



Crescimento de monocamadas de MoTe_2 por MBE e sua caracterização estrutural por microscopia de tunelamento por varredura.

Wellington D. Pereira*, Luis H. de Lima, Abner de Siervo.

Resumo

Dicalcogenetos de metais de transição (TMD) quando em monocamadas têm recebido forte atenção nos últimos anos. Para isto, o método mais empregado é a esfoliação mecânica, que não permite produzir monocamadas de uma forma escalável para produção industrial. Para tanto, faz-se necessário desenvolver métodos de crescimento de filmes finos de TMD utilizando técnicas como a Molecular Beam Epitaxy - MBE. Este projeto se deteve na produção de filmes finos de MoTe_2 sobre $\text{Gr/Ir}(111)$ pela técnica de MBE, a posterior caracterização estrutural foi realizada por X-ray Photoelectron Spectroscopy - XPS e Scanning Tunneling Microscopy - STM. Os resultados indicam a intercalação de Te entre o $\text{Gr/Ir}(111)$, gerando regiões de menor corrugação, e a formação de nanoilhas de MoTe_2 .

Palavras-chave:

Estrutura de superfície, Difração de fotoelétrons, Dicalcogenetos de metais de transição.

Introdução

Estruturas bidimensionais de dicalcogenetos de metais de transição (TMD) tem atraído grande interesse da comunidade científica devido a suas possíveis aplicações em novos dispositivos em eletrônica e fônica. Apesar disso, estruturas bidimensionais de MoTe_2 apresentam baixa fotosensibilidade, dificultando suas aplicações em fototransistores.

No entanto, recentemente, Kuiri et al. [1], desenvolveram fototransistores de alta precisão através de uma heteroestrutura de MoTe_2 e grafeno, composta de MoTe_2 mecanicamente esfoliado sobre Si/SiO_2 e coberto posteriormente por uma camada dupla de grafeno, aumentando a fotosensibilidade em 10 vezes quando comparado a uma camada simples de MoTe_2 .

Com base nisso, o projeto concentrou-se na deposição de MoTe_2 sobre $\text{Gr/Ir}(111)$, com o objetivo de identificar as características de deposição deste material e obter melhor entendimento da heteroestrutura gerada. O substrato de $\text{Gr/Ir}(111)$ é interessante por apresentar grafeno altamente corrugado e células unitárias de grafeno em diferentes sítios de adsorção do substrato, alterando as características eletrônicas do mesmo.

Portanto, neste projeto propomos a produção do filme fino de MoTe_2 utilizando a técnica de MBE, permitindo a produção de filmes altamente ordenados e controle no número de camadas depositadas.

Resultados e Discussão

Durante o experimento foi mantida uma proporção 1:20 (Mo:Te) na evaporação e o substrato mantido a 320°C . Medidas de STM após a deposição do material indicam a formação de nanofios de MoTe_2 e regiões de menor corrugação do grafeno, como mostrado na Figura 1.

Inúmeras medidas de STM foram realizadas e indicaram um corrugação de $\sim 3\text{pm}$, enquanto o valor já conhecido da literatura para $\text{Gr/Ir}(111)$ é de $\sim 40\text{pm}$. Essa diminuição no corrugação pode ser atribuída a intercalação de Te, pelas seguintes razões:

- Em experimentos anteriores apenas com evaporação de Te, foi notado imagens similares.

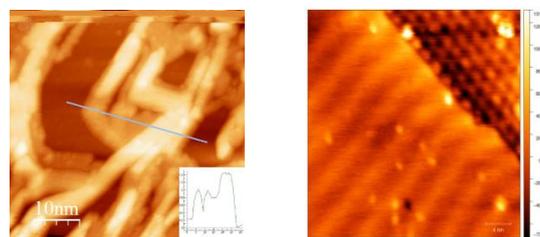


Figura 1. Nanofios de MoTe_2 a esquerda e região planas de grafeno a direita (indicando ilhas de Te intercalado sob o grafeno).

- Após medidas de XPS não foi verificada a oxidação de Te e Mo, indicando a formação de MoTe_2 ou a intercalação de Te entre $\text{Gr/Ir}(111)$.
- É conhecido a baixa interação entre Te e grafeno, dessa forma, quando intercalado é esperado que o Gr se situe a uma distância grande da superfície.

As imagens de STM obtidas e as observações expostas acima, confirmam a formação de pequenas ilhas de MoTe_2 e a intercalação de Te, diferentemente da proposta inicial de formação de um filme fino de MoTe_2 .

Conclusões

Apesar de não se ter obtido a formação do filme fino de MoTe_2 , a intercalação de Te é particularmente interessante, pois resultados na literatura indicam a possibilidade de controle de bandgap a partir do número de camadas depositadas [2], além de gerar grafeno altamente plano, possibilidade de dopagem do grafeno e ainda abertura de um bandgap.

Agradecimentos

Este trabalho foi suportado financeiramente pela FAPESP (2016/21402-8 e 2017/18574-4), CAPES e CNPq (455807/2014-0). Agradecemos também ao PIBIC-CNPq pela concessão da bolsa.

¹ Manabendra Kuiri, Biswanath Chakraborty, Arup Paul, Subhadip Das, A. K. Sood, and Anindya Das. Enhancing photoresponsivity using MoTe_2 -graphene vertical heterostructures. *Applied Physics Letters*, 108(6):063506, 2016.

² Xiaochun Huang, Jiaqi Guan, Zijian Lin, Bing Liu, Shuya Xing, Weihua Wang, and Jiandong Guo. Epitaxial growth and band structure of Te film on graphene. *Nano Letters*, 17(8):4619–4623, 2017. PMID: 28657748.