

MICROSCOPE SPECTROSCOPIQUE INFRAROUGE EN CHAMP PROCHE (SNOM IRS) SUR UNE SOURCE BLANCHE BRILLANTE ET STABLE NANO 2006-N°137

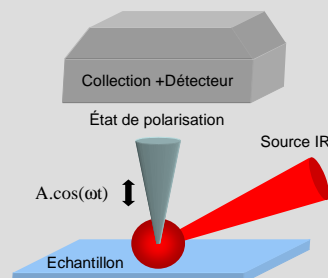


Objectif

Développer un outil d'analyse chimique localisée par spectroscopie infrarouge exploitant la microscopie en champ proche pour la caractérisation des nouveaux matériaux issus des filières nanotechnologiques.

Axes de développement

- Démontrer que le rayonnement infrarouge issu d'un synchrotron possède une brillance suffisante pour être utilisée en champ proche optique (résolution latérale < 100nm, gamme spectrale entre 2 et 12 μm).
- Déterminer les conditions optimales d'extraction et de détection d'un signal champ proche compatible avec une source blanche.
- Analyser les effets de polarisation en champ proche optique par la polarimétrie infrarouge dans le but d'augmenter le rapport signal à bruit.

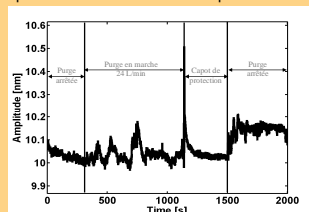


SP1 : Prototype sur ligne ESRF (CEA, ESRF)

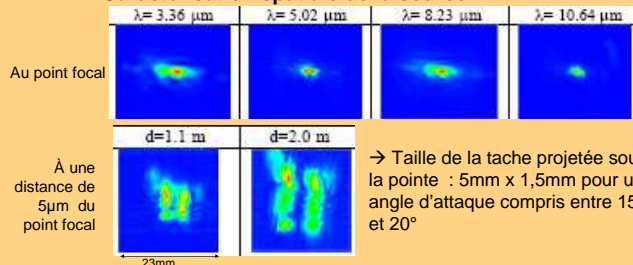
Test du prototype sur la ligne

- Suppression des sources d'instabilité mécanique
 - Recherche de signal optique
 - ✓ Illumination directe sous la pointe
 - ✓ Réflexion totale interne dans prisme ZnSe
 - ✓ Scan de la source sur la surface
 - ✓ Test avec et sans FTIR à l'aide d'un « by pass » optique
- Pas de signal champ proche détecté à ce jour sur la source ESRF

Variation de l'amplitude d'oscillation de la pointe avec les conditions expérimentales



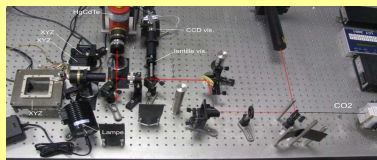
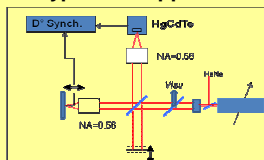
Caractérisation spatiale de la source IR



→ Taille de la tache projetée sous la pointe : 5mm x 1,5mm pour un angle d'attaque compris entre 15 et 20°

SP2 (et 3) : Banc de test et simulation (LNIO, LPICM)

Prototype développé:



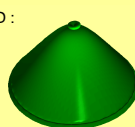
- Réglage en puissance du flux incident. Possibilité de régler l'angle d'éclairage et la polarisation incidente.
- Dispositif pseudo-hétérodyne ou homodyne adapté à une source large bande
- A venir : possibilité d'analyser la polarisation du champ rayonné par la sonde.

Estimation du signal par simulation:

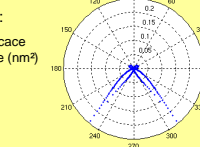
- Simulation 3D quantitative du rayonnement des sondes par une méthode de Green:

Exemple: rayonnement d'une sonde Si cylindrique (éclairage en polarisation verticale) de 30 nm de diamètre sur un substrat de saphir.

Vue 3D :



Coupe 2D:

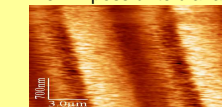
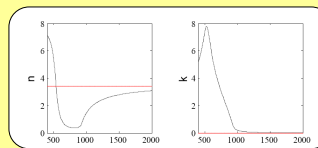


Pour ce type de pointe éclairée en extrémité, on obtient une section efficace de diffusion totale de l'ordre du nm² (polarisation verticale)

- Effet d'amplification ou d'atténuation lié au confinement de phonons dans les sondes

Détermination de la fonction diélectrique des sondes par le calcul des fréquences propres des phonons optiques transverses, de leurs forces d'oscillation, et de leurs atténuations.

Exemple: Calcul de l'indice réel et du coefficient d'extinction d'une sonde en silicium cylindrique de 30nm de diamètre en fonction de la fréquence optique d'excitation (cm^{-1}). La constante optique infrarouge du Si massif est représentée en rouge (cas d'une polarisation verticale).



Exemple d'imagerie sur un réseau Si-Cu obtenue en configuration homodyne, pour un éclairage ayant une polarisation dans le plan de l'échantillon (incidence normale) et pour un flux incident sur l'objectif de l'ordre de 10 mW.

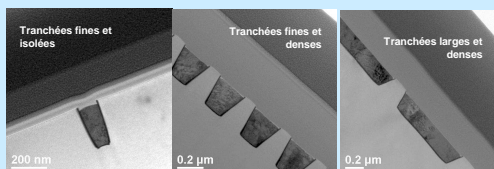
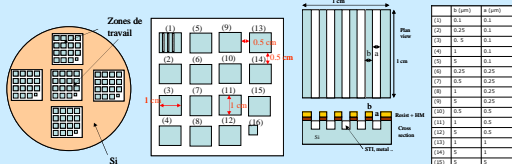
Conclusion provisoire: Un signal suffisant pour une imagerie rapide (~5 min/image) est obtenu pour un faisceau d'une puissance de l'ordre du mW (échantillons diélectriques et métalliques)

SP4 : Échantillons de test (STM)

Phase 1:

Réalisation de réseau de tranchée gravée dans le Silicium puis remplies de cuivre (terminé)

1. Motif répété sur large zone (1*1 cm²) grâce à une insolation par faisceau d'électron
2. Gravure silicium type STI
3. Procédé CMP Cu sur silicium spécifique



Phase 2:

Réalisation de réseaux de lignes isolées de différents matériaux (en cours)

Avancement du projet

Premiers tests optiques non concluant sur source ESRF, Banc de test fonctionnel avec source laser, Poursuite des efforts de simulation des phénomènes, Nouveaux échantillons tests en cours de réalisation

Contact: Névine Rochat, Mail: nevine.rochat@cea.fr
CEA, LETI, MINATEC
17, rue des Martyrs, 38054 Grenoble Cedex 9