

Análise de Transferência de Spin através de nanoponteiras

O fenômeno de transferência de spin foi introduzido primeiramente na comunidade científica por Slonezewski e Berger em 1996. Esse fenômeno, derivado da magnetorresistência gigante, é uma forma de controle de magnetização de um material através da passagem de corrente spin-polarizada. Entretanto, a diferença notória entre estes dois efeitos é que a transferência de spin controla a magnetização por meio da corrente elétrica enquanto que a magnetorresistência gigante por meio do campo externo aplicado.

Para entender a transferência de spin, é necessário entender alguns pressupostos da magnetorresistência gigante. Esse fenômeno consiste, basicamente, na variação da resistência elétrica devido à mudança relativa de magnetização das camadas magnéticas do material em análise. Por exemplo, sendo um sistema tricamada, em que duas delas sejam ferromagnéticas intercaladas com uma de material não magnético (FM/NM/FM), se faz variar o campo magnético externo aplicado. Graficamente, em uma curva de campo magnético versus resistência do material, a resistência máxima ocorre quando as magnetizações das duas camadas ferromagnéticas estão em sentido antiparalelos e a mínima ocorre quando essas estão em sentido paralelo. Slonezewski concluiu que esse controle poderia também ser feito por meio da corrente elétrica, denominando esse efeito de transferência de spin.

Portanto, para a transferência de spin, se faz passar uma corrente spin polarizada perpendicularmente ao plano da amostra. Essa corrente é capaz de transferir momentum angular de spin para as camadas ferromagnéticas do sistema, o que se manifesta como um torque sobre a sua magnetização. Esse efeito pode causar parcial ou completa reversão da magnetização das camadas do filme. Entretanto, para a visualização do mesmo, é necessária uma alta densidade de corrente. Assim, utilizamos de pontas de tungstênio com extremidade nanométrica, obtida através de eletrocorrosão, como contato para a passagem de corrente. Esse nanocontato foi escolhido em razão da sua fabricação e manuseio simplificados.

As amostras utilizadas na pesquisa, feitas via Sputtering, possuem diferentes configurações para que possamos observar as variações do efeito. Para amostras com duas camadas ferromagnéticas separadas por um espaçador não-magnético, temos duas possíveis conformações: a camada ferromagnética mais espessa está mais próxima do substrato do filme ou mais externa. Nessa série, a camada polarizadora, ou seja, aquela que provoca o torque sobre a outra, é a mais espessa, devido à maior quantidade dos portadores de spin. Para cada conformação obtemos uma curva característica do efeito. Quando essas amostras são medidas com pontas de tungstênio recobertas por material magnético, obtemos uma anomalia do efeito: para campos externos baixos, a camada mais espessa do filme, deixa de ser a polarizadora e a camada sobre a ponta assume essa característica.

A fim de verificar a veracidade dessas informações, passamos a medir amostras com somente uma camada magnética. Observamos as mesmas curvas anteriores corroborando a afirmativa anterior. Por esse motivo, voltamos a medir amostras com bicamadas e pontas magnéticas com campos externos altos. Foi verificado que a nova curva possui três patamares diferentes de resistência, ou seja, ocorreu uma associação entre as três camadas, de forma que o alto campo externo aplicado facilitasse o torque pela camada polarizadora nas demais.

Dessa maneira, este projeto tem como objetivo verificar quais as configurações preferenciais de amostras para que ocorra a transferência de spin e fazer uma análise experimental sobre as curvas medidas.