

## Отзыв

на автореферат диссертации Богданова Сергея Александровича "Исследование плазмохимического синтеза алмазных пленок в газах с контролируемой добавкой примесей», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.08 – физика плазмы.

Диссертация Богданова С.А. посвящена актуальной проблеме синтеза алмазных материалов, лежащей на стыке физики плазмы и физики полупроводников. Получаемые при этом полупроводниковые алмазные пленки являются базой для развития современной техники и электроники. Алмазные пленки обладают уникальными свойствами, и наиболее подходящим методом их получения является плазмохимический синтез. При этом использование контролируемых добавок примесей с одновременным изменением других параметров плазмы, таких как удельная СВЧ мощность, давление и температура подложки и др. позволяют изменять свойства получаемого материала, включая концентрацию легирующих примесей.

Большая сложность процессов как в плазме СВЧ разряда, так и на поверхности алмазной пленки, которые определяют качество алмазного материала и скорость его синтеза, требуют большого экспериментального опыта и тщательного контроля за свойствами самой плазмы. Именно благодаря развитию и совершенствованию методов управления и диагностики плазмы в реакторе соискателю удалось добиться представленных результатов по созданию качественных алмазных материалов с требуемыми свойствами.

Кажущая простота, присущая плазмохимическому способу синтеза алмазных пленок при легировании (азотом, бором, фосфором) путем простого введения в рабочую смесь небольших добавок соответствующих газов, приводит на практике к изменениям свойств плазмы и, следовательно, необходимости поиска уже других условий разряда, обеспечивающих стабильный и быстрый синтез легированных пленок.

Поскольку для синтеза толстых пленок требуется значительное время, весьма важным является проведенный соискателем поиск условий синтеза для увеличения скорости роста различных пленок при сохранении высокого качества материала.

Чрезвычайно интересным и важным для практики результатом работы Богданова С.А. является найденный способ получения сверх тонких слоев толщиной 3 нм с высокой концентрацией азота ( $1,4 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$ ) и с одиночными NV центрами при дельта легировании. Это важно для практического развития и совершенствования сенсоров магнитных и электрических полей и разработки твердотельной системы спиновых кубитов, используемой в области квантовой информации.

Результаты исследований, описанные в диссертации, полно представлены научному сообществу: они опубликованы более чем в десяти статьях в ведущих международных и российских журналах и докладывались на более чем пятнадцати конференциях.

Диссертация Богданова С.А. "Исследование плазмохимического синтеза алмазных пленок в газах с контролируемой добавкой примесей», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научном уровне. Диссертационная работа и автореферат соответствуют требованиям п. 9 по-

ложения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 (ред. от 21.04.2016), а сам автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.08 – физика плазмы.

*Я согласен на обработку моих персональных данных*

Старший научный сотрудник Лаборатории алмазных материалов  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Федеральный исследовательский центр «Институт общей физики  
им. А.М. Прохорова Российской академии наук»

доктор физико-математических наук (специальность 01.04.07. - физика конденсированного состояния)

Юров Владимир Юрьевич

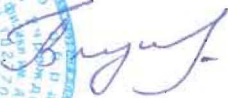


Адрес: 119991, Москва, ул. Вавилова, 38

Мобильный телефон: 8 905 571 12 44

e-mail: yurov6591@gmail.com

Подпись руки В.Ю. Юрова удостоверяю,  
ВРИО Ученого секретаря ИОФ РАН  
д.ф.-м.н.



В.В. Глушков

« 14 » *сентября* 2021 г.