

PROCESSO DE OBTENÇÃO DE "GATE" E CONTATOS DE DRENO E FONTE DE UM FET DE GaAs PELOS MÉTODOS DE METALIZAÇÃO POR "LIFT-OFF" E SOMBRA

Megumi Saito, Alexander Flacker e
José Kléber da Cunha Pinto

Laboratório de Microeletrônica da E.P.U.S.P.
Deptº de Eng. Eletricidade Cidade Universitária
Caixa Postal 8174 - CEP. 05508 - São Paulo SP

Neste trabalho desenvolvemos as técnicas de obtenção do gate e contatos de dreno e fonte de um MESFET (Metal Schottky Field Effect Transistor) de GaAs, utilizando-se os processos de metalização por "Lift-off" e sombra. Empregando-se esses métodos conseguimos com primimento do gate em torno de $1\mu\text{m}$ e o espaçamento entre a fonte e o dreno de $3\mu\text{m}$.

MESFET, GaAs, Fotografação

1 - INTRODUÇÃO

Para a fabricação de dispositivos, ou ainda para Circuitos Integrados que requerem pequenas dimensões, da ordem de $1\mu\text{m}$, é difícil de obter esses resultados com a técnica de fotografação convencional. Essa dificuldade é devida ao controle da decapagem química e também do alinhamento da fotomáscara com a lâmina.

O nosso trabalho consiste no processo de obtenção do gate e contatos de dreno e fonte de um MESFET (Metal Schottky Field Effect Transistor) de GaAs. Esse dispositivo consiste da fonte e do dreno que formam os contatos ôhmicos e o gate a barreira Schottky, como mostra a figura (a).

A frequência máxima de oscilação do dispositivo é dada por $f_{\text{max}} \approx 33/L$, onde L é o comprimento do gate em μm (essa aproximação é válida para $L < 10\mu\text{m}$). No caso de GaAs, além da dificuldade acima mencionada, existe o problema de não poder

utilizar a solução química para a decapagem pois a maioria dos ácidos ataca a superfície do semiconductor. Consegue-se solucionar o problema da decapagem química utilizando o método de "Lift-off" e o problema de alinhamento com o método de auto alinhamento (sombra).

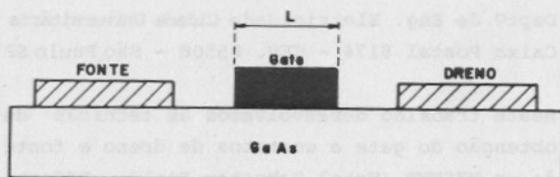


Fig. (a)-Secção Transversal de um transistor MESFET

2 - MÉTODO DE "LIFT-OFF"

Esse método consiste na aplicação de fotoresiste na superfície da lâmina e a seguir a exposição a luz ultravioleta através da fotomáscara com a imagem invertida (em relação a fotografação convencional). Após essa etapa faz-se a metalização de Au-Ge (99% de Au e 1% de Ge ou 88% de Au e 12% de Ge) onde essa liga dá o ponto eutético com GaAs em torno de 460°C, que formarão os contatos ôhmicos da fonte e do dreno.

A seguir coloca-se a lâmina num banho de solvente orgânico e por meio de agitação mecânica remove-se o metal das regiões indesejadas, juntamente com o fotoresiste. Esse processo é repetido para obter o gate (barreira Schottky), nesse caso, o metal evaporado deve ser Al, Au, Ta, Mo, etc...

Para que o processo de "Lift-off" suceda bem devemos tomar cuidados, tais como: o menor degrau do circuito (a espessura do fotoresiste ou óxido mais fotoresiste) deve ser maior que a espessura do metal a ser depositado, se não o for dificultará a remoção do metal; a distância entre a fonte metal e a lâmina, durante a metalização; temperatura de

recozimento do fotorresiste; o aquecimento da lâmina durante a metalização, etc. Para facilitar a remoção do metal e do fotorresiste ainda poderá ser feita a decapagem do GaAs antes da metalização, (desde que, não prejudique o comportamento final do circuito).

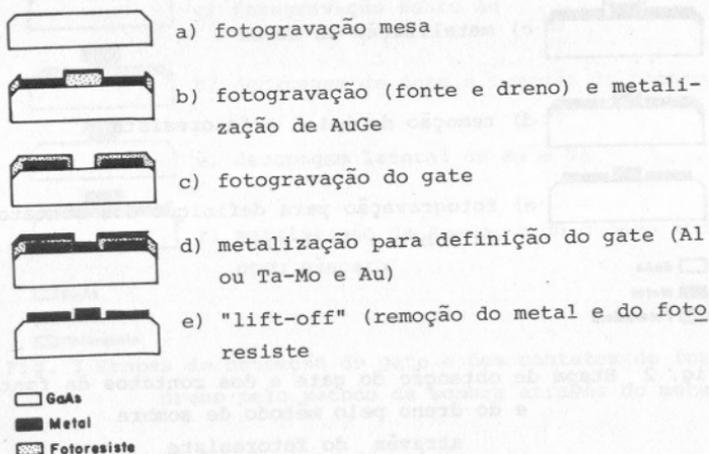


Fig. 1 - Etapas de obtenção do gate e dos contatos da fonte e dreno pelo método de "lift-off"

3 - MÉTODO DE SOMBRA OU AUTO ALINHAMENTO

3.1 - Através do fotorresiste

Faz-se a metalização de alumínio e a seguir a fotogração convencional, só que a fotomáscara contém dimensões três vezes maior do que a dimensão final e na etapa de decapagem de alumínio procede-se com "under-etch" (decapagem lateral) até obter o comprimento do gate da ordem de $1\mu\text{m}$. A seguir sem remover o fotorresiste submete-se a metalização de Au-Ge para a formação dos contatos ôhmicos da fonte e do dreno, onde o fotorresiste está atuando para gerar a sombra.(fig.2).

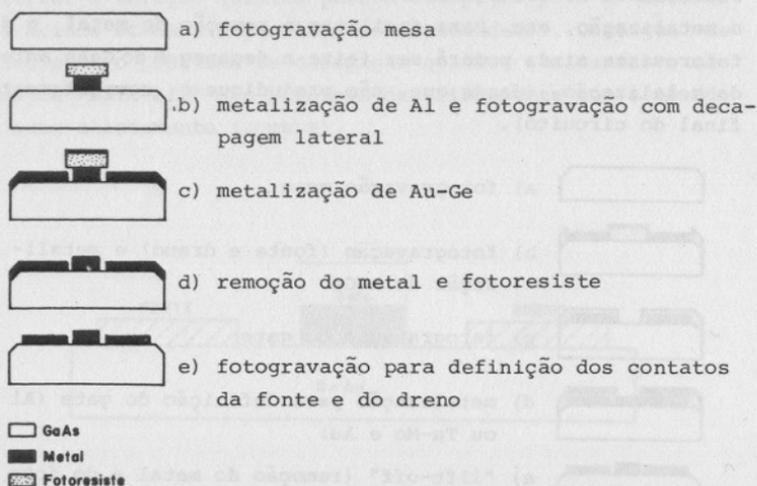


Fig. 2 Etapa de obtenção do gate e dos contatos da fonte e do dreno pelo método de sombra através do fotoresiste

3.2 - Através do metal

Consiste na metalização sucessiva de Ta-Mo e Au e a seguir a fotogração convencional como no caso anterior e faz-se a decapagem do ouro. A seguir remove-se o fotoresiste e a decapagem de Mo e Ta, com o ouro servindo como máscara. A etapa seguinte será a metalização de Au-Ge, onde os contatos ôhmicos serão obtidos através da sombra do ouro (Fig. 3).

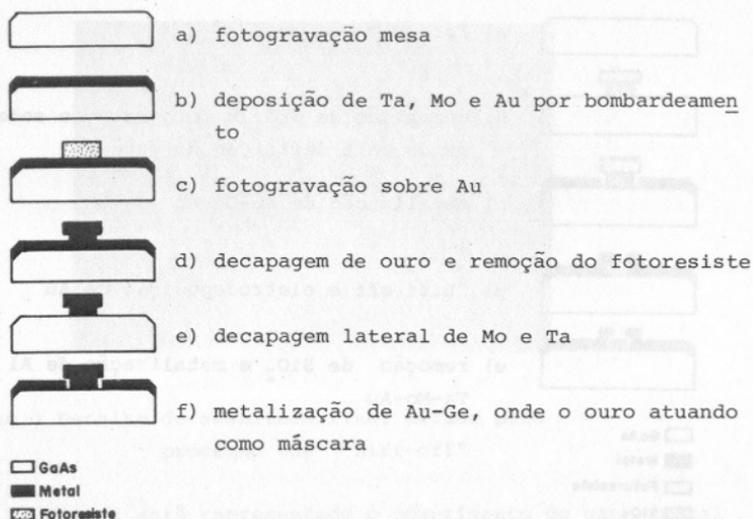


Fig. 3 Etapas de obtenção do gate e dos contatos de fonte e dreno pelo método da sombra através do metal

3.3 - Através de eletrodeposição

Nesse método é depositado óxido de silício a baixa temperatura (-400°C) e a seguir é submetido a etapa da fotogração e deixando o óxido com comprimento correspondente à distância entre a fonte e o dreno. Sem remover o fotoresiste submete-se a evaporação de Au-Ge e seguido de Au. Remove-se o fotoresiste e a seguir cresce-se o ouro da ordem de $2\mu\text{m}$ por eletrodeposição.

E finalmente deposita-se o alumínio ou Ta-Mo-Au para a formação de gate, mas antes deve ser removido o óxido. Nesse caso a sombra é obtida através do ouro crescido sobre o óxido (fig. 4).

O método de sombra ou auto-alinhamento consegue variar a distância entre o gate e a fonte o que nos permite obter baixa resistência série.

Essa variação é obtida através da inclinação da lâmina em relação a fonte de metal a ser evaporado.

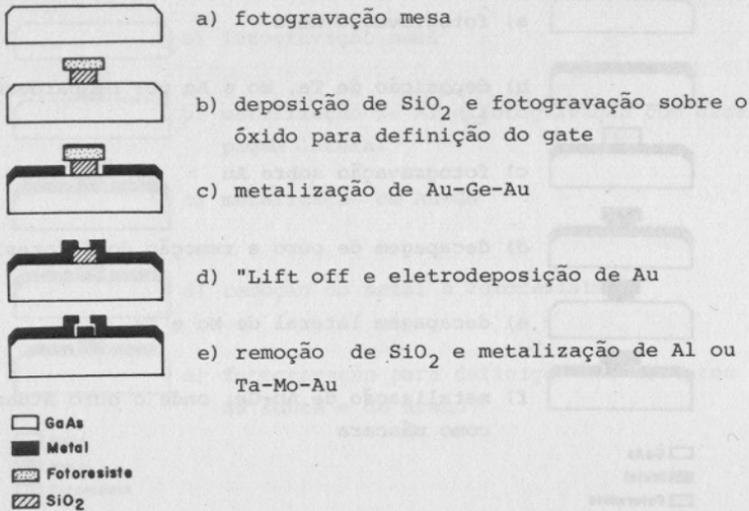


Fig. 4 Etapas de obtenção do gate e dos contatos da fonte e do dreno pelo método da sombra através de eletrodeposição

4 - RESULTADOS

O resultado obtido pelo método de "Lift-off" está representado na foto (1) onde a dimensão mínima obtida é de $1,5\mu\text{m}$ para o comprimento do gate e as distâncias entre fonte-gate e gate-dreno são respectivamente $1\mu\text{m}$ e $1,5\mu\text{m}$.

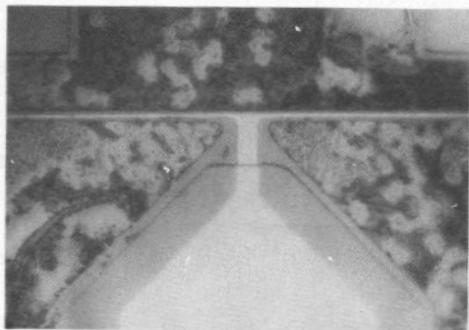


Foto 1 Detalhe do resultado final obtido pelo processo de "Lift-off"

Na foto 2 está representado o comprimento do gate (metal Al) da ordem de 0,5 m obtido através da decapagem lateral.

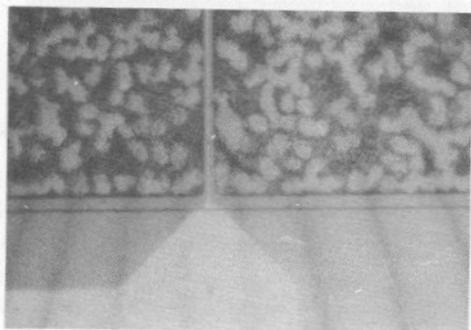


Foto 2 Detalhe do resultado (sem o fotoresiste) obtido através de decapagem lateral

No método de sombra através de eletrodeposição consegue-se melhores resultados pois o controle do comprimento do gate está no crescimento do ouro que é facilmente controlável como mostram as fotos 3 e 4.

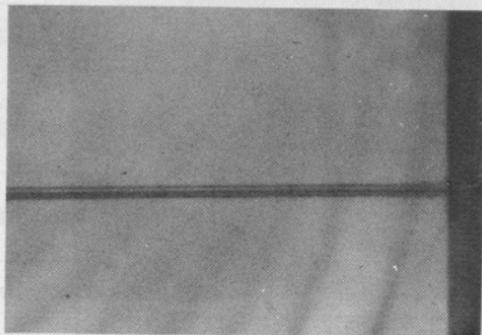


Foto 3 Detalhe do resultado obtido
após a eletrodeposição

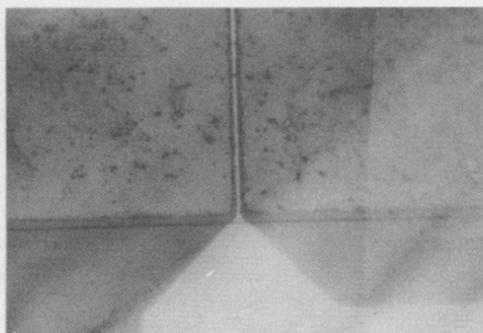


Foto 4 Detalhes do resultado final pelo método da
sombra através da eletrodeposição