

حساب فولطية نصف الموجة للمضمن الكهروضوئي لبلورة نيوبايد الليثيوم عند الطول الموجي $0.810 \mu\text{m}$

حمد رحيم العزاوي عبد المهدي طالب رحمة الله شذى شمعون بطرس

قسم الفيزياء - كلية العلوم - جامعة بغداد . بغداد - العراق

الخلاصة

يهدف البحث الى دراسة تغيير فولطية نصف الموجة مع الطول الموجي وحساب فولطية نصف الموجة لمضمن كهروضوئي يتكون من بلورة نيوبايد الليثيوم باعتماد التأثير الكهروضوئي الخطي المستعرض عند الطول الموجي $0.810 \mu\text{m}$.

Abstract

This project aimed to calculate the changing of half wave voltage with the wavelength. In addition to that we calculate the half wave voltage for an Electro-optic modulator system consist of LiNbO3 crystal using the transverse linear Electro-optic effect at $0.810 \mu\text{m}$ wavelength.

المقدمة:

الى البلورة عمودي على اتجاه المجال الكهربائي المسلط عليها [3].

الفولطية التي يتم الحصول عنده على اعلى قيمة للشدة النافذه تعرف بفولطية نصف الموجة ويعبر عنها عند

$$v_o = \frac{\lambda}{2rn_o^3} \dots (1)$$

التاثير الكهروضوئي الطولي بالمعادلة الاتية :-

اما عند التاثير الكهروضوئي المستعرض فيعبر عنها

$$v_o = \frac{d\lambda}{Lrn_o^3} \dots (1)$$

بالمعادلة الاتية :

حيث يمثل v_o فولطية نصف الموجة، λ الطول الموجي، n_o معامل الانكسار الاعتيادي، r الثابت الكهروضوئي للبلورة، L طول البلورة، d سمك البلورة.

المضمن الكهروضوئي لبلورة نيوبايد الليثيوم هو تصميم يعتمد على التأثير الكهروضوئي الخطي والذي يعرف بتأثير بوكلس (Pockels effect) في تضمين الضوء ويعتمد اساسا على اختلاف في معامل انكسار الوسط البصري تحت تاثير مجال كهربائي خارجي مسلط [1]. في هذه الحالات هناك بلورات خاصة تصبح ثنائية معامل الانكسار في اتجاه المحور البصري والذي يكون متناظر عند عدم وجود فولطية مسلطة [2].

يصنف التأثير الكهروضوئي الخطي الى نوعين هما التأثير الكهروضوئي الخطي الطولي (Longitudinal Pockels effect) في هذا النوع يكون اتجاه الضوء الداخل موازي الى اتجاه المجال الكهربائي المسلط على البلورة ، أما النوع الثاني فهو التأثير الكهروضوئي الخطي المستعرض (Transverse Pockels effect) هنا يكون اتجاه الضوء الداخل

، ارتفاع 8mm) . وتم تثبيت الاقطاب والتي هي عبارة عن رقائق من النحاس موصولة بسلكين بالخلية بالشكل المستعرض كما في الشكل (1) أي ان اتجاه المجال الكهربائي المسلط على الخلية هو عمودي على اتجاه الضوء الداخل وتوضع الخلية المثبتة مع الاقطاب داخل حاوية وترتبط الاقطاب بالدارة الكهربائية الخاصة بتسليط الفولطية لغرض تشغيل الخلية وتوضع الخلية بين المستقطب والمحل وكل منهما مثبت بزواوية 45° بحيث يكونان متقاطعين، والشكل (2) يبين خلية بوكس مع الاجزاء المستخدمة لتشغيل الخلية، الشكل (3) يبين الدارة الكهربائية الخاصة بتشغيل خلية بوكس.

تم تشغيل خلية بوكس عن طريق تسليط فولطية على الأقطاب باستخدام جهاز قدرة (DC Power supply) 40 volt لرفع الفولطية عبر المحولة الرافعة (TR 1:40) قياس الفولطية المسلطة على طرفي الخلية تم بواسطة متحسس للفولطية العالية (H.V probe) (نوع Tektronix P6015) نسبة التحويل له هي (1:1000) ويتم إظهار القراءة باستخدام راسمة التذبذبات (Oscilloscope). ولغرض تحديد مقدار الشدة النافذة والتي عن طريقها يتم تحديد فولطية نصف الموجة استخدم كاشف نوع PIN (H61 3021)، سيليكوني واطى الضوضاء ذو استجابة سريعة وزمن نهوض nsec 35 واستجابة طيفية (1.15-0.35 μm)، استجابته عظمى (0.55A/W) تساوي عند ذروة الطول الموجي (0.95 μm)، وكشفية D^* تساوي ($\text{Hz}^{1/2}\text{W}^{-1}$) $2 \times 10^{12} \text{cm}$ ومساحة فعالة للكاشف هي (2x3mm) وتيار ظلام (5nA).

النتائج والمناقشة:

1- فولطية نصف الموجة والطول الموجي

تم حساب فولطية نصف الموجة نظريا للتأثير المستعرض عند كل طول موجي من العلاقة (2) الخاصة واعتمادا على قيمة الثابت الكهروضوئي وبقية

اما مقدار الشدة النافذة عند فولطية نصف الموجة فيعبر عنها بالمعادلة الآتية:

$$\frac{I}{I_0} = \sin^2 \left[\left(\frac{\pi}{2} \right) \left(\frac{v}{v_0} \right) \right] \dots (3)$$

استخدمت في هذا البحث بلورة نيويبايد الليثيوم في منظومة التضمين وتعد بلورة كهر وضوئية متميزة و من أهم خصائص هذه البلورة أن المعامل اللاخطي (non linear coefficient) عالي وتمتلك استقرارية ميكانيكية وكيميائية جيدة [4]. بالإضافة الى تحملها للتعرض للقدرة العالية لليزر ومحافظتها على تجانسها وعدم تغير معامل الانكسار لها عند تسليط فولطيات عالية لغرض تشغيلها [5] وتمتلك البلورة امتصاصية واطئة في مناطق الطيف المنطقة المرئية وتحت الحمراء القريبة أي إنها تسمح لمعدلات عالية من القدرة من النفاذ خلالها [7,6]. وأيضاً كونها بلورة (isomorphic) مكن استخدامها كمفاتيح لعامل النوعية (Q-switching) بدلا من بعض البلورات مثل KD*P، KDP، وذلك لأنها لا تحتاج إلى فولطيات عالية لاجل تشغيلها حيث إن فولطية التشغيل لها عند الطول الموجي (1.06 μm) هي 1.6 كيلوفولط مقارنة ببلورة KD*P والتي تحتاج إلى 6.5 كيلو فولط [8] وتستخدم هذه البلورة في المضمنات بنوعها المستعرض (transverse modulator) والطولي (longitudinal modulator). وهذه البلورة هي بلورة غير متميعة لذا فهي لا تحتاج إلى حاوية مغلقة لحفظها من المتغيرات الخارجية [9]. و الثابت الكهر وضوئي لهذه البلورة يساوي $8.6 \times 10^{-6} \mu\text{m/V}$ (ومعامل انكسار اعتيادي n_0 مساو الى (2.257) ومعامل انكسار استثنائي n_e مساو الى (2.174) [10].

الجانب العملي:

ان البلورة التي استخدمت في هذا البحث لغرض حساب فولطية نصف الموجة عند الطول الموجي $0.810 \mu\text{m}$ ذات ابعاد (طول 22mm، عرض 8mm

3- النبضة المضمنة

تم استلام النبضة المضمنة بواسطة الكاشف وتسجيلها على جهاز الاوسيلسكوب وهي بعرض (50 μ s) وسعة (1.8 volt) والنبضة المضمنة موضحة في الشكل (7).

الاستنتاجات:

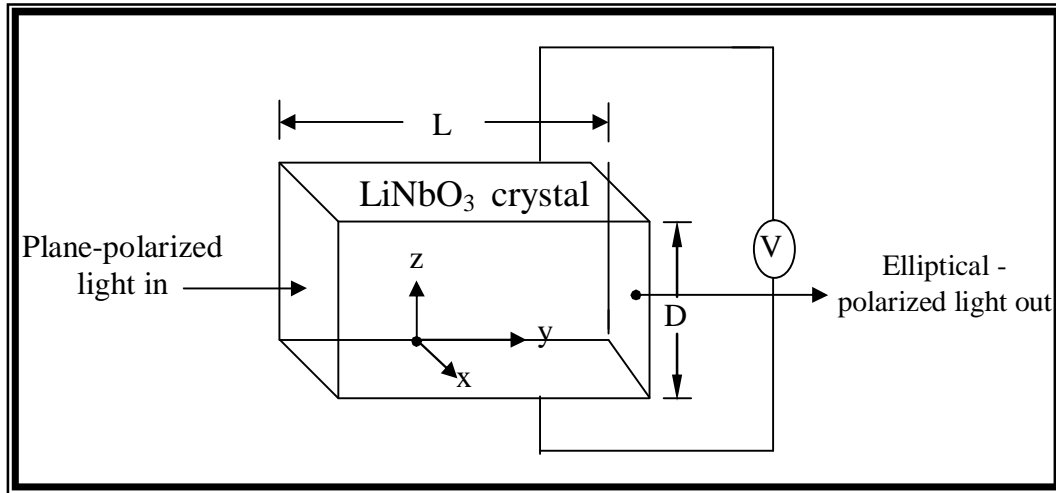
فولطية نصف الموجة لبلورة نيوبايد الليثيوم عند الطول الموجي $0.810\mu\text{m}$ مساوية الى 1320 volt.

1- تزداد الشدة النافذة بازدياد الفولطية المسلطة على الخلية وتصل الى اعلى قيمة لها عند فولطية نصف الموجة لبلورة نيوبايد الليثيوم.

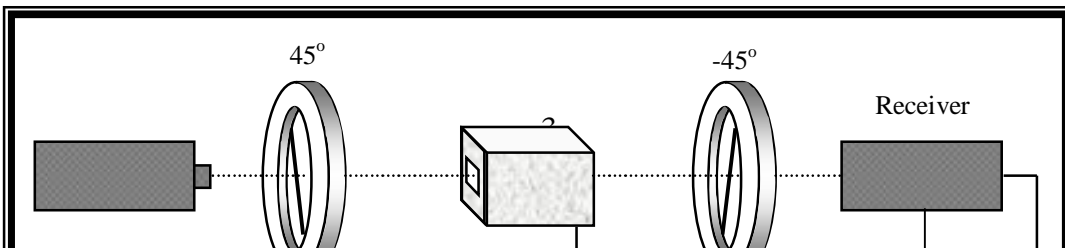
ثابت البلورة كانت قيمة فولطية نصف الموجة عند الطول الموجي $0.810\mu\text{m}$ مساوية الى 1319.8volt. التغيير في فولطية نصف الموجة مع الطول الموجي هو تغيير خطي كما موضح في الشكل (4). اما قيمة فولطية نصف الموجة المقاسة تساوي 1320volt وهي مساوية للقيمة المحسوبة نظريا من العلاقة (2) وهذا موضح في الشكل (5).

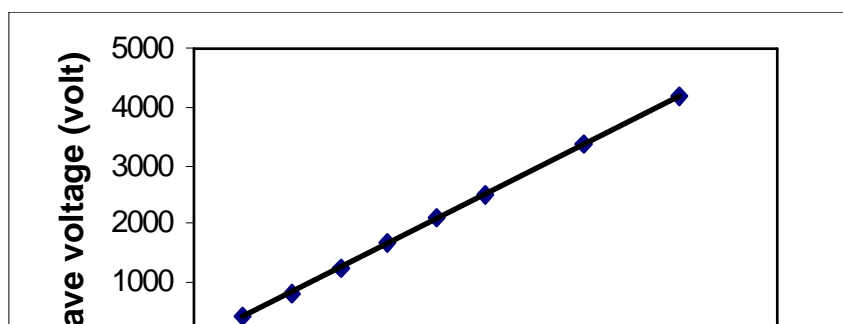
2- تغيير الشدة النافذة مع الطول الموجي للضوء

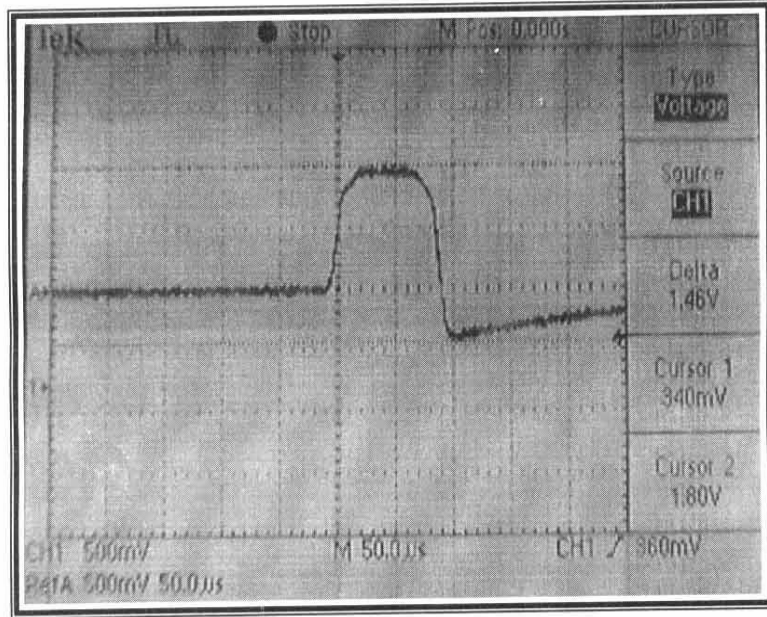
الشدة النافذة يعبر عنها من خلال المعادلة (3) وقد تم حساب مقدار التغيير في الشدة النافذة لفولطيات مسلطة عندما تكون فولطية نصف الموجة مساوية الى 1320 volt وهذا موضح في الشكل (6) ويلاحظ من الشكل انه ينطبق تماما مع العلاقة (3).



الشكل (1) رسم تخطيطي لمضمن كهروضوئي مستعرض







الشكل (7) شكل النبضة المضمنة المستلمة بواسطة الكاشف

References

- 1- H. Zajac, "Optics" Addison Wesley publishing company, 1974. p.290.
- 2- W. Koshak , R. Solakiewicz , " Electro-optic lightning detector" , Appl. Opt , vol. 28, No. 21 , 1999, p. 4623.
- 3- J.R. Mackey, L.K Das, S.L Anna and G. H. Mckinley," A compact dual – crystal modulated birefringence-measurement system for microgravity applications" Sci. Technol. vol.10, (1999), p. 946.
- 4- R.Goldstein, "Electro-optic Devices in Review" , Laser & Applications, April , 1986.
- 5- S.C. Hutchins "Electro-optical Beam Observation" CTF Tech. Note 2000-06, Beam measurements , March , 2000, p3 .
- 6- D. Arivuoli, "Fundamental of nonlinear optical materials" Pramana Journal of physics, vol. 57, No. 5, 2001, p. 883.
- 7- L. R. Dalton, "Polymeric electro-optic materials: optimization of electro-optic activity , minimization of optical loss, and fine –tuning of device performance" Optical Engineering , vol. 39, No. 3, 2000, p. 589.
- 8- S. Brook, LASERMETRICS "Users Guide for KD*P & Lithium Niobate Q-Switching and Modulators, for Q-switching, chopping & Pulse extraction", Fast Pulse Technology, Inc ,1993, p4 .
- 9- W.Koechner , "Solid- state Laser Engineering" , Springer –Verlag New York Inc, 1976.p 506.
- 10- Y.H. Shen, Xu.H. Zeng, "Measurement of refractive indices and thermal refractive –index coefficients of LiNbO₃ crystal doped with 5% mole MgO " , Appl. Opt, vol 31, No7, 1992, p. 6695.