

## Análise de defeitos de processamento em semicondutores optoeletrônicos

Nathália Oderich Muniz<sup>1</sup>, Guilherme Amaral Brito Leite<sup>1</sup>, Morgana Streicher<sup>1</sup>, Kendra Fernandes<sup>1</sup>, Berenice Anina Dedavid<sup>1</sup> (orientador)

<sup>1</sup>Faculdade de Engenharia, PUCRS

### Resumo

O composto III-V GaSb e suas ligas ternárias são semicondutores preferenciais para nova geração de dispositivos optoeletrônicos de baixo consumo e alto desempenho. Neste trabalho foi estudada a liga ternária  $Ga_{1-x}In_xSb$  com diferentes valores para  $x$ , obtidos pelo método Czochralski com líquido encapsulante. Em seguida, os cristais foram submetidos à microscopia óptica e eletrônica de varredura para análise de sua estrutura e composição e também, submetidos ao método de Van der Pauw para análise das medidas elétricas.

### Introdução

A tendência em direção ao baixo consumo de energia e a alta velocidade de processamento cresce cada vez mais e a procura por semicondutores que atendam a esses requisitos aumenta significativamente. O Antimoneto de Gálio e suas ligas ternárias são semicondutores preferenciais para essa nova geração de dispositivos e suas aplicações têm sido relatadas com sucesso. Neste contexto optou-se por estudar as ligas ternárias  $Ga_{1-x}In_xSb$ . Este trabalho tem como finalidade avaliar a densidade de defeitos estruturais ao longo de monocristais obtidos pelo método Czochralski.

### Metodologia

Foram crescidos três cristais de  $Ga_{1-x}In_xSb$  com concentrações variáveis de In ( $x=0,003$ ,  $x=0,008$  e  $x=0,2$ ), sob atmosfera de argônio e líquido encapsulante de óxido de boro pelo método Czochralski. Durante o crescimento dos cristais foram utilizadas diferentes velocidades de puxamento para aumentar a probabilidade de formar um “neck” (diminuição do diâmetro do cristal para formação de um único grão na estrutura). Após o crescimento, os

cristais foram lavados com água destilada para remover o líquido encapsulante e seccionados longitudinalmente para análise nos microscópios óptico e eletrônico de varredura. Em seguida, foram seccionados em pequenas lâminas transversais com 1 a 2mm de espessura e 5 a 6mm de largura, para análise das medidas elétricas pelo método de Van der Pauw. Todas estas amostras foram lixadas seguindo ordem de granulometria convencionais e polidas com sílica coloidal com hipoclorito de sódio.

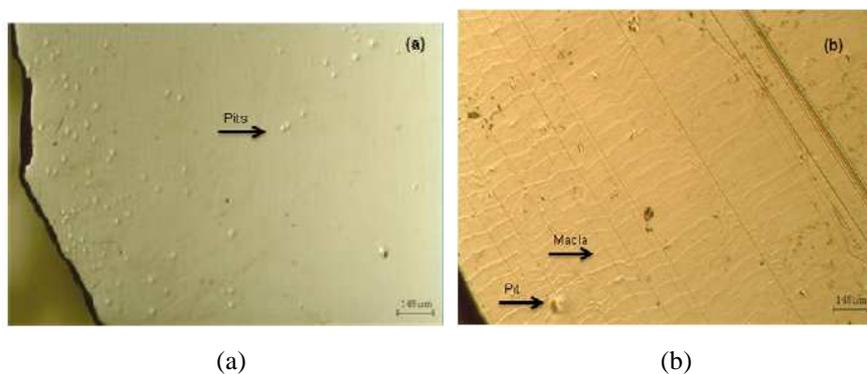
## Resultados

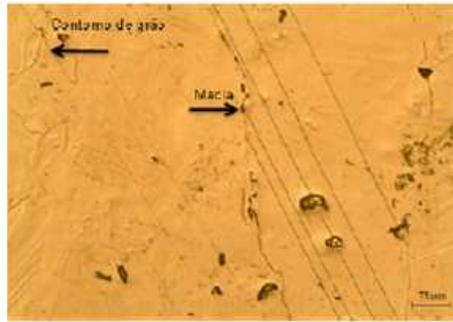
Os três cristais obtidos pelo método Czochralski podem ser vistos na Figura 1.



**Figura 1.** Três cristais obtidos. (a) Cristal 1  $\text{Ga}_{0,996}\text{In}_{0,003}\text{Sb}$ . (b) Cristal 2  $\text{Ga}_{0,992}\text{In}_{0,008}\text{Sb}$ . (c) Cristal 3  $\text{Ga}_{0,8}\text{In}_{0,2}\text{Sb}$

Todos os cristais apresentaram grãos, maclas e discordância.





(c)

**Figura 2.** (a) Imagem com aumento de 100x do cristal 1 com presença de pits. (b) Imagem com aumento de 50x do cristal 2 com presença de pits e macla. (c) Imagem com aumento de 100x do cristal 3 com presença de contorno de grão e macla

## Conclusão

Observou-se que quanto maior a concentração de In, maior a concentração de grãos e outros defeitos. Todos os cristais apresentaram concentrações baixas de Al, Cd e Te como impurezas.

Nos cristais ternários obtidos, o alumínio teve comportamento ambíguo: nos dois primeiros cristais o alumínio segregou para o cristal, logo seu coeficiente de segregação ( $k$ ) é menor que um; no terceiro cristal seu  $k$  foi igual a um. Esta diferença de  $k$  do alumínio pode estar relacionada à substituição do Ga pelo In no caso do alumínio segregar para o cristal e a substituição do Ga pelo Al quando este tiver seu  $k=1$ .

Observou-se também a influência do alumínio na condutividade do cristal. O primeiro cristal apresentou condutividade do tipo-p e a concentração inicial da carga de alumínio foi menor que 0,4%, enquanto que nos outros dois cristais, o alumínio possuindo valores de 0,58% e 1,18% de concentração (maiores que 0,4%), provavelmente tenha influenciado a condutividade do tipo-n nos cristais.

## Referências

- COSTA, E. M.; DEDAVID, B. A.; MULLER, A. Investigations of structural defects by etching of GaSb grown by the liquid- encapsulated Czochralski technique. **Journal of Material Science and Engineering B**, Vol.B44, p. 208 - , 1997.
- KIM, H. J.; CHANDOLA, A.; GUHA, S.; GONZALEZ, L.; KUMAR, V.; DUTTA, P. S. Influence of Native Defects on the Infrared Transmission of Undoped  $Ga_{1-x}In_xSb$  Bulk Crystals. **Journal of Electronic Materials**, v. 34, p.1391-1398, 2005.
- SHACKELFORD, JAMES F. Introdução à ciência dos materiais para engenheiros. 6<sup>a</sup> edição. São Paulo, 2008.
- STREICHER, M. **Crescimento e Caracterização de cristais de GaSb e GaInSb obtidos através do método Czochralski com Líquido Encapsulante**. Porto Alegre. 2010. Dissertação (Mestrado Engenharia e Tecnologia dos Materiais) Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Brasil.