Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0517U000426

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 14-06-2017

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Погорелов Олександр Євгенович
2. Pogorelov Alexander Eugenovich

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор наук

Аспірантура/Докторантура: ні

Шифр наукової спеціальності: 01.04.07

Назва наукової спеціальності: Фізика твердого тіла

Галузь / галузі знань: Не застосовується

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 30-05-2017

Спеціальність за освітою: 7.070201

Місце роботи здобувача: Інститут металофізики ім. Г.В.Курдюмова НАН України

Код за ЄДРПОУ: 05417331

Місцезнаходження: 36, бульвар Вернадського, 03142, Київ

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 26.168.02

Повне найменування юридичної особи: Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України

Код за ЄДРПОУ: 05417331

Місцезнаходження: бульв. акад. Вернадського, 36, м. 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 металофізики ім. Г.В.Курдюмова НАН України

Код за ЄДРПОУ: 05417331

Місцезнаходження: 36, бульвар Вернадського, 03142, Київ

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації:

Коди тематичних рубрик: 29.19

Тема дисертації:

1. Транспортні процеси в твердому тілі в нерівноважних умовах збудження термічним імпульсом

2. Transport processes in solids under nonequilibrium conditions of excitation by a thermal pulse

Реферат/анотація:

1. В твердому тілі досліджено транспортні процеси, що проявляються, як спрямоване перенесення маси, структурно залежне теплоперенесення та виникнення електричного потенціалу в металах в умовах нерівноважного стану, викликаного тепловим імпульсом від джерел різного фізичного походження (лазер, електричний та жевріючий розряди). Встановлено критерії, за яких вказані процеси відбуваються в твердій фазі. Один з них - критерій нестаціонарності, що є зворотно пропорційним температуропровідності речовини, яка локально збуджується тепловим імпульсом, дозволяє визначати час, за який введена в тверде тіло енергія не встигає релаксувати механізмами теплопровідності. Такий підхід дозволив чітко розділити режими імпульсного теплового впливу на речовину для створення в ній: нерівноважного та квазірівноважного стану, який застосовувався для отримання ряду характеристик твердого тіла. Показано, що за нерівноважного стану в твердому тілі розвиваються термодеформаційні процеси, які сприяють генерації і спрямованому руху структурних дефектів, внаслідок їх взаємодії з полем напружень. Вказано на визначну роль дислокацій, які рухаються, у всіх встановлених експериментально транспортних процесах.

Зокрема, масоперенесення викликано захопленням міжвузлового атому ядром крайової дислокації і транспортуванням його на макроскопічні глибини в межах, що визначаються енергією їх взаємозв'язку та наявністю стоків. Запропонована дислокаційно-міжвузлова модель масоперенесення ретельно проаналізована з залученням модифікованого рівняння Френкеля-Конторової та методу молекулярної динаміки і доведено відповідність моделі експериментальним даним. Теплоперенесення виявляється сильно залежним від ступеню нерівноважності і проявляється в розсіянні фононів на дислокаціях, в залежності від ступеню їх рухливості та напрямків розповсюдження теплового потоку та дислокацій. Наявність такого зв'язку підтверджена експериментально в оригінальному експерименті з застосуванням теплового зондування зразків за методом Паркера: в нестаціонарному режимі збудження зафіксовано більш швидке розповсюдження температури в напрямку руху структурних дефектів. Виникнення електричного потенціалу в імпульсно збудженому металі зумовлене механізмами електрон-фононної взаємодії з утворенням квазічастинок (поляронів) локалізованими пружним полем дислокації електронами. Визначна роль дислокацій в цьому процесі підтверджена експери-ментально в фольгах з різним структурним станом - полікристалічній (Mo) та аморфній (Fe74,5Si13,5B8Cu1Nb3). Запропоновано загальну схему транспортних процесів, що відбуваються в твердому тілі, збудженому термічним імпульсом, яка дає чітке уявлення про перебіг спостережуваних експериментально явищ. На підґрунті отриманих фундаментальних здобутків розроблено нові методи впливу на тверді тіла, що являли собою атомні і молекулярні кристали та піддавались структурній модифікації під впливом лазерного опромінення, електричного розряду та бомбардуванню іонами в жевріючому розряді. В роботі продемонстровано ряд оригінальних розробок з лазерного твердофазного легування Ti рутенієм та Al хромом (за межею їх взаємної розчинності). Хіміко-термічним обробленням металів в активованій лазером плазмі жевріючого розряду продемонстрована можливість застосування фотон-іонної взаємодії з використанням багатофотонної іонізації. Показана перспективність створення ендометалофулеритних сполук типу Ni@C60 і Cd@C60 термічним відпалом та бомбардуванням іонами в жевріючому розряді. Окрема увага приділена застосуванню імпульсного теплового збудження в квазістаціонарному режимі для експрес вимірювань теплофізичних характеристик твердих тіл та оцінки адгезійних властивостей покриттів і багатошарових плівкових структур. Більша частина представлених розробок захищена авторськими свідоцтвами та патентами України.

2. The transport processes in a solid are investigated. These processes manifest themselves as directed transfer of mass, structurally dependent heat transfer and electric potential appear-ance in metals in nonequilibrium conditions caused by heat pulse from different sources of physical origin (laser, electric and glow discharges). The criteria under which these processes occur in the solid phase are established. One of them is a criterion of nonstationarity, which is inversely proportional to the thermal diffusivity of a substance, locally excited by thermal impulse. It enables us to determine the time during which the energy introduced into the solid is not relaxed by mechanisms of thermal conductivity. This approach made it possible to clearly separate the regimes of pulsed thermal action on a substance to create in it a nonequilibrium state and a quasi-equilibrium state used to determine a number of characteristics of a solid. It is shown that the nonequilibrium state in a solid is caused by thermal deformational processes that promote generation and directed movement of structural defects as a result of their interaction with the stress field. The determining role of moving dislocations in all experimentally established transport processes is indicated. In particular, mass transfer is caused by the entrainment of an interstitial atom by the core of an edge dislocation and transporting it to macroscopic depths within the limits determined by the energy of their interaction and the presence of drains. The proposed dislocation-interstitial model of mass transfer has been subjected to careful analysis with the use of the modified Frenkel-Kontorova equation and the molecular dynamics method. The model is proven to be consistent with the experimental data. The modification consisted of introducing into the equation terms that took into account the presence of an interstitial atom bound to the nucleus of the kink (dislocation) and the imaginary neighbouring atomic series, as well as the external force acting on the kink with the interstitial atom moving together, and the drains in the path of their motion. Heat transfer turned out to be strongly de-pendent on the degree of nonequilibrium and is manifested in the scattering of phonons by dislocations, depending on the degree of their mobility and the

direction of propagation of the heat flow and dislocations. The presence of such a connection was confirmed experimentally in the original study using thermal probing of samples by the Parker method: in a nonstationary excitation regime, a higher velocity of temperature propagation in the direction of the motion of structural defects was recorded. The appearance of the electric potential in a pulse excited metal is due to the mechanisms of electron-phonon interaction with the formation of quasiparticles (polarons) - electrons localized by the elastic field of dislocation. The determining role of dis-locations in this process was confirmed experimentally in foils with different structural states - polycrystalline (Mo) and amorphous (Fe74,5Si13,5B8Cu1Nb3). A generalized scheme of transport processes occurring in a solid excited by a thermal pulse is offered. It gives a clear idea of the course of the observed phenomena. On the basis of the obtained fundamental achievements, new methods of influencing solids, which were atomic and molecular crystals, were developed. These solids were subjected to structural modification under the influence of laser irradiation, electric discharge and ion bombardment in a glow discharge. A number of original developments on laser solid-phase alloying of Ti with ruthenium and Al with chromium (outside their mutual solubility) have been demonstrated. The possibility of applying a photon-ion interaction using multiphoton ionization is demonstrated by the use of chemical heat treatment in laser-activated glow discharge plasma. The possibility of creating Me@Cn-type compounds like Ni@C60 and Cd@C60 by thermal annealing and ion bombardment in a glow discharge is shown. Special attention is paid to the use of pulsed thermal excitation in a quasi-stationary mode for rapid measurements of the thermo-physical characteristics of solids and evaluation of the adhesion properties of coatings and multilayer film structures. A significant part of the presented developments is protected by copyright certificates and patents of Ukraine.

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 ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації:

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Мазанко Володимир Федорович
2. Mazanko Volodymyr Fedorovich

Кваліфікація: д.т.н., 01.04.13, 01.04.13

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Крупа Микола Миколайович

2. Крупа Микола Миколайович

Кваліфікація: д.ф.-м.н., 01.04.07, 01.04.07

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Брижик Лариса Свиридівна

2. Брижик Лариса Свиридівна

Кваліфікація: д.ф.-м.н., 01.04.07, 01.04.07

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Запорожець Тетяна Василівна

2. Запорожець Тетяна Василівна

Кваліфікація: д.ф.-м.н., 01.04.07, 01.04.07

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради Татаренко Валентин Андрійович

Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні Татаренко Валентин Андрійович

Відповідальний за підготовку облікових документів

Реєстратор

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності Юрченко Т.А.