

Photon Scanning Tunneling Microscope (PSTM)

“New form of scanning optical microscopy” Reddick, Warmack, Ferrell. (1989)

“Analytical photon scanning tunneling microscopy” Paeslerm, Moyer, Jahncke (1990)

PSTM - Introducción

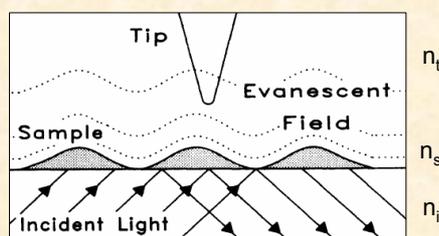
- Funcionamiento análogo al STM teniendo la onda evanescente una dependencia similar al “tuneleo” cuántico

Condiciones:

-TIR si $\vartheta > \vartheta_c$

con $\vartheta_c = \arcsin(n_i/n_s)$

- $n_i > n_s$ y $n_t > n_s$

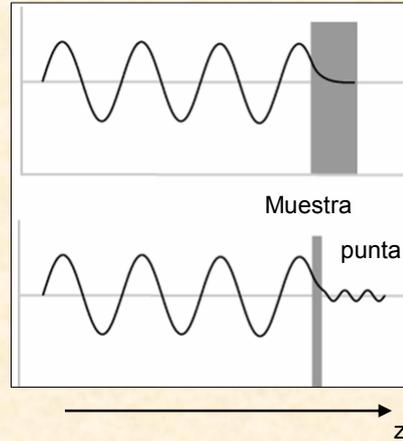


PSTM – Onda evanescente

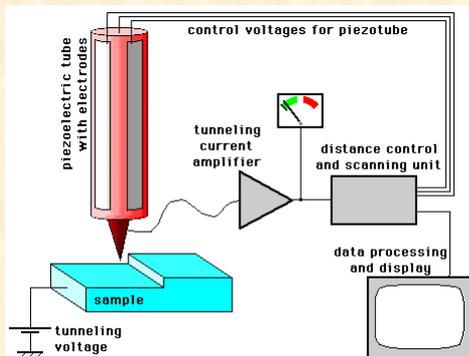
- Ocurre algo similar al tener una barrera de potencial:

Onda evanescente:

$$I \propto \exp\left\{-2kz\left[\sin^2\theta - (n_s/n_i)^2\right]^{1/2}\right\}$$

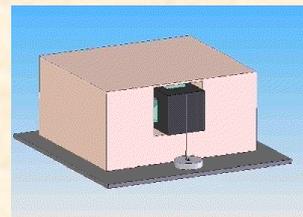


PSTM – Configuración experimental

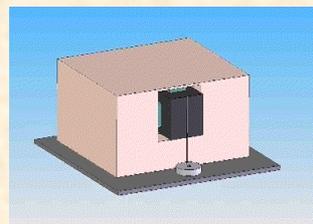


How an STM works ...

© Michael Schmid
Institut f. Allgemeine Physik
TU Wien 1997-2002



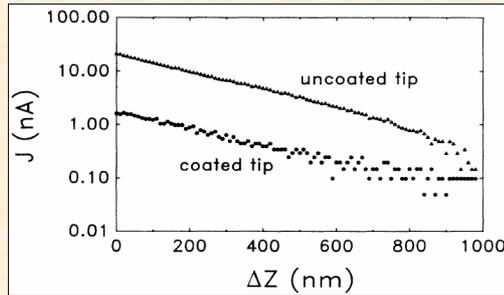
Modo Intensidad constante



Modo distancia constante

PSTM – Estudio de la punta y la onda evanescente

- Medición de la corriente del fotomultiplicador en función de la distancia a la muestra:



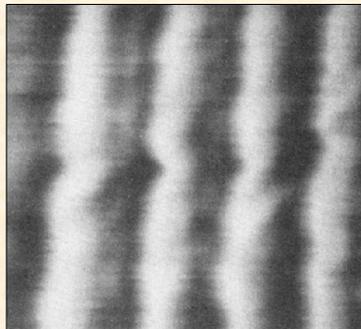
Decaimiento de la onda evanescente:

$$(1/d) = 2k [\sin^2 \theta_i - (n_t/n_i)^2]^{1/2}$$

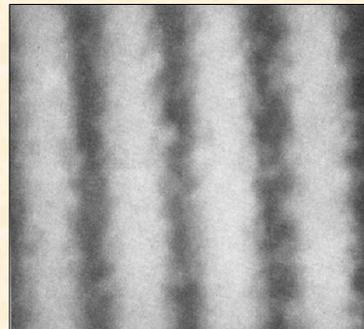
$d = 265$ nm, coated tip
 $d = 269$ nm, uncoated tip

PSTM - Resultados

- Medición de una red de espacio conocido:



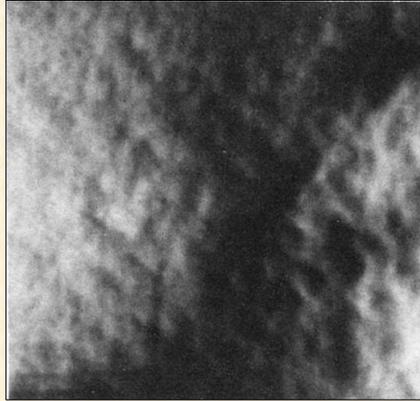
PSTM



STM

PSTM - Resultados

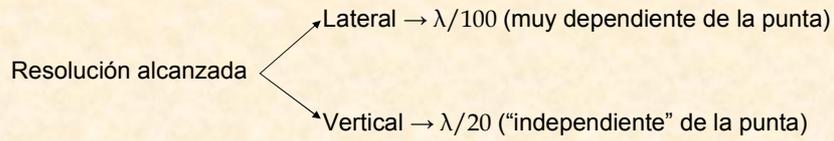
- Medición de una lámina de cuarzo



Otra vuelta de tuerca

..algunas aplicaciones adicionales

PSTM – Prestaciones



Se logran alcanzar resoluciones verticales menores a la longitud de onda aún con puntas mayores a ésta (útil en muestras con extensión lateral del orden de micrones).

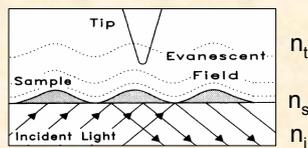
La conformación de las puntas puede efectuarse por “extrusión” o por ataque ácido, mejorando los resultados al realizar recubrimientos superficiales.

PSTM – Otra vuelta de tuerca

Además...

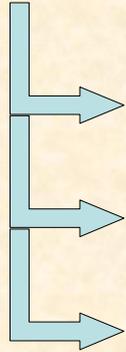
En la región “inferior” { El haz reflejado permite determinar “absorción local” en muestras con ‘n’ no homogéneo

En la región “superior” { Onda evanescente \Rightarrow Topografía
Radiación Raman o fotoluminiscencia \Rightarrow Naturaleza de la superficie



PSTM – La experiencia (preparación)

Muestra de zafiro



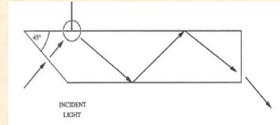
Acondicionada para facilitar TIR

Dopada con iones de Cr^{+3} (~ 44 nm)  Rubi

Indentada

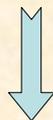
Determinación de resolución lateral

Tensiones radiales

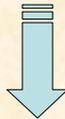


PSTM – La experiencia (objetivos)

El rubi tiene doblete en 692.7 y 694.2 nm y presenta corrimiento lineal con la compresión (unos 0.0365 nm/Kbar)

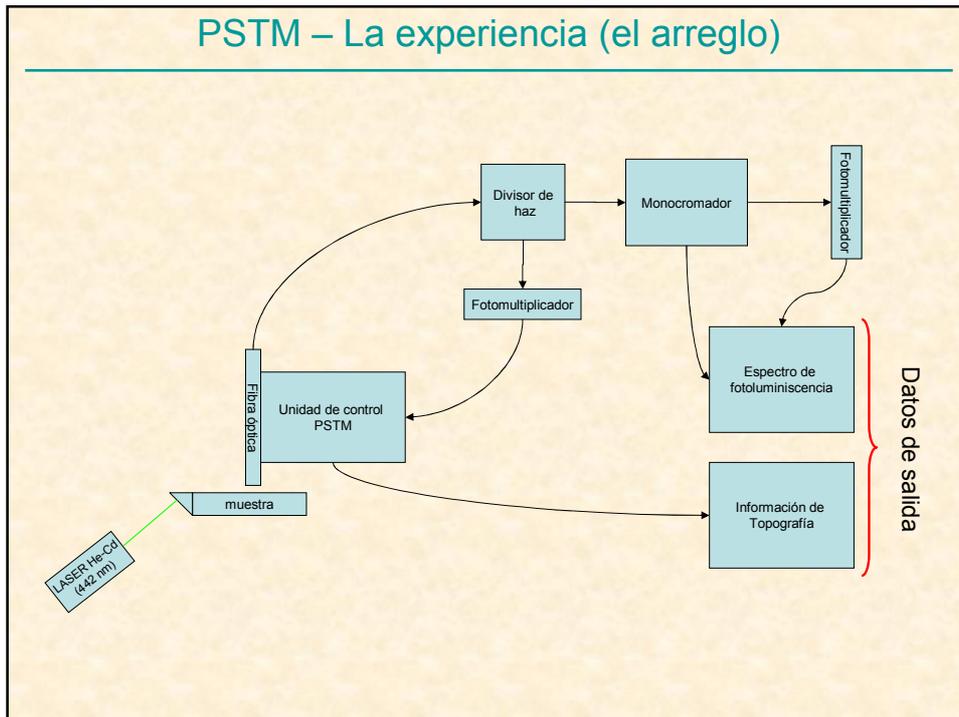


APSTM

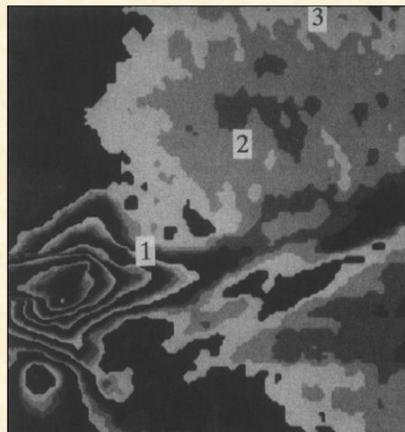


- Topografía
- Composición
- Diagnóstico de tensiones en materiales

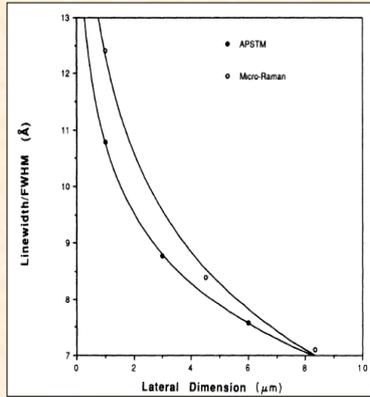
PSTM – La experiencia (el arreglo)



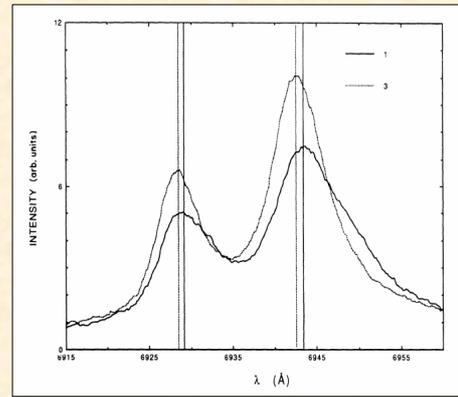
PSTM – Resultados (topografía)



PSTM – Resultados (espectroscopía y tensiones)



Análisis de la resolución lateral



Identificación de tensiones por corrimiento de doblete

Conclusiones

Si bien el trabajo es de los inicios de la técnica, se destaca:

Los avances de la tecnología STM en lo referente al control del movimiento de las puntas y la eliminación de vibraciones abrieron paso a nuevas formas de hacer microscopía.

Explotando el decaimiento exponencial de la onda evanescente, PSTM logra alcanzar resoluciones verticales menores a la longitud de onda aún con puntas mayores a ésta (útil en muestras con extensión lateral del orden de micrones).

La conformación de las puntas resulta un punto crucial a la hora de aumentar la resolución lateral de la técnica.

Conclusiones

La incorporación de técnicas de espectroscopia permite obtener información local de la composición de la muestra, expandiendo los usos de la técnica y dando origen al APSTM

La utilización del APSTM en muestras preparadas ad-hoc permitió identificar corrimientos espectrales a partir de los cuales puede tenerse una idea de las tensiones mecánicas locales.

Si bien las técnicas aquí presentadas han sido superadas en muchos aspectos, los trabajos analizados fueron precursores de muchas de las técnicas usadas actualmente.

FIN

Gracias por su atención