

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора физико–математических наук Савельева-Трофимова Андрея Борисовича на диссертационную работу Булгаковой Владиславы Витальевны «**Генерация пикосекундных импульсов тока и терагерцового излучения в новых фотопроводящих средах**», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19. Лазерная физика

Актуальность избранной темы

Исследование, выполненное Булгаковой В. В. в рамках диссертационной работы, направлено на развитие источников терагерцового и сверхширокополосного СВЧ – излучения. Проведенные исследования по генерации терагерцового излучения в фотопроводящих антеннах представляют большой интерес для создания новых источников широкополосного терагерцового излучения с возможностью потенциального применения в спектроскопии, биомедицине, системах безопасности и задачах неразрушающего контроля веществ. Разработанный источник сверхширокополосных электромагнитных импульсов также может найти свое применение для решения широкого класса фундаментальных и прикладных задач, таких как визуализация объектов, защищенная радиосвязь, геолокация, зондирование поверхности Земли и т.д.

Содержание работы

Работа изложена на 105 страницах и состоит из введения, 3 глав, заключения и списка литературы, включающего 148 источников. Диссертационная работа иллюстрирована 29 рисунками.

Во введении к научно-исследовательской работе описывается общее состояние исследований по генерации терагерцового излучения и актуальность данных исследований. Показано, что, несмотря на существование различных типов терагерцовых источников, генерация терагерцового излучения широкоапертурными фотопроводящими антеннами представляет интерес для множества современных применений, например таких как, ионизация ридберговских атомов и высокочастотная генерация.

В основной части научно-исследовательской работы изложены ключевые результаты исследования. Получена генерация терагерцового излучения фотопроводящими антеннами на основе новых материалов, ранее не используемых для данной задачи. Для исследуемых материалов определены значения плотности энергии насыщения, и на основании этого рассчитаны подвижности носителей заряда. Для фотопроводящих антенн на основе искусственных (моно- и поликристаллических) алмазов выявлена тесная корреляция между уровнем легирования и величиной плотности энергии насыщения. Доказана эффективность легирования как средства управления работой алмазных излучателей. Более того, в работе показана генерация в ближней зоне рупорной антенны наносекундных импульсов с фронтом нарастания порядка десятков пикосекунд, что представляет интерес для задач радиофотоники и тестирования приборов и детекторов.

Научная новизна работы

Научная новизна работы определяется исследованием и оценкой применимости новых материалов для фотопроводящих терагерцовых антенн, а также разработкой рупорной антенны, как нового источника в субтерагерцовом диапазоне спектра.

Достоверность основных результатов

Достоверность экспериментальных результатов, представленных в работе, определяется применением хорошо известных схем и методов для измерения параметров исследуемых объектов и терагерцового излучения. Достоверность численных расчетов основывается на применении пакета программ, являющегося стандартом де-факто в вычислительной физике.

Опубликование и представление результатов диссертации

Результаты диссертационной работы опубликованы в 7 печатных работах в рецензируемых научных журналах из списка ВАК и в 6 тезисах конференций. В том числе запатентованы две полезные модели. Основные результаты диссертационной работы были представлены и обсуждены на Всероссийских и международных конференциях.

Замечания

К диссертации имеются замечания:

1. В представленных в работе результатах энергии составляют, в лучшем случае, наноджоули при весьма значительных размерах излучающих элементов (несколько миллиметров и более). При этом не обсуждается диаграмма направленности такого излучателя. Поэтому возникает естественный вопрос: какую часть излученной энергии измеряет ячейка Голея? Повышение энергии автор, очевидно, связывает с формированием решеток таких излучателей. Какие габариты антенн реалистичны? Что это даст с точки полной энергии (хотелось бы получить сравнение с имеющимися подходами)? Наконец, возможна ли фазировка отдельных излучателей и формирование значительно более узкой, управляемой диаграммы направленности?
2. В защищаемых положениях и тексте работы очень часто встречается термин «широкоапертурная антенна», однако в диссертации таковых антенн не создавалось и они не изучались. Поэтому защищаемые положения требуют корректировки.
3. Не совсем ясно, каким образом (в каком пределе) из формулы (1.8) следует формула (1.9).
4. Возможно, подвижность носителей можно было бы измерить более простым методом, а уже затем проводить измерение генерации терагерцового излучения?
5. Автору следовало бы отметить, что импульс излучения (в части работы, связанной с рупорной антенной) имеет столь крутой передний фронт исключительно в ближней зоне этого рупора. Это важно и с точки зрения физики процессов и с точки зрения возможных применений.
6. В тексте автореферата термин плотность энергии насыщения (фигурирующий в большинстве защищаемых положений и имеющий не совсем тривиальный смысл)

не раскрывается. Это существенно затрудняет, на наш взгляд, прочтение защищаемых положений.

7. Диссертационная работа, как и автореферат, не свободны от опечаток. Кроме того, в работе не приводится погрешность измерения или оценки ни для одной измеренной автором величины, а число значащих цифр после запятой явно завышено.

С учетом сделанных замечаний, степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, вполне достаточна. Достоверность полученных данных не вызывает сомнений, новизна результатов подтверждается опубликованием в хороших рецензируемых журналах.

Заключение

Диссертационная работа Булгаковой Владиславы Витальевны «Генерация пикосекундных импульсов тока и терагерцового излучения в новых фотопроводящих средах» является законченной научно-квалифицированной работой, которая выполнена на хорошем научном и инженерном уровне и соответствует требованиям новизны, научно-практической значимости и достоверности, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук в соответствии с действующим «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденном постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24 сентября 2013 г.

Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.3.19. Лазерная физика. Считаю, что автор диссертации Булгакова Владислава Витальевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19. Лазерная физика.

Официальный оппонент:

Савельев-Трофимов Андрей Борисович,
профессор, доктор физико-математических наук по специальности 01.04.21 - Лазерная физика по физико-математическим наукам, профессор физического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова.

Почтовый адрес: 119991, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 2, Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова

E-mail: abst@physics.msu.ru, телефон: 8(916)1845084, 8(495)9395318

Савельев-Трофимов Андрей Борисович

Подпись Савельева-Трофимова А.Б. заверяю

И.о. декана физического факультета
МГУ им. М.В. Ломоносова

Белокуров Владимир Викторович

17.05.2024

17.05.2024