پنجمین کنفرانس ملی خلأ ایران
پژوهشکده علوم و صنایع غذایی
مشهد مقدس ۱۰ و ۱۱ اسفند ۹۰
Archive of SID

افزایش بازدهی پراش توری بازتابی هولوگرافیک با خشک کردن درخلأ

پرتوی شبستری، ناصر ؛ محمدی، بهروز؛ ملکی، محمد هادی

آزمایشگاه تحقیقاتی هولوگرافی، پژوهشکده لیزر و اپتیک، سازمان انرژی اتمی ایران ، انتهای خیابان کارگر شمالی ، تهران

چکیده

*محیط مطرح برای ضبط قطعات اپتیکی هولوگرافیک، **محیط حساس به نور** ژلاتین دی کرومات (DCG) است. عیب DCG **پاسخ طیفی و حساسیت پایین** آن است. با ورود امولسیونهای فوق دانه ریز هالید نقره به بازار، تکنیک ژلاتین حساس شده با هالید نقره (SHSG) بیشتر مورد توجه واقع شده است. در این تکنیک هالید نقره طوری پردازش می شود که خواص هولوگرام نهایی شبیه DCG باشد. مزیت اصلی روش پردازش SHSG این است که ضبط با حساسیت بالا به کمک نور لیزر در تمام ناحیه مریی انجام می شود. در قطعات اپتیکی هولوگرافیک (HOE) بازتابی به خاطر فریزهای فوق العاده ریز موجود در آن، به کار بردن روش SHSG مشکل است . به همین دلیل تکنیک پردازش HOE بازتابی برای محیط هالید نقره جدید بهینه شده و نهایتا با خشک کردن در آون خلا، بازدهی پراش بالاتر از ٪ ۵۰ برای توری های پراش بازتابی ۵۱۲۰ خط در میلی متر به دست امده است.*

Increasing the diffraction efficiency of holographic reflection grating by vacuum drying

Partovi Shabestari, Naser; Mohammadi, Behrooz ; Maleki, mohammad hadi

Holography lab, Laser & Optics Research School, Nuclear Science & Technology Research Institute (NSTRI),

.Abstract

The main recording material for recording holographic optical elements (HOE) is dichromated gelatin (DCG.) The drawback of DCG is its low energetic sensitivity and limited spectral response. Silver halide sensitized gelatin (SHSG) technique has become more interesting since the introduction of new ultra-fine-grain silver halide (AgHal) Emulsions. In this technique Silver halide materials can be processed in such a way that the final hologram has properties like a DCG hologram. In particular, high spatial-frequency fringes associated with HOE of reflection type are difficult to construct when SHSG processing methods are employed. The main advantage of SHSG technique is that high-sensitivity recording can be performed with laser beam anywhere within the visible spectrum. Therefore an optimized processing technique for reflection HOE recorded in the new AgHal materials is introduced and Finally with drying in vacuum oven, diffraction efficiency of more than 50% is obtained for reflection gratings of 5120 lines.mm^{-1}.

PACS No: 68.47.-b

مقدمه

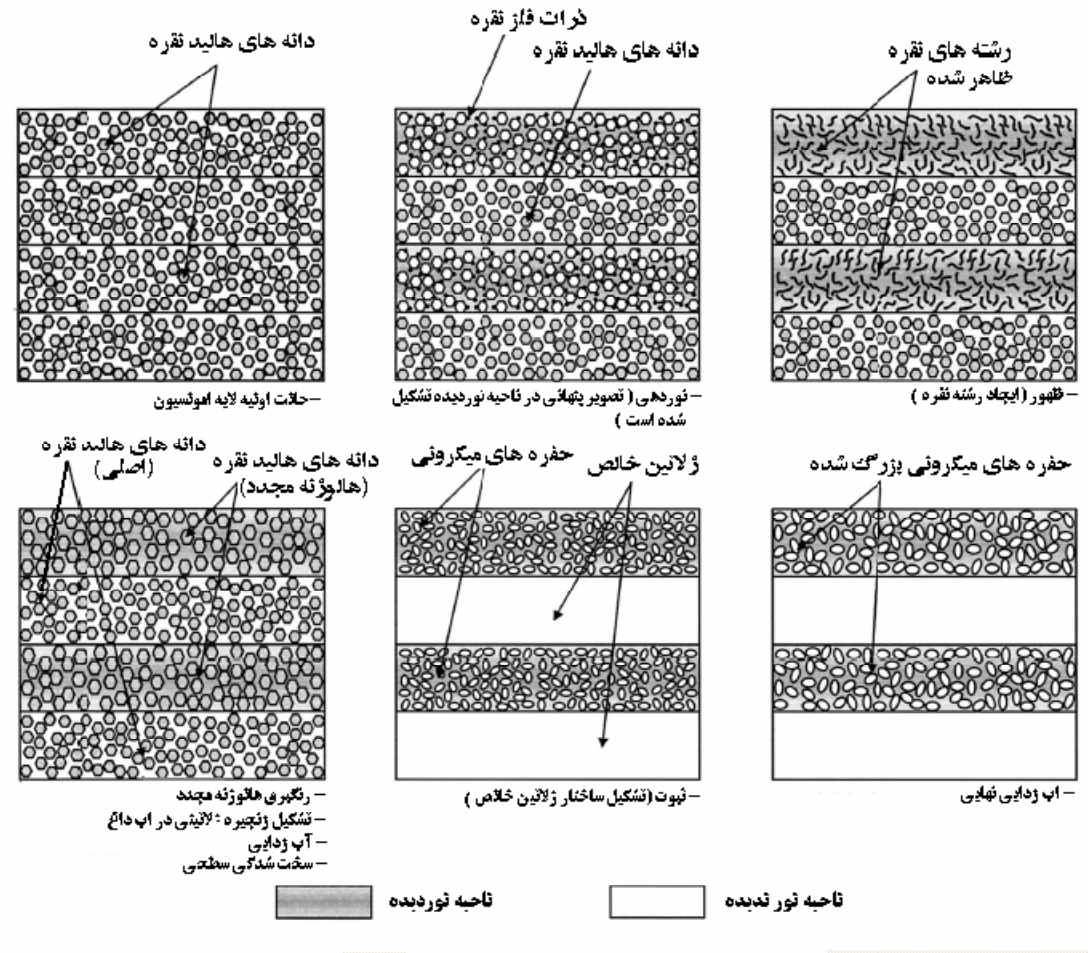
ژلاتین حساس شده با هالید نقره (SHSG)[1] مشابه محیط حساس به نور ژلاتین دی کرومات (DCG)[2] است. برای ساخت قطعات اپتیکی هولوگرافیک (HOE)[3] ، سعی بر این است که هالید نقره را طوری پردازش کنند که هولوگرام نهایی خواصی شبیه محیط DCG، محیط مطرح برای ساخت قطعات اپتیکی هولوگرافیک، داشته باشد. مزیت DCG بازدهی پراش بالا و نوفه

[1] - Silver halide sensitized gelatin
[2] Dichromated gelatin -
[3] Holographic optical elements -

www.SID.ir

Archive of SID

پایین وعیب آن حساسیت پایین و پاسخ طیفی محدود است. بنابراین توجه زیادی به سمت استفاده از روشSHSG برای ساخت این قطعات معطوف شده است. استفاده از SHSG برای HOE بازتابی کار مشکلی بوده است، چون نسبت به HOE عبوری فرکانس فضایی خیلی بالاتری باید ضبط شود.



شکل ۱؛ نحوه عملکرد SHSG درمراحل مختلف پردازش

پس از ورود امولسیونهای فوق دانه ریز به بازار توسط شرکت اسلاویچ[1]، این روش بیشر مورد توجه واقع شده است. وقتی این پلیتهای جدید به کار گرفته می شوند، HOE با کیفیت تقریبا معادل HOE ضبط شده در DCG می تواند به دست بیاید. برای به دست آوردن HOE بازتابی با کیفیت بالا در این محیط، روش پردازش جدیدی مورد نیاز است .به خاطر طرح تداخل ریزتری که در HOE بازتابی ضبط می شود، روش پردازش پیچیده تری باید به کار گرفته شود برای این نوع HOE فقط امولسیونهای فوق دانه ریز جدید می تواند به کار گرفته شود. تکنیک ساخت HOE بازتابی، به طور خلاصه این است که امولسیون هالید نقره را نوردهی و سپس طوری پردازش کنیم که تنش موضعی در داخل امولسیون ایجاد شود. سپس در داروی ثبوت تمام هالید نقره از امولسیون برداشته شده و فقط ژلاتین باقی بماند. مرحله نهایی پردازش این است که ان را در یک محلول اب دوست، اب زدایی کرده ودرآون خلا خشک کنیم.

[1] Slavich

www.SID.ir

Archive of SID

روش پردازش به کار رفته برای ساخت توری بازتابی

در گذشته، امکان به کار بردن روش SHSG برای HOE بازتابی با مواد اگفا، کداک یا ایلفورد محدود بوده است . همان طور که در مقاله قبلی خودمان [۱]، گزارش کردیم با این مواد می توان حداکثر به بازدهی پراش٪۵۵ رسید .در حقیقت تکنیکهای SHSG برای HOE بازتابی توسط دانشمندان روسی با دستیابی به امولسیونهای هالید نقره فوق دانه ریز پایه گذاری شد. تحقیقات اصلی در این شاخه توسط اوزانو وهمکاران [٤-۲] انجام گرفته وسپس توسط کیم وهمکاران [۷-۵] بهینه شده و بازدهی بالاتر از ٪ ۹۰گزارش شده است . تحقیقات آنان بر پایه ساختار کاواک میکرونی بوده وبه این صورت است که ژلاتین در امولسیون عکاسی جذب سطحی دانه های هالید نقره می شود . در حقیقت فقط بخشی از مولکول ژلاتین جذب سطحی میشود .زنجیره های ژلاتینی نیز در توده امولسیون اتصال می یابند. ضخامت لایه جذب سطحی شده در امولسیون خشک nm ٤- ۲/۵ است . هر دانه هالید نقره که با مولکولهای ژلاتین احاطه شده است در نقاط مختلف به گروههای فعال اتصال یافته که قادر هستند بادانه های نقره ای که در مرحله ظهور ایجاد می شوند، ترکیب کمپلکس بدهند. روش روسها بر این فرضیه پایه گذاری شده که این لایه های جذب سطحی شده، کمتر فعال هستند و سخت کردن آنها نسبت به ژلاتینهای مجاور مشکل تر خواهد بود، بنابراین اختلافی در سخت شدگی نواحی نور دیده و نور ندیده وجود خواهد داشت . پس از اینکه دانه های نقره و هالید نقره از محیط بیرون کشیده می شوند، کاواکهای میکرونی باقی می مانند که مسئول تغییر ضریب شکست هستند . یک نکته مهم در اینجا این است که این ماده قبل از مرحله ثبوت احتیاج به سخت شدگی اضافی دارد تا از فرو پاشی کاواکهای میکرونی در مرحله ثبوت جلوگیری کند. پس از آن با درصدهای مختلف از محلول اپروپانول آب زدایی شده و در نهایت در آون خلا خشک می شوند. توصیف نحوه عملکرد پردازش در مراحل مختلف در شکل ۱ نشان داده شده است[٦].

نحوه پردازش

روش پردازش بهینه برای پلیتهای PFG-03C در جدول ۱ آورده شده است . همانطور که در جدول ۱ ملاحظه می شود روش پردازش نسبت به کار قبلی [۱] کاملا تغییر کرده است و درسه مرحله امولسیون سخت می شود . مرحله اول بعد از نوردهی است چون امولسیون پلیتهای جدید نسبت به پلیتهای قبلی خیلی نرمترهستند ، مرحله دوم سخت کاری بعد از مرحله بلیچ است که در آب گرم قرارمی گیرد تا اتصال یون کروم موجود در لایه امولسیون به ژلاتین شتاب بیشتری بگیرد ومرحله سوم سخت کاری که قبل از مرحله ثبوت است به این دلیل انجام می شود که از فروپاشی حفره های میکرونی ایجاد شده در مرحله ثبوت جلوگیری کند.

جدول۱ مراحل پردازش پلیت تمام نگاری PFG-03C

مرحله	زمان (دقیقه)
۱- سخت شدگی ابتدایی در محلول فرمالدییید (برای فرمول پایین را ملاحظه کنید)	٦
۲- ظهور در داروی ظهور G282 آگفا در دمای۲۲ درجه سانتیگراد	۳
۳- رنگبری در داروی رنگبر PBU-metol (به نسبت ۱به ۳ با آب رقیق شده باشد) برای فرمول پایین را ببینید.	۱۵
٤- در آب گرم بدون یون در دماي ٦۰ درجه قرار دهید	۱۰
۵- آب زدایی در:	
الکل طبی٪۵۰	۳
الکل طبی٪۱۰۰	۳
٦- خشک کردن در آون در دمای ٤۵ درجه	۵
۷- سخت کردن در محفظه با بخار فرمالدییید	۲۵
۸- ثبوت در محلول ثبوت SHSG برای فرمول پایین را ملاحظه کنید	۲
۹-شستشو و آب زدایی در:	
پروپانول ۵۰ ٪	۵
پروپانول ۱۰۰٪	۵
۱۰- خشک کردن در آون خلا در دمای ٤۵ درجه	۳۰

www.SID.ir

Archive of SID

محلول فرمالدیید برای مرحله سخت کنندگی ابتدایی

فرمالدیید٪ ۳۷ (فرمالین)	۱۰ ml
برمید پتاسیم	۲ g
کربنات سدیم آنهیدر	۵ g
آب بدون یون اضافه کنید تا	۱ L

محلول ثبوت SHSG

تیو سولفات آمونیوم	۱۰ g
سولفات سدیم آنهیدر	۲۰ g
آب بدون یون اضافه کنید تا	۱ L

داروی رنگبر هالوژنه مجدد PBU-metol

برمید مس	۱ g
پتاسیم پر سولفات	۱۰ g
اسید سیتریک	۵۰ g
برمید پتاسیم	۲۰ g
براکس	۳۰ g
کروم آلوم	۲۰ g
آب بدون یون اضافه کنید	۱ L

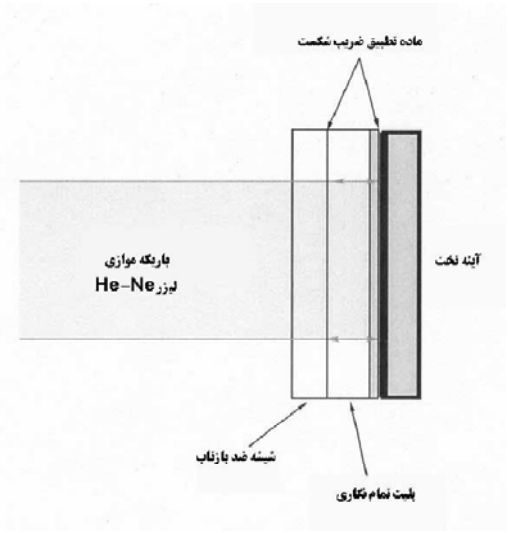
پس از اینکه بقیه اجزاء مخلوط شدند یک گرم متول اضافه کنید

چیدمان به کار رفته برای ضبط توری بازتابی

چیدمان به کار رفته برای ضبط توری بازتابی در شکل ۲ نشان داده شده است. همان طور که در شکل مشاهده می شود نور موازی شده لیزر از سمت شیشه به پلیت تابیده و سمت امولسیون آن از طریق ماده تطبیق ضریب شکست به یک آینه دی الکتریک متصل شده است و برای حذف فریزهای مزاحم یک شیشه ضد بازتاب به سمت شیشه ای پلیت ازطریق ماده تطبیق ضریب شکست وصل شده است.

نتیجه گیری

با اعمال روش بهینه شده SHSG بر روی پلیتهای PFG-03C، و نهایتا خشک کردن در آون خلا توانسته ایم به بازدهی پراش بالاتر از ٪ ۵۰ در فرکانس فضایی ۵۱۲۰ خط در میلی متر برسیم و درحال ادامه کار هستیم تا بازدهی پراش را به مقدار ٪ ۹۰که توسط کیم و همکاران [۷-۵] گزارش شده است برسیم.



شکل- ۲ چیدمان ضبط توری پراش بازتابی

مرجع ها

[۱] ناصر پرتوی شبستری، مهدی جوادی، زهره حریریان، حبیب مجیدی ذوالبنین،"ساخت توری پراش بازتابی تمام نگاشتی"**دوازدهمین کنفرانس سالیانه اپتیک و فوتونیک**،۱۳۸٤ ،صفحات ۳۵۷-۳٦۰.

[۲] Yu. E. Usanov & M. K. Shevetsov, "Principles of fabricating micropore silver-halide-gelatin holograms, *Opt. Spectrosc.* (Ussr) **69** (1990) 112-114.

[۳] Yu. E. Usanov , M. K. Shevetsov, N. L. Kosobokova, & E. A. Kirienko, "Mechanism for forming a microvoid structure and methods for obtaining silver-halide-gelatin holograms" *Opt. Spectrosc*. (Ussr) **71** (1991) 375-379.

[٤] Yu. E. Usanov & M. K. Shevetsov, "The volume reflectionSHG holograms: Principles and mechanism of microcavity structure formation," *in Holographic Imaging and Materials T. H. Jeong, ed., Proc. SPIE,* **2043** (1994) 52-56.

[۵] J. M. Kim, B. S. Choi, S. I. Kim, H. I. Bjelkhagen, and N. J Phlips, ,"Holographic optical elements recorded in silver halide sensitized gelatin emultions. Part 1. Transmission holographic optical elements," *Appl. Opt*. **40** (2001) 622-632.

[٦] J. M. Kim, B. S. Choi, S. I. Kim, H. I. Bjelkhagen, and N. J. Phlips, ,"Holographic optical elements recorded in silver halide sensitized gelatin emultions. Part 2. Reflection holographic optical elements," *Appl. Opt*. **41**(2002)., 1522-1533

[۷] J. M. Kim, "Post exposure treatment methodof silver halide emulsion layer, Hologram manufactured using the method and holographic optical element including the hologram," *US Patent* **6811930** (2004).

www.SID.ir