

Avancées sur les Limites Instrumentales de mesure de Courant en AFM : Application à la Nanolithographie et Transfert en Entreprise

Démarrage du projet : 04.2007
 Durée prévue : 36 mois

Partenaires du projet :

- Laboratoire de Génie Électrique de Paris (91192 Gif-sur-Yvette)
- Société Concept Scientifique Instruments (91940 Les Ulis)
- Unité Mixte de Physique CNRS-Thales (91767 Palaiseau)

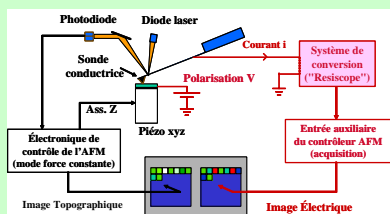
Contexte : La microscopie à force atomique (AFM) joue un rôle clé en tant qu'outil de caractérisation de diverses propriétés aux échelles nanométriques mais aussi en tant qu'*outil de nanofabrication*. Le projet ALICANTE aborde ces deux aspects. ALICANTE est centré sur un instrument innovant qui permet, associé à un AFM muni d'une pointe-sonde conductrice, de réaliser des *mesures locales de courant* jusqu'au pA (10^{-12} A) sur une dynamique de 10 décades. Cette dynamique exceptionnelle, sans équivalent au monde, a déjà permis plusieurs importantes avancées scientifiques et technologiques.

Objectifs d'Alicante :

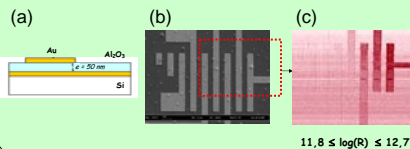
- Accomplir une avancée instrumentale décisive vers les mesures de très faibles courants (~ 10 fA soit 10^{-14} A).
- Développer une application originale en nanolithographie ultra-haute résolution/faible coût (< 5 nm).
- Valoriser l'instrument en développant le prototype d'une version commercialisable.

Amélioration du dispositif de mesure de Résistance

Dispositif instrumental associé à l'AFM : le Résiscope (schéma ci-contre). Les performances au début du projet permettent la mesure de courants jusqu'à 10^{-12} A. Le projet a pour objectif de tendre vers la mesure de courants encore plus faibles, jusqu'à 10^{-14} A.



Résultats à t0 + 30 mois : les performances du Résiscope ont été améliorées d'un ordre de grandeur : la mesure de courant **jusqu'à 10^{-13} A** est maintenant possible avec des vitesses de balayage habituelles (1Hz pour une image de 512x512 points).



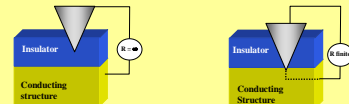
Transfert en entreprise :

Résultats à t0 + 30 mois : la maîtrise des mesures des très bas courants (LGEPI) et l'expertise de la société Concept Scientifique Instruments (CSI) en informatique industrielle ont permis le passage {**Résiscope prototype** → **Résiscope commercialisable**}. Ce dispositif est actuellement disponible sur le marché.

Contacts: Olivier Schneegans (coord.) – schneegans@lgepi.supelec.fr
 Karim Bouzouane – karim.bouzouane@thalesgroup.com

Application à la Nanolithographie par AFM : Nano-indentation contrôlée en courant

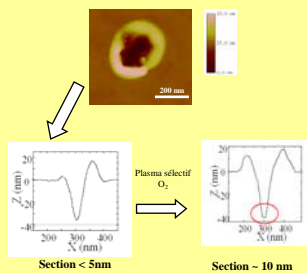
⇒ L'indentation est contrôlée non plus par la force appliquée sur la pointe, mais via la mesure en temps réel de la résistance entre la pointe et l'échantillon



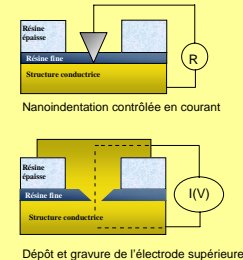
Élimination des principales sources de dispersion en indentation classique :

- ⇒ Plus de calibration pour lier les paramètres d'indentation et la profondeur des indents
- ⇒ Il n'est plus nécessaire de connaître/contrôler l'épaisseur exacte d'isolant à indenter

Quelle résolution ?



Fabrication et mesure de nanocontacts



Résultats à t0 + 30 mois : - D'autres types d'isolants ont été étudiés comme masques d'indentation, pour déterminer les plus adaptés (relaxation mécanique minimale, stabilité et résistance...)

- Le processus d'indentation a été optimisé, pour limiter les mouvements parasites latéraux lors de l'indentation et du retrait de la pointe.

Travaux en cours :

- Validation du processus complet d'optimisation sur nanocontacts Au-Au
- Optimisation des performances du Résiscope pour la mesure de courants atteignant 100fA (10^{-13} A)