تطوير وسيلة لتشخيص البلازما المنتجة بالليزر

أ. د . ياس محمد ريحان الحديثي

أستاذ فيزياء الليزر . كلية العلوم . جامعة اب . الجمهورية اليمنية . ص . ب ٧٠٢٧٠

E- mail : al_ hadithi2001 @ Yahoo.com

منال عبد الواحد المفرجي

أستاذ الفيزياء الليزرية المساعد . الجامعة التكنولوجية . بغداد . جمهورية العراق

خلاصة البحث

تم تركيز شعاع النيوديميوم - زجاج الموجود في معهد الليزر والبلازما للدراسات العليا - بغداد على أهداف مختلفة من الكاربون والألمنيوم وتم التحسس بالأطوال الموجية المنبعثة منها في منطقة الأشعة فوق البنفسجية باستخدام متحسسات ضوئية صنعت في هذا البحث. تم استخدام ليزر بطاقة تتراوح بين (٢ . ٧) جول وبكثافة قدرة تصل إلى (٠,٧٧ × ١٠ ^ ٨) واط / سم٢ وقد تم التحسس للأطوال الموجية الأقل من (٠,٤) مايكرومتر، اعتمادا على نوع المتحسس المستخدم.

المقدمة

أدى اكتشاف الليزر من قبل العالم الألماني مايمن عام ١٩٦٠ إلى زيارة اهتمام الباحثين في دراسة التفاعل بين المجالات الكهرومغناطيسية والمادة (١) إذ وفرت ليزرات القدرة العالية فرصة لتحقيق تلك الدراسات (٢). فعند تسليط الليزر ذي قدرة عالية أكبر من ١٠^ ٨ واط / سم٢ على سطح هدف من مادة صلبه فإن الفوتونات الساقطة ستؤين ذرات المادة محولة إياها إلى حالة البلازما (٣). تتراوح درجة حرارة البلازما ما بين (10- ٢٠,٠٠٠) الكترون فولت . تبعث هذه البلازما إشاعات بأطوال موجية قصيرة تقع في منطقة الأشعة السينية الرقيقة (Soft X –ray region) ومنطقة الأشعة فوق البنفسجية البعيدة (Extreme Ultraviolet region). يكون مدى الأطوال الموجبة المنبعثة من البلازما معتمدا على درجة حرارتها وكثافتها واللذين بدورهما يعتمدان على نوع مادة الهدف وطاقة الليزر وآمد النبضة (٤).

إن دراسة الأشعة المنبعثة من البلازما المنتجة بالليزر تعد واحدة من تقنيات تشخيص البلازما حيث تتضمن تلك التقنيات (التصوير عالي السرعة ، مقياس التداخل ودراسة الهولوغرافي- التصوير بثلاثة أبعاد ، قياسات شدة الأشعة السينية ، قياسات الموجات المايكروية ، وقياسات النفوذية البصرية) وقد أظهرت هذه الدارسات أن أشعاع عملية بريمستر هلنك وأعادة الأتحاد في البلازما ذات التأين التام تبعث بشكل رئيسي في المنطقة فوق البنفسجية البعيدة وكذلك في منطقة الأشعة السينية المرنة التي يستفاد منها في

العديد من التطبيقات الطبية والصناعية والعسكرية (٢). يهدف بحثنا هذا إلى الاستفادة من خواص بعض المركبات البوليمرية في التحسس بالإشعاع إذ تم تصنيع متحسسات من مادة Kodak 747 ومركب البولي أثيلين المضاف له البنزوفينون كعامل تشابك في المنطقة الفوق البنفسجية.

المواد المتحسسة ضوئياً

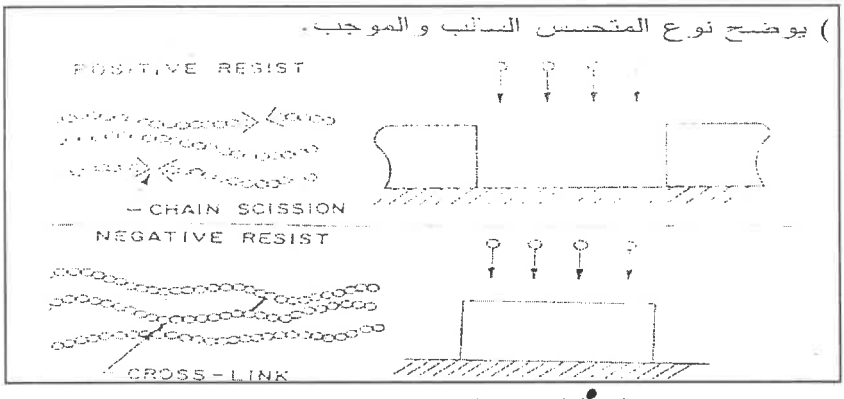
يطلق مصطلح (Photoresist) على جميع المواد المتحسسة للضوء (Photo Sensitive Materials) ويكون على شكل طلاء رقيق (Thin Coating) على سطح مادة ما سواء معدنية او شبة موصلة ويكون المتحسس الضوئي (Photoresist) عبارة عن مركب متحسس للاشعاع يعاني اما تبلمرا ضوئيا (photopolymerizatian) أو تشابكا ضوئيا (photocrosslinking) أو كلاهما معا وقد يعاني من انحلال ضوئي (photo degradation).

الجزء العلمي

تصنيع المتحسسات :.

١ ـ **القواعد :** تم استخدام قواعد من السليكون نوع (P-type) بعد إجراء عملية التنظيف بالماء المقطر والكحول ، لتصنيع المتحسسات وطلاء القواعد بمادة الـ Photo resist .

٢ ـ **المتحسسات المستخدمة :** تم استخدام مادة (Kodak747) كنوع سالب لمتحسس ضوئي يتحسس في منطقة الأشعة فوق البنفسجية للأطوال الموجية ألأقل من ٣٠٠ نانوميتر كما تم استخدام مركب من البولي أثيلين ومادة البنزوفينون كمتحسس موجب والشكل (١) يوضح نوع المتحسس السالب والموجب.



شكل (١) يوضح المتحسسات الموجبة والسالبة

٣ . جهاز الطلاء :

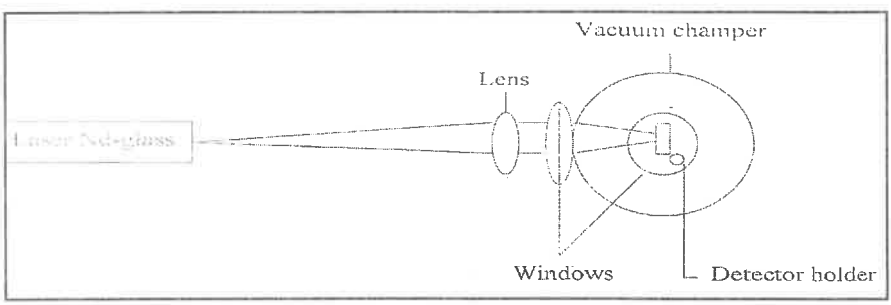
تم طلاء العينات بالمادة المتحسسة بطريقة التدوير (spin – coating) إذ استخدم جهاز دوار يدور بسرعة متغيرة تتراوح بين (١٢٠٠ ـ ٢٠٠) دورة بالدقيقة ، يتم التحكم بالسرعة عن طريق مسيطر وشاشة لقراءة السرعة وقد تم الطلاء بسرعة (١٠٠٠) دورة بالدقيقة إذ أعطت تلك السرعة سمك طلاء يقدر بـ (1μm) .

٤ . التجفيف :

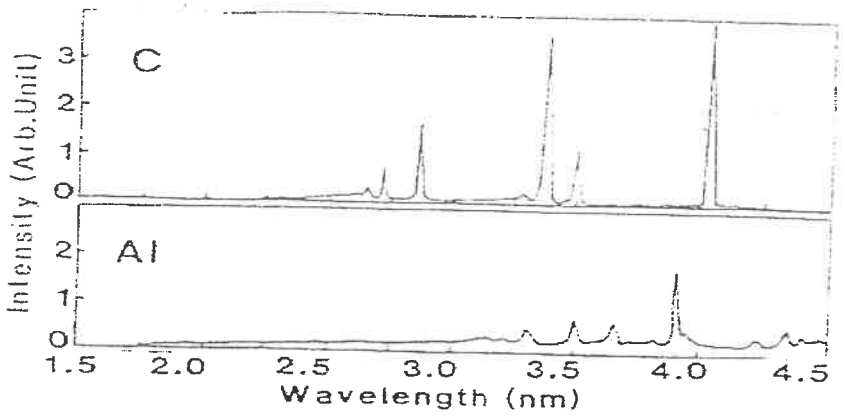
تم تجفيف العينات باستخدام أحد الأفران وبدرجة حرارة ($90c^o$) وبزمن تجفيف (10mim) بالنسبة لمادة (kodak747) وبدرجة حرارة($110c^o$) وبزمن تجفيف (20min) بالنسبة لمركب البولي أثيلين والبزوفينون .

٥ . التعريض :

تم تعريض المتحسات إلى الأشعة المنبعثة من أهداف شععت بالليزر في حالة وجود الضغط الجوي وتحت ضغوط مختلفة ، وباستخدام أهداف من الألمنيوم والكاربون والنحاس . إذ تم استخدام اليزر –(Nd glass) الذي يعمل في منطقة (1.06μm) وبأمد نبضه (300μs) وبكثافة قدرة تصل إلى أكثر من W/cm^2 ($0.77x10^8$) والشكل (٢) يوضح مخطط التجربة والشكل (٣) يوضح طيف الأشعة السينية من الأهداف(٧) .



شكل (٢) مخطط يوضح غرفة التفريغ الموضوع فيها المتحسس والأهداف المشعة بالليزر



شكل (٣) يوضح طيف الأشعة المنبعثة من الأهداف

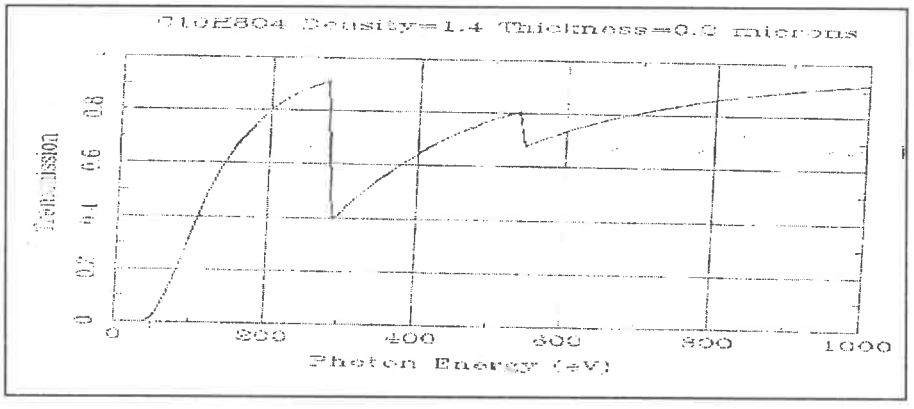
٦ـ القناع:

تم استخدام قناع من النحاس دائري الشكل ومشبك يبلغ قطره (3 mm) وسمكه (20μm) وبأنماط مربعة طول ضلع المربع (200μm). ثم وضع القناع بتماس من المتحسس الضوئي ومن ثم تعريض المتحسس إلى الأشعة المنبعثة من بلازما الليزر .

٧ـ المرشح المستخدم:

تم استخدام مرشح نوع مايلر لغرض حجب الأشعة المرئية عن المتحسس وإمرار الأشعة السينية المنبعثة من بلازما الليزر المتولدة على سطح الأهداف المشعة بالليزر .

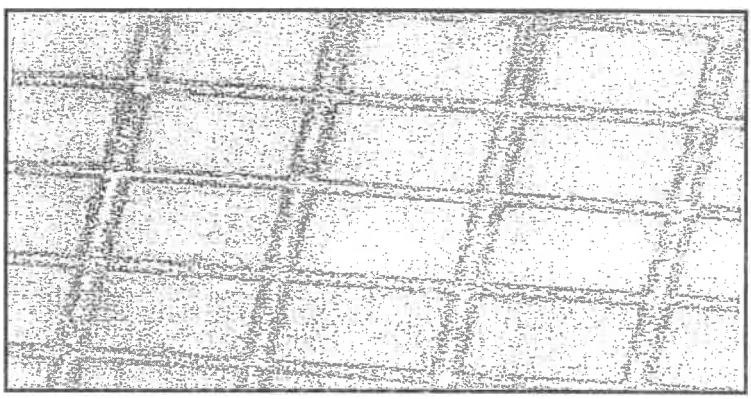
ويمتلك هذا المرشح نفوذية عند الأطوال الموجية الواقعة في منطقة الـ VUV والأشعة السينية .



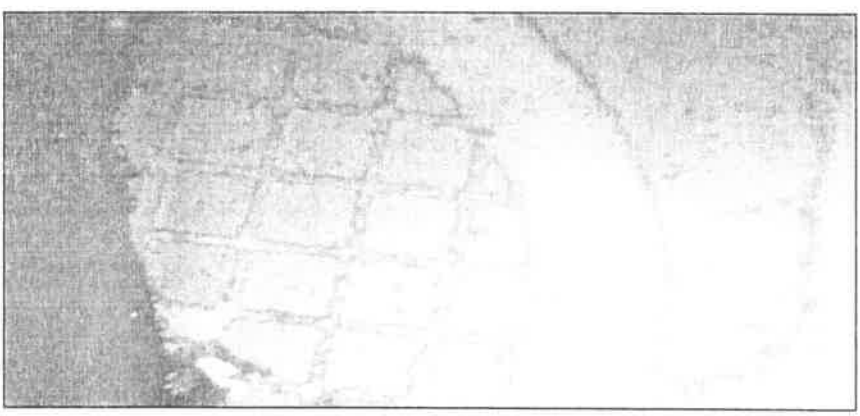
الشكل (٤) يوضح نفودية مرشح المايلر (٨)

٨ ـ النتائج والمناقشة:

تم الحصول على أنماط معاكسة لما هو في حالة القناع المستخدم إذ تم تظهير المتحسس بعد عملية التعريض بواسطة سائل الزايلين وبزمن تظهير مقداره دقيقة واحدة وقد تم أزالة المواد الغير معرضة للإشعاع. أما المناطق المعرضة للإشعاع فإنها لم تزال ويمكن تفسير ذلك إلى أن المادة المستخدمة وهي في حالة مركب (Kodak 747) والذي هو عبارة عن (أستر حامض السينامك للبولي فانيل الكحول) والذي عند تعرضه للأشعة فوق البنفسجية أو السينية قد عاني من بلمرة ثنائية ومن ثم عانى من تشابك في السلاسل البوليمرية. أما بالنسبة للمتحسس نوع بولي إثيلين المضاف له البنزوفينون فقد عانت المناطق المعرضة للإشعاع من إزالة بينما لم تعاني المناطق الغير معرضه إلى إزالة وهذا يدل على تحلل وانشطار الأواصر بين السلاسل مما جعل من الممكن إزالتها باستخدام المذيب والصور أدناه توضح ذلك.



صورة توضح تشابك جزئيات البولي إثيلين والبنزوفينون بتأثير التشعيع من إشعاعات بلازما الكاربون



صورة توضح أنحلال مناطق المتحسس المتعرضة للأشعاع بعد التظهير لمتحسس .Kodak 747

References :

1 – T.P.Hughes , Plasmas and Laser Light , Adam Hilger, London, 1974.
2 – L .Cohen and U Feldman, J.Opt .Soc.Am. Vol.(58), No.(3), p.331 ,1968 .
3–D.J.Nagel, P.G.Burkhalter, C.M.Dozire, J.F.Holzrichte, B.M.K.Lein, and R.R Whitlock, Phys.Rev.Lett .33, P.743, 1974.
4- D.T.Attowood, L.w. Coleman, J.T.larsen and E.K.Storm, Phys.Rev.Lett.37,p499.1976.
5 – B.Grek, H.Pepin, T.W.Johonston and H.A.Bablis , Nuclear Fusion, P.116, 1977.
6 – K.M .Glibert, J.P.A.Gusiow, M.A.Palmer, R. R. Whitloek D.J.Nagel , J. A.pp.phys. Vol.(51),p.1449, 1980 .
7 – J.C.Cauturaud, p.A.Holstein , M.Louis –Jacquet, B.Meler and G.Thriel , Nuc Fusion , Vol . (21)P.1657,1981.
8 – G.Thriel, B.Meler, P.Aussge and X.F.Fortin, Opt.Commun, Vol. (4),No.(6),P.305,1983.

ABSTRACT

In this research study an Nd: Glass laser Of the laser and Plasma Institute for Higher Studies University of Baghdad was used to irradiate carbon and and aluminum targets as a Plasma source. Photoresist detectors were fabricated and developed to detect UV emission from these targets. The incident laser energies and power densities on targets were (2-7) Joule and ($0.77x10^8$) Watt/cm^2 respectively.

Photoresists were found to be able to detect wavelengths in the range Starting from (0.4) um and below