

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Колчина Александра Валерьевича «Структурные, оптические и электрофизические свойства фазопеременных пленок $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$, облученных фемтосекундными лазерными импульсами», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.11 Физика полупроводников

Повышенный интерес к нейроморфным системам обуславливает поиск перспективных материалов с целью разработки подобных устройств на их основе. С такой точки зрения широкими перспективами обладает фемтосекундное лазерное облучение (ФЛО) тонких пленок на основе халькогенидного полупроводника $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ (GST225), используемое при создании высокоэффективных устройств реконфигурируемой нанофотоники, а также энергонезависимой и перезаписываемой памяти. Это вызвано как существенной разницей в оптических и электрофизических свойствах между аморфной и кристаллической фазами GST225, так и возможностью реализации быстрых и обратимых переходов, которые при определенных условиях сопровождаются формированием лазерно-индуцированных поверхностных периодических структур (ЛИППС). Как следствие, заявленная в диссертационном исследовании А.В. Колчина цель установления взаимосвязей между структурными, оптическими и электрофизическими свойствами в фазопеременных тонких пленках GST225, облученных фемтосекундными лазерными импульсами при варьировании их параметров, обосновывает актуальность проведенного исследования.

Объектом исследования выступили изначально аморфные тонкие пленки GST225, полученные вследствие магнетронного осаждения поликристаллической мишени на многослойные подложки. С помощью последующего ФЛО удалось добиться проявления обратимых фазовых переходов, сопровождавшихся образованием ЛИППС. Сопоставление экспериментальных и теоретических результатов исследования структурных, оптических и электрофизических свойств позволило обеспечить его полноту и комплексность.

Интересными и демонстрирующими существенную степень новизны являются результаты:

1. Показано, что тип формируемых ЛИППС в тонких пленках GST225 зависит как от параметров ФЛО, так и вида подложек.
2. Установлено, что ЛИППС в виде решеток, чей период близок к длине волны используемого излучения, образуются вследствие возбуждения поверхностных плазмон-поляритонов. Квазиупорядоченные островковые пленки и нанокластеры с субволновыми периодами, в свою очередь, являются следствием проявления эффекта Марангони и нестабильности Рэля-Плато.
3. Продемонстрировано, что кристаллизация аморфных тонких пленок GST225, индуцированных ФЛО, сопровождается формированием поверхностных решеток. В то же время вызванная аналогичным образом реаморфизация происходит параллельно вместе с самоорганизацией расплава в островковые пленки и нанокластеры.
4. Обнаружено, что оптическое отражение облученными тонкими пленками GST225 для взаимно ортогональных поляризаций света в диапазоне 900–1000 нм отличается на 4%. Такая анизотропия оптических свойств объяснима присутствием ЛИППС в виде чередования аморфной и кристаллической фазы.
5. Показано, что меандрическое перемещение луча во время ФЛО способствует образованию

кристаллических каналов в тонких пленках GST225. Данная тенденция обуславливает то, что проводимость вдоль полос сканирования на 1-5 порядков выше, чем в перпендикулярном направлении.

Достоверность полученных результатов и сделанных выводов не вызывает сомнений. Результаты диссертационной работы опубликованы в 6 периодических изданиях, 5 из которых индексируются базами данных Scopus, Web of Science и РИНЦ, а также апробированы на 15 международных и всероссийских профильных конференциях. Опубликованные работы и автореферат в полной мере отражают содержание диссертации.

Тем не менее, текст и оформление автореферата не лишены ряда замечаний, не снижающих научную ценность проведенной работы:

1. На рис. 5 представлены результаты моделирования релаксации температуры в образце со временем. В соответствующем тексте не указаны возможные погрешности расчетов и ограничения использованного метода для расчетов.

В итоге представленный автореферат позволяет заключить, что выполненная работа на тему «Структурные, оптические и электрофизические свойства фазопеременных пленок $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$, облученных фемтосекундными лазерными импульсами» является законченным исследованием высокого уровня, полностью соответствует критериям, которым должны отвечать диссертации согласно Положению о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, а ее автор, Колчин Александр Валерьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.11 Физика полупроводников.

Даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Ведущий научный сотрудник

Национального исследовательского центра

«Курчатовский институт»,

кандидат физико-математических наук

по специальности 01.04.10 Физика полупроводников

Емельянов Андрей Вячеславович

Адрес: 123182, г. Москва, пл. Академика Курчатова, д. 1

Национальный исследовательский центр

«Курчатовский Институт»

Тел.: +7(499) 196-71-00 (доб. 66-28)

E-mail: Emelyanov_AV@nrcki.ru

Подпись А.В. Емельянова удостоверяю:

Главный ученый секретарь Центра

НИЦ «Курчатовский институт»



К.Е. Борисов