

CRESCIMENTO DE CRISTAIS SEMICONDUTORES DE HgI₂ PARA DETECÇÃO DE RADIAÇÃO

Renata Mazzini Marcondes e Margarida Mizue Hamada
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN

INTRODUÇÃO

Materiais semicondutores com energia de banda proibida larga (1,5 a 2,7eV) têm despertado interesse para serem utilizados como detectores que operam à temperatura ambiente para detecção de raios X e gama. Atualmente, os detectores semicondutores disponíveis no mercado, são de Ge e Si. Porém, o uso destes tem sua aplicação limitada, devido à sua baixa resistividade à temperatura ambiente. Assim, para apresentar alta capacidade de resolução necessitam operarem à temperatura criogênica (77 K)[1].

O HgI₂ tem emergido como um promissor cristal para uso como detector de radiação que opera à temperatura ambiente por apresentar: (a) resistividade alta (10^{14} Ω.cm), (b) densidade alta de 6,2 g/cm³, (c) energia de banda proibida larga de ~2,13 eV e (d) o número atômico alto (ZHg=80 e ZI=53). No entanto, o HgI₂ sofre transição de fase estrutural abaixo do seu ponto de fusão (259 °C), o que torna o seu crescimento pela técnica de fusão [1,2] mais difícil comparado ao de PbI₂ (405 °C) e de TlBr (468 °C), que comumente são crescidos pela técnica de fusão. Para o crescimento de cristais de HgI₂, as técnicas mais descritas na literatura são a de “transporte de fase de vapor (PVT)” ou “evaporação de solvente” [1,3].

Neste trabalho foi estabelecida a metodologia para crescimento do cristal de HgI₂ pela técnica de Transporte Físico de Vapor (PVT).

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento da técnica de Transporte Físico de Vapor (PVT) para a preparação

de cristais de HgI₂ para sua aplicação como detector de radiação.

METODOLOGIA

A técnica de PVT tem como uma propriedade a sublimação do sal de HgI₂.

O arranjo experimental para o crescimento dos cristais, representados na Figura 1, consiste na utilização de uma chapa quente (f) que transmite calor para um meio de banho de óleo de silicone (c), envolto com um isolante térmico, para evitar a perda de calor. A ampola (d) foi preenchida com 5g de sal de HgI₂, (e) desumidificada à temperatura de 90 °C e selada, para evitar perda do vapor de HgI₂ e evitar uma provável contaminação no material. Acima da ampola, há um fluxo de água (a) a temperatura ambiente, para resfriamento, onde há a formação do cristal (b).

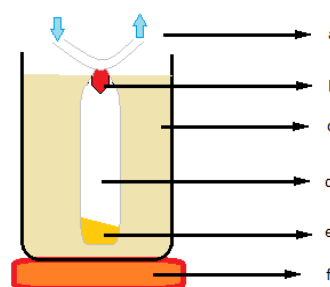


Figura 1 – Esquema do forno de crescimento de cristais por transporte de vapor.

Com a formação do primeiro cristal, observou-se que parte do material ficou depositada no fundo da ampola, sendo em sua maioria impurezas. Após análises do cristal obtido, bem como do material depositado, o cristal do primeiro crescimento, composto de sal mais puro, foi reposicionado em uma nova ampola para um segundo crescimento, acarretando

assim em um segundo cristal, com menos impurezas em relação ao primeiro.

RESULTADOS

O cristal crescido pela técnica de PVT apresentou uma coloração avermelhada mais escura e brilhante, sendo mais acentuada na região externa, como pode ser observada na Fig. 2.

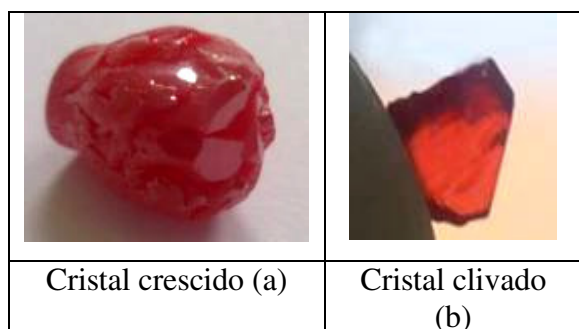


Figura 2: Cristal de HgI_2 , crescido por PVT, na forma original, (a), após a clivagem (b)

O difratograma obtido pela análise de difração de raios X indica que o cristal está orientado preferencialmente nos planos (001) e (101) com estrutura tetragonal (Figura 3).

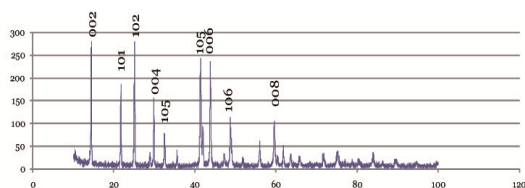


Figura 3 – Difratograma do cristal de HgI_2 crescido pela técnica de PVT .

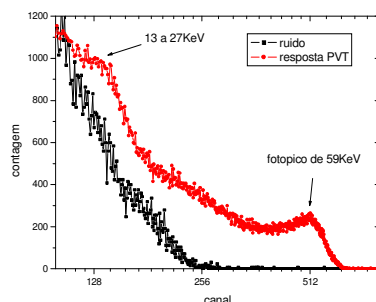


Figura 4 - Espectro de altura de pulso do detector cristal obtido pela técnica de PVT purificado.

A Figura 4 apresenta o espectro de altura de pulso do cristal, crescido duas vezes pela técnica de PVT, excitado com uma fonte de radiação gama de 59,5 keV do ^{241}Am . Para o cristal crescido pelo PVT com um crescimento foi possível observar a resposta da radiação somente no modo corrente

CONCLUSÃO

O método de crescimento de cristais de HgI_2 por Transporte Físico de Vapor se mostrou adequado aos propósitos deste trabalho. O melhor desempenho obtido para o cristal crescido duas vezes pela técnica de PVT comparado com aquele crescido uma vez, pode ser atribuído a sua melhor pureza.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CUMMINGS, T; Marín, C; Ostrogorsky, A. G. Tetragonal red and yellow $\text{HgI}_2\text{-CdI}_2$ crystals for X- and g-ray solid-state detectors directionally solidified under argon pressure of 20 atm. Journal of Crystal Growth. October 2006
- [2] MARTINS, J. F.T. COSTA, F. E. da SANTOS, R. A. dos HAMADA, M. M. - Radiation Response on the Mercury Iodide Crystals Grown by the Physical Vapor Transport. In:VIII Encontro da Sociedade Brasileira de Crescimento de Cristais, 2010, São Carlos, SP.
- [3] MARTINS, J. F. T. –**Desenvolvimento do cristal semicondutor de Iodeto de mercúrio para aplicação como detector de radiação.** 2011. – Tese (Mestrado) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo.

APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

CNPq e PIBIC