

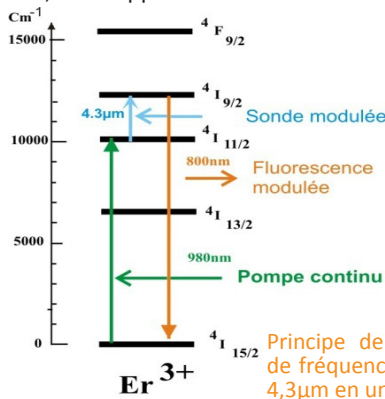
CiMap

Des fibres de chalcogénures dopées avec des terres rares pour un capteur de gaz tout-optique

Alain BRAUD : T : 02.31.45/25.62, alain.braud@ensicaen.fr. Patrice CAMY : T : /25.75, patrice.camy@ensicaen.fr

La détection de gaz à effet de serre tel que le CO₂ ou de gaz toxiques tel que le CO peut se faire optiquement, de façon efficace, en utilisant l'absorption de ces gaz dans l'infrarouge (IR) entre 3 et 5µm. L'équipe MIL du CIMAP, en partenariat avec l'équipe "Verres et Céramiques" de l'Institut des Sciences Chimiques de Rennes, développe un capteur tout-optique dans le domaine IR, pour la détection de ce type de gaz. Ce détecteur consiste tout d'abord en une source de fluorescence IR basée sur une fibre de chalcogénure dopée par des ions de terres rares et pompée par une diode laser fibrée. Ce signal IR passe ensuite à travers la cellule contenant le gaz à mesurer. Au cours de ce passage, les longueurs d'onde correspondant aux énergies de vibration des liaisons de la molécule de gaz sont absorbées. Après passage à travers la cellule, le signal IR transmis ne peut être transporté sur de longues distances, du fait des pertes optiques importantes

dans les fibres en chalcogénures. L'originalité de ce nouveau capteur, qui a fait l'objet d'un dépôt de brevet, réside dans la conversion, en fréquence, du signal IR transmis en un signal proche-IR ou visible, ce qui permet de déporter le signal utile via des fibres commerciales en silice. La conversion de fréquence (figure), est basée sur un mécanisme d'absorption dans l'état excité. Elle est réalisée également dans des fibres de chalcogénures dopées par des ions de terres rares, ce qui permet d'obtenir un capteur tout-optique déporté, insensible aux perturbations électromagnétiques. Un tel capteur, fibré, d'une sensibilité de l'ordre du ppm, peut être déployé, par exemple, sous forme de réseaux de surveillance pour des mesures à distance sur des sites jugés dangereux ou inaccessibles pour l'homme.



Principe de la détection par conversion de fréquence : conversion d'un signal IR à 4,3µm en un signal à 810nm



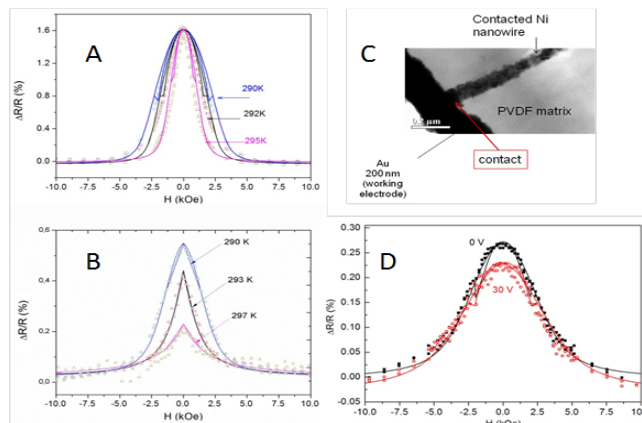
Une sonde de pression à l'échelle nanométrique

Marie-Claude CLOCHARD : T : 01.69.33/46.80, marie-claude.clochard@polytechnique.edu

Jean-Eric WEGROWE : T : /45.55 jean-eric.wegrowe@polytechnique.edu

L'idée consiste à exploiter les propriétés magnétoélastiques d'un nanofil ferromagnétique (Ni, CoTb), afin de mesurer à l'échelle nanométrique la réponse de l'aimantation à une contrainte mécanique par la variation de sa magnétorésistance. L'approche a donc été d'appliquer une tension mécanique sur ce nanofil par la dilatation de la matrice polymère avec la température d'une part, et, d'autre part, par la déformation plastique d'une membrane "track-etched" en β-PVDF piezoélectrique sous tension électrique. Sous contrainte mécanique, l'effet magnétostrictif s'exprime dans le nanofil par une réduction en largeur et/ou en amplitude du signal de magnétorésistance. L'effet mesuré sur fil unique contacté est 10 fois supérieur aux résultats obtenus sur des systèmes équivalents comportant des millions de nanofils. L'explication vient du fait qu'à l'échelle d'un nano-objet le rapport surface sur volume devient important. Un calcul des modules d'élasticité tenant compte de cet effet, couplé aux calculs du champ magnétostrictif induit dans le nanofil sous contrainte, a permis de valider cette explication. La mesure de magnétorésistance est sensible à l'orientation de l'aimanta-

tion par rapport à l'axe du fil : on parle alors de magnétorésistance anisotrope (AMR). Nous avons montré que le signal AMR (mesuré à 90°) s'exprime différemment selon la matrice polymère entourant le nanofil. Dans le cas d'une membrane en polycarbonate (PC) dont le champ de contrainte s'applique de façon isotrope, l'effet ne porte que sur la largeur à mi-hauteur du signal AMR -ie, la coercivité (Fig. A). Dans le cas d'une membrane en β-PVDF dont le champ de contrainte est anisotrope, l'effet devient très fort sur l'amplitude du signal jusqu'à une quasi-disparition du signal AMR (Fig. B). L'effet porte également préférentiellement sur l'amplitude du signal quand la contrainte mécanique est appliquée en utilisant non plus la température mais l'effet de déformation piezoélectrique du β-PVDF (Fig. D). Les énergies et angles obtenus montrent que le champ magnétostrictif induit suit le champ de contrainte appliqué par la matrice polymère sur le nanofil. Le nanofil magnétostrictif devient donc une sonde de pression nanoscopique qui permettrait de décrire les champs de contrainte à une échelle toute petite et localisée dans différentes matrices.



AMR d'un nanofil de Ni monodomaine en fonction du champ magnétique: à différentes températures (A) nanofil de Ni dans une matrice "track-etched" en PC et (B) en β-PVDF ; et sous contrainte mécanique par électro-déformation de la matrice en β-PVDF piezoélectrique (D). L'image TEM (C) montre la tranche d'un nanofil de Ni électrodéposé par "template synthesis" dans une matrice "track-etched" en β-PVDF et contacté à la couche d'or en surface.

