

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0518U000350

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 27-02-2018

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бородянська Ганна Юліївна

2. Borodianska Hanna Yuliivna

Кваліфікація: к. ф.-м. н., 01.04.07

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор наук

Аспірантура/Докторантура: так

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 19-02-2018

Спеціальність за освітою: радіофізика і електроніка

Місце роботи здобувача: Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М.Францевича Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05416930

Місцезнаходження: вул. Кржижановського, 3, Київ, Київська обл., 03142, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): Д 26.207.03

Повне найменування юридичної особи: Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М.Францевича
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05416930

Місцезнаходження: вул. Кржижановського, 3, Київ, Київська обл., 03142, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М.Францевича
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05416930

Місцезнаходження: вул. Кржижановського, 3, Київ, Київська обл., 03142, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації:

Коди тематичних рубрик:

Тема дисертації:

1. Особливості консолідації, формування структури і властивостей керамічних матеріалів в процесах іскро-плазмового спікання
2. Features of consolidation, formation of the structure and properties of ceramic materials in the processes of spark-plasma sintering

Реферат:

1. Дисертація присвячена вирішенню науково-технічної проблеми створення щільної наноструктурної кераміки з різними типом провідності та природою хімічного зв'язку, а також керування структурою та структурно-чутливими властивостями із застосуванням методу іскро-плазмового спікання (ІПС). Проблему вирішено шляхом реалізації переваг ІПС на всіх етапах створення наноструктурної кераміки, починаючи від одержання вихідних сумішей, режимів їх обробки, прецизійного вимірювання всіх параметрів при спіканні (температури, тиску, середовища консолідації, об'єму, концентрації компонентів тощо) та завершуючи вивченням впливу густини, розміру зерна і сітки границь зерен, що утворюються під час як нерекційного, так і реакційного ІПС, на властивості матеріалу. Все це дозволило встановити функціональні зв'язки між

хімічним складом, структурою, технологією і властивостями композиційних матеріалів, на основі яких відпрацьовані умови, що гарантують відтворюваність результатів на практиці. Одержання матеріалу з густиною, близькою до теоретичної, і розміром зерна, меншим за 100 нм, стало можливим за рахунок використання іскро-плазмового високошвидкісного спікання під тиском, що створило умови відокремлення за часом проходження процесів усадки та росту зерен. Вперше розроблено й впроваджено методику квазіодностадійного реакційного синтезу в нанореакторах, кальцинації та ІПС-консолідації гомогенних багатокатіонних оксидів $(La_{0,8}Sr_{0,2})(Ga_{0,9}Mg_{0,1})O_3$ -п (LSGM) із 2% (мас.) оксиду церію (LSGM-Ce) та при низькотемпературному (1250 °C) ІПС отримано нанокераміку з середнім розміром зерна p_{11} та p_{14} нм відповідно. Зі зменшенням середнього розміру зерна до рівня нижче 30 нм дана кераміка стає феромагнетиком. Вперше було проведено ІПС консолідацію об'ємних нанокompatитів $Ti_{1-x}Al_xN$ та $Ti_{1-x}Al_xN-AlN$. Нанокompatит $Ti_{1-x}Al_xN$ показав твердість 17,53 ГПа і тріщиностійкість p_9 МПа·м^{1/2}, що вдвічі вище за тріщиностійкість нітриду титану і втричі, ніж у нітриду алюмінію. Нанокompatит $Ti_{0,82}Al_{0,18}N$ армований нанокристаллами гексагонального нітриду алюмінію, показав твердість за Віккерсом 24–29 ГПа. Створена методика реакційного ІПС карбиду бору дозволила отримати композити $BaC_b-(B_xO_y/BN)$ із ламелярною наноструктурною B_xO_y/BN 3D-сіткою границь. Показано внесок комплексної морфології композитів та, особливо, твердих фаз, синтезованих під час реакційного ІПС по границях зерен карбиду бору, а також зміни співвідношення бору до вуглецю в самих зернах карбиду бору (утворення $B_{13}C_2$) у значне покращення механічних властивостей кераміки. Розроблені нанокompatити $BaC_b-(B_xO_y/BN)$ демонструють міцність на вигин до 800 МПа в інтервалі температур від 25 до 1600 °C та покращення динамічної в'язкості руйнування в 5 разів – з p_6 до p_{30} МДж/м², що дозволяє запропонувати їх подальше використання в якості елементів цілої низки конструкцій, і в т.ч. захисних.

2. This thesis is devoted to the solving the scientific and technological problems related to preparation of dense bulk nanostructured ceramics with different types of conductivity and a different nature of the chemical bonding. The work approaches the possibility of structure control and further of physical functional properties by applying the powerful unconventional methods of spark plasma/flash sintering on presynthesized nanopowders and on nanodisperse products. Ceramics with nanograins can show improved or novel functionality, hence, they are of much interest for different applications, but to obtain such materials is not trivial and the degree of complexity is high. In this respect, physical and chemical processes that occur during sintering are studied and the accumulated knowledge allows achieving the proposed tasks and goals. The production of materials with a bulk density close to theoretical values, where the grain size is less than 100 nm was demonstrated by using SPS in its flash mode. The key to this result is high-rate sintering under pressure, which created the conditions for separation of consolidation and grain growth processes. The potential and advantages of SPS-technique for preparation of different ceramics with grains in the nanosize range (<100 nm) are emphasized. Then it shows the results of the SPS-development for sintering of nanodispersed oxide powders with ionic (oxygen-ion) type of conductivity. Materials are zirconia doped with yttrium oxide (YSZ) and cerium oxide doped with gadolinium oxide (CGO). The choice of zirconia-stabilized yttrium oxide as a model material in the class of oxide ceramics for investigating the patterns of pores-sealing during SPS is due to availability of "quasi"-monocrystalline particles of this material in various sizes and shapes. Results obtained in this study were compared with literature data. The focus on zirconium dioxide is also motivated by its unique combination of properties such as mechanical, biocompatibility, corrosion and wear resistance, and ionic conductivity. By low temperature SPS, homogeneous nanostructures with particle size of ~90 nm for 8YSZ and ~73, ~32 and ~18 nm for CGO were obtained. Then the experiments on nanopowders sintering in the mode of thermal runaway – "flash"-SPS were established. The sharp increase in the electrical current leads to rapid consolidation. In general, the equilibrium of temperature is achieved by balancing the heat consumption with radiation and convection of Joule heat. For "flash"-SPS, the application of an electric field of 120 V/cm, produces a significant local overheating of the sample. It is shown that an almost instantaneous sintering to high densities of 3Y-TZP nanopowder occurs. Despite a number of shortcomings, "flash" sintering can dramatically reduce sintering time from hours in traditional sintering or from tens of minutes in typical SPS to dozens of seconds. The method of consolidation of nanopowder by "flash"-SPS, suppresses the grain growth

resulting in formation of materials with unique nanostructures. High localization of heating and short processing time may also promote specific features and properties. “flash”-SPS sintering of nanopowders is successfully demonstrated for the first time. The possibility of a reactive SPS for synthesis-consolidation of multication oxides is presented. Materials is $\text{La}_{1-a}\text{Sr}_a\text{Ga}_{1-b}\text{Mg}_b\text{O}_{3-x}$ ($x = a/2 + b/2$, LSGM). To solve the homogeneity of the cation distribution and to avoid uncontrolled agglomeration during synthesis, we proposed the following solution: to use the method of synthesis of bimetallic oxide nanopowders within the volumes of precreated “nanoreactors” and reactive sintering in one step. Oxide (LSGM-Ce) were obtained with an average grain size of 11 and 14 nm. Bulk nanocomposites of $\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x\text{N}$ and $\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x\text{N}-\text{AlN}$ were obtained by SPS. Vickers hardness and fracture toughness KIC were measured to be 17.5 GPa and 9 MPa $\text{m}^{1/2}$ for $\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x\text{N}$. The KIC value is about two times higher than for titanium nitride and three times than for aluminum nitride. The composite $\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x\text{N}-\text{AlN}$ obtained bSPS at 1500 C, that is composed of the cubic matrix of $\text{Ti}_{0.82}\text{Al}_{0.18}\text{N}$ reinforced with hexagonal AlN nanograins, has shown a high Vickers hardness of 24–29 GPa. A methodology of reactive SPS of unique $\text{BaCb}-(\text{BxOy}/\text{BN})$ composite with a nanolamellar BxOy/BN 3D-grain boundary framework is developed. The 3D-grain boundary framework BxOy/BN is the result of reactions of N_2 with the initial boron carbide powder (B_4C covered by B_2O_3 grains). The nanocomposites $\text{BaCb}-(\text{BxOy}/\text{BN})$ exhibit bending strength of up to 800 MPa in the temperature range from 25 to 1600 °C. The possibility of controlling the dynamic mechanical properties as tested by Split Hopkinson Pressure Bar (SHPB) method by optimization of the reactive SPS conditions is attempted. A significant five times improvement of the dynamic toughness of massive boron carbide ceramics from ~6 to ~30 MJ/m² was obtained.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:

Підсумки дослідження:

Публікації:

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПВ:

Впровадження результатів дисертації:

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Рецензенти

VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Штерн Михайло Борисович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Штерн Михайло Борисович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Реєстратор

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Т.А.