

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Варнакова Сергея Николаевича «Закономерности формирования фаз и свойства магнитных силицидов переходных металлов в планарных наноструктурах металл/кремний»**, представляемую к защите на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния

Одно из современных направлений физики конденсированного состояния связано с исследованием свойств наногетероструктур, состоящих из слоев магнитных металлов и полупроводников. Интерес к таким искусственным многослойным системам обусловлен широким разнообразием их физических свойств, а также перспективами использования в современных устройствах магнитоэлектроники и оптоэлектроники. Особенностью систем «металл/полупроводник» является формирование в интерфейсах целого ряда соединений, обладающих различными свойствами, что значительно затрудняет понимание природы наблюдаемых в них физических закономерностей. В частности, это относится и к многослойным системам на основе кремния и 3-d металлов, в которых в процессе роста или последующего отжига образуются различные силициды. Диссертация Варнакова С.Н. посвящена вопросам синтеза и всестороннему анализу процессов образования магнитных и немагнитных силицидов в интерфейсах активно исследуемых многослойных систем Fe/Si и Mn/Si, что подчеркивает актуальность диссертационной работы.

Среди наиболее существенных результатов, отраженных в автореферате, следует отметить следующие:

- в наноструктурах  $(\text{Fe/Si})_n$  установлены конкретные реализуемые типы и толщины магнитных и парамагнитных силицидов железа, определена последовательность их образования в процессе твердофазного синтеза;

- получены данные о магнитных свойствах отдельных силицидов железа: пленки  $\text{Fe}_3\text{Si}$ , выращенной эпитаксиально на атомарно чистой подложке Si(111), и поликристаллической пленки  $\text{Fe}_5\text{Si}_3$ , метастабильной при комнатной температуре;

- получены уникальные данные об особенностях формирования пленок марганца на поверхности кремния: от первой пленки моносилицида марганца, последующего образования твердых растворов Mn-Si до формирования пленки чистого марганца;

- в диоде Шоттки композиции Mn/SiO<sub>2</sub>/p-Mn обнаружено изменение сопротивления в магнитном поле на несколько порядков, что представляет интерес для практических приложений.

Замечаний к результатам исследований, представленным в автореферате, нет.

Автореферат содержит большой объем информации и иллюстративного материала. По содержанию работа полностью относится к специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния. Результаты работы обсуждены на многочисленных отечественных и зарубежных конференциях и опубликованы в 47 статьях, 34 из которых входят в перечень ВАК.

В целом считаю, что С.Н. Варнаковым выполнено большое по объему и важное законченное научное исследование, обладающее несомненной научной новизной и практической значимостью. Работа отвечает всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор ВАРНАКОВ Сергей Николаевич, безусловно, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Ведущий научный сотрудник

лаборатории электрических явлений

Федерального государственного бюджетного учреждения науки

Института физики металлов имени М.Н. Михеева

Уральского отделения Российской академии наук,

кандидат физ.-мат. наук



М.А. Миляев

620108, Екатеринбург, ул. С. Ковалевской 18.

Телефон: +7 (343) 378-38-81

E-mail: [milyaev@imp.uran.ru](mailto:milyaev@imp.uran.ru)

