

Análise da estequiometria de filmes finos compostos de elementos leves por ERDA.

Responsável: José Fernando Diniz Chubaci

Laboratório de Cristais Iônicos, Filmes Finos e Datação (LACIFID)

Prof. Dr. Shigueo Watanabe

Prof. Dr. Masao Matsuoka

Prof. Dr. José Fernando Diniz Chubaci

Dra. Roseli Fernandes Gennari

Marina Sparvoli – Doutoranda

Danilo Olzon D. de Souza – Mestrando

Thales Borreli dos Santos

Yocef Hattori

Pedro Oliveira de Souza

Prof. Dr. Ronaldo Domingues Mansano - LSI-POLI

Dr. Ana Paula Mousinhos dos Santos - Doutoranda - LSI-POLI

O objetivo deste projeto é a análise da composição de filmes finos super duros, semicondutores e isolantes com alta constante dielétrica produzidos por deposição assistida por feixes iônicos (IBAD).

O desenvolvimento destes novos materiais faz parte de um projeto em que instalamos neste Departamento de Física Nuclear um laboratório de formação de filmes finos por “IBAD - Ion Beam Assisted Deposition”. Este projeto visa, inicialmente, a produção de filmes finos de alta dureza compostos por carbono, boro e nitrogênio. O método de formação de filmes finos por IBAD^[1-4] envolve processos de evaporação e de bombardeamento por íons para modificar propriedades e melhorar a qualidade do filme formado.

A necessidade de análise de elementos leves como carbono, nitrogênio e oxigênio, presentes nos materiais com que trabalhamos, nos levou a participar da instalação, neste Laboratório, de um sistema de análise ERDA (Elastic Recoil Detection Analysis). Essa instalação completaria o elenco de métodos analíticos por feixes iônicos disponíveis no conjunto Pelletron-LAMFI e atenderia às necessidades de nossas pesquisas. ERDA^[5-8] é um dos métodos mais precisos para a análise de elementos leves em uma amostra espessa, permitindo se identificar e quantificar o perfil dos elementos presentes em sua superfície.

Utilizamos uma câmara^[6,7,9-11] de ionização como detetor, que permite determinar simultaneamente a perda de energia no gás (ΔE) e a energia residual (E) que chega a um detetor de barreira de superfície instalado dentro desta. Com este arranjo experimental instalado na canalização 30B (Fig. 1) foi possível separar e identificar claramente os elementos leves C, N e O (Fig. 2), usando-se um feixe de ^{35}Cl a 58 MeV. Este arranjo se encontra operacional e ao analisarmos nossas amostras de nitreto de carbono, previamente produzidos, que também haviam sido analisadas por XPS (X-ray photoelectron spectroscopy), obtivemos resultados compatíveis^[12].

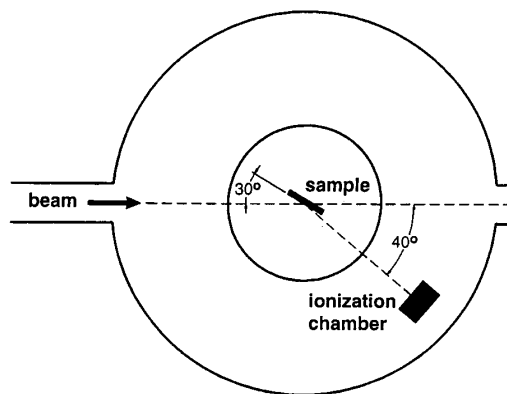


Fig. 1. Esquema do arranjo experimental montado na câmara de espalhamento da linha 30B do acelerador Pelletron..

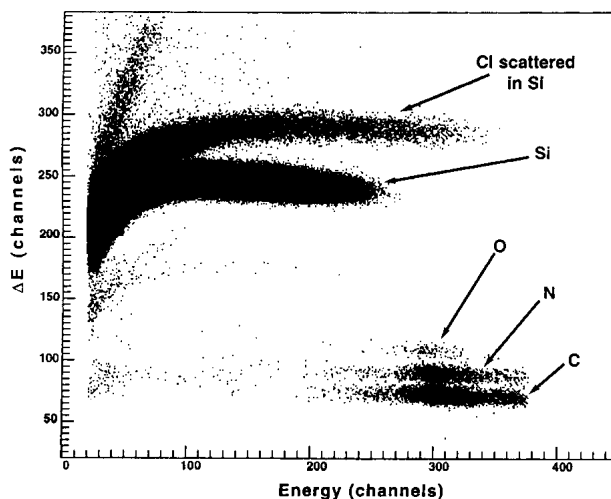


Fig. 2. Espectro ERDA de um filme fino de nitreto de carbono formado sobre substrado de sílcio.

Usualmente, na análise deste tipo de trabalho utilizamos conceitos básicos de cinemática e de física nuclear na interpretação imediata dos resultados obtidos. Para um melhor entendimento dos dados experimentais adquiridos tornam-se necessárias simulações computadorizadas usando-se combinações dos conceitos básicos. Com o uso de valores de perda energética dos íons pesados incidentes e os de recuo confiáveis é possível a

transformação do espectro de energia, medido para cada elemento, em perfil de profundidade.

O desenvolvimento do projeto de produção de filmes finos de alta dureza compostos por carbono, boro e nitrogênio requer o aperfeiçoamento do método ERDA em uso. A possibilidade do uso de sistema de detecção por tempo de voo e de feixes de íons mais pesados, como o de I ou Au, abrem novas perspectivas para nossos experimentos. A dureza e o "band-gap" ótico destes filmes dependem do aumento da incorporação do nitrogênio e da presença mínima de oxigênio e hidrogênio. A análise da estequiometria destes filmes por ERDA permite a caracterização destes filmes, relacionando sua composição relativa com as propriedades físicas estudadas. Neste projeto será realizada uma análise sistemática por ERDA de todos os filmes finos produzidos. Estas análises fornecerão os parâmetros para a continuidade da produção dos filmes por IBAD em condições ideais. Atualmente estamos em condições de produzir em torno de 20 novas amostras por mês. Assim estamos solicitando 8 dias de máquina para a realização de nossos experimentos, sendo aproximadamente um dia por mês.

Grandes esforços têm sido dedicados para a produção de filmes de nitreto de carbono com a composição C_3N_4 que poderiam vir a possuir propriedades semelhantes às do diamante, mas até agora o sucesso tem sido pequeno. Assim como o nitreto de carbono, as propriedades do nitreto de boro também apresentam uma grande dependência em relação à incorporação de nitrogênio em sua matriz e os estudos por ERDA são fundamentais para a sua caracterização.

Referências

- [1] Y. Andoh, Y. Suzuki, K. Matsuda, M. Satou, F. Fujimoto, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* **6**(1985)111-115.
- [2] F. Fujimoto, *Vacuum* **42**(1991)67-72.
- [3] K. Ogata, Y. Andoh, E. Kamijo, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* **33**(1988)685-688.
- [4] J. F. D. Chubaci, et al., *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* **80/81**(1993)463-466.
- [5] J. L'Ecuyer, et al., *Journal of Applied Physics* **47**(1976)381-387.
- [6] G. Dollinger, M. Boulouednine, A. Bergmaier, T. Faestermann, C. M. Frey, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* **118**(1996)291-300.
- [7] W. Assmann, et al., *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* **118**(1996)242-250.
- [8] Y. Wang, et al., *Nuclear Instruments in Physics Research B* **84**(1994)111-115.
- [9] R. Siegele, W. Assmann, J. A. Davies, J. S. Forster, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* **118**(1996)283-290.
- [10] H. Timmers, R. R. Ophel, R. G. Elliman, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* **161-163**(2000)19-28.
- [11] R. G. Elliman, et al., *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* **161-163**(2000)231-234.
- [12] N. Added, J. F. D. Chubaci, M. Matsuoka, R. A. Castro, M. Radtke, E. Alonso, R. Liguori Neto, M. A. Rizzutto, M. H. Tabacniks, R. D. Mansano, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* **175-177**(2001)787-790.