

• Bruno Panzer Hahn

•Orientador: Rogerio Luís Maltez

•Laboratório de Microeletrônica,

•Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

•e-mail: brunophahn@hotmail.com

INTRODUÇÃO

Este é um estudo que envolve o desenvolvimento de um software para cálculo numérico de valores necessários na caracterização de amostras por medidas de *Elastic Recoil Detection Analysis* (ERDA).

OBJETIVO

Etapa Atual:

- Aperfeiçoar o código anteriormente criado para cálculo de parâmetros de análise ERDA que possui uma falha para certas combinações projétil-alvo, impedindo a execução das rotinas de cálculo.

Etapa futura:

- Implementação de uma interface gráfica em modo janela para maior compatibilidade com sistemas operacionais atuais, tornando sua utilização mais fácil e acessível.

A TÉCNICA ERDA

Esta técnica permite identificar e quantificar a concentração de uma impureza em função de sua profundidade na amostra. Utiliza-se um feixe de íons de massa maior que das impurezas dentro da amostra na qual incide.

São necessários ângulos rasantes sobre a amostra tanto para incidência quanto para detecção (~75°, em relação à normal) para facilitar a extração de átomos das impurezas leves (Figura 1.a).

Um sistema eletrônico denominado Analisador de Multicanal (MCA) conta e mede a energia das partículas detectadas dentro de intervalos chamados canais, produzindo um espectro (Figura 1.b).

O detector é protegido por uma película de poliéster chamada de "Mylar" com uma espessura apropriada para reter o feixe de projéteis espalhados. No entanto, fino o suficiente para permitir a passagem dos átomos arrancados da amostra.

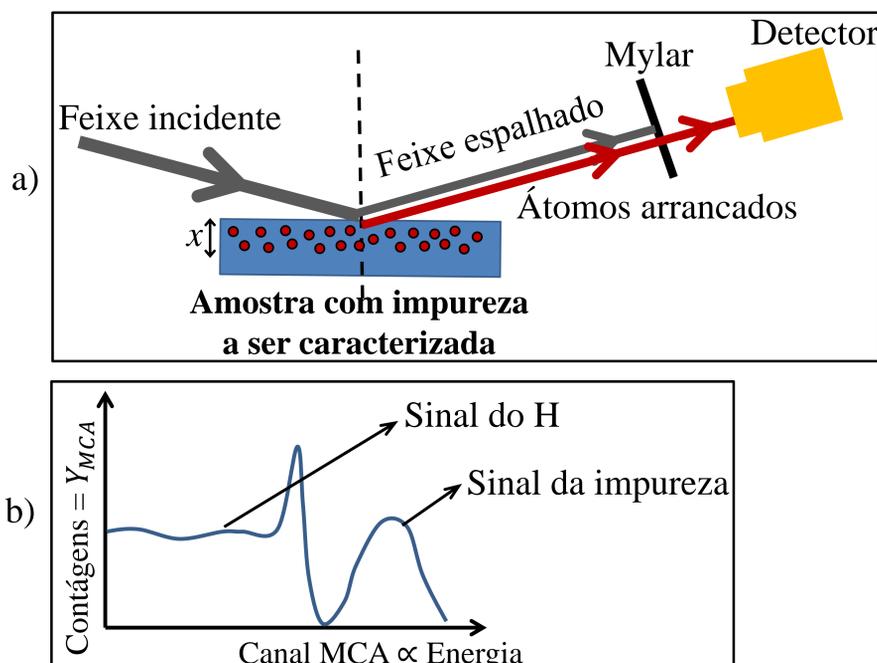


Figura 1. a) Esquema da configuração para medida ERDA. b) Espectro gerado pelo MCA.

Existe uma relação linear entre os canais do MCA e a energia da partícula detectada. A impureza Hidrogênio esta sempre presente em qualquer amostra e é útil para calibrar o sistema (determinar a relação linear).

Com base nos espectros de energias medidas, pode-se calcular a concentração de impurezas em função profundidade na amostra. Para isso é necessário um cálculo numérico.

O PROGRAMA

O código calcula a variação de energia no trajeto de entrada do PROJÉTIL e saída da IMPUREZA arrancada. Esta variação é dada por:

$$\Delta E = \int_0^x S(E) dx, \text{ onde } S(E) = \frac{dE}{dx}$$

Como a variação depende da própria energia, são necessárias rotinas de cálculos numéricos, realizadas pelo programa, que calculam o variação efetiva $S_{ef} = \frac{dE}{dx_{ef}}$ [Barbour e Doyle].

Com isto, pode ser encontrada a concentração (N) de impureza em função da profundidade (x) pela seguinte equação [Barbour e Doyle]:

$$N(x) = C \left[\frac{(E \text{ antes colisão})^2}{E_0^2} \frac{dE/dx|_x}{dE/dx|_{x=0}} \right] Y_{MCA} \quad (\text{eq. 1})$$

Sendo C uma constante.

Para fazer os cálculos é necessário fornecer ao programa a massa e energia dos íons incidentes, composição da amostra, os ângulos de incidência em relação à normal da amostra e detecção em relação ao incidente e a espessura do Mylar. Com isto, será gerada uma tabela com os valores necessários (Tabela 1).

Resultados para o espectro do atomo-alvo Z = 7

Fator cinematico: .6103110909461975
Energia absorvida pelo Mylar quando E = 9.7649774551 MeV: 6713.024 keV

Prof. (Angst.)	E no MCA (keV)	E antes col. (keV)	dE/dx efet. (keV/Angst.)
0.00000	3051.95361	16000.00000	1.67063
200.00000	2717.82837	15910.00684	1.63319
400.00000	2391.19043	15820.17383	1.59116
600.00000	2072.95752	15730.50293	1.53354
800.00000	1766.25024	15640.99512	1.45692
1000.00000	1474.86548	15551.65234	1.35614
1200.00000	1203.63696	15462.47656	1.22579
1400.00000	958.47864	15373.46875	1.07977
1600.00000	742.52545	15284.63086	0.93259
1800.00000	556.00830	15195.96387	0.83151
2000.00000	389.70645	15107.47070	0.72788
2200.00000	244.12994	15019.15234	0.63468
2400.00000	117.19314	14931.00977	0.52956
2600.00000	11.28187	14843.04590	0.35709
2800.00000	0.00000	14755.26172	0.00000

Tabela 1. Tabela gerada pelo programa para análise de Nitrogênio em uma amostra de GaAs, com feixe incidente de Silício a 16 MeV de energia, ângulo de incidência de 73°, ângulo do detector de 34° em relação ao feixe incidente e Mylar de 5 μm de espessura.

Utilizando as colunas de profundidade dos átomos arrancados e suas energias detectadas no MCA, pode-se converter o eixo dos canais do MCA do espectro em profundidade na amostra.

Os valores de energia antes da colisão e variação efetiva são usados para calcular a correção das contagens do espectro, obtendo corretamente a concentração relativa na amostra [ver eq. 1].

Desta forma, pode ser construído o perfil de concentração dos elementos em função da profundidade.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- Barbour, J. C., e Doyle, B. L. 1995. Elastic recoil detection: ERD. Em *Handbook of modern ion beam materials analysis*, eds. J. R. Tesmer e M. Nastasi, 83-138. Pittsburgh, PA: Materials Research Society Press.

RECONHECIMENTO

- Trabalho financiado pela CAPES e Pró-Reitoria de Pesquisa (bolsa IC) – UFRGS;