

PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FILMES FINOS PARA SENSORES OPTO-MAGNÉTICOS

Aluno: Rafael Mendes Barbosa dos Santos

Orientador: Marco Cremona

Introdução

Diversas pesquisas vêm sendo realizadas com a finalidade de desenvolver e estudar estruturas e materiais adequados à criação de fontes luminosas em miniatura bem como componentes fotônicos e optoeletrônicos mais compactos [1]. Acompanhando uma crescente evolução dos dispositivos de imagem e percebendo a necessidade de maior leveza, baixa potência, grande ângulo de visão e dispositivos de comunicação portáteis, a indústria de telas planas voltou seu foco para os OLEDs (*Organic Light Emitting Diodes* ou diodos orgânicos emissores de luz) [2]. Estes dispositivos são feitos de heteroestruturas que consistem de um substrato sobre o qual são depositadas finas camadas de materiais orgânicos entre dois eletrodos, conforme ilustrado na Fig.1

O Laboratório de Optoeletrônica Molecular (LOEM) da PUC-Rio tem se destacado com seu trabalho de pesquisa nessa nova tecnologia [3], e também na formação de recursos humanos, como doutorandos, mestrands e alunos de Iniciação Científica (IC). Essa iniciativa tem sido de grande importância e aproveitamento para o aluno de IC que tem a oportunidade de entrar em contato com trabalhos científicos e ao mesmo tempo colaborar com as atividades laboratoriais.

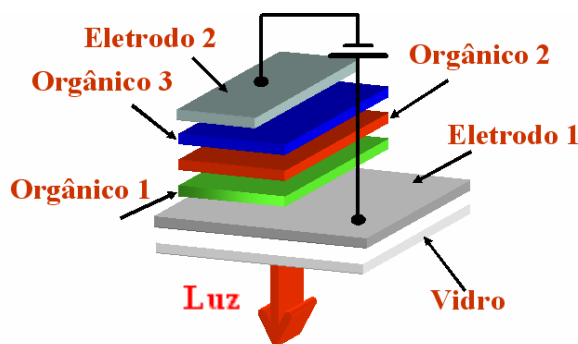


Fig. 1 – Estrutura típica de um OLED.

Objetivo do projeto de IC

- Produzir e caracterizar filmes com propriedades magnéticas para produção de sensores ópticos sensíveis a campos magnéticos, utilizando OLEDs.

Metodologia

Para a obtenção de filmes finos com propriedades magnéticas utilizamos, como material de partida, um composto de FeBSi (Ferro-Boro-Silício) que possui propriedade de magnetoimpedância gigante (grandes mudanças na impedância do material na presença de campos magnéticos externos).

Contudo, devido às limitações do nosso sistema de deposição, não foi possível produzir filmes deste composto na faixa de espessura necessária para a observação das propriedades mencionadas.

Tendo em vista o objetivo de produzir sensores opto-magnéticos utilizando OLEDs, partimos para a investigação de propriedades de magnetoresistência gigante (MR – Mudança na resistência do material na presença de campo magnético) em filmes finos orgânicos, em particular, filmes de tris(8-hidroxiquinolinato) de alumínio (Alq_3)[5]. Este material é um semiconductor orgânico comumente utilizado na produção dos OLEDs fabricados e caracterizados facilmente em nosso laboratório.

A técnica utilizada na produção deste filme é conhecida como “*térmica resistiva*” na qual o material a ser depositado é aquecido através de efeito Joule pela passagem de corrente através do cadinho (recipiente) que o contém. Com esse aquecimento, o material evapora ou sublima chegando até o substrato de maneira controlada, tudo em um ambiente de alto vácuo.

A espessura do filme depositado é monitorada durante a deposição por um cristal de quartzo localizado dentro da câmara de vácuo, cujos parâmetros e ajustes são inseridos a um controlador externo, conforme ilustrado na Fig.2.



Figura 2 – Univex 300, onde realizamos as deposições de materiais orgânicos para a produção de OLEDs.

Os dispositivos produzidos neste trabalho possuem a seguinte estrutura:

- ITO (Óxido de Índio e Estanho) comercial / PEDOT (Poli (3,4-etilenodioxitiofeno) / Alq_3 / Cálcio (Opcional) / Alumínio).

A produção dos dispositivos é obtida através do seguinte procedimento:

1) Um substrato de vidro com uma camada de ITO é cortado nas dimensões desejadas. Em seguida sobre o substrato é aplicada uma máscara adesiva para formar o padrão de desenho desejado no dispositivo.

2) Após esta etapa passamos sobre os substratos numa solução de água destilada e zinco em pó. Esperamos secar e, logo em seguida, mergulhamos os mesmos em uma solução 7:3 constituída de água deionizada e ácido clorídrico concentrado para que todo o ITO existente na região sem máscara seja removido. Depois disso, verificamos se a corrosão foi bem sucedida com o auxílio de um ohmímetro.

3) Na seqüência os substratos são transferidos para um Becker com solução 9:1 de água deionizada e detergente industrial. Essa solução é aquecida até que se inicie fervura, e logo em seguida é transferida para um banho de ultra-som onde permanece por 10 minutos. Terminado isto, transferimos os substratos para outro Becker com água deionizada e novamente é aquecido até a fervura; esse processo se repete algumas vezes até sair todo o detergente e depois transferido para banho ultra-som por 10 minutos, em água deionizada.

4) O próximo passo é transferi-los para um Becker com acetona PA e levá-los ao banho ultra-som por 15 minutos, e por fim colocá-los em um Becker com álcool iso-propílico e levá-los ao banho ultra-som por 15 minutos.

5) Depois que os substratos estão limpos e prontos para serem utilizados, depositamos um filme fino de PEDOT utilizando a técnica conhecida como *spin-coating*. Esta técnica consiste em molhar o substrato com a solução do material a ser depositado e pô-lo em rotação, com velocidade, aceleração e tempo de rotação controlados de tal forma a se obter um filme fino homogêneo.

6) Em seguida depositamos os filmes de Alq₃, Cálcio (opcional) e Alumínio, respectivamente, com diferentes espessuras e desenhos (Figura 3).

Para a investigação das propriedades de magnetoresistência desenvolvemos o seguinte procedimento:

1) Introduzimos o dispositivo em meio aos pólos de um eletro-ímã (que nos fornece campo magnético constante), aplicamos uma corrente controlada e medimos a tensão no dispositivo para diferentes valores de campos magnéticos aplicados. (Fig. 4)

2) A partir dos dados obtidos, geramos gráficos *Corrente x Tensão (I x V)* para observarmos a variação da resistência de dado valor fixo de corrente, e em seguida geramos gráficos *Variação de Resistência x Campo Magnético ($\Delta R x C$)*.

Produzimos diversos dispositivos, variamos todos os parâmetros (campo, corrente, espessuras, geometria, etc.) e destacamos o dispositivo cujo melhor resultado é apresentado no gráfico 1 e tabela 2.

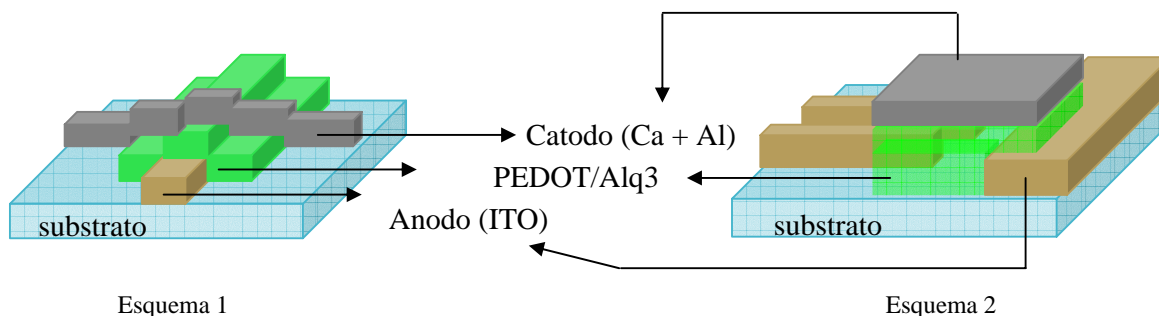


Figura 3 – Esquemas utilizados para os Dispositivos

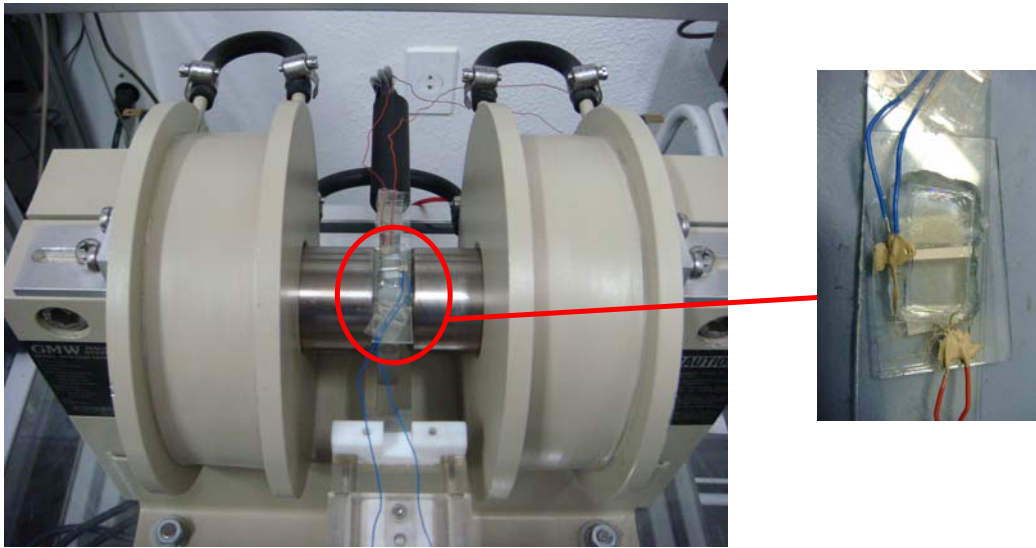


Figura 4 – Set-up utilizado para as medidas magnéticas. No detalhe o dispositivo encapsulado.

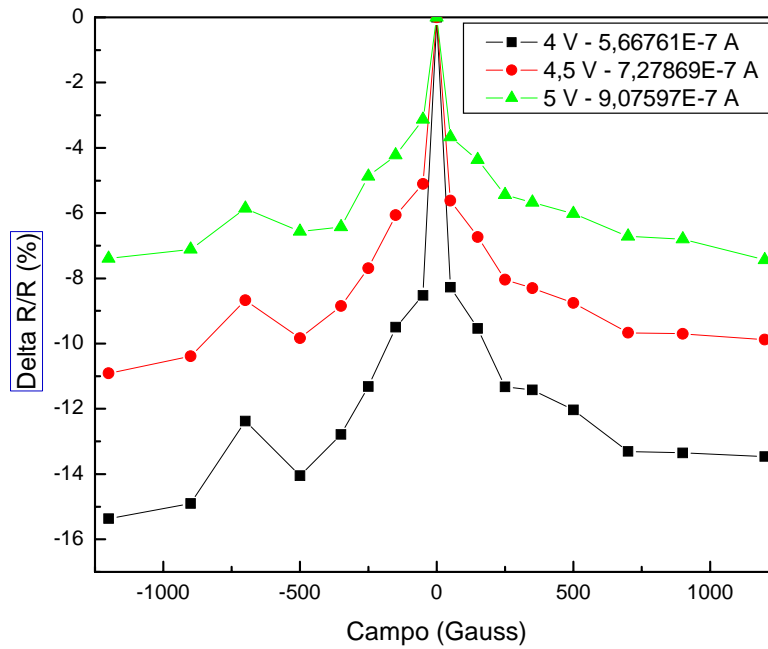


Gráfico 1: Variação da Resistência X Campo Magnético

Campo Magnético (Gauss)	Variação da Resistência		
	Tensão 4V Corrente 5,66761E-7 A	Tensão 4,5V Corrente 7,27869E-7 A	Tensão 5V Corrente 9,07597E-7 A
-1200	-15,36203	-10,91245	-7,39096
-900	-14,89792	-10,38865	-7,11354
-700	-12,3787	-8,67432	-5,85821
-500	-14,04515	-9,83033	-6,55991
-350	-12,78517	-8,84831	-6,42577
-250	-11,32101	-7,68835	-4,87319
-150	-9,49569	-6,06507	-4,22637
-50	-8,52629	-5,11114	-3,12703
0	0	0	0
50	-8,27097	-5,61623	-3,66763
150	-9,5319	-6,73565	-4,36422
250	-11,32979	-8,04095	-5,43862
350	-11,42331	-8,29648	-5,67638
500	-12,03437	-8,75442	-6,01983
700	-13,30013	-9,66327	-6,7091
900	-13,34768	-9,70602	-6,79354
1200	-13,4637	-9,87873	-7,43942

Tabela 2: Dados experimentais a Corrente Controlada

Conclusões

Tendo em vista o objetivo de produzir sensores opto-magnéticos orgânicos, obtivemos um excelente resultado na investigação da magnetoresistência gigante (MR) em filmes finos orgânicos, em particular em Alq_3 , pois obtivemos uma variação da resistência em torno de 16%. Com isso é possível dizer que produzimos, não na forma ideal, um sensor optomagnético e estamos bem perto de alcançar o objetivo deste projeto. Agora a pesquisa encontra-se no estágio de otimização dos sensores produzidos e também de pesquisa e investigação da MR utilizando outros compostos orgânicos.

Além disso, a minha participação efetiva nas atividades laboratoriais está sendo muito importante para a realização de trabalhos em artigos[6] e participação em conferências nacionais e internacionais.

Referências

- [1] - Philip D. Rack, Paul H. Holloway, *Materials Science*, 171-219, 1998.
- [2] - C.W. Tang, S.A. VanSlyke, *Appl. Phys. Lett.* 51 (1987) 913
- [3] - W.G. Quirino, C. Legnani, P.P. Lima, S. A. Junior, O L. Malta, M. Cremona, *Thin Solid Films*, 23-27, 494, 2005.
- [4] - Yong Zhou, J. Yu, Xiaolin Zhao, B. Cai, *Journal of Applied Physics*, vol. 89, number 3, 2001.
- [5] - G. Veeraraghavan, Tho Duc Nguyen, Y. Sheng, O. Mermer, M. Wohlgenannt, *Advances in Science and Technology*, vol. 52, 53-61, 2006.
- [6] W.G. Quirino, C. Legnani, R.M.B. dos Santos, K.C. Teixeira, M. Cremona, M.A. Guedes and H.F. Brito, *Thin Solid Films (aceito)* 2008..