

ОТЗЫВ

на автореферат Кулевого Тимур Вячеславовича на тему «Источники пучков ионов твердотельных веществ на основе вакуумно-дугового и пеннинговского разрядов для экстремальных режимов ионной имплантации», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 01.04.04 – физическая электроника.

Диссертационная работа Кулевого Тимура Вячеславовича посвящена разработке ионных источников с экстремальными параметрами для ускорителей ионных пучков, также для ионно-имплантационных установок. Высокая актуальность данной темы обусловлена необходимостью разработки источников ионных пучков для ионной имплантации при производстве полупроводниковых устройств, а также для ионных ускорителей, используемых для решения фундаментальных и прикладных задач. Использование многоатомных борсодержащих молекулярных ионов является отдельным направлением научно-технологических исследований, широко используемым в современной полупроводниковой промышленности. Генерация же высокоинтенсивных пучков тяжелых ионов с использованием вакуумно-дугового разряда, остается одним из самых перспективных направлений получения пучков тяжелых ионов вплоть до урана для высокоэнергетических ускорительных установок.

Кулевым Т.В. предложены методы повышения зарядового состояния ионов, генерируемых вакуумно-дуговым разрядом, без снижения высокой интенсивности генерируемого пучка, свойственного данному типу источников. Повышение зарядового состояния достигается путем инъекции в область разряда высокоэнергетического электронного пучка, либо за счет организации так называемого ступенчатого разряда в области магнитного поля с высоким продольным градиентом. В результате реализации данных идей удалось обеспечить формирование и ускорение в структуре с пространственно-однородной квадрупольной фокусировкой пучка ионов урана с интенсивностью, соответствующей лучшим мировым достижениям.

Достигнутые успехи позволили автору применить идею использования внешнего высокоэнергетического электронного пучка для повышения зарядового состояния ионов, генерируемых в источнике пеннинговского разряда для высокоэнергетической имплантации при создании полупроводниковых устройств. Оригинальность и простота подхода позволили добиться увеличения зарядового состояния генерируемых ионов, практически без усложнения конструкции и удорожания источника. Автору удалось разработать режимы генерации ионного пучка многоатомных борсодержащих молекулярных ионов в этой же конструкции источника, что позволяет использовать его в области ультра низкоэнергетической имплантации. В результате можно говорить о том, что создан универсальный ионный источник для практически всего спектра энергий имплантации ионов, требуемых для полупроводниковой промышленности. Разработка запатентованного метода и отработка режимов работы источника с осуществлением самоочистки разрядной камеры позволили решить одну из главных проблем данного источника, ограничившую его время наработки на отказ, а именно: нарушение однородности генерируемого пучка из-за накопления тугоплавких продуктов фрагментации рабочего вещества в области экстракционного отверстия.

В качестве замечания к работе необходимо отметить малый размер ряда графиков с результатами измерения спектров, генерируемых ионных пучков, что затрудняет их восприятие.

Указанный недостаток не влияет на общую положительную оценку работы. Автореферат диссертации полно и четко отражает ее содержание. Выводы и результаты исследований, представленные в автореферате, опубликованы в ведущих реферируемых научных журналах, как в нашей стране, так и за рубежом. Автореферат отвечает всем требованиям Положения ВАК РФ о порядке присуждения ученых степеней.

Считаю, что работа выполнена на высоком научном уровне и отвечает требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям по специальности 01.04.04 – физическая электроника, а ее автор Кулевой Тимур Вячеславович заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук.

Вице-директор ОИЯИ,
академик РАН, профессор, д.ф.-м.н.


07.10.2019
Борис Юрьевич Шарков



Объединенный Институт Ядерных Исследований
Ул. Жолио-Кюри 6, 141980 г. Дубна, РФ.
+79162030030
sharkov@jinr.ru