

Universidade Federal de Santa Catarina
Atividades de Pesquisa
Formulário de Tramitação e Registro

Situação: **Aprovação/Depto Coordenador**
 Protocolo nº: **2014.0318**

Título:	Construção de um equipamento de baixo custo para preparação de filmes finos através da técnica de Spin Coating
Resumo:	Este projeto visa estabelecer infraestrutura que alimente uma linha de pesquisa no estudo da preparação de materiais e estruturas nanométricas e no estudo de suas propriedades para aplicações em sistemas tecnológicos, como sensores, atuadores, geradores e MEMs. Neste sentido, o objetivo é fomentar atividades de pesquisa em Nanotecnologia e sua interação com áreas tecnológicas, através de estudos de novos materiais e estruturas com aplicações em sensores e dispositivos. O objetivo principal desta proposta é estudar, projetar e construir o arranjo experimental empregado na etapa de espalhamento, ou Spin Coating, para a preparação de materiais na forma de filme fino. Para esta construção, serão utilizados materiais de baixo custo, como motores de discos rígidos de computadores descartados. Um equipamento comercial com o mesmo procedimento está cotado em torno de R\$ 20 000,00 (vinte mil reais), sendo que o arranjo proposto não deve ultrapassar o valor de R\$ 500,00.
Palavras chave: (máximo 5)	Filmes Finos; Spin Coating; Nanotecnologia; Superfícies
Grande Área do conhecimento:	Engenharias
Área do conhecimento:	Instrumentação Eletromecânica
Nome do Grupo de Pesquisa: (CNPq - Diretório)	Grupo de Física Aplicada a Mobilidade
Está vinculado a outro projeto de pesquisa?	
Período de realização:	01/05/2014 a 01/05/2015
A atividade receberá algum aporte financeiro?:	Não
Propriedade Intelectual (o resultado do projeto é ou poderá ser protegido por):	

■ ■ ■ **Envolvidos neste projeto de pesquisa**

Coordenador	
Nº do SIAPE:	2346577
Nome do Coordenador:	RAFAEL GALLINA DELATORRE
CPF do Coordenador:	2108845925
Departamento:	CAMPUS DE JOINVILLE
Centro:	CAMPUS DE JOINVILLE
Regime de trabalho:	DE
Fone de contato:	3461 5900
E-mail:	rafael.delatorre@ufsc.br

Carga horária semanal nesta atividade:	1 horas
Receberá remuneração nesta atividade de pesquisa?	Não

Você gostaria de participar do guia de fontes da UFSC?	Sim
--	-----

Outros prof. ou servidores da UFSC envolvidos?	Sim
Alunos da UFSC envolvidos?	Não
Pessoas externas à UFSC envolvidas?	Não

Participantes

Participante: Tiago Vieira da Cunha CAMPUS DE JOINVILLE

Outras Considerações

Nº do Processo: 2014.0318



Universidade Federal de Santa Catarina
Centro de Engenharia da Mobilidade
Campus Joinville

Projeto de Pesquisa

Construção de um equipamento de baixo custo para preparação de filmes finos através da técnica de *Spin Coating*

Equipe: Rafael Gallina Delatorre (Coordenador)
Tiago Vieira da Cunha (Colaborador)
Allan Kollross (Aluno)

Joinville, 2014

Introdução

A Nanotecnologia é um dos temas científicos mais investigados atualmente, caracterizado por uma forte interdisciplinaridade entre áreas de ciências básicas e tecnológicas ou aplicadas. Existe muita expectativa nos estudos em temas relacionados à nanotecnologia, principalmente no desenvolvimento de novas estruturas que possam ultrapassar a tecnologia atual, ou criar uma forma alternativa de tecnologia. Um exemplo que norteia esta expectativa ocorreu na década de 1990, com o emprego de materiais magnéticos em multicamadas de espessura nanométrica, e a descoberta da propriedade da magnetorresistência gigante. Esta inovação foi a responsável direta do avanço vertical observado nas tecnologias da informação desde aquela década, proporcionando o armazenamento e a leitura de quantidades muito elevadas de informação.

Em termos de inovação tecnológica, um foco muito promissor da nanotecnologia é o de novos dispositivos, sensores e atuadores, com propriedades e aplicações alternativas. Estruturas denominadas de Sistemas Micro-Eleto-Mecânicos (*Micro-Electro-Mechanical Systems* - MEMs) representam a busca pela miniaturização dos sistemas mecânicos, estudando, em muitos casos, o emprego de estruturas nanométricas como parte constituinte na confecção sistemas miniaturizados. Nestes estudos, as propriedades destes sistemas mecânicos miniaturizados é totalmente dependente dos materiais empregados como sensores, atuadores ou na geração de energia para o sistema. Assim, materiais piezoelétricos, termoelétricos, magnéticos, semicondutores se destacam por suas potenciais aplicações no controle eletrônico da posição, velocidade, pressão, temperatura, e na geração de energia [1 - 7].

A preparação de nanoestruturas e materiais de dimensões reduzidas pode empregar técnicas das mais diversificadas. Dentre estas técnicas, a preparação de filmes finos por *Spin Coating* se diferencia pela simplicidade e baixos custos, não necessitando de ambiente com pressão e temperatura controlados, por exemplo, e pelos bons resultados na preparação de materiais avançados de elevado valor tecnológico como cerâmicas piezoelétricas [8, 11], magnéticas [9], polímeros [10], fotovoltaicos [13].

A preparação de filmes por *Spin Coating* envolve soluções, por exemplo na forma de Sol-Gel, contendo o material de interesse, espalhadas sobre um substrato plano submetido a altas rotações, superiores à 1000 rpm. Este espalhamento leva a formação de uma película sobre o substrato que, após secagem e sucessivas aplicações, forma um filme sólido na superfície do substrato, conhecido como filme fino. A velocidade de rotação e o número de aplicações controlam parâmetros como a espessura do filme fino.

Justificativa

Este projeto visa estabelecer infraestrutura que alimente uma linha de pesquisa no estudo da preparação de materiais e estruturas nanométricas e no estudo de suas propriedades para aplicações em sistemas tecnológicos, como sensores, atuadores, geradores e MEMs. Neste sentido, o objetivo é fomentar atividades de pesquisa em Nanotecnologia e sua interação com áreas tecnológicas, através de estudos de novos materiais e estruturas com aplicações em sensores e dispositivos.

O coordenador do projeto possui toda sua experiência acadêmica envolvida na Física Experimental, trabalhando com a preparação de materiais na forma de filmes finos por eletrodeposição. Durante a carreira acadêmica, que envolveu iniciação científica, mestrado, doutorado e pós doutorado, estudou a preparação e a caracterização de materiais na forma de filme fino, com a intenção de envolver aplicações tecnológicas como sensores termoelétricos [14], sensores catalíticos [15], dispositivos semicondutores [16], sensores magnéticos [17, 18]. Desta forma, o trabalho de pesquisa proposto pretende contribuir com o ambiente de pesquisa do Centro, muito importante para a consolidação da proposta do campus de Joinville, que passa pelo estabelecimento de uma Pós Graduação. Neste sentido, a proposta pretende contribuir para o estabelecimento de uma linha de pesquisa relacionada ao tema de Materiais, ou Materiais Funcionais, no Centro de Engenharia da Mobilidade.

A aquisição de um arranjo para preparação de materiais na forma de filme fino é um passo inicial importante para a consolidação deste tema como linha de pesquisa. A capacidade de preparar amostras de materiais estruturados na forma de filme fino garante relativa independência científica, pois trabalha com as etapas fundamentais da pesquisa experimental. Atualmente a infraestrutura da UFSC proporciona importantes facilidades para a caracterização de materiais, como o multiusuário Laboratório Central de Microscopia Eletrônica (LCME), com equipamentos como Microscópio Eletrônico de Varredura, com e sem canhão de emissão de campo, Microscópio Eletrônico de Transmissão, ou o multiusuário Laboratório de Difração de Raios X, imprescindíveis na área de materiais, filmes finos e nanoestruturas, garantindo possibilidades para a caracterização das amostras preparadas. Além disso, a realização deste projeto vai reanimar a colaboração com outros grupos da UFSC, como o Laboratório de Filmes Finos e Superfícies do Departamento de Física, onde o professor coordenador deste projeto esteve

envolvido desde a iniciação científica até o estágio de pós doutorado, e conta com experiência comprovada internacionalmente no tema dos filmes finos preparados por eletrodeposição, e com equipamentos imprescindíveis para caracterizações de propriedades elétricas e magnéticas de filmes finos.

No caso específico deste projeto, a conclusão do arranjo experimental viabilizaria a aquisição de um equipamento utilizado em pesquisas científicas de elevada relevância utilizando recursos extremamente reduzidos. Um equipamento comercial com o mesmo procedimento está cotado em torno de R\$ 20 000,00 (vinte mil reais), sendo que o arranjo proposto não deve ultrapassar o valor de R\$ 500,00.

Objetivos

O objetivo principal desta proposta é estudar, projetar e construir o arranjo experimental empregado na etapa de espalhamento, ou *Spin Coating*, para a preparação de materiais na forma de filme fino. Para esta construção, serão utilizados materiais de baixo custo, como motores de discos rígidos de computadores descartados.

Metodologia

A construção do arranjo experimental envolve duas partes fundamentais: um mecanismo para rotacionar um substrato a velocidades superiores a 1000 rpm e um mecanismo para controlar o valor da velocidade desta rotação. O sistema proposto para rotacionar o substrato vai utilizar o mecanismo de rotação de um disco rígido de computador, que pode atingir 12000 rpm, que é uma velocidade adequada para a realização do espalhamento da solução Sol-Gel.

Primeiramente será realizado um estudo experimental e teórico sobre os motores elétricos sem escova empregados nos discos rígidos, com o intuito de compreender seu funcionamento e controlar externamente a velocidade de rotação. Estes sistemas são interessantes para a utilização como *Spin Coater* pela elevada estabilidade no movimento de rotação do eixo, que garante um recobrimento da solução de deposição em superfícies planas de elevada uniformidade. Esta etapa está bastante avançada com o trabalho já realizado até o momento, sendo atualmente possível controlar o funcionamento do motor utilizando um arduíno, um controlador eletrônico de velocidade e uma bateria.

Garantido o controle externo da velocidade do motor, será estudada e realizada a calibração da velocidade de rotação do sistema, de maneira a fazer o controle desta variável e preparar as películas com reprodutibilidade. Nesta etapa o objetivo é pré-determinar o valor desejado na velocidade de rotação, que é um parâmetro de controle imprescindível para o crescimento de filmes finos de qualidade.

Finalizado este estudo experimental, inicia-se a etapa de projeto e construção do equipamento, onde deverá ser estudada, projetada e confeccionada a estrutura para utilização do equipamento. Neste caso, deverão ser resolvidos problemas como a fixação dos substratos ao sistema de rotação, e todo o arranjo externo de suporte para sua utilização.

O sistema será testado com procedimentos padrão que empregam *Spin Coating*, como a preparação sobre vidro de recobrimentos de polímeros isolantes, que são normalmente utilizados pela indústria microeletrônica na confecção de circuitos sobre silício.

Cronograma

	Abr 14	Mai 14	Jun 14	Jul 14	Ago 14	Set 14	Out 14	Nov 14	Dez 14	Jan 15	Fev 15	Mar 15
Revisão Bibliográfica	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Controle do mecanismo de rotação	X	X										
Calibração da velocidade de rotação	X	X	X	X								
Projeto e construção do equipamento				X	X	X	X	X	X	X	X	
Testes com polímeros isolantes								X	X	X	X	X

Viabilidade

A execução do projeto conta com uma equipe composta por 2 professores, o coordenador com experiência em preparação e propriedades de filmes finos, e o colaborador com experiência em sistemas elétricos e mecânicos. A equipe também conta com um estudante do curso de Engenharia Mecatrônica, que atua de maneira muito efetiva mesmo sendo voluntário. Além disso, o trabalho vai contar com o apoio do Laboratório de Filmes Finos e Superfícies, do Departamento de Física da UFSC - Florianópolis, que possui experiência de quase 20 anos na área de filmes finos, eletrodeposição, nanotecnologia, contendo uma infraestrutura adequada para o desenvolvimento de diversos testes e atividades.

A aquisição de material estará limitada ao apoio particular dos membros da equipe, já que não conta com apoio financeiro.

Resultados esperados

Com este projeto se pretende adquirir um equipamento para a preparação de materiais na forma de filme fino, para a realização de pesquisas avançadas na área de materiais funcionais e nanotecnologia. Ao final do projeto se espera obter todas as características deste equipamento, suas qualidades e limitações.

Bibliografia

- 1 A.-F. Boukari, J.-C. Carmona, G. Moraru, F. Malburet, A. Chaaba, M. Douimi, *Mechatronics* **21** (2011) 339.
- 2 S. Zhang, Y. Fei, E. Frantz, D. W. Snyder, B. H. T. Chai, T. R. ShROUT, *IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics and Frequency Control* **55** (2008) 2703.
- 3 K. H. Koh, C. Lee, T. Kobayashi, *Journal of Microelectromechanical Systems* **19** (2010) 1370.
- 4 S. Zhang, X. Jiang, M. Lapsley, P. Moses, T. R. ShROUT, *Applied Physics Letters* **96** (2010) 013506.

- 5 W. Glatz, E. Schwyter, L. Durrer, C. Hierold, *Journal of Microelectromechanical Systems* **18** (2009) 763.
- 6 I.-Y. Huang, Jr.-C. Lin, K.-D. She, M.-C. Li, J.-H. Chen, J.-S. Kuo, *Sensors and Actuators A - Physical* **148** (2008) 176.
- 7 Y. Hu, Y. Zhang, C. Xu, L. Lin, R. L. Snyder, Z. L. Wang, *Nano Letters* **11** (2011) 2572
- 8 X. Fang, B. Shen, J. Zhai, *Journal of Sol-Gel Science and Technology* **58** (2011) 1.
- 9 A. E. Eken, M. Ozenbas, *Journal of Sol-Gel Science and Technology* **50** (2009) 321.
- 10 C. W. Pester, M. Ruppel, H. G. Schoberth, K. Schmidt, C. Liedel, P. van Rijn, K. A. Schindler, S. Hiltl, T. Czubak, J. Mays, V. S. Urban, A. Böker, *Advanced Materials* **23** (2011) 4047.
- 11 Y.-S. Ho, K.-Y. Lee, *Thin Solid Films* **519** (2010) 1431.
- 12 Z. L. Wang, *Advanced Functional Materials* **18** (2008) 3553
- 13 J. Elias, C. Lévy-Clément, M. Bechelany, J. Michler, G.-Y. Wang, Z. Wang, L. Philippe, *Advanced Materials* **22** (2010) 1607
- 14 R. G. Delatorre, M. L. Sartorelli, A. Q. Schervenski, S. Güths, A. A. Pasa, *Journal of Applied Physics* **93** (2003) 6154.
- 15 D. L. da Silva, R. G. Delatorre, G. Pattanaik, G. Zangari, W. Figueiredo, R.-P. Blum, H. Niehus, A. A. Pasa, *Journal of The Electrochemical Society* **155** (2008) E14
- 16 R. G. Delatorre, M. L. Munford, R. Zandonay, V. Zoldan, M. S. Meruvia, I. A. Hümmelgen, A. A. Pasa, *Applied Physics Letters* **88** (2006) 233504.
- 17 C. I. L. de Araujo, M. L. Munford, R. G. Delatorre, R. C. da Silva, V. C. Zoldan, A. A. Pasa, N. Garcia, *Applied Physics Letters* **92** (2008) 222101.
- 18 R. G. Delatorre, R. C. da Silva, J. S. Cruz, N. Garcia, A. A. Pasa, *Journal of Solid State Electrochemistry* **13** (2009) 843.