

Fabricação, caracterização e aplicação de novos materiais bidimensionais

Pesquisador: Alisson R. Cadore [Nanofabricação – LNNano]

Resumo:

Os materiais bidimensionais (M2Ds) têm sido largamente estudados devido às potencialidades de suas propriedades elétricas, mecânicas e ópticas intrínsecas. Conseqüentemente, isso impulsionou inúmeras aplicações desses materiais ultrafinos, principalmente em áreas relacionadas à nanotecnologia, desde à fabricação de dispositivos eletrônicos e eletromecânicos, até o aprimoramento de materiais para células solares, dentre outros. Além disso, a combinação de dois ou mais M2Ds nas chamadas heteroestruturas de van der Waals (vdWs) permitiu melhorias na qualidade eletrônica dos dispositivos e a observação de novos fenômenos quânticos que só se manifestam na forma combinada destes materiais por efeitos de proximidade. Dada a variedade de M2Ds (metálicos, dielétricos e semicondutores), distintos tipos de nanodispositivos podem ser idealizados e explorados teórica e experimentalmente. Deste modo, este projeto tem como objetivo o estudo e aplicação de diferentes M2Ds em dispositivos ultrafinos, com a finalidade de contribuir para a área de novas tecnologias quânticas.

Introdução

O aperfeiçoamento da tecnologia de fabricação de heteroestruturas trouxe grandes mudanças em nosso cotidiano. Aparelhos eletrônicos baseados em heteroestruturas são amplamente utilizados em muitas áreas da atividade humana, por exemplo: sistemas de telecomunicação que utilizam lasers, diodos emissores de luz (LEDs) e transistores, incluindo os sistemas de televisão por satélite, entre outros. Neste cenário a busca por conceitos e métodos de fabricação de heteroestruturas ultrafinas utilizando novos materiais torna-se uma tendência natural.

O número de diferentes estruturas que podem ser obtidas alterando-se estratégias de deposição e processamento é praticamente ilimitado e suas propriedades físicas nem sempre facilmente previsíveis, muito devido às propriedades quânticas (ainda pouco compreendidas) destes materiais quando são reduzidos a poucos átomos de espessura. Logo, a principal contribuição desse projeto é a (micro e nano)fabricação e caracterização elétrica de heteroestruturas de vdWs baseadas em M2Ds no desenvolvimento de novos dispositivos quânticos ou aprimoramento de tecnologias já existentes.

Objetivos:

Este projeto está centralizado na área de obtenção, caracterização e aplicação de M2Ds em novos dispositivos quânticos. Dentro deste contexto, especialmente as heteroestruturas de vdWs tem continuamente revelado novos e interessantes fenômenos ópticos e eletrônicos pela combinação de M2Ds. Espera-se que nanodispositivos baseados em M2Ds empilhados possam ser facilmente agregados em aplicações em diferentes ramos das novas tecnologias quânticas, como na (nano)fotônica e (nano)optoeletrônica.

De forma específica os objetivos serão:

- 1 – Preparar mono ou poucas camadas de M2Ds;
- 2 – Caracterização por microscopia óptica;
- 3 – Caracterização de números de camadas dos M2Ds por meio de microscopia de força atômica (AFM) e espectroscopia Raman;
- 4 – Fabricação de dispositivos por meio de técnicas de micro e nanofabricação;
- 5 – Caracterização elétrica dos nanodispositivos.

Metodologia:

A primeira etapa, dedicada à fabricação das amostras 2D e suas heteroestruturas. Nesta etapa, serão preparadas camadas atômicas planas (mono e poucas camadas) de M2Ds, sendo um dos materiais a ser trabalhado um isolante e o outro condutor (ou semiconductor). A caracterização individual desses materiais será feita por técnicas de microscopia óptica e espectroscopia Raman.

Posteriormente, usando um sistema de transferência discreto, essas camadas serão posicionadas uma sobre as outras formando as heteroestruturas ultrafinas. A espessura das heteroestruturas de vdWs serão também caracterizadas por meio de microscopia de força atômica.

A última etapa do projeto será destinada à fabricação e medidas elétricas dos nanodispositivos produzidos.

Para o desenvolvimento destas atividades teremos o apoio de analistas e especialistas do LAM e do LNNano para assessorar na operação das técnicas necessárias para a execução do projeto, garantindo assim o bom andamento do cronograma.

Cronograma:

Atividade / Meses	09-10	11-12	01-02	03-04	05-06	07-08
Compreensão geral do projeto e introdução à instrumentação	x	x				
Obtenção dos M2Ds e suas heteroestruturas de vdWs	x	x	x			
Caracterização dos 2D's (microscopia óptica, Raman e AFM)		x	x	x		
Litografia eletrônica para fabricação dos nanodispositivos		x	x	x	x	
Medidas elétricas dos nanodispositivos			x	x	x	x
Redação do relatório						x

Referências

ID Barcelos et. al., Journal of Applied Physics, 2023, 134, 090902

AR Cadore et. al., 2D Materials, 2022, 9, 035007

E Mania et. al., 2D Materials, 2017, 4, 031008