

ОТЗЫВ НА АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук
Астраханцевой Анны Сергеевны

«Электромагнитные плазменные волны в полупроводниковых и металл-диэлектрических структурах»,

представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности

1.3.8 «Физика конденсированного состояния»

Диссертация Астраханцевой Анны Сергеевны посвящена исследованию нового класса плазменных волн в двумерных электронных системах. Эти волны возникают в двумерных электронных системах на диэлектрических подложках, и представляют собой оригинальную «смесь» двумерных плазмонов и резонансов Фабри-Перо. Первая оригинальная часть работы посвящена исследованию таких волн в двумерных электронных системах на тонких мембранах, полученных оригинальным методом травления (утонения) подложек. Вторая оригинальная часть работы посвящена экспериментальной демонстрации суб-терагерцового фазовращателя на основе эффекта кинетической индуктивности двумерных электронов, в т.ч. в условиях резонанса Фабри-Перо в подложке. Третья оригинальная часть работы посвящена свойствам новых электромагнитных плазменных волн в структурах с суб-волновой дифракционной решеткой.

Результаты, полученные Анной Сергеевной, имеют высокое значение как для фундаментальной физики твердого тела, так и для прикладных терагерцовых технологий. С фундаментальной точки зрения, до работ соискателя не было экспериментальных свидетельств наличия края плазменного поглощения в двумерных системах. Также считалось обыкновенным отсутствие резонансного плазменного отклика в решетчатых структурах в поляризации, параллельной решеткам. С помощью оригинальных экспериментов и надежных теоретических моделей Астраханцева А.С. показывает наличие нового класса плазменных мод и демонстрирует их важность в практических структурах сверх - высокочастотной электроники. Практически важными являются и результаты касательно поворота фазы излучения, особенно при наличии управления фазой с помощью затворного напряжения. Подобные структуры важны для создания антенн с изменяемой в реальном времени диаграммой направленности. В свою очередь, это необходимо для суб-терагерцовых Wi-Fi систем и мобильной передачи данных нового поколения, где активный поиск направления необходим в силу большого атмосферного поглощения.

К автореферату диссертации Астраханцевой А.С. у меня имеется несколько замечаний.

В главе о фазовращателе неясна роль суб-волновой дифракционной решетки на рис. 4 – наличие этой решетки не принимается во внимание при анализе электромагнитного пропускания. Если же эта решетка играет роль затвора, то она модулирует электронную плотность лишь в части двумерной системы, что требует определенных изменений в интерпретации данных. Неясно, почему в этом устройстве не сделан сплошной металлический затвор с толщиной меньше скин-слоя – порядка 200 нм для золота на частоте 100 ГГц. Это оставило бы функциональность изменения концентрации электронов и заметно упростило бы интерпретацию данных.

Второе замечание является стилистическим и касается формулировки защищаемых положений. Утверждения вида *«Проведено всестороннее экспериментальное исследование физических свойств данного типа плазменных возбуждений», «Экспериментально измерена зависимость частоты плазменного резонанса от концентрации двумерных электронов, а также от толщины полупроводниковой подложки»* являются лишь констатацией выполненных работ. Они не содержат

фактической информации о свойствах исследованных плазменных мод. Эти утверждения не являются принципиально опровержимыми (не удовлетворяют критерию фальсифицируемости научных гипотез К. Поппера). Более традиционной формой защищаемого положения является перечисление установленных свойств изученного объекта, например «частота новой моды обратно пропорциональна корню квадратному из толщины подложки». Конечно же, вся эта информация присутствует в автореферате, однако хотелось бы видеть ее выжимку и в самих защищаемых положениях.

Вынесенные замечания не снижают общей высокой научной и практической значимости работы А.С. Астраханцевой. Работа выполнена на очень высоком уровне и соответствует требованиям к диссертации на соискание степени кандидата физико-математических наук, а А.С. Астраханцева заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 «Физика конденсированного состояния».

Старший научный сотрудник – заведующий лабораторией оптоэлектроники двумерных материалов

Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)»

К. ф.-м. н. по специальности 05.27.01 «Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах»

Свинцов Дмитрий Александрович

17 июня 2024 года

141701, Московская область, г. Долгопрудный, Институтский переулок, д.9.
svintcov.da@mipt.ru +7 926 710 84 91

Подпись Свинцова Дмитрия Александровича заверяю
Секретарь ученого совета МФТИ
д.э.н. Евсеев Евгений Григорьевич



Я, Свинцов Дмитрий Александрович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета 24.1.136.01 (ДОО2.100.02), и их дальнейшую обработку.

Свинцов Дмитрий Александрович