تصنيع فلم حساس هولوكرافي باستخدام البوليمرات الضوئية

Fabrication holographic sensitive film by photopolymers

د. خولة جميل طاهر
جامعة كربلاء/ كلية العلوم

الخلاصة :

في هذا البحث تم تصنيع فلم حساس هولوكرافي بواسطه بوليمرات ضوئية مثل بولي فانيل الكحول APV واكرل امايد بالاضافة الى مجموعة الالكترونات الواهبة (TEA) (Tri ethanol amina) والصبغة الزرقاء Toluidine blue باستخدام ليزر He -Ne بطول موجي nm632.8 وقدرة mWatt 50 وقدتم الحصول على محزز حيود بعدد خطوط 1000line/mm وكفاءة حيود 80% بعد ذلك تم دراسة اثر زمن التعريض على كفاءة الحيود وكانت افضل فترة زمنية للتعريض هي (4 minutes) .

Abstract:

In this research the holographic sensitive film has been fabrication by photopolymers ,such as PVAand acryl amide in addition to the triethanol amina and toluidine blue, using He-Ne lsser of wave length 632.8 nm and its powers of 50 mWatt.the diffraction grating of 1000 line/mm ang diffraction efficincy of 80% have been obtained. After that the effect of an exposure time has been studing on the diffraction efficiency, and the besttime for exposing was 4 minutes.

1-المقدمـــة

تفضل العناصر البصرية الهولوكرافية على العناصر البصرية الاعتيادية بامتلاكها العديد من المميزات ,كونها تستخدم في تصنيع اكثر من عنصر بصري على الفلم الواحد فضلا عن انها خفيفة الوزن و سريعة التصنيع ورخيصة [1].ان بالامكان تحديد نوع العنصر البصري من خلال اختيار طريقة البناء للفلم الحساس وكذلك يمكن التحكم بخواص العنصر البصري الهولوكرافي من خلال التحكم بطريقة تصنيع الفلم الحساس [2] . عند تداخل موجتين مستويتين يتكون مجموعة من الاهداب مستقيمة ومتوازية وذات فاصلة منتظمة بشرط ان تكون جهتا الموجتين المتداخلتين مستويتين تماماً وبذلك يتولد محزز حيود مستوي يختلف عن المحزز الاعتيادي الذي يعاني من الصور الشبحية كنتيجة للاخطاء الدورية في مكائن صنع الخطوط المستقيمة [3]. هناك العديد من المواد اللدائنية الضوئية تستخدم في تسجيل الهولوكرام ويتم اختيارها حسب خواصها حيث تمتاز هذه المواد [4-6] ب امتلاكها حساسية عالية , قدرة تحليل عالية تصل الى 2000 line /mm , كفاءة حيود عالية, نسبة الاشارة الى الضوضاء عالية , مدى حساسيتها واسع يمتد للمنطقة فوق البنفسجية والمرئية, نفاذية عالية , بسيطة الانماء ,ومن هذه المواد والتي تم استخدامها في هذا البحث وهي , اكرل امايد Acryl amide وهي عباره عن مركبات لها القدرة على توليد جذور حرة فعالة وقادرة على الارتباط بجزيئات المونومير لتكوين مراكز فعالة بهيئة جذور حرة يمكنها اضافة مزيد من جزيئات المونومير وتكوين سلاسل بوليمرية طويلة في فترة وجيزة من الزمن [7] .يمتلك هذا المركب الصيغة الكيميائية C_3H_5NOوتمتاز بان بلوراتها صلبة ذات لون ابيض , عديمة الرائحة , مقاومة للتلف , تتحمل درجات الحرارة العالية أي لا ينحل بالحرارة [8] , يذوب في الماء والايثانول والاثير والكلوروفورم , وينصهر عند درجة 84.5^0 C [9] .والماده الأخرى هي بولي فانيل كحول Poly Vinyl Alcohol وهو مسحوق ابيض يميل الى الصفرة ويوجد بشكل حبيبات ذات احجام مختلفة [10] . وينقسم بولي فانيل الكحول الى قسمين هما تام التحلل المائي وجزئي التحلل المائيويذوب بولي كحول الفانيل في الماء البارد ببطئ ولكنه يذوب في الماء الساخن وعلى الرغم من ان بولي فانيل الكحول (PVA) يكون غير بلوري فانه يتحول الى الياف بلورية عند اذابته . وعند اجراء معاملات سطحية لهذه الالياف تظهر ثباتا جيدا في الماء الساخن وهذا ما زاد اهميتها [11] ولا ينصهر ال (PVA) الى مادة لدنة حراريا ولكنه يتحلل بفقدان جزيئة ماء من مجاميع الهيدروكسيل المتجاورة بدرجات حرارة اعلى من 150^0 C وبذلك تختلف الاواصر المزدوجة في السلسلة البوليمرية [12] .كذلك استخدم في هذا البحث مركب واهب للالكترون Tri ethanol amina يعمل هذا المركب على زيادة الكثافة الالكترونية وبالتالي يجعل الفلم الهولوكرافي اكثر حساسية [13] والصيغة الكيميائية له $(HOCH_2CH_2)_3N$.

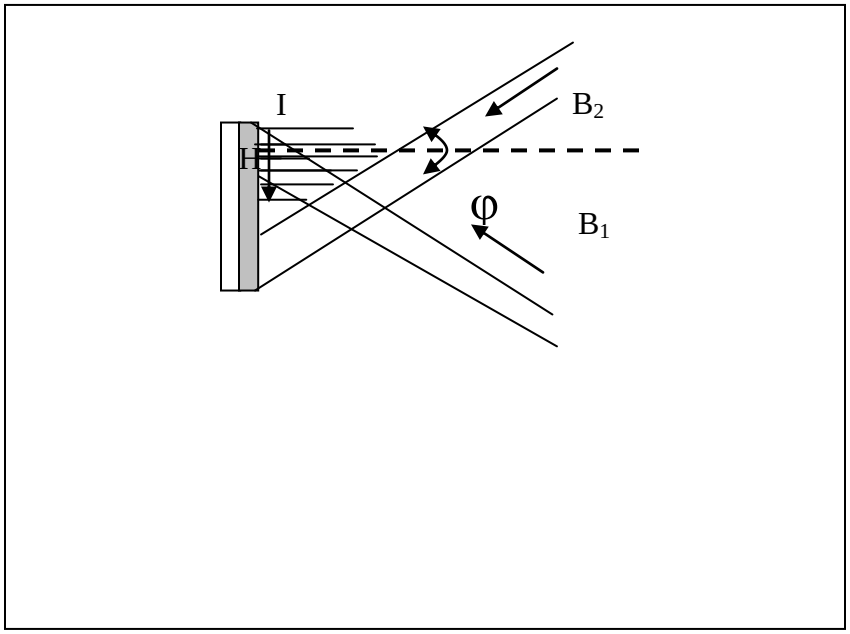
2-طريقة العمل:

تم تصنيع فلم حساس هولوكرافي باتباع الخطوات الاتية :

1- اذابة 15% من بولي فانيل الكحول بدرجة حرارة 80^0 C .
2- تحضير (0.34 m) من اكرل امايد بدرجة حرارة 25^0 C .
3- ثم مزج المحلولين بكميات متساوية وبدرجة حرارة الغرفة .
4- اضافة (0.12 m) من مادة TEA (Tri ethanol amina) الى المحلول .
5- اضافة (0.01 m) من صبغة Toluidin blue .
حيث أجريت كلا من عمليات المزج والاضافة في ظلام تام .
6- صب المحلول على الشريحة الزجاجية .
7- تركه يجف لمدة 15 ساعة .
بعد ذلك يصبح الفلم جاهز للتصوير .

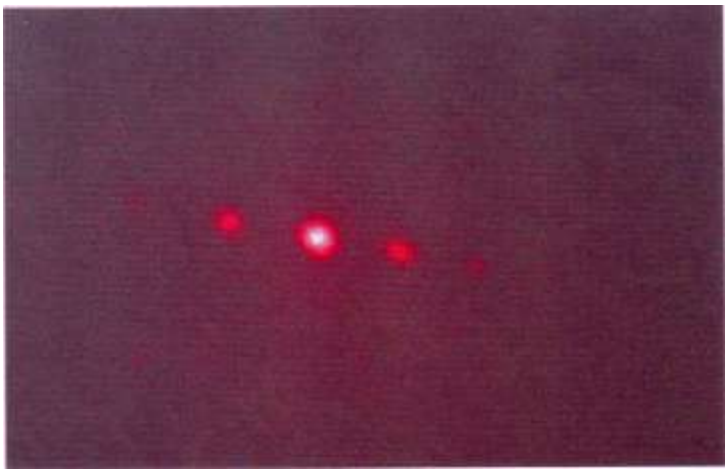
3-النتائج والمناقشة :

تم استخدام الطريقة اللامحورية في تسجيل الهولوكرام كما موضح في الشكل (1) باستخدام ليزر He-Ne بطول موجي 632.8 nm وقدرة 50 mWatt ولفترة زمنيه قدرها(4 minutes) .حيث تمثل H لوح التصوير , I منطقة التداخل , B2,B1 شعاعي الليزر , φ زاوية التداخل



شكل (1) يمثل الطريقة اللامحورية لانتاج محزز هولوكرافي

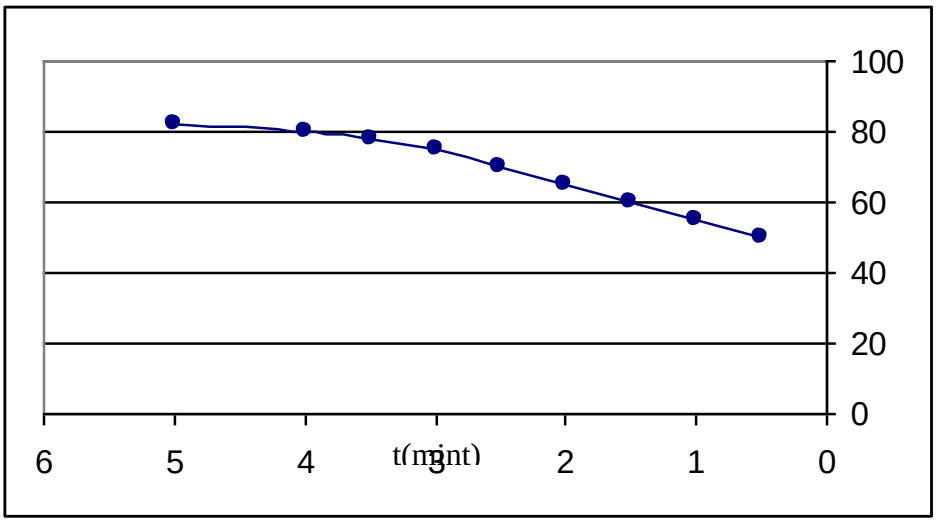
بعد انهاء عملية التعريض تبدأ عملية الاظهار وتتم حسب الخطوات الاتية :
1- غسل الفلم تحت ماء جار لمدة خمس دقائق .
2- وضعه في كحول الاثيل بتركيز 50% لمدة دقيقتين .
3- وضعه في كحول الاثيل بتركيز 99% لمدة دقيقة واحدة .
4- تجفيفه بواسطة هواء حار لمدة دقيقة واحدة .
وتتم عملية الاظهار بعدة مراحل لتجنب تشقق الفلم عند وضعه مباشرة بالكحول بتركيز 99% .
بعد الانتهاء من عملية الاظهار تتم عملية اعادة البناء ويتبين ان الفلم المصنع يصلح للتقنية الهولوكرامية من خلال مراتب الحيود المبينة في شكل (2) وكانت عدد الخطوط في الملمتر الواحد 1000 line/mm .



شكل (2) يوضح مراتب حيود المحزز

وتم حساب كفاءة الفلم (النسبة بين شدة شعاع الليزر عند المرتبة الاولى للمحزز الى شدة الشعاع الاساسية) , وكانت كفاءة الحيود 80% .

بعد ذلك تم دراسة تأثير زمن تعريض الفلم الحساس الى شعاع الليزر على كفاءة الحيود ولوحظ زيادة كفاءة الحيود عند زيادة زمن التعريض كما موضح في الشكل (3) .



شكل (3) يوضح العلاقة بين زمن التعريض وكفاءة الحيود

من ملاحظة الشكل نلاحظ ان افضل فترة زمنية للتعريض هي (4minutes) حيث تعتبر هذه الفترة كافية لانهاء التفاعلات الكيميائية الحادثة بين البوليمرات الضوئية وشعاع الليزر . فعند انتهاء التفاعلات تعطي افضل قيمة لكفاءة الحيود .

4-الاستنتاجات :

تبين من خلال نتائج البحث امكانيه تصنيع فلم حساس هولوكرافي بأستخدام الطريقه المحوريه فضلاً عن تصنيع محزز حيود بكفاءه عاليه وبخطوط كافيه لأستخدامه في تعيين بصمات الأبهام وتجميع شعاع الليزر ذو القدرات العاليه .وقد اضهرت النتائج ايضاً وجود تأثير مباشر للفتره الزمنيه للتعريض على كفاءه الحيود.

References :

1- A.pu , D. pasltis , "High – density recording in photo polymer – based holographic three . dimensional disks" , Appl . opt . 35 , 2389 , 1996 .
2- S. Gallego , C. Garcia , "optimization of PVA / acrylamide recording material to obtain holographic memories : holographic properties" , Appl . phys . B76 , 851 , 2003 .
3- S. Gallego , C. Neipp , "High – efficiency volume holograms recording on acryl amide and photo polymer" J. Mod . opt . 52 , 1575 , 2005 .
4- M.ortuno , C. Garcia , "High Thickness Acryl amide photo polymer for peristrophic multiplexing" , App . phy . , B76 , 851 , 2003 .
5- A. costela , "characterization or PVA / acryl amide holographic memories with a first – harmonic diffusion model" App . opt , 14 , 29 , 2005 .
6- I. pascual , C. Garcia , "hologram recording in photopolymers by means of pulsed laser exposure" , Appl . opt . 41, 2613 , 2002 .
7- S. Gallege , A. Belendez , "Hologram multiplexing in acryl amide hydrophilic photo polymers" , opt . com . , 281 , 1354 , 2008 .
8- Linear poly acryl amide as a commercially sold DNA carrier . (http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pumbmed/14436634)
9- L. Brown , M,M . Rhead , "studies of acryl amide pollution resulting from industrial use of acryl amides" water pollut control ,79 , 507 , 1991 .
10- A. Fimia , I. pascul , "Diffraction efficiency and signal to noise ratio of diffuse – object holograms in poly vinyl alcohol photo polymers" , Appl . opt . 38 , 5548 , 1999 .
11- L. solymar and D.J. cooke , (Volume Holography And Volume Grating) , Academic , London , 1981 .
12- E. Fernandez , and M. ortono , "Angular and peristrophic holographic multiplexing" , opt . pura APL ., 40 , 31 , 2007 .