بیست و دومین کنفرانس سیترای ایران





۵وع اسفندماه ۱۳۹۴ دانتگاه نرد

اندازه *گ*یری پهن شدگی دوپلری تابش نابودی پوزیترون در نمونههای مگهمیت و مگهمیت جانشانی شده با روی

عسگریان، سید مرتضی ^(۱) – کارگر، زهره^{* (۱)} – مظفری، مرتضی^(۲)

۱ - دانشگاه شیراز، دانشکده علوم، بخش فیزیک ۲-دانشگاه اصفهان، دانشکده علوم، گروه فیزیک

چکيده:

در این پژوهش با اندازه گیری پهن شدگی دوپلری گامای حاصل از نابودی پوزیترون و الکترون به برر سی محل قرار گیری حفره های کاتیونی موجود در ساختار اسپینل Fe_{2-y}Zn²⁺3y₂O₃ (۰/۶۶، ۵/۰، ۲/۰، ۲/۱۰، ۱/۰، ۰/۰ = ۷) پرداخته شده است. اندازه گیریها نشان میدهند پوزیترون در جایگاههای چهاروجهی و هشت وجهی ایجاد شده با آنیونهای اکسیژن گیراندازی می شوند. برای نمونهی مگهمیت خالص حفرهها در جایگاههای هشت وجهی قرار دارند. برای نمونهی ۱/۰=۷ حفرهها در جایگاههای چهاروجهی قرار دارند. در سایر نمونههای مورد بررسی حفرهها بین جایگاههای چهار وجهی و هشت وجهی و مشت وجهی دارند.

maghemite, S and W parameter, ratio curve, Doppler broadening annihilation :كلمات كليدى:

مقدمه :

طیف سنجی نابودی پوزیترون^۱ تکنیکی شناخته شده برای بررسی حجمهای باز و عیوب با بار منفی در مواد می باشد. پوزیترونهای وارد شده به جامد در چند پیکوثانیه انرژیشان را از دست می دهند و به انرژی گرمایی میرسند. این پوزیترونها در جامد پخش شده و با الکترونی از محیط نابود شده و غالباً دو پرتو گامای ۵۱۱ ایجاد می کنند [۱]. انرژی کل فوتونهای نابودی برابر است با $B = -\frac{1}{2} + \sqrt{m_0^2 c^4} + p_{-2}^{-2} + \sqrt{m_0^2 c^4} + p_{-2}^{-2}$ انرژی سکون انرژی کل فوتونهای نابودی برابر است با $B = -\frac{1}{2} + \sqrt{m_0^2 c^4} + p_{-2}^{-2} + \sqrt{m_0^2 c^4} + p_{-2}^{-2}$ انرژی سکون و پوزیترون ایود شده باعث با مای در مور ایرژی می اندرژی فوتونهای نابودی می باشند. تکانه ی پوزیترونهای و پوزیترون نابود شده باعث جابه جایی دوپلری عک در انرژی فوتونهای نابودی می شود. چون تکانه ی پوزیترونهای که در ماده به انرژیهای گرمایی رسیده دخیلی کوچک است (p_+) جابه جایی دوپلری غالباً ناشی از تکانه ی الکترون می باشد. با فرض اینکه $P_-c(m_0c^2)$ انرژی یکی از فوتونهای نابودی برابر با $E_B - E_1 = m_0c^2 - E_B/2 + \Delta E$ با با در و انرژی

¹ Positron annihilation spectroscopy (PAS)



بیت و دومین کنفرانس سیترای ایران



۵وع اسفندماه ۱۳۹۴ دانتگاه نرد

 p_L فوتون دیگر ΔE متناسب با مولفهی طولی $E_2 = m_0 c^2 - E_B/2 - \Delta E$ تکانهی الکترون در جهت گسیل فوتون میباشد: $\Delta E = rac{p_L c}{2}$. بنابراین جابه جایی دوپلری اطلاعاتی دربارهی توزیع تکانهی یک بعدی الکترون هایی که یوزیترون ها را نابود می کنند به دست می دهد [۲]. در طیف اندازه گیری شده به وسیلهی تکنیک پهن شدگی دوپلری، دو ناحیهی اصلی متمایز میشود: یک ناحیه با تکانهی کم نزدیک به محل قله طیف که نابودی پوزیترون با الکترون های والانس را بیان میکند و دیگری ناحیهای با تکانهی زیاد در کنارههای طیف که به واسطهی نابودی با الکترونهای با تکانهی زیاد در داخل اتمها است. معمولا دو پارامتر S و W برای بررسی این دو ناحیه به کار برده می شود. با این دو پارامتر استخراج اطلاعاتی دربارهی نوع و غلظت عیوب با حجم باز در نمونههای مورد بررسی امکان پذیر میشود [۳]. از آنجا که آشکار شده است که ویژگیهای الکتریکی و مغناطیسی غیرعادی در تعداد زیادی از نانومواد ناشی از پیکربندی اتمی متغییر به علت انواع متفاوت از تنش ها در ماده میباشد. این واقعیت باعث شده مطالعات عیوبی مانند حفرهها و تغییرات ساختاری مربوط به این عیوب مهم بوده و در سال های اخیر اطلاعات قابل دسترس از اندازه گیریهای نابودی پوزیترون بسیار مورد توجه قرار گیرد. در این پژوهش با اندازه گیری پهن شدگی دوپلری گامای نابودی پوزیترون و با کمک آشکارسازهای HPGe و NaI(Tl) به بررسی توزیع حفرهها در جایگاههای A و B در نمونههای مگهمیت و مگهمیت جانشانی شده با روی میپردازیم. مگهمیت دارای ساختار اسپینل وارون میباشد که ساختاری مشابه مگنتایت Fe₃O4 دارد با این تفاوت که در تعدادی از جایگاهها، کاتیونهای فلزی قرار نمی گیرند و خالی باقی میمانند. اندازه گیریهای پراش نوترون، موزبائر و اندازه گیری مغناطیسی دما پایین نشان دادهاند که برای مگهمیت حفرهها تمایل دارند در جایگاههای B قرار گیرند و توزیع حفره به صورت _BO₄، B(Fe³⁺)_A[Fe³⁺)_A], یان می شود که ⊗ نشان دهنده ی حفره می باشد.

روش کار :

نانوپودرهای مگهمیت و مگهمیت جانشانی شده با ⁺²Fe_{2-y}Zn²⁺_{3y/2}O₃) Zn²⁺ با γ-۲۰٬۰/۱۰ (۲۰/۰٬ ۲۰/۰، (۲۰/۰، (۷۰/۰) (۷۰/۰، (۷۰/۰) (۷۰/۰) (۲۰/۰) از طریق اکسایش نانوپودرهای مگنتایت و مگنتایت جانشانی شده با ⁺²Fe_{2-y}Zn²⁺xO₄) Zn²⁺ به و اندازه گیریهای پراش پرتو X تکفاز بودن و تصویربرداری FESEM نانو بودن ابعاد ذرات را تایید کردهاند [۴]. در این پژوهش برای تعیین توزیع حفرهها بین زیرشبکههای ساختار اسپینل در نمونههای تهیه شده، پهن شدگی دوپلری گامای ۵۱۱ keV ایجاد شده از نابودی پوزیترونها در درون نانوپودرهای تهیه شده اندازه گیری شد. برای این کار از یک آشکارساز ژرمانیوم با خلوص بالا (HPGe) و آشکارساز (NaI(TI) استفاده شد. آشکارساز HPGe مورد استفاده دارای بازده ۴۰ درصد با توان



بیست و دومین کنفرانس سیترای ایران



۵وع اسفندماه ۱۳۹۴ دانشگاه نرد

تفکیک NaI(TI برای قلهی ۶۱۱ keV در چشمهی ¹³⁷Cs میباشد. آشکارساز (NaI(TI مورد استفاده ساخت شرکت Bicron بوده و پیش تقویت کنندهی مدل ۱۳۳ و تقویت کنندهها و MCA ساخت شرکت Ortec مورد استفاده قرار گرفتند. چشمهی رادیواکتیو مورد استفاده در این پژوهش ²²Na ²² با شدت ۱۵ میکروکوری بوده که برای جلوگیری از آلودگی نمونههای مورد بررسی این چشمه بین دو ورق مایلار به ضخامت mm ۷ قرار داده شد. نانوپودرهای مورد بررسی به اندازه کافی در دو طرف چشمه قرار داده شد تا اطمینان حاصل شود که تمام پوزیترونهای خروجی از چشمه در داخل نانوپودرها نابود می شوند. نحوهی قرار گیری سیستمهای اندازه گیری در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱. نمای سیستم اندازه گیری برای پهن شدگی دوپلری گامای نابودی با دو آشکارساز HPGe و (NaI(Tl

از آنجا که پس زمینه در اندازه گیری با تک آشکارساز HPGe زیاد است و تحلیل ها برای پهن شدگی های زیاد در ناحیهی پرانرژی طیف دچار مشکل می شود از یک آشکارساز دیگر برای کاهش پس زمینه استفاده می شود. طیف سنجی پهن شدگی همزمان بر اساس تعیین دقیق انرژی هر دو فوتون نابودی می باشد. اندازه گیری همزمان هر دو فوتون نابودی پس زمینه را کاهش می دهد که منجر به مشاهدهی دنبالهی پر انرژی قلهی نابودی می شود که از پوزیترونهای نابود شده با الکترونهای درونی اتمها می باشد. چون الکترونهای مرکزی مشخصههای اتمی شان را حفظ می کنند و به وسیلهی پیوندهای بلور متاثر نمی شوند، تحلیل دنبالهی تکانه زیاد در قلهی 40 همزمان ترا حفظ می کنند و به وسیلهی نابودی را ممکن می سازد [۲]. برای بهبود بخشیدن نسبت قله به پس زمینه یک راه کار این است که پالس های خروجی ما ۱۹۷۸ از آشکارساز PGe به وسیلهی یک سیگنال آنالوگ همزمان تولید شده به وسیلهی آشکارساز دومی که به صورت هم خط در مقابل HPGe قرار گرفته و گامای نابودی دوم را ثبت می کند گیت شود. این آشکارساز دوم می تواند



بىيت و دومىن كىفرانس ستە اى اىران



۵وع اسفندماه ۱۳۹۴ دانشگاه نرد

یک آشکارساز با توان تفکیک پایین تر مانند (NaI(TI باشد. نمای این روش اندازه گیری در شکل ۱ نشان داده شده است. طیفهای دوپلر به دست آمده از نمونهها به طیف دوپلر یک نمونه آلومینیوم بدون عیب به عنوان مرجع تقسیم می شوند تا منحنیهای نسبی به دست آیند. با این کار منحنیهای به دست آمده برای نمونههای مختلف را می توان با نتایج دیگری که منحنیهای نسبی آنان نسبت به AI به دست آمده را مقایسه کرد. برای بررسی طیفهای پهن شدگی دوپلر دو پارامتر اندازه گیری می شوند. یکی پارامتر S که ناشی از الکترونهای با تکانه کم در اطراف حفره می باشد و دیگری پارامتر W که ناشی از نابودی پوزیترون با الکترونها با تکانه ی زیاد که الکترون های داخلی اتمهای اطراف حفرهها می باشند. این

$$S = \frac{\sum_{i=-6}^{6} N_i(\Delta E)}{\sum_{i=-46}^{46} N_i(\Delta E)} \quad , \ W = \frac{\sum_{i=-46}^{-13} N_i(\Delta E) + \sum_{i=13}^{46} N_i(\Delta E)}{\sum_{i=-46}^{46} N_i(\Delta E)}$$

eV که (ΔE) تعداد شمارش ها در هر کانال می باشد. در این روابط i=0 معادل با E_1 - E_2 =2 ΔE =0 و هر کانال معادل با Ni(ΔE) که Ni(ΔE) تعداد شمارش ها در هر کانال معادل با Ni(ΔE) در بازه ای که پارامتر S در بازه کا خ

نتايج :

در شکل ۲ طیف انرژی برای چشمه ²²Na اندازه گیری شده با یک آشکارساز HPGe و نیز با همان آشکارساز که با یک آشکارساز (NaI(Tl همزمان شده را نشان میدهد. همان طور که مشاهده می شود پس زمینه به اندازهی قابل ملاحظه ای در اطراف قلهی انرژی ۵۱۱ keV کاهش یافته است.









شکل ۲. طیف انرژی گرفته شده با یک آشکارساز HPGe و همزمان شده با آشکارساز (TI) برای نمونهی مگهمیت. شکل ۳ نشان دهندهی منحنیهای نسبی است که از طیف های همزمان شده ی هر نمونه نسبت به طیف همزمان برای آلومینوم بدون عیب می باشد. تمام منحنیهای نسبی دارای قلهای در mo³mo¹ 10³ m¹ می باشند که نشان دهندهی این است که پوزیترون برای تمام نمونهها در حفرههای کاتیونی احاطه شده به وسیله آنپونهای اکسیژن نابود شدهاند. قلههای مشابهی در پژوهش های انجام شده بر روی اکسیدهای فلزی مختلف مشاهده شده است [۵-۷]. ارتفاع مختلف برای قلهها در منحنیهای نسبی، ناشی از نابودی پوزیترونها در حفرههای ناشی از زیرشبکههای مختلف می باشد. برای نمونه ی O0 منحنیهای نسبی، ناشی از نابودی پوزیترونها در حفرههای ناشی از زیرشبکههای مختلف می باشد. برای نمونهی O0 جایگاه های هشت وجهی از شش آنیون اکسیژن تشکیل شده اند در حالی که جایگاههای چهار وجهی از چهار آنیون اکسیژن ایجاد شدهاند و تعداد یون اکسیژن تشکیل شده اند در حالی که جایگاههای چهار وجهی از چهار آنیون با الکترونهای درونی آنیونهای اکسیژن در این جایگاههای هشت وجهی بیشتر است. در نتیجه احتمال نابودی پوزیترون ها این نمونه انتظار داریم توزیع کاتیونی به صورت می آرههای هشت وجهی بیشتر است. در نتیجه احتمال نابودی پوزیترونها منحنی نسبی کمترین مقدار را دارا می باشد از داریم در حالی که جایگاههای چهار وجهی از چهار آنیون با الکترونهای درونی آنیونهای اکسیژن در این جایگاهها بیشتر شده و دامنه منحنی نسبی افزایش می باد. در نتیجه برای این نمونه انتظار داریم توزیع کاتیونی به صورت می آرهای هشت وجهی می منجی نسبی افزایش می باد. در نتیجه برای منحنی نسبی کمترین مقدار را دارا می باشد انتظار داریم حفرههای چهار وجهی قرار گرفته باشند. برای نمونههای دیگر که دامنهی منحنی نسبی آنها بین این دو نمونه است انتظار داریم که موره در و گرفته قرار گرفته همزمان شده منحنی می می فره می می ده رو می گره قرار گرفته باشند. برای نمونههای دیگر که دامنهی منحنی نسبی آنها بین این دو نمونه است انتظار داریم که حفرهها در هر دو جایگاه قرار گرفته

www.SID.ir

بیت و دومین کتفرانس سته ای ایران





۵وع اسفندماه ۱۳۹۴ دانشگاه نرد



برای نمونههای y=0.24 و y=0.50 که دامنه یآن ها به نمونه ی y=0.0 نزدیکتر است انتظار داریم اکثر حفرهها در جایگاه های B باشند در حالی که برای نمونه های y=0.36 و y=0.66 انتظار است که بیشتر حفره ها در جایگاه های A قرار گرفته باشند. تغییرات پارامتر S بر حسب W نشان دهنده ی نوع عیوبی هستند که پوزیترون ها در آن ها گیراندازی می شوند. همان طور که در شکل ۳ دیده می شود تمام نقاط بر روی یک خط راست قرار دارند که بیانگر آن است که پوزیترون ها در نمونه های مختلف در گیراندازه ای یکسان که همان حفره های کاتیونی جایگاه های A و B می باشند که به وسیله ی یون های اکسیژن احاطه شده است، نابود می شوند.

بحث ونتيجه گيرى :

در این پژوهش حفرههای موجود در ساختار مگهمیت و مگهمیت جانشانی شده با روی (y = -y - y - Fe_{2-y}Zn²⁺³y/2O3) مرد، ۹/۲۰، ۲/۲۰، (y = (y = y - y - y) با استفاده از پهن شدگی دوپلری گامای نابودی زوجهای الکترون - پوزیترون تعیین شدند. دیده شد که برای نمونه ی 9.01 – y =0.11 حفرهها در جایگاههای هشت و جهی قرار دارند. برای نمونه ی 9.01 – y - حفرهها در جایگاههای هشت و جهی قرار دارند. برای نمونه ی 1.10 – y - مفرهها در جایگاههای هشت و جهی قرار دارند. برای نمونه ی 9.01 – y - مفرهها در جایگاههای هشت و جهی قرار دارند. برای نمونه ی 1.10 – y - حفرهها در جایگاههای هشت و جهی قرار دارند. برای نمونه ی 9.01 – y - مفرهها در جایگاههای هشت و جهی قرار دارند. برای نمونه ی 9.01 – y - مفرهها در جایگاههای هشت و جهی قرار دارند. برای نمونه ی و از گرفته اند. برای سایر نمونه ها حفره ها در هر دو جایگاه A و B قرار گرفته اند. برای نمونه ی 8.01 می باشند. مای ۵.02 – مفرههای B قرار دارند در حالی که برای دو نمونه ی دیگر اکثراً در جایگاه های A می باشند.

مراجع :





بیت و دومین کنفرانس ،سترای ایران



۵وعراسفندماه ۱۳۹۴ دانشگاه نرد

[1]R. Krause-Rehberg, H.S. Leipner, positron annihilation in semiconductors: defect studies, springer-verlag, Berlin Heidelberg, 1999.

[2]J. Čížek, M. Vlček, I. Procházka, Digital spectrometer for coincidence measurement of Doppler broadening of positron annihilation radiation, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment, 623 (2010) 982-994.

[3]R. Brusa, W. Deng, G. Karwasz, A. Zecca, Doppler-broadening measurements of positron annihilation with high-momentum electrons in pure elements, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms, 194 (2002) 519-531.

[4] M. Mozaffari, S. Shatooti, M. Jafarzadeh, M. Niyaifar, A .Aftabi, H. Mohammadpour, S. Amiri, Synthesis of Zn 2+ substituted maghemite nanoparticles and investigation of their structural and magnetic properties, Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 382 (2015) 366-375.

[5]A. Mukherjee, M. Banerjee, S. Basu, P. Nambissan, M. Pal, Gadolinium substitution induced defect restructuring in multiferroic BiFeO3: case study by positron annihilation spectroscopy, Journal of Physics D: Applied Physics, 46 (2013) 495309.

[6]K.B. Modi, N.H. Vasoya, V.K. Lakhani, T.K. Pathak, P. Nambissan, Crystal Defects and Cation Redistribution Study on Nanocrystalline Cobalt-Ferri-Chromites by Positron Annihilation Spectroscopy, International Journal of Spectroscopy, 2013 (2013.(

[7]M. Chakrabarti, D. Sanyal, A. Chakrabarti, Preparation of Zn (1-x) CdxFe2O4 (x=0.0, 0.1, 0.3, 0.5, 0.7) and 1.0) ferrite samples and their characterization by Mössbauer and positron annihilation techniques, Journal of Physics: Condensed Matter, 19 (2007) 236210.