



Avis de soutenance

M. Julien MOULIN

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés :

Microscopie magnétique locale par intégration de nanocapteurs magnétorésistifs

Sous la direction et l'encadrement de :

Myriam Pannetier-Lecoecur (LNO, SPEC, CEA)

Aurélie Solignac (LNO, SPEC, CEA)

Natalia Sergeeva-Chollet (LIC, DISC, CEA)

Soutenance prévue le **vendredi 25 septembre 2020** à 14h

Salle : Amphithéâtre Claude Bloch

Lieu : Bâtiment 772 - Orme des Merisiers CEA Paris-Saclay

91190 Saint- Aubin

Composition du Jury

Thomas HAUET, *Maître de Conférence (HDR), Institut Jean Lamour*

Olivier KLEIN, *Cadre scientifique des EPIC (HDR), SPINTEC*

Gaël SEBALD, *Professeur, INSA Lyon*

Nicolas VUKADINOVIC, *Ingénieur de recherche, Dassault Aviation*

Vincent CROS, *Directeur de recherche, Laboratoire CNRS/Thalès*

Rapporteur & Examineur

Rapporteur & Examineur

Examineur

Examineur

Examineur

Résumé :

La microscopie à sonde locale magnétorésistive repose sur la fabrication et l'utilisation de micro-bras de levier flexibles intégrant un ou plusieurs capteurs basés sur les technologies de magnétorésistance géante (GMR) ou tunnel (TMR). Ces sondes, dont le capteur peut atteindre une taille caractéristique typique inférieure à 1 μm , permettent de mesurer l'information topographique d'un échantillon ainsi que son information magnétique simultanément et de manière décorrélée. La mesure ainsi obtenue par le capteur GMR est sensible (limite de détection de l'ordre de 1 nT), quantitative, large bande (DC-100 MHz), robuste dans le temps et ne nécessite pas de recalibration ou de ré-aimantation régulière de la sonde. Les axes d'étude principaux de cette thèse portent sur le développement et l'intégration sur des micro-bras de leviers en nitrure de silicium de nanocapteurs magnétorésistifs.

Ils visent à améliorer la résolution spatiale, tout en gagnant en linéarité de la réponse magnétique et en réduisant le bruit de mesure d'origine magnétique. Des stratégies de piégeage ont été utilisées pour stabiliser le bruit dans les GMR, améliorant typiquement la limite de détection et la répétabilité d'un ordre de grandeur. Des capteurs de taille caractéristique jusqu'à la centaine de nanomètres ont été fabriqués en se basant sur des empilements GMR dédiés et à l'état de l'art. L'implémentation des pointes GMR fabriquées sur un dispositif de microscopie à force atomique (AFM) ont permis de tester leur efficacité et leur fiabilité, posant ainsi les bases d'une méthode innovante d'imagerie magnétique locale, basée sur la mesure de susceptibilité magnétique

Magnetic scanning probe microscope integrating magnetoresistive nanosensors

Abstract:

Magnetoresistive scanning probe microscopy is based on fabrication and use of micro-cantilevers integrating giant magnetoresistive (GMR) or tunnel magnetoresistive sensors (TMR). These probes enable simultaneous measurement of decorrelated topography and local magnetic signal of the sample. The sensor can be manufactured down to submicron characteristic size. GMR measurement is sensitive (detection limit around 1 nT), quantitative, broadband (DC-100 MHz), robust in time and does not require frequent remagnetization or recalibration of the probe. The main study topics of this PhD are focused on developing and integrating magnetoresistive nanosensors on silicon nitride micro-cantilevers.

They enhance spatial resolution while improving the linearity of the magnetic response and reducing magnetic noise. Pinning strategies have been used to stabilize the noise so as to improve repeatability and detection limit by one order of magnitude. Sensors down to a few hundreds of nanometers have been manufactured, using dedicated and state-of-the-art GMR stacks. We tested reliability and efficiency of the nano-GMR probes by integrating them on an atomic force microscope (AFM), thus paving the way for an innovative local magnetic imaging method based of magnetic susceptibility measurement.

