

ОТЗЫВ

Официального оппонента, Баркалова Олега Игоревича, на диссертационную работу Игоря Витальевича Коробейникова «Термоэлектрические явления в твердых растворах Si-Ge и $(\text{Bi,Sb})_2(\text{Te,Se})_3$ при высоком давлении», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.10 Физика полупроводников

В диссертации представлены результаты исследования электрических свойств (термоЭДС, электросопротивление), кристаллической структуры и динамики решетки сплавов $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ и многокомпонентных полупроводниковых соединений $\text{Bi}_x\text{Sb}_{2-x}\text{Te}_{3-x-y}\text{Se}_x\text{S}_y$ при давлении до 20 ГПа. Этот интервал включает в себя переходы полупроводник-металл в этих технологически важных материалах. Измерения проводили как при повышении, так и при понижении давления, что позволило исследовать также переход металлических фаз высокого давления в метастабильные полупроводниковые фазы, устойчивые и при нормальном давлении. Автором были обнаружены новые интересные эффекты, среди которых хочу выделить следующие.

Так в растворах $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ ($0.014 \leq x \leq 0.026$) происходит смена типа проводимости с p - на n -тип при давлении 0.3-1.5 ГПа. Это изменение может быть как обратимым, так и необратимым, в зависимости от максимального приложенного давления. Показано, что в растворах $n\text{-Bi}_2\text{Te}_{3-x-y}\text{Se}_x\text{S}_y$ ($x = 0.27, 0.3, y = 0$ и $x = y = 0.09$) и $p\text{-Bi}_x\text{Sb}_{2-x}\text{Te}_3$ ($x=0.4, 0.5, 0.6$) при небольшом давлении 2-3 ГПа происходит значительное увеличение термоэлектрического фактора мощности в 2.5-3 раза.

Используя полученные фундаментальные, результаты И.В. Коробейников предложил принципиальные схемы полупроводниковых устройств, которые могут стать в будущем основой для новых технологических разработок.

Результаты диссертационной работы хорошо апробированы, по ее материалам опубликовано 15 статей в авторитетных международных и российских журналах и сделано 15 докладов на профильных конференциях.

Безусловно положительным качеством диссертационной работы является применение методов *in situ* рентгеновской дифракции и комбинационного рассеяния света (КРС) в аппаратах высокого давления с алмазными наковальнями для исследования изменений кристаллической структуры и динамики решетки в том интервале давлений, где было обнаружено аномальное поведение ТермоЭДС сплавов Si-Ge. Эти результаты представлены в Главе 4 диссертации. Тем не менее, по этой части экспериментальных результатов необходимо сделать замечания.

Так на Рисунках 4.13 и 4.15 показаны лишь результат диссертации, а их сравнение с многочисленными литературными данными дано в тексте работы. Автор ограничился общими замечаниями, они недостаточно конкретны и критичны. На Рисунке 4.15

демонстрируется излом на барических зависимостях частот КРС-активных мод сплава $\text{Si}_{0.974}\text{Ge}_{0.026}$. Я считаю, что наличие излома на этих кривых при давлении около 2 ГПа недостаточно экспериментально обосновано. Так плавная кривая полинома второй степени описывает представленную совокупность экспериментальных точек с той же точностью, что и прямые линии с изломом. Наличие излома можно продемонстрировать (или показать его отсутствие) на той же аппаратуре, что была использована автором, если существенно уменьшить шаг по давлению до 0.1-0.2 ГПа и снять барические зависимости как при повышении, так и при понижении давления. Собственно предлагаемая методика измерений аналогична использованной автором при изучении эволюции термоЭДС с давлением (см. Рисунок 4.8). Такой эксперимент, подтверждающий наличие этого нового и необычного эффекта, составит предмет быстрой публикации в профильном международном журнале с высоким рейтингом.

Поэтому я считаю, что сделанные замечания не снижают мою высокую оценку представленной Коробейниковым И.В. диссертационной работы. Она полностью соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям по специальности 01.04.10 Физика полупроводников и требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней УрФУ. Ее автор, Коробейников И.В., заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по этой специальности.

Официальный оппонент
Ведущий научный сотрудник ИФТТ РАН
Лаборатория физики высоких давлений
Доктор физико-математических наук

Олег Игоревич Баркалов

Институт физики твердого тела им. Ю.А. Осипьяна
Российской академии наук
г. Черноголовка,
Московская обл.,
ул. Академика Осипьяна д.2,
142432,
Россия

Электронная почта: barkalov@issp.ac.ru
Рабочий телефон: +7 (496) 52 24026

28.10.2021

Подпись О. И. Баркалова

заверяю
Ученый секретарь
ИФТТ РАН
кандидат физ.-мат. наук
Терещенко Алексей
Николаевич