

Spinel Vanadates in thin films: Control of magnetic and electrical properties by growth engineering for Low Power Spintronics applications

Résumé

Ce travail de doctorat a porté sur l'optimisation de la croissance de couches minces de CoV_2O_4 (CVO) sous contrainte afin d'en explorer les propriétés magnétiques et électriques, dans le cadre de la recherche de nouveaux matériaux pour l'électronique de spin.

CVO se distingue parmi les spinelles vanadates AV_2O_4 par ses distances V-V les plus courtes, ce qui en fait une plateforme privilégiée où l'interaction entre spins localisés et électrons itinérants engendre des comportements structuraux et magnétiques complexes.

Une méthode originale de synthèse par voie céramique a été développée pour produire des pastilles denses et stœchiométriques de CVO, pouvant servir de cibles pour les dépôts par ablation laser. Les films déposés sur SrTiO_3 et MgO , sous contraintes de compression et tension, respectivement, ont montré d'intéressantes réorientations de spin en température, de nature différente selon la contrainte. Les propriétés structurales et magnétiques des couches minces de CVO ont été étudiées en profondeur sur grands instruments à l'aide de la diffusion résonante des rayons X (REXS), du dichroïsme magnétique circulaire des rayons X (XMCD) et de la diffraction neutronique. Enfin, le matériau a été intégré dans des hétérostructures métal/oxyde ($\text{Pt}/\text{CoV}_2\text{O}_4//\text{SrTiO}_3|\text{MgO}$) nanostructurées, et l'étude de leurs propriétés de magnéto-transport ont révélé des effets de magnétorésistance (MMR, ΔMR , SMR) sous influence du magnétisme complexe du matériau.

Mots clés : Vanadates spinelles, oxydes en couches minces, frustration magnétique, croissance par ablation laser pulsé, diffraction des neutrons, spintronique.

Abstract

This PhD work focused on optimizing the growth of CoV_2O_4 (CVO) thin films under strain to explore their magnetic and electronic properties, within the framework of the quest for new materials for spintronics. CVO stands out among the spinel vanadates AV_2O_4 due to its shortest V-V distances, making it a unique platform where the interaction between localized spins and itinerant electrons gives rise to complex structural and magnetic behaviours.

An original ceramic synthesis method was developed to produce dense, stoichiometric CVO pellets that could serve as targets for pulsed laser deposition. Films grown on SrTiO_3 and MgO substrates, under compressive and tensile strain respectively, exhibited mostly interesting strain-dependent spin reorientations with temperature. The structural and magnetic properties of the CVO thin films were studied in depth on large-scale facilities using resonant elastic X-ray scattering (REXS), X-ray magnetic circular dichroism (XMCD), and neutron diffraction. Finally, the material was integrated into nanostructured metal/oxide heterostructures ($\text{Pt}/\text{CoV}_2\text{O}_4//\text{SrTiO}_3|\text{MgO}$), and the study of their magneto-transport properties revealed magnetoresistance effects (MMR, ΔMR , SMR) strongly influenced by the complex magnetism of the material.

Keywords : Spinel vanadium oxides, oxides in thin films, magnetic frustration, growth by Pulsed Laser Deposition, neutron diffraction, spintronics.