Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0518U000642

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 02-07-2018

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Рибін Олег Миколайович
2. Rybin Oleg

Кваліфікація: к. ф.-м. н., 01.04.03

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор наук

Аспірантура/Докторантура: ні

Шифр наукової спеціальності: 01.04.03

Назва наукової спеціальності: Радіофізика

Галузь / галузі знань: Не застосовується

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 07-06-2018

Спеціальність за освітою: радіофізика та електроніка

Місце роботи здобувача: Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Код за ЄДРПОУ: 02071205

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

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): Д 64.051.02

Повне найменування юридичної особи: Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Код за ЄДРПОУ: 02071205

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

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

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

Повне найменування юридичної особи: Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Код за ЄДРПОУ: 02071205

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

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації:

Коди тематичних рубрик: 29.35.19

Тема дисертації:

1. Двокомпонентні метаматеріали і мікросмужкові антени на їх основі.

2. Two-Component Metamaterials and Patch Antennas on Them.

Реферат/анотація:

1. Дана дисертація присвячена теоретичному й експериментальному дослідженню ефективних електродинамічних властивостей двокомпонентних метало-діелектричних метаматеріалів у надвисокочастотному (НВЧ) діапазоні, а також створенню концепції мініатюризації мікросмужкових прямокутних антен НВЧ-діапазону з підкладками на основі зазначених метаматеріалів із поліпшеними характеристиками ближнього і далекого полів. Перший розділ присвячений огляду літератури за темою дисертації та обґрунтуванню вибору напрямку дослідження, його мети, а також завдань, які необхідно розв'язати для досягнення мети. Другий розділ дисертації присвячений створенню теорії ефективного середо-вища для безмежного ізотропного діелектрика з періодично вбудованими в нього немагнітними металевими включеннями циліндричної і сферичної форми. Уперше отримані мікрохвильові наближення для ефективних електромагнітних відгуків для таких композитних середовищ. Уперше показано, що в НВЧ-діапазоні ці композитні середовища мають приріст ефективної відносної діелектричної проникності і діамагнітну ефективну відносну магнітну проникність, а також володіють низькими як діелектричними, так і

магнітними втратами. Уперше дано фізичне пояснення явища приросту ефективної відносної діелектричної проникності та явища діамагнітної ефективної відносної магнітної проникності для розглянутих в даному розділі безмежних немагнітних мета матеріалів. Третій розділ дисертації присвячений експериментальному підтвердженню теорії, створеної у другому розділі. З цією метою було виготовлено композитні матеріали у вигляді діелектричних матриць паралелепіпедної форми з періодично вбудованими в них металевими включеннями циліндричної форми. Також даний розділ присвячений вимірюванням ефективних проникностей таких метаматеріалів. У розділі розроблений і практично апробований новий та недорогий метод вимірювання ефективних проникностей метаматеріалів. Четвертий розділ дисертації присвячено аналітичному дослідженню в НВЧ-діапазоні ефективних електродинамічних параметрів шаруватих метал-діелектричних композитів та розробці чисельно-аналітичного алгорітму пошарової декомпозиції плоских композитних/метаматеріальних середовищ. Показано, що плоскі метало-діелектричні композитні середовища характеризуються приростом дійсної частини ефективної відносної діелектричної проникності і діамагнітною дійсною частиною ефективної відносної магнітної проникності, причому дані ефекти виявляються сильнішими, якщо в композиті можна виділити елементарну комірку, тобто якщо композит є метаматеріалом. П'ятий розділ присвячено створенню теорії ефективного середовища для безмежного ізотропного діелектрика з періодично вбудованими в нього феромагнітними металевими включеннями циліндричної і сферичної форм, намагнічений повністю або частково під дією зовнішнього постійного магнітного поля. Уперше отримані тензори ефективної магнітної проникності для таких магнітних метаматеріалів. Уперше показано, що метаматеріали в НВЧ-діапазоні мають такі властивості: як при частковому, так і при повному намагнічуванні включень, в залежності від напрямку розповсюдження ЕМ-хвилі, у розглянутих метаматеріальних середовищах виявляються ефекти, що супроводжуються: а) приростом дійсної частини ефективної відносної магнітної проникності; б) ультранизькими значеннями дійсної частини ефективного коефіцієнта заломлення; в) негативними значеннями дійсної частини ефективної відносної магнітної проникності; г) тангенс кута магнітних втрат може сильно коливаться. У даному розділі також уперше отримано умова відсутності втрат у слабкому полі для розглянутих магнітних метаматеріалів. Уперше показано, що при різних значеннях зовнішнього постійного магнітного поля дані магнітні метаматеріали можуть замикати проходження монохроматичних компонентів НВЧ-хвилі, забезпечувати її повне проходження в заданому діапазоні частот або інвертувати її фазу. Шостий розділ дисертації присвячено розробці принципів мініатюризації мікросмужкових прямокутних антен НВЧ-діапазону з подальшим поліпшенням характеристик ближнього та далекого полів таких антен. Уперше показано, що можна домогтися суттєвої мініатюризації профілю прямокутної мікросмужкової антени і поліпшення її коефіцієнта посилення за потужністю і коефіцієнта корисної дії при використанні в якості підкладки метама-теріалів або композитів з приростом ефективної відносної діелектричної проникності і/або ефективної відносної магнітної проникності. Причому, поліпшення даних параметрів антен також відбувається при збільшенні кількості метаматеріальних шарів у випадку композитних підкладок, при збереженні об'ємного профілю антени. У даному розділі вперше отримані основні співвідношення між резонансною частотою хвилі і бажаною товщиною метаматеріальної підкладки антени в припущенні мінімально можливого об'ємного профілю антени з немагнітною підкладкою з приростом ефективної відносної діелектричної проникності.

2. The dissertation is dedicated to the theoretical and experimental investigation of the effective properties of two-component metal-dielectric metamaterials as well as the principles of miniaturization of microwave patch antennas on the metamaterials and improving the far near and field parameters of such antennas. First chapter is dedicated to the reference review regarding the topic of the dissertation as well as the substantiation of choice of the topic. Second chapter is dedicated to the creation of effective medium theory for unbounded isotropic dielectric with periodic embedded non-magnetic metal inclusions of cylindrical and spherical shape. Microwave approximations for tensors of the both effective relative permittivity and effective relative permeability are obtained for the first time for the mentioned composite media. It is shown for the first time that the considered metamaterial media possess the enhancement of effective relative permittivity and diamagnetic effective relative

permeability in the microwave frequency range as well as they have low dielectric and magnetic losses in the microwave frequency range. Physical interpretation of the phenomenon of enhancement of the effective relative permittivity of non-magnetic metamaterials considered as well as their diamagnetic relative permeability in this chapter is made for the first time. Third chapter is dedicated to the experimental confirmation of the theory created in the second chapter. In order to do that the metamaterial samples were fabricated. The metamaterials as dielectric matrices of parallelepiped form with periodical imbedded metal inclusions of cylindrical shape. The measurements of the effective relative permittivity and permeability of metamaterials were performed in this chapter as well as the description of a cheap measurement method. Fourth chapter is dedicated to the creating of hybrid method of layer-wise decomposition of slab metamaterial media in the direction perpendicular to the lateral sides of metamaterial media. It is shown that flat metaldielectric composites can have the enhancement of ef-fective relative permittivity and diamagnetic effective relative permeability in the microwave frequency range. Moreover, the last phenomena are strongest if the above composites are metamaterials. Fifth chapter is dedicated to the creation of effective medium theory for unbounded isotropic dielectric with periodic embedded ferric inclusions of cylindrical and spherical shape. It is assumed that the inclusions are fully or partially magnetized by an external bias dc magnetic field. Microwave approximation for tensor of the ef-fective relative permeability is obtained for the first time for the mentioned composite media. It is shown for the first time that the considered metamaterials possess in the microwave frequency range the next properties: independently on the magnetization level, the magnetic metamaterials reveal three different phenomena subject to the direction of wave propagation: a) enhancement of the effective relative permeability; b) ultra-low refractive index; c) negative values of the effective relative permeability; d) the magnetic loss can seriously alter in the microwave frequency range. It is also obtained in this chapter for the first time the conditions of absence of low-field losses are obtained for the considered magnetic metamaterials. It is obtained for the first time that the considered magnetic metamaterials can block the microwave monochromatic wave propagation or can fully transmit the microwave monochromatic wave or can transmit the microwave monochromatic wave with inverting its phase subject to the value of dc bias magnetic field. Sixth chapter is dedicated to the creation of principles of the miniaturization of microwave patch antennas with improved near/far field parameters. It is shown for the first time that a considerable miniaturization of profile of a microwave patch antenna with an improvement of power gain and efficiency by using metamaterial/layered composite substrates with enhancement in the effective relative permittivity and/or permeability. Moreover, the larger number of layers the better im-provement of power gain and efficiency if the volume profile is kept unchanged. The basic relation between the resonant frequency and desired thickness of metamaterial/composite substrate is obtained in this chapter for the first time in assuming that maximum miniaturization of the volume profile is achieved for a microwave patch antenna with non-magnetic substrate with enhanced effective relative permittivity.

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. Шульга Сергій Миколайович
2. Shulga Sergey

Кваліфікація: д. ф.-м. н., 01.04.03

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. Шульга Сергій Миколайович
2. Shulga Sergey

Кваліфікація: д. ф.-м. н., 01.04.03

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. Прокопенко Юрій Володимирович
2. Prokopenko Yuriy

Кваліфікація: д. ф.-м. н., 01.04.03

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. Куриляк Дозислав Богданович
2. Kuryliak Dozyslav

Кваліфікація: д. ф.-м. н., 01.04.03

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. Просвірнін Сергій Леонідович
2. Prosvirnin Sergey Leonidovych

Кваліфікація: д. ф.-м. н., 01.04.03

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	Шульга Сергій Миколайович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Чорногор Леонід Феоктистович
Відповідальний за підготовку облікових документів	
Реєстратор	
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Т.А.