

DESENVOLVIMENTO DE FOTOMÁSCARAS DE CROMO APLICAN
DO A TÉCNICA DE DEPOSIÇÃO POR BOMBARDEAMENTO

Célio Antonio Finardi, Alexander Flacker, Luiz
Carlos Mantovani e José Kleber da Cunha Pinto

Laboratório de Microeletrônica - E.P.U.S.P.

Desenvolveu-se um processo de fabricação de fotomáscaras de cromo, empregando-se equipamento de Sputtering DC na deposição dos filmes sobre placas de vidro de elevada planicidade. A transferência de padrão de testes foi realizado através de fotografação, utilizando-se fotorresiste AZ 1350B, obtendo-se resolução de 5µm.

Fotomáscara, Sputtering e Microeletrônica

1 - INTRODUÇÃO

A tecnologia de semicondutores tem se desenvolvido rapidamente nos últimos anos o que se traduz na criação constante de novos processos. Novas tecnologias, geometrias reduzidas, densidade maior de componentes executando funções mais complexas, requerem um melhor controle dos processos com o objetivo de minimizar a taxa de falhas na fabricação de tais circuitos.

A fotolitografia é a etapa mais crítica no processamento de um dispositivo semicondutor, contribuindo com praticamente a metade do tempo total do processo. Com isso o sucesso na fabricação é grandemente afetado pela qualidade das fotomáscaras.

As fotomáscaras de cromo constituem atualmente um dos métodos mais aceitos para a translação de micro-imagens para o

substrato na produção de dispositivos a estado sólido, apresentando certas vantagens sobre as de emulsão de prata tais como:

- melhor acuidade nos cantos
- facilidade de limpeza
- maior tempo de vida útil

2 - PROCESSO DE FABRICAÇÃO

As etapas básicas para a produção de fotomáscaras de cromo são:

- a - escolha das placas de vidro
- b - limpeza das placas
- c - deposição de cromo e óxido de cromo
- d - aplicação fotorresiste na superfície das placas de vidro metalizadas
- e - seleção de uma matriz em emulsão
- f - exposição da matriz sobre as placas metalizadas
- g - revelação do fotorresiste
- h - ataque químico do óxido de cromo e cromo
- i - remoção do fotorresiste
- j - limpeza das fotomáscaras geradas
- k - inspeção das fotomáscaras

3 - PLACAS DE VIDRO

Na confecção das fotomáscaras empregaram-se placas de vidro ULTRA FLAT - (KODAK) de 2" x 2". Estas placas apresentam coeficiente de dilatação $8.1 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, planicidade de $5 \mu\text{m/cm}$ (0,5 mil/inch) e aspereza da ordem de 150 Å.

A limpeza das placas é um dos fatores principais na qualidade das fotomáscaras. É necessário um processo de limpeza que elimine todas as impurezas que possam inibir a formação do filme de cromo.

4 - DEPOSIÇÃO DE CROMO

Empregou-se na deposição dos filmes um sistema de deposição por bombardeamento DC SPUTRON II (Balzers). Realizaram

se deposições de cromo com 1000 \AA de espessura, a pressão de $5 \cdot 10^{-4}$ Torr e corrente de bombardeamento 0.4 A. Sobre cromo depositou-se posteriormente 200 \AA de óxido de cromo através de um bombardeamento reativo a pressão parcial de oxigênio $8 \cdot 10^{-4}$ Torr.

As taxas de deposição do cromo e do óxido de cromo em função da corrente de bombardeamento são apresentadas nos gráficos seguintes (Tensão de cátodo 1.7 KV, temperatura dos substratos $200 \text{ }^\circ\text{C}$).

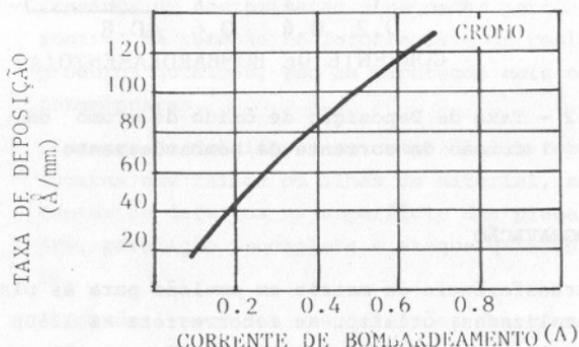


Fig. 1 - Taxa de Deposição do Cromo em função da Corrente de Bombardeamento

As placas após a metalização devem ser inspecionadas classificando-as conforme o número de defeitos visíveis na superfície. A presença de aglomerados de depósitos ou orifícios na superfície metalizada geram geometrias estranhas nas fotomáscaras.

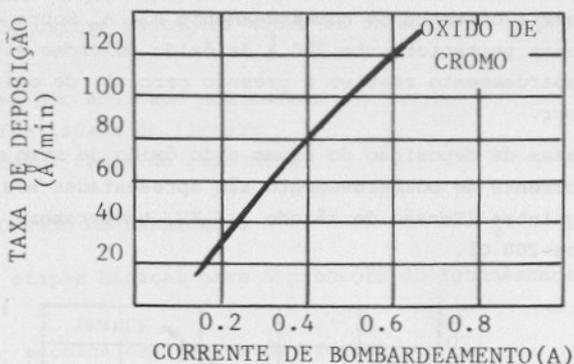


Fig.2 - Taxa de Deposição de óxido de cromo em função da corrente de bombardeamento

5 - FOTOGRAVAÇÃO

Na transferência da matriz em emulsão para as placas de vidro metalizadas, utilizou-se fotorresiste AZ 1350B aplicado no espalhador centrífugo a 3000 rpm durante 20 segundos, obtendo-se uma camada de 7000 \AA da espessura. As exposições foram realizadas a luz ultra-violeta durante 1,7 segundos. Na revelação empregou-se DEVELOPER AZ 1350 diluído em água deionizada.

6 - ATAQUE QUÍMICO

Na remoção do cromo e óxido de cromo usou-se a solução:

- nitrato cérico amoniacal 500 gramas
- ácido nítrico 70% 200 ml
- água deionizada 3000 ml

A solução deve ser mantida a 25°C durante a remoção, apresentando uma velocidade de ataque entre 800 a $900 \text{ \AA}/\text{min}$.

7 - REMOÇÃO DO FOTORRESISTE

A remoção do fotorresiste é realizada por imersão das placas em banhos de acetona aquecida. Pode-se empregar soluções especiais para remoção como REMOVER 1112 da Shipley.

8 - CARACTERIZAÇÃO DAS FOTOMÁSCARAS

As fotomáscaras são caracterizadas com base em 3 aspectos:

- a - presença de contaminação - pequenas partículas como poeira, má remoção do fotorresiste ou resíduos de produtos químicos, são as impurezas mais comuns das fotomáscaras.
- b - presença de defeitos - no campo útil da fotomáscara, lugares com falhas ou ilhas de material, são decorrentes de defeitos na superfície das placas de vidro, revelação incompleta e ataque químico incompleto.
- c - dimensões - medidas nas dimensões das geometrias geradas nas fotomáscaras, avaliam o processo de fabricação.

Os métodos mais empregados na caracterização são:

- inspeção por "campo escuro"
- microscopia eletrônica
- microscopia com ocular reticulado
- microscopia de divisão de imagens

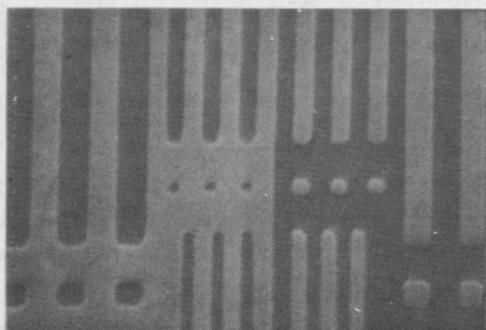


Fig. 3 - Foto de uma fotomáscara de cromo obtida no microscópio eletrônico (ampliação 2000 x)

9 - RESULTADOS

Na geração das fotomáscaras de cromo empregou-se uma fotomáscara de emulsão de prata HRP-KODAK para teste de resolução como apresentada na figura 4.

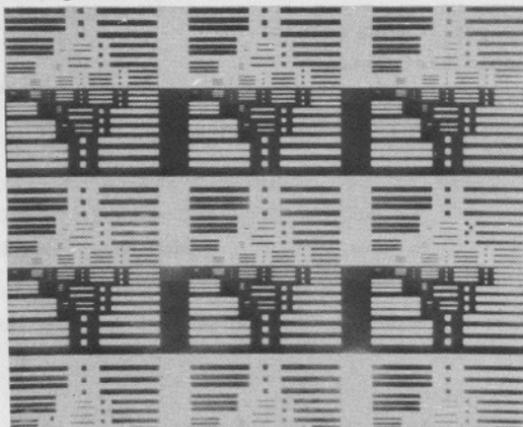


Fig. 4 - Detalhe da fotomáscara de emulsão

Esta máscara-teste apresenta linhas de largura del a 10μ com espaçamento variável entre linhas e quadrados de dimensões de 1 a 10μ , em campo claro e escuro.

Como o método empregado para a geração das fotomáscaras é o convencional, resolução melhor do que a fotomáscara matriz (emulsão) se torna impossível, obtendo-se nesse caso a melhor resolução da ordem de 5μ .

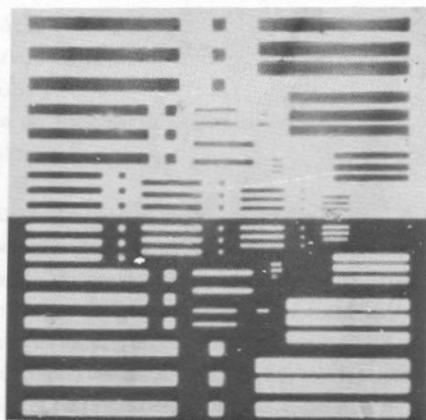


Fig. 5 - Detalhe da fotomáscara de cromo gerada

As fotomáscaras geradas apresentam opacidade total a luz ultra violeta e uma vida útil aproximadamente dez vezes as de emulsão

10 - BIBLIOGRAFIA

- Maissel, Glang - Handbook of Thin Film Technology -
- McGraw-Hill
- Instructions and technical Manual for Black Chrome
Low Reflective Photomasks - Intermagnetics General
Corporation
- Stelter - Solid State Tecnology, march 1960.