ОТЗЫВ

На автореферат диссертации Надоян Ирины Валерьевны
«Исследование чувствительности детекторов массы и сенсоров оптически модулированных колебаний на основе наноструктур из углеродных вискеров»,
представленной на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 1.3.2 – «Приборы и методы экспериментальной физики»

Углеродные нановискеры (УНВ) рассматриваются в качестве основного чувствительного элемента наномеханических резонаторов (НМР), востребованных в различных измерительных системах, работающих в нанометровом диапазоне. Указанные системы обладают высокой чувствительностью к внешним воздействиям и позволяют определять массы с точностью единиц фг и силы порядка пН. Малая собственная масса УНВ, а также высокие механические резонансные частоты, лежащие в МГц диапазоне, обуславливают чувствительность при детектировании сверхмалых масс, а также создают преимущества при исследовании оптомеханических эффектов на нанометровых масштабах. Высокая чувствительность детекторов позволяет проводить уникальные фундаментальные исследования на молекулярном уровне, что особенно актуально при разработке биологических, химических, наномеханических и оптомеханических приложений. В отличии от существующих аналогов наноразмерных измерительных систем, детекторы на основе УНВ не требуют для создания наномеханических резонаторов применения дорогостоящих и сложных в использовании методов эпитаксии, фотолитографии и т.д., так как для создания углеродных вискеров требуются только установка электрохимического травления и сканирующий электронный микроскоп (СЭМ). Также заметным преимуществом является применение метода визуализации колебаний НМР непосредственно в СЭМ для определения их механических характеристик. Такой подход не требует применения дополнительного оборудования для детектирования резонансных параметров наноосцилляторов.

Диссертация Надоян И.В. посвящена развитию методов создания и исследованию свойств наноразмерных систем на основе УНВ предназначенных для разработки современных детекторов массы и сенсоров, а также совершенствования их характеристик. Актуальность проведенных исследований, с одной стороны, обуславливается исследованием составных систем резонаторов сложной геометрии (связанных осцилляторов), в которых может возникать резонанс Фано, характеризующийся резким фронтом амплитудно-частотной характеристики. Такие системы при определенной конфигурации позволяют увеличить чувствительность сенсоров масс в сравнении с односоставными системами. С другой стороны, в работе рассматривается применение НМР на основе УНВ в качестве сенсоров оптомеханических эффектов. Понимание оптически индуцированных эффектов в механических системах является перспективным направлением для разработки нового типа наноразмерных детекторов оптомеханических эффектов, обладающих высокой фоточувствительностью.

В представленной работе получены значимые научные результаты, в частности, созданы экспериментальные образцы НМР на основе УНВ. В работе предложена конструкция резонатора на основе составных нановискеров,

обеспечивающая увеличение чувствительности системы к локализации добавочной массе на свободном конце, а также новый подход к детектированию оптомеханических эффектов с применением УНВ, который может применяться в качестве чувствительного элемента наноразмерных оптомеханических, химических и биологических сенсоров.

К работе можно предъявить следующие замечания:

1) Из текста автореферата не совсем ясно, каким образом наночастица кремния фиксировалась на конце углеродного вискера (глава 2);

2) Следовало бы привести непосредственное изображение экспериментальной установки резонансного возбуждения колебаний, которую автор использовал в рамках исследований механических параметров НМР на основе УНВ (глава 2).

Представленные замечания не являются принципиальными, носят, скорее, частный характер и не умаляют общей высокой оценки диссертационной работы И.В. Надоян.

Полученные научные результаты исследований представлены в ряде публикаций в высокорейтинговых журналах и апробированы на всероссийских и международных конференциях.

В заключение следует отметить, что представленное исследование выполнено на высоком научно-технологическом уровне и является завершенной научно-квалифицированной работой, полностью соответствующей требованиям, предъявляемым ВАК к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Тематика диссертационной работы в полной мере соответствует специальности 1.3.2 – «Приборы и методы экспериментальной физики», а ее автор, Надоян Ирина Валерьевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по указанной специальности.

Профессор высшей инженерно-физической школы
Института электроники и телекоммуникаций
Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого,
профессор, доктор физико-математических наук

Дмитрий Анатольевич Фирсов

05 декабря 2024 г.

Адрес: 195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29
E-mail: dmfir@rphf.spbstu.ru
Тел.: +7-921-798-8231

Подпись Фирсова Д.А.
УДОСТОВЕРЯЮ
Ведущий специалист
Дирекция по работе с персоналом
12 2024 г.