Crescimento de Cristais Semicondutores de HgI_2 para Detecção de Radiação

João Francisco Trencher Martins e Margarida Mizue Hamada
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN

INTRODUÇÃO

Os primeiro estudos que apontam o uso de cristais de HgI_2 tetragonal para detecção de radiação datam da década de 70 com estudos de W. F. Schnepple[1]. Entretanto, as pesquisas com este tipo de semicondutor foram postas de lado quando os estudos com Ge foram se mostrando mais promissores; porém, o Ge somente apresentava uma boa resolução quando operava a baixas temperaturas. Sendo assim, a construção de um detector que operasse em temperatura ambiente com boa resolução ainda era um desafio aos pesquisadores. Foi então que, na década de 90, novos estudos com o HgI_2 e PbI_2 foram surgindo, pois eles apresentaram melhores resultados para utilização em temperatura ambiente. Por ter uma técnica de crescimento bastante conhecida, o PI_2 foi inicialmente tomado por grande parte dos pesquisadores com objeto de estudos, mas suas limitações ficaram evidentes em poucos anos de pesquisa e agora um novo nicho na pesquisa dos semicondutores detectores de radiação puderam ser posto à prova: este é o HgI_2 tetragonal, posto de lado no passado por dificuldades como equipamentos rudimentares e pela presença de outros cristais que eram aparentemente mas fáceis de se trabalhar, o HgI_2 tetragonal reaparece como um desafio aos pesquisadores da área.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de uma metodologia para a preparação de cristais de HgI_2 tetragonal adequados para sua utilização como detectores de radiação.

METODOLOGIA

Pesquisas bibliográficas foram realizadas a fim de construir uma base sólida para posteriores atividades práticas, bem como tomar conhecimento do estado de arte do desenvolvimento do HgI_2. Foi realizado o crescimento dos primeiros cristais pelo método de solução de acetona saturada de HgI_2 e KI.

A pesquisa bibliográfica foi, a principio, orientada de modo a fornecer possibilidades de materiais potencialmente plausíveis de se tornarem detectores semicondutores. Com base em estudos foi levantada a possibilidade de se utilizar, dentre outros, o cristal de iodeto de mercúrio tetragonal; este foi escolhido para estudos pois existe uma quantidade mediana de trabalhos científicos que podem fornecer parâmetros para comparação dos resultados obtidos, podendo-se assim delimitar o número de variáveis a serem analisadas em cada etapa do desenvolvimento e compará-las com a literatura.

O método escolhido para o crescimento dos primeiros cristais foi o método de solução saturada, um método largamente utilizado no crescimento de cristais. Entretanto, para realização deste método, o sal deve ser solubilizado e o sal de HgI_2 é praticamente insolúvel em água e tem uma solubilidade baixa em solventes orgânicos. Um modo de torná-lo mas solúvel é formando um complexo com KI e esse complexo sim é solúvel em solvente orgânico (acetona) como pode ser visualizado na seqüência de figuras à seguir:

Figura 1 - sal de KI

Figura 2 - sal de HgI_2

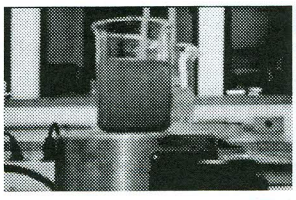

Figura 3 - solução sob agitação antes da formação do complexo

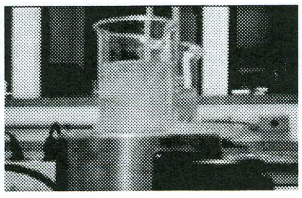

Figura 4 - solução sob agitação após formação do complexo

A solução formada foi então deixada em repouso coberta por papel de filtro e as laterais seladas para tornar a evaporação do solvente bastante lenta, o que é de fundamental importância para a formação de um bom reticulo cristalino (figura 5). À medida que o solvente se evapora o sal de HgI_2 se aglutina no fundo do béquer por apresentar uma solubilidade menor; assim são formados pequenos cristais que posteriormente serão utilizados como sementes (figura 6) para crescimento de cristais maiores em uma nova solução.

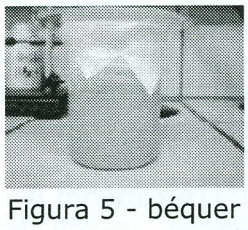

Figura 5 - béquer gerador de sementes

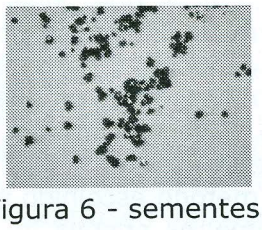

Figura 6 - sementes

Esses pequenos cristais foram selecionados visualmente de acordo com sua orientação, e aqueles que apresentavam uma boa orientação reticular foram novamente submetidos ao processo de crescimento. Para evitar que o crescimento fosse restringido em uma das faces do cristal pelo contato com a parede do béquer, os cristais escolhidos foram suspensos por um fino fio de teflon (figura 7). O cristal já com o tamanho esperado (figura 8) foi clivado com a finalidade de comprovar sua orientação em planos cristalinos (figura 9).

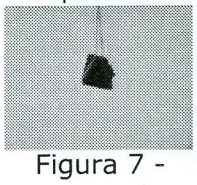

Figura 7 - cristal na ultima etapa do crescimento

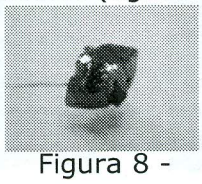

Figura 8 - cristal com tamanho final

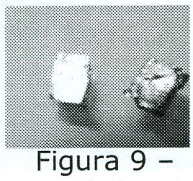

Figura 9 – cristal clivado apresentando orientação em plano

RESULTADOS

Na primeira fase do crescimento os cristais de HgI_2 tetragonal apresentaram um comportamento esperado, com cristais da ordem de 1 a 3 milímetros.
Os cristais de HgI_2 tetragonal apresentavam um crescimento excepcional na sua massa da ordem de 150 a 250% quando comparados à primeira fase de crescimento.
A clivagem demonstrou uma grande fidelidade ao plano de crescimento do cristal.

CONCLUSÃO

O método de crescimento de cristais de HgI_2 por solução se mostrou adequado aos propósitos deste trabalho.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

[1] CUMMINGS, T; Marín, C; Ostrogorsky, A. G. Tetragonal red and yellow HgI2–CdI2 crystals for X- and g-ray solid-state detectors directionally solidified under argon pressure of 20 atm. Journal of Crystal Growth. October 2006

[2] GOSPODINOV, Matin; SVESHTAROV, Peter. Growth of a-mercury iodide crystals and study of space charge relaxation in an applied electric field. Journal of Crystal Growth. 1983

[3] MELLO, H.; Biasi, R. Introdução a física dos semicondutores. Edgar Blücher. 1975

RAO, M. Rama; Verma, J. K. D. Solution grown mercuric iodide crystals as low-energy gamma-ray conduction type detectors. Saha Institute of Nuclear Physics. October 1979

[4] SCHIEBER, M.; Zentai; G. ET Ali. Large area mercuric iodide and lead iodide X-ray detectors for. Journal of Crystal Growth medical and non-destructive industrial imaging . Journal of Crystal Growth. December 2004

[5] ZHOU, Han-Tang; Lee, Cheng-Hsu; ET Ali. Growth of a-HgI2 single crystals from physical vapor transport in an oil-bath furnace. science direct. September 2003

APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

CNPQ/PIBIC