Microsistemas e
Sistemas "*Lab on a Chip*":

Pequenos produtos, grande futuro

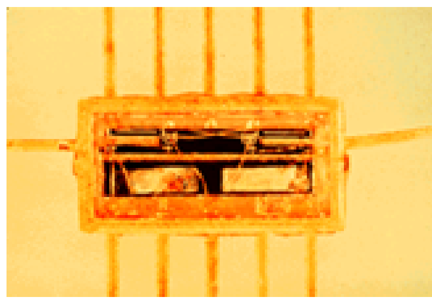
SUMARIO

- A microeletrônica
- Os Sensores e MEMS
- Os Sistemas ***Lab on a Chip*** **(LOC)**
- Áreas de aplicação
- Tecnologias de microfabricação
- Desafios científicos e tecnológicos

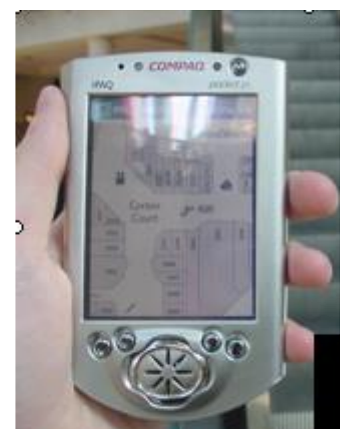
A ERA DOS SEMICONDUTORES

INDUSTRIA MICROELETRÔNICA

1947 primeiro
Transistor



1958 primeiro
Circuito integrado



MICROELETRÔNICA

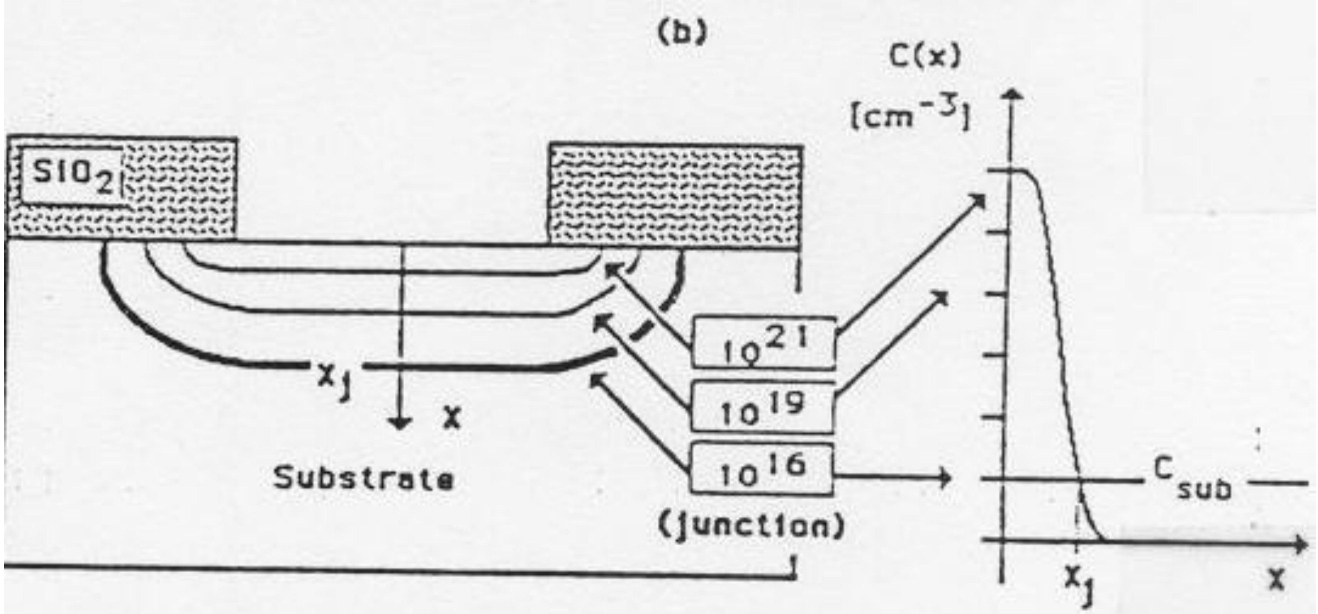
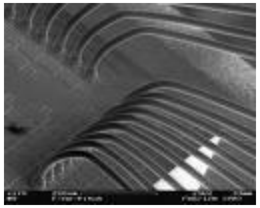


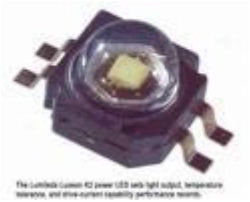
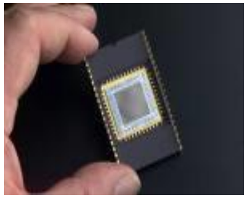
Figura 11.- Difusión de dopantes a traves de una ventana en el SiO2.

DA ELETRÔNICA AOS SENSORES




CI

→ sinais elétricos

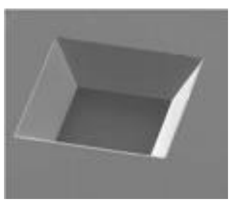
LED, PD,CCD

→ Sensores óticos


Sensores

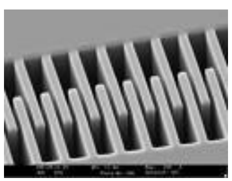
→Sensores de temperatura

DOS SENSORES AOS MEMS

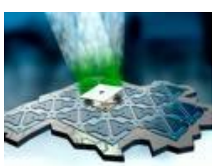
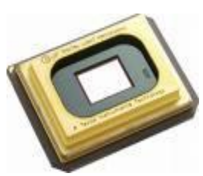



MEMS

(SISTEMAS MICRO-ELETRO-MECÂNICOS)




→Sinais Físicos

(Sensores de Pressão, Acelerômetros, Microfones, Bicos para injeção, Leitores de HD, Displays a microespelhos)

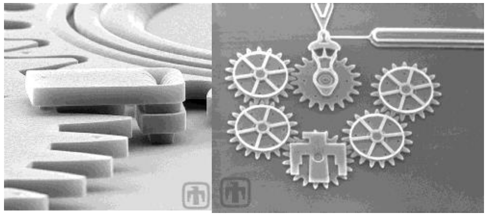
MEMS

MEMS =>

-Microestruturas complexas + processamento eletrônico

Microelectrónica

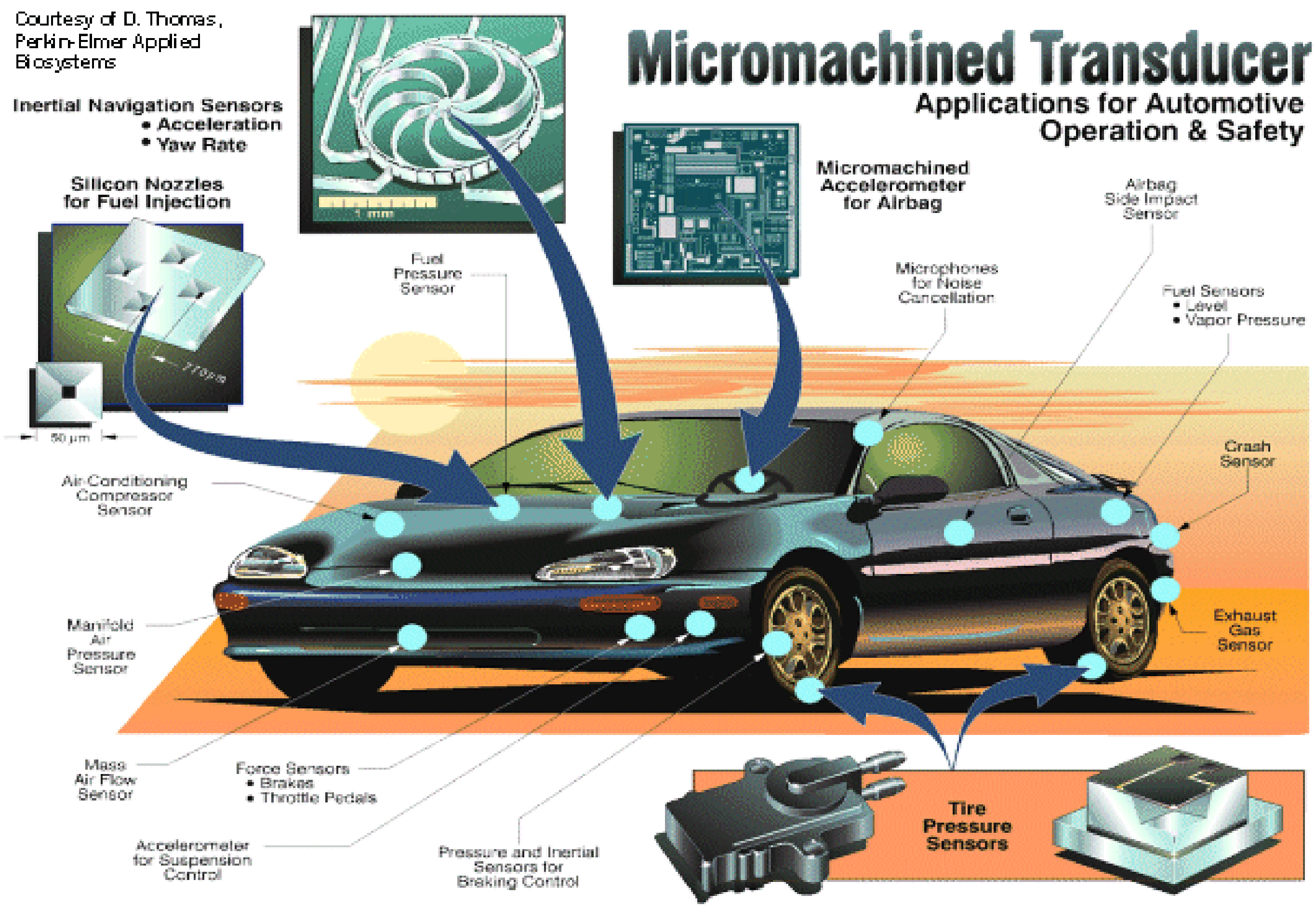
Tecnología planar
Informação elétrica



MEMS

Estruturas 3-D
Interação com o entorno

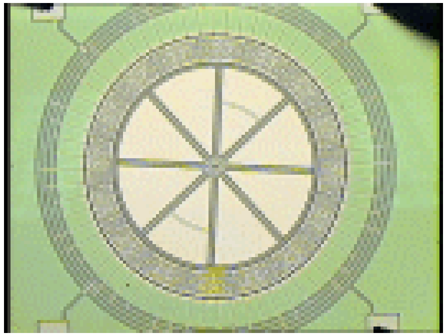
MEMS

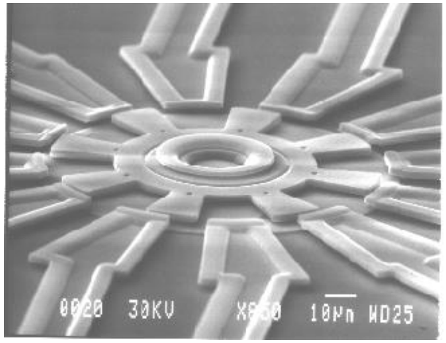


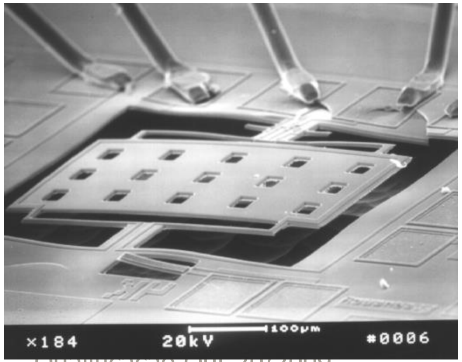
Courtesy of D. Thomas, Perkin-Elmer Applied Biosystems
Micromachined Transducer
Applications for Automotive Operation & Safety
Inertial Navigation Sensors
• Acceleration
• Yaw Rate
Silicon Nozzles for Fuel Injection
1 mm
Micromachined Accelerometer for Airbag
Fuel Pressure Sensor
Microphones for Noise Cancellation
Airbag Side Impact Sensor
Fuel Sensors
• Level
• Vapor Pressure
Crash Sensor
Air Conditioning Compressor Sensor
Manifold Air Pressure Sensor
Exhaust Gas Sensor
Mass Air Flow Sensor
Force Sensors
• Brakes
• Throttle Pedals
Accelerometer for Suspension Control
Pressure and Inertial Sensors for Braking Control
Tire Pressure Sensors

MEMS

"A segunda revolução do silício"

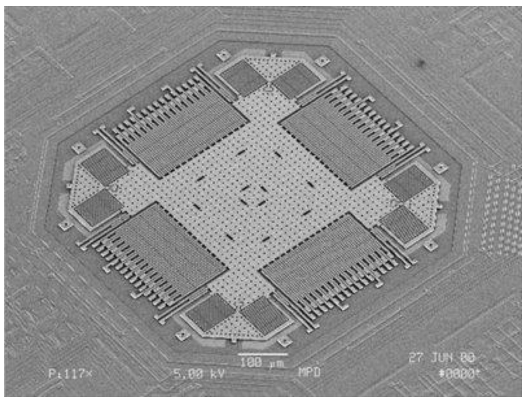


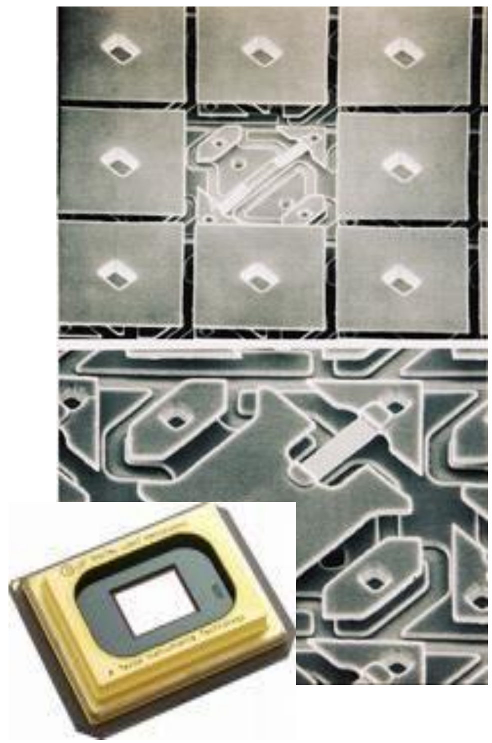


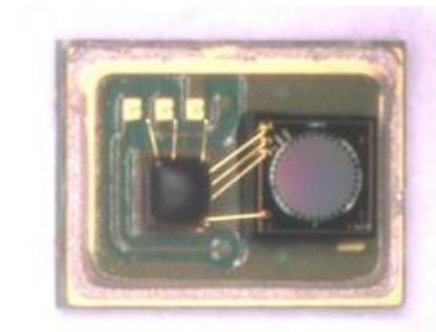


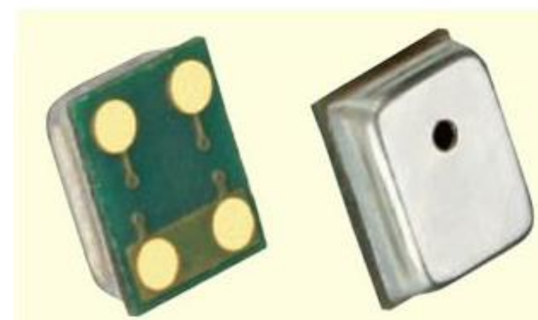
MEMS

Exemplos bem sucedidos



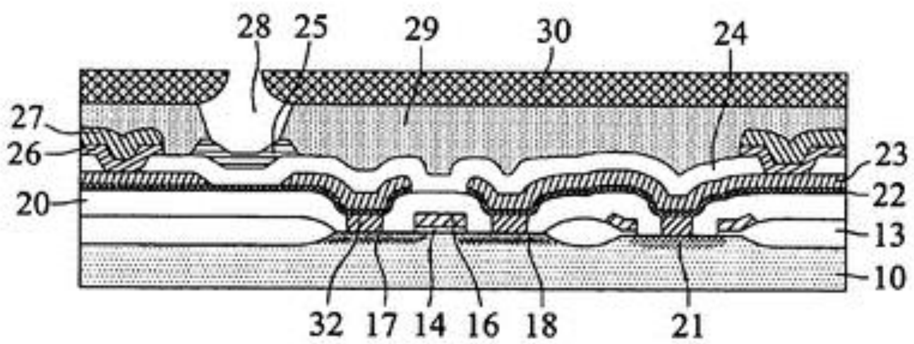


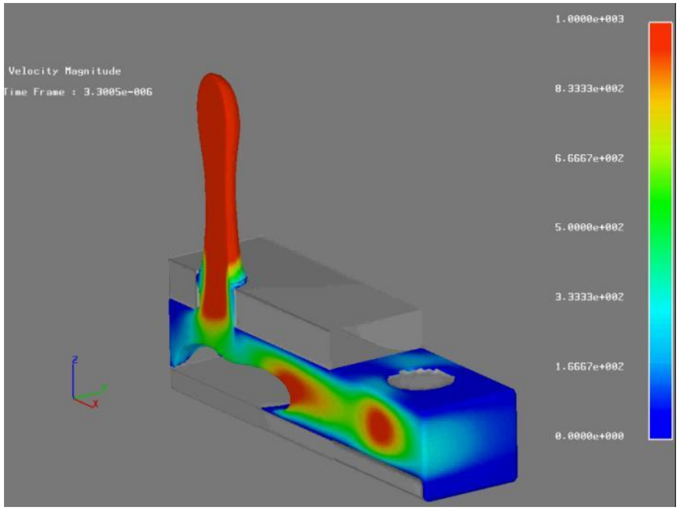




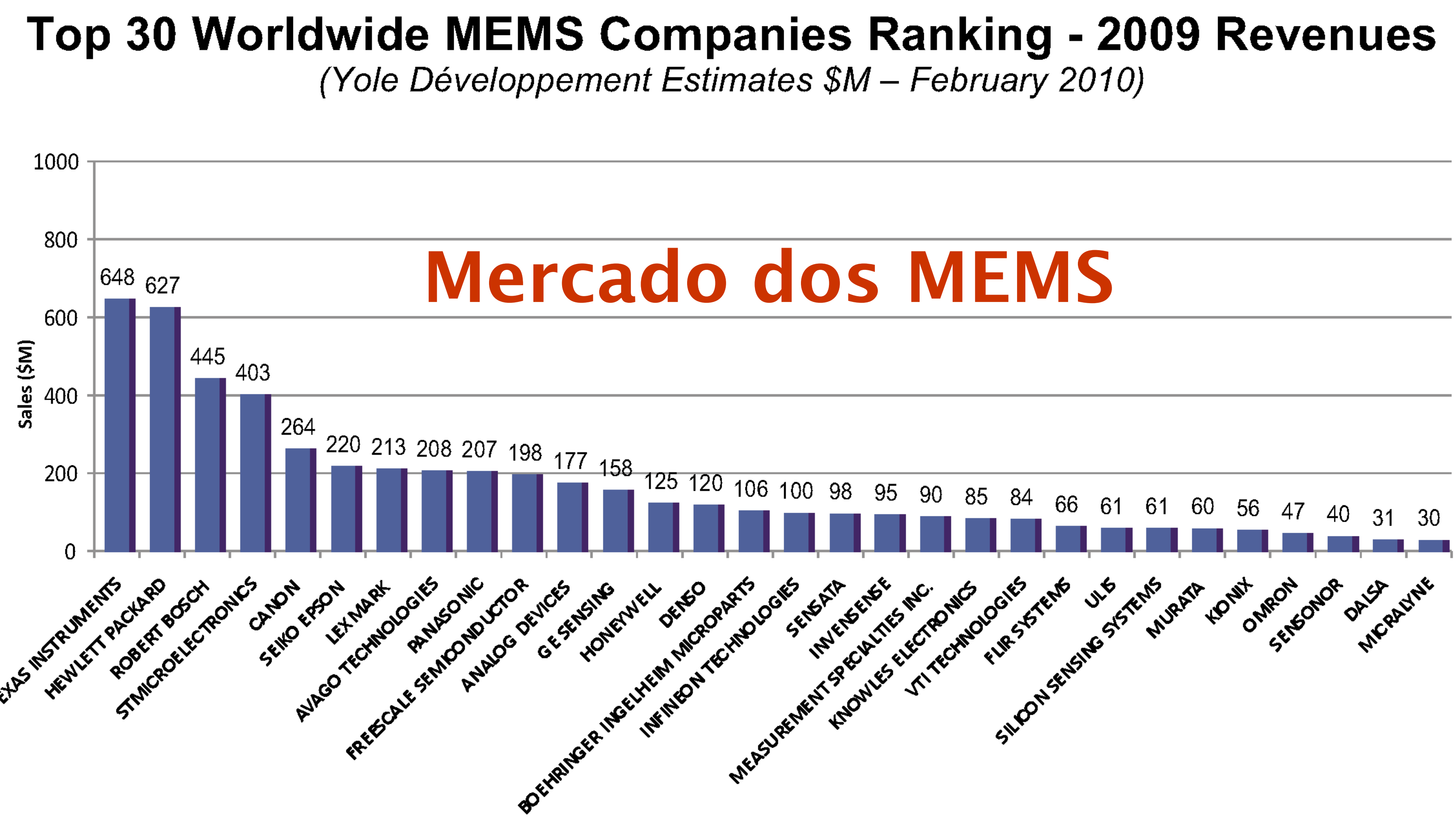
MEMS

Exemplos bem sucedidos



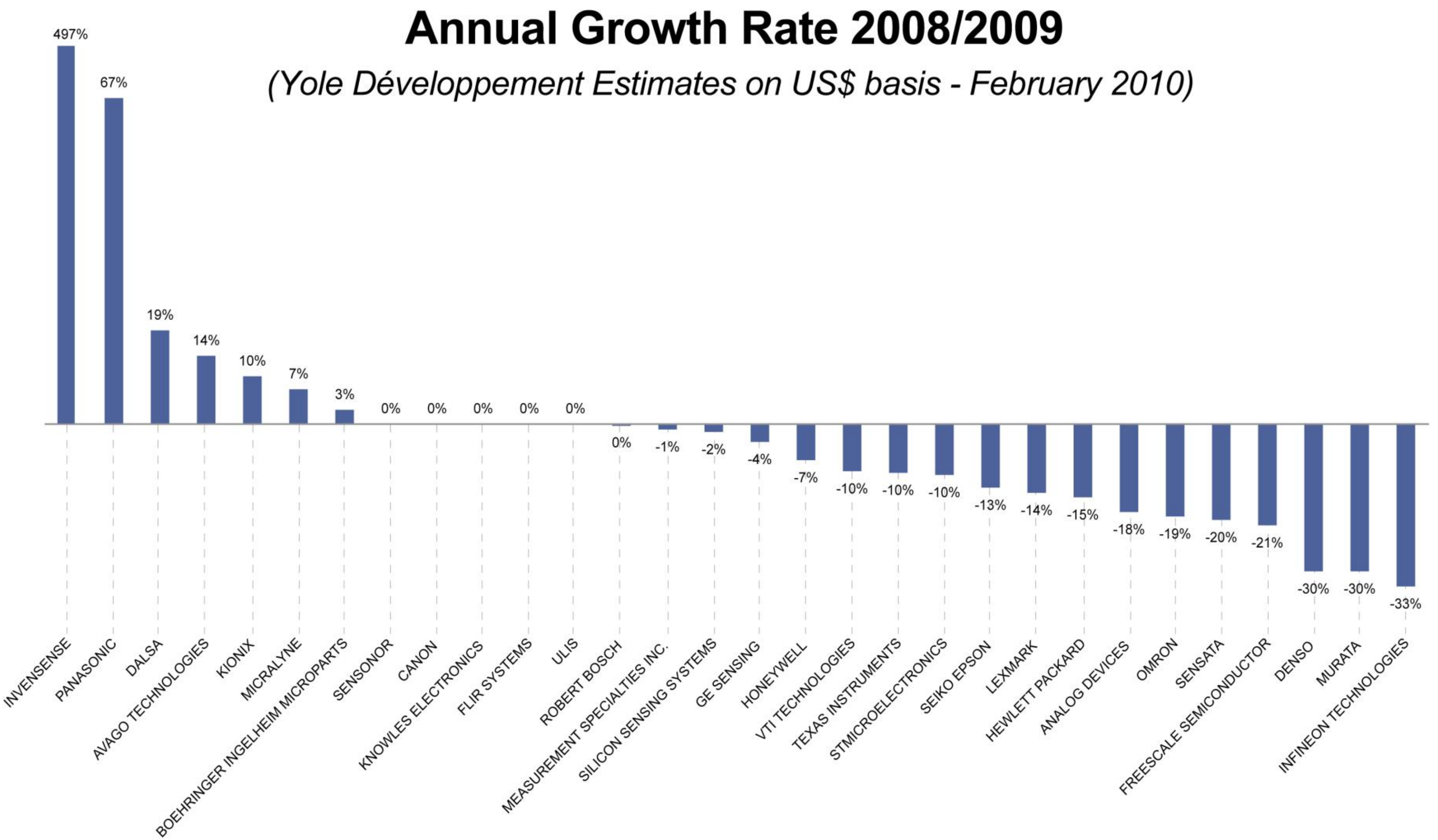


MEMS & Sensors



YOLE DÉVELOPPEMENT

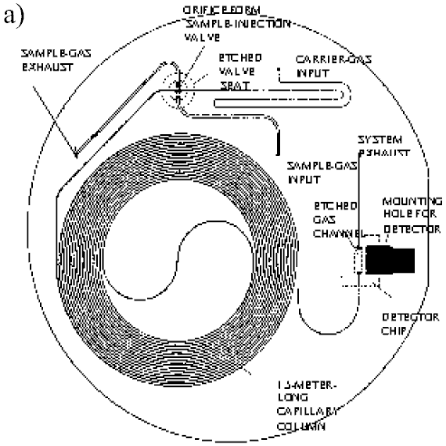
MEMS & Sensors



YOLE DÉVELOPPEMENT

DOS MEMS AOS LABORATORIOS

a)



μTAS (Total Analysis Systems)

Ferramentas de Microfabricação aplicadas à miniaturização de sistemas de analise.

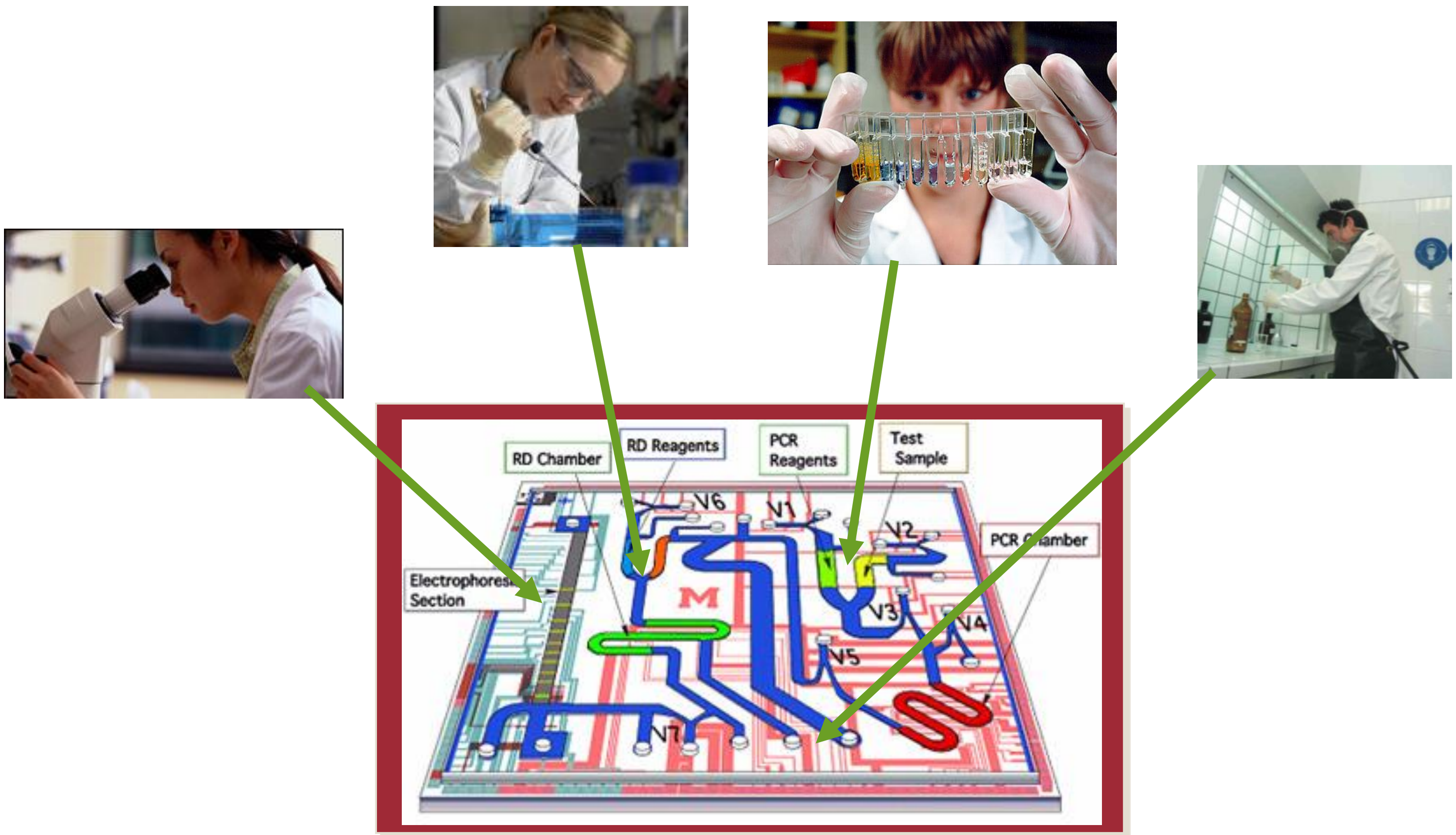
← Micro Cromatografo gasoso
Stanford University (1975)

Bio Chips (Bio MEMS)

← GeneChip, Sistema para analise genético da *Affymetrix*

LAB ON A CHIP

O conceito



LAB ON A CHIP

O conceito

O que são:

Dispositivos miniaturizados que integram em uma pequena pastilha diversas tecnologias como microfluídica, sensores, atuadores, eletrônica e microestruturas mecânicas para a realização de uma ou mais funções de laboratorio

LAB ON A CHIP

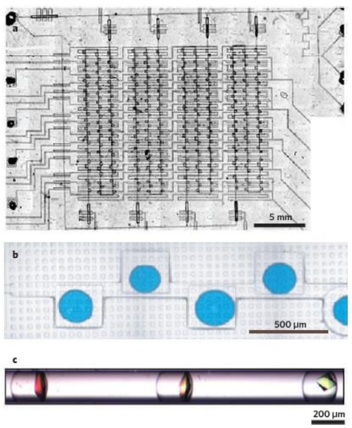
O conceito

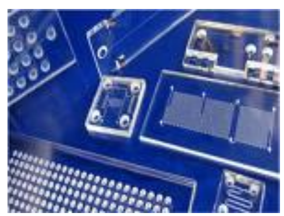
Vantagens:

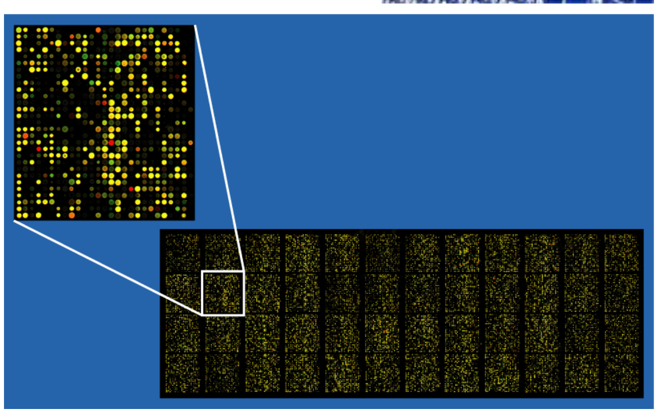
- ✓ Baixos volumes de consumo (reagentes, amostras)
- ✓ Diminuição de tempos de resposta
- ✓ Maior controle sobre os sistemas
- ✓ Menor intervenção humana nos processos
- ✓ Produção em larga escala (Low Cost)
- ✓ Plataformas de estudo químico mais seguras

LAB ON A CHIP

Usos





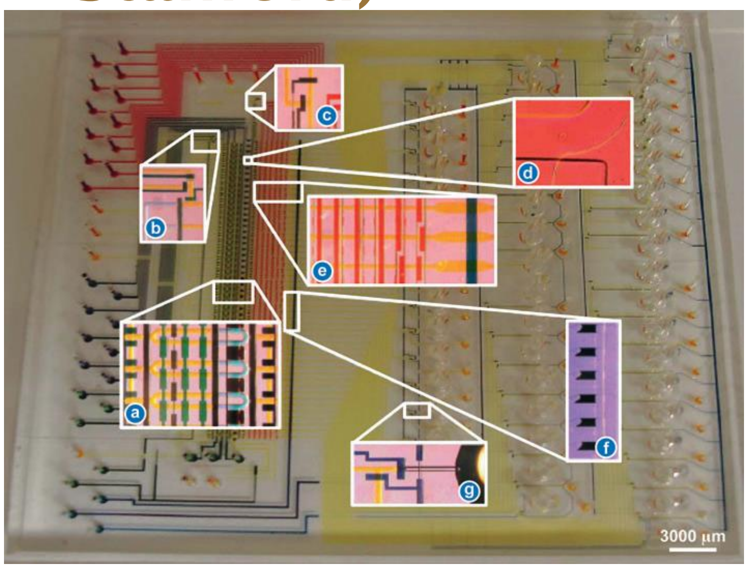


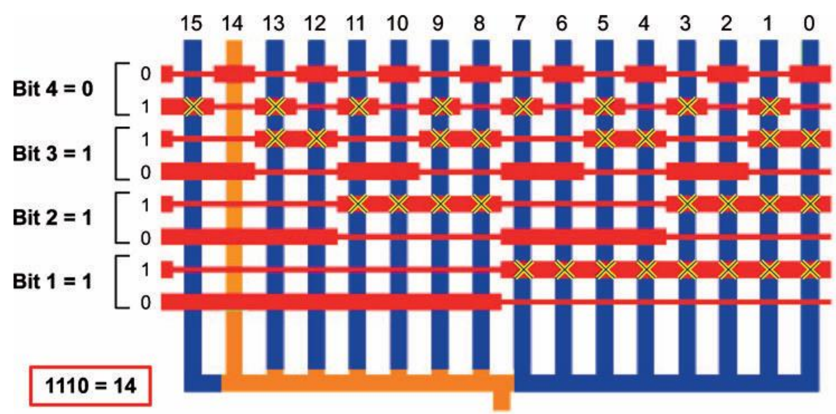
- Eletroforese Capilar
- Seqüênciamento de ADN
- Detecção de moléculas
- Monitoramento ambiental
- Estudo de processos celulares
- Cristalização de proteínas
- Síntese de peptídeos
- PCR

LAB ON A CHIP

Estado da arte

Microfluídica Programável (MIT, Caltech, Stanford)



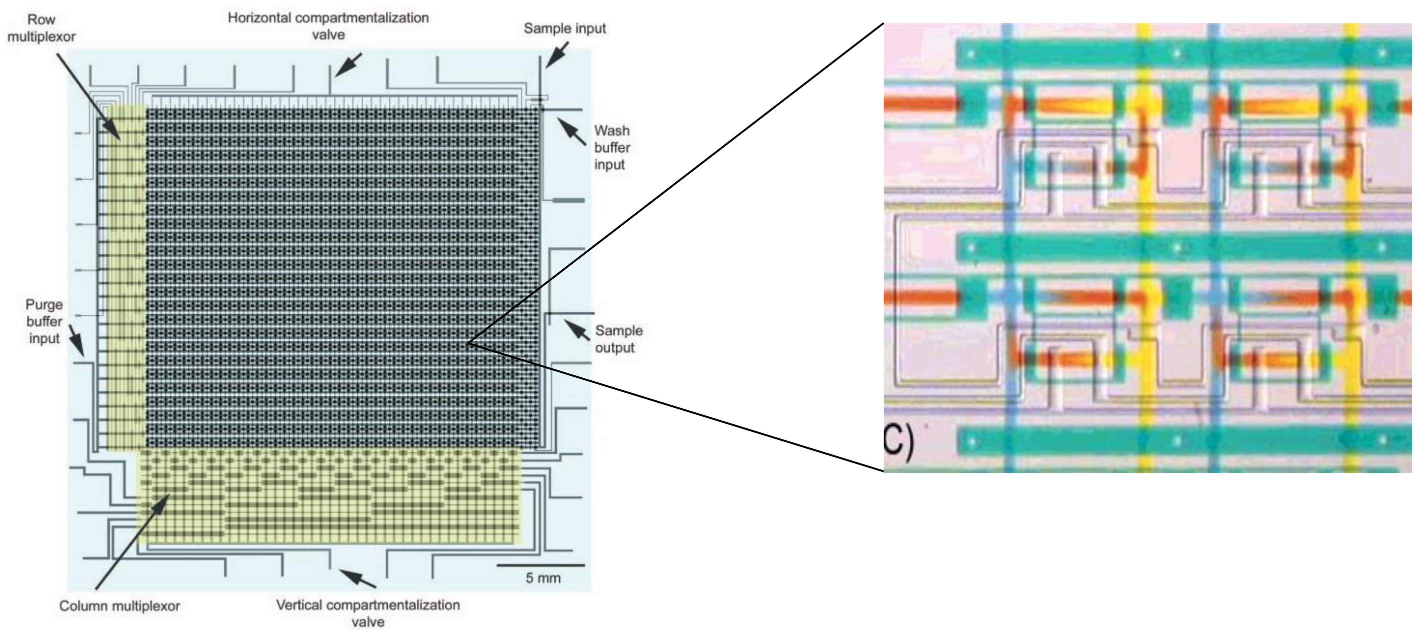


THIES William, Urbanski John Paul,Thorsen Todd e Amarasinghe Saman. Abstraction layers for scalable microfluidic biocomputing. Nat Comput. 7, 2008. 255–275p

LAB ON A CHIP

Estado da arte

Integração Microfluídica em grande escala (LSI)

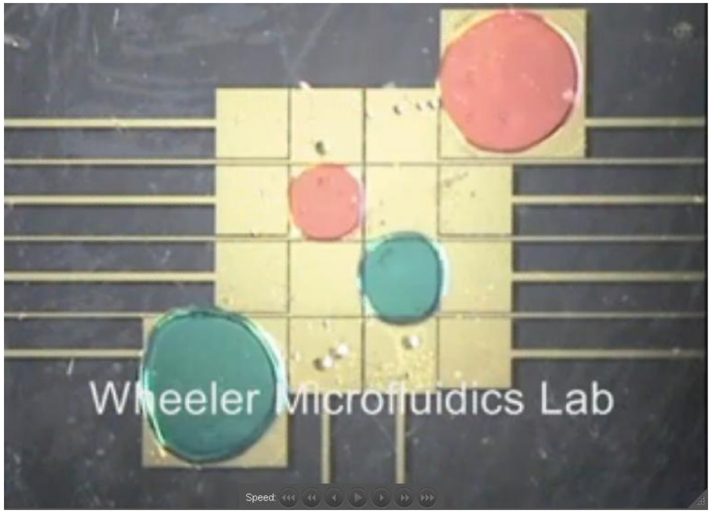


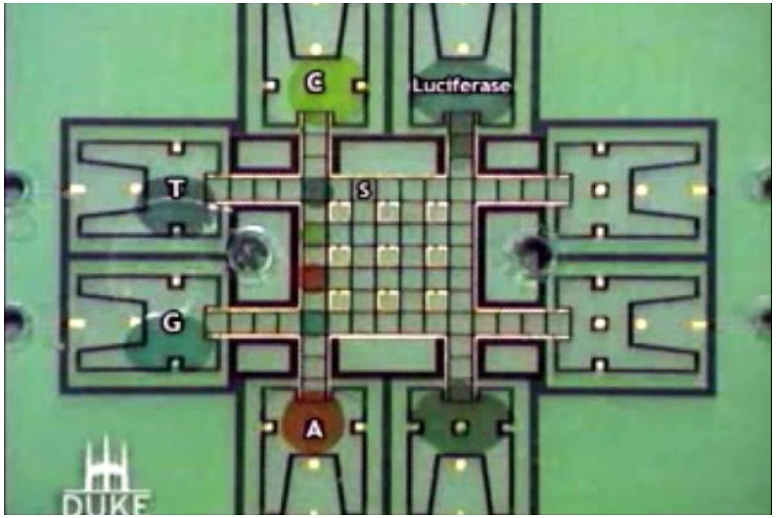
BHAT Somanath et al. Single molecule detection in nanofluidic digital array enables accurate measurement of DNA copy number. Anal Bioanal Chem394, 2009. 457–467p

LAB ON A CHIP

Estado da arte

Microfluídica Digital (Duke University)



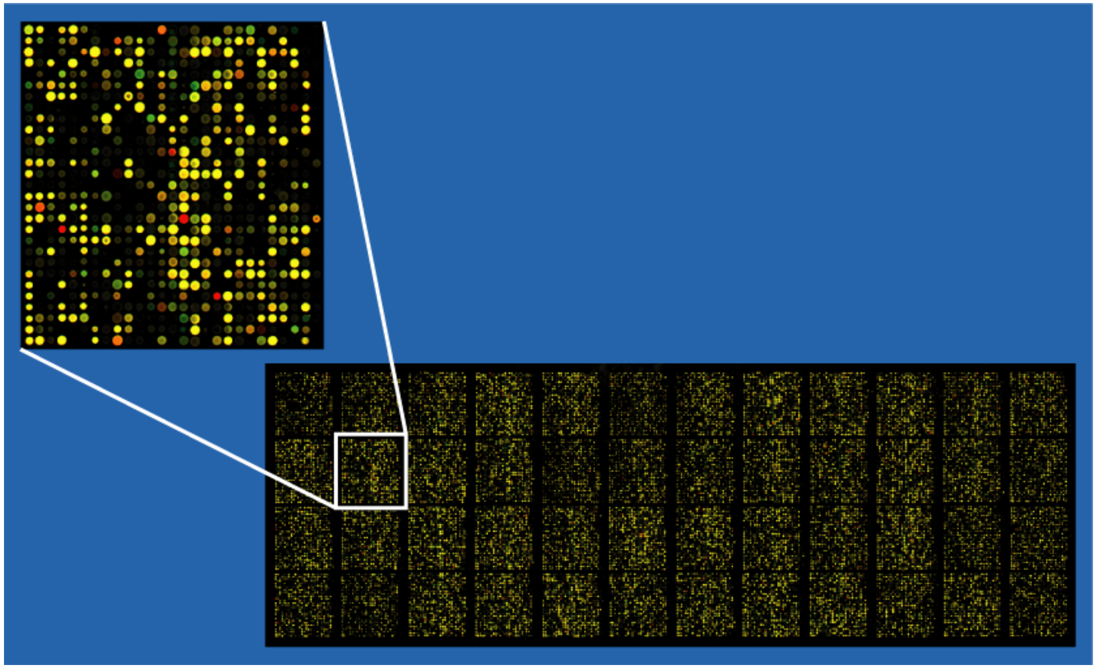


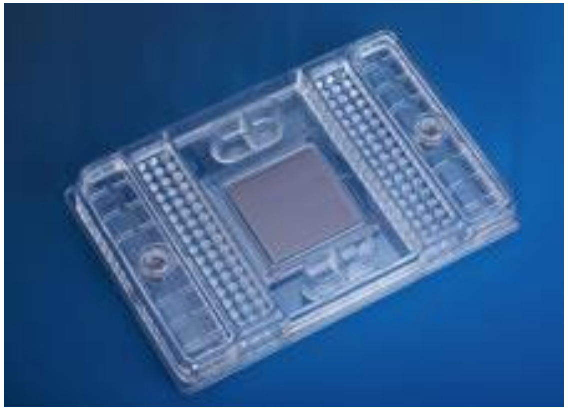
THIES William, Urbanski John Paul,Thorsen Todd e Amarasinghe Saman. Abstraction layers for scalable microfluidic biocomputing. Nat Comput. 7, 2008. 255–275p

LAB ON A CHIP

Exemplos na biociência

DNA

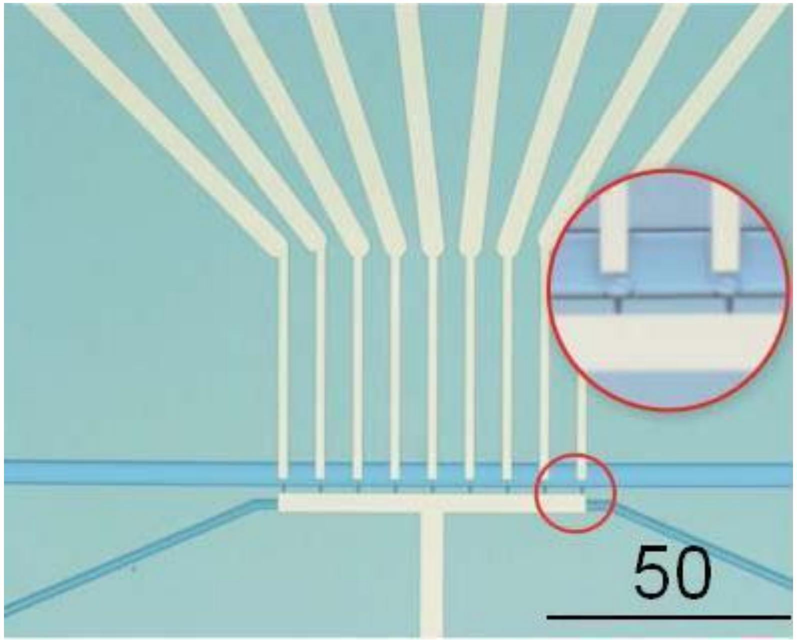




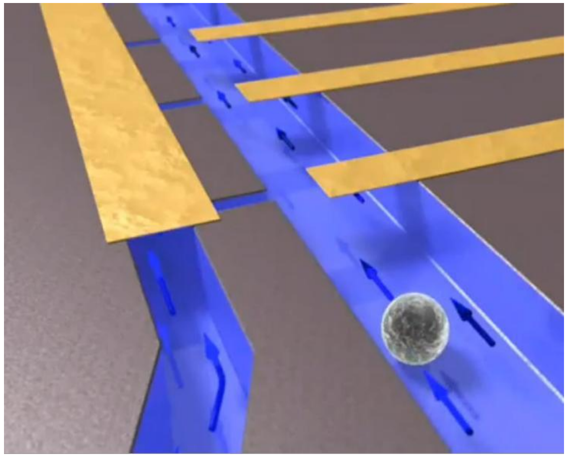
Sistemas PCR da ***Fluidigm***

LAB ON A CHIP

Exemplos na biociência



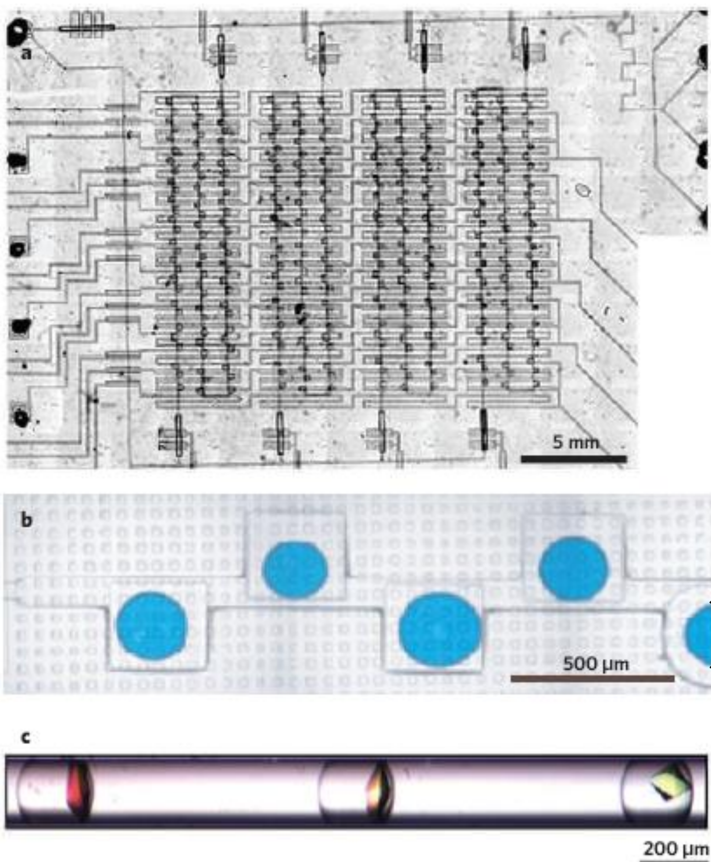
Manipulação de células,
Ensaios genéticos



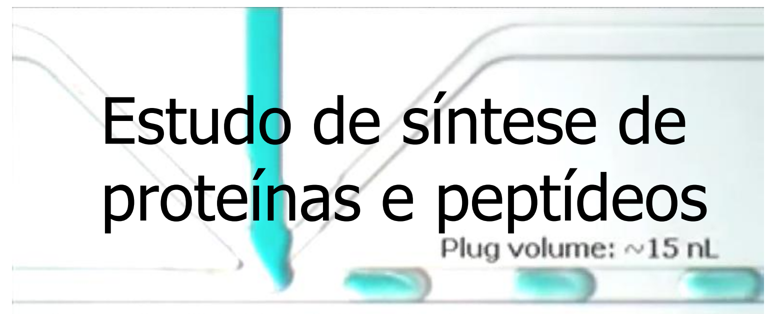
LIU C. C. Cui D. F. Design and fabrication of poly(dimethylsiloxane) electrophoresis microchip with integrated electrodes Microsyst Technol 11, 2005. 1262–1266p

LAB ON A CHIP

Exemplos na biociência



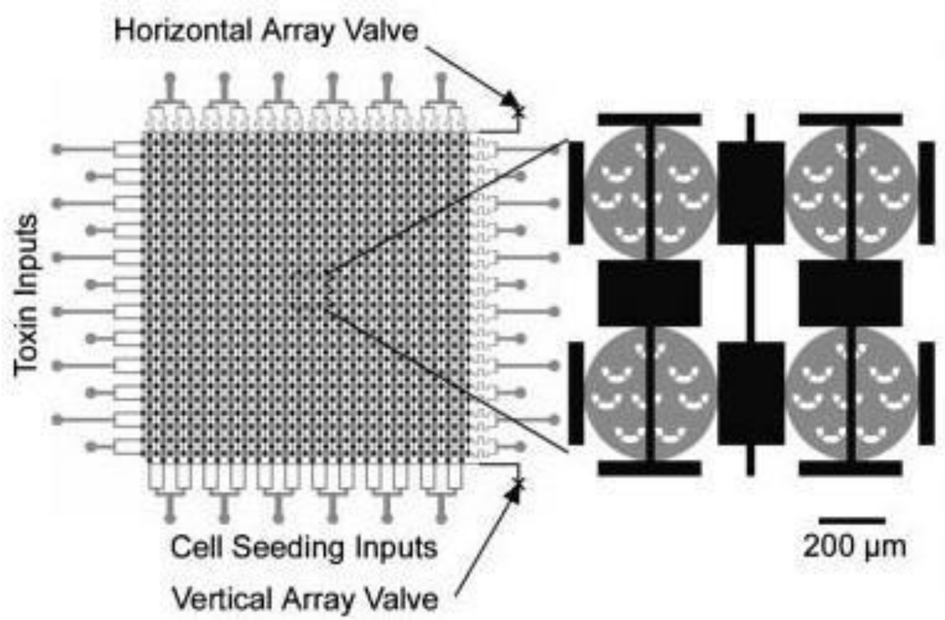
Estudo de síntese de proteínas e peptídeos

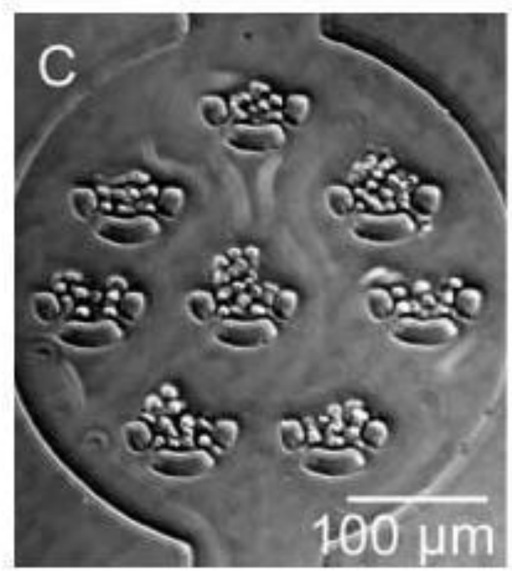


LAB ON A CHIP

Exemplos na biociência

Cultura e estudo de células,
E resposta a toxinas e drogas

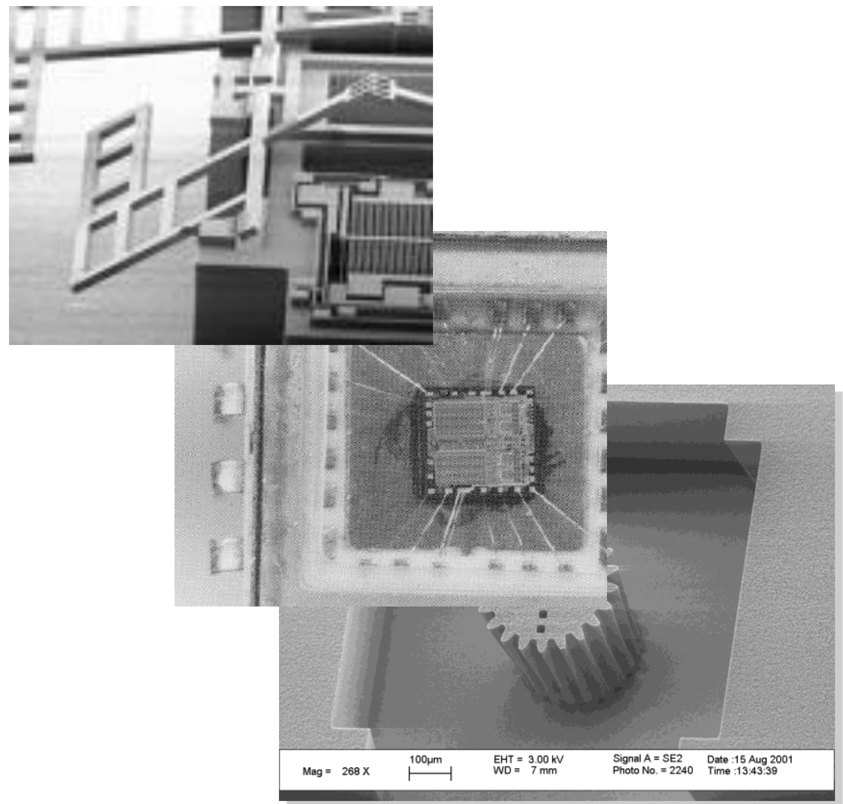




WANG Zhanhui, Kim Min-Cheol, Marquez Manuel e Thorsen Todd. High-density microfluidic arrays for cell cytotoxicity analysis Lab Chip, 7, 2007.740–745p

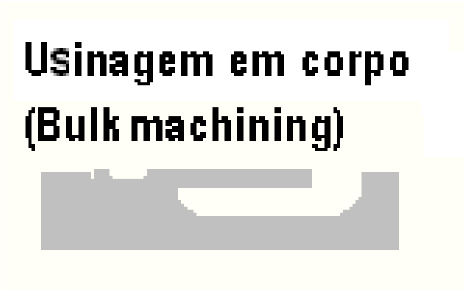
TECNOLOGIAS DE MICROFABRICAÇÃO

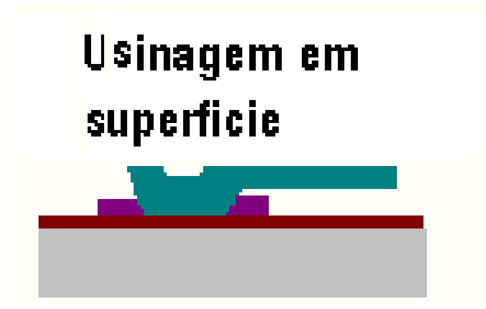
Como isso tudo é fabricado?



TECNOLOGIAS DE MICROFABRICAÇÃO

- Deposição
- Micro y nano litografia
- Etching
- Modificação
  - Oxidação
  - Difusão
  - Implantação Iônica
- Modelado
- Outras

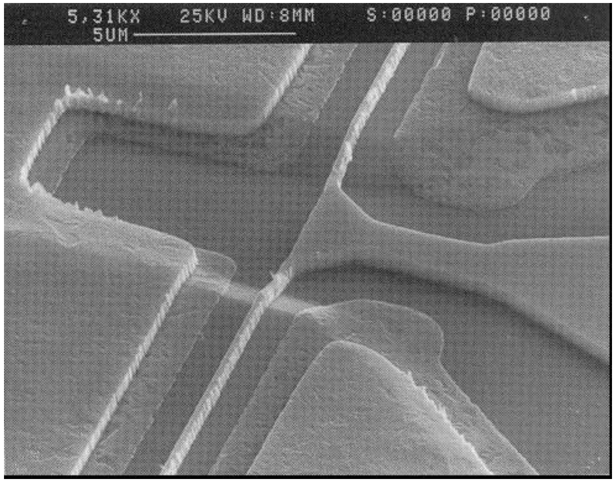




DEPOSIÇÃO

Obter sobre o substrato uma película de um certo material

- No há reação química com o substrato
- Os componentes são fornecidos por fontes externas.
- Processo aditivo (Surface Machining)

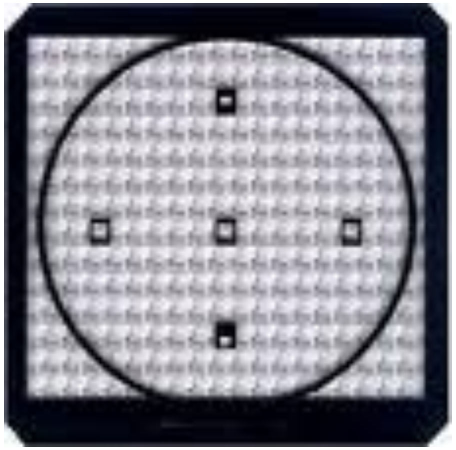


Técnicas

- Spinning Casting
- Evaporação (PVD)
- CVD, LPCVD, PECVD, LCVD
- Crecimento por epitaxia
- Sputtering
- Eletrodeposição

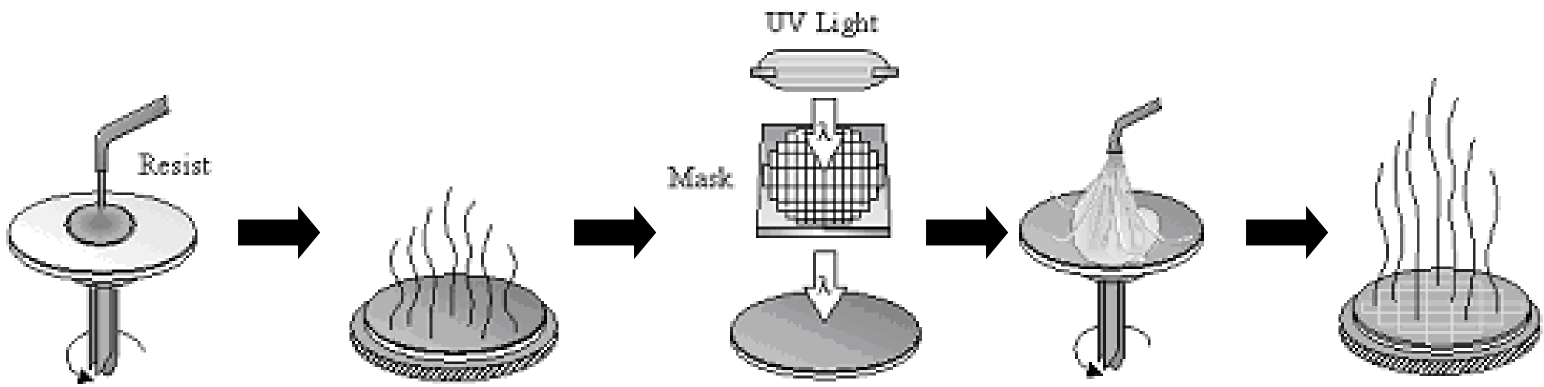
MICROLITOGRAFIA

Processo no qual um padrão geométrico é transferido da mascara ao substrato.



Máscaras:
Contém a informação geomêtrica necesaria para definir una camada. Feita sobre um soporte transparente (quarço), tem regiões escuras (cromo) que bloqueiam a luz incidente.

MICROLITOGRAFIA



Aplicação do resiste

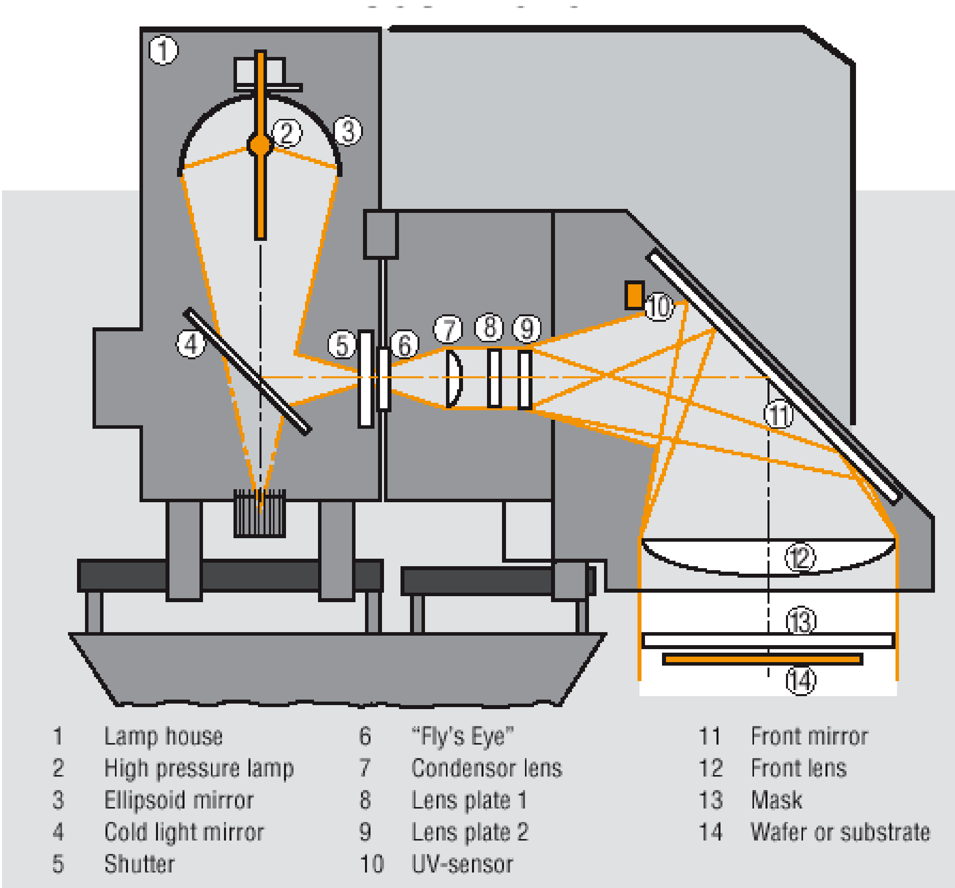
Exposição

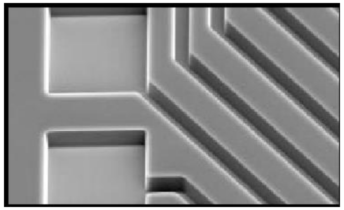
Revelação

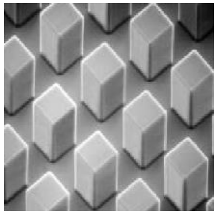
baking

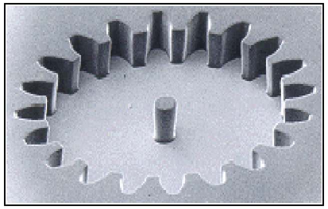
MICROLITOGRAFIA

Sistema de exposição

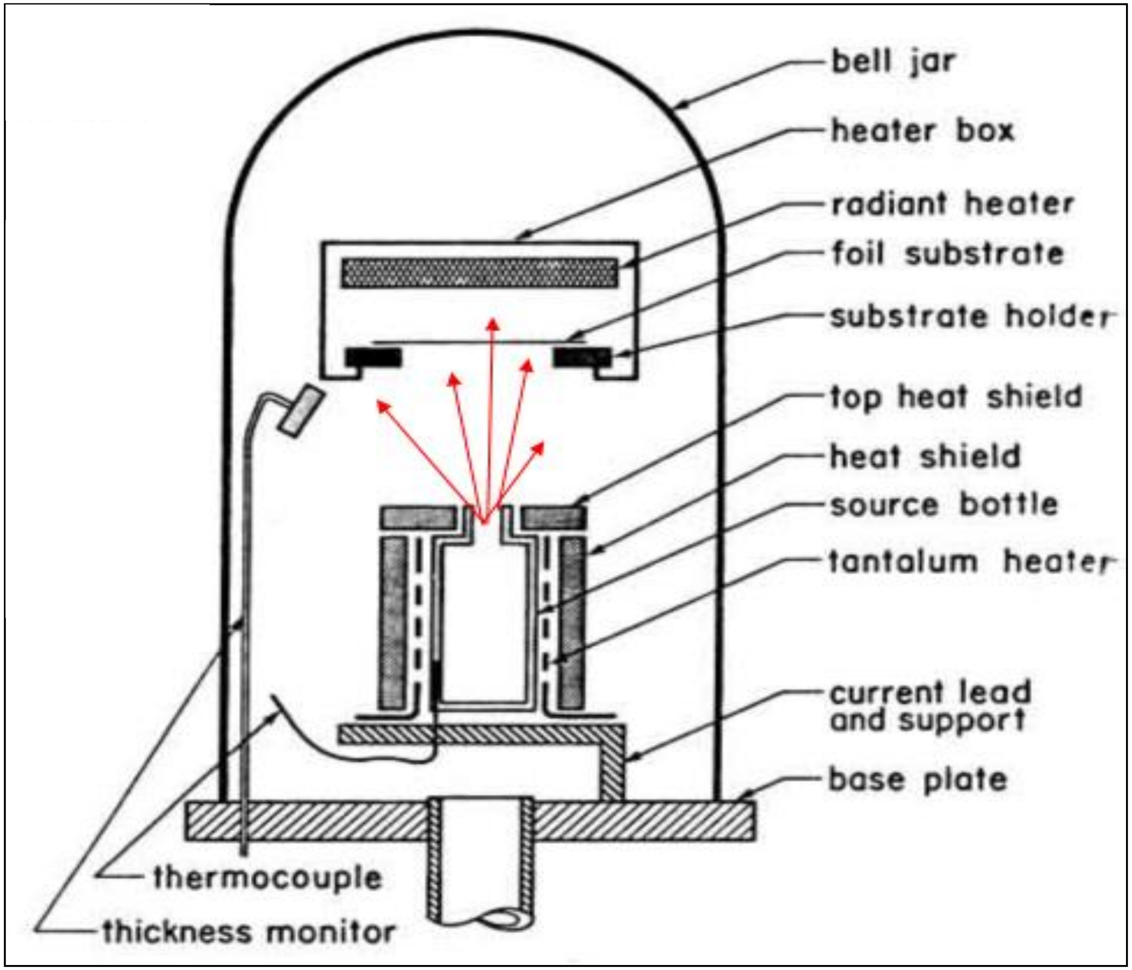




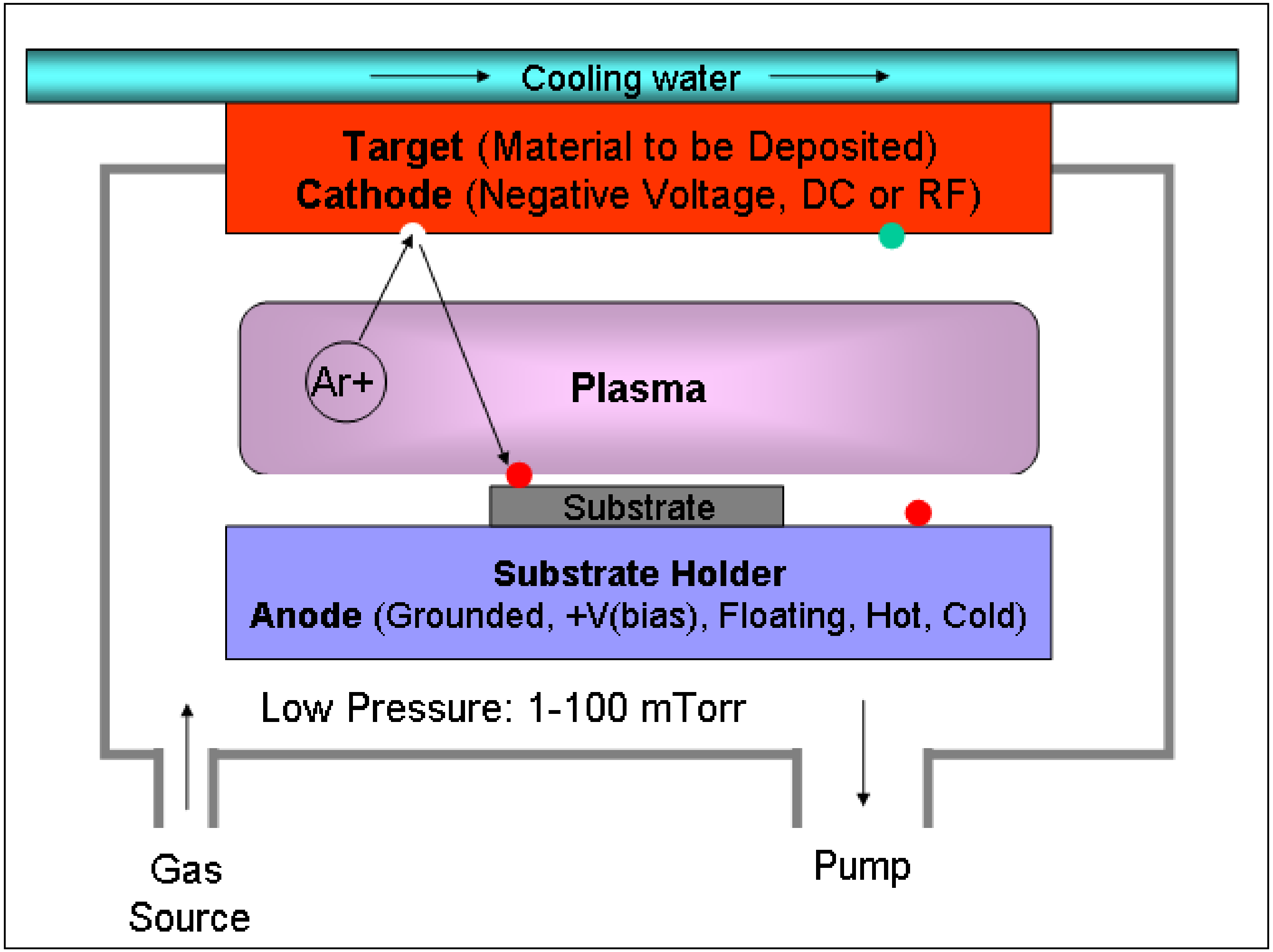




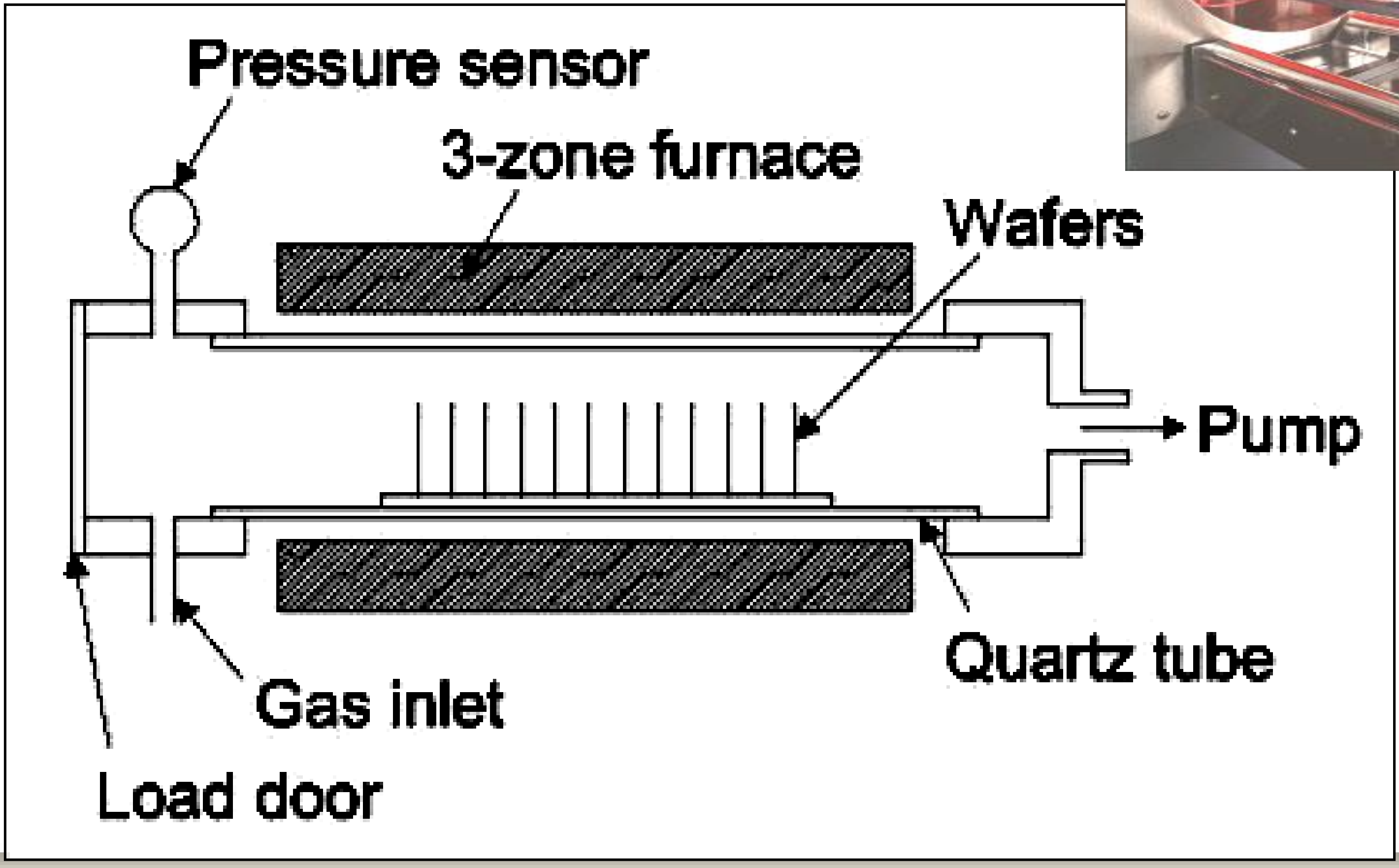
DEPOSIÇÃO: Evaporação

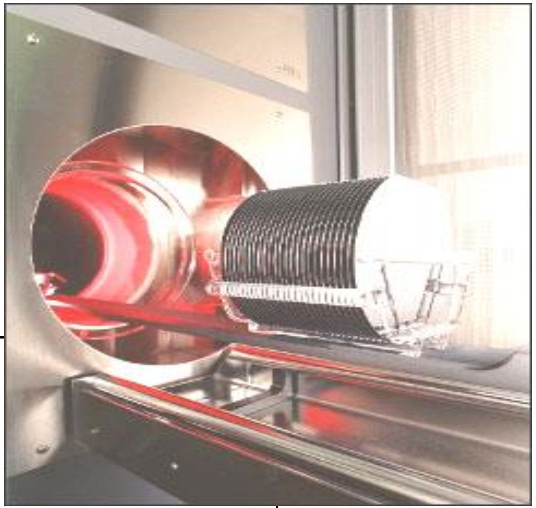


DEPOSIÇÃO: Sputtering

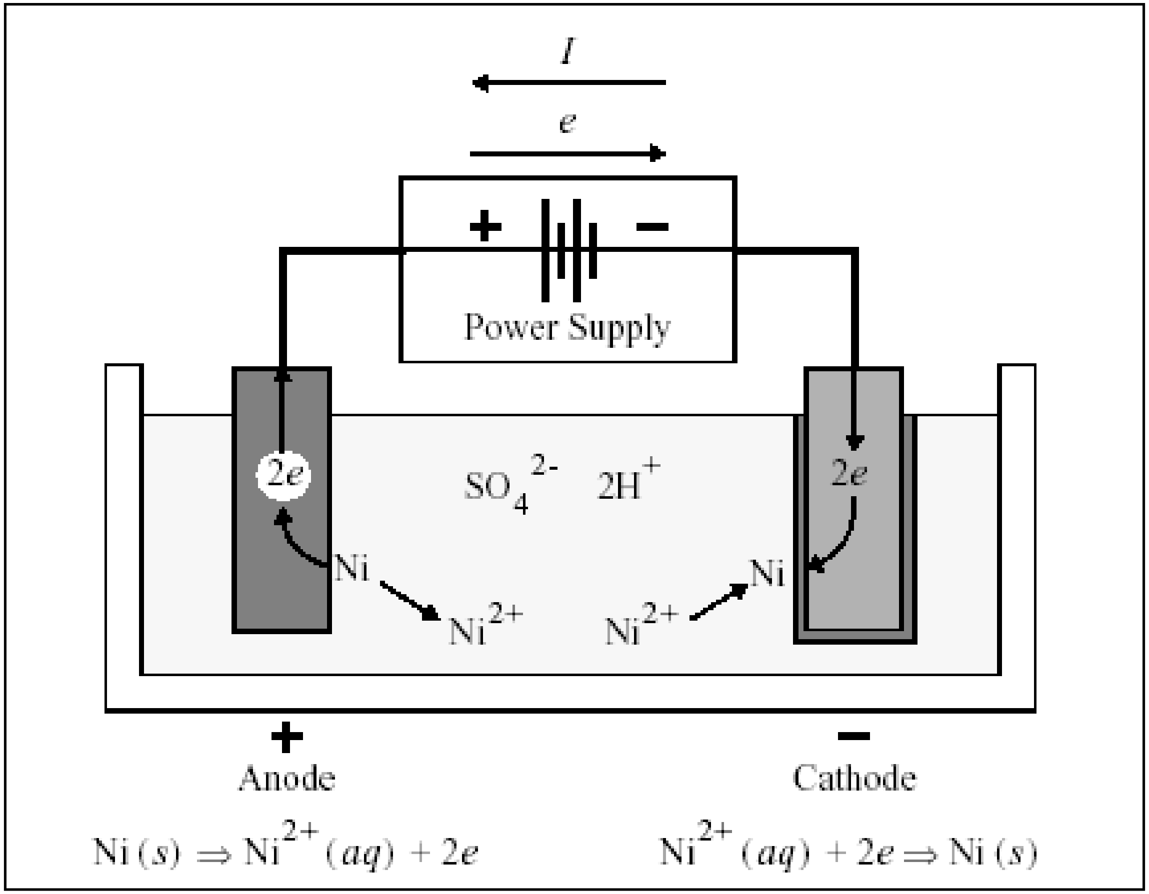


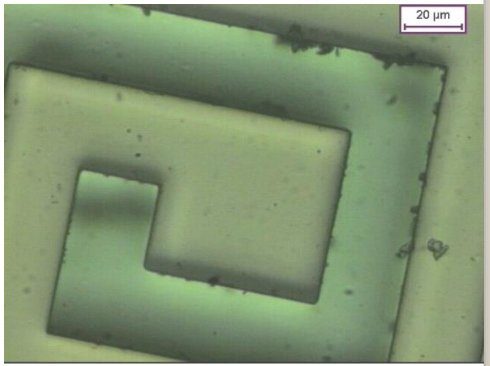
DEPOSIÇÃO: CVD

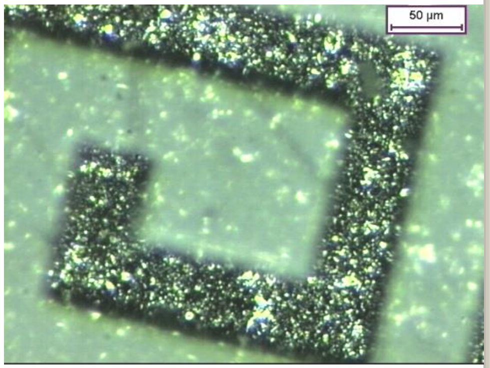




DEPOSIÇÃO: Eletroquímica







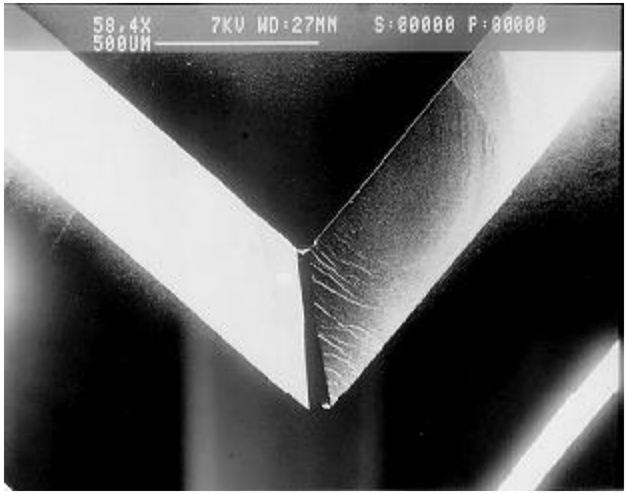
REMOÇÃO: ETCHING

Remover selectivamente material não protegido

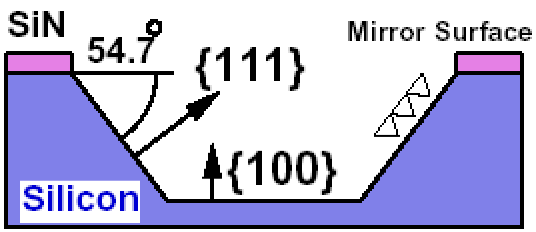
- Isotrópico ou anisotrópico.
- úmido ou seco
- Pode ser controlado
- Proceso de substração (bulk machining).

Técnicas

- Corrosão úmeda isotrópica
- Corrosão úmida anisotrópica
- Corrosão seca isotrópica
- Corrosão seca anisotrópica
- RIE, MC-RIE, DRIE, PE-RIE
- IBE
- LACE

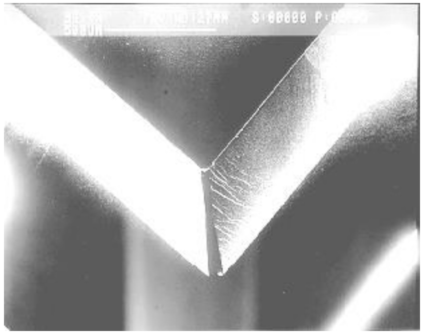


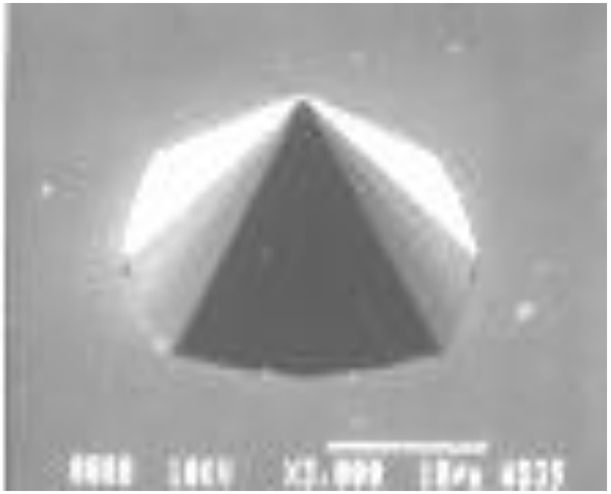
REMOÇÃO: ETCHING

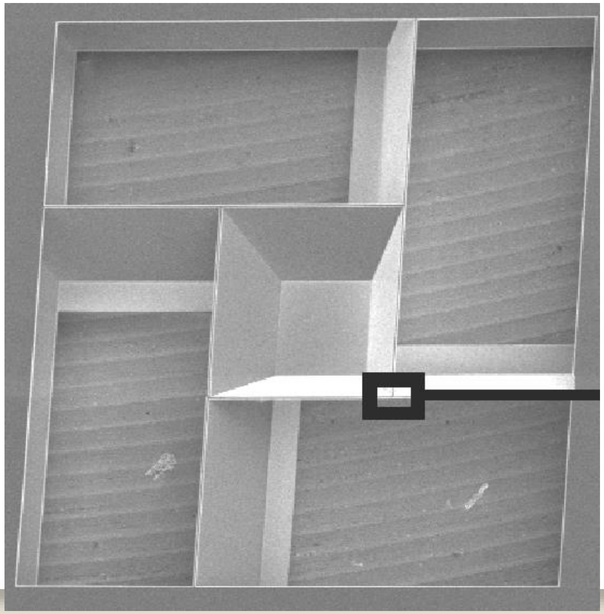


Si / KOH, EDP, TMAH

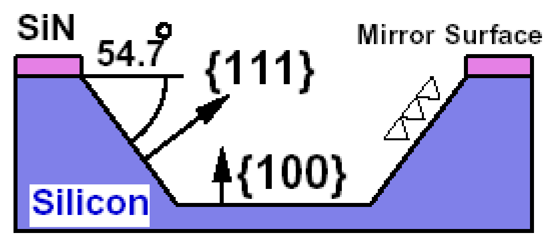
Orientation Dependent







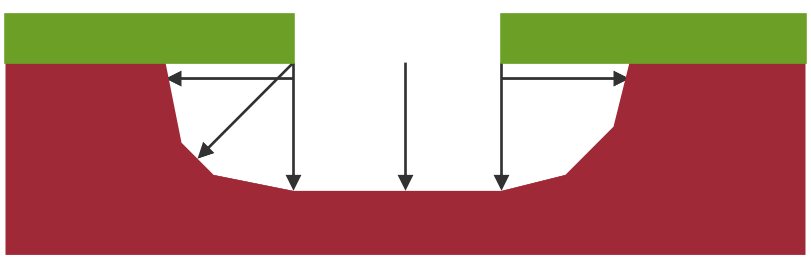
REMOÇÃO: ETCHING



Si / KOH, EDP, TMAH

Orientation Dependent

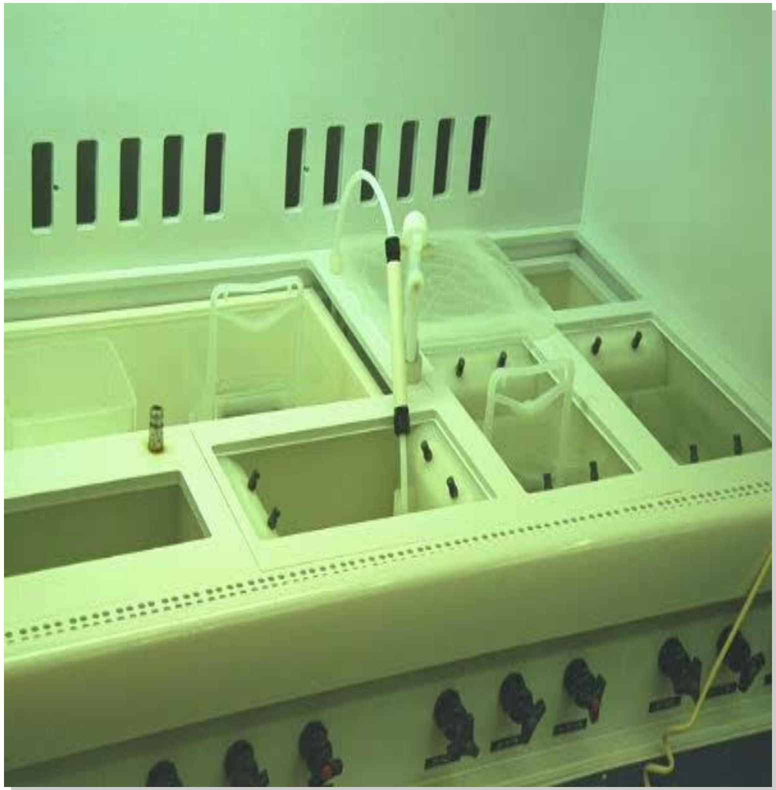
Isotrópico



Anisotrópico

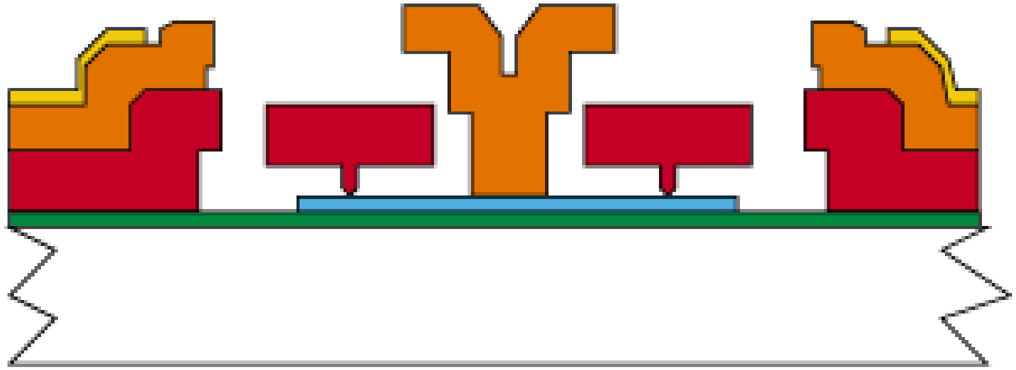
REMOÇÃO: ETCHING

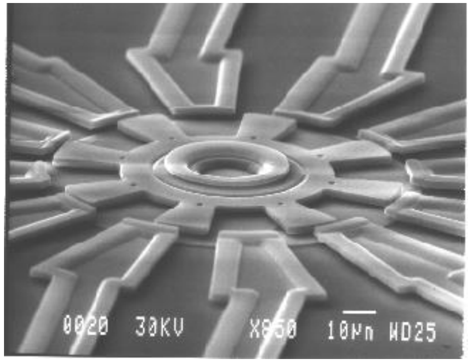
Seco

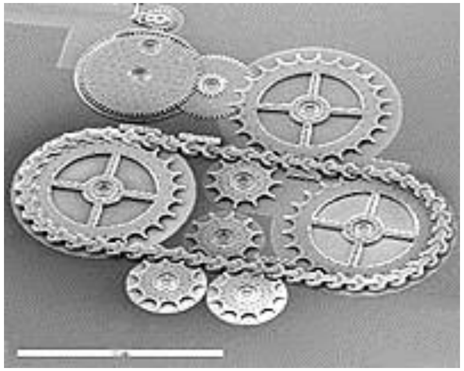


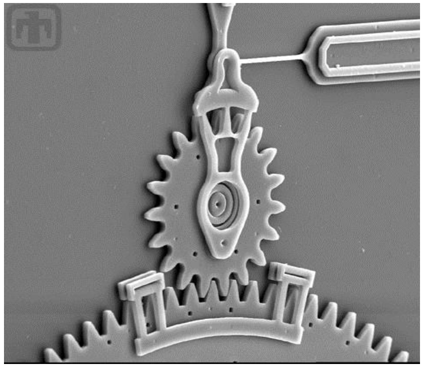
úmido

Usinagem em superficie









MODIFICAÇÃO: OXIDAÇÃO

Crecer uma camada de $SiO2$ sobre el substrato para:

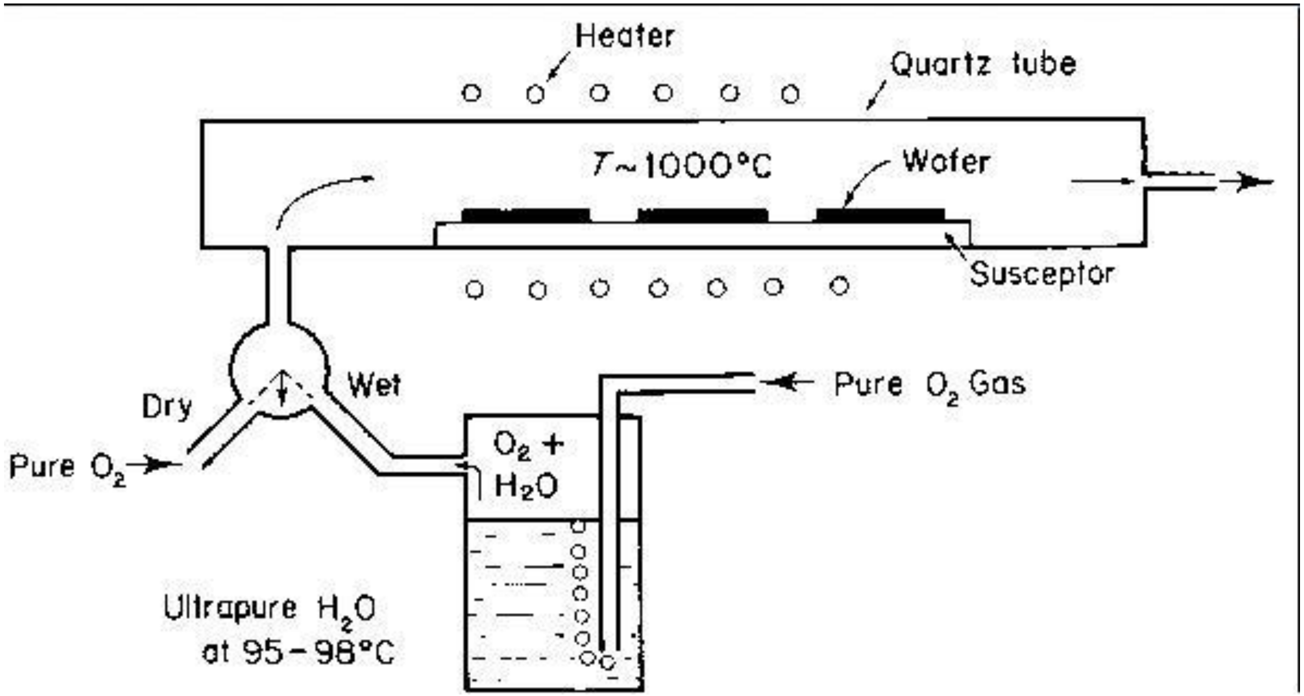
--Máscaras de difusão
--isolar e proteger
--Dielétrico em electrônica

úmida: Vapor de agua, 900-1000 ºC.
óxido rápido 0.5 mm/h.
grosso e baixo controle

Seca: Atmósfera Oxigenada 1100-1200ºC
precissão, 1 um en 40 horas.

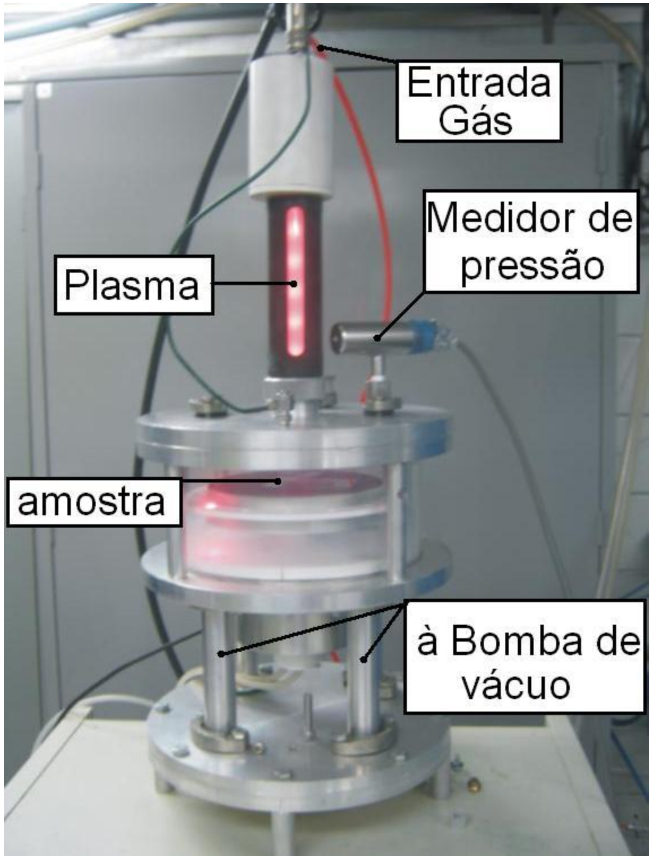
MODIFICAÇÃO: OXIDAÇÃO

Reactor de Oxidação



MODIFICAÇÃO: ATIVAÇÃO SUPERFICIAL

- ✓ Plasma de oxigênio
- ✓ Reator de plasma remoto
- ✓ Pouco bombardeamento
- ✓ Contato imediato após ativação
- ✓ Preservação em etanol



MODIFICAÇÃO: DIFUSÃO

Incorporação de átomos no interior do substrato

- Introduz impurezas
- Límite de penetração
- Modifica propriedades

Óticas → fabricação de guias de onda
Químicas → proteção contra ataque químico
Mecânicas → Resonadores (cambia Y)
Elétricas → Fabricação de resistencias
Junturas PN

Substrato a alta temperatura em contacto com uma atmósfera altamente iónica (líquida o gasosa.)

MODIFICAÇÃO: DIFUSÃO

Esquema de horno

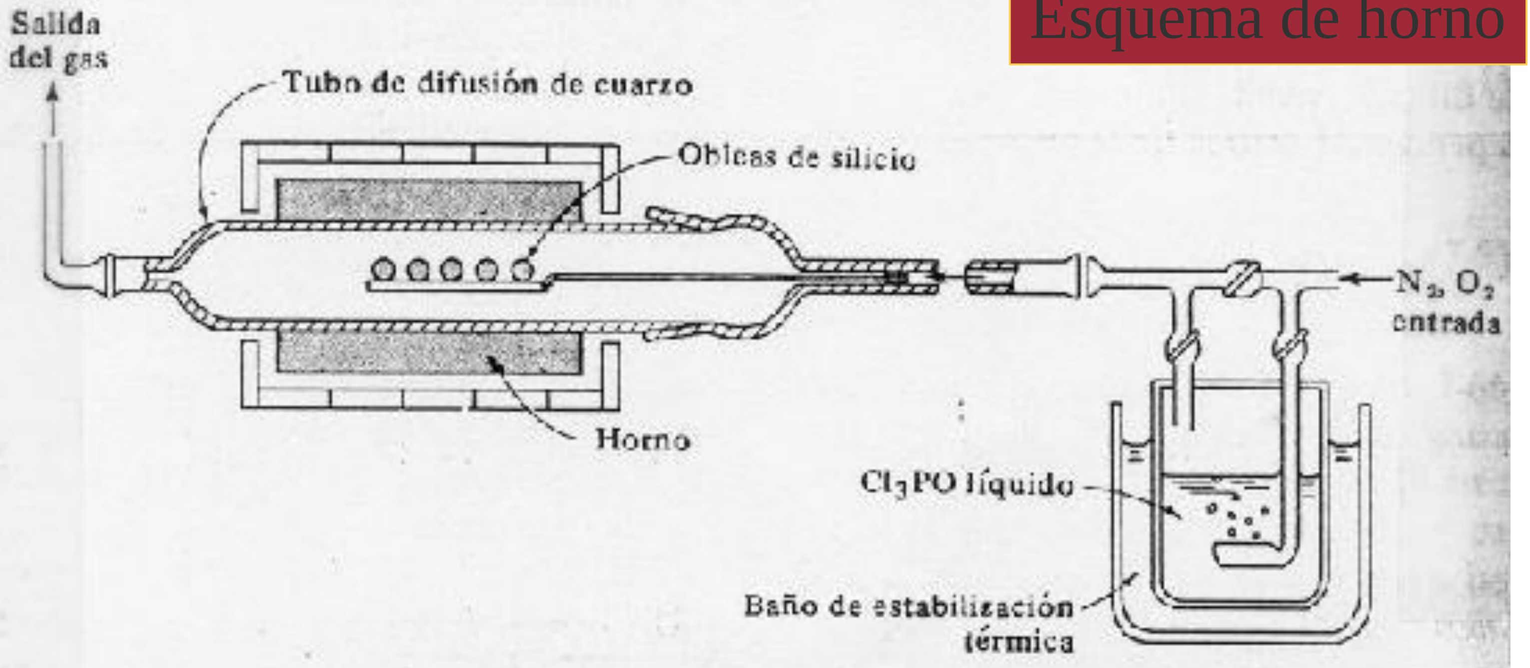
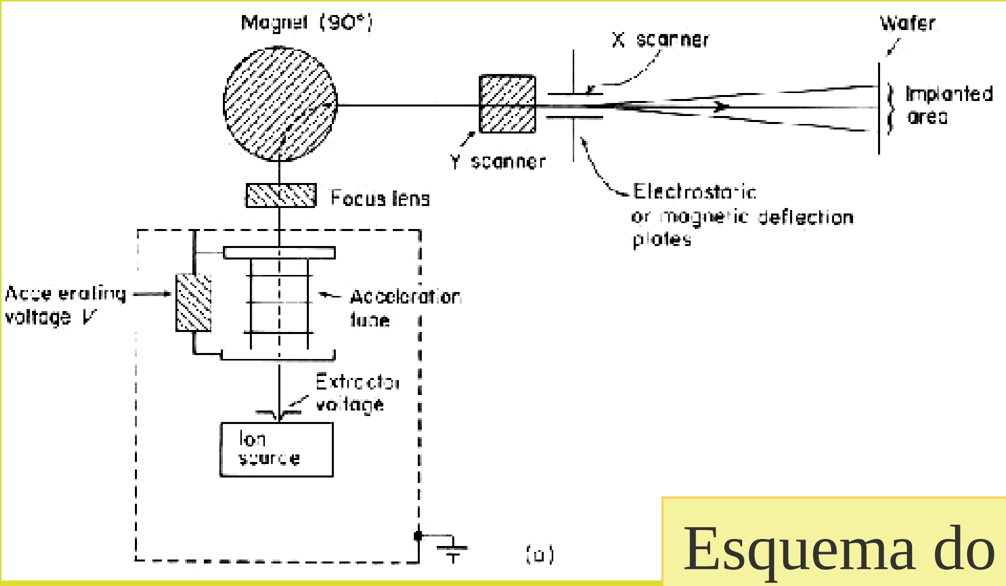


Fig. 7-10. Representación esquemática de un aparato típico para la difusión de Cl_3 PO. (Cortesía de Motorola, Inc.[1])

MODIFICAÇÃO: IMPLANTAÇÃO

Ions são acelerados contra a amostra e ficam incrustados

- Maior profundidade de penetração
- Mais rápido (difusão forçada)



Fonte de Ions

Bobina aceleradora

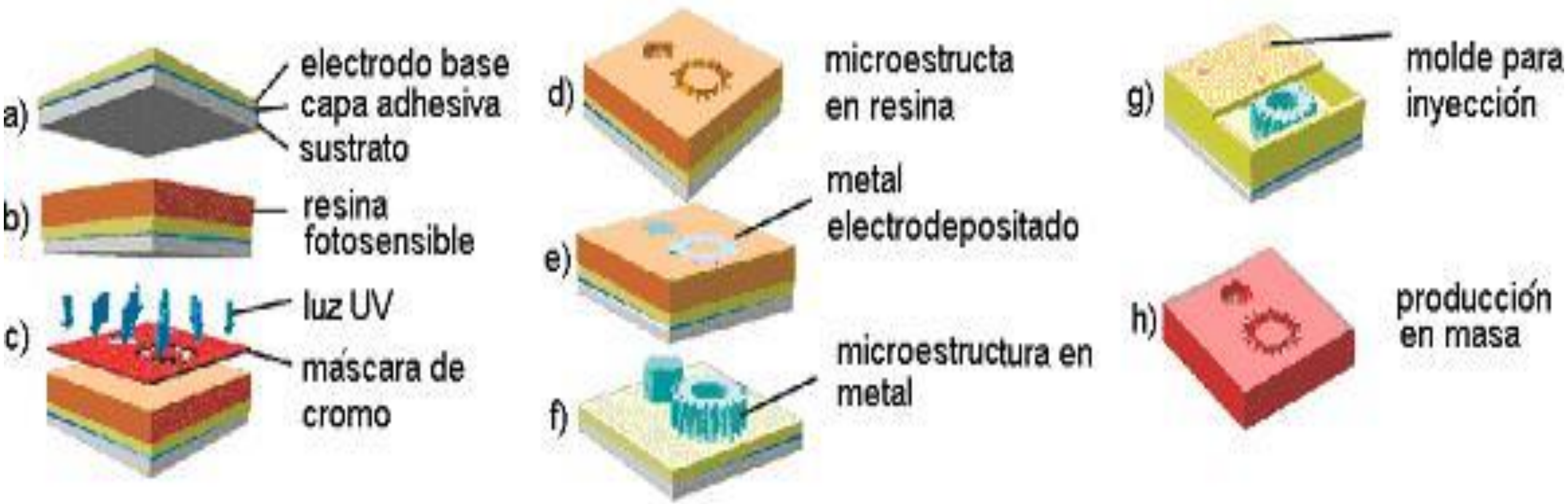
Lentes focalizadoras

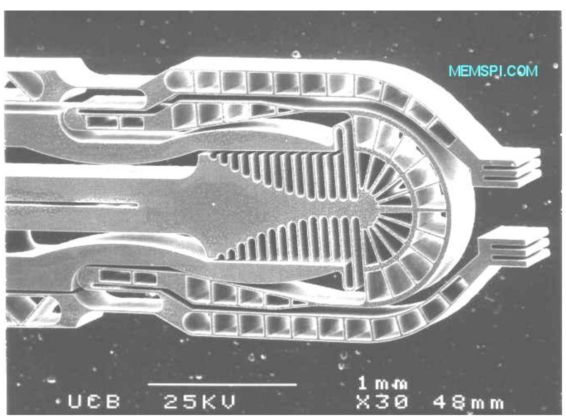
Defletores

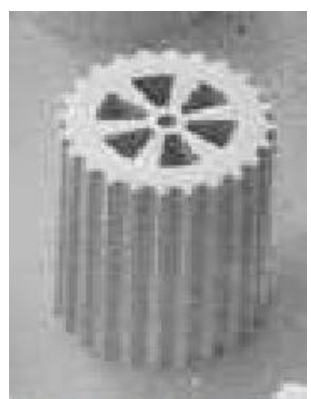
Scanner

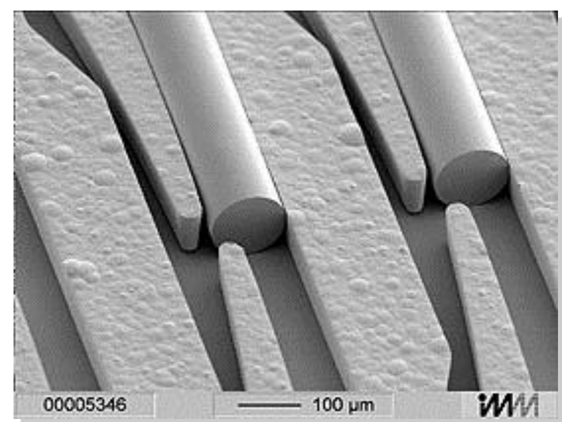
Esquema do equipamento

MODELADO

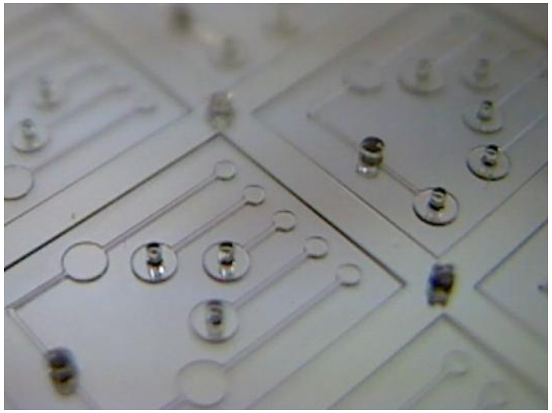

a)
electrodo base
capa adhesiva
sustrato
b)
resina
fotosensible
c)
luz UV
máscara de
cromo
d)
microestructa
en resina
e)
metal
electrodepositado
f)
microestructura en
metal
g)
molde para
inyección
h)
producción
en masa

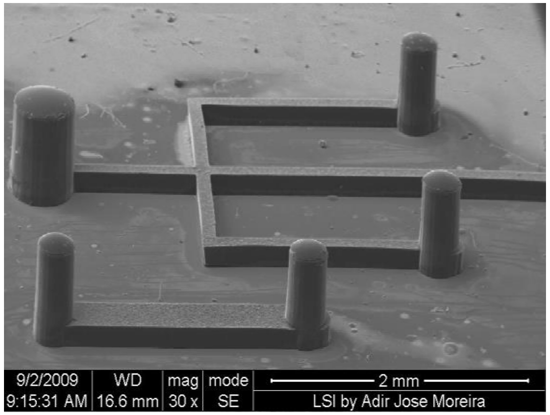

MEMSPI.COM
1 mm
UCB 25KV X30 48mm

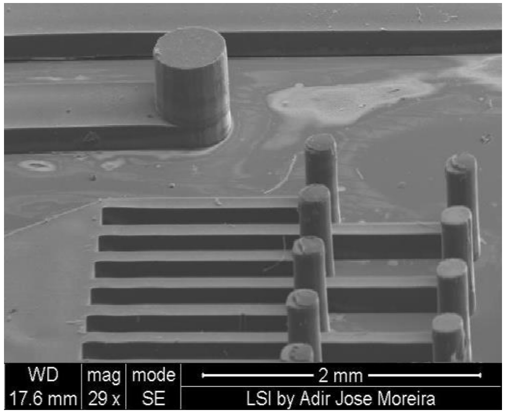



00005346
100 µm

MODELADO

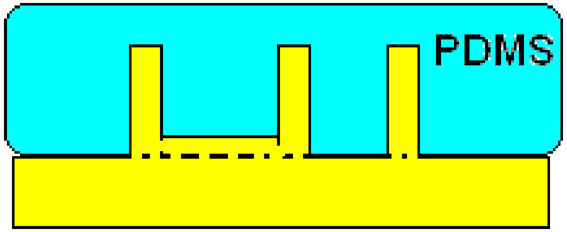






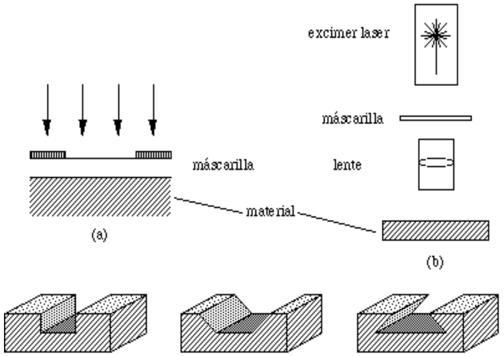
Micrografia ópticas e eletrônicas das estruturas de dois níveis fabricadas.

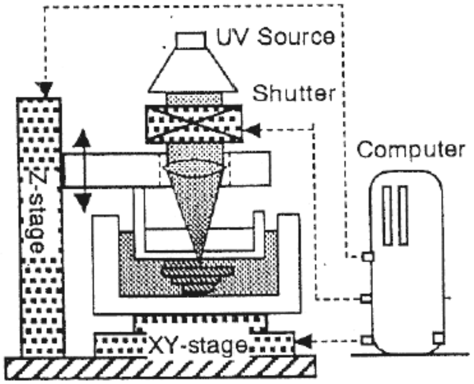
MOLDAGEM



OUTRAS

- » Láser Excimer (UV láser)
- » Micro electro-erosión (uEDM)
- » Maquinado convencional
- » Micro estereolitografía
- » Polishing (aplanados)
- » Conexionado

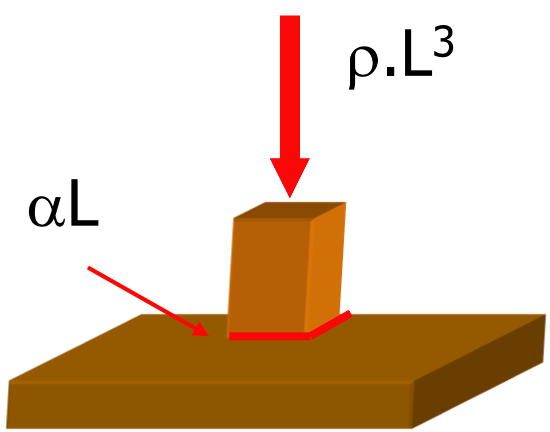




Desafios científicos e tecnológicos

COMPREENSÃO DOS EFEITOS DA MINIATURIZAÇÃO

Que acontece cuando os flúidos são confinados?

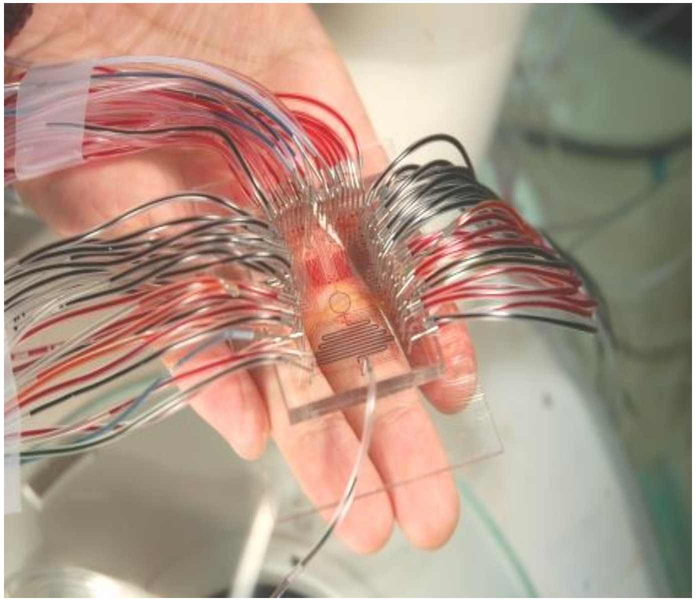


Desafios científicos e tecnológicos

INTEGRAÇÃO DE ELEMENTOS E DISPOSITIVOS

- Nem tudo tem sido integrado

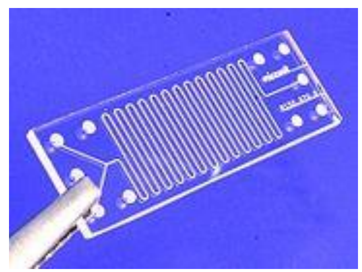
✓ Armazenamento de líquidos
✓ Sistemas de chaveamento
✓ Instrumentação de analise



Desafios científicos e tecnológicos

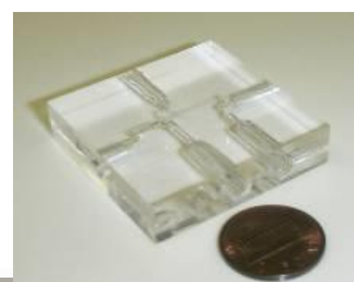
NOVOS MATERIAIS E PROCESSOS

Vidro

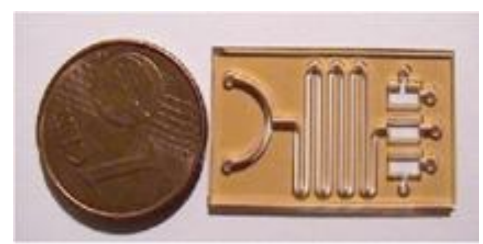


PDMS

PMMA



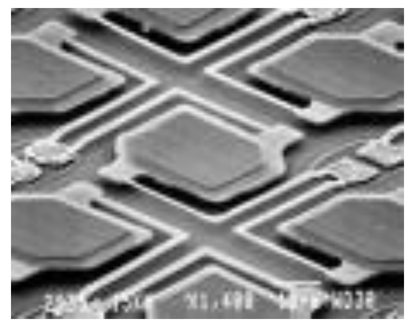
SU8



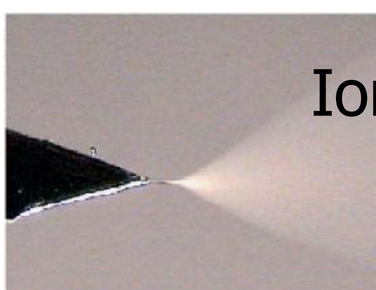
Desafios científicos e tecnológicos

NOVAS TÉCNICAS DE ANÁLISE

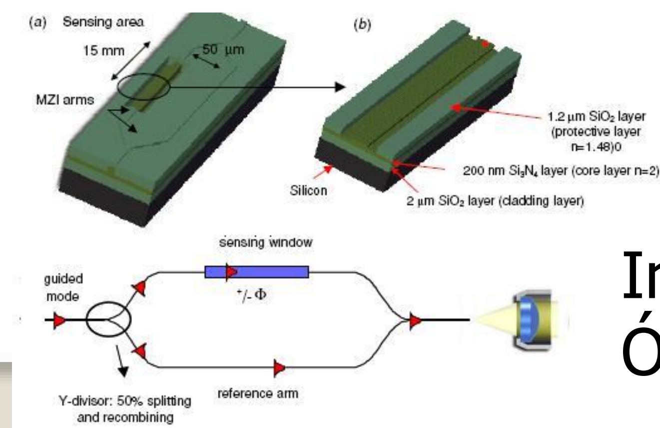
Impedância



Condução Térmica



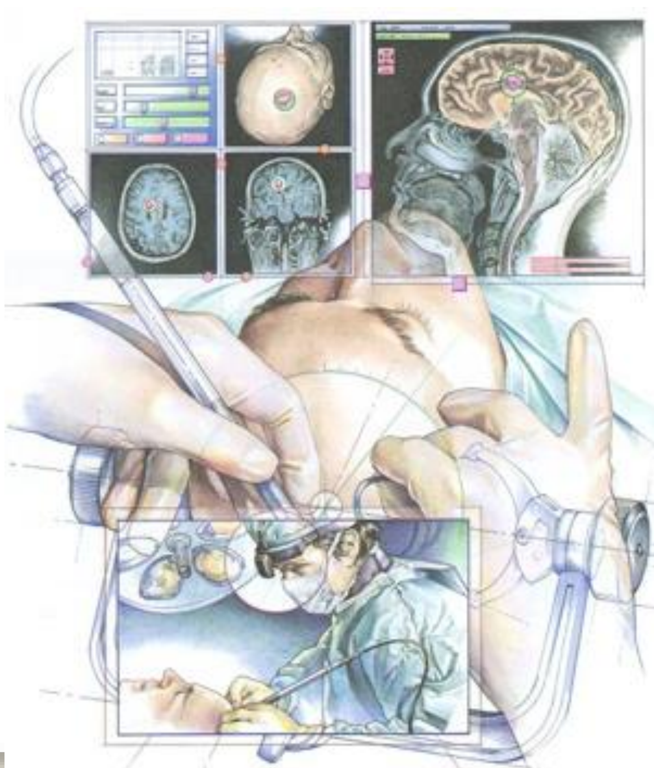
Ionização

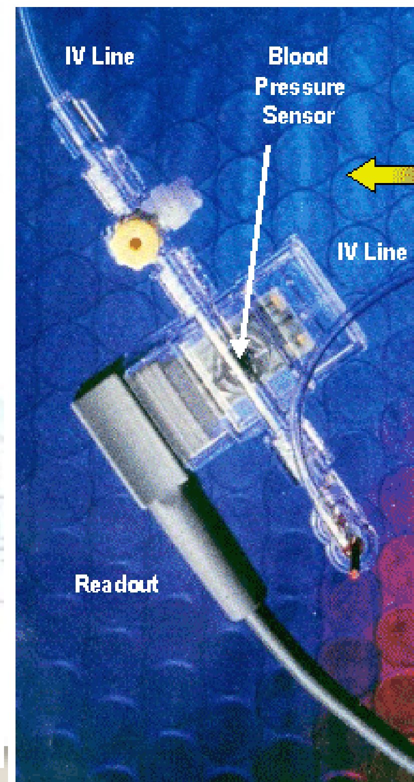


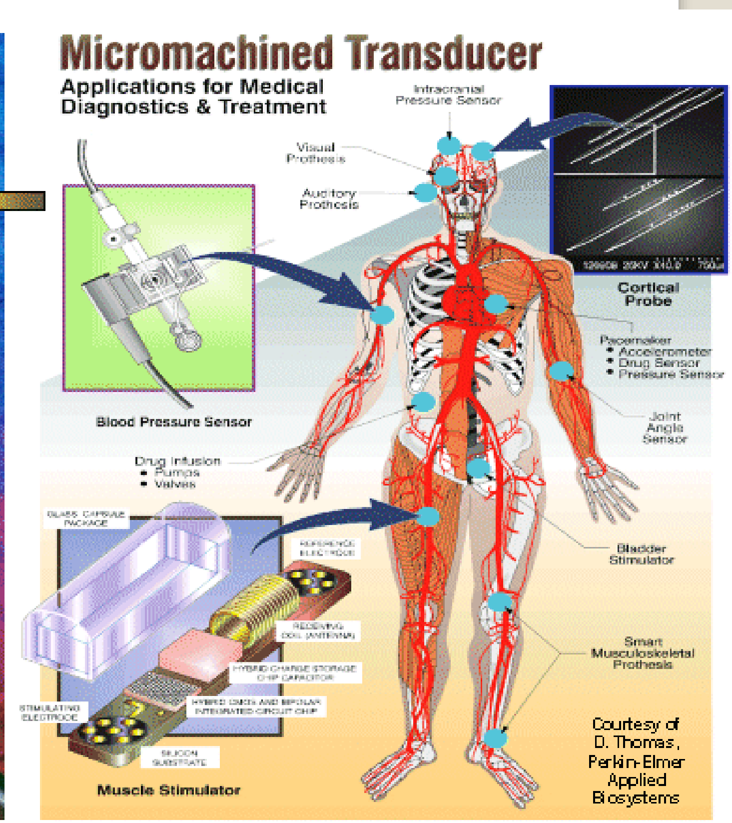
Interação Óptica

Desafios científicos e tecnológicos

IDENTIFICAÇÃO DE NICHOS DE MERCADO







CONCLUSÕES

- ✓ Os Lab on a Chip oferecem importantes vantagens como redução
. de custo, tempo e risco das análises.

- ✓ Consegue-se uma manipulação no nível celular ou até molecular.

- ✓ Podem ser programados milhares de testes simultâneos com
. pouca quantidade de reagentes.

- ✓ É uma tecnologia relativamente nova na qual ha muito a fazer.