



Eletrodeposição de $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ para estudo de magneto-transporte e efeito Seebeck em isolantes topológicos - caracterização das propriedades elétricas e magneto-elétricas de materiais topológicos avançados para aplicação em eletrônica de Spin

Aluna: Bruna Fernandes Baptista

Introdução

Isolantes Topológicos são materiais que, em sua porção volumétrica, possuem propriedades elétricas de isolantes. Já em sua superfície, comportam-se como sistemas condutores [1]. Materiais termoelétricos são materiais que apresentam alto coeficiente Seebeck, alta condutividade elétrica e baixa condutividade térmica.

O $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ foi o primeiro isolante topológico encontrado experimentalmente, podendo ser facilmente obtido por diversas técnicas de síntese, tais como reação de estado sólido, eletrodeposição e deposição por vapor físico. É um material estável em temperaturas e pressões ambientes, o que permite a sua utilização em dispositivos tecnológicos.

Conhecendo o caráter topológico desse material, o objetivo proposto é o crescimento de filmes finos de BiSb com composição variável, para estudar a magnetorresistência e o coeficiente Seebeck em função do campo magnético. O maior interesse nesse composto é uma transição de isolante topológico para semimetal de Dirac em composições próximas de 4%Sb e 96%Bi.

Resultados e conclusão

Foram utilizados filmes espessos cuja carga de deposição era de $10^6 \mu\text{C}$, o que equivale a, aproximadamente, $1 \mu\text{m}$ de espessura. Houveram tentativas de crescer filmes mais espessos, porém, esses filmes acabavam por formar queloides e cair do substrato. Os contatos elétricos foram feitos conforme o croqui (Figura 1), com uma medida aproximada de 4cm^2 , de acordo com o espaço disponível no porta-amostra.

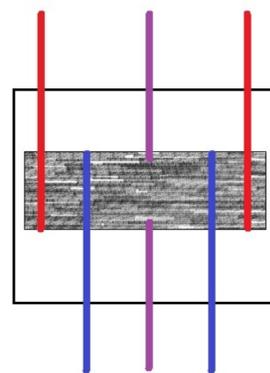


Figura 1: Croqui esquematizando o contato elétrico feito no filme fino. A amostra (representada com o sombreado) fica posicionada no centro de uma placa de cobre isolada. Os fios, representados em roxo, azul e amarelo. Os eletrodos representados em vermelho são eletrodos de corrente (cuja função é garantir uma passagem de corrente elétrica bem definida pela amostra); os eletrodos azuis são eletrodos de tensão 4-P (não-locais; a função é medir a tensão elétrica); o fio representado em roxo também são eletrodos de tensão, chamados eletrodo-HALL.

Metodologia

Optou-se por utilizar o método de eletrodeposição para o crescimento dos filmes. Foi utilizada uma solução aquosa de 100ml de composição dada a seguir:

Substância	Valores referência (para 100ml)	Valores reais (aprox.)
Bi_2O_3	0,5893 g	0,5899 g
Ac. Tartárico	2,9691 g	2,9689 g
Sb_2O_3	0,1141 g	0,1141 g
Ac. Nítrico	7,1 ml	7,0 ml

Tabela 1: Composição da solução inicial.

O substrato utilizado para todas as amostras foi uma placa de ouro de 1 cm X 1 cm. As correntes elétricas e potenciais de deposição foram modificados conforme as amostras, para obter a estequiometria desejada. Após os filmes serem depositados, foram preparados os contatos elétricos, para poder ser realizada a medição da resistividade das amostras.

Com os resultados da primeira análise de resistividade à temperatura ambiente, poderemos observar se o filme apresenta as características desejadas para o projeto.

A análise de resistividade em temperatura ambiente apresentou um valor de $6,4 \mu\Omega.\text{cm}$; entretanto, o comportamento em relação à concentração de BiSb apresentado foi diferente do esperado e, portanto, decidiu-se diminuir a concentração da solução, numa tentativa de encontrar o comportamento esperado. A quantidade de Bi_2O_3 foi diminuída em 10X; as quantidades de ac. Tartárico e Sb_2O_3 , em 5x. Dessa maneira, esperava-se crescer filmes mais espessos em uma placa de ouro mais fina em relação à utilizada até a análise de resistividade.

Comparando-se os gráficos da voltametria (Figuras 2 e 3) de ambas as soluções, observa-se um deslocamento considerável na localização dos picos de deposição e oxidação. Outra grande diferença foi observada no tempo de deposição das amostras, que variaram entre 1h e 20h. As amostras anteriores cresciam em poucos minutos.

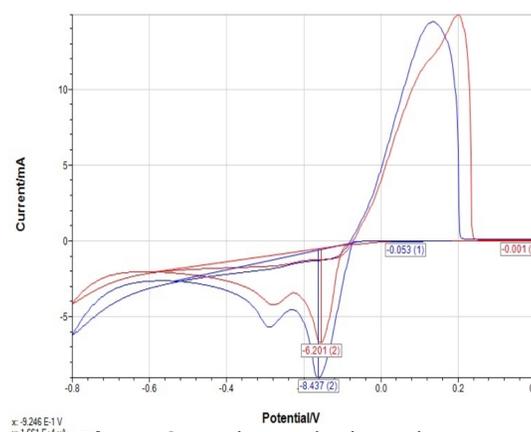


Figura 2 – Voltametria dos valores-referência das primeiras amostras.

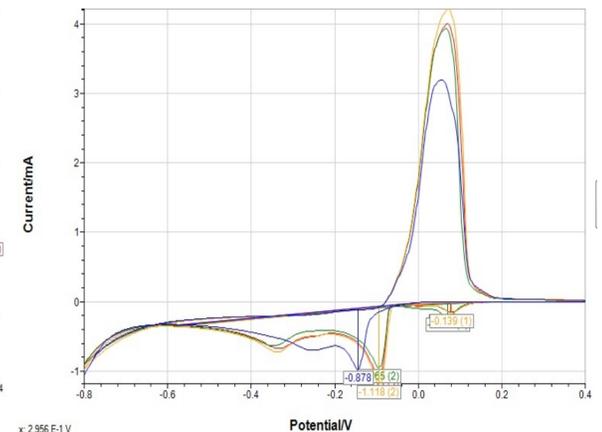


Figura 3 – Voltametria das novas amostras.

Nesses novos parâmetros não houve a formação de queloides nem a queda dos filmes do substrato.

Referências:

- [1] Hasan, M. Z.; Kane, C. L., Colloquium: Topological insulators. Rev Mod Phys 2010, 82 (4), 3045-3067