

NOUVEAU TYPE DE SONDE SUPRACONDUCTRICE POUR LA SPECTROSCOPIE PAR RÉSONANCE MAGNÉTIQUE NUCLÉAIRE DES COUCHES MINCES

Une nouvelle sonde hypersensible pour adapter la spectroscopie RMN à des échantillons considérablement plus petits et 2D.



200-35, Radisson
Sherbrooke QC J1L 1E2
CANADA
t 819 821-7961

Contexte

La spectroscopie par résonance magnétique nucléaire (RMN) est l'étude de l'interaction entre la matière et le rayonnement électromagnétique, plus précisément l'observation des champs magnétiques locaux autour des noyaux atomiques d'un échantillon (d'où nucléaire). Elle fournit des informations sur la structure de la matière. En plus d'être courante dans les laboratoires universitaires, la spectroscopie RMN est une technique largement utilisée dans les industries chimique, pharmacologique, biologique et des matériaux avancés. Toutefois, pour être fonctionnelle, cette technique nécessite des volumes ou des concentrations d'échantillons relativement importants. De tels volumes sont parfois trop chers, voire impossibles à produire.

La présente invention constitue une amélioration des techniques classiques de RMN, une nouvelle sonde hypersensible qui permet d'adapter la spectroscopie RMN à des échantillons drastiquement plus petits (de 100 à 1000 fois plus petits), plus particulièrement à des échantillons 2D (couches minces).

Description

L'invention tire parti des progrès récents en matière de micro-fabrication et de matériaux supraconducteurs pour augmenter considérablement la sensibilité de la sonde. Un matériau supraconducteur perd toute résistance électrique en dessous d'une température critique (T_c) et peut transporter du courant sans perte d'énergie, ce qui rend ces matériaux très intéressants par rapport aux technologies traditionnelles à base de cuivre ou d'aluminium. La forme en méandre de l'inducteur ainsi que l'utilisation de matériaux supraconducteurs permettent une réduction significative de la taille de la sonde. Aucune autre sonde n'a la sensibilité nécessaire pour mesurer des échantillons 2D d'une épaisseur inférieure à $1\mu\text{m}$. La figure 1 représente un substrat microélectronique millimétrique; l'échantillon est placé à gauche. Pendant les mesures, la sonde est insérée dans un cylindre métallique et plongée dans de l'hélium liquide à -269 degrés Celsius (ou à une température plus élevée (voir section maturité)). À ces températures, les effets supraconducteurs sont présents.

Sensibilité du spectromètre – la géométrie en méandre micrométrique de l'inducteur permet un facteur de remplissage élevé (c'est-à-dire le chevauchement effectif du champ magnétique avec l'échantillon) puisque le champ magnétique est maintenu à la surface. En outre, elle réduit considérablement la taille active de la sonde par rapport à la concurrence. La conception des sondes existantes, plus particulièrement le composant inductif, ne permet pas de concentrer le champ magnétique dans un volume aussi petit que cette nouvelle sonde.

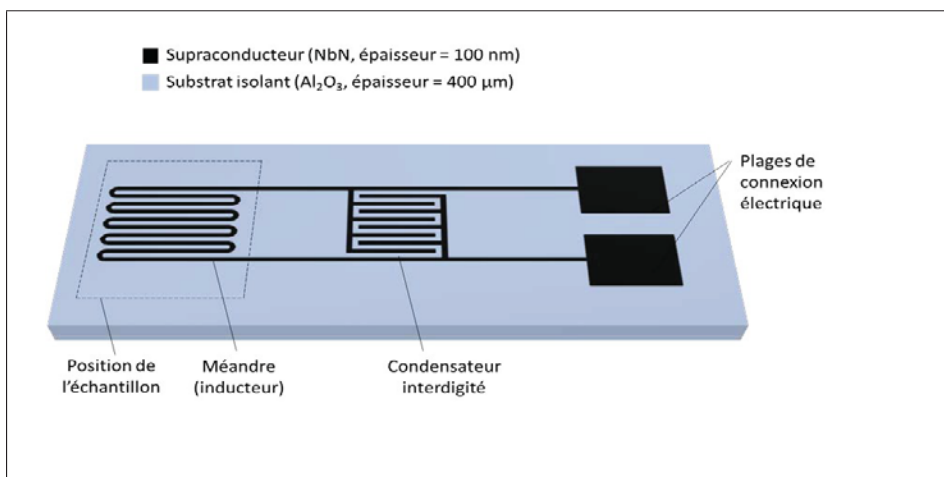


Figure 1 - Schéma de la sonde. Source : Université de Sherbrooke.

Applications

- Pour la première fois, une sonde qui permet la spectroscopie RMN sur des échantillons extrêmement fins.
 - o Courante dans les laboratoires universitaires, la spectroscopie RMN est largement utilisée dans les industries chimique, pharmacologique, biologique et des matériaux avancés. Pour être fonctionnelle, cette technique nécessite des volumes ou des concentrations d'échantillons relativement importants. De tels volumes sont parfois trop chers, voire impossibles à produire. **La sonde hypersensible de cette nouvelle invention** permet donc d'adapter la spectroscopie RMN à des échantillons 2D drastiquement plus petits.
- L'étude des matériaux quantiques et supraconducteurs.
- L'étude des matériaux 2D nanométriques tels que le graphène.

Avantages techniques

- Étude de matériaux 2D (films minces), impossible avec les sondes actuelles.
- Sonde hypersensible permettant d'adapter la spectroscopie RMN à des échantillons radicalement plus petits (100 à 1000 fois plus petits) que les systèmes conventionnels.
 - o Des échantillons plus petits sont des échantillons moins chers. La seule sonde capable de cela.
 - o La majorité des sondes vendues par les sociétés d'instruments scientifiques utilisent des composants électriques macroscopiques à base de métaux conventionnels. Leur grande taille limite considérablement le volume minimal des échantillons.
- Résonateur radiofréquence d'une sensibilité inégalée.
- Sonde non invasive pour explorer les comportements magnétiques des matériaux quantiques 2D.
- Sonde plus robuste car elle ne contient pas de systèmes nanométriques délicats par rapport aux techniques RMN haute sensibilité existantes.

Avantages commerciaux

- Faible coût et fabrication plus simple : peut être produit à grande échelle avec les techniques de micro-fabrication classiques.
- Plus simple à mettre en œuvre puisque directement compatible avec les systèmes RMN classiques et fonctionnant à une puissance électromagnétique beaucoup plus faible, ce qui simplifie et réduit la taille du système électronique contrôlant la sonde.



200-35, Radisson
Sherbrooke QC J1L 1E2
CANADA
t 819 821-7961

- Résonance magnétique nucléaire (RMN), spectroscopie RMN, sonde RMN, RMN à l'état solide, résonateur supraconducteur, films minces, microlitre, nano litre.

Maturité de la technologie

- TRL 5+

- Prototypes disponibles ; un schéma est présenté à la figure 1.
- Par exemple : Résultats obtenus sur un échantillon de 1 nanolitre, par rapport aux sondes concurrentes disponibles dans le commerce qui ne peuvent généralement pas mesurer moins de 1 μ L.
- Inventeurs travaillant actuellement sur :
 - L'optimisation du résonateur : épaisseur et type de supraconducteur, températures plus élevées, dimensions du méandre, électronique de conception sur puce.

Propriété intellectuelle

Demande de brevet déposée aux États-Unis.

Ce que nous recherchons

- Partenaires de développement. Licences. Investissements.
- Entreprises ciblées - fabricants de sondes et d'équipements de mesure :
 - Bruker, Agilent, Protasis, JEOL, Quantum Design Inc, Attocube Systems, Magritek.

Contact de l'inventeur

Professeur Bertrand Reulet
Bertrand.Reulet@USherbrooke.ca

Contact chez TransferTech Sherbrooke

François Nadeau
f.nadeau@transfertech.ca
873 339-2028
www.transfertech.ca

