Síntese e caracterização de nanofios do composto férmion pesado CeIn_3

Caique C. Rodrigues*, Dina Tobia, Karoline O. Moura, Camilo B. R. Jesus, Kleber R. Pirola, Pascoal J. G. Pagliuso

Resumo

Estamos aqui propondo a síntese e a caracterização de nanofios de CeIn_3 através da técnica de nanonucleação por fluxo metálico (NNFM). O objetivo deste projeto é estabelecer as rotas de síntese de nanofios de CeIn_3 , controlando o diâmetro entre 20nm e 500nm e caracteriza-los por medidas de susceptibilidade magnética, calor específico, microscopia (TEM), NMR e difração de elétrons para que se possa relacionar os efeitos da variação da dimensionalidade do sistema com suas propriedades físicas.

Palavras-chave:

Nanofio, Supercondutor, Magnetismo.

Introdução

O estudo do papel da dimensionalidade nas propriedades físicas de sistemas como o CeIn_3 ganhou nova perspectiva com o desenvolvimento de um método de produção de nanofios denominado técnica de nanonucleação por fluxo metálico (NNFM)¹. A partir dos resultados obtidos em amostras monocristalinas (sistema massivos tridimensionais), pretendemos estender esta análise à sistemas de nanofios monocristalinos (sistemas unidimensionais).

Devido à flexibilidade do composto para se fazer dopagem e/ou substituição nos diferentes sítios cristalográficos, este sistema é uma excelente oportunidade para estudar de forma sistemática o efeito RKKY, a dimensionalidade nas interações no efeito Kondo, a criticalidade quântica e, particularmente, obter um melhor entendimento na inter-relação entre magnetismo e supercondutividade não convencional em sistemas de férmions pesados².

Resultados e Discussão

Para sintetizar os nanofios utilizamos como substrato membranas de alumina porosa (Al_2O_3). Durante este tempo foi discutido quais as melhores rotas de se produzir tais membranas pois pode-se dizer que a obtenção de nanofios depende quase que unicamente delas.

O método utilizado para se produzir as membranas se chama “Hard Anodization”. Após muita discussão sobre como poderíamos otimizar o processo de produção e testar fatores importantes da membrana como, por exemplo, variar o diâmetro dos poros, foi possível decidir uma metodologia fixa e sistemática.

Com as membranas prontas pudemos começar então as primeiras tentativas de nucleação de nanofios através da técnica NNFM. Foi colocado sobre a melhor membrana que tínhamos 0,4037g de Cério e 3,3081g de Índio e o sistema foi levado para o forno para que se começasse a difusão dos metais para dentro dos poros.

Após todo o processo o resultado foi positivo e, como pode ser visto na Figura 1, houve nucleação de nanofios de CeIn_3 .

Figura 1. Imagem obtida por microscopia eletrônica de transmissão (TEM) de nanofios nucleados nos poros de uma membrana porosa de alumina.

Conclusão

Nós tivemos sucesso na obtenção de nanofios de CeIn_3 com diâmetros controlado entre 50nm e 100nm. Os próximos passos para este projeto consistem na obtenção de dados que caracterizem o sistema, tais como a suscetibilidade magnética e o calor específico, e na criação de técnicas para que se consigam membranas com diâmetros maiores do que 100nm.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a FAPESP e a Unicamp pelo apoio financeiro e pela excelente oportunidade de estudos como estes.

¹ Pirola, K. R. et al. Processo de produção de nanofios monocristalinos intermetálicos. BR patent 10 2014 019794 0 issued 11 Aug. 2014.

² G.R. Stewart, Reviews of Modern Physics 74 (4): 797-855 OCT 2011

³ W. Lee, R. Ji, U. Gösele, K. Nielsch, Fast fabrication of long-range ordered porous alumina membranes by hard anodization. Nat. Mater. 5, 741-747 (2006)