



Offre de thèse pour octobre 2021

Titre de la thèse

Amélioration de la résolution d'un microscope en champ proche/ Resolution improvement of a near-field optical microscope'

Equipe : MOLTECH-Anjou/Equipe SAMSON, 2, bd Lavoisier, 49045Angers Cedex 01

Encadrement : Régis Barillé, Coordonnés (02 41 73 54 18 – regis.barille@univ-angers.fr)

Financement : Allocation Loire Métropole - Acquis

Sujet de Thèse :

La microscopie optique est un autre choix prometteur pour l'imagerie non destructive/non invasive in situ/in vivo de surfaces de matériaux ou d'échantillons biologiques dans des conditions physiologiques. Cependant, en raison de la limite de diffraction de la lumière, la microscopie optique traditionnelle ne peut pas atteindre une résolution jusqu'à 250 nm, alors que par exemple la taille des protéines est généralement bien inférieure à 250 nm et la distance entre deux protéines est de 10 nm sur la membrane cellulaire. Une autre microscopie optique à super-résolution complètement différente est la microscopie optique à balayage en champ proche (NSOM), qui profite de la technique du champ proche pour briser la limite de diffraction et atteint une résolution sans précédent.

Le NSOM conserve les caractéristiques extraordinaires de la microscopie optique et lui confère une polyvalence considérable. Plus impressionnant encore, le NSOM fournit une imagerie topographique et optique simultanée.

L'avantage principal du NSOM est de confiner l'éclairage optique à l'échelle nanométrique et d'amener la sonde en champ proche où elle peut convertir le champ proche en champ lointain pour le détecteur.

La cartographie de la surface d'un échantillon sans contact à l'échelle nanométrique peut être obtenue. Pour obtenir une bonne résolution avec un NSOM, il est nécessaire d'approcher la sonde (diapason) à l'extrême proximité de la surface. Cependant, en raison de forces s'exerçant entre la surface et la pointe, la fréquence de vibration augmente de manière indésirable, engendrant une diminution de la résolution et l'impossibilité d'observer les détails topographiques d'échantillons. Il faut pour cela augmenter moduler le coefficient de raideur de la sonde.

Pour pouvoir étudier des échantillons aux propriétés variables (liquide, solide, visqueux, rigide, souple etc.), la modification d'une pointe d'un NSOM pour mesurer ce type d'échantillons hétérogènes et/ou liquides est difficile voir quasi impossible dans certains cas à mettre en œuvre. Le but de la thèse sera de :

- développer un transducteur optomécanique dont la fréquence de résonance peut être ajustée de manière ciblée par la lumière.
- disposer d'un transducteur optomécanique, notamment utilisable dans un AFM-FM, permettant d'augmenter sa résolution sur la résolution actuelle.

Le microscope modifié sera utilisé pour montrer ses possibilités sur des surfaces de test.

Optical microscopy is another promising choice for non-destructive / non-invasive in situ / in vivo imaging of surfaces of materials or biological samples under physiological conditions. However, due to the limitation of light diffraction, traditional optical microscopy cannot achieve resolution up to 250nm, while for example the size of proteins is usually much less than 250nm and the distance between two proteins is 10 nm on the cell membrane. Another different super-resolution optical microscopy is the near-field scanning optical microscopy (NSOM), which takes advantage of the near-field technique to break the diffraction limit and achieves unprecedented resolution.

The NSOM retains the extraordinary characteristics of optical microscopy and gives it considerable versatility. Even more impressive, the NSOM provides simultaneous topographic and optical imaging.

The main advantage of NSOM is to confine optical illumination at the nanoscale and bring the probe to the near field where it can convert the near field to far field for the detector.

The surface mapping of a non-contact sample at the nanoscale can be obtained. In order to obtain a good resolution with an NSOM, it is necessary to bring the probe (tuning fork) very close to the surface. However, due to forces exerted between the surface and the tip, the undesirably vibration frequency increases, resulting in a decreased resolution and the inability to observe topographic details of samples. For coping this effect, it is necessary to modulate the stiffness coefficient of the probe.

In order to be able to study samples with variable properties (liquid, solid, viscous, rigid, flexible, etc.), modifying a tip of an NSOM in the goal to measure this type of heterogeneous and / or liquid samples is difficult or even almost impossible in some cases to be implemented. The aim of the thesis will be to:

- develop an optomechanical transducer whose resonance frequency can be adjusted in a targeted manner by light.
- have an optomechanical transducer, usable in particular in an AFM-FM, making it possible to increase its resolution to the current resolution.

The modified microscope will be used to show its possibilities on test surfaces.

Compétences souhaitées :

Mesure en optique, traitement du signal, physique des surfaces, électronique.

Candidature : Toute candidature sera à effectuer par le site de l'Université Bretagne Loire (UBL) :

<https://theses.u-bretagne Loire.fr/3m/>