

GERAÇÃO E DETECÇÃO DE CORRENTES DE SPIN EM NANOESTRUTURAS MAGNÉTICAS POR MEIO DO EFEITO SEEBECK DE SPIN

Universidade Federal de Viçosa

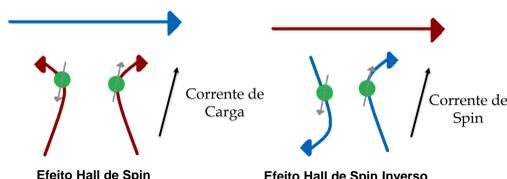
Autores

Sávio de Andrade C. F. Genovêz, Joaquim Bonfim Santos Mendes

Introdução

Podemos descrever o efeito Seebeck como a produção de uma diferença de potencial entre duas junções de materiais distintos quando estes estão com diferentes temperatura. Em geral, os materiais utilizados nessa junção devem ser condutores ou semicondutores. No cotidiano, a aplicação desse efeito pode ser encontrado em pequenos refrigeradores, em geradores térmicos de energia elétrica e sensores de temperatura. Por outro lado, recentemente foi descoberto o Efeito Spin Seebeck (ou Spin Seebeck Effect - SSE) [1]. Tal descoberta tem o princípio semelhante ao do efeito Seebeck clássico, entretanto no caso do Efeito Seebeck de Spin é gerada uma corrente de Spin em um material ferromagnético quando aplicamos um gradiente de temperatura neste material. Com a descoberta do Efeito Seebeck de Spin, surgiu um novo campo de estudo dentro da Caloritônica (que é a área que relaciona os fenômenos térmicos aos fenômenos elétricos), a Spin Caloritônica, sendo essa última a área especializada em estudos sobre efeitos termoeletrônicos em Spintrônica e nanomagnetismo [2]. Nosso trabalho foi baseado na geração de correntes de spin em diferentes heteroestruturas através da técnica Efeito Seebeck de Spin. Para tanto, inicialmente foi escrito um programa utilizando a linguagem de programação gráfica LabVIEW para o controle dos equipamentos envolvidos no experimento de corrente de spin gerada através do SSE. Após isso, trabalhamos no aperfeiçoamento do aparato experimental para realização das medidas. Desse modo, o presente trabalho também vem possibilitando o desenvolvimento do projeto de construção de um eletroímã que será utilizado na montagem da técnica de SSE. Todo o aparato foi montado no Departamento de Física da UFV e está sendo otimizado continuamente. Finalmente, com a montagem completa, nós utilizamos diferentes amostras para inspecionar o pleno funcionamento da técnica de SSE montada. Dentre os resultados alcançados, já conseguimos medidas de SSE realizadas em filmes condutores de platina (Pt) crescidos sobre substratos de YIG (granadas de ítrio e ferro) que estão em concordância com resultados da literatura [3]. A platina é um excelente material para a detecção da corrente de Spin por apresentar um alto acoplamento spin órbita e, por sua vez o YIG é um material ferromagnético isolante que apresenta baixas perdas magnéticas.

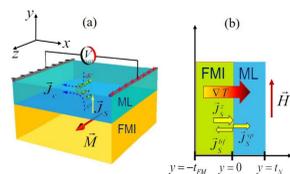
EFEITO HALL DE SPIN



$$\vec{J}_c = \theta_{SH} \left(\frac{2e}{\hbar} \right) \vec{J}_S \times \hat{\sigma}$$

Onde θ_{SH} é o ângulo de SHE, \vec{J}_S é a corrente de spin e $\hat{\sigma}$ é a direção da polarização de Spin

EFEITO SPIN SEEBECK



A figura ilustra uma bicamada formada por um Material ferromagnético isolante (FMI)/Material Metálico (ML) usada para investigar o Efeito Spin Seebeck (SSE).

- (a) Ilustra Conversão de Corrente de Spin em corrente de carga pelo efeito Spin Hall Inverso
(b) Coordenadas usadas para calcular as correntes de spin geradas por um gradiente de temperatura perpendicular ao plano da bicamada.

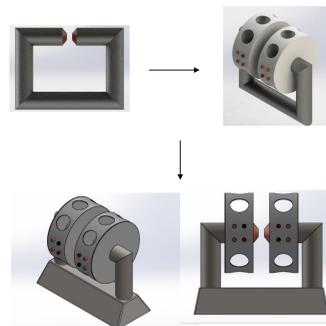
$$J_S = -C_S \nabla T$$

Objetivos

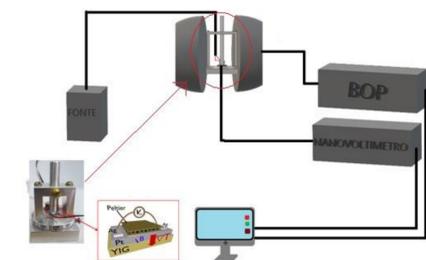
Utilizar o Efeito Seebeck de Spin para estudar a geração de correntes de Spin em heteroestruturas com dimensões nanométricas formadas por filmes finos ferromagnéticos crescidos sobre materiais semicondutores ou metálicos.

Material e Métodos

MONTAGEM DO ELETROÍMÃ

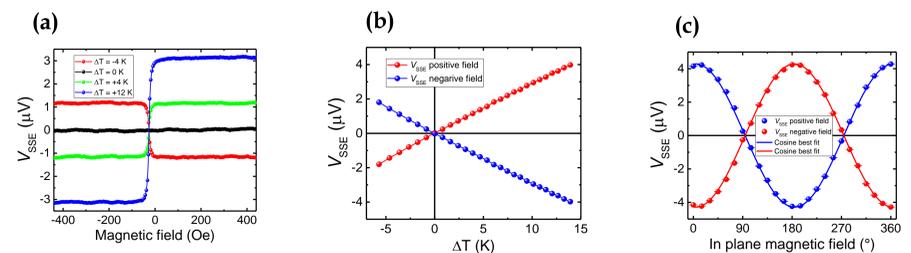


MONTAGEM DO APARATO COMPLETO



Resultados e Discussão

Os resultados seguintes foram obtidos a partir da amostra de YIG/Pt (4nm) e cada um dos gráficos (a), (b) e (c), podem ser descritos como:



- (a) Tensão spin Seebeck em função do campo magnético para diferentes gradientes de temperatura;
(b) Comportamento linear da tensão V_{SSE} em função do gradiente de temperatura;
(c) Medida de SSE com variação angular e com valor fixo para $\Delta T = 13$ K

Conclusões

- 1 - Foi confeccionado um programa em LabVIEW utilizado para o controle do experimento Efeito Spin Seebeck ;
- 2 - Foi criado um aparato experimental eficiente para medidas de SSE;
- 3 - Foi desenvolvido um projeto de construção de um eletroímã para ser utilizado no aparato do SSE;
- 4 - Os resultados obtidos para a bicamada de YIG/Pt (amostra de controle) são satisfatórios de acordo com a literatura.

Bibliografia

- [1] K. Uchida et al., Nature (London) 455, 778 (2008).
- [2] G. E. W. Bauer, E. Saitoh, and B. J. van Wees, Nat. Mater. 11, 391 (2012).
- [3] J. B. S. Mendes et al., Phys. Rev. B 89, 140406(R) (2014).

Apoio Financeiro



Agradecimentos

Agradeço primeiramente aos meus pais por me possibilitarem de estar aqui, ao Professor Joaquim B. S. Mendes por me acompanhar, orientar e instruir nessa atividade por 2 anos consecutivos e a Universidade Federal de Viçosa pelas oportunidades oferecidas ao longo dos anos corridos.