Электронные и ионные пучки

По материалам VI Всероссийского семинара "Проблемы теоретической и прикладной электронной и ионной оптики"

УДК 537.533

Проблемы теоретической и прикладной электронной и ионной оптики

А. М. Филачев
ГНЦ «НПО "Орион"», Москва

Очередной VI Всероссийский семинар "Проблемы теоретической и прикладной электронной оптики" состоялся в Москве 28—30 мая 2003 г.

Семинар организован Государственным научным центром «НПО "Орион"», ФГУДП "Научно-исследовательский институт электронной и ионной оптики" при поддержке Научного совета РАН по ускорителям заряженных частиц, Научного совета РАН по релятивистской и сильноточной электронике, Российского отделения SPIE, при участии Объединенного института ядерных исследований и ГНЦ "ВЭИ им. В. И. Ленина".

Цель семинара

Обсуждение теоретических и экспериментальных достижений в современной электронной и ионной оптике и их внедрение в решение прикладных задач.

Программа семинара предусматривала четыре направления работы:

- теоретическая электронная и ионная оптика, аберрационный анализ электронно-оптических элементов и систем, электронная и ионная оптика интенсивных пучков, компьютерное моделирование ЭОС;
- электронно-оптические приборы (ЭОП) и устройства аналитического и технологического назначения (аналитические электронно- и ионно-лучевые приборы и устройства, ЭЛУ технологического назначения, ионно-плазменное технологическое оборудование, электронно-лучевая технология (ЭЛТ), ЭОП и т. п.);
- инжекторы ускорителей заряженных частиц. Формирование электронных пучков в системах электронного охлаждения. Электронные пучки с рекуперацией энергии;
- проблемы взаимодействия электронных и ионных пучков с веществом в плане решения технологических задач электронной техники.

Большой интерес участников семинара вызвали доклады, представленные на пленарные заседания. Из них отметим следующие:

"Эксперименты по инжекции электронного пучка в ионосферную плазму и разреженный газ" — авторы В. Ф. Быковский, И. Н. Мешков, И. А. Сыресин (Объединенный институт ядерных исследований, г. Дубна). Представлены результаты активного эксперимента "Электрон" по инжекции модулированного электронного пучка с током 0,5 А и энергией электронов 6,5—8 кэВ в ионосферную плазму на высотах 90—150 км: спектрограммы радиоизлучения в диапазоне частот 100—500 МГц, данные по трассированию радиоволн через область инжекции и спектры энергии возвратных электронов и ионов, приходящих на метеоракету; дана оценка потенциала ракеты;

"Формирование субфемтосекундных электронных пучков в нестационарных электрических полях" — авторы М. А. Монастырский, В. А. Тарасов, С. В. Андреев, М. Я. Щелев (Институт общей физики РАН), Д. Э. Гринфельд (ФГУП «Научно-исследовательский институт электронной и ионной оптики» ГУП «НПО "Орион"»). Показано, что имеется принципиальная возможность получить электронный зонд с длительностью несколько фемтосекунд и меньше путем пространственно-временной фокусировки электронного пакета в нестационарных электрических полях. Интересно отметить, что это временное разрешение соответствует длительности импульса современных импульсных лазеров.

Из работ, представленных на секции "Теоретическая и вычислительная электронная и ионная оптика", отметим работу *"Экстремальные аберрационные свойства комбинированных иммерсионных линз"* — авторы В. Жуков и М. Нестеров (Санкт-Петербургский институт информатики и авторизации РАН), в которой показана теоретическая возможность получения с помощью ионной литографии элементов квантовых компьютеров с разрешением деталей порядка 2 нм.

Значительный интерес представляет работа *"Компьютерное моделирование сетчатого фотокатода, свободного от хроматической временной аберрации первого порядка"* — авторы Д. Э. Гринфельд (НИИ Электронной и ионной оптики ГУП «НПО "Орион"»), М. А. Монастырский, В. А. Тарасов (Институт общей физики РАН, Москва). Впервые на основе трехмерного моделирования показана возможность компенсации временной хроматической аберрации первого порядка за счет применения сетчатого эмиттера.

© Филачев А. М., 2004

Методически связан с этим направлением цикл из двух работ, представленных в секции сильноточной электроники В. М. Свешниковым (Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН): *"Расчет прикатодной области в электронно-оптических системах, формирующих интенсивные пучки заряженных частиц"* и *"Повышение точности расчета интенсивных пучков заряженных частиц"*.

В первой работе предложены алгоритмы приближенного решения антипараксиальных уравнений для нахождения плотности тока на катоде и алгоритмы расчета потенциала электрического поля, координат и скоростей заряженных частиц, а также объемного заряда в прикатодной области. Во второй работе предложены и реализованы численные алгоритмы расчета интенсивных пучков заряженных частиц с повышенной точностью, основанные на выделении особенности вблизи катода путем декомпозиции исходной области на прикатодную и основную подобласти. Расчеты в прикатодной области проводятся на основе антипараксиальной теории В. А. Сырового, адекватно отражающей поведение решения, а в основной области — по численным алгоритмам. Даны примеры численных расчетов тестовых задач. Эти работы представляют большой практический интерес для решения проблемы адекватного численного моделирования мощных электронно-лучевых установок технологического назначения.

На секции "Электронно-оптические приборы. Оборудование и технологии" было представлено 17 докладов.

Из них особо хочется отметить работы технологического направления:

"Вакуумная асферизация высокоточных оптических элементов инфракрасной техники" — авторы В. Г. Крючков, В. В. Потелов, Б. Н. Сеник (ОАО "Красногорский завод им. С. А. Зверева");

"Особенности ионной имплантации с использованием вакуумно-дугового ионного источника" — авторы А. М. Борисов, Н. В. Бородулина, Б. Л. Крит, С. А. Тихонов (Российский государственный технологический университет им. К. Э. Циолковского, Москва).

Секция "Электронная оптика интенсивных электронных пучков" была достаточно представительна. На ней были представлены работы сотрудников Всероссийского электротехнического института им. В. И. Ленина (ГУП "ВЭИ"), Института прикладной физики РАН (г. Нижний Новгород), Института ядерной физики им. Г. И. Будкера (г. Новосибирск) и других организаций.

Большой практический интерес представляет работа *"Разработка электронно-лучевых вентилей с уменьшенными массогабаритными параметрами"* — коллектив авторов ГУП "ВЭИ" им. В. И. Ленина — В. И. Переводчикова, В. Н. Шапенко, П. М. Стальков, А. С. Мурашова.

Значительное число работ было представлено на секции "Проблемы взаимодействия электронных и ионных пучков с веществом".

Следует отметить серию работ, представленных коллективом авторов Калужского филиала Московского государственного университета им. Н. Э. Баумана (М. А. Степович и др.), посвященную моделированию взаимодействия электронного пучка с полупроводниковыми материалами и проблеме оценивания параметров полупроводников в катодолюминесцентной микроскопии.

Большой интерес участников семинара вызвала работа *"Формирование рельефа в полиимидных покрытиях травлением в ЭЦР-плазме"*, предложенная сотрудниками ОАО «ЦНИИ "Циклон"» — П. Г. Бабаевским, А. А. Жуковым, С. А. Жуковой, Ю. С. Четверовым, С. Ю. Шаповалым.

В целом необходимо отметить высокий уровень работ, представленных на VI Всероссийский семинар "Проблемы теоретической и прикладной электронной оптики", а также увеличение количества работ, способствующих решению технологических проблем микрофотоэлектроники.

Участники семинара выражают глубокую признательность редакции журнала "Прикладная физика" за оперативную публикацию представленных материалов.

The Sixth All-Russian Seminar "Problems of theoretical and applied electron and ion optics"

A. M. Filachev
ORION Research-and-Production Association, Moscow, Russia

The paper is dedicated to the state-of-the-art review of scientific and applied works, introduced on the 6-th All-Russian seminar on problems of electron and ion optics. The seminar was held in Moscow on May 28—30, 2003.