

Propriedades de cintilação de cristais de iodeto de cézio puros e dopados crescidos pela técnica Bridgman para uso como detectores de radiação

Nayla Franciely da Silva e Maria da Conceição Costa Pereira
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN

INTRODUÇÃO

Os cristais cintiladores desempenham uma função importante na detecção de radiação e imageamento. O detector à cintilação ou cintilador surgiu em 1903 construído por William Crookes. Utilizou-se uma tela de sulfeto de zinco e um microscópio, para observar os flashes de luz quando a radiação ionizante, nesse caso partículas alfa, atingisse o material cintilador. Mas o método foi abandonado por ser pouco eficiente. No período da guerra entre 1939 à 1945, necessidades surgiram na área de instrumentação, as quais estavam relacionadas a fragilidade e sensibilidade na presença de campos magnéticos. Curran e Baker em 1944 introduziram o primeiro contador moderno, o qual foi montado a partir do antigo contador à cintilação e a ele adicionado um tubo fotomultiplicador. A efetividade no uso de cintiladores só foi possível em função de avanços no desenvolvimento de dispositivos fotoelétricos, os quais tornaram possível amplificar a luminosidade produzida pelo cintilador e ainda convertê-la em sinais elétricos passíveis de serem contabilizados em conjunto com instrumentos eletrônicos apropriados [1]

P. W. Bridgman desenvolveu uma técnica de crescimento de monocristais que consiste em fundir o material de partida numa temperatura pouco acima de seu ponto de fusão, e após, deslocá-lo lentamente por uma seção poucos graus abaixo do seu ponto de solidificação em um recipiente de base afinada, proporcionando um grande período de interface sólido-líquido, o que permite a orientação dos

muitos núcleos cristalinos em um único arranjo ordenado [2,3].

OBJETIVO

Neste trabalho foi utilizado a técnica vertical de Bridgman para produzir um monocristal de iodeto de cézio (CsI) dopado com bromo para investigação das propriedades físico-químicas com a finalidade de detecção de radiação.



Fontes.: Nayla F da Silva –
Tiradas Celular



Foto 1.: Garrafas de
EXTRAN e HF - IPEN

1º Passo – Fazer a limpeza do
cadinho.:

- Solução 20% de extran por 24h;
- Enxaguar diversas vezes com H₂O destilada;
- Solução 10% HF por 1h;
- Enxaguar diversas vezes com H₂O destilada e o último enxague com H₂O ultrapura.

Fontes.: Nayla F da Silva –
Tiradas Celular



2º Passo.:

- Tampar a boca do cadinho com papel alumínio;
- Colocar na estufa por 24h.

Foto 2.: Estufa para secagem - IPEN



Foto 3.:
Maquina a
vácuo - IPEN



Foto 4.: Forno
Horizontal - IPEN

Fontes.: Nayla F da Silva –
Tiradas Celular

3° Passo.: desumidificação sob a vácuo contínuo de 10^{-6} mbar e temperatura constante de 200°C:

- Aquecimento lento contínuo até 100°C (intervalo de temperatura na qual não ocorre hidrólise) mantendo por 1h;
- Ainda sob vácuo manteve-se o aquecimento, na taxa 25° até 200° por 3h para remover a água absorvida quimicamente;
- E finalizando adicionou-se 0,01% de iodo elementar em atmosfera inerte de argônio puro (procedimento feito para evitar vacância na estrutura cristalina);

Foto 5.: Soldagem por Oxiacetileno - IPEN



4° Passo.: A soldagem do cadinho feito utilizando oxiacetileno a uma temperatura de até 1500° C;

Fontes.: Nayla F da Silva – Tiradas Celular



Foto 6.: Forno Bridgman Vertical - IPEN

5° Passo.: Técnica Bridgman

- O crescimento ocorreu por duas zonas quente/fria, com o tubo posicionado na zona quente a 650°C;
- O deslocamento foi em direção à zona fria realizado a 1mm/h controlado, garantido o crescimento de baixo para cima do cristal;
- Após 120 h o monocristal foi formado com controle rigoroso de umidade e temperatura ambiente do processo.

Fontes.: Nayla F da Silva – Tiradas Celular



Foto 7.: Máquina Cortadora - IPEN

6° Passo.: Cortados e Polidos

- O polimento do cristal foi feito com etilenoglicol p.A. ($C_2H_6O_2$);
- Utilizando Sontara garantido superfícies planas e sem riscos ou orifícios que possam interferir na detecção.

Fontes.: Nayla F da Silva - Excel

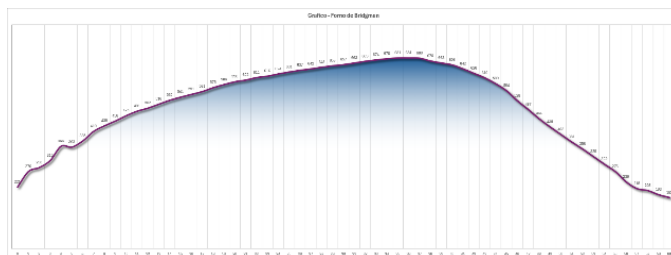


Figura 1.: Gráfico do sistema de calibração do forno Bridgman.

A fig. 1 mostra o gráfico da calibração do forno Bridgman. Este procedimento permitiu identificar o ponto de maior temperatura do forno, no qual foi posicionado o cadinho com o material de partida. O material foi fundido e iniciou-se o deslocamento do cadinho, por meio de motor de passo, em direção a zona fria do forno.

O tratamento químico e térmico dos cadinhos, mostrou-se eficiente.

O vácuo de 10^{-6} mbar utilizado no processo de tratamento do sal de partida foi adequado.

A calibração do forno permitiu identificar a região de maior temperatura, na qual o material foi fundido e em seguida deslocado lentamente a 1 mm/h.

[1] P. W. Bridgman, *Crystal growth process*, American Academy of Arts and Sciences, v. 60. p. 295-300, (1925).

[2] G. F. Knoll, *Radiation detection and measurement*. Nova Iorque: Willey, (1999).

[3] T. Yanagida, *Inorganic scintillating materials and scintillation detectors*. Proceedings of the Japan Academy – Series B physical and Biological Sciences. v. 94. pp. 75-97 (2018).

Agradeço ao CNPq pelo apoio e incentivo.