ОТЗЫВ

научного консультанта

на диссертационную работу Аймаганбетова Казыбека Пиржанулы «Низкотемпературная измерительная ячейка для характеризации полупроводниковых оптоэлектронных материалов и приборов», по специальности «6D072300 – Техническая физика» на соискание ученой степени доктора философии (PhD)

Одним из важнейших условий исследования физических характеристик новых материалов и технологий является возможность проведения качественных измерений. Исследование полупроводниковых материалов и переходов в значительной степени опирается на электрические измерения, проводимые при низких температурах. Эти измерения особенно важны, поскольку они могут пролить свет на термически активируемые процессы в изучаемых материалах, что помогает прояснить их природу. Однако стандартизированные измерительные приборы часто не очень хорошо подходят для измерений с использованием различных искусственных лабораторных образцов, например, с различными конфигурациями контактных площадок. Кроме того, для низкотемпературных электрических измерений требуется изоляция образца от окружающей среды.

Для решения актуальной проблемы низкотемпературных высокочастотных электрических измерений в перспективных материалах и приборах, включая полупроводники и полупроводниковые переходы, как с односторонним, так и с двусторонним расположением контактных площадок, была проведена научно-исследовательская работа Аймаганбетова К.П. на тему "Низкотемпературная измерительная ячейка для характеризации полупроводниковых оптоэлектронных материалов и приборов".

Для достижения цели научной работы были решены следующие основные задачи:

1. Для исследования электрических характеристик полупроводниковых материалов и приборов была создана низкотемпературная измерительная ячейка. На разработанное измерительное устройство получены два патента и опубликовано несколько научных статей, получивших высокую оценку.

2. Разработанное измерительное устройство было использовано в следующей задаче. Объектом исследования являлся тонкослойный графен, выращенный методом жидкофазного переноса на подложке из кварцевого стекла. Для измерения температуры электропроводности образца с помощью разработанного прибора использовалась импедансная спектроскопия. Результаты работы опубликованы в научных журналах.

3. Третья задача заключалась в получении для анализа гетеропереходного кремниевого солнечного элемента. В разработанной измерительной системе были исследованы характеристики полупроводникового перехода.

Результаты, полученные в данной диссертационной работе, для публикации основных результатов диссертации на PhD, были опубликованы в различных изданиях, включая журналы с высоким импакт-фактором, включенные в международные базы данных Web of Science и Scopus, а также материалы международных научных конференций. Работа Аймаганбетова К.П. является законченным исследовательским трудом на высоком уровне. На основании изложенного я полагаю, что диссертационная работа Аймаганбетова К.П. соответствует всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на PhD, и заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по образовательной программе "6D072300 – Техническая физика".

Заведующий лабораторией ФТИ им.А.Ф.Иоффе РАН
доктор технических наук, профессор,
Санкт-Петербург, Россия. **Теруков Е.И.**

Подпись Терукова Е.И. удостоверяю
Зав.отделом кадров ФТИ им.А.Ф.Иоффе
Н.С. Бурсенко

«6D072300 – Техникалық физика» мамандығы бойынша философия докторы ғылыми дәрежесін (PhD) алу үшін Аймаганбаетов Казыбек Пиржанулының «Жартылай өткізгіштік оптоэлектрондық материалдар мен құрылғыларды сипаттауға арналған төменгі температуралық өлшеу қондырғысы» диссертациялық жұмысына
ғылыми кеңесшінің

ПІКІРІ

Жаңа материалдар мен технологиялардың физикалық сипаттамаларын зерттеудің маңызды шарттарының бірі сапалы өлшемдер жүргізу болып табылады. Жартылай өткізгіштік материалдар мен ауысуларды зерттеу айтарлықтай дәрежеде төменге температуралар кезінде жүргізілетін электрлік өлшемдерге сүйенеді. Бұл өлшемдер аса маңызды, өйткені олар зерттелетін материалдардағы термиялық белсендірілетін процестерге жарық түсіре алады, бұл олардың табиғатын анықтауға мүмкіндік береді. Алайда стандартталған өлшеу құралдары көп жағдайда әртүрлі жасанды зертханалық үлгілерді пайдалана отырып, мысалы байланыс алаңдарының әртүрлі конфигурацияларымен, өлшемдер жүргізуге онша қолайлы емес. Сонымен бірге, төменгі температуралық электрлік өлшемдер үшін үлгінің қоршаған ортадан оқшауланууы талап етіледі.

Перспективалы материалдар мен аспаптардағы төменгі температуралық жоғары өткізгіштік жоғары жиілікті электрлік өлшемдердің маңызды проблемаларын шешу үшін, жартылай өткізгіштерді және жартылай өткізгіштік ауысымдарды қоса алғанда, байланыс алаңдарының бір жақты да, сол сияқты екі жақты да орналасуымен, К.П. Аймаганбетовтың «Жартылай өткізгіштік оптоэлектрондық материалдар мен құрылғыларды сипаттауға арналған төменгі температуралық өлшеу қондырғысы» тақырыбына ғылыми-зерттеу жұмысы жүргізілді.

Ғылыми жұмыстың мақсатына қолжеткізу үшін келесі негізгі міндеттер шешілді:

1. Жартылай өткізгіштік материалдар мен құрылғылардың электрлік сипаттамаларын зерттеу үшін төменгі температуралық өлшеу ұяшығы құрылған. Әзірленген өлшем құрылғысына екі патент алынған және жоғары бағаға алған бірнеше ғылыми мақалалар жарияланған.

2. Әзірленген өлшем құрылғысы келесі тапсырмада қолданылды. Зерттеу нысаны ретінде кварц шынысынан жасалған төсемде сұйықфазалық тасымалдау әдісімен өсірілген жұқа қабатты графен қолданылған. Әзірленген құрылғы көмегімен үлгінің электр өткізгіштік температурасын өлшеу үшін импеданстық спектроскопия қолданылған. Жұмыс нәтижелері ғылыми журналдарда жарияланды.

3. Үшінші міндет талдау үшін гетероөтпелі кремний күн элементін алудан тұрды. Әзірленген өлшем жүйесінде жартылай өткізгіштік ауысу сипаттамалары зерттелген.

Осы диссертациялық жұмыста алынған нәтижелер, PhD-ге диссертацияның негізгі нәтижелерін жариялау үшін, жоғары импакт-факторы бар, Web of Sciense және Scopus халықаралық деректер базасына енгізілген журналдарды, сонымен қатар халықаралық ғылыми конференциялардың материалдарын қоса алғанда, әртүрлі басылымдарда жарияланған. К.П. Аймаганбетовтың жұмысы жоғары деңгейдегі аяқталған зерттеу жұмысы болып табылады. Баяндалғанның негізінде, К.П. Аймаганбетовтың диссертациялық жұмысы PhD-ге диссертацияларғы қойылатын барлық талаптарға сәйкес келеді деп тұжырымдаймын, және «6D072300 – Техникалық физика» білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы дәрежесін (PhD) беруге лайықты деп санаймын.

РҒА А.Ф. Иоффе атындағы ФТИ зертхана меңгерушісі,
техникалық ғылымдар докторы, профессор,
Санкт-Петербург, Ресей. /қолтаңба/ **Е.И. Теруков**

Е.И. Теруковтың қолтаңбасын куәландырамын
А.Ф. Иоффе атындағы ФТИ кадрлар бөлімі меңг. орынбасары
/қолтаңба/ Н.С. Буценко
РҒА А.Ф. Иоффе атындағы ФТИ мөрі