

Efeito da Incorporação de Manganês no Espectro Raman do $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ Universidade Federal de Viçosa

P. H. C., Alves (pietro.Alves@ufv.br); S. O., Ferreira (sukarno@ufv.br); E. N. D., Araújo (eduardo.araujo@ufv.br).

Departamento de Física

Palavras-chave: Cristalização, Espectroscopia Raman, CdMnTe, Epitaxia de Feixe Molecular.

Introdução

Atualmente, a indústria eletrônica tem buscado desenvolver novos materiais que possam potencializar o efeito de fotomemória em baixa dimensionalidade. Um material promissor para esse objetivo é o semiconductor CdTe (telureto de cádmio), que possui um gap de $\sim 1,5$ eV e alta absorção na região do espectro visível da luz. Esse material é constituído por um elemento da família IIB (Cd) e por outro da família VIA (Te). O CdTe é o composto com menor temperatura de fusão (1092 °C) dentre os compostos do grupo IIB-VIA. Uma das formas de alterar as propriedades optoeletrônicas do CdTe é através da introdução de íons magnéticos de metais de transição na rede cristalina do material. Estes íons substituem os sítios compostos por íons de cádmio. Essa nova liga pertence a classe dos semicondutores magnéticos diluídos (SMD) que, ao mesmo tempo que mantém as propriedades importantes dos semicondutores, adquire novas propriedades magnéticas. O $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ (CMT) é um SMD que possui um grande *gap* dependente da concentração de Mn, tornando-o promissor para o uso em detectores de radiação gama e raio-x, isolantes ópticos, células solares, lasers e fotomemórias.

Objetivos

Este trabalho tem como objetivo estudar o efeito da incorporação de manganês nos modos vibracionais de amostras de $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ crescidas pela técnica de epitaxia por feixe molecular (MBE). As investigações do presente trabalho objetivam também elucidar questões relativas ao fenômeno de fotocristalização, em estudos que envolvem a transição da fase amorfa para a fase cristalina em precipitados de telúrio presentes nos filmes sintetizados por técnicas de epitaxia.

Material e Métodos

Foram utilizados filmes finos de $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$, com diferentes frações molares (x) de Mn, crescidos por meio da técnica de MBE. Os filmes sintetizados foram caracterizados por meio da técnica de espectroscopia Raman.

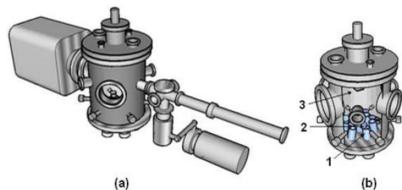


Figura 1: Sistema de MBE do Departamento de Física da UFV. Em (a) podemos ver o externo do sistema, no qual a parte central é a câmara de crescimento. Em (b) vemos a parte interna da câmara com três de seus componentes, sendo (1) célula de Knudsen ou de efusão, (2) obturadores e (3) porta-substrato.

Apoio Financeiro



Resultados e Discussão

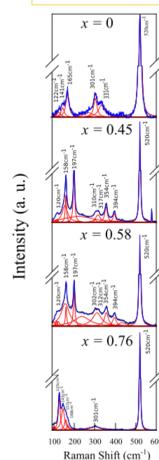


Figura 2: Espectro Raman e ajustes dos filmes de $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ com diferentes frações molares de Mn (x).

Todos os espectros mostraram o modo de vibração óptico longitudinal (LO, da sigla em inglês) do CdTe no número de onda de 165 cm^{-1} para $x=0$ e $x=0,76$, e em 158 cm^{-1} para $x=0,45$ e $x=0,58$. Além disso, também mostraram a segunda ordem desse modo (2LO) em 331 cm^{-1} para $x=0$ e 317 cm^{-1} para $x=0,45$. A partir dessas mudanças nas posições, podemos observar que o modo LO sofre um *redshift* até a concentração $x=0,58$ e, em seguida, quando aumentamos x para $0,76$, esse modo sofre um *blueshift*, retornando para próximo da posição inicial. O *redshift* observado pode ser explicado pelo fato da adição de Mn na rede do CMT diminuir a intensidade da ligação entre os átomos cádmio e telúrio, provavelmente devido a efeitos de transferência de carga. Na alta concentração de Mn, trabalhos anteriores mostram que há formação de precipitados de MnTe na superfície do filme, o que é sugerido pelo *blueshift* que observamos. Além disso, em todos os valores de x observamos os picos em torno de 122 cm^{-1} , que correspondem ao modo de vibração A1 do Te cristalino, e os picos em 140 cm^{-1} , que são intensos para $x=0$ e $x=0,76$, correspondem ao modo de vibração E1 do Te.

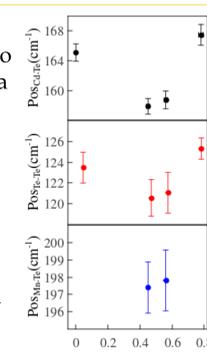


Figura 3: Dependência da posição dos modos vibracionais com a concentração de manganês.

Conclusões

No presente trabalho foi possível investigar, através de espectroscopia Raman, o efeito da incorporação de Mn no espectro Raman do CMT produzido por MBE. Este trabalho contribuiu para o entendimento dos efeitos da substituição do Cd por Mn na rede do CMT, o que é importante para os estudos envolvendo a fotocristalização do Te amorfo. Foram produzidas amostras com concentrações variadas, chegando-se até a alta concentração de 76% de Mn. Através da análise dos espectros, observou-se que o modo LO, referente à ligação CdTe, sofre um *redshift* de aproximadamente 7 cm^{-1} até uma concentração de Mn de 58%. Porém, aumentando-se a concentração de Mn até um valor de 76%, observa-se que o mesmo modo sofre um *blueshift*, retornando aproximadamente para a sua posição inicial. Como perspectiva, pretende-se fabricar novas amostras em altas concentrações de Mn, com intuito de descrever um modelo para o comportamento observado experimentalmente. Espera-se também correlacionar os resultados aqui encontrados com o efeito da incorporação de Mn na fotocristalização do Te no CMT.

Bibliografia

- FURDYNA, J. K. Diluted magnetic semiconductors. p. 37, [s.d.].
Epitaxial growth and characterization of $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ films on Si(1 1 1) substrates. *Journal of Crystal Growth*, v. 522, p. 25–29, 15 set. 2019.
PEREIRA, R. DE O.; DE, E. N. D. Efeito da Concentração de Mn na Fotocristalização do Te Amorfo em Filmes Finos de CdMnTe crescido por Epitaxia por Feixe Molecular. p. 34, [s.d.].

Agradecimentos

Meus agradecimentos a aqueles que contribuíram com este trabalho: Prof. Dr. Eduardo Nery pela oportunidade, pelo treinamento em laboratório e pela paciência, Prof. Dr. Luciano Moura, Prof.ª Dra. Mariana Brandão e Prof.ª Dra. Andreza Germana pelas discussões nas reuniões da equipe, à CNPq e à FAPEMIG.