

## 1 - Motivação

A crescente necessidade de mídias de armazenamento de dados não-voláteis, regraváveis, de pequenas dimensões físicas e que ofereçam praticidade e baixo custo, conduz à utilização de materiais que mudam de fase, tais como  $Ge_2Sb_2Te_5$ . Discos de armazenagem óptica de dados que fazem uso deste material vêm sendo amplamente utilizados desde os anos 1990. A liga  $Ge_2Sb_2Te_5$ , ou GST, apresenta tanto significativas diferenças na refletividade, quanto na resistividade, entre suas estruturas amorfa e cristalina, além de rápidas velocidades de transição entre essas fases. Para compensar a menor estabilidade térmica que ocorre no material quando diminuem-se as suas dimensões, podem ser utilizados dopantes que não prejudiquem a aplicabilidade do GST. O objetivo do presente projeto de pesquisa é a modificação e a caracterização de filmes finos de GST visando a aplicação em memórias não-voláteis.

## 2 - Metodologia

Filmes finos de GST foram depositados por *sputtering* sobre uma camada de  $SiO_2$  sobre um substrato de Si. Algumas destas amostras, que são inicialmente amorfas, passaram por tratamento térmico a 250 °C para que transicionassem até a estrutura cristalina cúbica de face centrada (FCC). Foram realizadas medidas de difração de raios-X (XRD) em ambas as amostras (com e sem tratamento térmico), para a averiguação das estruturas das mesmas. Para a verificação da composição e da espessura das amostras foi realizada a análise de Retroespalhamento de Rutherford (RBS), que consiste em incidir um feixe de íons sobre a amostra e analisar o retroespalhamento destes íons devido aos elementos presentes na mesma. Também foram realizadas medidas de refletividade em todas as amostras, utilizando-se uma esfera integradora.

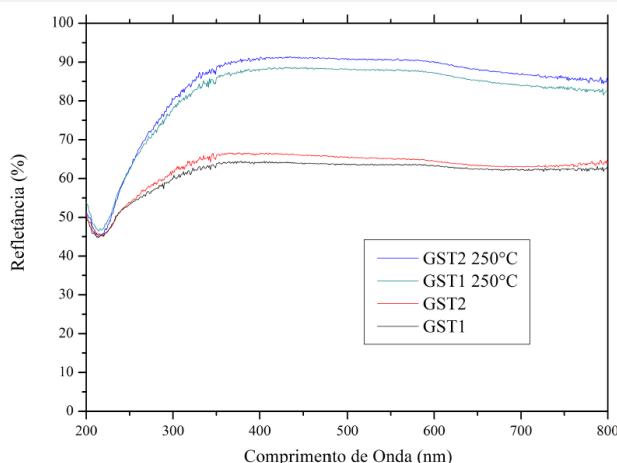


Figura 1 - Refletância em função do comprimento de onda [1]. Sendo GST1 e GST2 amostras de GST como depositadas, com espessuras de 120 nm e 70 nm, respectivamente. A nomenclatura 250 °C indica que as amostras passaram por tratamento térmico a esta temperatura de recozimento.

Depois da caracterização dos filmes puros de  $Ge_2Sb_2Te_5$ , foi escolhido o elemento Manganês (Mn) para ser implantado no material. Foram realizadas implantações de Mn em alvos de GST sob três fluências distintas:  $1,7 \times 10^{16}$ ,  $3,4 \times 10^{16}$  e  $6,8 \times 10^{16}$  íons de Mn por  $cm^2$  e todas com energia de 100 keV. As implantações foram realizadas em amostras de GST no estado amorfo. Posteriormente, foram repetidos todos os procedimentos realizados para os filmes puros, para observação das mudanças ocorridas devido a implantação de Mn nos filmes.

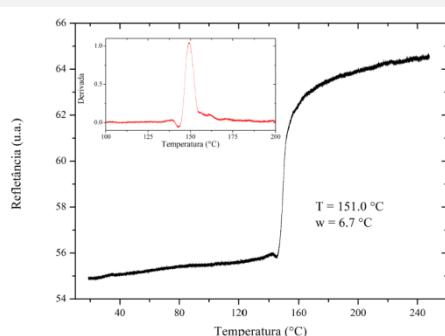


Figura 2 – Evolução térmica de filme de GST puro de espessura 120 nm [1].

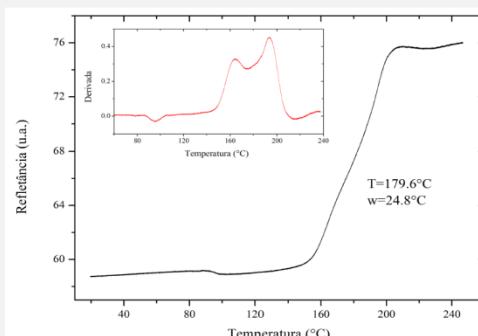


Figura 3 – Evolução térmica de filme de GST de 120 nm com implantação de Mn (fluência de  $1,7 \times 10^{16}$  íons/ $cm^2$ ) [1].

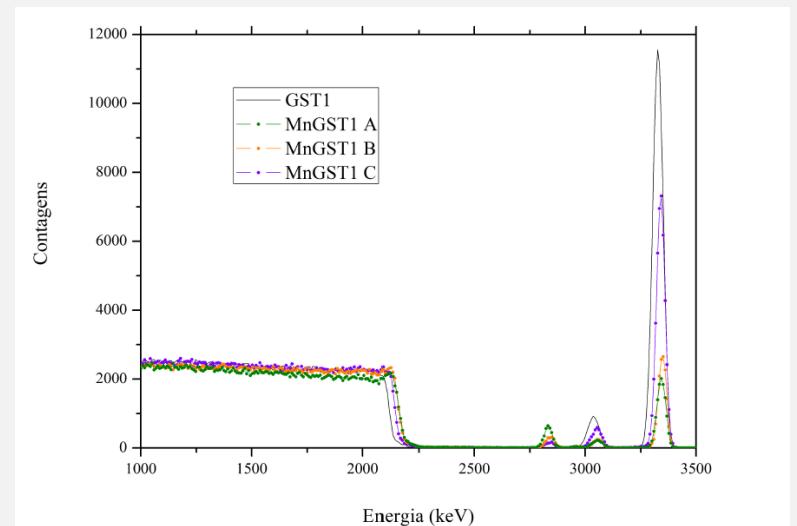


Figura 4 – Resultado de Análise RBS [1]. Sendo todas as amostras de espessura inicial de 120 nm, GST1 um filme de GST puro e os demais implantados com Mn. As nomenclaturas correspondem a: A – fluência de  $1,7 \times 10^{16}$  íons de Mn/ $cm^2$ ; B – fluência de  $3,4 \times 10^{16}$  íons de Mn/ $cm^2$ ; e C – fluência de  $6,8 \times 10^{16}$  íons de Mn/ $cm^2$ .

## 3 – Resultados

- A partir das medidas de difração de raios-X, verificou-se que a temperatura de 250 °C durante o recozimento dos filmes de GST puro foi suficiente para que o material transicionasse para a estrutura de rede cristalina FCC.
- Para filmes puros de GST, quanto menor a espessura do filme, maior é a refletância e também a diferença entre as refletâncias no estado amorfo e cristalino. Os valores podem ser visualizados na figura 1.
- Durante a realização das análises RBS nos filmes implantados, observou-se que a espessura dos filmes era muito inferior à esperada. Isto se deve ao fato de que, durante a implantação, os feixes de íons realizaram *sputtering* na amostra, diminuindo a espessura das amostras e, conseqüentemente a quantidade de material, a menos da metade da original. Logo, as concentrações de Mn nas amostras foram muito superiores as esperadas, chegando a provocar a perda da característica de rápida transição de fase para fluências de  $3,4 \times 10^{16}$  e  $6,8 \times 10^{16}$  íons/ $cm^2$ . Estes resultados foram confirmados por uma análise de evolução térmica, onde mede-se a refletividade em função da temperatura, e podem ser visualizados nas figuras 2 e 3.
- Os filmes implantados com fluência de  $1,7 \times 10^{16}$  íons/ $cm^2$  apresentaram maiores temperaturas de transição em relação aos puros. A partir disso, conclui-se que a implantação de Mn em filmes finos de GST proporciona filmes mais finos, devido a perda por *sputtering*, e com maior temperatura de transição, o que proporciona uma maior estabilidade térmica no dispositivo à temperatura ambiente.

## Referências:

- [1] L. A. Galves, Estudo da dinâmica da transição de fases em ligas de  $Ge_2Sb_2Te_5$ , 2014.