

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Кузнецова Юрия Михайловича «Особенности синтеза и электрофизические свойства высокотемпературных термоэлектрических материалов на основе нанопорошков Ge-Si и Mn-Si»** на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.11. Физика полупроводников.

Диссертационная работа Кузнецова Ю.М. посвящена изучению особенностей формирования термоэлектрических материалов на основе твёрдого раствора германий-кремний и высшего силицида марганца методом электроимпульсного плазменного спекания нанопорошков. В ходе выполнения работы были подробно исследованы процессы спекания порошков кремний-германия и кремний-марганца на установке электроимпульсного плазменного спекания, проведен анализ механизмов усадки порошка и исследована кристаллическая структура сформированных материалов. Исследования структуры изготовленных термоэлектрических материалов проводились с применением сканирующей электронной микроскопии, рентгенофазового и рентгеноструктурного анализа. Свойства материалов исследовались посредством измерения магнитопольных зависимостей сопротивления Холла, измерения удельного сопротивления и термоэлектрических свойств, включая коэффициент Зеебека, а также измерения коэффициента теплопроводности методом стационарного теплового потока.

Реализованное при выполнении настоящей работы изготовление и исследование термоэлектрических материалов направлено на создание миниатюрных и автономных источников питания, являющихся актуальным направлением развития современной альтернативной энергетики.

В диссертационной работе Кузнецовым Ю.М. получен целый ряд новых результатов.

- Были проанализированы физические процессы, протекающие в ходе синтеза твёрдого раствора германий-кремний из порошков, не содержащих предварительно сформированную фазу  $Ge_xSi_{1-x}$ , методом электроимпульсного плазменного спекания. Установлено, что формирование твёрдого раствора происходит за счёт твердофазной взаимной диффузии кремния и германия.

- Были проанализированы физические процессы, протекающие в ходе синтеза высшего силицида марганца из порошков, не содержащих предварительно сформированную фазу силицидов марганца, методом электроимпульсного плазменного спекания. Установлено, что формирование соединения происходит за счёт реактивной диффузии с последующей твердофазной химической реакцией.

- Впервые продемонстрирована возможность легирования твёрдого раствора германий-кремния донорной примесью из твердофазного источника фосфида кремния в процессе синтеза методом электроимпульсного плазменного спекания.

Полученные в диссертации экспериментальные результаты представляют значительный практический интерес с точки зрения дальнейшего совершенствования материалов для термоэлектрических преобразователей энергии, пригодных для широкого применения в различных областях техники. Также диссертационная работа представляет и существенный научный интерес, посвящена актуальной проблеме, а полученные результаты являются оригинальными.

Автореферат позволяет судить о диссертационной работе «Особенности синтеза и электрофизические свойства высокотемпературных термоэлектрических материалов на основе нанопорошков Ge-Si и Mn-Si», как о соответствующей всем требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.11. – Физика полупроводников. Её автор, Кузнецов Юрий Михайлович, заслуживает присуждения ему искомой ученой степени кандидата физико-математических наук.

Ковальский Владимир Александрович,

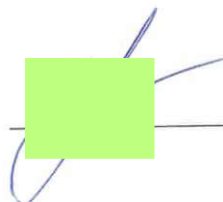
к.ф.-м.н. по спец. 01.04.07. – физика конденсированного состояния

м.н.с. Лаборатории локальной диагностики полупроводниковых материалов

ФГБУН "Институт проблем технологии микроэлектроники и особо чистых материалов  
Российской академии наук"

Адрес: 142432, Россия, Московская обл., г. Черноголовка, ул. Академика Осипьяна, 6

e-mail: [kovalva@iptm.ru](mailto:kovalva@iptm.ru)



Ковальский Владимир Александрович

19 апреля 2023 г.

Подпись Ковальского В.А. заверяю:

*Ученый секретарь ИПТМ РАН  
канд. физ.-мат. наук*



*Давыдова О.В.*

