

خواص ساختاری ومغناطیسی چندلایه ای های نامتجانس Fe(20Å)/Ag(XÅ)/Co(20Å)

پریسا قهرمانی نژاد^{(۲۰۱}؛ محمودرضایی رکن آبادی^{(۲۰} ؛ محمد بهدانی^{(۲۰} ؛ احمد امیرآبادیزاده^۳ و مجتبی محمدی^{(۲}

۱- گروه فیزیک ، دانشکده علوم پایه ، دانشگاه فردوسی مشهد ، مشهد

٢- آزمایشگاه تحقیقاتی لایه نازک ، گروه فیزیک ،دانشکده علوم پایه ،دانشگاه فردوسی مشهد ، مشهد

۳-گروه فیزیک ، دانشگاه بیرجند ، بیرجند

چکیده – چندلایه ای مغناطیسی (Ag(XÅ)/Ag(XÅ)/Ag(XÅ) با ضخامتهای متغییرلایهجداکننده Ag توسط دستگاه تبخیرحرارتی در خلاً کاری⁻⁷ mbar اید ۲ لایه نشانی شدند. خواص ساختاری نمونهها توسط CRD و همچنین پاسخ مغناطیسی نمونهها دردماهای پایین توسط سیستم اندازه گیری خواص فیزیکی(PPMS) و دردمای اتاق توسط مغناطیس سنج نمونه مرتعش (VSM) بررسی شد. محور آسان مغناطش برای این نمونه ها درون صفحهای اندازهگیری شد.اندازهگیریهای مغناطیسی نشاندهنده تغییر در نوع جفتشدگی چندلایهای با تغییردر ضخامت لایه جداکننده Agاست. باکاهش ضخامت لایه جداکننده افزایش در ممانمغناطیسی نمونهها دیده شد. همچنین با افزایش دما، مغناطش نمونهها و *H* کاهش یافته است .

كليدواژه- چندلايهاي مغناطيسي ، لايه جداكننده ، منحنى پسماند، محور اسان مغناطش

structural and magnetic properties of Fe(20Å) /Ag(xÅ)/Co(20Å) hetro-multilayers

Parisa Ghahramaninezhad^{1,2}, Mahmoud Rezaei Rokn-abadi^{1,2}, Mohammad Behdani^{1,2}, Ahmad Amir abadi zade³, Mojtaba Mohmmadi^{1,2}

1-Physics Department, Faculty of science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad

2-thin film research lab, Physics Department, Faculty of science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad 3.Physics Department, Birjand university, Birjand

Abstract- We have deposited Fe/Ag/Co multilayer by physical vapor deposition (PVD)method in different Ag thickness as spacer working in a vacuum of 2×10^{-6} mbar. The structural properties , magnetic response of the samples at low temperatures and room temperature was investigated by XRD, physical properties measurement system (PPMS) and vibrating sample magnetometer (VSM) respectively. Hysteresis loops show that the easy axis of magnetization is in plane of the film . Magnetic measurements show dependence of exchange coupling as a pattern of Ag thickness as spacer. magnetic moment shows increasing with decrease of spacer thickness. Also the magnetization and Hc of samples decrease with increasing temperature.

Keywords: Magnetic multilayer, spacer, Hysteresis curve, easy axis of magnetization

۱–مقدمه

بخش عمدهای از فیزیک ماده چگال ،متکی بر تحقیقات اساسی وکاربردی در تولید مواد جدید با پیکربندی غيرمعمول قرار مي گيرد. مواد مغناطيسي زير بناي علمي برای شمار جدیدی از فناوریها میباشد و همچنین علاقه به سمت سیستم های چندلایهای مغناطیسی به طور فزایندهای افزایش پیدا کرده است.[۱-۲] جفتشدگی نوسانی به دلیل تناوبی بودن جفتشدگی فرومغناطیسی وپادفرومغناطیسی بین لایههای فرومغناطیس به عنوان تابعی از ضخامت لایه جداکننده در بسیاری از سیستم-های چندلایهای مغناطیسی وغیرمغناطیسی دیده شده است.[۳] این مطلب اساس کشف پدیده ای به نام مقاومت مغناطیسی غول آسا(GMR) به شـمار مـی رود . ایـن اثـر برای اولین بار بر روی غشای نازک Fe/Cr/Fe و چندلایه-ای Fe/Cr کشف شد. قدرت جفتشدگی بین لایههای آهن تابع نوسانی از ضخامت لایه جداکنندهی کروم است.[۴–۵] جفتشدگی نوسانی تبادلی بین چندلایهایها نتيجه برهم كنش تبادلي غيرمستقيم انجام شده توسط الکترونهای رسانای لایه جداکننده می باشد. [۶] در این گـزارش بــا اســتفادہ از دســتگاہ تبخیــر حرارتــی درخــلأ چندلایـه ایهـای (Fe(20Å)/Ag(XÅ)/Co(20Å بـا لایـه جداکننده Ag با ضخامت های مختلف آماده سازی شدند و توسط مشخصهیابی های NRD ، XRD و توسط مشخصه vibrational sample , Mesurement sy stem (PPMS) magnetometer (VSM) مورد بررسی قرار گرفتند.

۲-آماده سازی نمونه ها وکار های تجربی

برای ساخت نمونه ها از دستگاه تبخیر حرارتی درخلا مدل(Edwords E306)، زیرلایهها از جنس سیلیکون و از مواد اولیه آهن،کبالت، نقره با خلوص بالا استفاده شده است. دستگاه قبل از عملیات لایه نشانی به مدت ۲۴ ساعت در خلأ بوده که در نهایت خلاً پایه به میزان ساعت در خلاً بوده که در نهایت خلاً پایه به میزان ماعت در خلاً بوده که در نهایت خلاً پایه به میزان ماعت در خلاً بوده که در نهایت خلاً پایه به میزان ماعت در خلاً بوده که در نهایت خلاً پایه به میزان ماعت در خلاً بوده که در نهایت خلاً پایه به میزان ماعت در خلاً بوده که در نهایت خلاً پایه به میزان ماعت در خلاً بوده که در نهایت همان ۲۰۸۴ مات محامت مای مای در برابر اکسید شدن از آلومینیوم برای محافظت از لایه در برابر اکسید شدن

استفاده شده است. نمونهها تا زمان ارسال برای آنالیز در خلأ بوده اند وسپس آنالیز PPMS ، VSM ، XRD انجام شده است.

ساختار چندلایهایها توسط پراش پرتو X بررسی شد. وهمچنین پاسخ مغناطیسی نمونهها با استفاده از اندازه-گیری منحنی پسماند با اعمال میدان در راستاهای موازی و عمود بر صفحه فیلم در دمای اتاق و همچنین در دما-های پایین تر از دمای اتاق با اعمال میدان در راستای عمود بر صفحه فیلم توسط PPMS در دانشگاه ولنگونگ استرالیا بررسی شده است. جدول ۱ ضخامت نمونههای جایگذاری شده به صورت تجربی را نشان می دهد.

نوع لايه	نمونه ۱	نمونه۲	نمونه۳
Fe	۲۰Å	۲۰Å	۲۰Å
Ag	۱۰Å	۲۰Å	۴۰Å
Co	۲۰Å	۲۰Å	۲۰Å

جدول ۱-ضخامت نمونه ها

۳-نتایج ساختاری ومغناطیسی

نتايج ساختارى

شـكل (۱) طـرح پـراش پرتـو ايكـس بـراى چندلايـهاى Fe/Ag/Co اسـت كـه بيـانگر تشـكيل سـاختارمكعبى درچندلايهاى مىباشد. وپيكهاى اهن ونقره داراى جهت-Ag(220), Ag(222), Ag(111), Ag(200) تيـرى Fe(011), Fe(002), Fe(112)



شکل۱- طرح پراش پرتو ایکس چندلایهای Fe/Ag/Co

نتايج مغناطيسي

درشکل ۲ و۳ اثر تغییر دما (۱۰۰،۱۵۰،۲۰۰،۲۵۰) بر روی منحنی پسماند برای نمونه ۲ و نمونه ۳ بررسی شده است. با مشاهده منحنی پسماند نمونهها، مشاهده می شود که همه نمونهها با دماهای متفاوت، دارای مغناطش مانده کوچکی هستند و مغناطش اشباع بالایی دارند و همچنین با افزایش دما مساحت حلقه پسماندکم شده، در واقع مغناطش نمونهها و Hc کاهش یافته است.



شکل ۲- منحنی پسماند برای نمونه ۲در دماهای مختلف



شکل۳-منحنی پسماند نمونه ۳ در دماهای مختلف

مقایسه منحنی پسماند برای نمونه ها با ضخامت لایه جداکننده ۲۰ و ۴۰ انگسترومی در دمای ۱۰۰کلوین نشان می دهد که با کاهش ضخامت نقره یک افزایش در ممان مغناطیسی وجود دارد.همچنین تغییر در جفت شدگی بین لایه ها با تغییر در ضخامت لایه جداکننده Ag دیده می-

شودکه نمونه ۲ فرومغناطیس ونمونه ۳ پادفرومغناطیس است (شکل ۴).



شکل۴-مقایسه منحنی پسماند بـرای ضـخامت ۲۰ و ۴۰ انگسـترومی نقره.

نمودار مغناطش برحسب دما (شکل ۵) برای نمونـه ۲ بـه وضوح نشان میدهدکه بـا افـزایش دمـا مغنـاطش نمونـه کـاهش یافتـه اسـت، کـه مـیتوانـد تاییـدی بـر رفتـار فرومغناطیسی نمونه باشد.



شکل۵- منحنی مغناطش برحسب دما برای نمونـه ۲ در میـدان ۵۰۰ میلی تسلا.

نمودار مغناطش برحسب دما برای نمونه ۳ (شکل۶) به وضوح نشان میدهدکه با افزایش دما تا دمای نیل مغناطش نمونه افزایش یافته است، که میتواند تاییدی بر رفتار پادفرومغناطیسی نمونه باشد. و سپس شاهد تغییر فاز پادفرومغناطیس به پارامغناطیس میباشیم . سطح نمونهها

نتيجهگيرى

باکاهش ضخامت لایه جداکننده افزایش در ممان مغناطیسی دیده میشود .همچنین تغییردر جفتشدگی بین لایهها با تغییردر ضخامت لایه جداکننده Ag دیده می شود که نمونه ۲ فرومغناطیس و نمونها و پادفرومغناطیس است و با افزایش دما مغناطش نمونهها و مقدار Ch کاهش یافته است . و همچنین محور آسان مغناطش برای این نمونهها درون صفحهای است.

سپاسگزاری

با سپاس وقدردانی فراوان از جناب آقای دکتـر قربـانی بـه دلیل اندازهگیری در دانشگاه ولنگونگ استرالیا .

مراجع

- [1] U. Hartmann, *Magnetic Multilayers*, Springer, Berlin, Heidelberg, 2000.
- [2] C. BirliksEeven, A. Bek, H. Z. Durusoy, A Magnetization and GMR Study on Multilayered Fe/Ag/Co Thin Film, p.1101-1106, Tr. J. of Physics, 1999.
- [3] V. K. Snakaranarayanan, S. T. Lakshmikumar, Investigation of Co/Ag Discontinuous multilayers prepared by UHV electron beam evaporation, p. 15-23, J. surface Sci. Technol, 2006.
- [4] Cho, T.S., et al., Interfacial diffusion in Fe/Cr multilayers studied by synchrotron X-ray techniques, p.1748-1751, physica status solidi (b), 2004.
- [5] Kac, M., et al., Structural and magnetic characterization of Fe/Cr/Fe tri-layers and Fe/Cr multilayers after swift Au ion irradiation, p. 1855-1859, physica status solidi (a), 2008.
- [6] Grunberg, P., et al., Layers Magnetic Structures : Evidence for Antiferromagnetic couupling of Fe Layers across Cr Interlayers, p. 2442-2445, Physical revivw letters, 1986.



شکل۶- منحنی مغناطش برحسب دما برای نمونـه ۳ در میـدان ۵۰۰ میلی تسلا.

منحنی پسماند در دمای 300K برای اعمال میدان در راستاهای موازی و عمود برصفحه فیلم در شکل ۷ و ۸ به ترتیب نشان داده شده است. با توجه به شکل ۷ و ۸ به وضوح مشخص است که جهت گیری آسان مغناطش در راستای موازی با صفحه ودرون صفحه ای است.



شکل ۷- منحنی پسماند دردمای اتاق برای میدانهای موازی با سطح نمونهها



شکل۸- منحنی پسماند در دمای 300K برای میدانهای عمودی با