دراسة تغيير الشدة الليزرية والطول الموجي لليزر Co_2 -TEA على حساسية الكواشف البلازمية

A study Intensity and Wave Length TEA-Co_2 Laser for sensitivity of Plasma detector

م.م.حوراء محمد عباس الميالي
قسم الفيزياء – كلية العلوم – جامعة كربلاء

الخلاصـــــة :

تم دراسة تأثير الشدة الليزرية الداخلة لليزر Co_2 - TEA لشدة ليزرية بقيم (10^9, 10^{10}) W/cm^2 ولأطوال موجية µm (9.6,10.6) على حساسية أهداف صلبة ذات أعداد تكافؤ (2,3,4) المستخدمة ككاشف بلازمي .وقد أظهرت النتائج تناقص قيم كل من (كثافة الأيونات ، تيار الانبعاث الإلكتروني ، الفولتية الخارجية) مع زيادة عدد التكافؤ لمادة الهدف وزيادة حساسية الكاشف البلازمي عند الشدة الليزرية والطول الموجي الاقل .وقد بينت النتائج إن زيادة الشدة الليزرية ترفع درجة حرارة المادة وتزيد كثافة الإلكترونات والأيونات لحالة البلازما .

Abstract :

The change of incident laser TEA – Co_2 intensity for (10^9, 10^{10}) W/cm^2 values in (10.6,9.6) µm wave length are studied for sensitivity of plasma for many sold target which have (2,3,4) values number . The result appears that the electron density , electron emission current , output voltage and sensitivity of plasma detector are decreasing with increasing of valence number for target , sensitivity of Plasma detector are decreasing with intensity and increasing with wave length of laser. This results also show that the laser intensity is increasing of the target temperature, the density of electrons and ions in plasma state .

الهدف من البحث

دراسه امكانيه استخدام مواد مختلفه ككواشف للاسلحه الموجهه بالليزر،امكانيه توليد فولتيه كهربائيه باستخدام البلازما،عمل حاله بلازما مشابهه لحاله بلازما بعض النجوم على الارض لغرض دراسه صفات النجوم .

المقدمـــــــة :

Co_2- TEA يعد ليزر (Transverse Excitation Atmopheric- Co_2 laser) ذي الإثارة المستعرضة أحد أنواع ليزر Co_2 الغازي الجزيئي الذي يحدث فعل الليزر فيه بين مستويين من مستويات الطاقة المختلفة للجزيئة والذي يتميز عن بقية أنواع ليزر Co_2باتساع خط اتساعه الليزري الكبير نسبيا والتي تستخدم معها تقنية تثبيت النمط لانتاج نبضات ليزر تستغرق اقل من نانو ثانية وكما يتميز بقدرة نتاج عالية بزيادة الضغط [1] وعند تركيز شعاع الليزر الساقط بكثافة قدرة أكثر من 10^9 W/cm^2 تتولد نبضات فولتية عابرة في الغاز البلازمي حيث تنتقل ماده السطوح المعدنية من الحالة المتعادلة إلى حالة البلازما والمتكونة من الأيونات والإلكترونات وهذه الظاهرة تم تطبيقها ككاشف للحزم الليزرية عالية الشدة وقد تطور ككاشف لنبضات ليزر Co_2 وسمي هذا الكاشف بالكاشف البلازمي plasma detector، ويتكون الكاشف البلازمي من حاويه من الزجاج وبشكل اسطوانه وتحوي على نافذه تسمح للشعاع بالنفوذ وهناك فتحه اخرى يسيطر عليها صمام وفتحه اخرى لمراقبه انبعاث البلازما وعدسه لامه على النافذه الاولى كما يتكون من كاثود وانود يتصل الكاثود (الهدف) بجهاز راسم الذبذبات اما (الانود) فيوصل بالارض [2,3,4,5,6,7] كما موضح في الشكل (١).

الجانـــب النظـــري

تستخدم عدة مواد كأهداف لأشعة الليزر الساقطة تتغير حساسيتها نسبة للإشعاع الساقط باختلاف عدة معلمات تتعلق بالمادة الهدف والإشعاع الساقط عليه مثل كثافة القدرة وطول النبضة وقابلية الهدف للامتصاص والانعكاس وغيرها [4] ان العلاقه بين الفولتية الخارجة وشدة الاشعاع الساقط تعطى من علاقة الانبعاث الالكتروني من الكاثود الى الانود حيث تنفصل الالكترونات عن الايونات فيتولد مجال كهربائي يعمل على تعجيل الايونات وتباطؤ الالكترونات وتقل سعه المجال الكهربائي بنقصان الطاقة الحرارية للالكترونات و باستخدام النموذج الهايدروديناميكي للبلازما والذي يأخذ بالحسبان نموذج تخلخل .الضغط للتمدد للهايدروجين يمكن إيجاد حساسية الأهداف الصلبة ذات أعداد التكافؤ المختلفة والذي يتعامل مع الالكترون والايون بمعادله حفظ الزخم والاستمرارية ومعادلة بوازن ويمكن إيجاد حساسية الأهداف الصلبة ذات أعداد التكافؤ المختلفة لشدة ليز Co_2 - TEA النبضي نظرياً باستخدام العلاقات الآتية[11,10,9,8, ,6,4] :-

$$N_i = \frac{1.1\times10^{12}}{Z\lambda^2} \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

حيث إن :-

N_i كثافة الأيونات و z عدد التكافؤ و λ الطول الموجي

$$J = S\,N_e\,e\left[\frac{K_B\,T_e}{2\pi\,m_e}\right]^{0.5}\exp\left[-2\ln\left(\left(4\pi\,N_i\,Z^2e^{\,2}/m_i\right)^{0.5}*t\right)+1\right] \quad \ldots\ldots$$

(2)

حيث إن :-

J تيار الانبعاث الإلكتروني

S مساحة انبعاث البلازما

N_e كثافة الإلكترون

e شحنة الإلكترون وتساوي (1.6×10^{-19} colom)

T_e درجة حرارة الإلكترون

K_B ثابت بولتزمان ويساوي (1.38×10^{-23} jol/k)

m_e كتلة الإلكترون وتساوي (9.1×10^{-31} kg)

m_i كتلة الأيون

t زمن النبضة

ان البلازما المنبعثة من الهدف تولد فرق جهد ومجال كهربائي وعند وضع متسعة نحصل على خرج الفولتية حسب العلاقة الاتية:-

$$V = Jt / c \quad \ldots\ldots\ldots (3)$$

حيث إن :-

V الفولتية c سعة المتسعة

$$V = K\,I^{1.1} \quad \ldots\ldots\ldots (4)$$

حيث ان :

K حساسية الكاشف البلازمي I الشدة الليزرية الداخلة

النتائج والمناقشة :

يوضح الشكل (2) تناقص قيم كثافة الايونات مع تزايد عدد التكافؤ للأهداف الصلبة بثبوت بقية الاعلومات الخاصة بالهدف للأطوال الموجي 10.6 µm ، 9.6 µm لليزر Co_2 المثار عرضياً على التوالي والمحصل عليها من العلاقة (1) عند z =(2,3,4) للأهداف الصلبة المختلفة وللمواد التي يمكن استخدامها في إنتاج البلازما والجدول (1) يبين بعضاً منها . وذلك لاعتماد كثافة الايونات المتولدة على مقلوب عدد التكافؤ حسب العلاقة (1) كما يبين الشكل أيضاً إن نفس قيم الكثافة الايونية تزداد عند الطول الموجي الأقصر وذلك بسبب زيادة طاقة الشعاع الساقط بقصر طوله الموجي وزيادة إمكانيته على رفع درجة حرارة مادة الهدف مما يساعد على زيادة الكثافة الايونية المتناسبة مع درجة الحرارة حسب قوانين الموازنة بين كثافة الإلكترونات ودرجة الحرارة والتي أوجدها الباحث (Puell) وحسب العلاقات الآتية [12] :

$$N_e = K_1\,T_e^{\,3/4} \quad \ldots\ldots\ldots (5)$$

$$T_e = K_2\,I^{4/9} \quad \ldots\ldots\ldots (6)$$

حيث إن : (K_2, K_1 ثوابت)

يوضح الشكل (3) تناقص قيم تيار الانبعاث الإلكتروني من الهدف خلال الفراغ بزيادة عدد التكافؤ عند (z=2,3,4) والمحصل عليها من العلاقة (2) عندما تكون مساحة الانبعاث للبلازما تساوي $78.53\ mm^2$ [9] وزمن النبضة يساوي 100 nse وذلك بسبب اعتماد

تيار الانبعاث الإلكتروني على عدة معلمات أهمها كثافة الإلكترونات وبشكل طردي كما يبين الشكل (3) تناقص نفس القيم مع تزايد الطول الموجي وذلك لزيادة كثافة الإلكترونات والمساوية بدورها لكثافة الأيونات (كون البلازما متعادلة) بتناقص الطول الموجي لزيادة كثافة القدرة الساقطة مع زيادة التردد .

الشكل رقم (4) يوضح تناقص قيم الفولتية المتولدة مع عدد التكافؤ طبقا للعلاقة (3) عندما تكون قيمة المتسعة تساوي 100 pf [9] وتناقص نفس القيم للفولتيه مع تزايد الطول الموجي لاعتماد قيمة الفولتية الخارجة على تيار الانبعاث الإلكتروني وكانت قيم الفولتية متقاربة مع ما حصل عليه الباحثان (Silvast and Szoto) [13] باستعمال هدف نحاسي لليزر Co_2 عند الخط 10.6 µm والباحث Qilhonglon [14] عندما حول إشارة ليزر TEA- Co_2 إلى إشارة كهربائية عند الشدة $1.4\times10^9 w/cm^2$

يبين الشكل (5) تناقص قيم حساسية الكواشف البلازمية نظرياً مع زيادة عدد التكافؤ وحسب العلاقة (4) عندما تكون شدة الإشعاع الساقط لليزر Co_2 تساوي 10^{10} W/cm^2 . ويبين الشكل (6) تناقص قيم حساسية الكواشف البلازمية نظرياً مع زيادة عدد التكافؤ وحسب العلاقة (4) عندما تكون شدة الإشعاع الساقط لليزر Co_2 تساوي 10^9 W/cm^2 وذلك بسبب اعتماد حساسية الكواشف على الفولتية وبشكل متزايد وعلى الشدة الليزرية المرفوعه للأس (1.1) وبشكل عكسي حسب العلاقة (4) كما تغيرت قيم حساسية الكواشف خطياً مع تغير قيم الشدة الليزرية وهذا مطابق لما حصل عليه الباحث Y. lchikawa وآخرون [9] عند الخط 9.6 µm والباحث عبد الواحد [4] عند الخط 10.6 µm .

الاستنتاجـــــات :

١- نجد ان حساسيه الكواشف البلازميه هي داله لاعداد التكافؤ للمواد المستعمله كاهداف لاشعه الليزرحيث انها تتناقص بزيادتها. وكذلك تزداد بتناقص الاطوال الموجيه وتقل ايظا بزياده الطاقة لنفس الطول الموجي.

٢- ان حساسيه الكاشف البلازمي تتغيير وبشكل خطي مع كثافة القدرة وخاصه عند القيم W/cm^2 (10^9, 10^{10}) حيث نجد اعلى قيمة للحساسيه عند الطول الموجي 9.6µm
وللهدف ذو العدد التكافؤي (z =2).

المصـــــــادر :

١- **سهام قندلا** ، "فيزياء الليزر وبعض التطبيقات العملية" ، جامعة بغداد/كلية التربية 1987 .

2- **A.R. Daniels** , "Physical Chemistry" , 5th Edition , Johen Wiely and Sons . Inc. , 1980 .

3- **Richard E.Hong**.Appl.phys.Lett.vol.3.No.1 , 1963 .

4- **صاحب نعمة عبدالواحد** ، "تقصير وقياس زمن نبضات ليزر Co_2 باستخدام الكاشف البلازمي " ، رسالة دكتوراه ، جامعة بغداد/كلية العلوم , 1998 .

5 - **حوراء محمد عباس** ، "دراسة بعض الخصائص الريولوجية والبصرية لمحلول بولي ايزوبرين"، رسالة ماجستير ، جامعة الكوفة/كلية التربية للبنات ،2005 .

6 - **حسن علي فليح** ، "دراسة مميزات البلازما المنتجة بالليزر" ، رسالة ماجستير ، جامعة بغداد/كلية العلوم ، 1992 .

٧-**عباس حمادي الوتار واخرون** ،"اشعه الليزر واستخداماتها"، جامعه بغداد / كليه العلوم،١٩٨٩.

٨- **Max C.E**., LLNL Rep.No.UCRL-53107 , 1981 .

٩- **Y. Ichikawa , Y.T.Sunawaki** , Infrared phys. Vo1.25 , No., 4 , 1985 .

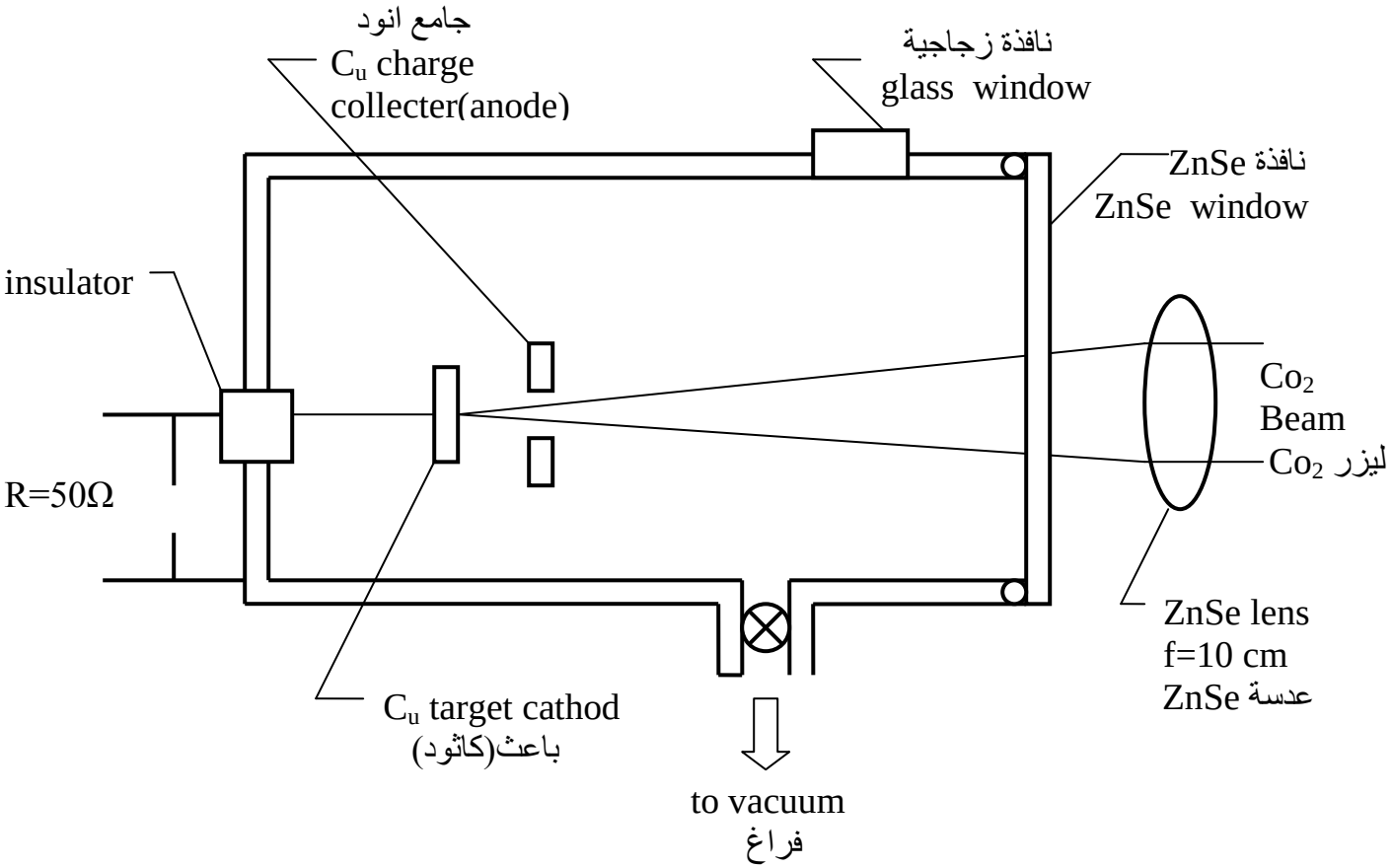
١٠- **Allen J.E**. and **Andrews.J.G**.J. plasma phys. No.4 , 1970 .

١١- **Grow J.E. , Auer P.L.** and **Allen J.E**.,J. plasma phys. No.14 ,1975 .

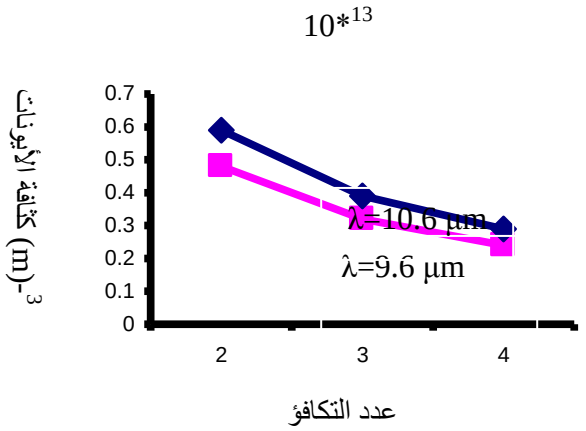
١٢- **Puell H. , Z. Naturf**.25a , 1970 .

١٣- **W. T. Silfvast** and **L.H.Zeto** , Appl. Phys. Leff.vo1.31 , No.11 .1977.

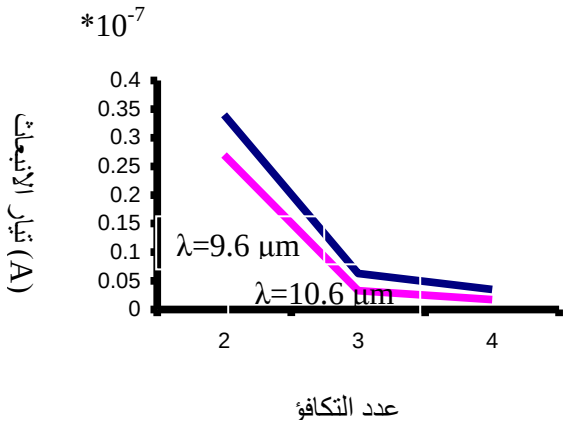
١٤- **Qihong Lou** , laser and particle Beam ,vo1.8 ,No. (1-2) , 1990 .



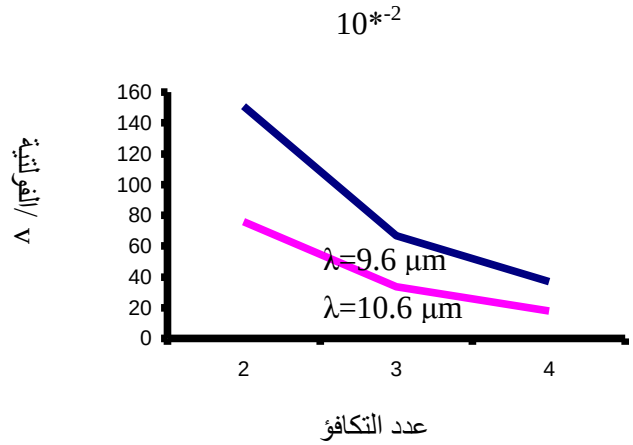
الشكل (١)
تركيب الكاشف البلازمي



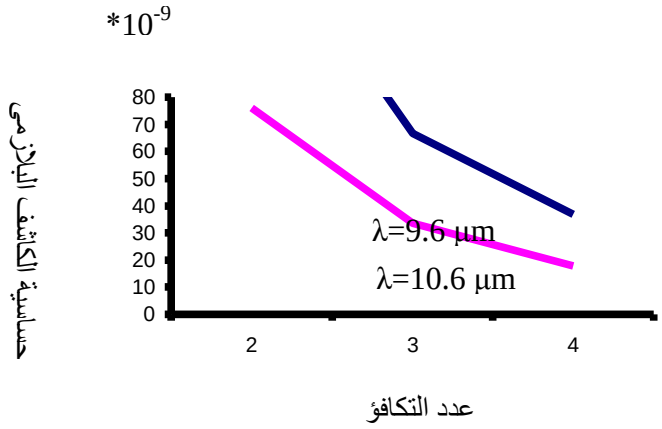
شكل (٢) يوضح تغيير قيم كثافة الايونات مع تغيير
عدد التكافؤ للهدف والطول الموجي لليزر



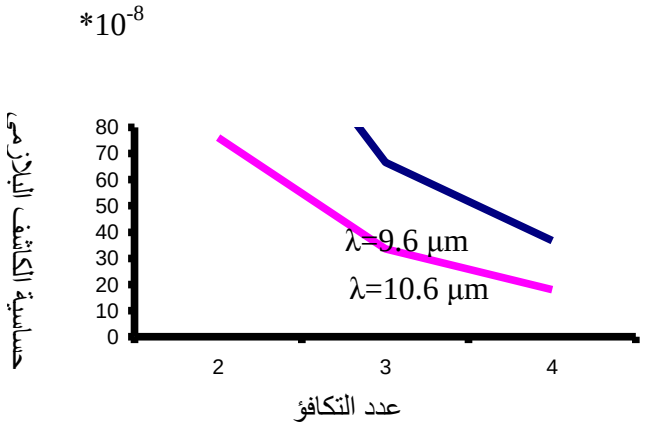
شكل (٣) يوضح تغيير قيم تيار الانبعاث الالكتروني مع تغيير عدد التكافؤ للهدف والطول الموجي لليزر



شكل (٤) يوضح تغيير قيم الفولتية مع تغيير عدد التكافؤ للهدف والطول الموجي لليزر



شكل (٥) يوضح تغيير قيم حساسية الكاشف البلازمي مع تغيير عدد التكافؤ للهدف والطول الموجي لليزر لشدة ليزر ($I=10^{10}$ W/cm^2)



شكل (٦) يوضح تغيير قيم حساسية الكاشف البلازمي مع تغيير عدد التكافؤ للهدف والطول الموجي لليزر لشدة ليزر ($I=10^9$ (W/cm^2)

جدول (1)
بعض المواد التي يمكن استخدامها في انتاج البلازما [4]

AL	Cu	Ni	pb
Fe	Mg	Sn	Zn