

FABRICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE ARRANJOS LINEARES DE FOTODIODOS DE INGAAS

Autores: Aeliton Fernando de Souza e Prof. Dr. Newton Cesario Frateschi (Orientador)

Instituto de Física "Gleb Wataghin" – IFGW/UNICAMP
Centro de Componentes Semicondutores – CCS/UNICAMP

Agência financiadora: SAE/UNICAMP

Palavras-chave: Fotodiodos de InGaAs - Monocromador – Espectroscopia

Device Research
Laboratory

Introdução

Fotodiodos são dispositivos semicondutores que produzem uma resposta elétrica, na forma de corrente ou tensão, quando expostos à luz. Neste trabalho foram fabricados arranjos lineares de fotodiodos para aplicação no infravermelho próximo em torno de $1,5\ \mu\text{m}$ devido à sua importância na área de telecomunicações e à transparência dessa radiação ao se propagar pelo ar. Pode-se também utilizar estes arranjos para medir a distribuição espacial da radiação eletromagnética. Utilizando-se um elemento dispersivo, que cria uma separação espacial dependente do comprimento de onda da emissão, é possível fabricar um espectrômetro. Neste trabalho apresentamos o projeto, simulação, fabricação e caracterização de um arranjo linear com 7 fotodiodos de InGaAs para uma avaliação inicial.

Simulação

Primeiramente simulou-se os comportamentos elétrico e óptico de fotodiodos através da suite de programas Silvaco TCAD.

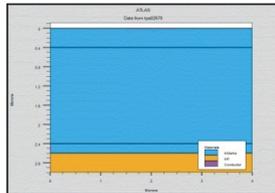


Figura 1 – Fotodiodo de InGaAs sobre substrato de InP (disposição das camadas)

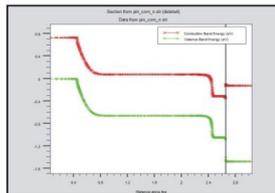


Figura 2 - Diagrama de bandas

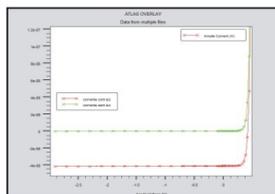


Figura 3 - Curvas de Corrente x Tensão com e sem luz

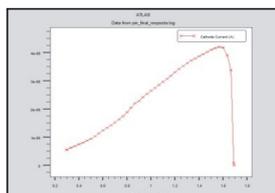


Figura 4 – Corrente de cátodo (fotocorrente) x Comprimento de onda

Fabricação

Partindo de um wafer de InGaAs crescido sobre InP via técnica de MOCVD, a fabricação dos sensores prosseguiu utilizando-se etapas de corrosão, deposição de filmes dielétricos e metalização para formação dos contatos. Para cada etapa utilizou-se uma máscara litográfica diferente seguindo a ordem em que são apresentadas na figura ao lado.

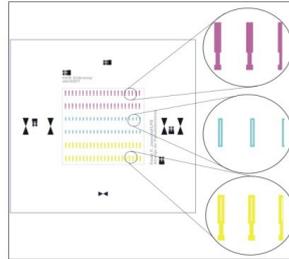


Figura 5 – Conjunto de máscaras utilizadas. Fabricação das mesas (rosa); Remoção de nitreto de silício para metalização (azul); metalização (amarelo).

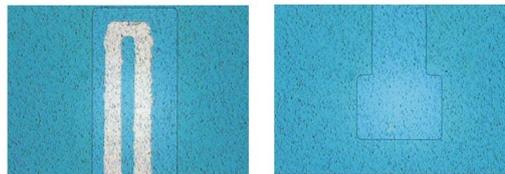


Figura 6 – Fotodiodo com área da camada anti-refletora isolada (retângulo azul interno à região branca)

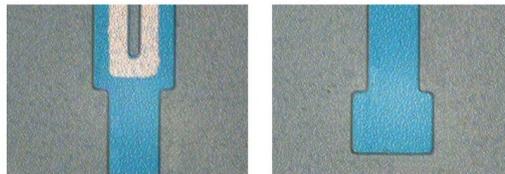


Figura 7 – Fotodiodo antes de receber camada de metal (logo após receber camada de metal e ter o fotoresiste removido)



Figura 8 – Fotodiodo pronto (logo após receber camada de metal e ter o fotoresiste removido)

Considerando o objetivo de utilizar o arranjo linear de sete fotodiodos fora de bancadas, colocou-se a amostra em uma placa de alumina e seus contatos foram soldados a trilhas da mesma via microsoldas de ouro para facilitar o acesso aos fotodetectores.

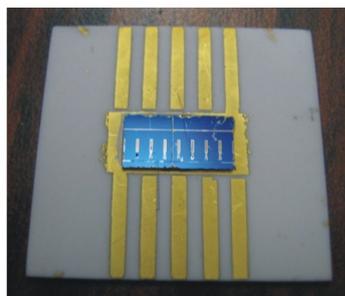


Figura 9 – Arranjo de fotodiodos na placa de alumina

Caracterização

Terminada a fabricação, antes de se fazer as microsoldas, os fotodiodos passaram por processo de caracterização elétrica e óptica. Na primeira, mediram-se curvas de corrente por tensão dos dispositivos com e sem luz. Já na segunda, verificou-se qual a resposta que os fotodiodos davam em função do comprimento de onda que incidia sobre eles.

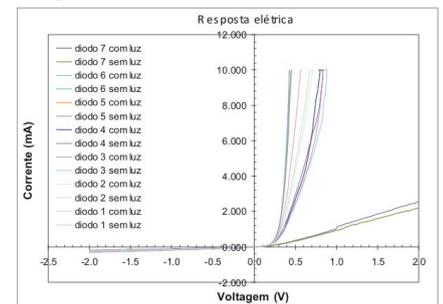


Figura 10 – Corrente x Tensão

Responsividade relativa: A utilização de valores absolutos de responsividade (em A/W) necessitaria de uma investigação mais profunda. Os diodos 2 e 7, apesar de possuírem resposta relativa semelhante aos demais, apresentaram fotocorrente muito baixa de modo que o ruído apresentou-se considerável em relação às curvas e por isso não foram plotados no gráfico.

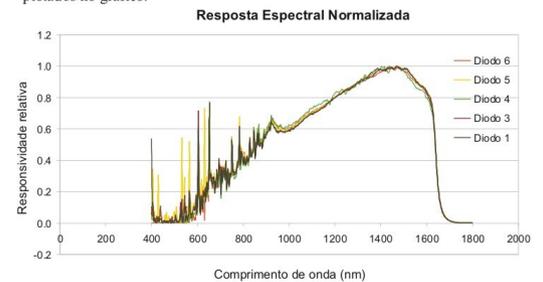


Figura 11 – Responsividade relativa x Comprimento de onda

Conclusão

O desenvolvimento de dispositivos optoeletrônicos como fotodiodos consiste em três partes: simulação, fabricação e caracterização.

As curvas experimentais estiveram em conformidade com as simuladas. Em ambas podemos observar o pico de resposta em torno de $1,5\ \mu\text{m}$ obtendo uma queda aproximadamente linear para comprimentos de onda menores que $1,4\ \mu\text{m}$ e abrupta quando maiores que $1,6\ \mu\text{m}$.