IRAMIS : Institut Rayonnement Matlère de Saclay

Saclay

NIMBE/LEDNA

Synthèse de particules de diamant monocristallines "à façon"

Spécialité Génie des procédés

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil NIMBE/LEDNA

Candidature avant le 26/02/2022

Durée 6 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact ARNAULT Jean-Charles
+33 1 69 08 71 02
jean-charles.arnault@cea.fr

Résumé

Ce stage de recherche s'inscrit dans le cadre d'une étude qui vise à synthétiser des particules de diamant monocristallines « à façon » avec une approche en rupture, associant un lit fluidisé où seront stabilisés des germes de diamant et un plasma de croissance par dépôt chimique en phase vapeur activé par micro-ondes (MPCVD). Ceci permettra de faire croître ces germes par homoépitaxie, gage d'une qualité cristalline optimale, tout en maîtrisant la taille, la forme et le dopage des particules. Ces particules de diamant pourront être mises directement à profit pour les applications en énergie développées au LEDNA : la réduction du CO2 et la production d'hydrogène.

Sujet détaillé

Les particules de diamant sont aujourd'hui fortement étudiées pour l'énergie, le quantique et la nanomédecine, domaines dans lesquels les propriétés recherchées sont directement liées à la qualité cristalline des particules. Pour ces applications, les particules utilisées sont majoritairement celles issues du broyage d'un matériau diamant massif. La pleine exploitation des particules de diamant nécessite à terme de contrôler finement leur morphologie, leur dispersion en taille et leur taux d'impuretés, ce qui n'est actuellement pas possible en passant par un broyage.

Ce stage de recherche s'inscrit dans le cadre d'une étude qui vise à synthétiser des particules de diamant monocristallines "à façon" avec une approche en rupture, associant un lit fluidisé où seront stabilisés des germes de diamant et un plasma de croissance par dépôt chimique en phase vapeur activé par micro-ondes (MPCVD). Ceci permettra de faire croître ces germes par homoépitaxie, gage d'une qualité cristalline optimale, tout en maîtrisant la taille, la forme et le dopage des particules. Ces particules de diamant pourront être mises directement à profit pour les applications en énergie développées au LEDNA : la réduction du CO2 et la production d'hydrogène.
L'enjeu du stage portera sur la réalisation d'un lit fluidisé de nanoparticules de diamant à l'intérieur d'un réacteur de croissance MPCVD tubulaire dédié à la croissance de diamant (déjà existant [1,2]). Des particules de diamant de diamètres allant de 5 à 50 nm seront les germes de croissance placés dans le lit fluidisé sur lesquels sera effectuée une reprise de croissance homoépitaxiale par MPCVD avec un mélange H2/CH4. Les travaux porteront sur la réalisation du système fluidique pour générer le lit fluidisé et son adaptation aux conditions de croissance de diamant (pression, puissance micro-ondes, quantité de germes). Les caractérisations morphologiques, chimiques et

structurales des particules obtenues seront menées en interne au laboratoire qui est équipé d'un SEM-FEG, de spectromètres IR et RAMAN, d'une DLS/Zeta, etc.

Références
[1] Hydrogenation of nanodiamonds using MPCVD: A new route toward organic functionalization
H.A. Girard, J.C. Arnault, S. Perruchas, S. Saada, T. Gacoin, J.-P. Boilot, P. Bergonzo, Diam. Relat. Mater. 19 (2010) 1117.

[2] Colloidal suspensions of monodisperse diamond core-shells
A. Venerosy, H.A. Girard, S. Saada, M. Sennour, I. Stenger, M. Mermoux, J.C. Arnault, Diam. Relat. Mater. 89 (2018) 122.

Mots clés

Procédés plasma et synthèse, techniques du vide, nanomatériaux, Caractérisations morphologiques, chimiques, structurales et coll

Compétences

MPCVD, SEM-FEG, spectromètres IR et RAMAN, DLS/Zeta

Logiciels

Custom made synthesis of single crystal diamond particles

Summary

This research internship is part of a study that aims to synthesize single crystal diamond particles with a breakthrough approach, combining a fluidized bed where diamond seeds will be stabilized and a plasma growth by microwave chemical vapor deposition (MPCVD). This will allow the growth of these seeds by homeoepitaxy, guaranteeing an optimal crystalline quality, while controlling the size, shape and doping of the particles. These diamond particles can be used directly for the energy applications developed at LEDNA: CO2 reduction and hydrogen production.

Full description

Keywords

Skills

Softwares