

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Белолипецкого Алексея Владимировича на тему «Моделирование электронных состояний в кремниевых, германиевых и германий-кремниевых нанокристаллах», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.10 – физика полупроводников.

В диссертационной работе Белолипецкого А.В. рассматривается вопрос о строении электронного спектра в нанокристаллах кремния и германия, внедрённых в различные матрицы. Актуальность этой проблемы обусловлена тем, что для целей оптоэлектроники объёмные кремний и германий мало пригодны, но в виде нанокристаллов обладают достаточно хорошими свойствами. Электронные состояния в нанокристаллах меняются, появляется бесфононное поглощение (излучение). Поэтому сейчас идёт интенсивное исследование кремниевых и германиевых нанокристаллов.

Понять, как модифицируются состояния электронов и дырок, локализованных в нанокристаллах кремния, германия и германий-кремния, можно из модельных расчетов. Такие модельные расчёты, в основном в модели сильной связи, проведены в данной диссертации.

В результате работы рассчитан ряд свойств нанокристаллов кремния, германия и германий-кремния, внедрённых в матрицу SiO_2 или аморфного гидрогенизированного кремния, определяющих их оптические и транспортные характеристики.

Ряд результатов хорошо согласуется с наблюдениями, а некоторые выводы работы могут быть использованы для прогнозирования свойств таких систем.

Так, например, показано, что сечение поглощения для системы нанокристаллов сильно зависит от доли Ge и растёт с её увеличением.

Также предложен механизм безызлучательной рекомбинации носителей заряда локализованных в нанокристаллах за счёт резонансного туннелирования на хвостовые состояния аморфной матрицы с последующим уходом вглубь матрицы. Этот механизм должен определять короткое время жизни экситонов в нанокристаллах кремния размером 3 нм и менее, внедрённых в матрицу аморфного гидрогенизированного кремния.

Все научные результаты, полученные автором, являются новыми, хорошо согласуются с имеющимися экспериментальными данными и имеют явную

практическую значимость. Результаты работы доложены на многих российских и международных конференциях, семи опубликованных статей заведомо достаточно для защиты кандидатской диссертации.

Существенных замечаний к тексту автореферата нет. Единственное, чего иногда не хватает — это немного более полного пояснения некоторых понятий или предположений.

Например термин «режим долинного фильтра» (раздел о цепочках нанокристаллов) в автореферате не даётся никаких объяснений — в чём собственно заключается этот эффект.

Или в автореферате упоминается о предположении, что нанокристаллы в матрице не деформированы, но почти ничего не сказано о том, что предполагается об эффектах деформации вокруг нанокристалла и надо ли их учитывать.

Эти замечания не ставят под сомнение суть полученных результатов, работа в целом, безусловно, соответствует квалификационным требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Белолипецкий А.В., заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.10 – физика полупроводников.

07.10.2020

Арсеев Петр Иварович

гнс Отделения теоретической физики им. И.Е. Тамма

Физического института им. П.Н. Лебедева РАН

д.ф.-м.н., член-корреспондент РАН

Почтовый адрес: 119991 Москва, Ленинский проспект 53

Тел. 499-1326271 e-mail: ars@lpi.ru

Подпись П.И. Арсеева заверяю

Заместитель директора ФИАН,

к.ф.-м.н.

А.В. Колобов