

USO DE CÉLULAS PELTIER EM ESPECTROMETRIA ALFA DE ALTA RESOLUÇÃO

Carmen C. Bueno^{1,2}, Marcello Damy S. Santos^{1,2}
e Josemary A.C. Gonçalves¹
(1) IPEN-CNEN/SP - C.P.11049 - CEP 05508-900 - SP
(2) PUC/SP - C. P.02384 - CEP 01303-010 - SP

RESUMO

Pesquisas realizadas em nosso laboratório demonstraram a possibilidade de transformar fotodiodos comerciais em detectores de radiação α que apresentam características comparáveis às obtidas com detectores de barreira de superfície. Utilizando o fotodiodo polarizado reversamente e uma fonte α de ^{241}Am foram obtidas resoluções de 27keV à temperatura ambiente e de 23keV em temperaturas de até -30°C .

INTRODUÇÃO

As características de alguns fotodiodos comerciais como baixo custo, facilidade de operação, correntes de fuga inferiores a 20nA e pequenas capacidades tornam possível empregá-los, quando modificados, em espectrometria de radiação alfa. Estudos preliminares realizados em nosso laboratório [1] com fontes de ^{241}Am demonstraram que os fotodiodos de Si, desencapsulados e à temperatura ambiente, apresentaram resoluções em energia comparáveis às obtidas com detectores de barreira de superfície, frequentemente utilizados para esse fim.

Com a finalidade de melhorar a resolução em energia encontrada à temperatura ambiente (FWHM \approx 27keV) procurou-se diminuir a contribuição do ruído eletrônico, principalmente aquele gerado pela corrente de fuga do detector, através da redução da temperatura do diodo. Neste caso, é comum o uso de um "dedo frio" [2] ou de um fluxo de nitrogênio líquido [3]- o que complica o sistema de operação e inviabiliza, no último caso, a medida em alto vácuo. Em espectroscopia de alta resolução, frequentemente evita-se o uso de células Peltier para a refrigeração do fotodiodo [4] pois a redução da corrente de fuga do detector pode ser superada pelo ruído eletrônico gerado pela fonte de alimentação da célula - não correspondendo a uma melhoria do resultado encontrado.

Neste trabalho são apresentados os estudos realizados com fotodiodos resfriados com células Peltier, alimentadas através de um filtro especial para frequências elevadas, o que permitiu uma redução significativa do ruído eletrônico e uma melhora na resolução encontrada.

ARRANJO EXPERIMENTAL

Para permitir a realização das

medidas em pressões inferiores a 10^{-4} mmHg foi construída uma câmara de aço inox com 13cm de altura e 10cm de diâmetro, dotada de entradas independentes para a alimentação da célula Peltier e do fotodiodo, bem como de uma conexão direta com uma ampola de Geissler. Esta última permite verificar instantaneamente o limite superior da pressão no interior da câmara sem a necessidade de se utilizar um medidor tipo Pirani.

O suporte da fonte radioativa também foi construído de forma a permitir a variação da distância da fonte ao detector, através de um parafuso helicoidal de passo conhecido, e facilitar a troca de fontes.

O fotodiodo foi acoplado, juntamente com a célula Peltier, conforme mostra a Figura 1.

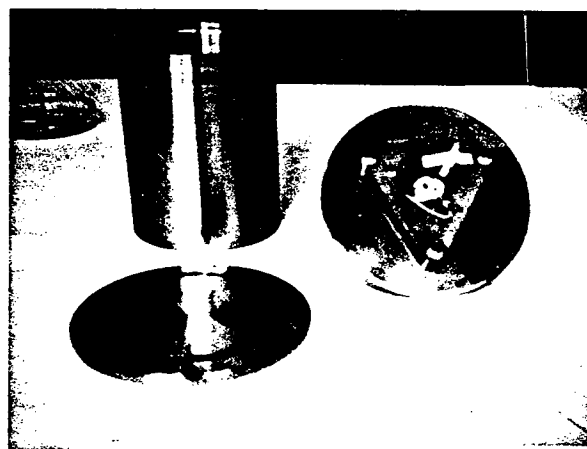


Fig. 1 - Câmara de Vácuo para montagem do fotodiodo.

RESULTADOS OBTIDOS

Inicialmente mediu-se a temperatura da face fria da célula Peltier, na pressão utilizada, mediante o emprego de um termopar (tipo K) que foi fixado no interior da câmara e acoplado a um medidor digital de temperatura (Fluke mod.2168-A). A Figura 2 representa a curva de calibração obtida nestas condições, evidenciando que é possível atingir temperaturas de até -30°C .

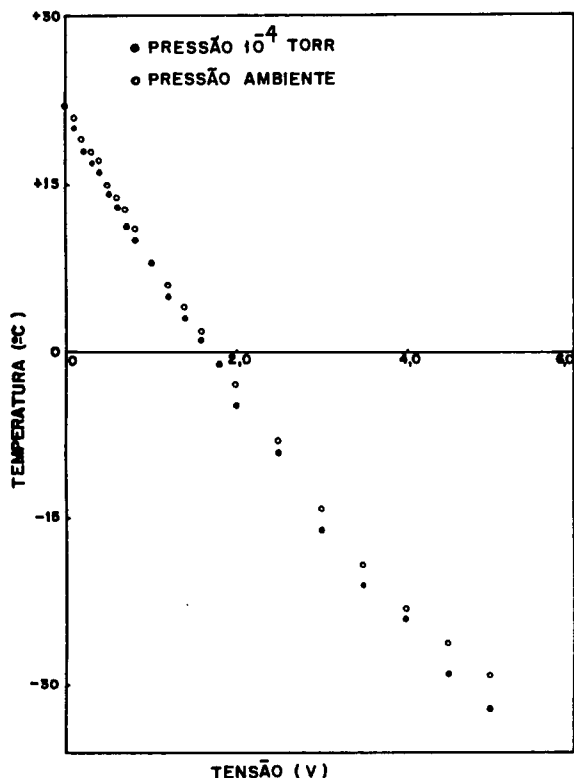


Fig. 2 - Curva de Calibração da Célula Peltier (à pressão ambiente e à 10^{-4} mmHg).

Posteriormente iniciou-se o estudo da resposta do fotodiodo para a radiação alfa, utilizando-se uma fonte radioativa padrão (Amersham) de ^{241}Am , em função da temperatura.

Os resultados obtidos (para o fotodiodo operando com tensão reversa de 20V) estão representados nas figuras 3 e 4 (à temperatura ambiente) e 4 (com a célula Peltier), que indicam uma melhora significativa nas resoluções encontradas (FWHM $\leq 23\text{keV}$) a medida que se diminui a temperatura do fotodiodo até aproximadamente -30°C . A contribuição do ruído eletrônico (ver linhas do gerador de impulsos nas figuras 3 e 4) nas resoluções encontradas demonstra que quanto menor a temperatura, menor é o ruído - o que pode ser explicado fundamentalmente pela redução da corrente de fuga do fotodiodo.

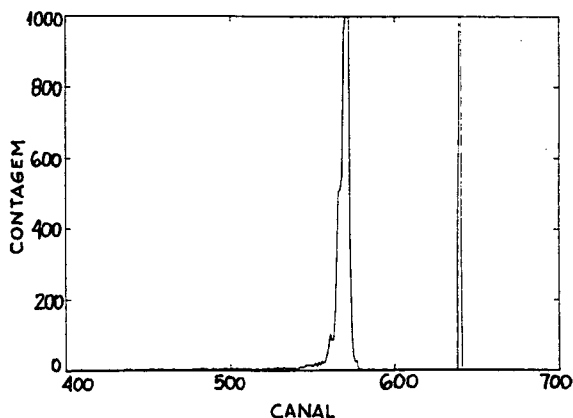


Fig. 3 - Espectro de Energia da radiação alfa do ^{241}Am (à temperatura ambiente).

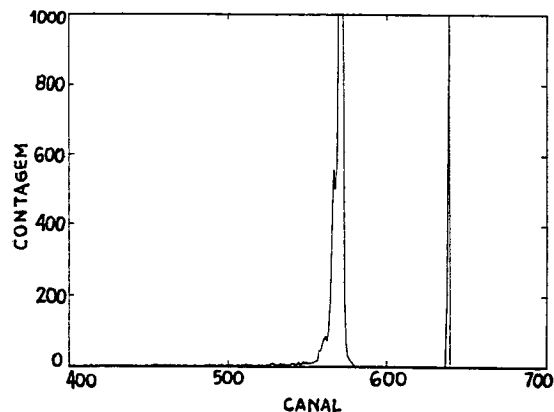


Fig. 4 - Espectro de Energia da radiação alfa do ^{241}Am (a -30°C).

Contudo, ao trabalharmos com temperaturas inferiores a 0°C , tornou-se necessário evitar a formação de microcristais de gelo na superfície do fotodiodo devidos a traços de vapor d'água provenientes de adsorção de água nas paredes da câmara. Outro cuidado que foi tomado refere-se à identificação e eliminação dos ruídos parasitas que limitariam a resolução em energia.

Entretanto, uma análise mais detalhada dos resultados obtidos evidencia que não houve uma melhora muito grande nas resoluções medidas em baixas temperaturas 0°C .

Inicialmente pensou-se que a contribuição do ruído eletrônico da fonte de alimentação da célula Peltier poderia estar prejudicando as resoluções encontradas principalmente em baixas temperaturas onde a redução da corrente de fuga do fotodiodo não seria suficiente para alterar os resultados obtidos. Esta hipótese foi descartada ao verificarmos

que o ruído eletrônico, medido com o auxílio de um gerador de pulsos, diminuía ligeiramente com a redução da temperatura.

Desta forma somos levados a acreditar que a limitação na resolução em energia é devida às próprias características da fonte, e deve ser atribuída aos fenômenos de auto absorção e retroespalhamento, uma vez que a mesma é depositada sobre uma placa de aço inox de cerca de 0,5mm de espessura. Além disso a componente predominante do ruído eletrônico é a do pré-amplificador que não está sendo resfriado.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos com fotodiodos de Si comerciais demonstraram que, mediante modificações especialmente projetadas para sua utilização como detector, esses diodos podem substituir com vantagens os detectores de barreira de superfície cujo custo é mil vezes maior.

REFERÊNCIAS

[1] BUENO, C. C.; SANTOS, M. D. S. e GONÇALVES, J. A. C. Efeito da Temperatura na Resolução de Diodos PIN em Espectrometria de Radiação Alfa. **Anais da XVI Reunião de Trabalho em Física Nuclear.** (Serra Negra, SP, Brasil, 8-12 de Setembro, 1993). São Paulo, Sociedade Brasileira de Física, 1993, Vol.1.p.81.

[2] MARKEVICH, N.; GERTNER, I. and FELSTEINER, J. Low Energy X-Ray and γ Spectroscopy Using Silicon PIN Photodiodes. **Nucl. Instrum. Meth., A269:** 219-221, 1988.

[3] MARKEVICH, N.; GERTNER, I. and FELSTEINER, J. H^+ and He^+ Spectroscopy Using Silicon PIN Photodiodes. **Nucl. Instrum. Meth., A269:** 599-602, 1988.

[4] WEINHEIMER, Ch. et alii Measurement of Energy Resolution and Dead Layer **Nucl. Instrum. Meth., A311:** 273-279, 1992.

ABSTRACT

Our experiments with low-cost commercial silicon PIN photodiodes have shown the possibility of their transformation for use as alpha detectors with performance comparable with surface barrier detectors which are more expensive. Utilizing the silicon photodiode with reverse bias, an energy resolution for ^{241}Am alpha particles of 28keV and 23keV were obtained at room temperature and at -30°C respectively.