

B3
C880

**МАТЕРИАЛЫ
XXXI МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНОЙ
СТУДЕНЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ**

**"Студент
и научно-технический
прогресс"**



ФИЗИКА

1xxx

С 551

ББК 574/578

УДК 537

Материалы XXXI Международной научной студенческой конференции: Физика / Новосиб. ун-т, 1994. С.110.

ISBN 5-230-13552-2

В сборнике представлены работы, отмеченные дипломами I, II и III степени на XXXI Международной студенческой конференции, состоявшейся в апреле 1993 г. в Новосибирском государственном университете.

Публикуемые работы представляют интерес для студентов, аспирантов и специалистов-физиков.

Редакционная коллегия:

проф. А.В.Двуроченский (отв. редактор)

акад. РАН, проф. Л.М.Барков

доц. А.Е.Зарвин, доц. В.Б.Голубев

проф. Д.Д.Рютков, проф. С.Л.Мушер,

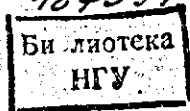
проф. В.И.Нифонтов, проф. Н.А.Рубцов,

проф. А.М.Шалагин,

канд. физ.-мат. наук П.П.Безверхий,

канд. физ.-мат. наук Н.Л.Лаврик,

канд. физ.-мат. наук С.И.Чикичев



B3
C880

ISBN 5-230-13552-2

© Новосибирский государственный университет, 1994

ную структуру, измеренная методом ЭОС, намного меньше, чем один атом на поверхностную элементарную ячейку. Объяснения этому пока не найдено. Возможно, это объясняется тем, что атомы Ni располагаются на некотором расстоянии от поверхности. В этом случае оже-пик никеля сильно ослаблен ввиду высокой поверхностной чувствительности метода ЭОС.

3. Адсорбция никеля на гранях (320) и (210) вызывает морфологический структурный фазовый переход, сопровождающийся переогранкой поверхности. Таким образом, установлено, что под влиянием никеля изменяется равновесная форма кристалла.

Научный руководитель - д-р физ.-мат. наук Б.З.Ольшанецкий

А.В.Тарасов

Новосибирский университет

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ
ЛЕНТОЧНОГО РЭП
ПУТЕМ ПЕРЕСОЕДИНЕНИЯ
СИЛОВЫХ ЛИНИЙ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Для дальнейшего развития исследований по пучковому нагреву плотной плазмы в соленоидах предлагается использовать микросекундные релятивистские электронные пучки (РЭП) с ленточным сечением. Предпочтение в использовании таких пучков перед пучками с аксиально-симметричным сечением обусловлено целым рядом их отличительных особенностей. Во-первых, ленточные пучки получают в магнитно-изолированных диодах и поэтому они имеют существенно меньший угловой разброс; во-вторых, такие пучки допускают транспортировку в вакууме с током электронов существенно большим, чем для цилиндрических пучков. В-третьих, именно в ленточных пучках в настоящее время достигнут максимальный уровень энергосодержания /1/, что имеет определяющее значение для пучково-плазменного эксперимента. Кроме того, использование ленточных пучков позволяет осуществить последовательную во времени инжекцию таких пучков в один и тот же соленоид путем переключения потоков вращающегося магнитного поля, приходящих из не-

скольких диодов. Это последнее обстоятельство позволяет аддитивно наращивать энергию, подводимую к плазме, за счет инжекции пучков релятивистских электронов.

Цель данной работы - экспериментальное исследование процесса переключения ленточного пучка путем пересоединения силовых линий ведущего магнитного поля.

Впервые идея переключения нескольких РЭП магнитным полем была высказана в работе /2/, а детальная проработка схемы переключения и численное моделирование ее работы были выполнены позднее /3/.

Модельные эксперименты по переключению ленточного пучка были осуществлены на установке У-2 /1/. Схема эксперимента представлена на рис. 1. Катод (1) ленточного магнитно-изолированного диода эмитирует ток релятивистских электронов, которые, двигаясь вдоль силовых линий магнитного поля, проходит через щель в аноде (2) и попадают в щелевой транспортный канал А. Далее, в зависимости от направления магнитного поля в переключателем узле ленточный поток электронов мог попасть либо в канал В, либо в канал С, в конце которых электроны пучка поглощались графитовыми приемниками пучка. Генерация переключателя магнитного поля в области D осуществлялась с помощью импульсной катушки (4), в которой специальный генератор создавал импульсы тока с частотой 30 кГц и формой близкой к синусоиде с плоскими вершинами. Необходимость создания такой формы тока диктовалась следующими причинами. Во-первых, в течение времени генерации пучка (10 мкс) необходима постоянная величина переключателя магнитного поля, во-вторых, длительность времени смены тока не должна превышать характерного времени остывания плазмы в соленоиде, которое равно ~10 мкс. Этим требованиям удовлетворяет генератор, схема которого представлена на рис. 1. Параметры данного генератора были выбраны такими, что при отсутствии активных потерь в контуре форма тока в переключательной катушке с индуктивностью L_1 должна иметь вид

$$I = I_0 (\sin(\omega t) + \frac{1}{9} \sin(3\omega t)), \quad (1)$$

что обеспечивает отклонение величины тока на его вершине от постоянного значения не более чем на 5% в течение 8 мкс. Численное моделирование работы генератора с учетом активных потерь

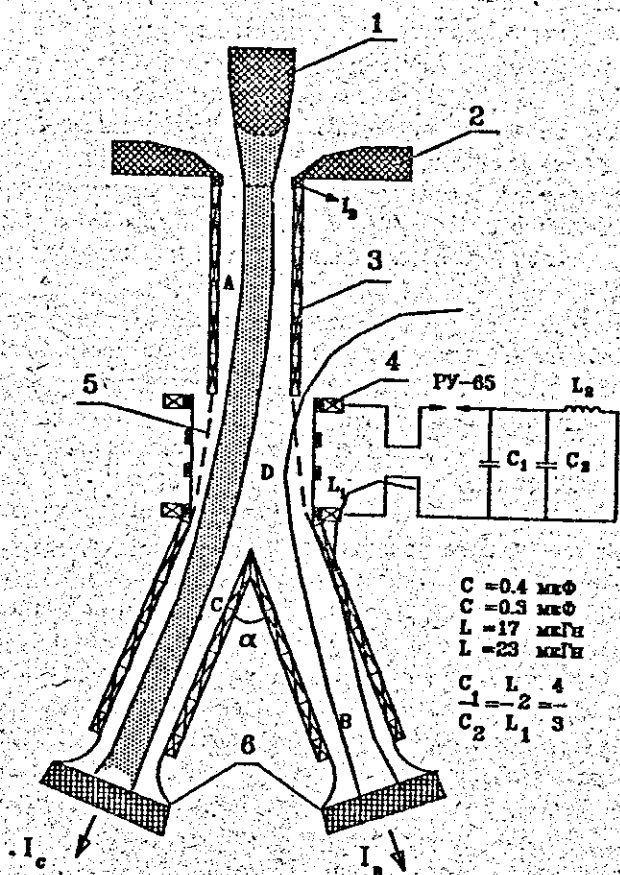


Рис. 1. Схема эксперимента: 1 - катод, 2 - анод, 3 - катушки магнитного поля, 4 - катушка переключения магнитного потока, 5 - камера, пропускающая импульсное магнитное поле, 6 - приемники пучка

в контуре показало хорошее согласие временной зависимости тока I с выражением (1).

Обратим особое внимание на устройство камеры, в которой происходит переключение пучка. С одной стороны, она должна быть плохопроводящей, чтобы диффузия переключающего магнитного поля могла происходить достаточно быстро ($\tau \ll 10 \text{ мкс}$), с другой - пропускать обратный ток пучка, текущий по стенкам каналов, не создавая большой разницы потенциалов ($\Delta U \ll 1 \text{ кВ}$). В соответствии с этим камера была изготовлена из диэлектрика, а ее внутренняя поверхность была обклеена плохопроводящей графитовой тканью. Измерения переключающего магнитного поля, проведенные с помощью подвижных магнитных зондов, показали приемлемую однородность магнитного поля в области переключения, а также малость времени диффузии переключающего поля в стенках камеры.

После завершения измерений магнитного поля была проведена серия экспериментов по переключению ленточного РЭП из канала A в каналы B и C . При этом переключающее магнитное поле имело постоянную величину, равную 0.7 кГс , а угол поворота силовых линий в области переключения относительно их первоначального направления в канале A менялся варьированием величины ведущего магнитного поля. В результате проведенных экспериментов было обнаружено, что наибольший ток пучка на выходе из канала C , а значит, и оптимальный угол поворота силовых линий магнитного поля достигаются при величине ведущего поля происходит потеря электронов пучка на стенках транспортных каналов. Осциллограммы, характеризующие прохождение электронов пучка, представлены на рис. 2. На этом рисунке кривая U_D соответствует напряжению на диоде, I_D - току на входе в канал A , I_K - току на приемнике пучка, а B_S - величине переключающего магнитного поля. Из сопоставления сигналов I_D и I_K видно, что в течение первых двух микросекунд от начала генерации ток I_D существенно превышает I_K . Различие в токах может быть объяснено задержкой электронного потока, которое обусловлено объемом зарядом пучка в области переключения. Оценки показывают, что предельный ток пучка составляет $2 + 3 \text{ кА}$, что и наблюдается в эксперименте. После того как через 2 мкс от начала генерации пучка происходит его зарядовая компенсация, токи I_D и I_K сравниваются, что является доказательством эффективного переключения ленточного РЭП.

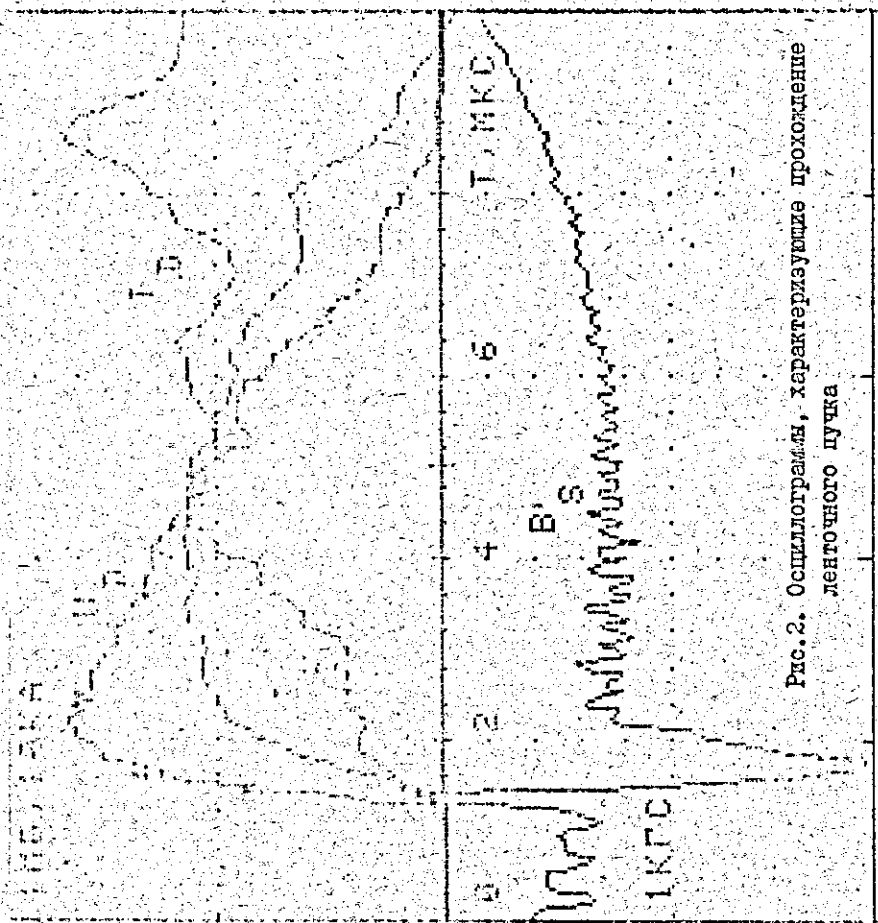


Рис. 2. Осциллограммы, характеризующие прохождение ленточного пучка

Таким образом, в результате проведенных экспериментов осуществлено переключение ленточного пучка с сечением 1×10 см и током 6 кА из одного канала в другой путем пересоединения силовых линий магнитного поля.

Библиографический список

1. Arzhannikov A.V., Nikolaev V.S., Sinitsky S.L., Yushkov M.V. // Proc. of Beams 92 Conf. Washington, 1992. P. 126.
2. Воропаев С.Г., Князев Б.А., Койдан В.С. и др. Доклад на третьей конференции по инженерным проблемам УТС. Л., 1984.
3. Arzhannikov A.V., Astrelin V.T., Sinitsky S.L. // Proc. of XVIII ICPIG. Swansea. UK, 1987. P. 206.

Научный руководитель - С.Л.Синицкий

Е.В.Барышников
Новосибирский университет
ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД
K MESSAGE-ОРИЕНТИРОВАННЫМ СРЕДАМ

Обзор темы

Стремительное развитие компьютерной техники, особенно парка персональных компьютеров, в последнее десятилетие повлекло за собой необходимость улучшения и стандартизации программных сред. Поскольку мощность персональных компьютеров не велика, то их используют в основном для диалога с человеком. По этой причине, наряду с возможностями операционной системы, к персональным компьютерам выдвигается равноправное требование - развитый пользовательский интерфейс. Последними зарубежными разработками в этой области являются Microsoft windows, Geos, X.Windows и др.

Для начала необходимо определить несколько терминов и понятий.

Программной средой называется многозадачная среда, предоставляющая все возможности операционной системы и стандартный пользовательский интерфейс.

Message-ориентированной средой называется программная среда, представляющая все события в виде сообщений.

Сообщение - это структурированные данные, передаваемые объектам среды.

4. Вулс Л.А., Кашкаров В.П. Течение струй вязкой жидкости. М.: Наука, 1965. 431 с.

5. Костыков Н.А., Яковлев И.В. Течение порошковых материалов вблизи примесных включений в условиях ударного нагружения // ФГВ. 1992. 2. С. 109 - 111.

Научный руководитель - канд. физ.-мат. наук, доц.
Н.А.Костыков

А.В.Тельнов
Новосибирский университет

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
ЗАВИСИМОСТИ ВЫХОДНОГО СИГНАЛА
УСТРОЙСТВА ВВОДА ИЗОБРАЖЕНИЙ,
ПОСТРОЕННОГО НА ОСНОВЕ
МДП-ФОТОДИОДНОЙ ЛИНЕЙКИ,
ОТ ПЛОТНОСТИ СВЕТОВОГО ПОТОКА

В работе исследовался сканер, базирующийся на МДП-интегральной линейке фотодиодов ЛФ1024-25/1, состоящей из 1024 фотодиодов размером 19 x 20 мкм шагом 25 мкм (прототип линейки описан в работе /1/). Поле сканирования - 1024 x 1024 пикселя; использован 12-разрядный АЦП, т.е. число градаций серого - 4096. Сканер был разработан в Институте автоматки и электротриии СО РАН, микросхема - в НПО "Восток". Через интерфейс PPI-4 (протокол обмена совместим с КАМАК) сканер может быть подключен к ЭВМ типа IBM PC и использован как для научных целей в качестве высокоточного измерительного прибора (см., напр., /3/), так и для ввода высококачественных изображений - в том числе и цветных - двумерных и трехмерных оригиналов любого размера.

Принцип функционирования линейки следующий: первоначально емкости фотодиодов заряжаются обратным напряжением ~ 10 В, затем линейка в течение некоторого времени экспонируется. При этом, если пренебречь током утечки, уменьшение заряда на емкости прямо пропорционально количеству попавшего на фотодиод света. Далее происходит последовательный опрос ячеек, причем измеряется не заряд, который нужен для дозарядки емкости до перво-

начального напряжения, а напряжение на емкости, передаваемое во внешнюю измерительную схему через истоковый повторитель, находящийся внутри микросхемы, - таким образом разработчики решили проблему паразитных емкостей топологической разводки микросхемы и коммутационного шума /1/. Но емкость фотодиода зависит от напряжения на нем. Например, для резкого несимметричного $p-n$ перехода

$$C = S V \sqrt{\frac{e \epsilon \epsilon_0 n}{2(E+U)}}, \quad (1)$$

где S - площадь, e - заряд электрона, ϵ - диэлектрическая проницаемость, ϵ_0 - диэлектрическая постоянная в системе СИ, n - концентрация носителей заряда в слаболегированной зоне, E - контактная разность потенциалов, U - напряжение на переходе, причем $U > 0$ соответствует обратному напряжению. И именно это является основным источником нелинейности. Исследованию характера нелинейности и борьбе с нею посвящена эта работа.

В экспериментах использовалось излучение гелий-неонового лазера ($\lambda = 633$ нм), которое наиболее интересно в свете возможных приложений. Применялась следующая схема эксперимента: интенсивность лазерного излучения плавно регулируется поворотом поляризационного фильтра; затем оно направляется по одномодовому световоду и, выходя из его торца ($d = 20$ мкм), создает квазиоднородное поле излучения в месте расположения линейки. Расстояние от торца световода до линейки составляло ~ 70 см. Плотность потока лазерного излучения измерялась паспортризованным измерителем мощности WG100 фирмы NIET, Paris. Принятые меры предосторожности позволили избежать возможного влияния интерференции. Время экспозиции было выбрано равным 10 мс, что позволило избежать влияния колебаний мощности лазера с частотами, кратными $2 f_{\text{сети}} = 100$ Гц.

Производилось по 5 замеров для 20 различных плотностей светового потока, перекрывающих весь рабочий диапазон сканера. Соответствующей программной обработкой были получены зависимости сигнала от освещенности для каждого из 1024 фотодиодов. Выяснилось, что исследуемые зависимости для разных ячеек довольно сильно различаются - на 10 - 15 %, поэтому для использования прибора в качестве метрологического требуется их индивидуальная программная линейаризация.

Особо интересно было получить аналитическое выражение, в первом приближении описывающее поведение всех диодов. Была подобрана такая освещенность, что зашкаливших диодов в линейке еще нет, но при чуть большем ее значении они появляются, — таким образом был достигнут максимальный динамический диапазон. Для каждого диода его кривая чувствительности была домножена на такой коэффициент, чтобы ее значение при выбранной освещенности соответствовало максимально возможному (4095), а затем полученные зависимости были усреднены. Так, была получена кривая, в первом приближении с точностью до масштабирующего коэффициента описывающая поведение всех фотодиодов. При помощи программы Derive была произведена аппроксимация полученного массива значений полиномом n -й степени методом наименьших квадратов. Для хорошей аппроксимации оказалось достаточным взять многочлен третьей степени. Аналитический вид найденной зависимости для времени экспозиции 10 мс такой:

$$S = -58.35D^3 + 27.29D^2 + 2152D + 64.15, \quad (2)$$

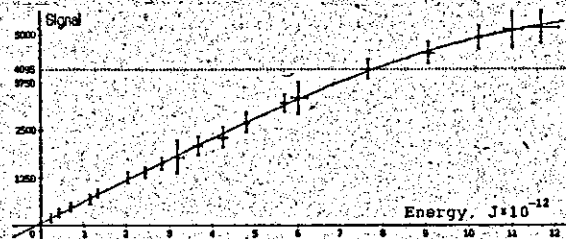
где S — сигнал, D — плотность светового потока в Вт/м²;

$S = 4095$ соответствует $D = 2.014$ Вт/м².

Та же зависимость, выраженная через количество энергии, попавшей на фотодиод:

$$S = -1.063E^3 + 1.890E^2 + 566.3E + 64.15, \quad (3)$$

где E — в пикоджоулях; $S = 4095$ соответствует $E = 7.653$ пДж.



Зависимость сигнала от энергии, попавшей на фотодиод — формула (3)

Использование результатов проделанной работы позволяет на порядок увеличить точность измерения освещенности по полю изображения.

Библиографический список

1. Каган Ю.Х., Кащеев Э.Л., Кругликов С.В. и др. Самосканруемая МДП интегральная линейка фотоприемников // Автометрия. 1984. № 3.
2. Лабусов В.А., Плеханова И.В., Финюгов Л.В. Исследование апертурных характеристик фотодиодных линеек // Там же. 1989. № 5.
3. Борисов А.И., Брагин Б.Н., Лабусов В.А. и др. Исследование ионнооптического преобразователя в качестве детектора ионов в масс-спектрокопии // Там же. 1991. № 5.

Научный руководитель — канд. техн. наук, доц. Е.И.Пальчиков

Д.А.Игнатов

Челябинский университет

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ РАСШИФРОВКА

ЛАУЭГРАММ ВРАЩЕНИЯ.

ПРИЛОЖЕНИЕ К УТОЧНЕНИЮ

ПАРАМЕТРОВ РЕШЕТКИ МОНОКРИСТАЛЛОВ

Введение

Уточнение параметров решетки монокристаллических объектов является широко распространенной задачей в области диагностики минерального сырья и традиционно решается методами (или сводится к таковым см. работу [2]) порошковой рентгенографии и дифрактометрии. При малом количестве пробы материала, небольших размерах зерен или нежелательности разрушения монокристалла уточнение параметров решетки объектов может быть осуществлено с помощью классических лауэграмм вращения кристалла в ориентированном положении (метод слоев линий), что обуславливает высокую трудо- и времяемкость такого рода исследований. Точность определения параметров этим методом составляет несколько процентов, в то время как дифрактометрические измерения по методу порошка обеспечивают точность порядка 0.01 %.