آینه لیزرهای فرابنفش جهت استفاده درلیزرهای اگزایمر

ژاله، بابک[۱]؛ ملکی، محمد هادی[۲]؛کریمان، بهجت‌سادات[۱]؛ قشلاقی، مریم [۲]؛حجتی راد، هاشم[۲]

[۱] گروه فیزیک دانشگاه بوعلی سینا، همدان

[۲] پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، پژوهشکده لیزر و اپتیک

چکیده

در این تحقیق انواع مواد زیرلایه اپتیکی و پوشش ها که اصولا در لیزرهای اگزایمر و فرابنفش استفاده می‌شوند مورد پژوهش قرار گرفتند. سه نمونه با مواد الف) MgF_2 روی زیر لایه BK7 ب) MgF_2+LiF_3 روی زیر لایه فیوز سیلیکا ج) Al روی زیر لایه BK7 ،ساخته شد.از مقایسه طیف عبور و انعکاس نمونه های ساخته شده ملاحظه می گردد که در بازه طول موج ۴۰۰-۲۴۸ نانومتر(ناحیه فرابنفش)آینه Al دارای بیشترین انعکاس است و در صورتیکه لایه محافظ MgF_2 روی آن انباشت گردد، می توان از آن در ساخت رزوناتورهای اکسترنال لیزرهای فرا بنفش استفاده نمود.

Ultraviolet Laser Mirror for using in Excimer Lasers

Jaleh, Babak[1]; Maleky, Hadi[2];Kariman, Behjat Sadat[1]; Gheshlaghi, Maryam[2]; Hojjati Rad, Hashem[2]

[1]*Physics Department, Bu Ali Sina University, Hamedan*

[2]*Nuclear Science & Technology Research Institute (NSTRI) Laser & Optics Research School*

Abstract

In this work the various types of optical substrate material and coatings that used principally in excimer and UV laser has been studied. Three sample are made with, a) MgF_2 on the BK7, b) MgF_2+LiF_3 on the fused silica c) Al on the BK7 .From compare of transmittion and reflection spectrums from above samples, we understand that in the region 248-400 nm, Al mirror has maximum of reflection. And if Al mirror was protected with MgF_2, use in manufacturing of external resonators in UV lasers.

PACS No 46

مقدمه

مواد نوری فرابنفش و پوشش آنها نقش کلیدی درتکنولوژی تصویری لیزر دارند. شکل مواد اپتیکی که کاربرد وسیعی درساخت عدسی‌ها، آینه‌ها و دیگر قطعات اپتیکی و برای عبور و انعکاس کامل انرژی فرابنفش به داخل کاواک لیزررا دارند ، حائز اهمیت می باشند.

پوشش‌مواد، در عبوروانعکاس پرتو و به‌طور کلی در کیفیت تصاویر سیستمهای اپتیکی مؤثرند. و در نورشناسی کاواک درونی لیزرهای اگزایمر و دیگر لیزرهای فرابنفش‌کاربرد دارند.درطیف ناحیه فرابنفش به دلیل بالا بودن انرژی فوتون و درجه پراکندگی مسائل ویژه‌ای مطرح می‌گردد. همچنین زیرلایه مناسب جهت بکار گیری در این ناحیه، محدود می باشند.

از آن‌جایی‌که شیشه‌های اپتیکی مانند K9 و BK7 در مقابل نور فرابنفش، جذب قوی دارند نمی‌توان از آن‌ها به‌عنوان ماده نوری فعال برای طیف فرابنفش استفاده نمود.

رایج‌ترین مواد زیر لایه که در پوشش‌های فرابنفش مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارتند از:

BaF_2(باریم فلوراید)، LiF_3(لیتیم فلوراید)، CaF_2 (کلسیم فلوراید) و Fused Silica(سیلیکای مذاب).

لایه‌نشانی با کیفیت و خلوص، بالا برای تولید لنزها و آینه‌ها در طول موج‌های ناحیه طیفی فرابنفش، توسط فوتون با انرژی بالا

Archive of SID

www.SID.ir

امکان پذیر است. ناخالصی‌های درون عدسی‌ها یا پوشش‌ها تبدیل به مراکزی برای جذب فوتون‌های فرابنفش می‌شوند که منجر به اثرات گرمایی، انبساط و شکستن مواد می‌شود. خلوص و کیفیت بالای مواد اولیه اپتیکی عاملی مهم در بالا بردن آستانه تخریب سیستم‌های اپتیکی می‌باشند .

مواد زیرلایه اپتیکی فرابنفش، به طور متنوعی در ساخت قطعات اپتیکی عدسی‌ها به کار می روند. زیرلایه هایی که در عناصر اپتیکی به کار می روند عبارتند از :

عبوری : (ضعیف کننده‌ها، عدسی‌ها، پنجره‌ها) .

بازتابی : (مقسم پرتوها، آینه‌ها) .

ترکیب آینه‌ها و عدسی‌ها در انتقال باریکه‌ی نور لیزر مهم هستند. در کاربردهای عبوری علاوه بر این‌که کیفیت مواد اپتیکی مهم می‌باشد ویژگی سطح لایه‌نشانی شده نیز دارای اهمیت است در حالی که در بازتاب فقط کیفیت سطح لایه‌نشانی مهم است. چون لیزرها گران قیمت هستند لذا تولیدشان مستقیما به راندمان اپتیکی آن‌ها وابسته است .

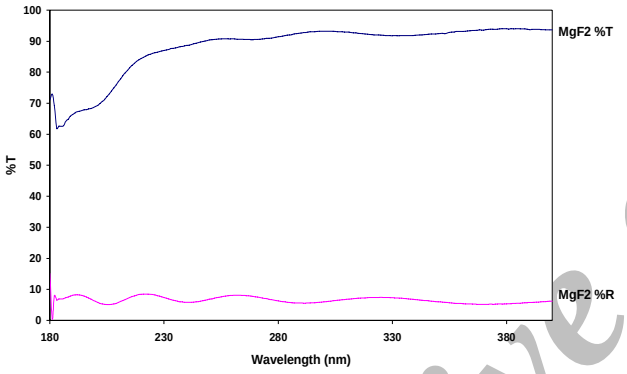
دربسیاری از موارد، پوشش‌ها بر روی زیرلایه اپتیکی تحت خلا بالا به روش تبخیر یا کندوپاش انباشت می‌شوند [۱و۲]. جنس پوشش‌های بکار رفته در آینه های لیزرهای فرابنفش دی‌الکتریک‌ها، فلزها و نیمه‌رساناها می باشند. پوشش‌های دی‌الکتریک ازنوع دی‌اکسیدها، سولفیدها، فلوریدها و تلوریدها هستند.ومهم‌ترین فلزهای به‌کار رفته برای آینه‌های اپتیکی آلومینیوم، کروم، نقره و طلا می‌باشند. اولین عامل تلفات بازتاب، جذب انرژی در خود پوشش است، که بیشتر از جذب زیرلایه‌های شیشه‌ای که با کیفیت بالایی پولیش شده‌اند، می‌باشد. زیرلایه‌ها که قبل از پوشش به‌خوبی تمیز شده‌اند می‌توانند آلودگی را در خود جذب کرده و به کیفیت پوشش آسیب برسانند .

آزمایشات و نتایج

موادی که در پوشش آینه‌های فرابنفش استفاده می‌شوند عبارتند از: MgF_2, Cu,Al,LaF_3 (CaF_2 ,HfO_2) .که در این تحقیق ما از مواد MgF_2 , MgF_2+LaF_3 , Al برای لایه‌نشانی استفاده کردیم.

نمونه‌ها توسط دستگاه لایه نشا نی مدل بالزرز Balzers ۷۶۰ با روش فیزیکی انباشت در خلاء Physical Vaporation Deposition (PVD) لایه نشانی شدند. جنس اولین نمونه MgF_2 است که در دستگاه فوق توسط تفنگ الکترونی (Electron Gun) در فشار torr ۶×۱۰^{-۶} تبخیر شده و بر روی زیر لایه انباشت گردید. دمای زیر لایه ۲۰۰°C و Rate تبخیر ۰,۳nm/s ودر نهایت ضخامت لایه ۸۰۰ nm شد.

پس از لایه‌نشانی، نمونه‌ها توسط دستگاه طیف‌سنج Carry500، طیف‌سنجی گردید و طیف انعکاسی و عبوری آنها نسبت به طول موج اندازه‌گیری شد.



شکل۱ طیف عبور وانعکاس MgF2

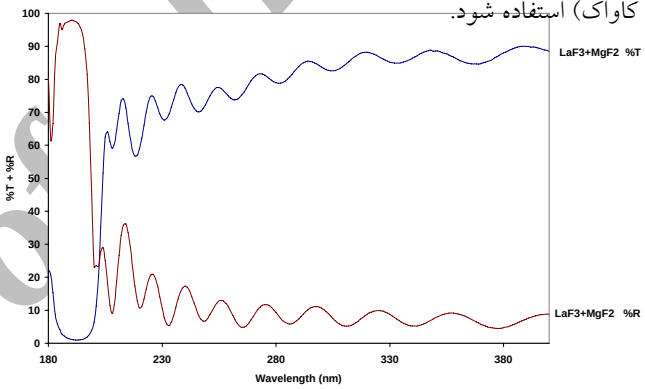
شکل(۱) طیف انعکاسی و عبوری MgF_2 را نشان می‌دهد.

نمونه بعدی پوشش MgF_2+LaF_3 می باشد که در فشار torr ۳×۱۰^{-۶} و Rate ۰,۳۵ nm/s و دمای زیر لایه ۱۵۰°C بر روی زیر لایه فیوز سیلیکا انباشته گردید. LaF_3 در این پوشش ۳۰٪ کل حجم پوشش وMgF_2 ۷۰٪ کل حجم پوشش را تشکیل می‌دهند. میزان نسبت حجمی MgF_2 و LaF_3 با استفاده از آزمایشRBS بدست آمد. این آینه بازتاب ۹۸٪ در طول موج ۱۹۳ nm دارد. شکل (۲) طیف انعکاسی و عبوری را نشان می دهد. بنابراین می‌توان از آن به عنوان آینه عقب وانتقال دهنده ی پرتو، در لیزر اگزایمر ArF استفاده کرد.

آینه‌های آلومینیومی که به‌طور ساده و ارزان‌قیمت تولید می‌شوند، کاربرد گسترده ای در قطعات اپتیک لیزری دارند. استفاده از

Archive of SID
www.SID.ir

آلومینیوم دارای پیچیدگی کمتری نسبت به دی‌الکتریک چند لایه‌ای دارد.ولی پوشش آلومینیوم نیازمند محافظت در برابر تخریب لیزرمی‌باشد. کاواک درونی لیزر باید توانایی مقاومت در برابر گازهای خورنده ترکیبی را داشته باشد.گازهای (آرگون فلوراید، کریپتون فلوراید، زنون کلراید و...) در تولید فوتون‌های فرابنفش در تخلیه الکتریکی محیط فعال لیزر استفاده می‌شوند.به دلیل اینکه آینه عقب کاواک‌های لیزر نیازمند تامین بازتاب بالا هستند، بنابراین تلفات فوتون فرابنفش باید مینیمم باشد. محدودیتی آینه آلومینیومی این است که در محیط فعال لیزری نمی‌توان بدون لایه محافظ مورد استفاده قرار گیرد بنابراین باید در خارج محیط فعال (بیرون کاواک) استفاده شود.

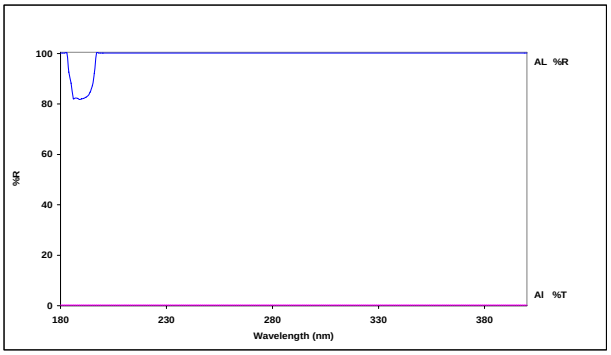


شکل ۲ طیف عبوری و انعکاسی**LaF3+MgF2**

بازتاب بالای آینه‌های آلومینیومی با سطحی با جلای بالای اولیه فراهم می‌شود و خلوص بالای آلومینیوم در رسیدن به بازتاب بالا مهم است و گاهی اوقات ورود کمترین ناخالصی در حین لایه نشانی بازتاب را به میزان ٪۳۰–۲۰ کاهش‌می‌دهد، همچنین سرعت انباشت، و فشار محیط بر روی بازتاب، موثر است و قابل ذکر است اگر دمای زیر لایه خیلی بالا رود آلومینیوم در حین تبخیر تبدیل به اکسید آلومینیوم شده که یک نوع آلودگی می‌باشد که موجب کاهش بازتاب می‌شود .

در نمونه سوم آلومینیوم را در فشار ۲×۱۰^{-۶} torr و با دمای زیر لایه کمتر از ۱۰۰ °C و Rate ۱۰ nm/s بر روی زیر لایه انباشته شد. در آینه آلومینیوم برای اینکه از تشکیل اکسید آلومینیوم جلوگیری شود یک لایه MgF_2 بر روی آلومینیوم لایه‌نشانی کردیم.

شکل (۳) طیف بازتابی را در ناحیه UV نشان می دهد. در بعضی از مقالات اشاره شده است اگر پوشش آلومینیوم در معرض گاز N_2 قرار گیرد بازتاب بهتری را ایجاد می کند [3].



شکل ۳ طیف عبوري و انعکاسي **AL**

نتیجه گیری

معمولا می‌توان از آینه‌ای که پوشش آلومینیوم دارد به‌عنوان بازتاب‌کننده نور لیزرهای فرابنفش در بازه ۴۰۰–۲۴۸ نانومتر استفاده کرد. برای جلوگیری اکسید شدن آینه آلومینیومی می‌توان یک لایه MgF_2 بر روی لایه آلومینیومی لایه‌نشانی نمود. این آینه با وجود آن‌که بازتاب بالایی در طول موج ۱۹۳ نانومتردارد، به‌علت پدیده نورکندگی در این طول موج و پایین بودن آستانه تخریب، در لیزر اگزایمر آرگون فلوراید مورد استفاده قرار نمی گیرد. ولی در رزوناتورهای اکسترنال لیزرهای کریپتون فلوراید و زنون کلراید کاربرد دارد.

مرجع‌ها

[1] D.J.Elliot, *Ultraviolet laser technology an applications*, Academic press(1995).

[2] M.M.Abdel-Aziz,Osama.A.Azim, L.A.Abdel – Wahab,M.M.Seddlik,UV *protection filters by dielectric multilayer thin films on Glass* Bk- 7 and Infrasil 301, *Science252(2006) 8716-8723.*

[3] M.F.Perea,J.A.Aznarez , J.C.Angos, J.I.Larruguert, J.A.Mendez , *Far Ultraviolet reflectance variation of MgF2- protected aluminum films under controlled exposure to the main components of atmosphere , Thin Solid film* 497(2006)249-253.

Archive of SID
www.SID.ir