



Processos Avançados de Microeletrônica

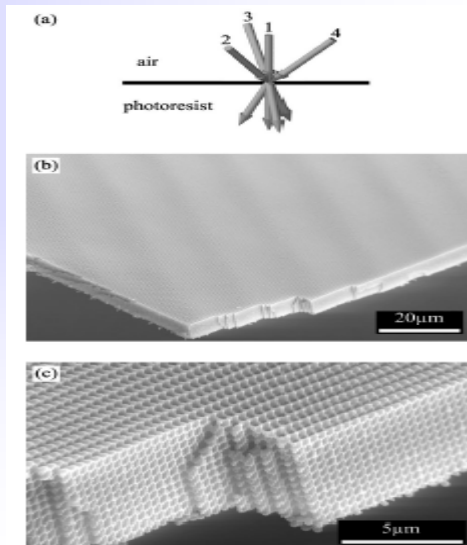
Litografia

Aula3

Antonio Carlos Seabra
Dep. Eng. de Sistemas Eletrônicos
Escola Politécnica da USP
acseabra@lsi.usp.br

Litografia por Holografia

- Aplicação imediata em cristais fotônicos (Schneider, 2004)
- Redes fabricadas em filmes de Al
- Posição relativa das três redes para gerar o padrão de interferência
- Exposição laser Nd:YAG (355nm)
- Estruturas (4×10^8) resultantes no resiste sobre a superfície (LFE = 25×10^8)
- Excelente resolução e profundidade de foco

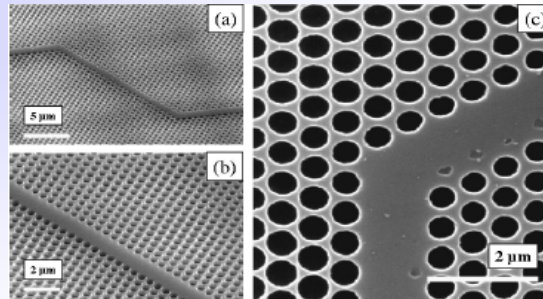


Litografia por Holografia

- Combinção com litografia por feixe de elétrons...

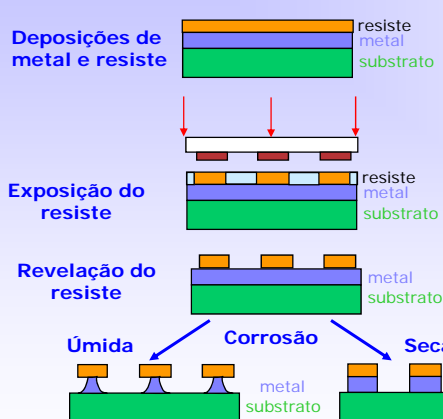
•Adicionar estruturas com geometrias específicas

- Guias de Onda
- Ressonadores

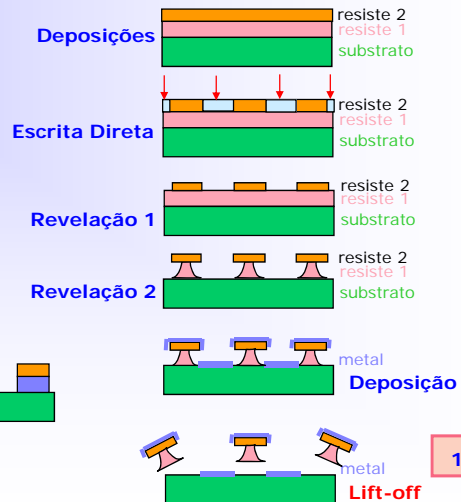


Lift-off

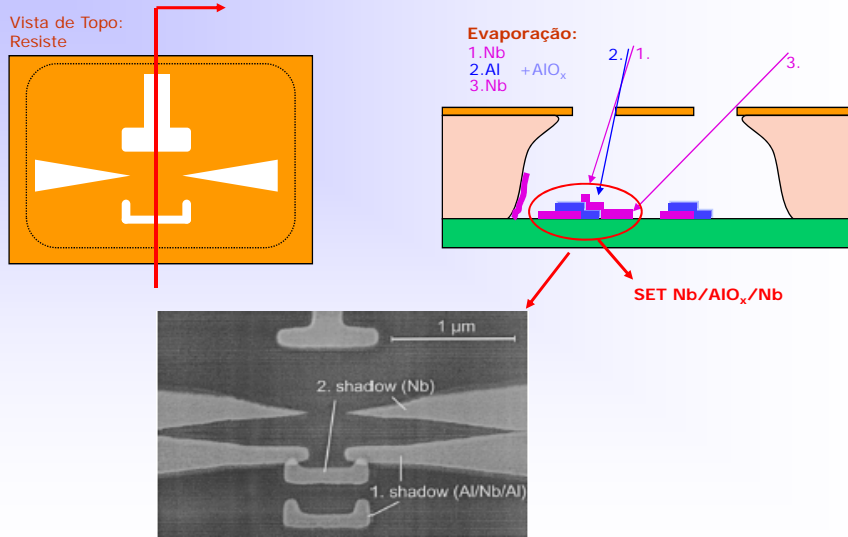
- Processo Tradicional



- Lift-off



Lift-off e evaporação inclinada (com sombras)



Prof. A.C. Seabra

Processos Avançados de Microeletrônica

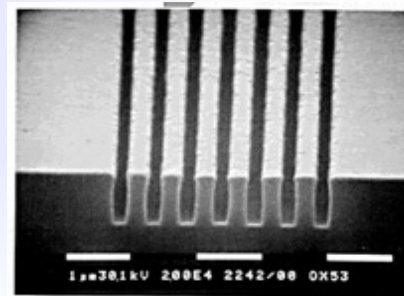
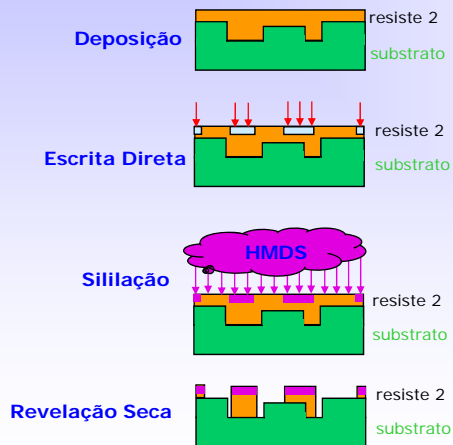
2015 5

Processos de Máscara Embutida (BIM)

$$\text{Resolução} = 0,61 \lambda / q$$

$$\text{DOF} = \lambda M^2 / 2q^2$$

▪ Sililação



Prof. A.C. Seabra

Processos Avançados de Microeletrônica

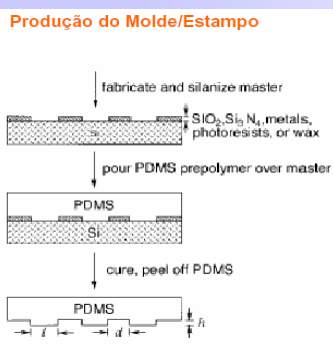
2015 6

Nanoimpressão (nanocarimbos)

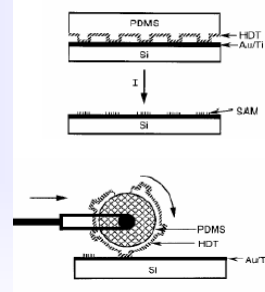
- Nanoimpressão é um tipo de impressão por contato onde as geometrias são geradas por deformação/transformação física ao invés de reações fotoquímicas
- Potencial
 - Produtividade
 - Resolução
- Dificuldades
 - Defeitos
 - Pouca capacidade de alinhamento



Nanoimpressão por Microcontato



Impressão por Microcontato (μ CP)



PDMS – Poly(DiMethylSiloxana)

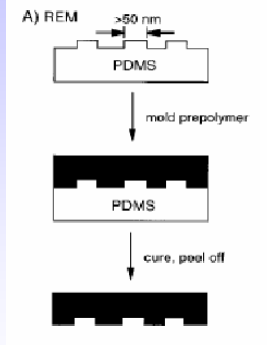
SAM – Monocamada Autoorganizada

HDT – HexaDecanoThiol

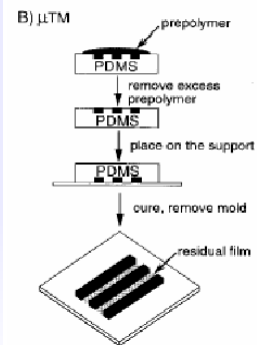


Nanoimpressão por Microcontato

Moldagem de Réplicas

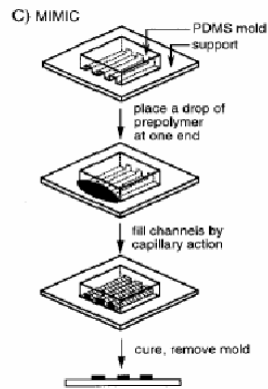


Moldagem por Microtransferência

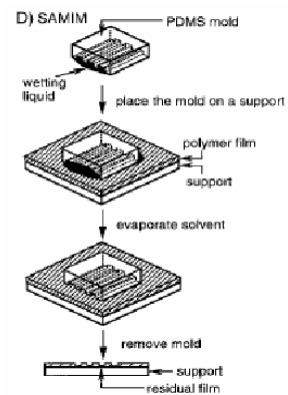


Nanoimpressão por Microcontato

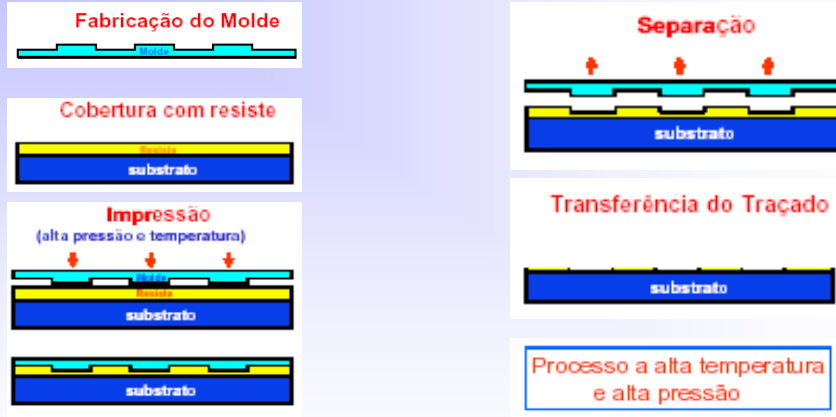
Micromoldagem Capilar



Micromoldagem assistida por Solvente

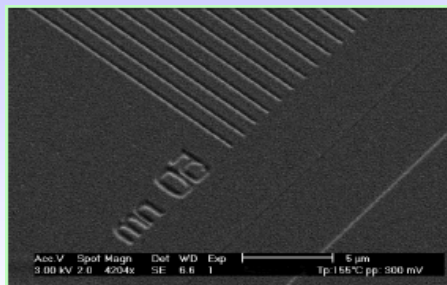


Litografia por Nanoimpressão (NIL)

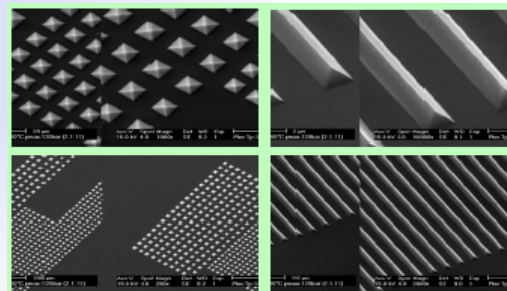


Resultados por Nanoimpressão

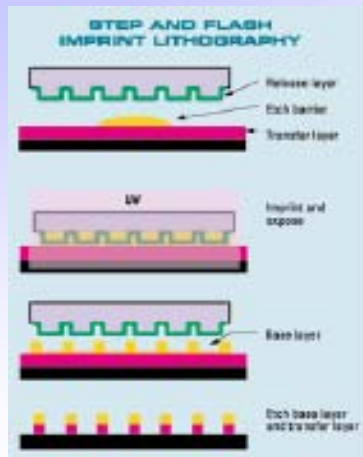
Linhas de 50nm



Estruturas 3D



Litografia de Impressão por Passo e Flash (SFIL)



Processo a baixa pressão e baixa temperatura



Prof. A.C. Seabra

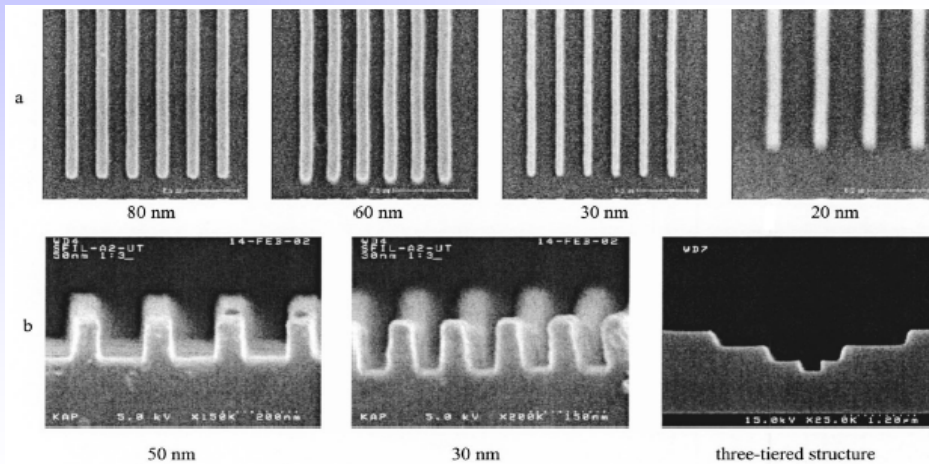
Processos Avançados de Microeletrônica

2015

13

Nanoimpressão

SFIL (Resnick, 2003)



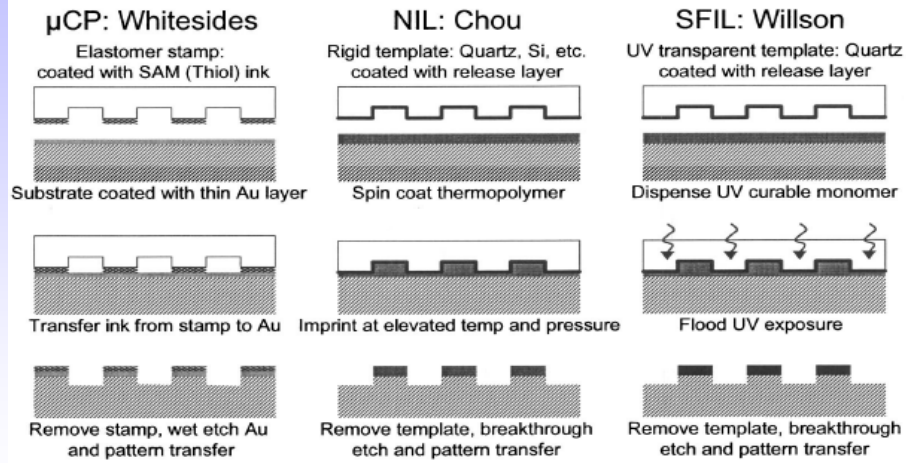
Prof. A.C. Seabra

Processos Avançados de Microeletrônica

2015

14

As três Técnicas Principais de Nanoimpressão



Prof. A.C. Seabra

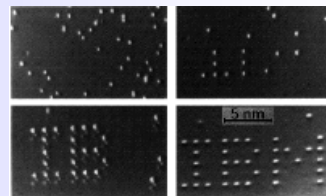
Processos Avançados de Microeletrônica

2015

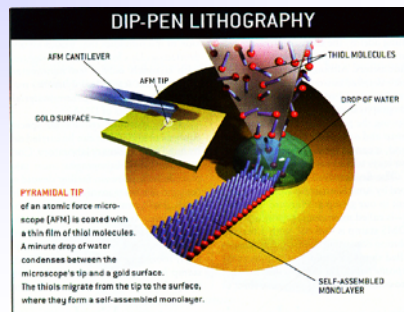
15

Litografia por Varredura de Sonda

- AFM, STM (Eigler, 1990)
 - Arraste
 - Pinçagem
 - Exposição
 - Dip-pen



(Mirkin, 1999)



Prof. A.C. Seabra

Processos Avançados de Microeletrônica

2015

16