

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0221U101167

Державний реєстраційний номер: 0118U002028

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 15-01-2021

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 1

Назва етапу: Еволюція структури та властивостей вакуумно-дугових багатокомпонентних нітридних покриттів.

Початок етапу: 01.2018

Закінчення етапу: 12.2020

Вид звітнього документа: Остаточний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Код за ЄДРПОУ: 02071205

Місцезнаходження: майдан Свободи, буд. 4, м. Харків, Харківський р-н., Харківська обл., 61022, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380577051247

IV. Відомості про співвиконавців ДіР

V. Відомості про замовника ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Міністерство освіти і науки України

Код за ЄДРПОУ: 38621185

Місцезнаходження: просп. Перемоги, буд. 10, м. Київ, Київська обл., 01135, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Кабінет Міністрів України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380444813221

VI. Джерела, напрями та обсяги фінансування ДіР

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

Напрямок фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

7713 - кошти держбюджету

Код програмної класифікації видатків і кредитування (КПКВК): 2201040

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 2700

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Еволюція структури та властивостей вакуумно-дугових багатокомпонентних нітридних покриттів.

Назва роботи англійською:

Evolution of Structure and Properties of Vacuum-Arc Multi-Component Nitride Coatings

Реферат українською:

Об'єктом дослідження були фізичні процеси та явища, що визначають елементний склад, структурно-фазовий стан та фізико-механічні властивості багатоеlementних нітридних покриттів, що сформовані вакуумно-дуговим методом з іонно-плазмових потоків за сильно нерівноважних умов та містять перехідні метали з домішками неметалів, зокрема кремнію. У роботі досліджено закономірності фазо- і структуроутворення та розвинено фізичні уявлення про процеси формування багатокомпонентних нітридних функціональних покриттів, осаджених з одного або двох джерел при вакуумно-дуговому розпорошенні катодів різних складів. Визначено вплив технологічних факторів (тиск в камері, негативний потенціал зміщення на підкладці, склади катодів) та попередньої підготовки підкладок на структурно-фазовий стан та властивості композитів з покриттями. Перевірку отриманих фундаментальних даних про закономірності фазоутворення та еволюцію структури покриттів проведено при випробуваннях різальних пластин PCBN з покриттями різних типів. Сформульовано пропозиції з оптимізації процесу формування плазмових покриттів для застосування при певному термо-баричному та корозійному впливі.

Реферат англійською:

The object of the study were physical processes and phenomena determining the elemental composition, structural-phase state and physical and mechanical properties of multi-element nitride coatings formed by vacuum-arc method with ion-plasma flows with highly non-equilibrium conditions and containing transition metals with impurities of nonmetals, in particular silicon. The paper investigates the regularities of phase and structure formation and develops physical understanding of the processes of formation of multicomponent nitride functional coatings deposited from one or two sources during vacuum arc sputtering of cathodes of different compositions. The influence of technological factors (pressure in the chamber, negative displacement potential on the substrate, cathode deposits) and substrate pretreatment on the structural-phase state and properties of coated composites was determined. Verification of the obtained fundamental data on the phase formation pattern and evolution of the coatings structure was carried out during tests of PCBN cutting inserts with different types of coatings. Suggestions for optimizing the process of plasma coatings formation for application under certain thermo-baric and corrosive influences are formulated.

Індекс УДК: 538.9, 538.9+620.16+620.178

Коди тематичних рубрик: 29.19.03

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Литовченко Сергій Володимирович

Науковий ступінь: д. т. н.

Вчене звання: професор

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

VIII. Наукова (науково-технічна) продукція (НТП)

Назва НТП українською: Фізичні концепції, моделі і методи формування багатоеlementних комбінованих та шаруватих нітридних покриттів з підвищеними твердістю та трибологічними характеристиками.

Назва НТП англійською: Physical concepts, models and methods for creating of multi-element combined and layered nitride coatings with improved hardness and tribological characteristics.

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Методи, теорії

Галузь застосування: 72.19 Дослідження й експериментальні розробки у сфері інших природничих і технічних наук

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: На основі вивчення закономірностей фазо- і структуроутворення при формуванні вакуумно-дугових багатоеlementних комбінованих та шаруватих нітридних покриттів, в тому числі таких, що містять кремній, визначено структурно-фазові стани, що відповідають найвищим механічним властивостям та покращеній термічній стабільності покриттів на основі багатоеlementних високоентропійних сплавів.

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

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу: 01.2018

Закінчення етапу: 12.2020

Споживачі продукції:

Перспективні ринки:

Характер співробітництва з інвестором

Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:

Права, що надаються інвестору після завершення роботи:

Наявність бізнес-плану:

Техніко-економічне обґрунтування:

Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:

Очікуваний термін окупності (років):

Додаткова інформація:

IX. Бібліографічний опис

Монографії та розділи монографій 1. П. Турбин, В. Береснев. Вакуумно-дуговые нанокompозитные покрытия системы (Zr-Ti-Si)N – LAP Lambert Academic Publishing, 2018. – 136 с. <https://www.lap-publishing.com/catalog/details//store/tr/book/978-3-659-64741-3>

2. A. Manokhin, S. Klymenko, V. Beresnev, V. Zakiev, S. Klymenko. To the Question of the Mechanism of the Effect of Coating on the Durability of Tools from PCBN. Lecture Notes in Mechanical Engineering, 2020. Advanced Manufacturing Processes. P. 206-215. (Part of the book series LNME). https://doi.org/10.1007/978-3-030-40724-7_21

3. Structure and Properties of Combined Multilayer Coatings Based on Alternative Triple Nitride and Binary Metallic Layers / O.V. Bondar, A.D. Pogrebnjak, Y. Takeda, B. Postolnyi, P. Zukowski, R. Sakenova, V. Beresnev, V. Stolbovoy. Lecture Notes in Mechanical Engineering 2019 Advances in Thin Films, Nanostructured Materials, and Coatings, Springer, Singapore. 2019, pp. 31-40. (Part of the book series LNME) https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-13-6133-3_3

4. O. Maksakova, A. D. Pogrebnjak, O. Bondar, V. Stolbovoy, Y. Kravchenko, V. Beresnev, P. Zukows. Features of the Microstructure of Multilayered (TiAlSiY)N/MoN Coatings Prepared by CA-PVD and Their Influence on Mechanical Properties. Springer Proceedings in Physics, 2020. № 240, Ch. 11 «Microstructure and Properties of Micro- and Nanoscale Materials, Films, and Coatings». P. 105-116. https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85079668526&doi=10.1007/978-981-15-1742-6_11&partnerID=40

Статті. 5. K.V. Smyrnova, A.D. Pogrebnjak, V.M. Beresnev, S.V. Litovchenko, S. O. Bo-rbaПogrebnjak, A.S. Manokhin, S.A. Klimenko, B. Zhollybekov, A. I. Kupchi-shin, Ya.O. Kravchenko, O.V. Bondar. Microstructure and Physical-Mechanical Properties of (TiAlSiY)N Nanostructured Coatings Under Different Energy Conditions. Metals and Materials International. 2018. V. 24. № 5. P.1024-1035. https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-981-13-6133-3_3

6. V.M. Beresnev, O.V. Sobol, A.D.Pogrebnjak, S.V. Litovchenko, S.A. Klimenko, V.A. Stolbovoy, P.A. Srebniuk, A.S. Manokhin, M.G. Kovaleva, V.Yu. Novikov, A.A. Meilekhov, U.S. Nemchenko, A.E.Barmin, P.V.Turbin. Structure and Me-chanical Properties of TiAlSiY Vacuum-Arc Coatings Deposited in Nitrogen Atmosphere. Inorganic Materials: Applied Research. 2018. V. 9. № 3. P. 410-417. https://link.springer.com/content/pdf/10.1134/978-981-13-6133-3_3

7. И.Ю. Гончаров, Д.А. Колесников, В.Ю. Новиков, М.Г. Ковалева, С.В. Литовченко, Б.А. Мазилин, Д.В. Горох, В.М. Береснев, David Alejandro Diaz Yanez. Исследование влияния состава остаточных газов на твердость, адгезионные свойства и элементный состав покрытий SiC-AlN, нанесенных методом магнетронного распыления. Журнал нано- та електронної фізики. 2018. Т. 10. № 3 03028 (5с). https://jnep.sumdu.edu.ua/download/numbers/2018/3/articles/JNEP_03028.pdf

8. S.V. Lytovchenko, B.A. Mazilin, V.M. Beresnev, V.A. Stolbovoy, M.G. Kova-yova, E.V. Kritsyna, I.V. Kolodiy, O.V. Glukhov, L.V. Malikov. (TiZr)N/(TiSi)N multilayer nanostructured coatings obtained by vacuum arc deposition. Journal of nano- and electronic physics. 2018. V. 10. № 5. 05041 (5 pp). https://jnep.sumdu.edu.ua/download/numbers/2018/5/articles/en/JNEP_05041.pdf

9. Ya.O. Kravchenko, L.E. Coy, B. Peplinska, I. Iatsunskyi, K. Załeski, M. Kempinski, V.M. Beresnev, P. Konarski, S. Jurga, A.D. Pogrebnjak. Nano-multilayered coatings of (TiAlSiY)N/MeN (Me: Mo, Cr and Zr): Influence of composition of the alternating layer on their structural and mechanical properties. Journal of Alloys and Compounds. 2018. V. 767, P. 483-495. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092583881832591X>

10. Azarenkov N.A., Lytovchenko S.V., Semenenko V.E., Styervoyedov N.G. The influence of boron on the kinetics of phase formation, the dislocation structure, and the diffusion parameters of nickel. Problems of Atomic Science and Technology. 2018. № 1 (113). P. 18-23. http://vant.kipt.kharkov.ua/ARTICLE/VANT_2018_1/article_2018_1_18.pdf

11. А.С. Манохин, С.А. Клименко, М.Ю. Копейкина, В.М. Береснев, В.А. Столбовой. Знос інструментів з р-сBN із покриттями (TiAlSiY)N, Mo₂N/CrN. 36. наук праць НТУ «ХПІ», 2018. Сер. «Сучасні технології в машинобудуванні». Вип. 13. С. 33-41. http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/38165/1/STvMS_2018_13_Manokhin_Znos_instrumentiv.pdf
12. А.С. Манохин, В.А. Столбовой, И.М. Закиев, С.А. Клименко, В.М. Береснев, С.Ан. Клименко, А.Г.Найденко, В.И.Закиев, Ю.А. Мельничук, М.Ю. Копейкина. Влияние подготовки режущих пластин из р-сBN под напыление на адгезионную прочность в системе «покрытие-основа» и эксплуатационные характеристики инструмента. 36. наук праць НТУ «ХПІ», 2018. Сер. «Високі технології в машинобудуванні». Вип. 1 (28). С. 98-109. http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/38378/1/VTvMS_2018_1_Manokhin_Vliyan
13. O. V. Maksakova, O. D. Pogrebnjak, V. M. Beresnev. Features of Investigations of Multilayer Nitride Coatings Based on Cr and Zr. *Uspehi Fiziki Metallov*. 2018. Vol. 19. – P. 25-48. <https://ufm.imp.kiev.ua/article/v19/i01/Uspe.Fiz.Met.19.025.pdf>
14. Tribotechnical Properties of (TiZr)N/(TiSi)N Multilayer Coatings with Nanometer Thickness / V.M. Beresnev, S.V. Lytovchenko, D.V. Horokh, B.O. Mazilin, V.A. Stolbovoy, I.N. Kolodiy, D.A. Kolesnikov, V.V. Grudnitsky, P.A. Srebniuk, O.V. Glukhov. *Journ. of nano- and electronic physics*. 2019. Vol. 11. No 5, 05037 (4 pp). https://jnep.sumdu.edu.ua/download/numbers/2019/5/articles/jnep_11_5_05037.pdf
15. Nanostructured Coatings Based on Amorphous Carbon and Gold Nanoparticles Obtained by the Pulsed Vacuum-arc Method / A.Ya. Kolpakov, M.G. Kovaleva, V.M. Beresnev, S.S. Manokhin, A.I. Poplavsky, A.N. Khmara, M.V. Mishunin, M.E. Galkina, J.V. Gerus, M.N. Yapryntsev, V.V. Sirota, O.V. Glukhov. *Journ. of nano- and electronic physics*. 2019. Vol. 11. No 4, 04019 (6 pp). https://jnep.sumdu.edu.ua/download/numbers/2019/4/articles/jnep_11_4_04019.pdf
16. Combined calculation of radiation from large-sized ground RW storage facilities on the basis of monte carlo method / V.G. Rudychev, N.A. Azarenkov, I.O. Girka, D.V. Rudychev, Y.V. Rudychev. *Problems of Atomic Science and Technology*. 2019. № 5 (123), p. 69-74. https://vant.kipt.kharkov.ua/ARTICLE/VANT_2019_5/article_2019_5_69.pdf
17. Structure and mechanical properties of multilayer coatings (TiAlCrY)N/ZrN / V.Yu. Novikov, V.M. Beresnev, D.A. Kolesnikov, O.N. Ivanov, S.V. Lytovchenko, V.A. Stolbovoy, I.V. Kolodiy, A.O. Kozachenko, M.G. Kovaleva, E.V. Kritsyna, O.V. Glukhov. *Problems of Atomic Science and Technology*, 2019. № 2 (120). P. 116-120. https://vant.kipt.kharkov.ua/ARTICLE/VANT_2019_2/article_2019_2_116.pdf
18. Triple sandwich design of multilayered (CrN/ZrN)/(Cr/Zr) hard coating with nanoscale architecture: microstructure and composition / O. V. Maksakova, A. D. Pogrebnjak, G. Yerbolatova, V. M. Beresnev, A.I. Kupchishin, L.S. Bay-moldanova. *Materials Research Express*, 2019. Vol. 6. № 10. 106438 (12 p.). <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/2053-1591/ab4018>
19. Beresnev V.M., Lytovchenko S.V., Mazilin B.O., Horokh D.V., Stolbovoy V.A., Kolesnikov D.A., Kolodiy I.V., Zhanyssov S. Adhesion strength of TiZrN/TiSiN nanocomposite coatings on a steel substrate with transition layer. *Journ. of Nano- and Electronic Physics*, 2020. V. 12. Iss. 4, № 04030. https://jnep.sumdu.edu.ua/download/numbers/2020/4/articles/jnep_12_4_04030.pdf
20. Y. Kravchenko, E. Coy, B. Peplińska, I. Iatsunskyi, K. Załęski, M. Kempinski, V. Beresnev, A. Pshyk, A. Pogrebnjak. Micro-mechanical investigation of (Al₅₀Ti₅₀)N coatings enhanced by ZrN layers in the nanolaminate architecture. *Applied Surface Science*, 2020, V. 534, № 147573. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2020.147573> .
21. O. V. Maksakova, R. F. Webster, R. D. Tilley, V. I. Ivashchenko, B. O. Postolnyi, O. V. Bondar, Y. Takeda, V. M. Rogoz, R. E. Sakenova, P. V. Zukowski, M. Opielak, V. M. Beresnev, A. D. Pogrebnjak. Nanoscale architecture of (CrN/ZrN)/(Cr/Zr) nanocomposite coatings: Microstructure, composition, mechanical properties and first-principles calculations. *Journal of Alloys and Compounds*, 2020. Vol. 831, p. 154808. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2020.154808>

22. O. V. Maksakova, S. Zhanyssov, S. V. Plotnikov, P. Konarski, P. Budzynski, A. D. Pogrebnyak, V. M. Beresnev, B. O. Mazilin, N. A. Makhmudov, A. I. Kupchishin, Ya. O. Kravchenko. Microstructure and tribomechanical properties of multilayer TiZrN/TiSiN composite coatings with nanoscale architecture by cathodic-arc evaporation. *Journal of Materials Science*, 2020, Publ. 01.12.2020. <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10853-020-05606-2>
23. S V. Lytovchenko, V. M. Beresnev, S. A. Klymenko, B. O. Mazilin, M. G. Kova-leva, A. S. Manohin, D. V. Horokh, I. V. Kolodiy, V. U. Novikov, V. A. Stolbovoy, I. V. Doshchechkina, O. V. Gluhov. Effect of Surface Pre-Treatment on Adhesive Strength of Multi-Component Vacuum-Arc Coatings. *East European Journal of Physics*. 2020, No.4, p. 119-126. <https://periodicals.karazin.ua/eejp/article/view/16409/15231>
24. P.V. Turbin, V.M. Beresnev, D.V. Horokh. Properties Evolution of Ion-plasma Coatings on the Base of Transition Metal Nitrides. *Journ. of Nano- and Electronic Physics*, 2020. V.12. Is. 5, p. 05031 (5)
https://jnep.sumdu.edu.ua/download/numbers/2020/5/articles/en/jnep_12_5_05031.pdf
- Доповіді та тези доповідей (матеріали конференцій). 25. С. Манохин, С.А. Клименко, М.Ю. Копейкина, С.Ю. Муковоз, Е.А. Муковоз В.М. Береснев. Изнашивание инструментов из р-сBN с нитридными покрытиями. Современные вопросы производства и ремонта в промышленности и на транспорте : Матер. 18-го Международного научно-технич. семинара, 10–16 февраля 2018 г., г. Брно. – Киев : АТМ України, 2018. С. 173 – 175. <http://www.atmu.net.ua/downloads/archive/sb1-18s.pdf>
26. С.А. Клименко, А.С. Манохин, С.Ан. Клименко, В.М. Береснев. Точение деталей из закаленных сталей резцами, оснащениями композитом на основе кубического нитрида бора с покрытием. Addition for proceedings XXVIII International conference «New leading technologies in machine buldings» Koblevo-Kharkov, Ukraine 2018, 2-8 september. P. 5-6.
27. Литовченко С.В., Береснев В.М., Мазилин Б.А., Горох Д.В. Оценка возможности применения плазменных покрытий для защиты элементов энергетических устройств. XV Міжнарод. наук.-техн. конф. молодих вчених та фахівців «Проблеми сучасної ядерної енергетики», 13 – 15 листопада 2019 р.: тез. доп.– Харків : Фінарт, 2019. – с. 42. https://ukrns.org/images/activity/2019/2019__isbn.pdf
28. B.O Mazilin, S.V. Lytovchenko, V.M. Beresnev, D.V. Gorokh, I.A. Podcher-nyaeva. Influence of Ceramic Coating Formation Conditions on the Properties of AlN-SiC and AlN-SiC-TiB₂ Systems. VIII National Student Scientific Conference on Physics and Engineering Technologies with international participation, 31 october – 1 november 2019, Plovdiv, Bulgaria : Book of Abstracts – Plovdiv University “Paisii Hilendarski”, 2019. – P. 27. [https://nscp.uniplovdiv.bg/files/2019/NSCP%202019%20-%20Book%20of%](https://nscp.uniplovdiv.bg/files/2019/NSCP%202019%20-%20Book%20of%20)
29. B.O. Mazilin, S.V. Lytovchenko, V.M. Beresnev, D.V. Horokh. Structure and Properties of AlN-SiC Coatings Obtained by Magnetron Sputtering. The International research and practice conference “Nanotechnology and nanomaterials” (NANO-2019). Abstract Book of participants of the International Summer School and International research and practice conference, 27 – 30 August 2019, Lviv. Ed. By Dr. Olena Fesenko. – Kiev: LLC “Computer-publishing, information center”, 2019. – P. 378.
- Патент 30. Патент України на винахід № 120712 Україна. МПК C23C 14/06; Різальний інструмент на основі кубічного нітриду бору з двошаровим покриттям. С.А. Кліменко, В.М. Береснев, А.С. Манохін, М.О. Азаренков, С.В. Литовченко, П.А. Сребнюк, А.Г. Найдено, О.С. Маковицький, Ю.Є. Рижов, О.І. Когай. Опубл. 27.01.2020, Бюл. № 2.
<https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=265321&chapter=description>
- Навчальний посібник 31. П.І. Стоєв, С.В. Литовченко, І.О. Гірка, В.Т. Грицина. Хімічна корозія і захист металів : навчальний посібник – Харків : ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2020. – 216 с.

Х. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Катрич Віктор Олександрович

Перелік осіб-виконавців

Береснев Вячеслав Мартинович

(д. т. н.)

Горох Денис Валерійович

Гречко Ярослав Олегович

Мазілін Богдан Олександрович

Сребнюк Павло Анатолійович

(к. т. н.)

Чишкала Володимир Олексійович

(к. т. н.)

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Виноградова С.І.

Телефон

+38 (097) 800-36-99

Реєстратор

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

