

01 a 04 de outubro de 2018

Evento: Bolsistas de Iniciação Científica e Iniciação Tecnológica da Unijui

**PROJETO DE CAD DE MÁSCARAS PARA PROTOTIPAGEM DE ELEMENTOS
SENSORES PIEZORESISTIVOS¹
CAD PROJECT MASKS FOR PROTOTYPING SENSORS ELEMENTS
PIEZORESISTIVE**

Diogo Rafael Silva De Almeida², Luiz Antonio Rasia³

¹ Resumo expandido resultado do Projeto de Iniciação tecnológica Modelagem Matemática de Dispositivos Sensores Piezoresistivos

² Acadêmico do Curso de Ciência da Computação da UNIJUI e bolsista PIBITI/CNPq; diogo2010rs@hotmail.com

³ Professor Doutor do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias; Orientador; rasia@unijui.edu.br

Introdução

Com a evolução das técnicas de produção de dispositivos micro e nano eletrônico, o uso de MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems) vem crescendo significativamente, tal popularização vem beneficiando diferentes áreas em que os dispositivos podem ser aplicados como indústria, comércio, medicina e aplicações militares. Através desses recursos tecnológicos equipamentos e dispositivos são cada vez mais precisos, sendo visível o quanto nosso cotidiano está atrelado as “novas tecnologias” de forma direta ou indiretamente assim como, ao seu processo de produção.

Em grande parte esses dispositivos sensores vêm sendo desenvolvidos utilizando o silício devido a suas excelentes propriedades elétricas e mecânicas. O alto custo e complexo processo de fabricação, em processos convencionais, tem limitado as aplicações e a comercialização para dispositivos flexíveis, por isso é desejável encontrar um material para o substrato que seja de baixo custo, como forma de desenvolver um novo processo para fabricar de maneira fácil e econômica dispositivos sensores flexíveis (REN et al., 2012).

Frente à necessidade de um novo método de produção abrem-se janelas para pesquisas que buscam formas de utilizar outros materiais além do silício para o desenvolvimento de diversos dispositivos. Entre os materiais mais utilizados destaca-se o grafite devido, principalmente, a suas características físicas. Assim, o objetivo deste trabalho foi aprimorar as técnicas utilizadas para a fabricação dos elementos sensores piezoresistivos usando materiais alternativos com base em filmes de grafite desenvolvendo máscaras feitas em polimetil-metacrilato (PMMA) para processamento de piezoresistores.

Metodologia

O presente trabalho foi realizado através de uma pesquisa bibliográfica em artigos e dissertações, entre eles trabalhos desenvolvidos no projeto de pesquisa em “Modelagem Matemática de

01 a 04 de outubro de 2018

Evento: Bolsistas de Iniciação Científica e Iniciação Tecnológica da Unijui

Dispositivos Sensores Piezoresistivos” buscando dar continuidade às pesquisas feitas no mesmo e nos projetos do Grupo de Pesquisa em Sistemas Mecânicos, Mecatrônica e Robótica - SIMMER da Unijui. A metodologia parte do estudo sobre o funcionamento e técnicas de trabalho da ferramenta Coreldraw utilizada para criar o modelo das máscaras testes para elementos sensores piezoresistivos.

Neste trabalho, primeiramente, é feita a projeção do modelo a ser fabricado (ponte engastada e ponte de Wheatstone) sob o substrato de papel de forma manual, após é feito e retirado do modelo, utilizando um estilete, seguida por deposição do grafite 2B sob o substrato de forma manual utilizando uma lapiseira, conexão de fios de cobre no sensor próximo de suas extremidades, e, por último, o encapsulamento utilizando fita durex.

Porém, fazer os modelos dessa forma gastava-se uma grande quantidade de tempo devido ao cuidado necessário para a confecção podendo, ainda, ter imperfeições as quais prejudicavam o funcionamento do dispositivo. Uma vez comprovado que, para produzir um grande número de amostras, seria necessário diminuir a dificuldade de produção dos protótipos, optou-se pela possibilidade da utilização de máscaras para a projeção de substratos teste evitando erros e acelerando o processo.

Os resultados do trabalho foram prototipados em polimetil-metacrilato com 3 mm de espessura e cortados a laser.

Discussões e resultados

Os MEMS são utilizados nas mais distintas aplicações que por sua vez definem os materiais utilizados em sua concepção de acordo com suas propriedades físicas sejam elas elétricas ou mecânicas. Entre as diversas aplicações tem-se a criação de dispositivos sensores que, de acordo com Rasia (2009) apresentam o seguinte funcionamento: “um sensor deve ser capaz de reagir a um determinado sinal e convertê-lo em outro tipo de sinal, normalmente, em um sinal elétrico. O sinal elétrico deve ser processado, amplificado, filtrado, digitalizado ou codificado e, dependendo da natureza do sistema, apresentado de forma adequada aos sentidos humanos”. Entre os inúmeros exemplos de sensores podem-se citar os de luminosidade, temperatura, deformações mecânicas, químicos e os sensores de pressão.

Um sensor de pressão é um dispositivo que ao receber um estímulo mecânico responde de forma proporcional ao mesmo, isso acontece devido a um elemento piezoresistor implementado em sua estrutura cujo funcionamento “é a mudança de resistividade de um material semiconductor ou condutor quando submetido a um estresse mecânico. Esse efeito pode ser explorado em sensores de domínio mecânico, que converte a deformação mecânica em um sinal elétrico” (Hammes, 2016).

Neste trabalho os modelos explorados foram dois: Viga Engastada e a Ponte de Wheatstone segundo (Liu et. al., 2011). O modelo viga engastada consiste, basicamente, em posicionar o

01 a 04 de outubro de 2018

Evento: Bolsistas de Iniciação Científica e Iniciação Tecnológica da Unijui

dispositivo piezoresistivo sob uma viga feita em um substrato de papel com uma extremidade livre sob tensão mecânica. Dessa forma, ao ser aplicada uma força sobre a viga é gerada uma variação na resistividade do piezoresistor a qual é monitorada com um ôhmímetro.

Na Figura 1(a) pode-se ver a vista superior do modelo viga engastada, enquanto na Figura 1(b) tem-se a vista lateral da mesma e sua ilustração de funcionamento.

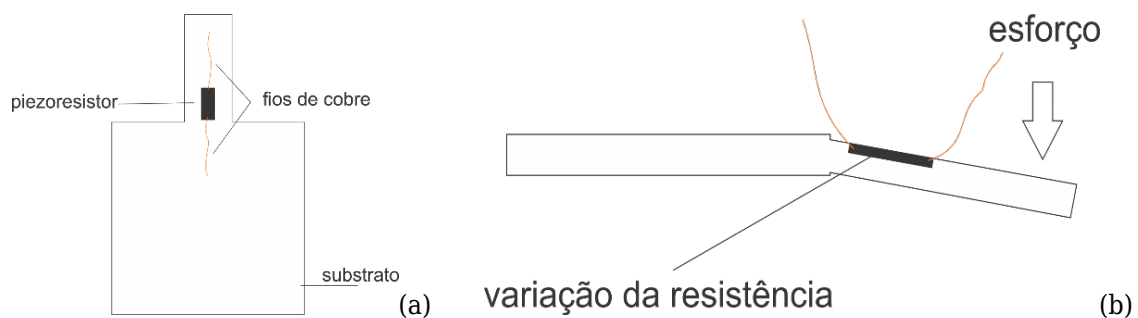


Figura 1 (a). Vista superior modelo viga engastada e (b) vista lateral modelo viga engastada

Ponte Wheatstone é o nome dado ao arranjo de elementos elétricos que permitem a medição do valor de uma resistência elétrica desconhecida. Foi descrito por Charles Wheatstone por volta de 1843. Seu funcionamento é similar ao do modelo viga engastada, exceto pelo fato de não ser um único resistor, mas sim um grupo de resistores, além do fato que a força mecânica, neste modelo, é aplicada na plataforma central do dispositivo. A Figura 2 (a) mostra a vista superior do modelo Ponte de Wheatstone sendo que as partes em azul representam o vazado do acrílico. Na Figura 2 (b) é mostrada uma vista lateral da estrutura sob tensão mecânica.

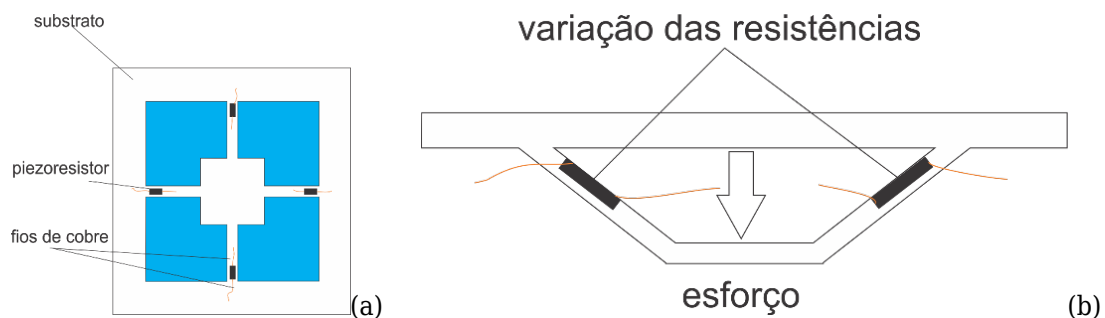


Figura 2 (a). Vista Superior Ponte de Wheatstone e (b) vista lateral da estrutura sob tensão mecânica

Os modelos utilizados para confecção das máscaras bem como suas medidas são baseados nos dispositivos sensores explorados por Ren (2012).

01 a 04 de outubro de 2018

Evento: Bolsistas de Iniciação Científica e Iniciação Tecnológica da Unijuí

As Figuras 3 (a) e (b) representam as medidas utilizadas para construção das máscaras.

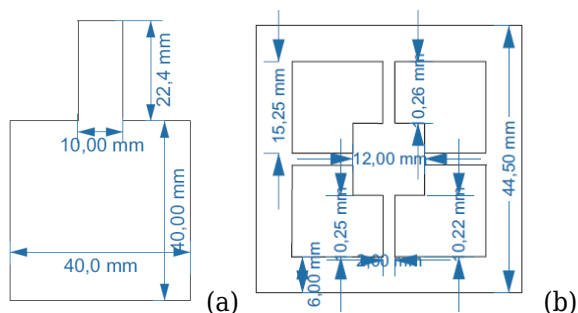


Figura 3 (a) Medidas viga engastada e (b) Ponte de Wheatstone

Após o processo de desenho os modelos foram levados a uma empresa que trabalha com corte em peças de acrílico, a qual foi orientada sobre como deveria ser feito o corte e qual a espessura do acrílico a ser usado.

A Figura 4 mostra as máscaras feitas em acrílico cujos testes iniciais atenderam às expectativas mostrando-se funcionais.

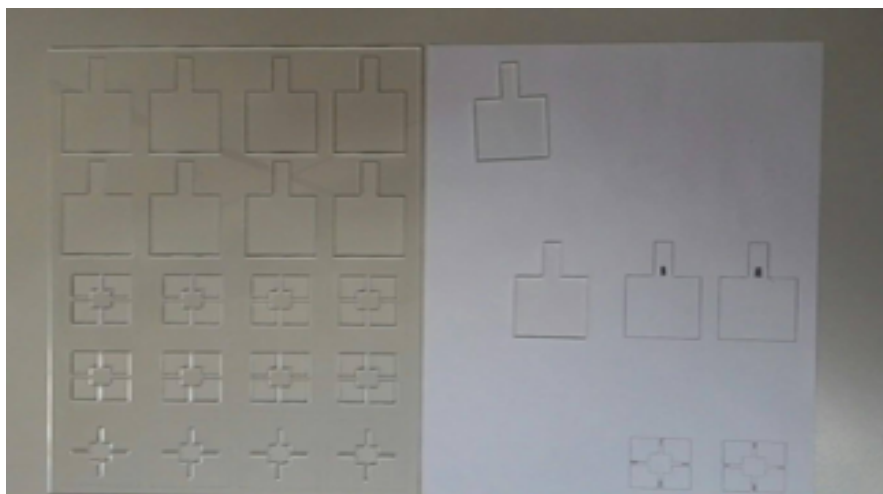


Figura 4. Máscaras na folha de PMMA recortada

A Figura 5 mostra aspectos mecânicos de ajuste dos espaçamentos onde são depositados os piezoresistores. Este processo visa corrigir pequenas falhas produzidas pelo corte laser do acrílico.

01 a 04 de outubro de 2018

Evento: Bolsistas de Iniciação Científica e Iniciação Tecnológica da Unijuí

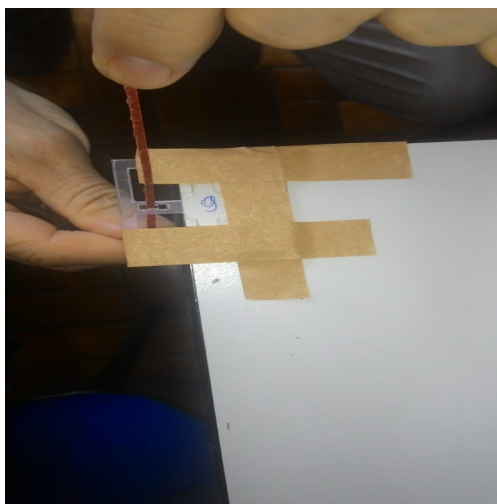


Figura 5. Fotografia mostrando os ajustes mecânicos nas máscaras de acrílico

Considerações Finais

Através da realização desse trabalho, percebeu-se a importância de buscar novos materiais e técnicas para construção de dispositivos sensores e concluiu-se que o uso de máscaras para prototipagem de elementos sensores piezoresistivos traz precisão, velocidade e minimiza o tempo de confecção de dispositivos.

A partir das discussões geradas e dos resultados obtidos foi decidido realizar aprimoramentos nas máscaras por meio de implementação de guias em suas extremidades e no desenvolvimento de novas máscaras para aplicação do grafite de forma tornar o processo, ainda, mais eficiente.

Referências Bibliográficas

REN, Tian-Ling; TIAN, He; XIE, Dan; YANG, Yi. **Flexible Graphite-on-Paper Piezoresistive Sensors** 2012.

LIU, Xinyu; MWANGI, Martin; LI, XiuJun; O'BRIEN, Michael; WHITESIDES, George M. **Paper-based piezoresistive MEMS sensors** 2011.

RASIA, Luiz Antônio. **Estudo e aplicação das propriedades elétricas, térmicas e mecânicas de materiais amorfos piezoresistivos em transdutores de pressão** São Paulo: 2009.

HAMMES, Graciane. **Modelagem matemática e fabricação de estruturas piezoresistivas usando grafite.** ijuí, 2016.