

Juliano Augusto Schneider

Julian Penkov Geshev, Luis Gustavo Pereira e João Edgar Schmidt
 Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil
 contato: julianojas@gmail.com

Exchange Bias

O fenômeno *exchange bias* (EB) foi observado pela primeira vez por Meiklejohn e Bean [1] há 56 anos, manifestado principalmente pelo deslocamento do ciclo de histerese quando um material ferromagnético (FM) está em contato atômico com um antiferromagnético (AF). Desde então, tem havido um grande interesse na área devido aos desafios científicos apresentados e ao grande potencial de aplicação em dispositivos magnetoelétrônicos.

Amostras

As amostras são filmes finos de composição nominal representada na Fig.1, onde t_{NiFe} é a espessura do *permalloy*, variada entre 0 e 1,5 nm. O *permalloy* é um material FM macio, isto é pequenos campos magnéticos são suficientes para saturá-lo. Camadas de diferentes espessuras deste material foram depositadas entre as camadas de IrMn e Co, a fim de mediar o efeito EB. Todas as amostras foram submetidas a tratamentos térmicos e irradiações iônicas com diferentes fluências, ambos na presença de campo magnético externo.

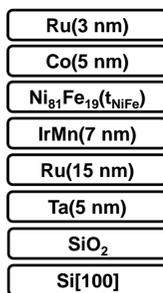


Fig. 1

Motivação e Objetivos

A estabilização da magnetização em cabeçotes de leitura de discos rígidos e a fixação da magnetização da camada magnética presa em válvulas de spin são exemplo de aplicações do efeito EB. No entanto as teorias que buscam descrever sistemas reais com *exchange bias* ainda não estão completas. Desta forma, este trabalho apresenta algumas alterações no efeito EB provocadas por tratamentos térmicos e irradiações iônicas.

Tratamento térmico e irradiação iônica

Os dois processos têm a finalidade de ativar o efeito EB nas amostras. Estudados separadamente buscamos encontrar parâmetros que otimizem o efeito nas amostras e suas possíveis consequências nos domínios magnéticos.

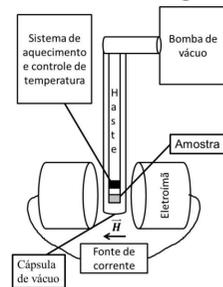


Fig.2: esquema do forno resistivo

Parâmetros do tratamento térmico:

T = 210 °C
 P ≈ 10⁻⁶ mbar
 H = 2.1 kOe
 Δt = 15 min

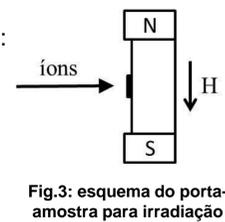


Fig.3: esquema do porta-amostra para irradiação

Parâmetros das irradiações iônicas:

Íons de He⁺
 E = 40 keV
 I = 100 nA
 H = 5.1 kOe
 Doses (íons/cm²)
 5x10¹³, 1x10¹⁴,
 5x10¹⁴, 1x10¹⁵

Resultados

A partir das curvas de magnetização obtidas por meio de um *Alternating Gradient Force Magnetometer* (AGFM) foi possível calcular a intensidade do campo de EB (H_{EB}). Esse valor representa a intensidade da interação de troca entre as camadas AF e FM.

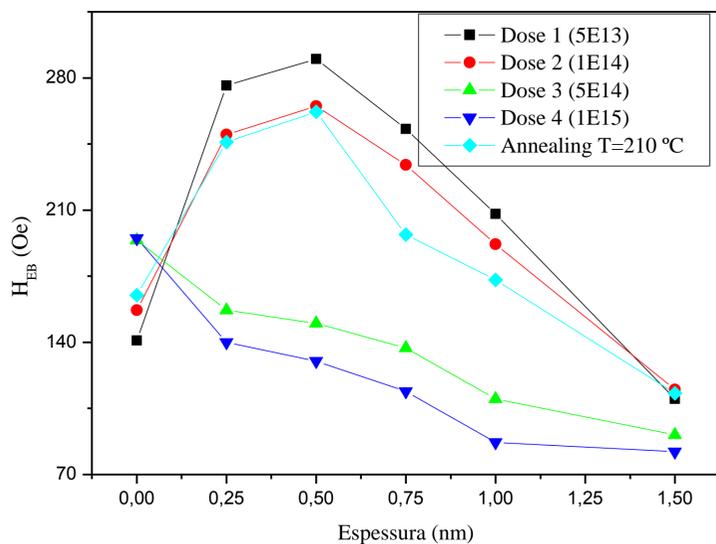


Fig.4: Campo de EB em função da espessura da camada de *permalloy* para diferentes processos de ativação do efeito.

- ✓ A variação do H_{EB} como função da espessura da camada de *permalloy* é mostrada na fig.4. Sabendo que o H_{EB} das amostras "como-feitas" é de aproximadamente 20 Oe, fica claro que tanto o processo de tratamento térmico quanto as irradiações iônicas foram capazes de ativar o efeito EB.
- ✓ Analisando o comportamento das curvas Dose 1, Dose 2 e Annealing observa-se a presença de um máximo no H_{EB} referente à 0,5 nm de espessura da camada de Ni₈₁Fe₁₉.
- ✓ O aumento do H_{EB} é atribuído um acréscimo no número de spins não-compensados na interface AF/FM provocado pela camada de *permalloy*.
- ✓ A fig.5 apresenta um comportamento de queda do H_{EB} com o aumento da dose nas irradiações em amostras com uma camada de *permalloy* entre as de IrMn e Co. No entanto, o comportamento se inverte na amostra em que o contato entre as camadas de IrMn e Co é direto. Neste caso doses maiores produzem um aumento no H_{EB} .

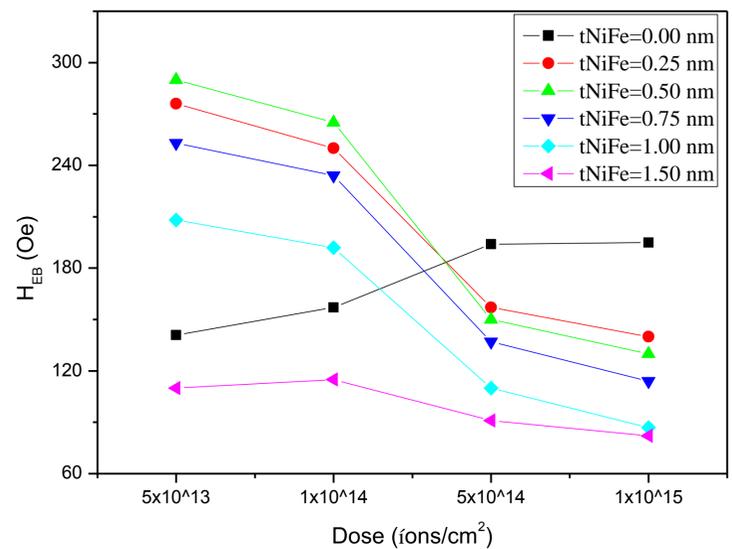


Fig.5: Campo de EB em função da dose de íons de He⁺ usada na irradiação de amostras com diferentes espessuras da camada de *permalloy*.

Uma das possibilidades de interpretação do comportamento observado na fig.5 sugere que a camada de *permalloy* torne as amostras mais suscetíveis as ativações do efeito EB em doses mais baixas de irradiações, o que concorda com o fato de a amostra sem Ni₈₁Fe₁₉ possuir um provável máximo em doses de íons mais altas.

Perspectivas

Essas amostras apresentaram um grande potencial científico devido aos novos comportamentos observados em diferentes processos experimentais. Com isso, o trabalho terá sequência com a realização de novas irradiações, em diferentes doses, buscando comprovar o comportamento esperado.

Referências Bibliográficas

- [1] MEIKLEJOHN, W. H.; BEAN, C. P., New magnetic anisotropy. *Physical Review*, v.102, n.5, p. 1413-1414, June 1956.
- [2] NICOLODI, S., L.C.C. M. NAGAMINE, A.D.C. VIEGAS, J. E. SCHMIDT, L.G. PEREIRA, C. DERANLOT, F. PETROFF, AND J. GESHEV, Copper spacer thickness dependence of the exchange bias in IrMn/Cu/Co ultrathin films., *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, v. 316, p. e97, 2007.
- [3] NICOLODI, S., Estudo do *Exchange Bias* em filmes finos de IrMn/Al₂O₃/Co e IrMn/Cr/Co., *Tese de Doutorado*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011.