

Filtros de spin por defeitos em nanoestruturas semicondutoras de InGaAsN/GaAs

Mark Hoffmann Wallner¹, Mariana Victória Ballottin², H. V. A. Galeti³, Yara Galvão Gobato², M. Sadeghi⁴, S. Wang⁴, M. Henini⁵

1. Estudante de IC da Universidade Federal de São Carlos - UFSCar; *mark.h154@hotmail.com

2. Pesquisadora do Depto. de Física, UFSCar, São Carlos/SP

3. Electrical Engineering Department, Federal University of São Carlos, São Carlos, SP, Brasil.

4. Photonics Laboratory, Department of Microtechnology and Nanoscience, Chalmers University of Technology, 41296 Goteborg, Sweden.

5. Physics and Astronomy, Nottingham Nanotechnology and Nanoscience Centre, University of Nottingham, Nottingham, UK.

Palavras Chave: Fotoluminescência, InGaAsN, quantum-wells.

Introdução

Materiais semicondutores são classificados de acordo com sua capacidade de conduzir corrente elétrica, sendo esta maior em semicondutores do que em isolantes e menor se comparados a condutores.

De acordo com a mecânica quântica, a incidência de luz sobre um material faz com que elétrons da camada de valência desse material saltem para um nível mais energético (banda de condução) para então sofrerem recombinação, retornando a um estado menos energético e emitindo fótons durante esse processo.

Este projeto de iniciação científica baseia-se na caracterização de propriedades óticas e de spin de novos materiais semicondutores InGaAsN.

Deseja-se investigar o efeito de incorporação de N na estrutura de banda e propriedades óticas e de spin desses materiais. Esses materiais são usualmente crescidos em baixas temperaturas, o que resulta em uma incorporação importante de defeitos nesses sistemas. Alguns desses defeitos resultam na obtenção de um filtro de spin a temperatura ambiente e sem campo magnético, o que é interessante para possíveis aplicações em spintrônica. Nesse trabalho, investigamos as propriedades de poços quânticos duplos de InGaAsN/GaAs.

Resultados e Discussão

Na primeira parte do projeto objetivou-se caracterizar amostras semicondutoras InGaAsN/GaAs com poços quânticos duplos de diferentes tamanhos com e sem tratamento térmico.

As medidas foram realizadas utilizando um laser com comprimento de onda ajustado em 442nm. As amostras foram posicionadas dentro de uma câmara com vácuo e resfriada por um criostato. Foi acoplado um detector de germânio ao espectrômetro, o qual necessitava ser resfriado com nitrogênio líquido. Um chopper em conjunto com lock-in foi utilizado para reduzir a influência de ruídos (Figura 1).

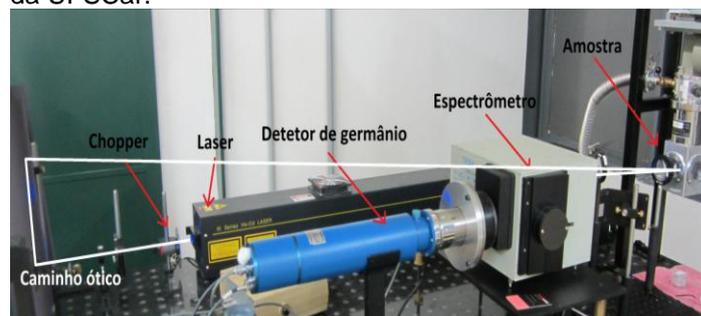
Os parâmetros relevantes foram a potência incidente na amostra, controlada por um filtro de densidade neutra, e a temperatura da amostra, ajustada por um controlador ligado ao criostato.

Os espectros (gráficos da intensidade luminosa da emissão da amostra em função do comprimento de onda) possuíam sempre dois picos de emissão, cada um respectivo a um poço quântico da amostra em particular. Dependendo da temperatura da amostra, contudo, alguns dos picos eram de difícil identificação devido a ruídos externos. A posição dos picos de emissão é fortemente afetada por efeitos de localização de portadores devido à alta incorporação de defeitos nesses sistemas

A temperatura mínima na qual foi possível realizar medições era de cerca de 15K. Ao aumentá-la, constatou-se que os picos de emissão deslocavam-se para comprimentos de onda diferentes, além da diminuição da emissão de alguns dos poços. Neste trabalho investigamos esse efeito e interpretamos nossos dados levando-se em conta efeitos de localização de éxcitons e variação do “gap” de energia do semiconductor com a temperatura.

A segunda parte do projeto, na qual pretende-se excitar amostras dopadas no nitrogênio com luz polarizada circularmente, ainda está em desenvolvimento. Realizamos alguns testes preliminares e obtivemos um valor importante de polarização de spin em temperatura ambiente na ausência de campo magnético. Observamos também que a polarização de spin aumenta consideravelmente com o tratamento térmico. Os dados preliminares ainda estão em fase de análise.

Figura 1. Montagem experimental de fotoluminescência no Laboratório de Ótica e Magneto-Ótica do Depto. de Física da UFSCar.



Conclusões

A caracterização de poços quânticos de InGaAsN/GaAs por fotoluminescência é importante para investigar diversas propriedades desses materiais. Em particular, evidenciamos efeitos importantes de localização de éxcitons por defeitos incorporados nas amostras nas condições de crescimento de baixa temperatura. Verificamos que esses defeitos tem um papel importante para obtenção de filtros de spin por defeitos nesses sistemas.

Agradecimentos

Expresso aqui minha sincera gratidão ao CNPq que, através do Programa de Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação - PIBITI, possibilitou o desenvolvimento deste projeto.

Agradeço também a minha orientadora Profa. Dra. Yara pela oportunidade de realizar essa pesquisa junto a ela.