



Les nickelates: une nouvelle famille d'oxydes supraconducteurs

Spécialité Physique de la matière condensée

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil [SPEC/LNO](#)

Candidature avant le 30/04/2020

Durée 4 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact [Moussy J.-B./Colson Dorothee](#)

+33 1 69 08 72 17/ 73 14

jean-baptiste.moussy@cea.fr / dorothee.colson@cea.fr

Résumé

Nous vous proposons de synthétiser et d'étudier les propriétés structurales et physiques de films minces du nouveau supraconducteur en couche infinie, le nickelate $\text{Nd}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{NiO}_2$ [1]. La découverte de cette phase supraconductrice (à environ 10-15 K) devrait permettre de progresser dans la compréhension des mécanismes impliqués dans la supraconductivité à haute température critique.

[1] D. Li et al. Nature. 572, 624 (2019)

Sujet détaillé

Description scientifique :

La découverte de la supraconductivité à haute température critique (T_c) dans les cuprates [1] a motivé l'étude des oxydes de structure cristalline et électronique similaire dans le but de trouver des supraconducteurs supplémentaires et de comprendre les origines de cette supraconductivité non conventionnelle. Les exemples isostructuraux incluent le ruthénate supraconducteur Sr_2RuO_4 ou l'iridate Sr_2IrO_4 dopé aux électrons même si un état de résistance nulle n'a pas encore été observé dans ce dernier composé [2]. Récemment, la supraconductivité de la couche infinie $\text{Nd}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{NiO}_2$ nickelate [3] a également été observée en utilisant une réduction topotactique en chimie douce de la phase précurseur de la perovskite. La découverte de cette phase supraconductrice (à $T_c \sim 10-15$ K)

devrait permettre de progresser dans la compréhension des mécanismes impliqués dans les supraconducteurs à haute température critique.

Au cours de ce stage, l'étudiant réalisera la croissance cristalline de couches minces de NdNiO_3 (001) pure et (Nd/Sr) substituée sur des substrats monocristallins SrTiO_3 (001) par dépôt laser pulsé (PLD). L'étudiant testera ensuite des traitements réducteurs permettant la formation de la phase infinie attendue de la couche. Une attention particulière sera portée aux propriétés structurales et physiques des couches minces d'oxyde par diffraction d'électrons in situ (RHEED), spectroscopie de photoémission (XPS/UPS) ou techniques ex situ comme la microscopie en champ proche (AFM), le magnétisme (SQUID, VSM). Les propriétés électroniques des échantillons seront ensuite étudiées en fonction de la température (résistivité, coefficient de Hall, caractéristiques courant - tension) afin d'analyser le comportement supraconducteur.

-
- [1] J. G. Bednorz and K. A. Müller, Z. Phys. B 64, 189 (1986).
[2] Y.J. Yan et al., Phys. Rev. X. 5, 041018 (2015).
[3] D. Li et al. Nature. 572, 624 (2019).

Mots clés

Sciences des Matériaux

Compétences

Le dépôt de couches minces s'effectuera par ablation laser pulsé (PLD). Les propriétés structurales et physiques seront étudiées par diffraction d'électrons in situ (RHEED), spectroscopie de photoémission (XPS/UPS) ou par des techniques ex situ telles que la microscopie en champ proche (AFM), magnétisme (SQUID, VSM). Les propriétés électroniques des échantillons seront étudiées en fonction de la température (résistivité, coefficient de Hall, caractéristiques courant - tension) afin d'analyser le comportement supraconducteur.

Logiciels

Nickelates: a new superconducting oxide family

Summary

We propose you to synthesize and study the structural and physical properties of thin films of the new infinite layer superconductor, nickelate $\text{Nd}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{NiO}_2$ [1]. The discovery of this superconducting phase (at about 10-15 K) should allow progress to be made in understanding the mechanisms involved in high temperature superconductors.

[1] D. Li et al. Nature. 572, 624 (2019)

Full description

Scientific description:

The discovery of high- T_c superconductivity in cuprates [1] has motivated the study of oxides with similar crystalline and electronic structure with the aim of finding additional superconductors and understanding the origins of this unconventional superconductivity. Isostructural examples include the superconducting Sr_2RuO_4 ruthenate or the electron-doped Sr_2IrO_4 iridate even if a zero-resistance state has not yet been observed in this last compound [2]. Recently, the superconductivity in the infinite layer $\text{Nd}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{NiO}_2$ nickelate [3] has also been observed by using a soft-chemistry topotactic reduction of the perovskite precursor phase. The discovery of this superconducting phase (around 10-15 K) should allow to progress in the understanding of the mechanisms involved in high- T_c superconductors.

During this internship, the student will perform the crystalline growth of pure and (Nd/Sr) substituted $\text{NdNiO}_3(001)$ thin films on single-crystal $\text{SrTiO}_3(001)$ substrates by pulsed laser deposition (PLD). Once grown, the student will test reducing treatments allowing the formation of the expected infinite layer phase. A peculiar attention will be given to the structural and physical properties of oxide thin films by using in situ electron diffraction (RHEED), photoemission spectroscopy (XPS/UPS) or ex situ techniques such as near-field microscopy (AFM), magnetism (SQUID, VSM). The electronic properties of samples will then be studied as a function of temperature (resistivity, Hall coefficient, current-voltage characteristics) in order to analyze the superconducting behavior.

[1] J. G. Bednorz and K. A. Müller, Z. Phys. B 64, 189 (1986).

[2] Y.J. Yan et al., Phys. Rev. X. 5, 041018 (2015).

[3] D. Li et al. Nature. 572, 624 (2019).

Keywords

Materials science

Skills

Thin films will be deposited by pulsed laser ablation (PLD). Structural and physical properties will be studied by in situ electron diffraction (RHEED), photo-emission spectroscopy (XPS/UPS) or ex situ techniques such as near field microscopy (AFM), magnetism (SQUID, VSM). The electronic properties of the samples will be studied as a function of temperature (resistivity, Hall coefficient, current - voltage characteristics) in order to analyze the superconducting behaviour.

Softwares