

Облікова картка НДДКР

Державний обліковий номер: 0222U004599

Державний реєстраційний номер: 0117U002205

Відкрита

Дата реєстрації: 19-09-2022



1. Етапи виконання

Номер етапу: 1

Назва етапу: Наноккомпозити на основі SiC і Si₃N₄ з функцією самозаліковування дефектів структури для керамічних вузлів тертя, корозійностійких покриттів і тепловідводів довготривалої експлуатації

Початок етапу: 01-2017

Закінчення етапу: 12-2021

Вид звітнього документа: Остаточний звіт

2. Виконавець

Назва організації: Інститут проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича Національної академії наук України

Код ЄДРПОУ/ІПН: 05416930

Підпорядкованість: Національна академія наук України

Адреса: вул. Кржижановського, буд. 3, м. Київ, 03142, Україна

Телефон: 380443908751

Телефон: 380443908757

Телефон: 380442057901

Телефон: 380444241524

Телефон: 380444242271

Телефон: 380444242131

E-mail: dir@ipms.kiev.ua

WWW: <http://www.materials.kiev.ua>

3. Власник результатів НДДКР (продукції)

Назва організації: Інститут проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича Національної академії наук України

Код ЄДРПОУ/ІПН: 05416930

Адреса: вул. Кржижановського, буд. 3, м. Київ, 03142, Україна

Підпорядкованість: Національна академія наук України

Телефон: 380443908751

Телефон: 380443908757

Телефон: 380442057901

Телефон: 380444241524

Телефон: 380444242271

Телефон: 380444242131

E-mail: dir@ipms.kiev.ua

WWW: <http://www.materials.kiev.ua>

4. Джерела та напрями фінансування

Підстава для проведення робіт: 34 - договір (замовлення) з центральним органом виконавчої влади, академією наук (головними розпорядниками бюджетних коштів на проведення НДДКР)

КПКВК: 6541030

Напрямок фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

Джерело фінансування: 7713 - кошти держбюджету

Фактичний обсяг фінансування за звітний етап: 11231.918 тис. грн.

5. Науково-технічна робота

Назва роботи (укр)

Наноккомпозити на основі SiC і Si₃N₄ з функцією самозаліковування дефектів структури для керамічних вузлів тертя, корозійностійких покриттів і тепловідводів довготривалої експлуатації

Назва роботи (англ)

Nanocomposites based on SiC and Si₃N₄ with selfhealing structure defects function for ceramic friction parts, corrosive resistant coverages and heatsinks of long duration exploitation

Реферат (укр)

Досліджено умови консолідації композитів систем ZrN/Si₃N₄ та Si₃N₄-ZrN-TiN методом ІПС. Встановлено, що ущільнення композитів системи Si₃N₄-ZrN-TiN інтенсифікує нанокристалічний TiN при T~ (1100 ÷ 1300) °C. Механічні властивості композитів ZrN-Si₃N₄-TiN вищі за матеріали на основі ZrN-Si₃N₄. У композитів з 15% та 30 мас.% TiN HV₁₀ = 20:22 ГПа, K_{1с} = 5,2:5,8 МПа·м^{1/2}, відповідно. На трибологічні властивості в парі з ВК6 та Si₃N₄ впливає вміст ZrN, та матеріал контртіла, та їх фізико-хімічна взаємодія. Досліджено ефект самозаліковування поверхневих дефектів Si₃N₄-ZrN-TiN: при сухому терті – шляхом окислення до SiO₂ або Si(OH)₂, що працює як тверде мастило; тертя у фізрозчині – утворення трибошарів Zr(OH)₂ та Ti(OH)₂; при температурах 500 – 550 °C – утворення регенеруючого ZrO₂. Створена кераміка SiC-Si₃N₄-Si₃N₂O методом ГП з активаторами спікання. Встановлені оптимальні склади та режими реакційної консолідації кераміки з однорідною високодисперсною структурою, з композиційними границями зерен. Виявлено ефект формування в міжзеренних прошарках металоподібних структур, що впливають на електрофізичні та трибологічні характеристики кераміки. Реалізовано принцип створення нового функціонального елементу на основі

безкисневих тугоплавких сполук для високотемпературних термоелектричних генераторів термоЕРС та напруги, за рахунок формування мікроструктури керамічних провідникових термоелектричних матеріалів з діелектричною матрицею і реакційно здатними провідниковими добавками, утворення нових фаз, що формуються in situ при високотемпературному ущільненні. Показано, що у таких дисперсних композитів при концентрації провідника близькій до порогу перколяції виникає поперечна термоЕРС, яка є анізотропією теплопровідності, внаслідок якої виникає поперечний перепад температур, і, як наслідок, вихрових струмів.

Реферат (англ)

The conditions of SPS consolidation of the composites of ZrN-Si₃N₄ and Si₃N₄-ZrN-TiN systems have been studied. It was found that the compaction of the Si₃N₄-ZrN-TiN system intensifies nanocrystalline TiN at T ~ (1100-1300) °C. Mechanical properties of ZrN-Si₃N₄-TiN composites were found to be higher than of Si₃N₄-ZrN-based composites. Composites with 15% and 30 wt.% of TiN exhibited HV₁₀ = 20 : 22 GPa, K_{1c} = 5,2;5,8 МПа·м^{1/2}, respectively. The amount of ZrN in the composite, the composition of the counter-body (BK6 or Si₃N₄), and their physicochemical interaction influence on the tribological properties. The effect of self-healing of a surface defects Si₃N₄-ZrN-TiN has been studied as follows. During dry friction - by oxidation to SiO₂ or Si(OH)₂, which acts as a solid lubricant. Friction in saline - the formation of tribo- layers Zr(OH)₂ and Ti(OH)₂. Friction at a temperature of ~ 550 °C - formation of regenerating ZrO₂. SiC-Si₃N₄-Si₂N₂O ceramic been produced via HP method with sintering activators. The optimal compositions and the reaction consolidations regime of ceramics with a homogeneous highly dispersed structure and with composite grain boundaries have been established. The effect of formation of metal-like structures in the intergranular layers, which influence the electrophysical and tribological characteristics of ceramics, been revealed. The principle of creating the new functional element based on oxygen-free refractory compounds for high-temperature thermoelectric generators of thermo-EDF and voltage is realized by formation of new phases during in situ high-temperature consolidation. It had been shown that in such dispersed composites at the concentration of the conductor close to the percolation threshold there is a transverse thermo EDF, which is anisotropy of thermal conductivity and results in a transverse temperature difference, and, as a consequence, eddy currents.

Індекс УДК: 544.77, 541,18;620,22;621,762,01

Коди тематичних рубрик НТІ: 31.15.37

6. Науково-технічна продукція (НТП)

НТП 1

Назва продукції (укр): Наноккомпозити на основі SiC і Si₃N₄ з функцією самозаліковування дефектів структури для керамічних вузлів тертя, корозійностійких покриттів і тепловідводів довготривалої експлуатації

Назва продукції (англ): Nanocomposites based on SiC and Si₃N₄ with the function of self-healing of structural defects for ceramic friction units, corrosion-resistant coatings and heat sinks for long-term operation

Очікувані результати: Матеріали

Галузь застосування: D DK 29.14.1 Виготовлення шарикопідшипників і роликових підшипників та їх запчастин D DJ 28.4 Кування, штампування, карбування; порошкова металургія

Опис продукції (укр): Створення наукової концепції керамічних матеріалів з ефектом самозаліковування для вузлів тертя, покриттів, тепловідводів та ін. аплікацій

Соціально-економічна спрямованість НТП: Створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту

Стадія завершеності НТП: Звіт по НДДКР

Впровадження НТП: Не впроваджено

Строки впровадження:

Виробник продукції: ІПМ НАН України

Споживачі продукції:

Перспективні ринки:

Права інтелектуальної власності: Отримано патент

Форми та умови передачі продукції: Спільні НДДКР

7. Бібліографічний опис

А.В. Рагуля, В.М. Крячек, Л.И. Чернышев, Т.В. Гудыменко Материалы на основе нитридов – традиционные и новые решения. – 2018, Кинв: Наукова думка. – 555 с. ISBN:978-966-00-1630-9.

В.В. Скороход, А.В. Рагуля Искро-плазменное спекание керамических материалов и нанокмполитов. – 2018. – Київ: Академперіодика – С414-437. ISBN:978-966-360-370-4

О. Б. Згалат-Лозинский Искро-плазменное спекание системы TiN (оболочка)–Si₃N₄ (нановолокно) / О. Б. Згалат-Лозинский, Н. И. Тищенко, А. В. Рагуля // Порошковая металлургия.-№ 11-12, С. 12-19, 2017

Петухов А.С. Исследование влияния скорости нагрева на процессы искро-плазменного синтеза нанокмполитии TiB₂-TiN Современные проблемы физического материаловедения. – Киев: ИПМ НАНУ, 2017. – Вып. 26. С. 26

Петухов А.С. Термодинамічне дослідження деяких хімічних реакцій при реакційному іскро-плазмовому синтезі багатокомпонентного композиту TiN-ZrN-HfN-TiB₂-ZrB₂-HfB₂ Современные проблемы физического материаловедения. – Киев: ИПМ НАНУ, 2017. – Вып. 26. С. 19

Петухов А.С. Особенности синтеза композитии ZrN-ZrB₂ в условиях искро-плазменного спекания / А.С. Петухов, А.В. Рагуля, А.Ю. Боромянская // Порошковая металлургия. 2019. № 7/8. С. 1–22.

Іценко А.І. Виготовлення і властивості високотемпературних електроізоляційних та термостійких матеріалів на основі нітриду алюмінію / А.І Іценко, Дубовик Т. В., Гребенок Т.П. // Порошковая металлургия.- 2018.- № 5-6. С. 56-61.

Тимошенко Я.Г. Особливості структуроутворення кераміки на основі карбіду титану за участю лігатур з вмістом карбіду, нітриду кремнію та силіцидів заліза / Тимошенко Я.Г., Гадзира М.П., Давидчук Н.К., Пінчук М.О. // «Порошковая металлургия». 2019. № 3/4. С. 80–85.

Пінчук М. О. Дослідження мікроструктури реакційно спеченого карбіду кремнію модифікованого карбідом хрому / М. О. Пінчук. М. П. Гадзира. //«Порошковая металлургия». 2019. № 11/12. С. 71–75.

Давидчук Н.К. Вплив вуглевмісних порошкових композитів (лігатури), отриманих при взаємодії карбідів з металами на структуроутворення та зміцнення сплавів на основі алюмінію / Н.К. Давидчук, М.П. Гадзира, Я.Г. Тимошенко // Міжвузівський збірник "НАУКОВІ НОТАТКИ". Луцьк - 2019. – Випуск № 66.- С. 74-79.

Радченко О. К., Субботін В. І., Луговський Ю. Ф., Іценко А. І. Шаруваті композити із твердих сплавів на основі карбіду титану / Радченко О. К., Субботін В. І., Луговський Ю. Ф., Іценко А. І. // Міжвузівський збірник «НАУКОВІ НОТАТКИ», Луцьк, – 2019. – Випуск № 66.- С. 65-71.

Іценко А. І. Контроль односторонности распределения прочностных характеристик в материалах из нитрида алюминия по результатам акустических измерений / Іценко А. І. Шевченко А.И., Богдан Г.А. // Вчені Записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського Серія: Технічні науки, Том 30, (69), № 3, 2019, Частина 1, С. 51-56.

Згалат - Лозинський О. Б. Трибологічні властивості композитів в системі Si₃N₄ - ZrN - TiN отриманих іскро-плазмовим спіканням / Л. І. Єременко, І. В. Ткаченко, К. Е. Грінкевич, О. Іванченко, А. Зелінський, Г.В. Шпакова, А. Рагуля // Порошкова металлургия – 2021, №9/10, Р.

Пінчук М.О.Високотемпературний матеріал на основі карбіду кремнію. / Пінчук М.О., Гадзира М.П., Іценко А.І.// Патент 134839 Україна: МПК C04B 35/565 (2006.01). № 2470100619; заявл. 13.12.2018; опубл. 10.06.2019. Бюл.№11. 4 с

Тимошенко Я. Г. Шихта для виготовлення конструкційної сталі. / Тимошенко Я. Г. Гадзира М. П., Іценко А. І. //Рішення від 23.09.19 про видачу Патенту України на корисну модель по заявці u201905065.

Давидчук Н. К. Шихта для виготовлення конструкційного матеріалу на основі оксиду алюмінію / Давидчук Н. К., Гадзира М. П., Тимошенко Я. Г., Іценко А. І. // Рішення від 23.09.19 про видачу Патенту України на корисну модель по заявці u201905065.

Тимошенко Я. Г. Шихта для виготовлення конструкційного матеріалу на основі оксиду алюмінію / Тимошенко Я. Г., Гадзира М. П., Іценко А. І // Рішення від 23.09.19 про видачу Патенту України на корисну модель по заявці u201905066.

Гадзира М. П. Шихта для виготовлення піноскла. / Гадзира М. П., Давидчук Н. К., Тимошенко Я. Г., Пінчук М. О., Теплюк О. В., Іценко А. І // Рішення від 14.11.19 про видачу Патенту України на корисну модель по заявці u201907792.

Давидчук Н. К. Шихта для виготовлення конструкційного матеріалу на основі оксиду алюмінію / Давидчук Н. К., Гадзира М. П., Тимошенко Я. Г., Іценко А. І // Патент України № 139698 на корисну модель від 10.01.2020. Бюл. № 01/2020. <https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=265071&chapter=biblio>

Гадзира М. П. Шихта для виготовлення піноскла / Гадзира М. П., Давидчук Н. К., Тимошенко Я. Г., Пінчук М. О., Теплюк О. В., Іценко А. І Патент України № 139529 на корисну модель від 10.01.2020. Бюл. № 01/2020 . <https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=265240>

Ragulya A. Advanced Long-lasting Resource Materials for Transport, Energy, Medicine and Environment Protection. – 2017 – input paper for NMBP Committee, Eurocommission, P.1-12.

Demirskyi D. Ultra-high elevated temperature strength of TiB₂-based ceramics consolidated by spark plasma sintering / Demirskyi D., Borodianska H., Sakka Y., Vasylykiv O. J. Euro. Ceram. Soc. – 2017. – V 37, – P. 393-397. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2016.08.009>.

Петухов А.С. Влияние скорости нагрева на процессы реакционного искро-плазменного спекания нанокмполитов TiB₂/TiN, Петухов А.С., Рагуля А.В. // «Белорусская наука». – Минск, Беларусь. – 2017

O.B. Zgalat-Lozynskyy Spark Plasma Sintering of TiN (Shell)–Si₃N₄ (Nanofiber) System // O.B. Zgalat-Lozynskyy, N.I. Tischenko, A.V. Ragulya Powder Metallurgy and Metal Ceramics 56 (11-12), – 2018 P. 625-632

D. Demirskyi High-temperature flexural strength performance of ternary high-entropy carbide consolidated via spark plasma sintering of TaC, ZrC and NbC / D. Demirskyi, H. Borodianska, T.S. Suzuki, Y. Sakka, K. Yoshimi, O. Vasylykiv // Scripta Mater. – V164, – (2019) – P. 12-16. <https://doi.org/10.1016/j.scriptamat.2019.01.024>

Tymoshenko Y.G. Secondary Silicon Carbide Formed in the Interaction of Nanosized Silicon Carbide with Iron Oxide. // Tymoshenko Y.G, Gadzyra M.P. & Davydchuk N.K. Powder Metall Met Ceram 58, P. 523–528 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11106-020-00106-z>

8. Звітна документація

Кількість сторінок в звіті: 490

Мова звіту: Українська

Умови поширення в Україні: Не заборонено

Умови передачі іншим країнам: Не заборонено

Кількість файлів у звіті: 1

9. Заключні відомості

Перелік осіб-виконавців

Іценко Анатолій Іванович (к. т. н., с.н.с.)

Бородянська Ганна Юліївна (к. ф.-м. н., с.д.)

Гадзира Микола Пилипович (д. т. н., с.н.с.)

Галямін Володимир Борисович

Грінкевич Костянтин Едуардович (к. т. н., старший науковий співробітник)

Давидчук Надія Костянтинівна (к. т. н., с.н.с.)

Дерій Андрій Іванович

Замула Марина Валеріївна

Згалат-Лозинський Остап Броніславович (д. т. н., старший науковий співробітник)

Зяткевич Дмитро Павлович (к. т. н., с.н.с.)

Козак Світлана Іванівна

Колесніченко Валерій Григорович

Кушнір Владислав Володимирович

Лажевський Віктор Опанасович

Манакіна Діана Михайлівна

Пінчук Микита Олександрович

Петровський Віталій Ярославович (д. т. н., професор)

Петухов Олександр Сергійович (к.т.н.)

Похилько Богдан Анатолійович

Рагуля Андрій Володимирович (д.т.н., професор, акад.)

Семенюк Наталія Григорівна

Теплюк Олена Вікторівна

Тимошенко Ярослав Григорович (к. т. н.)

Тищенко Надія Іванівна

Ткаченко Іван Віталійович

Шульженко Володимир Якович

Керівник організації:

Солонін Юрій Михайлович (д. ф.-м. н., акад.)

Керівники роботи:

Рагуля Андрій Володимирович (д. т. н., акад.)

**Керівник відділу реєстрації наукової діяльності
УкрІНТЕІ**



Юрченко Т.А.