

ESTUDO DA DOPAGEM TIPO N EM SILÍCIO PARA FABRICAÇÃO DE PIEZORESISTORES

Rafaela Minikovski Moreno
Fatec São Paulo - rafaela.moreno@fatec.sp.gov.br

Luis da Silva Zambom
Fatec São Paulo

Marcelo Bariatto Andrade Fontes
Fatec São Paulo - bariatto@fatecsp.br

1. Introdução

Um microsensível baseia-se em um dispositivo micrométrico no qual se utiliza a tecnologia MEMS (do inglês Sistemas Microeletrômecânicos). Um exemplo dessa tecnologia é a utilizada na fabricação de sensores de pressão, baseado em piezoresistores difundidos em uma membrana de silício. Uma determinada pressão aplicada à membrana resultará em variação na resistência dos piezoresistores [1].

O objetivo deste trabalho é analisar a difusão do dopante tipo n em uma lâmina de silício tipo p seguida da corrosão de silício para determinação da resistividade em função da profundidade. A funcionalidade dos piezoresistores, neste caso resistores do tipo n, para a correta determinação da pressão na membrana de silício, é diretamente dependente do controle da resistividade após a etapa de difusão de dopantes [2,3].

2. Metodologia

Para o estudo da dopagem foram utilizadas lâminas de silício CZ polidas (7,5 cm de diâmetro, tipo p, orientação cristalina <100>, 350 µm espessura e resistência de folha média (R_s) de 154 Ω/□. Para a dopagem foi utilizada uma fonte líquida sintetizada com os seguintes reagentes químicos: tetraetilortossilicato (10,0 mL), álcool isopropílico (23,5 mL) e solução de H_3PO_4 de 3,8 mol/L. Para a difusão do fósforo (tipo n), 1 mL da solução foi uniformemente distribuída sobre as lâminas e aquecidas a 1150 °C em 45 min.

A análise da concentração de fósforo ([N]) foi obtida por meio do simulador PV Lighthouse [4], baseadas em medidas elétricas de resistência de folha (R_s) na superfície e em profundidade, após corrosão por plasma de SF_6 do silício (100 mTorr e 25 sccm). Para a medida em profundidade, pela técnica de perfilometria, criou-se, para cada tempo de corrosão, um degrau cujo desnível correspondia à espessura do silício corroída (t). A resistividade calculada (ρ) foi obtida pela Equação 1.

$$\rho = R_s \cdot t \quad (1)$$

3. Resultados

A Tabela I mostra os resultados obtidos após a corrosão do silício em diferentes tempos. A taxa de corrosão média foi de (161 ± 8) nm/min.

A resistência de folha indica que a maior concentração de dopantes de fósforo está na superfície, menor valor de resistência, e diminui com a profundidade, maior valor de resistência, Figura 1.

Nas condições utilizadas na corrosão por plasma, não se alcançou a profundidade de junção. Determinando-se a profundidade de junção pode-se estimar a resistência elétrica média dos piezoresistores, pois a concentração de dopantes não é constante com profundidade, e assim determinar com maior precisão os valores de pressão decorrente da deflexão da membrana de silício quando da fabricação dos sensores de pressão.

Tabela I – Análise da profundidade por corrosão.

Tempo (min)	t (µm)	R_s (Ω/□)	ρ (Ω.cm)	[N] (at./cm ³)
Si s/ difusão	-	154/p	5,39	$2,56 \cdot 10^{15}$
Si c/ difusão	-	6,48/n	-	-
1	0,16	10,18/n	$1,63 \cdot 10^{-4}$	$1,00 \cdot 10^{21}$
2	0,32	18,05/n	$5,78 \cdot 10^{-4}$	$3,13 \cdot 10^{20}$
6	0,97	241,9/n	$2,35 \cdot 10^{-2}$	$9,49 \cdot 10^{19}$

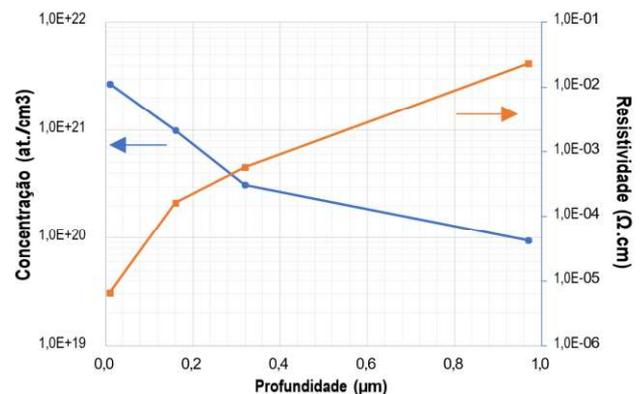


Figura 1 – Variação da concentração de dopantes e resistividade em profundidade.

2. Conclusões

Os resultados obtidos indicaram a variação da concentração de dopantes e a resistividade do silício com a profundidade, parâmetro fundamental no projeto dos piezoresistores utilizados na fabricação de microsensíveis de pressão MEMS.

3. Referências

- [1] <http://www.eletrica.ufpr.br/edu/Sensores/2000/emilio/in dex.html>. acessado em 19/06/2023.
- [2] Gulino, H.; Steimvacher, R. P. L.; Zambom, L. S.; Fontes, M. B. A, **Análise da Difusão de Fósforo para Dopagem de Lâminas de Silício**. Boletim Técnico da Faculdade de Tecnologia de São Paulo, v. 50, p. 45, 2020.

- [3] Sanches, K. F. **Projeto e Construção de Microsensor de Pressão com Tecnologia MEMS para Fins Didáticos**. TCC. Fatec-SP. 2017.
- [4] PVLighthouse.
<<https://www.pvlighthouse.com.au/>>. acessado em

26/05/2023.

Agradecimentos

Ao Laboratório de Sistemas Integráveis (LSI/PSI-EPUSP) pela infraestrutura.