



Lucile FEGER

Manipuler les flux de chaleur grâce à un champ électrique

Résumé en français :

Cette thèse explore les propriétés thermiques et ferroélectriques de la pérovskite sans plomb titanate de baryum (BaTiO_3) et de ses solutions solides dopées $(1-x)\text{BaTiO}_3-x\text{KNbO}_3$.

L'objectif est d'examiner comment les structures en domaines ferroélectriques dans les cristaux et les céramiques influencent le comportement des phonons et, par conséquent, la conductivité thermique. Les matériaux ferroélectriques sont connus pour leur capacité à présenter une polarisation électrique spontanée, qui peut être modul e sous l'effet d'un champ électrique. Le couplage entre cette polarisation et les phonons offre ainsi un possible contrôle dynamique de la conductivité thermique. Cette propriété serait exploitable dans des dispositifs innovants comme des interrupteurs de conductivité thermique à stimuli électriques ou thermiques.

La thèse s'appuie sur des mesures thermiques, pour certaines in-operando, réalisées à l'aide de la microscopie thermique à balayage (SThM), la thermor flectance dans le domaine fréquentiel (FDTR), et la méthode laser flash (sous champ électrique), afin de comprendre l'influence des domaines et de leurs parois sur la diffusion des phonons dans des monocristaux commerciaux et des céramiques à base de BaTiO_3 synthétisées au laboratoire. Elles sont complétées par des mesures structurales, comme la diffraction des rayons X sous champ électrique. Les résultats montrent aussi que l'ajout de faibles pourcentages de KNbO_3 dans BaTiO_3 entraîne une modification significative des propriétés ferroélectriques, passant d'une configuration classique à une configuration relaxeur. Ces propriétés modifiées ouvrent des perspectives intéressantes pour le développement de dispositifs de gestion thermique.

En conclusion, cette thèse propose des approches innovantes pour manipuler les propriétés ferroélectriques et thermiques de pérovskites, offrant des applications prometteuses dans le domaine des dispositifs électroniques avanc s.

Mots clés : conductivité thermique, phonons, p rovskite, céramique, champ électrique

Summary :

This thesis explores the thermal and ferroelectric properties of lead-free perovskite barium titanate and its doped solid solution $(1-x)\text{BaTiO}_3-x\text{KNbO}_3$. The objective is to examine how ferroelectric domain structures in crystals and ceramics influence phonon behavior and, consequently, thermal conductivity. Ferroelectric materials are known for their ability to exhibit a spontaneous electrical polarization, which can be modulated by an applied electric field. The coupling between this polarization and phonons thus offers a possible dynamic control of thermal conductivity. This property is leveraged to envision innovative devices such as thermal conductivity switches with electrical or thermal stimuli.

The thesis relies on thermal measurements, some of them in-operando, conducted using Scanning Thermal Microscopy (SThM), Frequency-Domain Thermoreflectance (FDTR) and the laser flash method (under electric-field), to understand the influence of domains and their walls on phonon diffusion in single crystals and ceramics based on BaTiO_3 synthesized in the laboratory. They are supplemented by structural measurements, such as X-ray diffraction, under electric field. The results show also that adding small percentages of KNbO_3 to BaTiO_3 significantly alters the ferroelectric properties, shifting from a classical configuration to a relaxor configuration. These modified properties open promising prospects for the development of thermal management systems.

In conclusion, this thesis proposes innovative approaches to manipulate the ferroelectric and thermal properties of perovskites, offering promising applications in advanced electronic devices.

Keywords : thermal conductivity, phonons, perovskite, ceramics, electrical field