Archive of SID

# بررسی مواد لایه نشانی شده در فرایند ساخت آینه داخلی طلا

قشلاقی،مریم[۱]؛ ملکی،محمدهادی[۱] ؛شفاعی، سیدرضا[۱]؛حجتی راد،هاشم[۱]؛ حیدرپور،فریده[۱]؛ باقی زاده،علی[۲]

[۱] آزمایشگاه لایه نشانی ،پژوهشکده لیزر واپتیک [۲]، آزمایشگاه واندوگراف ،پژوهشکده علوم هسته ای،

پژوهشگاه علوم وفنون هسته ای، انتهای خیابان کارگر شمالی، تهران

mgheshlaghi@aeoi.org.i

## چکیده

این مقاله تحقیقی تجربی پیرامون چگونگی لایه نشانی فلزات طلا و مس در انباشت لایه نازک می باشد.در نمونه های لایه نشانی شده با تغییر مقدار و چگالی مواد طلا و مس تعداد و نوع لایه ها تغییر نمود. نمونه های فوق الذکر توسط دستگاه لایه نشانی بالزر ۵۱۰ روی شیشه به روش PVD(انباشت فیزیکی بخار)ساخته شد. روش تبخیر مواد "تبخیر حرارتی" و فشار لایه نشانی $۴\times۱۰^{-۶}$ تور بود.وقتی در فرایند لایه نشانی از ۲,۵ گرم طلا و ۰,۵ گرم مس ,با دانسیته $۱۹,۳\ g/cm^3$ استفاده نمودیم,با آزمایش RBSمعلوم شد که نمونه ساخته شده ۶لایه دارد و اولین لایه بعد از شیشه دارای ۱۰٪ طلا و۹۰٪ مس است.بنابراین می توان از این آینه به عنوان آینه داخلی استفاده نمود.

# Study of coated materials in manufacture process Gold internal mirror

**Gheshlaghi, Maryam[1]; Maleki ,Mohammad Hadi[1];Shafaii,Seyed Reza[1];Hojati Rad,Hashem[1]; Heydarpor, Farideh[1];Baghizadeh ,Ali[2]**

*[1]Coating Lab., Laser and optics research school , [2] vandegraaff Lab., Nuclear Science and Technology school, Nuclear Science and Technology Research Institute (NSTRL),The end of North karegar Ave., Tehran,*
*Email: mgheshlaghi@aeoi.org.ir*

## Abstract

*This paper is an experimental study about deposition condition of Au &Cu in thin film coating .In coated samples with variation amount and density Au &Cu materials, kind and number of layers changed. The above mentioned sample were made by PVD coating (Physical Vaporation Deposition) with Balzers 510 machine ,on the glass substrates .Method of vaporization was "thermal evaporation" , with $4*10^{-6}$ Torr pressur . In coating process with 2.5 g Au & 0.5 g Cu And $\rho=19.3\ g/cm^3$, by RBS test is find, coated sample has 6 layers and next layer of glass has 10% Cu and 90% Au. Then, this sample is an internal mirror.*

*PACS No.*

## مقدمه

در فرایند ساخت آینه های داخلی طلا برای حصول بهترین نتیجه همواره در پی آن بودیم که اولین لایه انباشت شده روی شیشه از جنس طلا باشد تا بتوان از سطح شیشه به عنوان آینه داخلی استفاده نمود ولیکن به علت عدم چسبندگی مناسب طلای خالص به شیشه بر آن شدیم که از طلا و ماده دیگری استفاده نمائیم . به منظور ساخت آینه طلا که به عنوان بازتابنده نور در لیزرهای Co2مورد استفاده قرار می گیرد جهت ایجاد کیفیت و



www.SID.ir

Archive of SID

چسبندگی بهتر لایه ها بین زیرلایه و لایه طلا یک لایه واسط ، انباشت می گردد.در این پژوهش چون برآن بودیم که از سطح شیشه به عنوان سطح تابش نور استفاده کنیم الزاما می بایست اولین ماده ای که روی شیشه انباشت می شد؛ طلا باشد و سپس برای ایجاد چسبندگی و کیفیت بهتر سطح از یک لایه دیگر استفاده شد.پس از انجام لایه نشانی های متعدد با مواد مختلف بهترین نتیجه هنگامی حاصل گردید که اولین سطح انباشت شده بر روی زیرلایه،طلا و سپس مس و طلا باشد . چون از سطح شیشه به عنوان سطح تابش نور استفاده می شود ، لذا آینه داخلی طلا ساخته شد. به همین منظور مواد مختلفی را با طلا مورد آزمایش قرار دادیم و نتیجتا دو نمونه از آزمایشات نتایج مطلوبتری را بدست داد که در این مقاله به تفضیل مراحل ساخت نمونه و آزمایشات انجام شده روی آنها به همراه نتایج حاصله گزارش می شود.

## روش آزمایش

ساخت آینه داخلی طلا توسط دستگاه لایه نشانی مدل بالزر ۵۱۰ Balzer (510) با روش فیزیکی انباشت درخلاء (Physical Vaporation Deposition)PVD انجام پذیرفت. در آزمایشات انجام شده در دستگاه فوق مواد لایه نشانی با روش تبخیر حرارتی در فشار $۴\times۱۰^{-۶}$ تور تبخیر شد و روی زیر لایه ها انباشت گردید.در هر دو آزمایش از طلا و مس به عنوان مواد لایه نشانی که به اختصار لایه گفته می شود و از شیشه به عنوان زیر لایه استفاده می گردد.

### الف- ساخت نمونه ۱

در این آزمایش انباشت طلا و مس به صورت همزمان و در یک بوته به نسبت طلا۱.۵ 1.5 گرم و مس 1.5 گرم انجام می پذیرد. در فرایند لایه نشانی همواره پارامترهای سرعت تبخیر(rate ) و دانسیته مواد لایه نشانی (ρ)در دستگاه وارد می گردد . در این آزمایش سرعت تبخیر ۱ نانومتر بر ثانیه و دانسیته ۱۵ گرم بر $cm^3$ در نظر گرفته شد. پس از انجام لایه نشانی آزمایش RBS توسط دستگاه شتابدهنده واندوگراف۳ meV روی نمونه صورت گرفت در این آزمایش از ذرات هلیوم مثبت با انرژی فرودی ۲۲۰۰ keV وزاویه پراکندگی ۱۶۵ درجه استفاده می شود. . گزارش تعداد لایه ها طبق شکل شماره ۱ به شرح زیر می باشد : لایه اول طلا/ لایه دوم مس و لایه سوم شیشه ( زیر لایه ).

نمودار شماره ۵ تعداد شمارش شده ذرات به نسبت انرژی را نمایش می دهد.و چنانچه ملاحظه می شود بیشترین تعداد ذرات شمارش شده در این نمونه بین انرژی ۱۹۵۰تا ۲۰۵۰ کیلوالکترون ولت برای فلزات مس و طلا میباشد.

### ب- ساخت نمونه ۲

در این آزمایش انباشت طلا و مس به صورت همزمان و در یک بوته به نسبت طلا ۲,۵ گرم و مس ۰,۵ گرم انجام می پذیرد. در این آزمایش سرعت تبخیر ۱ نانومتر بر ثانیه و دانسیته ۱۹,۳ گرم بر $cm^3$ در نظر گرفته شد. پس از انجام لایه نشانی مانند مرحله قبل آزمایش RBS توسط دستگاه شتابدهنده واندوگراف۳ meV روی نمونه صورت گرفت در این آزمایش نیز مانند آزمایش قبل از ذرات هلیوم مثبت با انرژی فرودی ۲۲۰۰ keV وزاویه پراکندگی ۱۶۵ درجه استفاده می شود روی لایه صورت گرفت. گزارش تعداد لایه ها طبق شکل شماره ۲ به شرح زیر می باشد : لایه اول طلا / لایه دوم۳۰٪ مس و۷۰٪طلا / لایه سوم۵۰٪ مس و۵۰٪طلا/ لایه چهارم۷۰٪ مس و۳۰٪طلا/ لایه پنجم۹۰٪ مس و۱۰٪طلاو لایه ششم شیشه ( زیر لایه ).

نمودار شماره ۶ تعداد شمارش شده ذرات به نسبت انرژی را نمایش می دهد. چنانچه ملاحظه می شود تعداد ذرات شمارش شده در این نمونه بین انرژی ۱۹۰۰تا ۲۱۰۰ کیلوالکترون ولت بیشترین اندازه می شود.

## بررسی اپتیکی نمونه های ساخته شده

از هر یک از نمونه ها توسط دستگاه طیف سنج Carry 500

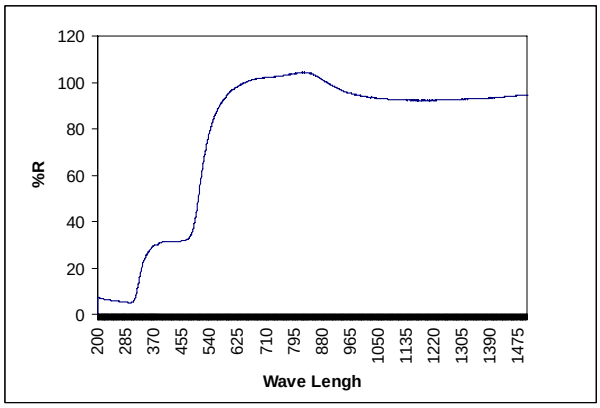


www.SID.ir

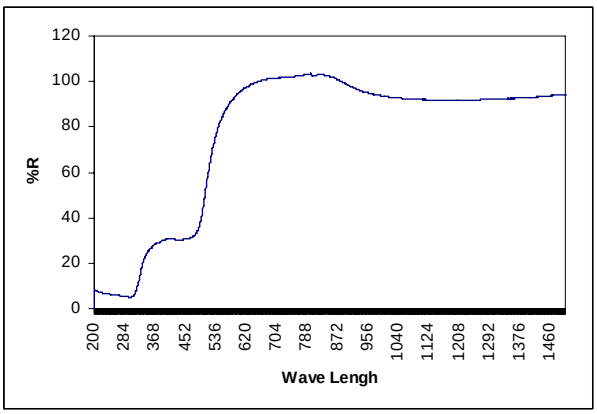
Archive of SID

طیف انعکاسی درزاویه تابش صفر درجه می گیریم. طیف انعکاسی نمونه ۱و ۲ به ترتیب در نمودارهای ۱و ۲ مشهود است. با بررسی طیف انعکاسی نمونه ها ملاحظه می نمائیم که میزان درصد انعکاس نور از آینه داخلی طلا در طول موج های بالاتر از ۶۰۰ نانومتر حدودا ۹۰٪ می باشد که برای آینه داخلی مطلوب می باشد.

در ضمن در هر دو نمونه چسبندگی لایه ها به زیر لایه بسیار خوب است.



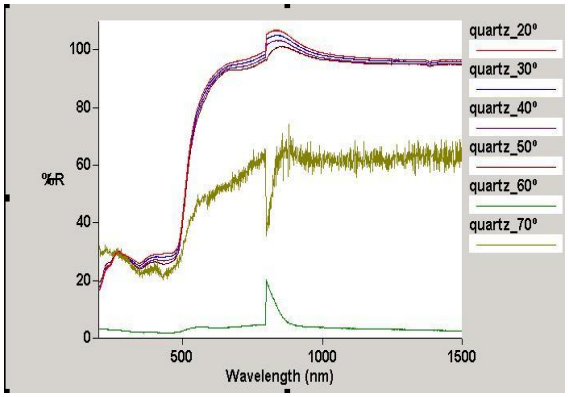

نمودار۱: طیف انعکاسی نمونه شماره ۱



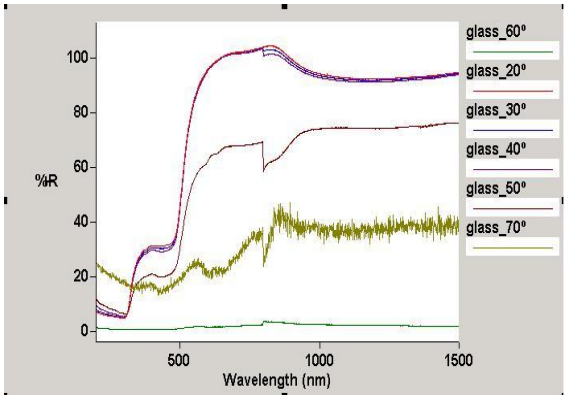

نمودار ۲: طیف انعکاسی نمونه شماره ۲

**همچنین برای هرکدام از نمونه های ۱و۲ عمل طیف سنجی را ۶ مرتبه در زوایای ۲۰،۳۰،۴۰،۵۰،۶۰،۷۰ درجه انجام دادیم .**

**طیف انعکاسی نمونه های ۱و۲ در زوایای مختلف در نمودارهای ۳و۴ مشاهده می شود.**




نمودار۳ : طیف حاصل از بازتابش نوراز نمونه۱ با زاویه نور فرودی °۲۰الی °۷۰




نمودار ۴ : طیف حاصل از بازتابش نوراز نمونه۲ با زاویه نور فرودی °۲۰الی °۷۰

**طیف انعکاسی نمونه ۱ در زوایای ۳۰،۴۰،۵۰و۲۰درجه برای طول موج های بالای۹۰۰ نانومتر حدودا ۱۰۰٪ می باشد حال آنکه برای زاویه ۶۰درجه درصد انعکاس حدود صفر است و در زاویه ۷۰ درجه درصد انعکاس نور ۶۰٪ است.**

**برای نمونه ۲ طیف انعکاس در زوایای ۲۰،۳۰،۴۰ درجه ۹۰٪(برای طول موج های بالاتر از ۹۰۰ نانومتر) و در زاویه ۵۰ درجه ۷۰٪ و در ۶۰ درجه درصد انعکس حدودا صفر و در ۷۰ درجه ،۴۰٪ می باشد.**

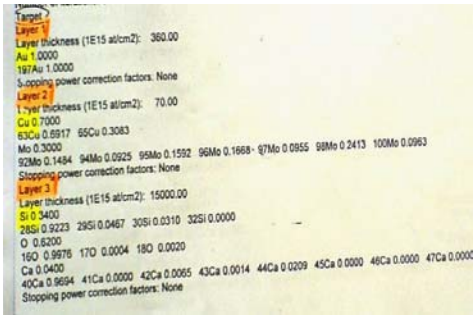
## نتیجه گیری



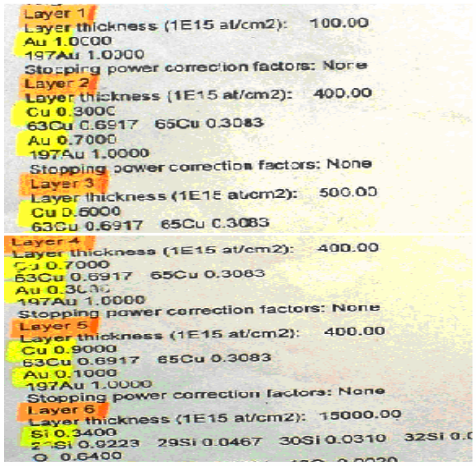
www.SID.ir

Archive of SID

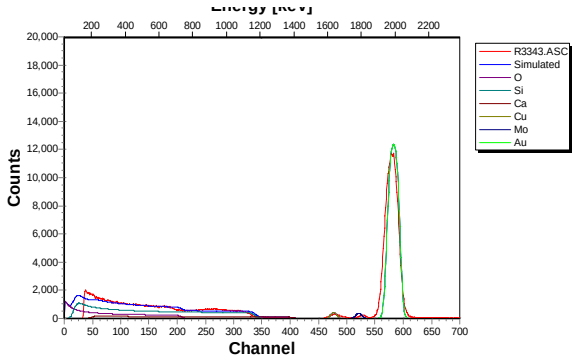
با بررسی نتایج RBS و تعداد لایه های دو آزمایش ملاحظه گردید که با تغییر مقادیر طلا و مس و تغییر المان ρ روی دستگاه لایه نشانی در تعداد و نوع لایه های انباشت شده تغییر ایجاد شد.چنانچه دانسیته را $19,3\ g/cm^3$ ببندیم و میزان طلا ۲,۵ گرم و مس ۰,۵ گرم قرار دهیم(نمونه ۲)آینه ساخته شده ۶ لایه دارد و اولین لایه پس از شیشه دارای ۹۰٪ مس و ۱۰٪ طلا است ولیکن اگر دانسیته $15g/cm^3$ و طلا و مس را هر کدام ۱,۵ گرم قرار دهیم (نمونه ۱) لایه های انباشت شده ۳ لایه است که لایه نزدیک زیر لایه از جنس مس است و لایه بعدی طلاست .بنابراین نمونه شماره ۲ را می توان به عنوان آینه داخلی استفاده نمود چرا که نزدیکترین لایه به زیر لایه ۱۰٪ طلا دارد و چسبندگی لایه ها بسیار خوب است.



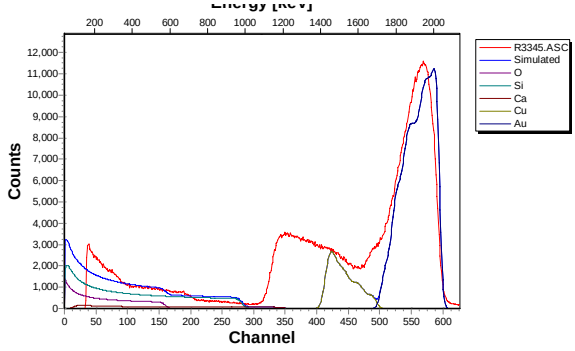

شکل ۱: گزارش تعداد لایه ها در نمونه شماره۱




شکل ۲: گزارش تعداد لایه ها در نمونه شماره۲




نمودار ۵: تعداد ذرات شمارش شده در نمونه شماره ۱




نمودار ۶: تعداد ذرات شمارش شده در نونه شماره ۲

## مرجع‌ها

[1] H.A. Macleod; "*Thin film optical filters*"; (1986)
[2] Wolf and Born; "*Principles of optics*"; (1982)



www.SID.ir