

Proposition de sujet de stage de master 2

Ingénierie des domaines piézoélectriques dans le système $(K,Na)NbO_3$.

contact: isabelle.laffez@univ-tours.fr, tel: 02 54 55 21 05

Mots clés : piézoélectriques sans plomb, domaines ferroélectriques, structure-microstructure, matériaux pour l'énergie

CONTEXTE DE L'ETUDE

La fabrication de nombreux dispositifs tels que les actionneurs, les capteurs, les détecteurs, les transformateurs, les transducteurs (allume-gaz, horloges à quartz, microbalances, injecteurs) incorpore des céramiques denses et homogènes à base de matériaux piézoélectriques.

De nombreux matériaux possèdent des propriétés piézoélectriques, le quartz, la topaze, et des céramiques cristalline : $BaTiO_3$, $KNbO_3$, $LiNbO_3$, $LiTaO_3$, $BiFeO_3$, $NaxWO_3$, $Ba_2NaNb_5O_{15}$, $Pb_2KNb_5O_{15}$, $Pb(Zr_{0.5}Ti_{0.5})O_3$ (désigné sous le nom de PZT) .

Ce dernier est largement présent dans les dispositifs piézoélectriques, mais incorpore entre 20 et 40% massique de plomb.

Depuis les années 2000, les directives européennes (RoHS et REACH) tendent à rechercher aujourd'hui des matériaux alternatifs aux PZT ne contenant pas d'éléments nocifs pour l'environnement ou la santé. Parmi ces matériaux le composé $K_{0,5}Na_{0,5}NbO_3$ a été récemment étudié et présente des caractéristiques piézoélectriques qui, dans certaines conditions, se rapprochent des propriétés du PZT.

Au cours des 5 dernières années, lors d'une thèse suivie d'un projet Région Centre Val de Loire, en travaillant sur le contrôle de toutes les étapes de la synthèse et de la mise en forme des poudres de KNN, et en particulier grâce au frittage par Spark Plasma Sintering (SPS), nous avons pu obtenir sur des céramiques des propriétés de couplage électromécanique très intéressantes et parmi les meilleures de la littérature pour des matériaux non dopés, non texturés, ainsi que sur des composés KNN dopé au Tantale. Un transducteur à base de ces céramiques a également pu être élaboré et mesuré.

OBJECTIFS ET DEROULEMENT DE LA RECHERCHE

Ce projet de stage de master restera dans la dynamique de ces recherches qui ont accumulé aujourd'hui de nombreuses informations et démontré l'intérêt de focaliser des énergies et des moyens sur le composé KNN.

Les connaissances acquises permettent désormais de fabriquer des céramiques denses à plus de 95% avec différentes tailles de grains allant de 2 à 50 microns, ainsi que des monocristaux de tailles millimétriques. Nos études très récentes au TEM et AFM-PFM, ont montré qu'on pouvait corrélérer les observations microstructurales et les orientations des domaines ferroélectriques. Ces premiers résultats doivent être reproduits et confirmés conduire et l'étude doit être étendue à sur toute la gamme des tailles de grains, allant de la

céramique au monocristal et résulter par la suite en une ingénierie des domaines ferroélectriques en fonction des applications visées.

Une seconde partie de stage pourra être envisagée pour étudier l'influence des dopages ou substitution, des défauts et de la non-stoechiométrie sur les propriétés piézoélectriques du composé.

Les structures perovskites, qui sont celles des PZT et des KNN sont d'une richesse infinie de propriétés électriques, magnétiques et optiques; cette richesse en fait également un matériaux complexe, dont le comportement est très influencé par son organisation interne ainsi que les insertions, les substitutions, les défauts qu'on peut y introduire chimiquement ou es interfaces générées. L'observation et l'étude de ces aspects est indispensable pour fiabiliser les procédés de fabrication de ces matériaux lors d'une mise en oeuvre industrielle à venir. Ainsi une étude structurale, microstructurale et analytique sera conduite sur les différentes mises en forme de KNN, et les défauts identifiés. Par la suite, des recuits sous différentes températures et atmosphères viendront compléter cette étude comparative, pour évaluer la stabilité des phénomènes observés.

PUBLICATIONS

a) M. Bah, F. Giovannelli, F. Schoenstein, G. Feuillard, E. Le Clezio, I. Monot-Laffez, "High electromechanical performance with spark plasma sintering of undoped $K_{0.5}Na_{0.5}NbO_3$ ceramics", **Ceramics International** 40 (2014) pp. 7473–7480.

b) M. Bah, F. Giovannelli, F. Schoenstein, C. Brosseau, J.R. Deschamp, F. Dorvaux, L. Haumesser, E. Le Clezio, I. Monot-Laffez, "Ultrasonic transducers based on undoped lead-free ($K_{0.5}Na_{0.5}NbO_3$) ceramics", **Ultrasonics** 63 (2015) pp23-30

c) Micka Bah, Fabien Giovannelli, Richard Retoux, Julien Bustillo, Emmanuel Le Clezio, Isabelle Monot-Laffez, *Crystal growth and piezoelectric properties of lead-free based ($K_{0.5}Na_{0.5}NbO_3$) by floating zone method (FZM)*, **Crystal Growth and Design** (2016), DOI: 10.1021

Spécialité du stage proposé (discipline) : Chimie des Matériaux

Université : Université de Tours- site de Blois

Encadrement : prof. Isabelle MONOT-LAFFEZ
02 54 55 21 05
isabelle.laffez@univ-tours.fr

Laboratoire(s) d'accueil : Laboratoire GREMAN

Période envisagée : du 15 février au 15 juillet 2017

Gratification : niveau stage Master 2 (environ 500 euros par mois)