

**GERAÇÃO DE MÁSCARAS EM ESCALA NANO E MICROMÉTRICA POR
LITOGRAFIA ELETRÔNICA**

MARCELO DE A. P. DA SILVA, Y. NASTAUSHEV*, P. BASMAJI,
J.C. ROSSI, M. A. AEGERTER

DEPARTAMENTO DE FÍSICA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS
INSTITUTO DE FÍSICA E QUÍMICA DE SÃO CARLOS
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

*INSTITUTE OF SEMICONDUCTOR PHYSICS - SIBERIAN DIVISION
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCE - NOVOSIBIRSK

CAIXA POSTAL 369 - 13560-970 - SÃO CARLOS - SP - BRASIL

RESUMO

A litografia por feixe de elétrons permite gerar máscaras em escala nano e micrométrica usando filme de polímero depositado sobre um substrato. O filme é degradado pelo feixe de elétrons nas regiões desejadas e depois revelado em uma solução apropriada. A máscara de polímero resultante pode ser usada para gerar no substrato uma região com a mesma forma geométrica através de deposição metálica ou ataque químico. Posteriormente o filme de polímero é removido deixando a estrutura superficial desejada sobre o substrato. Neste trabalho aproveitamos o feixe de elétrons de um microscópio eletrônico de varredura ZEISS DSM 960 para obter uma máscara consistindo numa matriz de pontos com espaçamento submicrométrico da ordem de 300 nm sobre uma superfície de GaAs e otimizar os parâmetros experimentais para sua obtenção.

ABSTRACT

**MASK GENERATION OF NANO AND MICROMETRIC SCALE BY ELECTRON
LITHOGRAPHY**

The electron beam lithography has been used to generate masks at nano and micrometric scale using polymeric films deposited on a substrate. The film is degraded by the electron beam at the desired regions and developed in a suitable solution. The result is a polymeric mask which can be used to generate on the substrate a region with the same geometric shape using metallic deposition or chemical etching. The polymeric film is then removed leaving the desired surface structure on the substrate. In this work we used the electronic beam of a Scanning Electron Microscope ZEISS DSM 960 to obtain a mask consisting of a matrix of spots with submicrometric period of 300 nm on GaAs surface and to optimize the experimental parameters for its realization.

INTRODUÇÃO

A fabricação de padrões precisos sobre uma superfície sólida com uma resolução de 100 nm é hoje um processo imprescindível no desenvolvimento de dispositivos de alta tecnologia com aplicações em diversas áreas, tais como a produção de memória de semicondutores, circuitos eletrônicos de ultra alta frequência, filtros biológicos e pequenos sensores em medicina, dispositivos micro mecânicos e fotônicos, etc.[1-5] Para isso várias técnicas estão sendo usadas, tais como litografia por ultra violeta, litografia por raios X e feixe de eletrons.

EXPERIMENTO

Filmes poliméricos de polimetilmetacrilato (PMMA) dissolvidos em xileno foram depositados por centrifugação (10000 rpm) sobre uma superfície sólida de GaAs preparado no laboratório pela técnica de Epitaxia de Feixe Molecular (MBE). O resiste assim obtido tem uma espessura de cerca de 500 nm e foi aquecido a 90°C numa estufa para aumentar a sua adesão.

O padrão de pontos desejado foi gerado num microscópio eletrônico de varredura ZEISS 960 tendo recursos para visualizar com acuracidade a amostra, medir e manter estável a corrente do feixe eletrônico entre 1 e 7300 pA usando uma armadilha de Faraday e expor o filme polimérico a um feixe eletrônico com energia variando entre 20 e 30 KeV. O campo de trabalho é controlável com precisão entre 2µm e 5mm e a varredura do feixe pode ser variada de 0,14 a 1,23 ms por ponto.

O sistema atual não permite desenhar linhas. Entretanto o instrumento está sendo equipado com um programa Proxy Writer (Raith - Alemanha) que permitira realizar qualquer tipo de configuração geométrica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Realizamos a exposição de uma matriz de pontos [6] isolados com diferentes períodos e dosagem de carga para encontrar a melhor condição de resolução. A principal condição para obtenção de uma imagem de qualidade (excluída a focalização) é a dosagem de exposição suficiente para cada ponto. A dosagem de exposição em cada ponto é $D=I \cdot dt$ onde I é a corrente do feixe e dt é o tempo de exposição de cada ponto.

As figuras 1, 2 e 3 mostram a matriz de pontos obtidos com voltagem 30 KeV, corrente de 28 pA e tempo de exposição por ponto de 0.14 ms, 0.38 ms e 0.66 ms, respectivamente ou seja 3.9, 10.7 e 18.5 fC, respectivamente.

Para revelação usamos uma solução de metilisobutilacetona diluída em álcool isopropílico durante 30 s.

Com o aumento da dosagem o diâmetro dos pontos aumenta devido a exposição adicional do resiste pelos eletrons retroespalhados. Este efeito conhecido como efeito de proximidade é o principal problema para a litografia por feixe de eletrons. Este efeito é claramente visível nas micrografias sendo que os espaços entre os pontos da figura 3 sofreram sobredosagem de eletrons devido ao efeito de proximidade o que não ocorre na figura 2. Este efeito realmente limita o aumento da densidade de pontos. A figura 4 mostra pontos obtidos com 103 pA e tempo de exposição de 0,67 ms. O período entre os pontos é maior e o efeito de proximidade não afetou a superfície do polímero como na figura 3, deixando os furos com uma forma cilíndrica bem definida.

Nas estruturas fabricadas foi realizado um ataque químico do GaAs e na superfície resultante foi investigada a magnetoresistência para estudo do efeito de interferência de eletrons [7].

AGRADECIMENTOS: os autores agradecem a FAPESP, FINEP, CNPq e CAPES pelo auxílio financeiro.

BIBLIOGRAFIA

1. J. Han-, D. K. Ferry, P. Newman IEEE Electron Device Lett. 1990, v.11, p.209-211
2. U. Bogli, P. Unger, H. Beneking Optical Engineering 1988, v.27, p.143-149
3. A. Ketterson, M. Tong, J. W. Seo, K. Nummila, K. Y. Cheng, J. Moricini, S. Kang, I. Adesida J. Vac. Sci. Technol. 1992, B10, p.2936-2940
4. G. M. Gusev, P. Basmaji, D. I. Lubyshev, L. V. Litvin, Y. V. Nastaushev, V. V. Preobrazhenskii Physical Review B, 1993, v.47, p.9928-9930
5. G. M. Gusev, P. Basmaji, Z. D. Kvon, L. V. Litvin, Yu. V. Nastaushev, A. I. Toropov Proc. of 10th International Conference on Electronic Properties of Two Dimensional System. 1993, New Port, p.356-359
6. M. de A. P. da Silva, J. C. Rossi, P. Basmaji, M. A. Aegerter, G. Gusev, XIV Coloquio da SBME, 1993, Caxambu, V.3, p.241-242
7. P. Basmaji, G. Gusev, comunicação particular

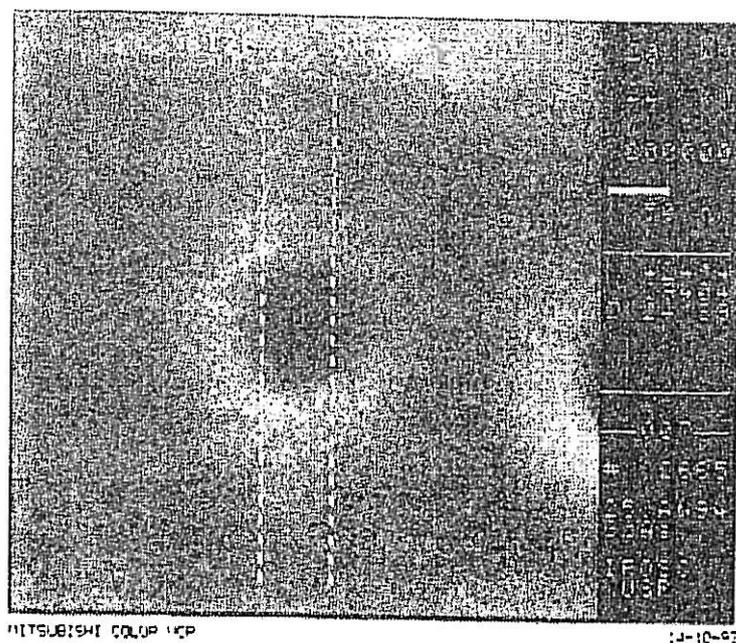


FIGURA 1 - MICROGRAFIA DE PMMA OBTIDA COM $D = 3.9 \text{ fC}$
E PERIODO DE 290 nm

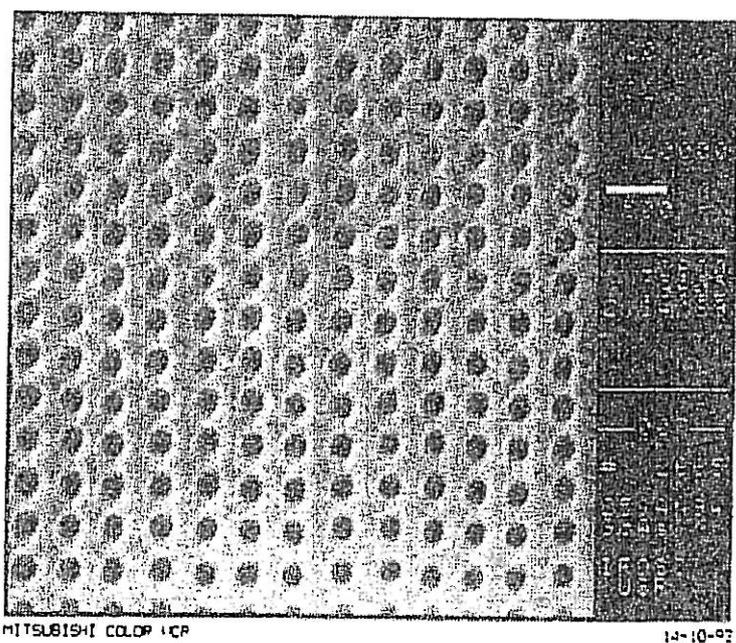


FIGURA 2 - MICROGRAFIA DE PMMA OBTIDA COM $D = 10.7 \text{ fC}$
E PERIODO DE 290 nm

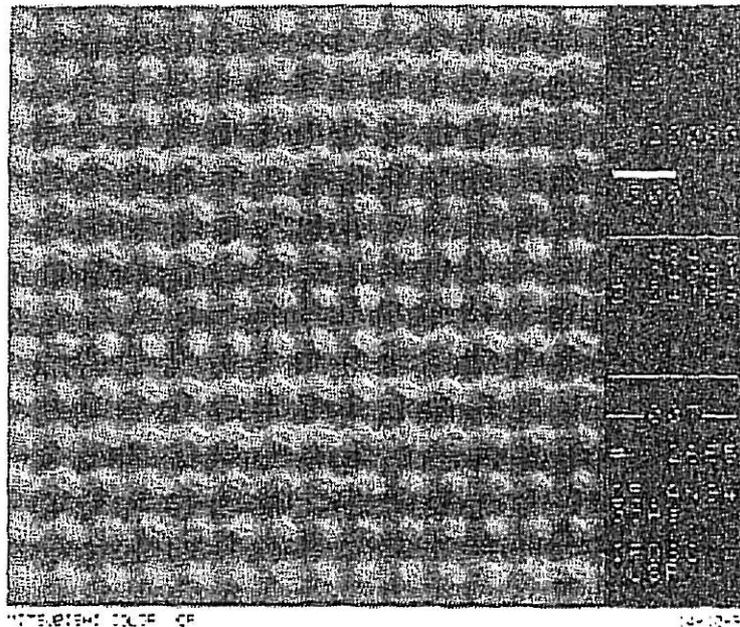


FIGURA 3 - MICROGRAFIA DE PMMA OBTIDA COM $D = 18.7 \text{ fC}$
E PERIODO DE 290 nm

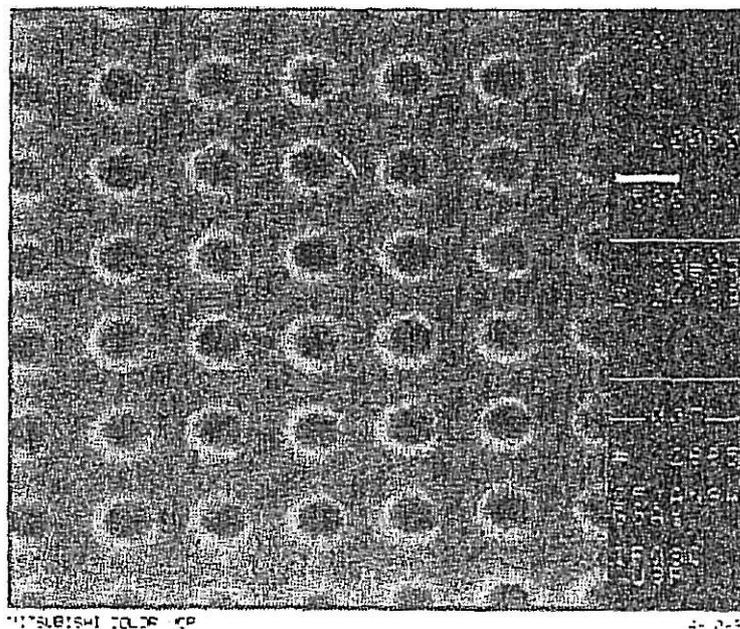


FIGURA 4 - MICROGRAFIA DE PMMA OBTIDA COM $D = 69.0 \text{ fC}$
E PERIODO DE 610 nm

380

CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA

2º ENCONTRO DE MINERADORES E CONSUMIDORES

VOL. I

ANAIIS

UB/TIB Hannover 89
115 961 038

