

DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE CONTATO EM JUNÇÕES METAL-SEMICONDUTOR III-V

Aluno: Teo Barros Camarotti
Orientador: Patrícia Lustoza de Souza

Introdução

A optoeletrônica e a microeletrônica são áreas em pleno desenvolvimento, e que estão sendo alvo de grandes investimentos. Podemos destacar a sua utilização para fins militares, de segurança, saúde e telecomunicações. A tendência é cada vez mais reduzir o tamanho e a potência dos dispositivos. Sendo assim, minimizar a resistência dos contatos, é algo essencial para o avanço e sucesso das pesquisas nessas áreas.

O contato metal-semicondutor é claramente um componente de qualquer dispositivo semicondutor. Também se sabe que estes contatos não possuem uma resistência tão baixa quanto a de dois metais conectados. A escolha apropriada dos materiais pode ser responsável pela obtenção de um contato ôhmico de baixa resistência. Entretanto, para diferentes semicondutores existem diferentes metalizações, e não apenas o metal influencia na resistência do contato; mas também a interface entre o primeiro metal depositado e o semicondutor, a espessura de cada camada e a sobreposição entre elas.

Objetivos

Minimizar a resistência entre as junções metal-semicondutor, buscando diferentes metalizações, alterando os metais, sua espessura e as condições da deposição.

Metodologia

Para determinar a resistência, utilizamos o TLM (Transmission Line Method). [1] [2]

Primeiro, após o crescimento da amostra, faz-se uma limpeza da mesma, a fim de retirar qualquer partícula ou impureza, como também gordura. Essa limpeza consiste em mergulhar a amostra em três recipientes contendo tricloroetileno, depois acetona e depois álcool isopropílico, todos ligeiramente aquecidos. Após a limpeza, passamos à etapa da metalização.

Antes de depositar o metal sobre a amostra, precisamos determinar onde queremos metal e onde não queremos, precisamos delimitar os contatos sobre o semicondutor. Fazemos isso através de um processo chamado litografia, que consiste em imprimir um padrão com uma resina foto sensível sobre o semicondutor. Para isso utilizamos uma máscara de vidro, com o padrão desejado impresso nela de forma transparente e o resto da máscara de forma opaca. Sendo assim a luz só atravessa o vidro nos lugares onde futuramente haverá um contato. Expomos o conjunto máscara-amostra à radiação ultra-violeta, sensibilizando a resina onde queremos os contatos, e depois retiramos a resina sensibilizada através de uma solução reveladora. Toda a amostra está coberta pela resina, a não ser os futuros contatos.

Colocamos então a amostra dentro da metalizadora (ou evaporadora). Dentro dela, há um cadinho com um dos metais que utilizamos para metalizar toda a superfície da amostra. No LabSem, atualmente utilizamos Ti, Au, Ni ou Ge. É importante ressaltar que os contatos não se tratam de uma liga feita com esses metais, mais sim de camadas sobrepostas de cada um deles [3]. A espessura final de todas as camadas é da ordem de 230nm. Através de um

feixe de elétrons, evaporamos o metal de forma que ele seja depositado sobre toda a amostra. Controlando o tempo de exposição da amostra a essa evaporação, controlamos a espessura de cada camada. Após isso, colocamos a amostra em acetona, que retira a resina e o metal depositado sobre ela, restando então apenas os contatos metálicos.

Após a metalização podemos também submeter a amostra a um tratamento térmico, que consiste em aquecer a amostra a uma temperatura de 400 °C por alguns segundos, para difundir melhor o metal sobre o semicondutor, reduzindo assim a resistência final do contato.

Depois de metalizado, precisamos fixar o semicondutor num dispositivo, que contém os contatos para realizarmos as medidas necessárias para a determinação da resistência. Primeiro colamos o semicondutor no dispositivo. Começamos então o processo de soldagem entre os contatos metálicos do semicondutor e os contatos do dispositivo. Na verdade, é um processo de micro soldagem, visto que os contatos são quadrados com uma área de $10^4 \mu\text{m}^2$.

Após a soldagem, realizamos as medições para determinar a resistência dos contatos. Os contatos são quadrados de $100 \mu\text{m}$ por $100 \mu\text{m}$. Esses quadrados tem um espaçamento crescente entre eles, que varia de $5 \mu\text{m}$ até $40 \mu\text{m}$, aumentando de 5 em $5 \mu\text{m}$. Medimos então a resistência entre os contatos adjacentes e plotamos em um gráfico de resistência por espaçamento. Depois disso, através de software adequado, traçamos a melhor reta que passa por esses pontos levando em conta o erro de cada medida. Podemos então determinar qual é a resistência de contato extrapolando a reta para espaçamento zero.

Conclusões

Até agora obtivemos bons resultados utilizando uma metalização do tipo Ti/Au/Ge/Ni/Au sobre uma amostra de InGaAs:Si. Temos um resultado de $10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}^2$, resultado que pretendemos melhorar através de mudanças nos parâmetros apresentados. Também temos resultados com GaAs:S e InAlAs:Si, mas ainda estamos buscando uma metalização ótima para esses semicondutores.

Referências

- [1] E. G. Woelk, H. Kräutle e H. Beneking; **Measurement of Low Resistive Ohmic Contacts on Semiconductors**, IEEE Transactions on Electron Devices, ED-33, N° 1 (Janeiro 1986)
- [2] Yit-Ping Kok e A. A. Aziz; **Influence of Contact Dimension on End Resistance Characterization for Transmission Line Model**, ICSE2004
- [3] A. M. Crook, E. Lind, Z. Griffith, M. J. W. Rodwell, J. D. Zimmerman, A. C. Gossard e S. R. Bank; **Low Resistance, Nonalloyed Ohmic Contacts to InGaAs**, Applied Physics Letters 91, 192114 (2007)