الضوئي للاغشية المتراكبة لتيتانات الباريوم مع بولي فينيل الكحول	(14-4)
89	صور المجهر الضوئي للاغشية المتراكبة لفرایت الكوبالت و تيتانات الباريوم مع بولي فينيل الكحول	(15-4)
93	تغير ثابت العزل مع التردد للأغشية متراكبة من فرایت الكوبالت و بولي فينيل الكحول	(16-4)
94	تغير ثابت العزل مع نسبة الاضافة من فرایت الكوبالت للأغشية المتراكبة عند ترددات ($3MHz, 2MHz, 1MHz$)	(17-4)
96	تغير معامل الفقد العزلي مع التردد للأغشية متراكبة لفرایت الكوبالت و بولي فينيل الكحول	(18-4)
96	تغير معامل الفقد العزلي مع نسبة الاضافة من فرایت الكوبالت للأغشية المتراكبة عند ترددات ($3MHz, 2MHz, 1MHz$)	(19-4)
98	تغير التوصيلية المتناوبة مع التردد للأغشية متراكبة لفرایت الكوبالت و بولي فينيل الكحول	(20-4)

99	تغير التوصيلية المتناوبة مع كمية الإضافة من فرایت الكوبالت في الأغشية المتراكبة عند الترددات (1MHz, 3MHz, 2MHz)	(21-4)
100	تغير التوصيلية المستمرة مع درجة الحرارة للأغشية المتراكب من فرایت الكوبالت و بولي فينيل الكحول	(22-4)
103	طاقات التشغيل للأغشية المتراكبة من فرایت الكوبالت و بولي فينيل الكحول عند درجات الحرارة (165, 145, 125, 105, 85, 65, 45, 25) °C	(23-4)
104	تغير طاقة التشغيل مع كمية الإضافة من فرایت الكوبالت للغشاء المتراكب عند الدرجات الحرارة (165, 145, 125, 105, 85, 65, 45, 25) °C	(24-4)
106	تغير ثابت العزل مع التردد للأغشية متراكبة لتيتانات الباريوم و بولي فينيل الكحول	(25-4)
107	تغير ثابت العزل مع نسبة الإضافة من تيتانات الباريوم في الغشاء المتراكب عند ترددات (3MHz, 2MHz, 1MHz)	(26-4)
109	تغير معامل الفقد العزلي مع التردد للأغشية متراكبة لتيتانات الباريوم و بولي فينيل الكحول.	(27-4)
109	تغير معامل الفقد العزلي مع نسبة الإضافة من تيتانات الباريوم في الأغشية متراكبة عند ترددات (3MHz, 2MHz, 1MHz)	(28-4)
111	تغير التوصيلية المتناوبة مع التردد للأغشية متراكبة لتيتانات الباريوم و بولي فينيل الكحول	(29-4)
112	تغير التوصيلية المتناوبة مع نسبة الإضافة من تيتانات الباريوم للأغشية المتراكبة عند ترددات (3MHz, 2MHz, 1MHz)	(30-4)
113	تغير التوصيلية المستمرة مع درجة الحرارة للأغشية المتراكبة من تيتانات الباريوم و بولي فينيل الكحول .	(31-4)
115	طاقات التشغيل للأغشية المتراكبة من تيتانات الباريوم مع بولي فينيل الكحول عند درجات الحرارة (165, 145, 125, 105, 85, 65, 45, 25) °C	(32-4)
117	تغير طاقة التشغيل مع نسب الإضافة من تيتانات الباريوم للأغشية المتراكبة عند الدرجات الحرارة (165, 145, 125, 105, 85, 65, 45, 25) °C	(33-4)
119	تغير ثابت العزل مع التردد للأغشية متراكبة لفرایت الكوبالت و تيتانات الباريوم مع بولي فينيل الكحول	(34-4)

119	تغير ثابت العزل مع نسبة الاضافة من فرایت الكوبالت للأغشية المترابكة من فرایت الكوبالت و تيتانات الباريوم مع بولي فينيل الكحول عند ترددات (3MHz , 2MHz , 1MHz)	(35-4)
121	تغير معامل الفقد العزلي مع التردد للأغشية المترابكة لفرایت الكوبالت و تيتانات الباريوم مع بولي فينيل الكحول	(36-4)
122	تغير معامل الفقد العزلي مع نسبة الاضافة من فرایت الكوبالت للأغشية المترابكة من فرایت الكوبالت و تيتانات الباريوم مع بولي فينيل الكحول عند ترددات (3MHz , 2MHz , 1MHz)	(37-4)
124	تغير التوصيلية المتناوبة مع التردد للأغشية المترابكة لفرایت الكوبالت و تيتانات الباريوم مع بولي فينيل الكحول	(38-4)
124	تغير التوصيلية المتناوبة مع نسبة الاضافة من فرایت الكوبالت للأغشية المترابكة من فرایت الكوبالت و تيتانات الباريوم مع بولي فينيل الكحول عند ترددات (3MHz , 2MHz , 1MHz)	(39-4)
126	تغير التوصيلية المستمرة مع درجة الحرارة للأغشية المترابكة من فرایت الكوبالت و تيتانات الباريوم مع بولي فينيل الكحول	(40-4)
128	طاقات التشغيل للأغشية المترابكة من فرایت الكوبالت و تيتانات الباريوم وبولي فينيل الكحول عند درجات الحرارة (165, 145, 125, 105, 85, 65, 45, 25) °C	(41-4)
130	تغير طاقة التشغيل مع نسب الأضافة من فرایت الكوبالت للأغشية المترابكة من فرایت الكوبالت و تيتانات الباريوم مع بولي فينيل الكحول عند الدرجات الحرارية (165, 145, 125, 105, 85, 65, 45, 25) °C	(42-4)

لائمة المصطلحات

الرمز	اسم المصطلح
λ	الطول الموجي للأشعة السينية (Å)
θ	زاوية سقوط الاشعة السينية (degree)
d_{hkl}	المسافة البينية للمستويات (Å) (hkl)
a	ثابت الشبكة (Å)
(hkl)	معاملات ميلر
ρ	الكثافة (g/cm³)
μ	الكتلة المولية (g/mole)
V	حجم وحدة الخلية (Å³)
ϵ	الانفعال (Strain)
β	اقصى عرض عند منتصف الشدة (rad)
K	ثابت مقداره يتراوح بين (0.9-0.94)
D	حجم الجسيمات (nm)³
S.A	المساحة السطحية (m²/g)
H	شدة المجال المغناطيسي (A·m⁻¹)
ρ_{x-ray}	الكثافة المحسوبة من طيف حيود الاشعة السينية (g/cm³)
P	الاستقطاب الكهربائي (c/m²)
C_0	سعة المتسمة في الفراغ (Farad)
C	سعة المتسمة بوجود العازل(Farad)
ϵ_0	السماحية الفراغ (8.85 × 10⁻¹² F/m)
ϵ_r	السماحية النسبية
ϵ'_r	ثابت العزل
ϵ''_r	عامل فقد في العازل
$\sigma_{a.c}$	التوصلية المتناوبة (Ω.cm)⁻¹

الرمز	اسم المصطلح
H	شدة المجال المغناطيسي(A/m)
M	العزم المغناطيسي(A/m ²)
χ	المتأثرية المغناطيسية(Web/A.m)
μ	النفاذية المغناطيسية(Web/A.m)
E	شدة المجال الكهربائي(V/cm)
N	عدد ثنائيات الاقطاب لوحدة الحجم
q	الشحنة الكهربائية(c)
d	المسافة(mm)
D	الازاحة الكهربائية(c/m ²)
T	درجة الحرارة المطلقة(K)
T _c	درجة حرارة كوري(K)
T _N	درجة حرارة نيل(K)
n	رتبة الحيوان بقانون براك
Z	عدد الذرات لوحدة الخلية
N _a	عدد افوكادرو(6.023*10 ²³ atom/mol)
ρ	المقاومية العازل(Ω)
A	مساحة المقطع العرضي(mm ²)
L	سمك العازل(mm)
R	مقاومة العازل(Ω)
K _B	ثابت بولتزمان(1.381*10 ⁻²³ J/K)
σ _{d.c}	التوصيلية المستمرة(Ω.cm) ⁻¹
E _a	طاقة التنشيط(eV)
w	التردد الزاوي(H _Z)
δ	زاوية الطور(degree)
I _R	التيار المار خلال المقاومة(A)
I _C	التيار المار خلال المتسلعة(A)
F	التردد(H _Z)

Introduction المقدمة (1-1)

سعى العالم نتيجة للتطور الصناعي الذي شهد في كافة المجالات، إلى إيجاد بديل للمواد ذات الاستخدامات الصناعية المتعددة بحيث تكون تلك البديل ذات مواصفات هندسية عالية لا يمكن توافرها في أية مادة طبيعية أخرى ، وذلك لاستخدامها في التطبيقات الصناعية المتعددة كالطائرات والرادارات والسفن والسيارات وغيرها.

ومن خلال دراسة خواص المواد الهندسية (المعادن، السيراميك، البوليمرات)، لاحظ اختصاصيو علم المواد وجود تباين في خواص تلك المواد من حيث المقاومة ، والمتانة ، والصلادة واللدونة وتحمل القوى الخارجية ودرجات الحرارة، وهذه المواصفات قد تكون مناسبة في تطبيق معين وغير مناسبة في تطبيق آخر [1]. وان علم المواد المترابطة (Composite Materials) يعد من العلوم التي مازال الانسان يبحث فيها ويتطورها . ولقد أظهرت استخدامات المواد المترابطة من البوليمرات ال怨نجية المدعمة في منتصف الثلاثينيات من القرن الماضي ومع بدايات الحرب العالمية الثانية عندما استخدم البولي أستر المقوى بالياف الزجاج والكاربون في صناعة ابدان الطائرات وقباب الرادارات في الطائرات، كما دخلت المواد المترابطة كذلك في صناعات المباني والمعماريات والصناعات البحرية وكذلك في الصناعات الكيميائية والطبية [2,3].

ونظراً لامتلاك المواد المترابطة بعض الخواص التي تتناسب مع العديد من التطبيقات الصناعية المهيمنة لذلك فأنها نالت مكانة مرموقة بين المواد الهندسية المختلفة، اذ أن المواد المترابطة تجمع بين خواص مادتين أو أكثر متتجاوزة مساوى كل مادة ولا سيما انها تمتلك إمكانية التحكم بخواصها سواء عن طريق نوع ونسب المواد المكونة لها أو من خلال تصميمها وطرائق تصنيعها ، لذلك تبلور محور تركيز المصممين والمهندسين في الوقت الحاضر على الدور الفعال للمواد الهندسية التي دخلت في مختلف المجالات الصناعية، لذا تم اختيارها وتصنيعها بعمليات متعددة ومتعاقة وفقاً لتركيب تصميمية وإنسانية تتلاءم مع الأداء الوظيفي فضلاً" عن تحليل فشلها في ذلك الأداء [4,5] . واستجابة لمتطلبات التطور والنهضة الصناعية والتي تبغي السير باتجاه تحسين أداء المنتج من ناحية التصميم والتصنيع، في الهندسة الإنسانية هناك مساعٍ لتشكيل تركيب ذات قوة ومتانة وموثوقية من حيث جماليتها ومقاومتها للتآكل، أما في المجالات الكهربائية فنجد ان هناك رغبة بإنتاج دوائر متكاملة فمثلاً" تكون مفاتيح الحاسوب لحظية التفاعل وعزلة جيدة للكهربائية وتحمل فولتية عالية، أما في مجال صناعة السيارات فقد تم استعمال مواد ذات وزن خفيف ومتانة

عالية (durable materials) ولاسيما ان المجالات الفضائية تتطلب مواد ذات وزن خفيف وأداء جيد لكي تقاوم الظروف الجوية (درجة الحرارة مثلاً) للفضاء الخارجي [5].

البوليمرات هي مواد خاملة وخفيفة الوزن وعموماً تمتلك درجة عالية من المطيلية، وهي تمتاز بانخفاض التوصيلية الكهربائية والحرارية فهي تستعمل كعوازل كهربائية وحرارية، وعند مقارنتها مع المعادن فإنها تكون ذات كثافة واطئة واستطاله كبيرة عندما يكون هنالك تغير في درجات الحرارة، وتمتلك جسامه واطئة ومقاومة عالية للتآكل وهي لاتعد من المواد الصلدة [6]. أما المواد السيراميكية فهي مواد لا عضوية وغير معدنية [5]، مثل الاكاسيد و الكاريبيدات و النتریدات وغيرها، اذ تمثل المواد السيراميكية إلى أن تكون ذات توصيلية كهربائية وحرارية رديئة أي أنها مواد عازلة وتتصف بالهشاشة الناتجة عن انخفاض المطيلية وبالتالي انخفاض مقاومتها للصدمات، إلا أنها تمتلك صلادة وقوه انضغاط وخمولاً كيميائياً، وعليه لا يستعمل السيراميك في التطبيقات الواقعه تحت تأثير الأحمال الصدمية مقارنة بالمعادن، مع ذلك فأنها ذات مقاومة لدرجات الحرارة العالية [5,7].

وتعد المواد المتراكبة ذات الأساس البوليمرى من أقدم المواد المتراكبة [4]. تتكون المواد المتراكبة من الطور الأول الذي يعرف بالمادة الأساس (Matrix) وتكون من مادة مطيلية ذات متانة عالية مثل البوليمرات، أما الطور الثاني فيسمى بطور التقوية (Reinforcement) والذي قد يكون على شكل (الياف ، أو دقائق ، أو قشور) من مواد صلبة مثل (بوليمرات، سيراميك، معادن) [7].

في هذا البحث متراكبات تحتوي على نوعين من السيراميك من طور الفيريمغناطيسي ذو الخصائص المغناطيسية و طور الفيروكهربائي ذو العزل العالى كمواد تقوية تضاف الى البوليمر ذو العزل العالى و المرونة العالية ، وبالتالي الحصول على اغشية متراكبة تمتاز بالعزل العالى و المرونة والشفافية وسهولة المعالجة ، اذ ان هذه المتراكبات مرشحة لكونها نوع جديد من المكثفات لها من مزايا من جانبي التصميم الدقيق والتشكيل[8]، ويضاف الى ذلك اهمية الاقتران ما بين الطور الفيريمغناطيسي و طور الفيروكهربائي في الكثير من التطبيقات الممكنة في الاجهزه المتعددة مثل اجهزة الاستشعار و محولات الطاقة و الذواكر و الالكترونيات الدورانية [9].

و سنتناول بعض الخصائص للمواد المستخدمة في هذه الدراسة لتحضير الاغشية المتراكبة و التي تشمل بوليمر بولي فينيل الكحول (PVA) و مسحوق الطور الفيروMagnetiسي فرایت الكوبالت (CoFe₂O₄) و مسحوق الطور الفيروكهرBائي تيتانات الباريوم (BaTiO₃) .

(2-1) بولي فينيل الكحول (PVA)

بوليمر صناعي قابل للذوبان في الماء عديم الرائحة ، يصنع من خلات الفينيل الاحدية (vinyl acetate monomer) بواسطة اخضاعها بالبلمرة و التحلل الجزئي . وعن طريق اذابة في الماء والسماح للماء بالتبخر يتكون غشاء شفاف بلادنة عالية و مقاومة للتمزق . وان ذوبانه البوليمر تعتمد على درجة التحلل الجزئي وقابلية الاصرة الهيدروجينية ، ويذوب في الماء الحار فقط ، ويمتلك ميزة التصاق عالية و كثافته تتراوح من (1.19-1.31g/cm³) . وان الكميات الكبيرة من بولي فينيل الكحول تكون خطيرة و خصوصا اذا مزجت مع الماء ، ويكون غير سام طالما غير محروق او ذائب بالنار. ومن مزايا هذا البوليمر المقاومة الميكانيكية العالية وقابلية الذوبان بالماء [10].

(3-1) فرایت الكوبالت (CoFe₂O₄)

مادة Magnetiسيّة تنتمي الى عائلة التركيب المغزلي و التي جاءت تسميتها من المعدن المغزلي (MgAl₂O₄) ذو التركيب العام (AB₂O₄) . وان فرایت الكوبالت له تركيب مكعب مع ايونات الاوكسجين يشكل شبیکة متمرکزة الأوجه (FCC) ، و ان الكیتونات (غالبا الفلزات) تشغل (1/8) من شبیکة رباعي السطوح و (1/2) من شبیکة ثماني السطوح . وبحتوی التركيب على (32) من ايونات الاوكسجين و (24) من الكیتونات ليصبح العدد الكلی (56) من الذرات . ان درجة حرارة کیوري لفرایت الكوبالت حوالي (500°C) و ادنى من هذه الدرجة يمتلك خواص فيروMagnetiسيّة . وفرایت الكوبالت يمتلك معامل تشبّع Magnetiسيّ و ايضا ثابت عزل كهرBائي عال .

(4-1) تيتانات الباريوم (BaTiO₃)

وهي مادة سيراميکية فيروکهرBائية عازلة ، مع خصائص بیزو کهرBائية . تستعمل تيتانات الباريوم كسيراميک عازل في صناعة المكثفات ،اما مادة بیزوکهرBائية تستخدم في الميكروفونات و محولات الطاقة . ان هذه المادة تمتلك استقطاب عفوی عند درجة حرارة الغرفة ، وان درجة

حرارة كوري لتيتانات الباريوم حوالي (120°C) وادنى من هذه الدرجة تكون ذات خصائص فيروكهربائية [11].

(5-1) الدراسات السابقة

حضر الباحث (R.Popielarz) عام (2001) مع مجموعته البحثية ثلاثة انواع من المتراكبات اذ خلط تيتانات الباريوم (BaTiO_3) مع البوليمرات (TMPTA ، PEGDA ، TDDMA) وقاموا بقياس سماحية العزل في مدى الترددات (100Hz-10GHz) وفي مدى درجات حرارة (-140 - +150 °C) ووجدوا خصائص العزل لتيتانات الباريوم نفسها في المتراكبات وبفعالية تعتمد على نوع البوليمر، وكما لاحظوا ان البوليمرات القطبية تزيد من ثابت العزل في الترددات الواطئة اذ تملك تأثير قليل في ترددات جيجا هيرتز ، ولا سيما انهم بينوا ان اعلى قيمة لخسائر العزل في متوسط مدى الترددات من الميجا هيرتز الى الجيجا هيرتز ، اذ ان خسائر العزل تزداد مع زيادة محتوى البوليمر القطبى ، ووجدوا في التردد الثابت و تغير درجة الحرارة ان المتراكبات تظهر علاقة خطية بين لوغارتم ثابت العزل والنسبة الحجمية لحشو الفيروكهربائي [12] .

وقد درس الباحث (H.Hsiang) و مجموعته البحثية عام (2001) تأثير الحجم الحبيبي لتيتانات الباريوم (BaTiO_3) على الخواص العزلية في متراكبات ($\text{BaTiO}_3/\text{Polyvinylidene fluoride(PVDF)}$) . واستنتجوا عندما يكون تردد المجال المسلط اقل من (100KHz) ثابت العزل و خسائر العزل لمتراكبات ($\text{BaTiO}_3/\text{PVDF}$) تتناقص مع زيادة الحجم الحبيبي ، بينما في التردد الاعلى من (100KHz) تتكون النتائج عكسية. اذ لاحظ الباحثون زيادة المقاومية مع زيادة الحجم الحبيبي لتيتانات الباريوم [13].

وقد قام الباحث (R.P.Mahajan) و مجموعته البحثية في عام (2002) بتحضير متركمبات من فرایت الكوبالت (CoFe_2O_4) و تيتانات الباريوم (BaTiO_3) باستعمال العمليات السيراميكية التقليدية مزدوجة الكلسنه مع تفاوت نسب المكونات في المتراكبات ، اذ ان تقنية حيوه الاشعة السينية اكدت وجود الطورين في المتراكب و درسوا المقاومية (Dc) كدالة لدرجة الحرارة ضمن المدى (300k-600k) اذ تفاوت ثابت العزل مع التردد ضمن (100Hz – 1MHz) و مع درجة الحرارة عند تردد ثابت (1KHz) . وناقشوا التوصيلية المستمرة على اساس نموذج تنطط البولارون الصغير [14].

وحضر الباحث (S.H. Xie) و مجموعته البحثية في عام (2005) مترافقاً من تيتانات الباريوم (BaTiO_3) وبولي انلين (PANI) وتم دراسة خصائص المترافقاً المحضرة باستعمال تقنيات الاشعة تحت الحمراء (FTIR) و حيود الاشعة السينية (XRD) و المجهر الماسح الالكتروني (SEM) ، و تبين ان ثابت العزل وخسائر العزل في المترافقاً تزداد مع زيادة النسبة الحجمية لتيتانات الباريوم ، وان حبيبات تيتانات الباريوم ذات الحجم الحبيبي (100nm) تكون منتشرة بشكل متجانس في صفوفة البوليمير وبدون تكتل [15].

وفي عام (2007) قام الباحث (L.A.Garc) و مجموعته البحثية بتحضير مترافقاً نانوية من فرایت الكوبالت (CoFe_2O_4) المحضر بطريقة الترسيب و بولي فينيل الكحول (PVA) ، واستخدم في تحضير الاغشية المتراكبة طريقة الصب الثابت . ودرسو الخصائص باستعمال (VSM) ، (IR) ، (XRD) . وتبين تشكل طور مغناطيسي احادي من نوع الفيرومغناطيسي [16].

درس الباحثان (A.Pelaiz,R.Lopez) في عام (2007) سلوك استرخاء العازل الكهربائي و التوصيل الكهربائي في متراكب (($\text{Pb}_{0.88}\text{Sm}_{0.08}$) $(\text{Ti}_{0.99}\text{Mn}_{0.01})\text{O}_3$ / Polyetherketonetone) وكانت بنسبة خلط الحجمية من متراكب سيراميك فيروكهربائي / بوليمر (50/50) . اذ ناقش الباحثان المساهمة من عمليات التوصيل في استرخاء العازل في الترددات الواطئة اخذين بنظر الاعتبار شحنات الفراغ ، و في الترددات العالية استرخاء العازل فسر على اساس تركيز الاوكسجين في طور السيراميك ويعزى الى تحول (Mn^{2+}) الى (Mn^{4+}) التي تأخذ موقع اثناء عمليات الكلسنة في المادة السيراميكية . وقد استنتجوا ان قيم طاقات التنشيط تشير الى مشاركة حركة حاملات الشحنة في عمليات استرخاء العازل [17].

وقام الباحث (A.S.Merza) و مجموعته البحثية في عام (2008) بتحضير مادة تيتانات الباريوم (BaTiO_3) بواسطة الخلط المتوازن لمركب ثانوي اوكسيد التيتانيوم (TiO_2) و كاربونات الباريوم (BaCO_3) بنسبة مولية (1:1) . واستخدمو تقنية حيود الاشعة السينية لمعرفة الطور مادة تيتانات الباريوم ولتحديد نقافة المسحوق الناتج بعد الكلسنة الاولية ، وقام الباحثون بالتالي بعد درجات حرارية ($1100^\circ\text{C}, 1200^\circ\text{C}, 1300^\circ\text{C}$) ووجدوا ان افضل درجة حرارة تلبيـد (1300°C) اذ اعطـت اكبر كثافة (5.36g/cm^3) و اكبر انكمـاش خطـي (18%) وادنى مسامـية (6%) [18].

وقد حضر الباحث (Y.Kobayashi) و مجموعته البحثية في عام (2008) اغشية رقيقة عالية العزل من ($\text{BaTiO}_3/\text{Polymer}$) ، اذ شتت تيتانات الباريوم ذات الحجم البلوري – (10.5 nm) والمحضرة بطريقة الكوكسيد المعقدة في بوليمر (PVDF) وبوليمر (SPAI) . وجدوا ان تشتت حبيبات تيتانات الباريوم اكثر تجانس في اغشية بوليمر (PVDF) من اغشية بوليمر (SPAI) والتشتت الجيد للحبيبات في اغشية (PVDF) هو سبب في نعومة السطح التي تمتلك جذر معدل مربع خشونة اقل من(20nm) عند النسبة الحجمية (30vol%) من تيتانات الباريوم . وقد لوحظ ان خشونة السطح لأغشية بوليمر(PVDF) المترابكة تكون اقل من (10-1) من خشونة اغشية بوليمر(SPAI) المترابكة . اذ وجد ان ثابت العزل في الاغشية المترابكة ($\text{BaTiO}_3/\text{PVDF}$) اعلى بمرتين من ثابت العزل في الاغشية المترابكة ($\text{BaTiO}_3/\text{SPAI}$) ، وعامل الفقد العزلي في الاغشية ($\text{BaTiO}_3/\text{PVDF}$) كان اقل [19].

وقام الباحث (Y.Kobayashi) و مجموعته البحثية في عام (2009) بتحضير اغشية مترابكة من تيتانات الباريوم (BaTiO_3) وبوليمر (PMMA) و بوليمر (BaTiO₃) ثابت عزل عالي وشفافية عالية ، وكانت حبيبات تيتانات الباريوم (BT) المحضرة بطريقة الاكسيد المعقدة ذات حجم حبيبي يتراوح (7.8 - 24 mn) و حجم بلوري (8.60-17.7nm) . و استنتجوا ان زيادة الحجم الحبيبي و النسبة الحجمية لتيتانات الباريوم (BaTiO_3) في الغشاء المترابك تقود الى زيادة ثابت العزل بينما يحافظ عامل الخسارة عند (5%) كما وجدوا ثابت العزل لغشاء المحضر بالنسبة الحجمية (39vol%) من تيتانات الباريوم ذات الحجم الحبيبي (23nm) اعلى بأربع مرات لغشاء (PMMA) النقى [20].

وفي عام (2011) قام الباحث (E.E.Tanriverdi) و مجموعته البحثية بدراسة الخواص التركيبية و الكهربائية للمتراكبات النانوية من بولي انلين (PANI) و فرایت الكوبالت (CoFe_2O_4) المحضر بطريقة الهرجة الحرارية، و حضرت المتراكبات النانوية بالنسب الوزنية من فرایت الكوبالت والبولي انلين (1:2 و 2:1) و تم فحص خواص المتراكبات بتقنية (XRD) ، (FTIR) ، (SEM) ، (TEM) . اذ ان نتائج FT-IR (FT-IR) اكدت وجود فرایت الكوبالت والبولي انلين في العينات. و وجدوا ان البولي انلين يمتلك الية توصيل اكثر فعالية في المتراكبات ، وان هذه النتائج تكون متناسقة ايضا مع التغير في التوصيلية المتناوبة في المتراكبات [21].

وقد حضر الباحث (G.D.Prasanna) و مجموعته البحثية في عام (2011) المترابكبات النانوية (Polyaniline/ZnFe₂O₄) باستعمال طريقة بسيطة وغير مكلفه طريقة البلمرة الموضعية ، ودرسوا الخواص التركيبة و تضاريس السطح و الكهربائية باستعمال تقنيات (WAXD) ، (SEM) ، (FTIR) (TGA) وقد وجد من خلال طيف الاشعة تحت الحمراء ان هنالك بعض التفاعل بين الحبيبات النانوية من (ZnFe₂O₄) و بولي انلين (PANI) . اما التوصيلية المستمرة المقاسة ضمن مدى درجات الحرارة (80-300K) تتناقص من (515 Scm⁻¹) الى (0.92 Scm⁻¹) مع زيادة محتوى التشوييب من فرايت الخارصين (ZnFe₂O₄) ، وقد لوحظ ان المقاومية تعتمد على درجة الحرارة و تتبع السلوك ($\rho(T) \sim T^{-1/2}$) [22].

وفي عام (2011) قام الباحث (Y.C.Li) و مجموعته البحثية بدراسة خواص العزل للمترابكبات النانوية الثانية من بولي فينيل الفلورايد و تيتانات الباريوم (PVDF/ BaTiO₃) و المترابكبات النانوية الثلاثية (PVDF/ BaTiO₃/GN) بعد اضافة الكرافيت النانوي (GN) ، وتم تحضير جميع المترابكبات بطريقة صب المحلول البسيطة ويكون متبوعا بكبس قولهبة . ووجدوا ان الجزء الحقيقي من ثابت العزل في المترابكبات النانوية (PVDF/ BaTiO₃) و يزداد مع زيادة محتوى تيتانات الباريوم ، ومن خلال دراسة سلوك العزل استنتجوا ان اضافة الكرافيت النانوي الى المترابك (PVDF/ BaTiO₃/GN) والحصول على المترابك الثلاثي (PVDF/ BaTiO₃/GN) قد حسن من سماحة العزل ولاسيما انهم وجدوا ان كل من ثابت العزل و التوصيلية الكهربائية معتمدة على التردد و درجة الحرارة [23].

وقد حضر الباحث (R.Beura) في عام (2012) مترابك من بولي فينيل الكحول (PVA) مع مسحوق السيراميك الفيروكهربائي (BaZr_{0.1}Ti_{0.903}) والمحضر بطريقة تفاعل الحالة الصلبة اذ اكدت تقنية حيود الاشعة السينية تشكل طور احادي مكعب لهذ المسحوق. وقد استخدم تقنية (SEM) لبيان تجانس توزيع حبيبات (BZT). ودرس الباحث خواص العزل و الممانعة الكهربائية للمترابكبات في مدى واسع من درجات الحرارة (50-150°C) و التردد (10² - 10⁶ Hz) وتبين ان هذه الخواص معتمدة الى حد كبير على درجة الحرارة والتردد [24].

وحضر الباحث (I.M.Abdulmajeed) و مجموعته البحثية في عام (2012) مركب سيراميكي (BaTiO₃) باستخدام خليط متجانس للأكسيد المكونة ، واستخدمو التقنية التقليدية في تحضير السيراميك ، وشخصوا المركب باستخدام تقنية (XRD) وقد وجدوا ان المسحوق السيراميكي المحضر رباعي التركيب . و بالإضافة لذلك حضر الباحثون نظام مترابك لليبووكسي-

سيراميك ، واصفوا تيتانات الباريوم بنسب وزنية (10,20,30,40,50,60wt%) ، ودرسو ثابت العزل و كدالة للتردد مابين (2KHz – 5MHz) ومعامل فقد لنفس التردد و بالإضافة الى نسبة المكونات . ووجدوا ان النسبة المؤدية لمتراكبات الأبيوكسي / تيتانات الباريوم تؤثر على خواص العازل ، وعند الترددات الواطنة يكون ثابت العزل اعلى في المتراكبات و يزداد ايضا بإضافة تيتانات الباريوم وفي كلتا الحالتين يعزى الى السماحية العالية لطور الفيروكهربائي [25].

وقام الباحث (V.Senthil) و مجموعته البحثية في عام (2012) بدراسة العزل الكهربائي و التوصيلية (AC) لمتراكبات من بولي فينيل الكحول (PVA) و(25vol%) من سيراميك تيتانات زركونيوم الباريوم المعدلة بالايتريوم ($Ba_{1-x}Y_{2x/3}Zr_{0.1}Ti_{0.9}O_3$) (BYZT) المحضر بطريقة الحالة الصلبة التقليدية . واستنتاج الباحثون ان الية الاسترخاء في العزل تعزى الى حركة الجزيئي في سلاسل البولимер و توجيه ثنائي القطب من السيراميك في متراكب البولимер . ولاحظوا ايضا تناقص طاقة التنشيط مع ارتفاع الايتريوم في السيراميك المعدل(BYZT) [26] .

وقام الباحث(A.Hunyek) في عام (2013) و مجموعته البحثية بتوليف مسحوق فرايت الكوبالت ($CoFe_2O_4$) المحضر بطريقة (sol-gel) في كل من المطاط الطبيعي(NR) و بولي يوريثان (PU) بنسب مختلفة من فرايت الكوبالت تتراوح ما بين (0-45phr) ، وقد لاحظ الباحثون ان السماحية الكهربائية في متراكبات ($CoFe_2O_4$ -UP) اكبر من السماحية عند متراكبات ($CoFe_2O_4$ -NR) و السماحية في كلا النوعين من المتراكبات تتفاوت خطيا مع الفرايت عند التردد (100MHz) [27].

وقد حضر الباحثان (K.Praveena,S.Srinath) في عام (2014) متراكبات نانوية من فرايت الكوبالت الذي حضر بطريقة الترسيب التكميلي (Co-Precipitation) مع البولي انلين (PANI) بنسب حجمية مختلفة و درست الخصائص من خلال تقنية (XRD) ، (TEM) ووجد ان الحجم الحبيبي لفرايت الكوبالت ($CoFe_2O_4$) يكون (20nm) وتم حساب التوصيلية المركبة ($\epsilon''_r, \epsilon'_r$) ضمن مدى التردد (1MHz-1.1GHz) وتبين ان قيمة ثابت العزل (ϵ''_r) تزداد مع المحتوى الحجمي للفرايت [28].

ودرس الباحثان (Manjusha,K.L.Yadav) في عام (2014) الخواص التركيبة و العزلية لغشاء المتراكب ($0.3CoFe_2O_4-0.7BaTiO_3-PVDF$) مع تراكيز مختلفة من بوليمر (PVDF) (polyvinylidene fluride) بالنسبة الوزنية (20, 30, 40 wt%) ، وحضر كل من

فرايت الكوبالت (CoFe_2O_4) وتitanات الباريوم (BaTiO_3) باستخدام طريقة تفاعل الحالة الصلبة ، واجرى الباحثان التحليل التركيبى باستعمال تقنية (XRD) والتي تشير الى تشكيل طور فرايت المغزلي (CoFe_2O_4) و طور الفيروكهربائي (BaTiO_3) ، وباستخدام تقنية (AFM) وجد ان معدل الحجم الحببى لاغشية المتراكبة ($106\text{nm}, 30\text{nm}, 26\text{nm}$) لنسب الاضافة 20, 30, 40 (wt%) من بوليمير (PVDF) ، و لاحظوا ان ثابت العزل و خسائر العزل والتوصيلية تتفاوت مع درجة الحرارة عند الترددات (1 kHz, 50 kHz, 100 kHz) وكذلك يتناقص ثابت العزل والخسائر والتوصيلية مع زيادة تركيز البوليمير [29].

اما الباحثان (M.Khairy,M.E.Gouda) في عام (2015) فقد حضرا المتراكبات النانوية ($\text{Polyaniline-NiFe}_2\text{O}_4$) باختلاف محتوى فرايت النيكل (2.5,5,50wt%) واستعملوا طريقة بلمرة الاكسدة الكيميائية الموضعية . بينما حضرت الحبيبات النانوية من فرايت النيكل باستخدام طريقة سول- جل . وتم دراسة خصائص العينات المحضره باستعمال تقنيات (FTIR) ، (SEM) ، (XRD) و استنتمجا ان البولي انلين النقى و المتراكبات ذات المحتوى (2.5,5wt%) من فرايت النيكل تكون عشوائية التركيب ، بينما ذات المحتوى (50wt%) تظهر التركيب البلوري المغزلي . واظهر فحص الاشعة تحت الحمراء تشكيل بعض التفاعلات بين جزئ البوليمير و فرايت النيكل . وكما وجد ان التوصيلية الكهربائية للمتراكبات تزداد بارتفاع محتوى الفرايت [30].

واستخدم الباحث (D.SeokKim) في عام (2016) و مجموعته البحثية طريقة التجميد النموذجية في تحضير متراكم من Titanات الباريوم و راتنجيات الايبوكسي ($\text{BaTiO}_3/\text{epoxy resin}$) ، و درسوا تأثير انتظام حبيبة الحشو و نسبة الحشو على سماحة العزل و خسائر العزل في المتراكبات ، وقد اظهرت النتائج ان انتظام حبيبات الحشو يستطيع بشكل كبير تحسين سماحة العزل بينما تبقى الخسائر بالمقارنة مع تركيب المتراكم التقليدي [31].

(6-1) هدف الدراسة

تهدف الدراسة الحالية الى :-

1. تحضير ثلاثة انواع من الاغشية المتراكبة تتضمن الاساس بولي فينيل الكحول مع كل من فرايت الكوبالت و Titanات الباريوم و كلاهما معاً بنسب وزنية مختلفة من الحشو في كل نوع من الاغشية المتراكبة .

2. دراسة تأثير التردد على الخواص الكهربائية المتناوبة والتي شملت ثابت العزل و معامل الفقد العزلي و التوصيلية المتناوبة للأغشية المترابكة .
3. دراسة تأثير تركيز الحشو في الاغشية المترابكة على الخواص الكهربائية المتناوبة على كل من ثابت العزل و معامل الفقد العزلي و التوصيلية المتناوبة .
4. دراسة تأثير درجة الحرارة على الخواص الكهربائية المستمرة وتشمل التوصيلية المستمرة و طاقة التشغيل للأغشية المترابكة .
5. دراسة تأثير التركيز على طاقة التشغيل للأغشية المترابكة .