

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Калининой Екатерины Александровны «Магнитно-резонансные исследования поведения доноров в кристаллах Si и Si<sub>1-x</sub>Ge<sub>x</sub> с модифицированным изотопным составом и спин-орбитальным взаимодействием»,

представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.11 – Физика полупроводников

Тема диссертации представляет значительный научный и практический интерес, поскольку посвящена фундаментальным аспектам физики полупроводников, имеющим прямое отношение к развитию квантовых вычислений и спинтроники. Исследования перспективны вследствие того, что кремний и его соединения являются самым востребованным полупроводником. Исследование поведения доноров в изотопно-чистых кристаллах Si/SiGe является важной задачей современной физики твердого тела, особенно в контексте развития квантовых технологий.

Основные достижения, полученные автором работы:

- 1) Впервые исследованы процессы спиновой релаксации в моноизотопных сплавах Si<sub>1-x</sub>Ge<sub>x</sub>, обогащенных бесспиновыми изотопами <sup>28</sup>Si (99,998%) и <sup>72</sup>Ge (99,984%). Такой твердый раствор является малоизученным по сравнению с <sup>28</sup>Si.
- 2) Впервые установлено, что атомы германия в <sup>28</sup>Si<sub>1-x</sub><sup>72</sup>Ge<sub>x</sub> при содержании германия в кремнии на уровне 0,3 – 3% существенно влияют на спиновые характеристики электронов, локализованных при низких температурах на донорах фосфора и лития: резонансные частоты, параметры сверхтонких взаимодействий, скорости спиновой релаксации.
- 3) Впервые показано, что в <sup>28</sup>Si<sub>1-x</sub><sup>72</sup>Ge<sub>x</sub> существуют литиевые центры, различающиеся временами спиновой когерентности T<sub>2</sub> и спин-решеточной релаксации T<sub>1</sub>. Спины донорных электронов атомов лития чувствительны к различному содержанию германия в ближайших координационных сферах вокруг лития.
- 4) Впервые в структуре Py/n-Si:Bi на основе теории спиновой накачки и диффузионной модели рассчитаны зависимости величины спиновых токов и напряжения инверсного спинового эффекта Холла (ИСХЭ) от параметров слоев кремния, легированных висмутом. Обосновано отсутствие сигналов инверсного спинового эффекта Холла при легировании слоя кремния только фосфором или сурьмой.

Диссертационная работа выполнена с использованием современного оборудования и традиционных хорошо зарекомендовавших себя экспериментальных методов исследования и получения полупроводниковых структур.

Автореферат содержит: четкую постановку цели и задач, полную характеристику методологии, детальное описание полученных результатов, обоснованные выводы. Структура работы логична и последовательна. К недостаткам можно отнести краткость описания некоторых экспериментальных методик. Отмеченные недостатки не снижают ценности работы.

Диссертационная работа Калининой Екатерины Александровны соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», представляет собой законченное научное исследование. Результаты достоверны и обоснованы. Автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.11 – Физика полупроводников.

Главный научный сотрудник

Тарасов Михаил Александрович

Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН

125009 Москва, Моховая ул. 11, стр. 7

+7 495

tarasov@

....

26.05.2024



Подпись Тарасова М.А. заверено  
М.А. Тарасов  
сектор отдела кадров  
И.И. Степанченко