P- ISSN 1991-8941 , E-ISSN 2706-6703
2014 ,(8), (2) :97-104

(*JUAPS*) **مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة**

Open Access

تأثير حزمة الليزر النبضي (Nd:YAG) على متحسس الموجات الفوق الصوتية المصنوع من مادة البيزوالكترك من نوع (PVDF) البوليمرية

سارة عبدالعزيز سعود** **راشد خليل ظاهر*** **محمد غازي حمد****

*جامعة الانبا ر – كلية التربية الاساسية

** جامعة الانبار – كلية العلوم – قسم الفيزياء

معلومات البحث:

تاريخ التسليم: 2013/00/00
تاريخ القبول: 2014/5/6
تاريخ النشر: / / 2022
DOI: 10.37652/juaps.2014.123985

الكلمات المفتاحية:

Piezoelectric materials, piezo-polymer (PVDF), laser pulse .

الخلاصة:

تضمن هذا البحث دراسة تأثير حزمة الليزر النبضي من نوع نيديميوم – ياك (Nd:YAG) على مادة البيزوالكترك، حيث تم اختيار مادة البيزوبوليمر بولي فايدنيل فلورايد (polyvinylidene fluoride (PVDF)) ذات سمك (9 µm) في هذا الاختبار وذلك لامتلاكها خصائص فريدة من نوعها تختلف عن المواد الكهروضغطية الاخرى من ناحية المرونة العالية وصغر الحجم والقابلية على الاستجابة للترددات العالية.تم تسليط ليزر نبضي ذو طاقات عالية من (530 mJ الى 570 mJ) على مادة الـ (PVDF) البوليمرية. اظهرت النتائج التي تم التوصل اليها الى ان شكل الاشارة الكهربائية التي تم استلامها من جهاز الملتي ميتر تعتمد على مقدار طاقة حزمة الليزر المسلطة والناتجة من تحويل الموجات الضوئية (نبضة الليزر) الى موجات صوتية وتسمى هذه العملية بظاهرة الـ (photoacustic). حيث تم معرفة شكل الاشارة الكهربائية الناتجة لكل مقدار من الطاقات المستخدمة.

المقدمة:

شهدت مواد البيزوالكترك (Piezoelectric) استخداما واسعا خلال العقود الماضية والتي لاتزال تدخل ضمن اهتمامات كبيرة من قبل الباحثين في مجالات مختلفة. بدأت التطبيقات الاولى لمواد البيزوالكترك بالظهور بعد الحرب العالميه الاولى عندما كانت تستخدم الموجات فوق الصوتية للكشف عن الغواصات الحربية وكذلك استخدمت هذه المواد لتحديد عمق المياه عن طريق ارسال موجات فوق صوتية عالية التردد خلال الماء وحساب الزمن الذي تستلم به الموجة المنعكسة [1].

ان الاستخدام الواسع لمواد البيزوالكترك يعود الى خصائصها الميكانيكية والكهربائية والقدرة على العمل في درجات الحرارة والترددات العالية [3،2]. تمتلك هذه المواد نطاق ترددي واسع والقدرة على توليد طاقة عالية [4]. كذلك بساطة البناء والتشغيل وصغر حجمها، اضافة الى انها تعتبر مواد خفيفة الوزن وهذا يجعلها اكثر جاذبية من المواد الاخرى في العديد من التطبيقات [5].

هناك مجموعتين من المواد التي تعتبر الاكثر استخداما في صناعة مواد البيزوالكترك، المجموعة الاولي تضم مواد البلورة الاحادية (single crystal) ومن انواعها بلورة الكوارتز (SiO_2) وملح الروشيل والتوباز [7،6]. حيث تمتلك هذه البلورات خاصية البيزوالكترك بصورة طبيعية اما، المجموعة الثانية فتسمى مواد متعددة البلورة (polycrystalline) وتشمل تيتانيت زركونيت الرصاص (PZT) وتنتالايت الباريوم ($BaTiO_3$) وبولي فينيل فلورايد (PVDF) واوكسيد الزنك (ZnO) [8، 9،10].

ان مواد البيزوالكترك اصبحت قوة دافعة في مجال الابتكار والتكنلوجيا المتطورة فقد تم اكتشاف تقنية المتحسسات (Sensor) باستخدام مواد البيزوالكترك والتي تعمل استنادا على تأثير البيزو المباشر. تقدم المتحسسات مزايا رئيسية عند استخدامها منها القدرة الخارجة الكبيرة وانخفاض الضوضاء (Low noise) او العمل في الترددات العالية في مدى GHz [11]. لذا فانها تستخدم في صناعة المتحسسات لمراقبة الاحتراق في المحركات وفي صناعة المركبات

* Corresponding author at: University of Anbar - College of Basic Education
E-mail address

الفضائية والمايكروفونات والسماعات وكذلك تستخدم في الاجهزة التي ترسل الموجات فوق الصوتية [12]. هذه الاخيرة تسمى بمتحسسات الموجات فوق الصوتية (Ultrasonic sensor). من اهم مزايا المتحسسات موجات فوق الصوتية هي قدرتها على اختراق الهدف بشكل غير مدمر (nondestructively) للتركيب لان الموجات فوق الصوتية يمكن ان تنتشر خلال اي نوع من الاوساط المادية سواء كانت الصلبة او السائلة او الغازية [13].

في الوقت الحالي يتم استخدام متحسسات الضغط للبيزوالكترك كما هو الحال في الهواتف الخلوية التي تعمل باللمس حيث يقوم جهاز المتحسس بتحويل الطاقة الميكانيكية من لمس الاشخاص لشاشة الهاتف (اي الضغط عليها) الى اشارة كهربائية وهذا بدوره يسمح للمستخدم الوصول الى تطبيقات مختلفة. تعتبر متحسسات الضغط للبيزوالكترك هي الافضل لانها لاتتطلب من المستخدم الكثير من القوة او الضغط (اللمس) المتكرر على الشاشة نظرا للحساسية العالية التي تمتلكها اجهزة المتحسسات [1].

المفاهيم الاساسيه للبيزوالكترك

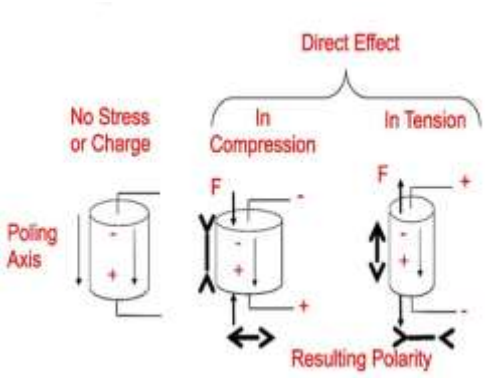
ان كلمة (piezoelectric) تتكون من مقطعين: المقطع الاول (piezo) مشتق من كلمة يونانية تعني الضغط، والمقطع الثاني الـ (electric) من الكهربائية لذلك تسمى تأثير الكهربائية – الانضغاطية [14،8].

عند تسليط اجهاد ميكانيكي مقداره (T_{jk}) على المادة الكهروضغطية، فأن ذلك سوف يؤدي الى نشوء كثافة الشحنة او ماتسمى بالازاحة الكهربائية في المادة الكهروضغطية (D_i) (وهي النسبة بين الشحنة الكهربائية المتولدة الى المساحة السطحية للمتسعة) وهذا يعرف بتأثير البيزوالكترك المباشر (direct effect) ويمكن ان يعطى من العلاقة التالية [14-18].

$$D_i = d_{ij} T_{jk} \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

حيث ان: i ، k،j وحدة المتجة (unite vector)، (d_{ij}) هو معامل البيزوالكترك (كولوم/ نيوتن).

عند تسليط قوة ضغط (compression) على مادة البيزوالكترك فانها سوف تنضغط وهذا بدوره سوف يؤدي الى نشوء شحنات كهربائية مساوية لشحنة الاقطاب الكهربائية لهذه المادة، اما عند تسليط قوة شد على المادة (Tension) فانها سوف تستطيل وتظهر شحنات كهربائية معاكسة لشحنة الاقطاب الكهربائية للمادة. الشكل (1) يبين تأثير البيزوالكترك المباشر للمادة الكهروضغطية [19].

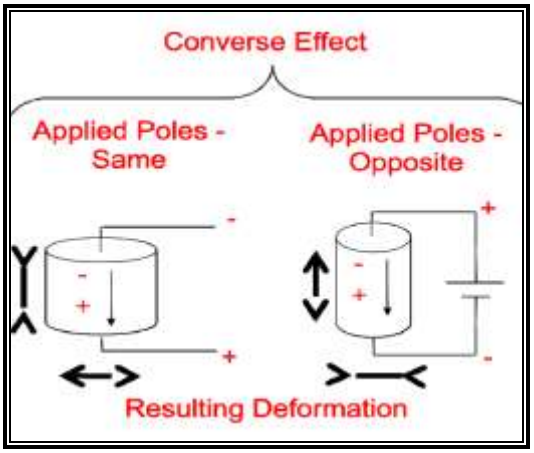


الشكل (1) يبين تأثير البيزوألكترك المباشر[19].

اما عند تسليط مجال كهربائي (E) على مادة البيزوالكترك فان ذلك سوف يؤدي الى تغير في ابعاد هذه المادة او تنتج توتر (S) للمادة وهذا يعرف باسم تأثير البيزوألكترك الغير مباشر او يسمى التأثير العكسي (converse effect) ويمكن حساب مقدار التوتر الحاصل للمادة بالعلاقة التالية [11،14، 15،16].

$$S_{ij} = d_{ijk} E_k \quad \ldots\ldots\ldots (2)$$

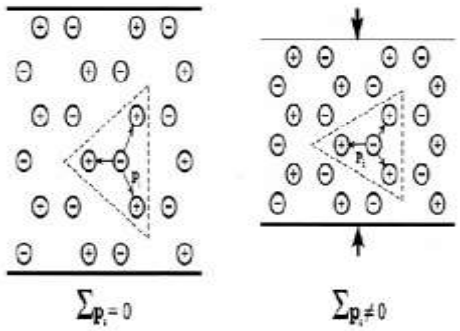
يبين الشكل (2) تأثير البيزوالكترك الغير مباشر، حيث نلاحظ انه عند تسليط مجال كهربائي على مادة البيزوالكترك بنفس شحنة الاقطاب الكهربائية لهذه المادة فانها سوف تنضغط، اما عند تسليط مجال معاكس لشحنة الاقطاب الكهربائية فان المادة سوف تستطيل وفي كلا الحالتين سوف يكون هناك تغير في ابعاد المادة [19]. اي ان الاستجابة لظاهرة البيزوالكترك تعتمد على اتجاه المجال الكهربائي المسلط وعلى التغير في ابعاد المادة[20]. اي ان الماده تستطيل او تنضغط اعتمادا على تردد الفولتية المسلطة [1].



الشكل (2) يبين تاثير البيزوالكترك الغير مباشر [19].

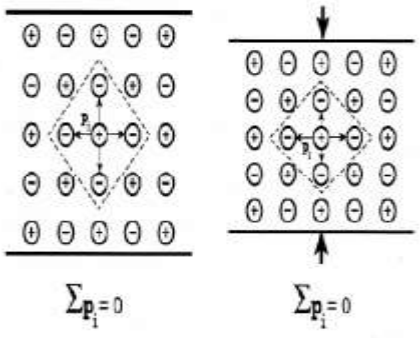
الاستقطاب في مواد البيزوالكترك

ان مادة البيزوالكترك هي صنف من المواد العازلة التي يمكن ان تكون مستقطبة اما بالمجال الكهربائي او عند تسليط اجهاد ميكانيكي على المادة على شرط انه لا يمتلك التركيب البلوري لمادة البيزوالكترك في هذه الحالة مركزا للتماثل [16]. فعند تسليط ضغط او قوة خارجية على البلورة الغير متماثلة فان البلورة سوف تصبح مستقطبة وذلك لحصول تشوه في مراكز الشحنات الموجبة والسالبة نتيجه للاجهاد المسلط. مما يؤدي الى تكوين ثنائيات اقطاب كهربائية وبالتالي ينشأ مجال كهربائي بين جهتي المادة كما هو موضح بالشكل (3) [21،8].



الشكل (3) البلورة عند عدم وجود مركز للتماثل وتكوين ثنائيات اقطاب [21].

اما عند وجود مركز التماثل في البلورة كما هو الحال في المواد التي لاتمتلك ظاهرة الكهروضغطية، فان ذلك سوف يحافظ على الشحنات الكلية للمادة عندما تتعرض للاجهاد وبالتالي سوف يكون مجموع الاقطاب الكهربائية المتولدة يساوي صفر وبالتالي سوف لاتظهر ظاهرة البيزوالكترك كما هو موضح في الشكل (4) [22،21].



الشكل (4) البلورة بوجود مركز التماثل [21].

انواع مواد البيزوالكترك

ان البيزوالكترك هي الخاصية التي تحملها العديد من المواد بصورة طبيعية مثل الكوارتز وملح الروشيل، اضافة الى انه يمكن انتاج مواد صناعية متعددة البلورة تستقطب عند وضعها في مجال كهربائي لتمتلك خاصية البيزوالكترك [23]. لذا فان هناك العديد من انواع مواد البيزوالكترك والتي يمكن ان تقسم الى:

1- مواد احادية البلورة

ان هذه المواد هي من المواد التي تحمل خاصية البيزوالكترك بصورة طبيعية وتكون على عدة انواع منها:

1-1- الكوارتز *Quartz*

يعتبر الكوارتز من المواد ذات البلورة الاحادية والتي استخدمت قديما في اجهزة البيزوالكترك نظرا لتوفرها بصورة طبيعية. تمتاز هذه البلورة بصلابتها العالية والاستقرارية عندما تتعرض لبعض الحوامض والتمدد الحراري صغير وعدم الذوبان في الماء [23].

2- مواد متعددة البلورة

ان هذه المواد تكون على عدة انواع اهمها:

2-1- البيزوبوليمر *Piezo-polymar*

تعتبر مواد البلورة الاحادية غير قادرة على العمل بكفاءة في بعض التطبيقات [4]. لذا تم اكتشاف انواع من البوليمرات تمتلك خاصية البيزوالكترك، حيث ان البوليمرات تمتلك خصائص فريدة تجعلها اكثر المواد استخداما في صناعة المتحسسات ومن هذه المزايا: سهولة التصنيع وتشكيلها بأشكال مختلفة تستخدم في العمليات المعقدة، وذات كثافة واطئة وتعتبر مادة مرنة وممانعتها الميكانيكية منخفضة وذات

حساسية عالية للاحمال الميكانيكية. هناك العديد من انواع البوليمرات وهي بولي بروبلين (polypropy–lene) ، وبولي ستايرين (polystyrene)، وخلات الفينيل (vinyl acetate) ولكن لوحظ ان الاستجابة العالية لخاصية البيزوالكترك تظهر فقط في البوليمر بولي فينيل فلورايد (polyvinylidene fluoride) مقارنة بالمواد البلورية الاخرى وكذلك بالمواد البيزوسيراميكية، ويرمز له بالرمز (PVDF) والذي يعرف بأنه بوليمر شبه بلوري (semi–crystalline) [24]. حيث يمتلك ثابت عزل كهربائي وصلابة مرونة منخفضة وهذه الخاصيتين تجعل من الـ (PVDF) ذات ممانعة صوتية منخفضة وحساسية عالية للفولتية [25،26].

تحويل نبضه الليزر الى موجات فوق صوتية *photoacustic*

ان ظاهرة الـ (PA) (photoacustic) او ماتسمى (optoacustic)تشير الى تحويل الطاقة الضوئية الى طاقة صوتية، فعند سقوط ضوء (نبضه ليزر) على سطح مادة فانها سوف تمتص الضوء الساقط عليها وتتوهن آسيا (لانها تخترق العينة) ويمكن ان تعطى اشدة الضوء الممتصة بالمعادلة التالية [25،26،27]:

$$I = I_o \exp(\mu_o L) \quad \ldots\ldots\ldots (3)$$

حيث ان:

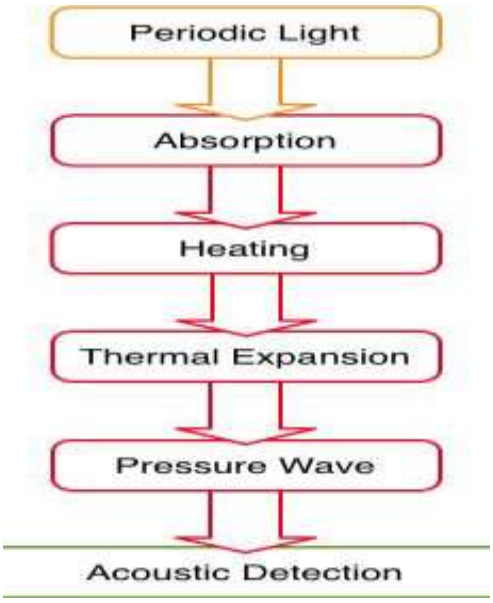
I شدة الضوء الممتص من قبل المادة عند انتقالها خلال عينة طولها (L) متر، I_o شدة اشعة الليزر الساقط، و μ_o هو معامل الامتصاص.

تتحول هذه الطاقة الضوئية الى حرارة وان ارتفاع درجة حرارة العينة يؤدي الى حصول تمدد حراري (thermoelastic expansion) في المادة. وهذا بدوره يولد توترا مرنا [28].

$$S = \alpha \Delta T \quad \ldots\ldots\ldots (4)$$

حيث ان: S التوتر، α معامل التمدد الحراري الخطي، ΔT الارتفاع في درجات الحرارة.

هذا بدوره سوف يولد ضغط مفاجيء ينتشر خلال المادة على شكل موجات صوتية [26،27]. كما موضح في الشكل (5).



الشكل (5) يوضح عملية تحويل الضوء الى موجات صوتية [29].

ان من اهم خصائص استخدام الليزر لتوليد الموجات فوق الصوتية عن غيرها من التقنيات هي [30].

1. ان اشعة الليزر يمكن ان تركز في بقعة صغيرة جدا والتي تولد موجات فوق الصوتية في عينات صغيرة ورقيقة الحجم.
2. لاتتأثر نبضة الليزر بتغيير المسافة بين العينة ووحدة الليزر لان شعاع الليزر له القابلية على ان يستهدف العينة من مسافات كبيرة.
3. تكون اشعة الليزر بمثابة مصدر للحرارة الذي يعمل على رفع درجة حرارة المنطقة القريبة من سطح العينة بسرعه عند طاقة اقل من طاقة حد العتبة التي تسبب الضرر للعينة وذلك بسبب معامل الاقتران (التحويل) الذي يحول الطاقة الحرارية الى مصدر للموجات فوق الصوتية.

الجانب العملي

تصنيع المتحسس

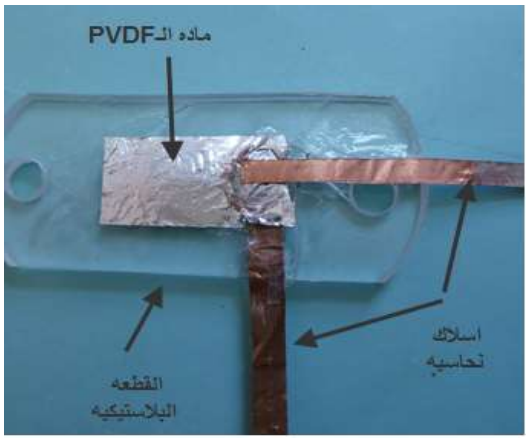
تم تصنيع متحسس للموجات فوق الصوتية المتولدة من تأثير حزمة الليزرعلى مادة البيزوالكترك باستخدام مادة البيزوبوليمر (PVDF) والتي تكون على هيئة رقائق ذات سمك (9μm) والمصنعة من قبل شركة (metal Box PIC)، حيث تحيط هذه المادة البوليمرية طبقتين من الالمنيوم من اجل التوصيل الكهربائي، وكما هو مبين في ادناه بالخطوات التالية:

1- تقطع مادة البيزوالكترك الـ (PVDF) البوليمرية بالقياسات (10x20) ملم والتي تعتبر الجزء الاساسي في تصنيع المتحسس للموجات الفوق الصوتية.

2- تلصق اشرطة من الاقطاب النحاسية على طبقة الالمنيوم التي تغطي مادة الـ (PVDF) البوليمرية وذلك بأستخدام مادة سائل الفضة. الشكل (6) يبين صورة فوتوغرافية لمادة الـ (PVDF) البوليمرية بعد لصق الاقطاب النحاسية عليها.

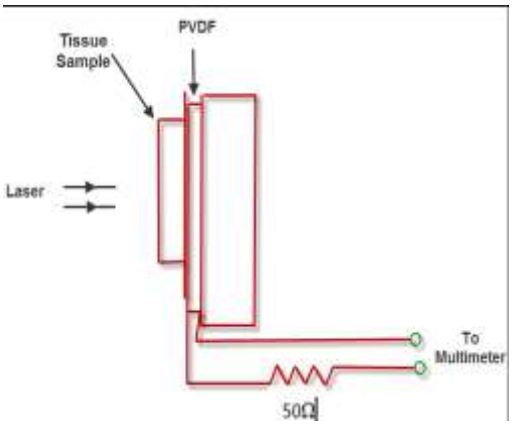
الشكل(6) صورة فوتوغرافية لمادة الـ (PVDF) البوليمرية بعد لصق الاقطاب النحاسية عليها.

3- تلصق مادة الـ (PVDF) البوليمرية مع الاقطاب النحاسية على احد اوجه القطعة البلاستيكية الشفافة بأستخدام مادة لاصقة بوليمرية مناسبة. الشكل (7) يوضح صورة فوتوغرافية لهذه الاجزاء مع بعضها.



الشكل (7) يوضح صورة فوتوغرافية لاجزاء المتحسس مع بعضها.

4- توصل اقطاب الاشرطة النحاسية مع دائرة كهربائية بسيطة تحتوي على مقاومة (50) اوم وهذه الدائرة توصل بجهاز الملتي ميتر لمعرفة شكل الاشارة الكهربائية المستلمة من هذه الدائرة الكهربائية. يبين الشكل (8) الدائرة الكهربائية المستخدمة مع مادة المتحسس الاساسية.



الشكل (8) الدائرة الكهربائية المستخدمة مع مادة المتحسس الاساسية.

5- توضع هذه الدائرة الكهربائية مع القاعدة البلاستيكية المثبتة عليها مادة الـ (PVDF) البوليمرية في الحافظة المعدنية لغرض تثبيتها على حامل حديدي أمام جهاز الليزر. الشكل (9) يبين الحافظة المعدنية بعد ان وضع بداخلها مادة الـ (PVDF) البوليمرية والدائرة الكهربائية المرتبطة بها.

الشكل (9) يبين الحافظة المعدنية بعد ان وضع بداخلها مادة الـ PVDF البوليمرية والدائرة الكهربائية المرتبطة بها.

النتائج والمناقشة

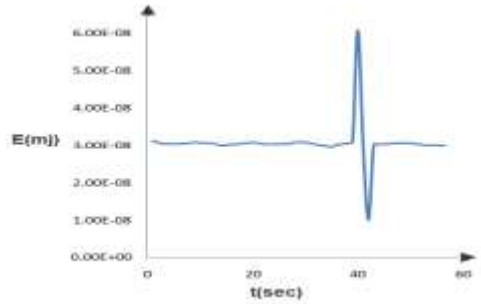
الإشارة الكهربائية الناتجة من تسليط حزمه ليزر

تم استخدام منظومة الليزر لإجراء هذا الاختبار، حيث وضع المتحسس المصنع من مادة الـ (PVDF) البوليمرية على بعد (30) سم من مصدر أشعاع الليزر كما موضح في الشكل (10). حيث سلط شعاع ليزر ذو مدى طاقة من (60- 14) ملي جول على هذا المتحسس لغرض معرفة شكل الإشارة الكهربائية الناتجة والتي سوف يتم استلامها من جهاز ملتي ميتر.

الشكل (10) يبين منظومة الليزر المستخدمة مع المتحسس والملتي ميتر.

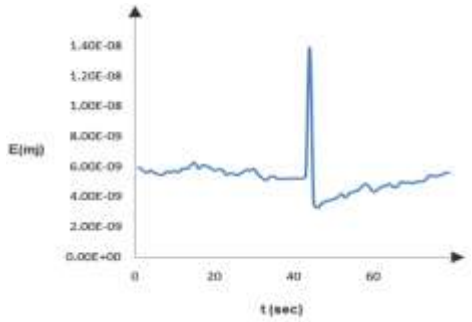
أظهرت النتائج والفحوصات التي تم التوصل اليها عند اجراء الاختبارات انه عند تسليط حزمة ليزر ذات طاقة (60) ملي جول على المتحسس، فان طاقة الليزر سوف تسخن المنطقة التي سقطت عليها (الطبقه السطحية الواقية الوقعة فوق مادة الـ (PVDF)) وهذا يؤدي الى حصول تمدد لهذه المنطقة نتيجة للحرارة وهذا التمدد يولد ضغط على مادة الـ (PVDF) البوليمرية التي تعتبر العنصر الاساسي في صناعة هذا المتحسس، وبالتالي سوف يؤدي ذلك الى نشوء استقطاب في مادة الـ (PVDF) البوليمرية. هذا الاستقطاب بدوره سوف يؤدي الى نشوء مجال كهربائي تعتمد شدته على مقدار الضغط الذي سوف تسلطه حزمة الليزر التي بدورها سوف تتحول الى موجات ضغط فوق صوتية على المادة البوليمرية، وان نشوء المجال الكهربائي يدل على تحويل الطاقة الميكانيكية (ضغط شعاع الليزر) الى طاقه كهربائية وهذه إحدى مزايا مادة البيزوالكترك.

من الممكن استلام هذه الإشارة الكهربائية الناتجة عن طريق جهاز الملتي ميتر كما موضح بالشكل (11) الذي يبين العلاقة بين المجال الكهربائي الناشئ وزمن نبضة الليزر التي سلطت على المتحسس عند طاقة (60) ملي جول.



الشكل (11) الإشارة الكهربائية الناتجة من تسليط نبضه ليزر ذات طاقة 60 ملي جول.

اما عند تسليط حزمة ليزر ذات طاقة (120) ملي جول على مادة الـ (PVDF) البوليمرية فإننا سوف نلاحظ ايضا استلام اشارة كهربائية طاقتها تعتمد على طاقة نبضة الليزر المسلطة، حيث انه كلما كانت طاقة حزمة الليزر عالية فان ذلك سوف يؤدي الى نشوء موجات فوق الصوتية ذات طاقة عالية ايضا وهذه بدورها سوف تسلط ضغطا خارجيا كبيرا على مادة الـ (PVDF) كما موضح بالشكل (12).



الشكل (12) الإشارة الكهربائية المستلمة عند تسليط حزمه ليزر بطاقه مقدارها (120) ملي جول.

نلاحظ من الشكل (12) ان الإشارة الناتجة يكون الجزء السالب فيها سوف يبدأ مقداره بالتناقص عند تسليط طاقات عالية، بينما الجزء الموجب يأخذ بالازدياد ويكون اكبر مما هو عليه عند استخدام الطاقات الواطئة وهذا يعود لسببين رئيسيين: الاول هو انه عند استخدام نبضات الليزر ذات الطاقات العالية تنتج موجات فوق الصوتية ذات طاقات عالية ايضا، اي ان الجزء الموجب لمنحني المجال الكهربائي الناشئ يكون ذات قيمة عالية ويعتمد مقدارها على مقدار قيمة طاقة الليزر المسلط. اما السبب الثاني الذي يعزى فيه اقتراب منحني المجال الكهربائي من الصفر في الجزء السالب عند تسليط نبضة الليزر ذات الطاقة (120) هو حصول عملية الاستئصال (ablation).

من خلال التجارب والفحوصات التي اجريت تم التوصل الى العديد من الاستنتاجات اهمها:

1- كلما ازدادت طاقة نبضة الليزر المسلطة على المادة الموضوعة على سطح مادة الـ (PVDF) البوليمرية يزداد مقدار الضغط المسلط على مادة الـ (PVDF) وهذا بدوره يزيد مقدارالمجال الكهربائي الناشيء، أي انه تكون العلاقة بين الضغط المسلط من قبل حزمة الليزر والمتحول بدوره الى موجات ضغط فوق صوتية

على متحسس البيزوالكترك والمجال الكهربائي الناشئ من هذا الضغط تكون علاقة طردية.

2- ظهور منحنى موجب في الاشارة الكهربائية المستلمة من جهاز الملتي ميتر والتي تمثل طاقة الليزر المتحولة الى موجات فوق الصوتية وكذلك ظهور منحنى سالب للمجال الكهربائي الناشيء والذي يمثل ارتداد المادة الموضوعة فوق سطح مادة الـ (PVDF) البوليمرية الى وضعها الاصلي بعد زوال الضغط المسلط عليها والناتج من تأثير حزمة الليزر.

3- نلاحظ اختفاء الجزء السالب لمنحنى المجال الكهربائي عند الطاقات العالية لحزمة الليزر وهذا يدل على حصول استئصال في المادة السطحية للمتحسس، أي ان طاقة الجزيئات الخارجة من المادة تكون اكبر من طاقة الجزيئات التي تعود الى وضعها الاصلي بعد زوال الضغط عنها.

المصـادر:

[1] Calicia L. Johnson ,"Effect Of Piezoelectric Actuation On Curved Beams And Single Lap Joints" Thesis Master, 2011.

[2] S.Mohapatra , S.K.Kamilla. et al. ,"Comparative Study of Different Piezo-Electric Materials Based Ultrasonic Transducer Model" Excerpt from the proceedings of the 2011 COMSOL Conference in Bangalore.

[3] J.Kim, K.J.Loh, and Jerome P. Lynch, "Piezoelectric Polymeric Thin Films Tuned by Carbon Nanotube Fillers", Sensors and Smart Structures Technologies for Civil, Mechanical, and Aerospace Systems ,Proc. of SPIE Vol. 6932, 693232, 2008.

[4] J.S. Harrison and Z. Ounaies, "Piezoelectric Polymers", ICASE Report No. 2001-43.

[5] Sang - Mok Chang, et al., "The principle and applications of piezoelectric crystal sensors", Materials Science and Engineering C 12 (2000) 111–123.

[6] J.F.Tressler et al., "Piezoelectric Sensors and Sensor Materials", Journal of Electroceramics 2:4, 257-272, 1998.

[7] Sao Carlos ,"Piezoelectric Ceramics Operation and properties", Application note RT-ATCP-01, 2010.

[8] T.L. Jordan and Z. Ounaies, "Piezoelectric Ceramics Characte-rization", Langley Research Center Hampton, Virginia 23681-2199, 2001.

[9] James R. Phillips, "Piezoelectric Technology Primer", page 1-8, 2008.

[10] K.K.Shung et al., "Piezoelectric materials for high frequency medical imaging applications: A review", Journal Electroceram 19: 139–145, 2007.

[11] Ni. G. Ledermann, "Piezoelectric Acoustic Sensors And Ultrasonic Transducers Based On Textured Pzt Thin Films" These No 2699, 2003.

[12] D.K. Kharat et al.," Polymeric Piezoelectric Transducers for Hydrophone Applications" , Defence Science Journal, Vol. 57, No. 1, pp. 7-22, 2007.

[13] W.R.Hendee and E.R. Ritenour, "Medical Imaging Physics", Fourth Edition, ISBN: 0 – 471 - 38226 - 4, 2002.

[14] C. S. Mcgahey "Harnessing Nature's Timekeeper: A History Of The Piezoelectric Quartz Crystal Technological Community (1880-1959)", Thesis Doctor, page 1 - 6, 2009.

[15] D.Damjanovic, "Hysteresis in Piezoelectric and Ferroelectric Materials", The Science of Hysteresis, Volume 3, ISBN: 0-123-69432-3, 0-1248-0874-3 , 2005.

[16] Dragan Damjanovic, "Ferroelectric, dielectric and piezoelectric prope-rties of ferroelectric thin films and ceramics", Rep. Prog. Phys. 61 (1998) 1267 – 1324, PII: S0034 -4885 (98) 90105 - 1.

[17] Vinogradov AM et al., "Electro -mechanical properties of the piezoel-ectric polymer PVDF" Ferroelectrics 1999: 226; 169 - 181.

[18] Anil Kumar, "Electrical Power Generation Using Piezoelectric Crystal" International Journal of Scientific & Engineering Research Volume 2, Issue 5, ISSN 2229 -5518, 2011.

[19] Dr. Gökhan O. ÖZGEN "Introduction to Smart Structures and Materials" SPRING 2011, METU, Ankara.

[20] D. M. Esterly, "Manufacturing of Poly (vinylidene fluoride) and Evaluation of its Mechanical Properties", Virginia Polytechnic Institute and State University, 2002.

[25] Benjamin T. Spike " The Photoa-coustic Effect", page 2 - 6, 2006.
[26] Etienne De Montigny " Photoaco-ustic Tomography: Principles and applications", page 2-7, 2011.
[27] D. Kim, M. Ye and C.P. Grigoro-poulos " Pulsed laser - induced ablation of absorbing liquids and acoustic-transient generation" Spri-nger - Verlag, Applied Physics a Materials Science & Processing 67, 169 –181,1998.
[28] Mohammad Ali Rezaizadeh " Pulsed - Laser Ultrasound Generat-ion in Fiber - Reinforced Composite Material" A Thesis of Doctor, page 1-6, 1998.
[29] C. Haisch and R. Niessner "Light and sound - photoacoustic spectro-scopy" Spectroscopy Europe, 2002.
[21] Rocky R. Reston, "Robotic Tactile Sensor Fabricated From Piezoele-ctric Polyvinylidene Fluoride Films" Thesis Master, AFIT/GE/ENG/88D - 41, 1988.
[22] R. CASALINI and C. M. ROLAND, "Electromechanical Pro-perties of Poly (vinylidene fluori-detrifluoroethylene) Networks", Journal of Polymer Science: Part B: Polymer Physics, Vol. 40, 1975 –1984 (2002).
[23] V. Sharapov, "Piezoceramic Sensors, Microtechnology and MEMS", Springer - Verlag Berlin Heidelberg, ISBN: 978 – 3 – 642 -15310 - 5, 2011.
[24] A. M. Vinogradov et al., "Damping and electromechanical energy losses in the piezoelectric polymer PVDF", Mechanics of Materials 36 (2004) 1007 – 1016.

EFFECT OF PULSE LASER BEAM (ND:YAG) ON ULTRASONIC SENSOR FROM PIEZOELECTRIC MATERIAL THAT TYPE (PVDF) POLYMER.

SARA ABDUL-AZIZ SAUD RASHID KHALEEL MOHAMMED GHAZI

ABSTRACT

This research included study the effect of the pulse laser beam that type (Nd: YAG) on material piezoelectric, was chosen as the piezopolymer material polyvinylidene fluoride (PVDF) with thickness (9 μ m), in this test so as to possess unique properties vary rather more from other piezoelectric materials in terms of high flexibility, small size and ability to respond to high frequencies. The laser pulse was supply with high energies of (530 mJ to 570mJ) on PVDF polymeric material. The results that get it show, the shape of signal in multimeter equipment depend on the energy of laser beam. That is because of conversion of light waves (pulse laser) to sound waves. This process is called the phenomenon of the (photoacustic). Where we known the form of the resulting electrical signal for each amount of energy were used.