



# Tecnología de Materiales

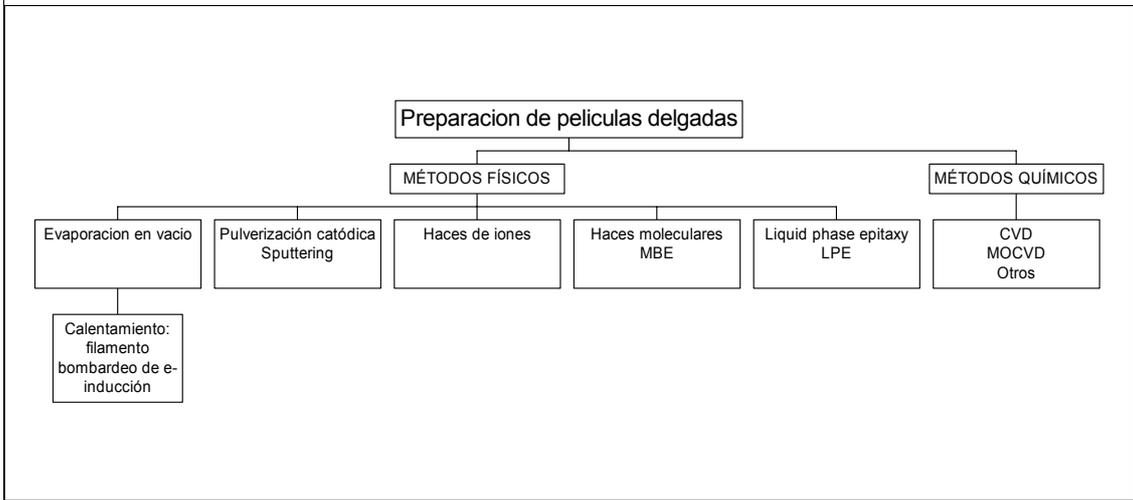
## Métodos de obtención de capas delgadas

VICENTE MUÑOZ SANJOSÉ

2001-02

En este segundo ejercicio presentaré algunos resultados relativos a lo que constituye uno de los ejes del trabajo investigador que realizo y dirijo. Esto es: el crecimiento cristalino de materiales II-VI y sus aleaciones mediante técnicas que planteo como alternativas a las convencionales en su aplicación al crecimiento de estos materiales.

Así como la caracterización que nos permite profundizar en las posibilidades de nuestros materiales así como en la mejor comprensión de las propiedades físicas de los mismos.



VICENTE MUÑOZ SANJOSÉ

2001-02



# Evaporación en vacío

Vacío  $\approx 10$  Torr



Presión de vapor

Velocidad  $\approx 100$  Å/s

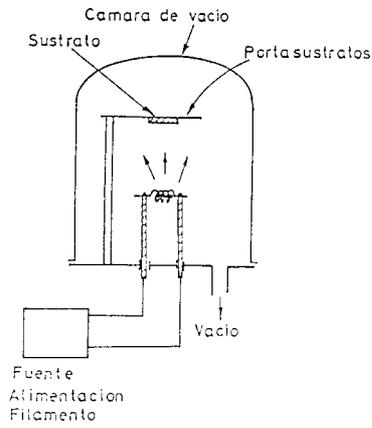


Figura 12.18. Esquema de un sistema de evaporación por filamento.

VICENTE MUÑOZ SANJOSÉ

2001-02



# Deposición en vacío



VICENTE MUÑOZ SANJOSÉ

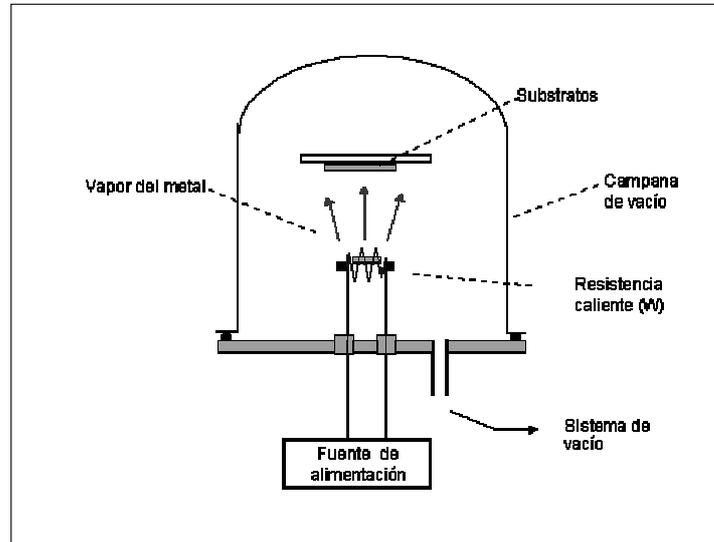
2001-02



# Evaporación en vacío filamento incandescente

Filamento de:  
Wolframio,  
Tántalo,  
Tungsteno

Problema:  
Posible contaminación  
por el filamento



VICENTE MUÑOZ SANJOSÉ

2001-02



# Evaporación por bombardeo de electrones

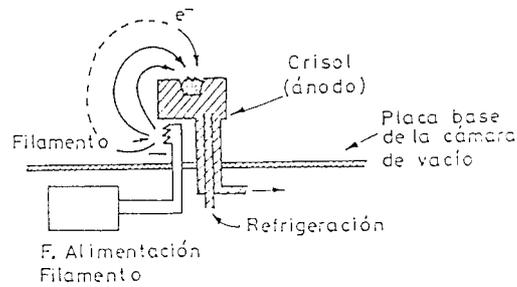


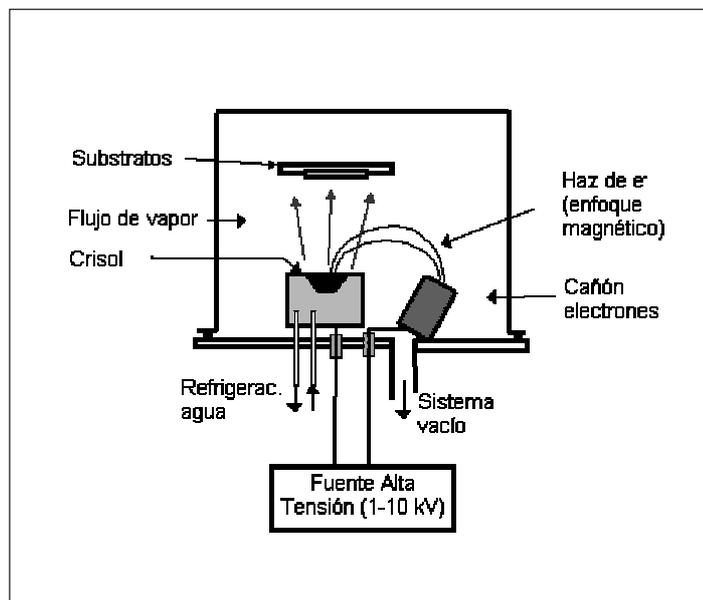
Figura 12.19. Esquema de un sistema de evaporación por bombardeo de electrones

VICENTE MUÑOZ SANJOSÉ

2001-02



# Evaporación por bombardeo de electrones



VICENTE MUÑOZ SANJOSÉ

2001-02



# Calentamiento por inducción

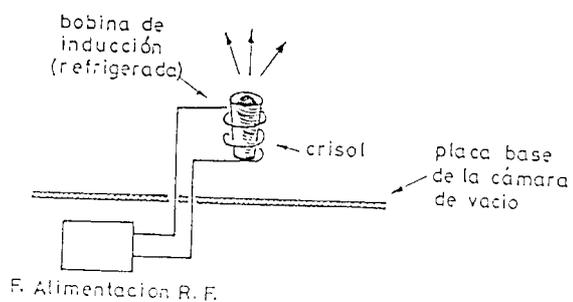


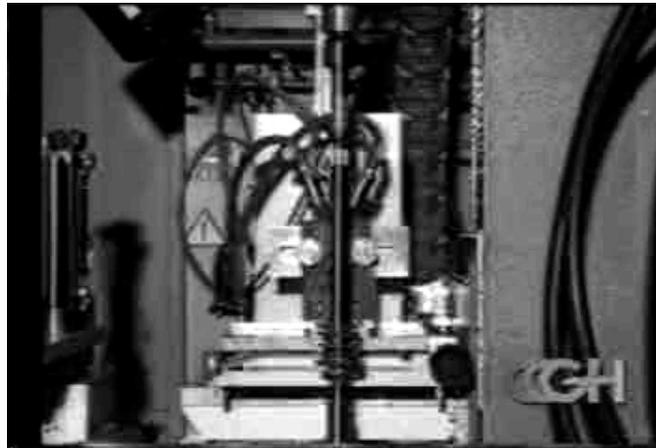
Figura 12.20. Esquema de un sistema de evaporación mediante calentamiento por inducción.

VICENTE MUÑOZ SANJOSÉ

2001-02



# Calentamiento por inducción



VICENTE MUÑOZ SANJOSÉ

2001-02



# Pulverización catódica (Sputtering)

Presión 10 mTorr  
Gas inerte (Argón)  
Bombardeo por iones

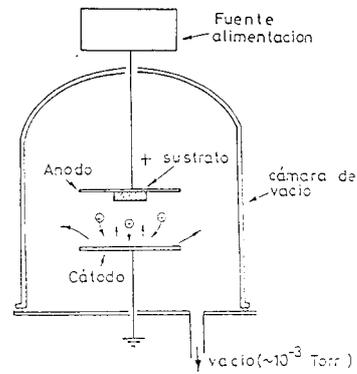


Figura 12.21. Esquema del proceso de descarga entre dos electrodos, para producir un efecto de bombardeo sobre el cátodo ("sputtering").

VICENTE MUÑOZ SANJOSÉ

2001-02



# Pulverización catódica tipo magnetrón

Confinamiento de la descarga:  
Aumento de la corriente

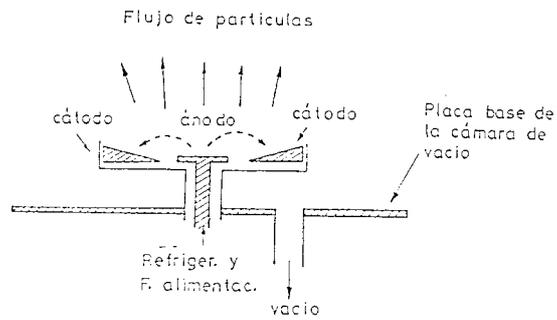


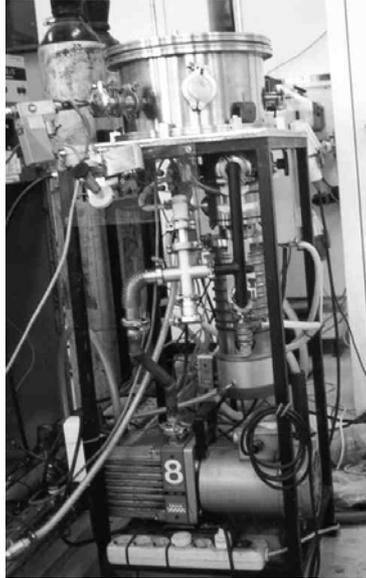
Figura 12.22. Esquema de la geometría de los electrodos en un sistema de «sputtering» tipo magnetrón.

VICENTE MUÑOZ SANJOSÉ

2001-02



## Equipo para la pulverización catódica (Sputtering)

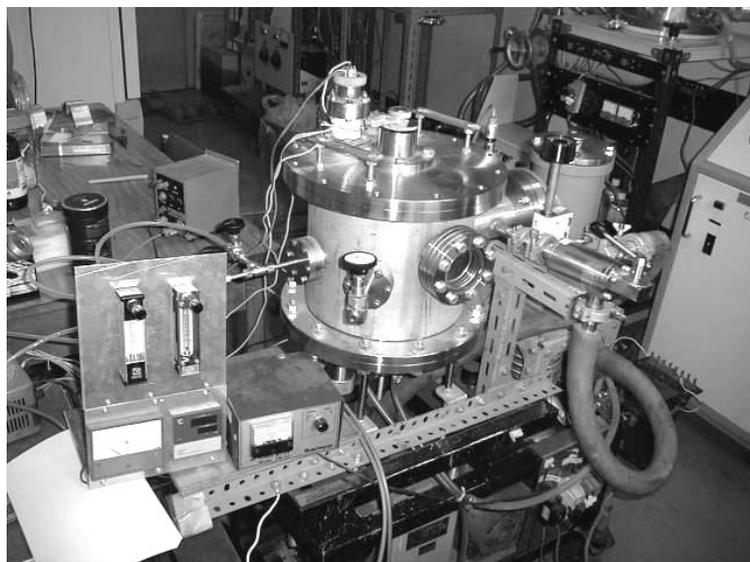


VICENTE MUÑOZ SANJOSÉ

2001-02



## Equipo de Sputtering

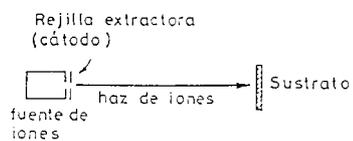


VICENTE MUÑOZ SANJOSÉ

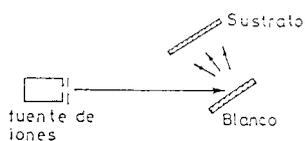
2001-02



# Haces de Iones



(a)



(b)

Figura 12.23. Esquema de la deposición de películas por haz de iones: a) Deposición directa, b) Deposición indirecta.

VICENTE MUÑOZ SANJOSÉ

2001-02



# Deposición por haces moleculares MBE

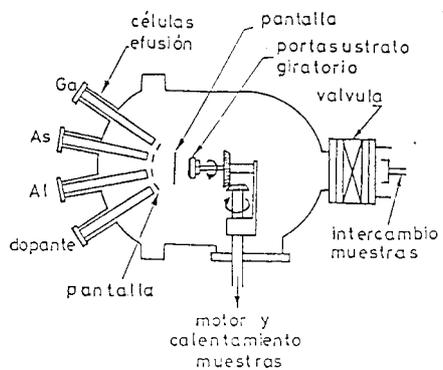


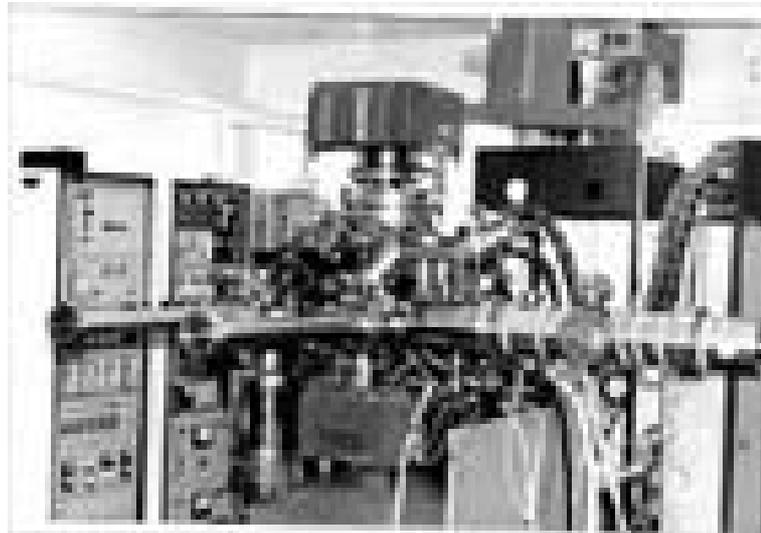
Figura 12.24. Esquema de una instalación de crecimiento de películas delgada m epitaxial de haces moleculares (MBE).

VICENTE MUÑOZ SANJOSÉ

2001-02



# Deposición por haces moleculares MBE

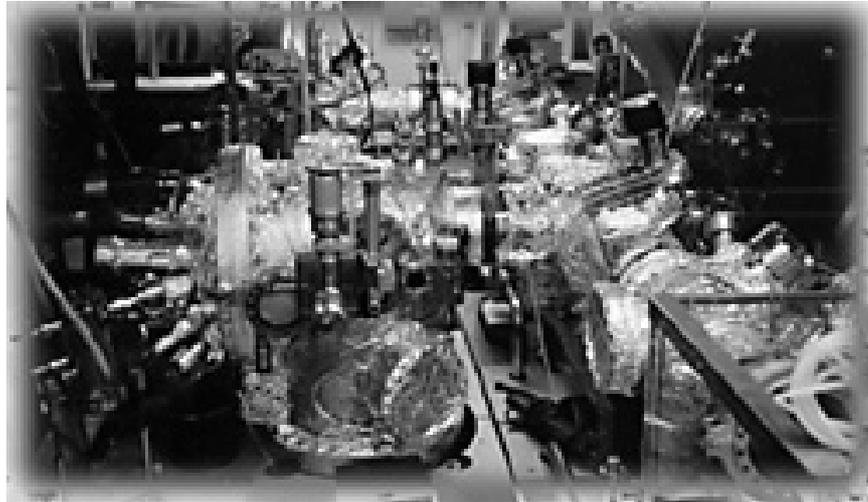


VICENTE MUÑOZ SANJOSÉ

2001-02



# Deposición por haces moleculares MBE

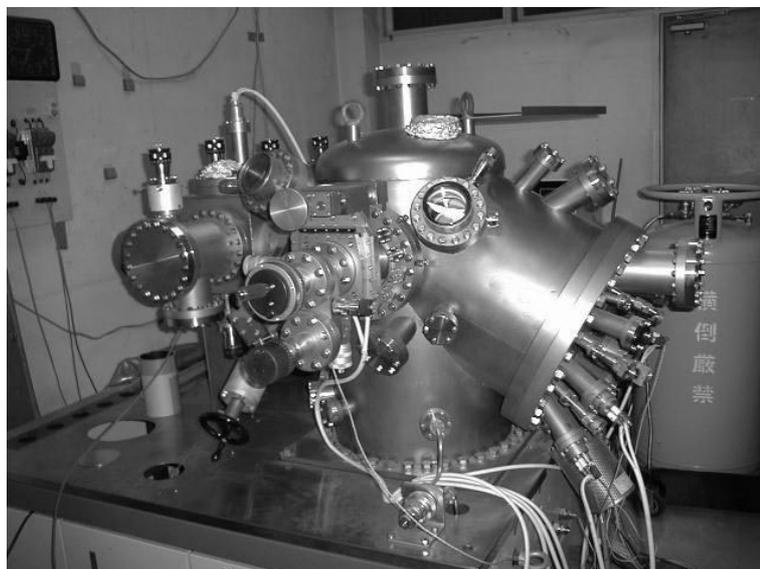


VICENTE MUÑOZ SANJOSÉ

2001-02



## Deposición por haces moleculares MBE



VICENTE MUÑOZ SANJOSÉ

2001-02



# Liquid phase epitaxy LPE

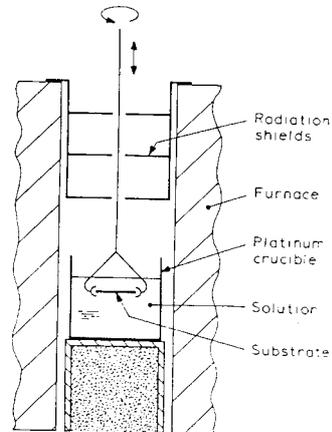


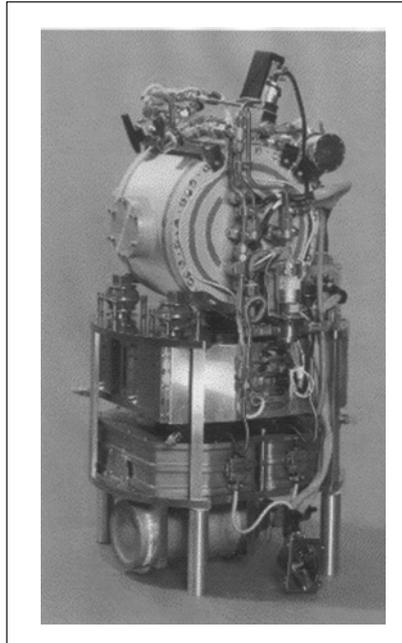
Figure 7.10 Apparatus for LPE growth of rare-earth iron garnets by horizontal dipping. Note that the substrate is rotated to give stirring similar to that found in Czochralski systems. A review of the process used is given by Čermák and Nevřiva (1984).

VICENTE MUÑOZ SANJOSÉ

2001-02



# LPE apparatus



VICENTE MUÑOZ SANJOSÉ

2001-02



# Liquid phase epitaxy LPE

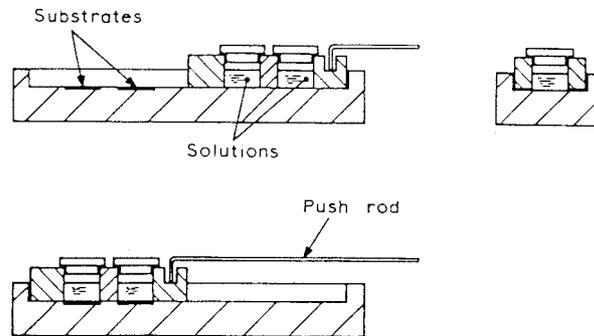


Figure 7.11 Apparatus for LPE growth of compound semiconductors by the sliding boat method. The upper diagrams give side and end elevations before and after growth. The lower diagram is the situation during growth. Wood and Hager (1983) describe the use of the process for  $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ , and Shaw (1983) gives a computer model of this process.

VICENTE MUÑOZ SANJOSÉ

2001-02



# Liquid Phase Epitaxy



VICENTE MUÑOZ SANJOSÉ

2001-02



# Chemical vapour deposition

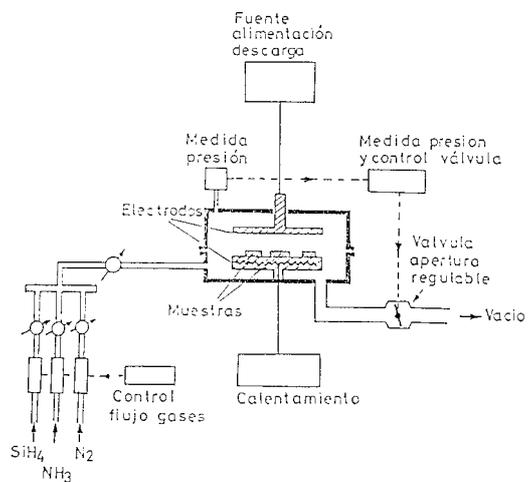


Figura 12.25. Esquema de un sistema de crecimiento de películas de  $\text{Si}_3\text{N}_4$  mediante la técnica de CVD, asistida con un plasma.

VICENTE MUÑOZ SANJOSÉ

2001-02



# Chemical Vapour Deposition



VICENTE MUÑOZ SANJOSÉ

2001-02



# Metal-Organic Chemical Vapour Deposition

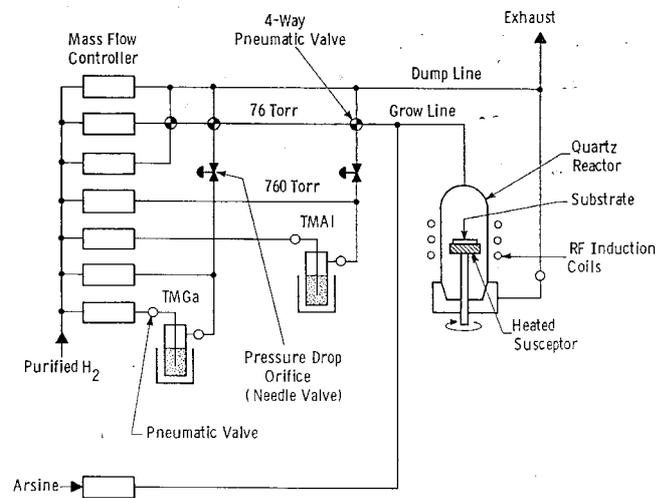


Fig. 3. Low pressure MOCVD system with individual pressure control on each bubbler.

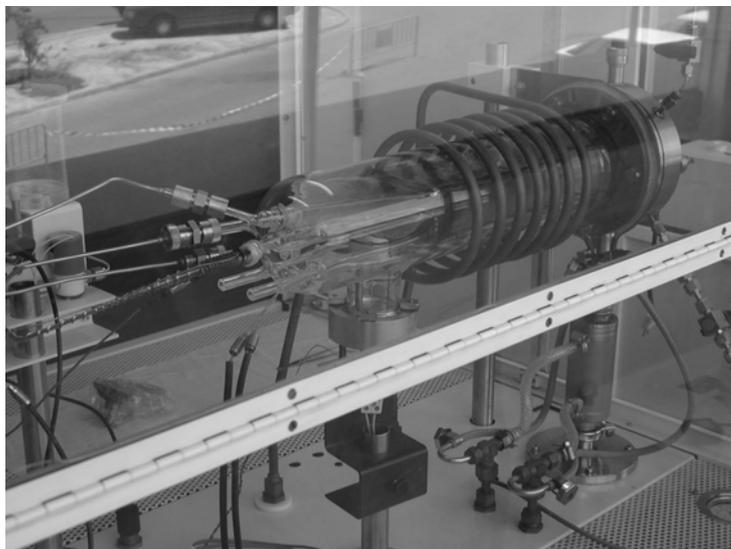
VICENTE MUÑOZ SANJOSÉ

2001-02



# Metal-Organic Chemical Vapour Deposition

Reactor



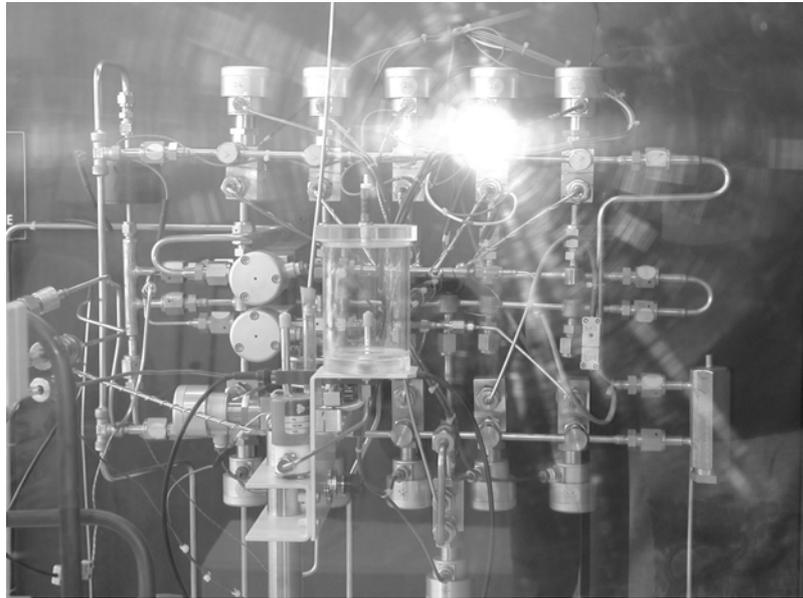
VICENTE MUÑOZ SANJOSÉ

2001-02



# Metal-Organic Chemical Vapour Deposition

Mixer  
Gas-gates



VICENTE MUÑOZ SANJOSÉ

2001-02



# Metal-Organic Chemical Vapour Deposition

Control  
Y  
Sistema



VICENTE MUÑOZ SANJOSÉ

2001-02



# Metal-Organic Chemical Vapour Deposition

Control



VICENTE MUÑOZ SANJOSÉ

2001-02



# Metal-Organic Chemical Vapour Deposition

Spectrometer



VICENTE MUÑOZ SANJOSÉ

2001-02