Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0521U100062

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 15-01-2021

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Гончаренко Анатолій Володимирович
2. Goncharenko Anatolii Volodymyrovych

Кваліфікація: к. ф.-м. н., 01.04.10

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор наук

Аспірантура/Докторантура: так

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: 24-12-2020

Спеціальність за освітою: фізика

Місце роботи здобувача: Інститут фізики напівпровідників імені В. Є. Лашкарьова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05416952

Місцезнаходження: пр. Науки, буд. 41, м. Київ, Київська обл., 03028, 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 26.199.01

Повне найменування юридичної особи: Інститут фізики напівпровідників імені В. Є. Лашкарьова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05416952

Місцезнаходження: пр. Науки, буд. 41, м. Київ, Київська обл., 03028, 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 фізики напівпровідників імені В. Є. Лашкарьова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05416952

Місцезнаходження: пр. Науки, буд. 41, м. Київ, Київська обл., 03028, Україна

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. Розвиток техніки гомогенізації розупорядкованих середовищ і фотонних кристалів

2. Development of homogenization techniques of disordered media and photonic crystals

Реферат/анотація:

1. Узагальнено феноменологічні теорії Максвелла-Гарнетта та Бруггемана з урахуванням ефектів несферичності, а також диференціальну Бруггеманівську теорію ефективного середовища на випадок довільної розмірності. У рамках теорії Максвелла-Гарнетта показано, як слабка несферичність впливає на ефективну кубічну нелінійну сприйнятливість гетеросистеми. Розглянуто деякі практичні застосування феноменологічних теорій для опосередкованого визначення ефективної діелектричної проникності та ефективної поляризовності за допомогою результатів експериментальних вимірювань. Аналізується симетричне рівняння Бруггемана, узагальнене шляхом введення форморозподілених умовних розсіювачів, що складає основу нового концептуального підходу в рамках теорії ефективного середовища. Досліджено вплив функції розподілу за формою на ефективну діелектричну проникність. Розглянуто взаємозв'язок теорії протікання та теорії ефективного середовища. Цей взаємозв'язок продемонстровано на прикладі

напівнеперервних металевих плівок, напилених на діелектричну підкладинку, та Бруггеманівських композитів з урахуванням ефектів форми. Показано, як розподіл умовних розсіювачів за формою може впливати на поріг протікання в Бруггеманівських композитах. Крім того, показано, як поводить себе сила Казиміра, що діє між двома композитними пластинами, в околі порогу протікання. Продемонстровано розвиток теорії гомогенізації з використанням аналітичного подання Бергмана-Мілтона. Розглянуто, зокрема, функцію спектральної густини для рівняння Ліхтенекера та у формі бета-розподілу. Подання Бергмана-Мілтона узагальнене на випадок трифазних гетеросистем, що містять включення типу " ядро-оболонка", на прикладах показано, як це узагальнення може бути застосоване для вивчення біоклітин. Запропоновано концепцію проектування метаматеріалів з розширеною робочою смугою, в межах якої досягаються бажані діелектричні чи оптичні властивості (аномально низька чи висока діелектрична проникність, сильно поглинаючі метаматеріали та смугові фільтри). З цією метою розглянуто 1d, квазі-1d метаматеріали, а також нанокомпозити на основі наносфер, наносфероїдів і куль з оболонкою. Проаналізовано напіваналітичний метод гомогенізації періодичних гетероструктур з використанням представлення довгохвильової ефективної діелектричної проникності в оберненому просторі за допомогою тензора мезоскопічної діелектричної проникності. Досліджено переваги, недоліки та межі застосовності методу. Розглянуто одновимірні метаматеріали (надгратки) з врахуванням ефектів нелокальності за наявності повної компенсації діелектричних втрат, що досягається внаслідок присутності підсилюючих компонентів (барвники, напівпровідникові квантові ями чи квантові точки, стекла, леговані йонами рідкоземельних металів). Встановлено, за яких умов можливе досягнення аномально високого і аномально низького показника заломлення. Аналізується поведінка фазової і групової швидкості світла і передбачено ефект ультраповільного світла в таких ММ. Отримано наближений аналітичний розв’язок дисперсійного рівняння для моди поширення, точність якого перевищує точність раніше відомих аналітичних розв’язків. Результати дисертаційної роботи можуть бути використані для коректної інтерпретації результатів експерименту, для здобуття інформації про складові гетеросистем, для проектування нових матеріалів і структур з бажаними фізичними властивостями та приладів на їх основі.

2. The phenomenological theories of Maxwell-Garnett and Bruggeman taking into account the effects of nonsphericity, as well as the differential Bruggeman theory of the effective medium in the case of arbitrary dimension are generalized. Within the framework of the generalized Maxwell-Garnett theory, it has been shown how weak nonsphericity affects the effective cubic nonlinear susceptibility of a heterosystem. In addition, some practical applications of phenomenological theories for indirect determination of the effective permittivity and effective polarizability using the results of experimental measurements are considered. The symmetric Bruggeman equation, generalized by the introduction of shape-distributed conditional scatterers, is analyzed, that forms the basis of a new conceptual approach within the effective medium theory. The effect of the shape distribution function on the effective permittivity is studied. The relationship between the percolation theory and effective medium theory is considered. This relationship is demonstrated by the examples of semi-continuous metal films deposited on a dielectric substrate and Bruggeman composites, taking into account the effects of shape. It is shown how the distribution of conditional scatterers in shape can affect the percolation threshold in Bruggeman composites. In addition, it is shown how the Casimir force acting between two composite plates behaves in the vicinity of the percolation threshold. The development of the homogenization theory using the Bergman-Milton analytical representation is demonstrated. In particular, the spectral density function for the Lichtenecker equation and in the form of a beta distribution is considered. The Bergman-Milton representation is generalized to the case of three-phase heterosystems containing "core-shell" inclusions, and specific examples show how this generalization can be applied to the study of biological cells. The concept of designing metamaterials with an extended bandwidth, within which the desired dielectric or optical properties are achieved (extraordinary low or high permittivity, strongly absorbing metamaterials and bandpass filters) is proposed. For this purpose, one-dimensional, quasi-one-dimensional metamaterials, as well as nanocomposites based on nanospheres, nanospheroids and shelled spheres are considered. The semianalytic technique of homogenization of periodic heterosystems in terms of the reciprocal space representation of a mesoscopic permittivity tensor is analyzed. The

advantages, disadvantages, as well as limits of applicability of the technique are considered. Taking into account the effects of nonlocality, one-dimensional metamaterials (superlattices) are considered under the condition of dielectric loss compensation, which is achieved due to the presence of gain constituents, such as dyes, semiconductor quantum wells or quantum dots, glass doped with rare earth ions. It is shown how both an extraordinary high and extraordinary low refractive index can be achieved. The behavior of the phase and group velocity of light in heterosystems under study is analyzed. An approximate analytical solution to the dispersion equation for the propagation mode, which is superior to existing solutions, has been derived. The results of this work can be used to correctly interpret experimental data, to retrieve needed information about heterosystem constituents, as well as to design new materials and structures with on-demand physical properties and corresponding devices

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. Венгер Євген Федорович
2. Venger Evgen Fedorovych

Кваліфікація: д. ф.-м. н., 01.04.10

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. Венгер Євген Федорович

2. Venger Evgen Fedorovich

Кваліфікація: д. ф.-м. н., 01.04.10

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. Горбик Петро Петрович

2. Horbyk Petro Petrovych

Кваліфікація: д.ф.-м.н., 01.04.07, 01.04.18

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. Скришевсткий Валерій Антонович

2. Skryshevsky Valeriy Antonovych

Кваліфікація: д. ф.-м. н., 01.04.10

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. Фітьо Володимир Михайлович
2. Fitio Volodymyr Mykhailovych

Кваліфікація: д. ф.-м. н., 01.04.05

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 — Бєляєв Олександр Євгенович

Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні — Індутний Іван Захарович

Відповідальний за підготовку облікових документів

Реєстратор

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