Proposition d'une thèse en Sciences des Matériaux

Frittage micro-ondes et SPS d'un composite alumine avec dispersion de particules insolubles pour applications balistiques

Laboratoires
Laboratoire de Cristallographie et des Sciences des Matériaux de Caen, CRISMAT, UMR 6508 CNRS ENSICAEN UCN, 14050 Caen, France
Institut franco-allemand de recherches de Saint-Louis, 68300 Saint-Louis, France
Laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne, UMR CNRS 6303, 21078 Dijon, France

Localisation
Institut franco-allemand de recherches de Saint-Louis (ISL), 5 rue du Général Cassagnou, 68300 Saint-Louis, France
L'étudiant sera basé à l'ISL les 18 premiers mois de la thèse puis à Caen les 18 derniers mois.
Début de la thèse : octobre ou novembre 2021

Direction de la thèse : Prof. Fréderic Bernard (ICB), Prof. Sylvain Marinel (CRISMAT) et Dr. Fabian Delorme (ISL)

Inscription à l'Ecole Doctorale de CAEN : PSIME : PHYSIQUE, SCIENCES DE L'INGÉNIEUR, MATÉRIAUX, ÉNERGIE, Université de Caen Normandie

Co-financement DGA –ISL

Contacts :
sylvain.marinel@ensicaen.fr
frederic.bernard@u-bourgogne.fr
fabian.DELORME@isl.eu
Tel : 0231451369 (Sylvain Marinel)

Objectifs de la thèse

L'objectif de la thèse est de produire et de caractériser un matériau composite constitué d'une matrice d'alumine avec dispersion de particules d'une phase insoluble pour l'amélioration des performances balistiques. Le frittage sera réalisé par chauffage micro-ondes en exploitant le couplage spécifique de la phase dispersée avec le rayonnement électromagnétique et aussi, par Spark Plasma Sintering (SPS), pour éliminer la porosité résiduelle. Un volet préparation des mélanges ainsi qu'une évaluation des performances balistiques complètent cette étude. La thèse inclura un aspect modélisation des procédés (modélisation par éléments finis) à des fins d'optimisation du couplage matériau-procédé.

Contexte et projet de thèse

La littérature, mais aussi des travaux antérieurs menés au laboratoire ICB de Dijon, ont démontré que l'ajout en faible proportion de SiC, sous forme d'une poudre submicronique,

voire nanométrique, permettait d'améliorer les performances balistiques de l'alumine Plusieurs mécanismes peuvent être évoqués [1-3]:

- Effet des inclusions dispersées sur le freinage des joints de grains, pouvant aboutir à des microstructures fines favorables à l'augmentation de la dureté de la céramique,
- Diminution de la déformation par fluage du fait de la présence de précipités en zone intergranulaire, réduisant les phénomènes de glissement de grains à grains,
- Renforcement de la cohésion intergranulaire avec un mode de rupture pouvant transiter d'un mode intergranulaire (alumine pure) à un mode intragranulaire (avec dispersion d'inclusions).

Les objectifs généraux de la thèse sont de reproduire ces microstructures et de les améliorer (finesse des grains, qualité de la dispersion des particules, etc.) par une approche originale « procédé – matériau » pour des performances balistiques améliorées.

Les missions et travaux qui seront confiés à l'étudiant(e) sont :

- Un travail en amont sur l'obtention des mélanges. Différentes voies seront explorées pour obtenir les poudres de meilleure qualité possible (voie liquide ou à sec, etc.)
- L'utilisation d'un mode de frittage par chauffage micro-ondes en exploitant le couplage préférentiel des particules dispersées dans la matrice (ex= SiC finement dispersée, notion de suscepteur interne [4])
- Le frittage par SPS pour éliminer la porosité résiduelle et également analyser l'effet de la charge.
- La modélisation des procédés sera aussi menée aussi bien pour le SPS que pour le chauffage micro-ondes.

L'étude sera complétée par une évaluation des performances balistiques des composites élaborés.

Pour ce travail de thèse, **nous recherchons un(e) étudiant(e) de formation M2 recherche en matériaux inorganiques ou diplômé(e) d'une école d'ingénieurs, spécialisation science des matériaux et mécanique**. Le CV du candidat et ses résultats académiques seront déterminants pour l'obtention du financement de la thèse (financement DGA et ISL).

Salaire brut minimum= 1870 €/mois

Modalités de candidature

CV + lettre de motivation à envoyer à Sylvain Marinel, Fabian Delorme et Frederic Bernard. Le dossier devra être finalisé courant avril 2021.

[1] Mohankumar Madhana et al. Microwave versus conventional sintering: Microstructure and mechanical properties of Al_2O_3–SiC ceramic composites, Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio, Volume 58, Issue 1, January–February 2019, Pages 14-22
[2] Zhiyong Zhua et al. Preparation of complex-shaped Al_2O_3/SiCp/SiCw ceramic tool by two-step microwave sintering, Ceramics International, Volume 46, Issue 17, 1 December 2020, Pages 27362-27372.
[3] Xingxing Lyuab et al. Influence of Y_2O_3 contents on sintering and mechanical properties of B_4C-Al_2O_3 multiphase ceramic composites, Journal of Materials Research and Technology Volume 9, Issue 5, September–October 2020, Pages 11687-11701.
[4] Madhuchhanda Bhattacharya et al. A review on the susceptor assisted microwave processing of materials, Energy Volume 97, 15 February 2016, Pages 306-338