



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

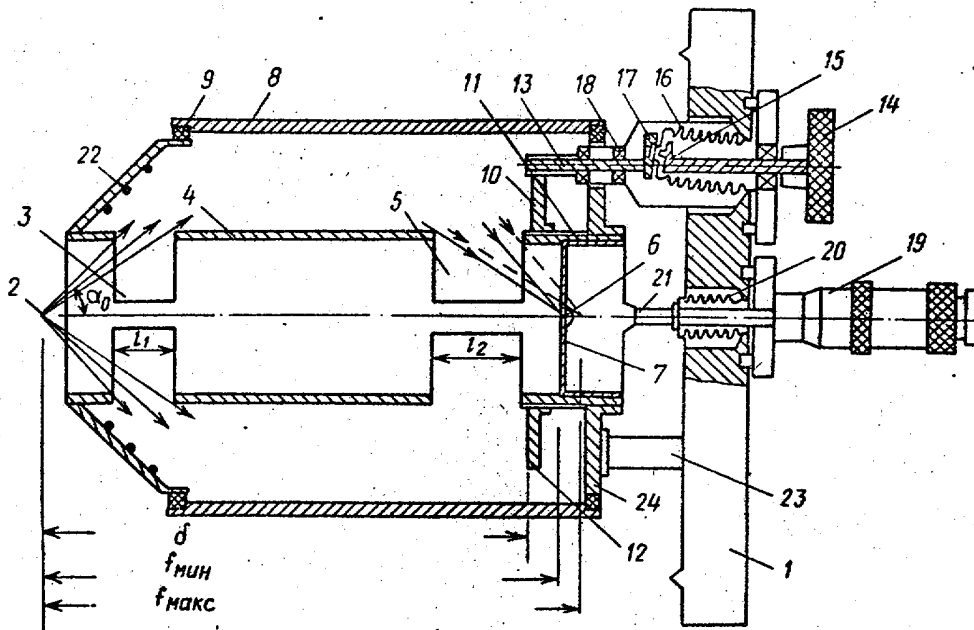
ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(61) 680534
(21) 4758323/21
(22) 09.11.89
(46) 07.02.92. Бюл. № 5
(75) А.М.Ильин
(53) 621.384 (088.8)
(56) Зашквара В.В. и др. ЖТФ-1966, т.36, № 1, с. 132.

Авторское свидетельство СССР
№ 680534, кл. H 01 5 49/44, 1979.
(54) ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИЙ ЭНЕРГО-
АНАЛИЗАТОР
(57) Изобретение относится к спектроско-
пии пучков заряженных частиц и может быть
использовано для создания электростатиче-
ских энергоанализаторов с высокой свето-
силой, обладающих высокими

разрешающей способностью, чувстви-
тельностью и хорошей эффективностью работы
в сверхвысоковакуумных электронных спек-
трометрах. Целью изобретения является по-
вышение чувствительности, разрешающей
способности и улучшение эффективности
работы. Устройство содержит фланец 1, на
котором установлены внутренний 4 и наруж-
ный 8 цилиндрические электроды. Электро-
ны вылетают из точечного источника 2 и
через приемную диафрагму 6 попадают в
приемник 7. Торцовая пластина 10 и диа-
фрагма 6 с приемником 7 выполнены подвиж-
ными и могут двигаться вдоль оси
устройства. Передвигая торцовую пластину
и диафрагму, можно подобрать нужный ре-
жим работы устройства. 1 ил.



Изобретение относится к спектроскопии пучков заряженных частиц, может быть использовано для создания электростатических энергоанализаторов с высокой разрешающей способностью, высокой чувствительностью, обладающих возможностью плавного изменения фокусного расстояния и разрешающей способности, и является усовершенствованием изобретения по авт.св. № 680534.

Известен электростатический энергоанализатор пучков заряженных частиц типа цилиндрического зеркала. Этот анализатор состоит из двух соосных цилиндрических электродов. Внутренний электрод имеет два окна, одно из которых предназначено для ограничения угловых размеров пучка и ввода его в анализирующее поле между электродами, а другое — для возвращения пучка из анализирующего поля в область внутреннего электрода, где располагается приемник с приемной диафрагмой. При этом размеры обоих окон одинаковы. Внутренний цилиндрический электрод обычно заземляется, а к наружному прикладывается меняющийся потенциал того же знака, что и заряд анализируемых частиц. Точечный источник и его изображение находятся на оси симметрии и фокусное расстояние равно $6,13r_1$, где r_1 — радиус внутреннего электрода. Процесс анализа частиц по кинетическим энергиям основан на фокусирующем и диспергирующем действии электростатического поля между электродами на пучок заряженных частиц, средняя траектория которого наклонена на входе в поле под углом α_0 к оси симметрии. Разрешающую способность анализатора можно характеризовать отношением дисперсии к величине абберационного размытия изображения. Чем больше это отношение, тем выше разрешающая способность анализатора. Для создания цилиндрического поля в области прохождения траекторий заряженных частиц требуются электроды большой длины, позволяющие устранить влияние краевых полей.

Такие анализаторы громоздки. На практике в цилиндрических зеркалах анализирующее поле обычно ограничивают в направлении оси симметрии, а на торцах цилиндрических электродов располагают системы коаксиальных электродов, несущих корректирующие потенциалы. Применение таких громоздких и сложных защитных систем позволяет значительно сократить длину анализатора, избавившись в то же время от искажающего действия

краевых полей. При этом фокусировка анализатора не улучшается.

Наиболее близким является анализатор, состоящий из внутреннего цилиндрического электрода с двумя окнами одинакового размера, наружного электрода, точечного источника, приемника с диафрагмой, одной системы коаксиальных защитных электродов (на торце со стороны источника) и содержащий в межэлектродном пространстве за выходным окном торцовую металлическую пластину, перпендикулярную оси симметрии и имеющую потенциал внутреннего электрода, с которым она соединена механически и электрически и которая является конструктивным элементом анализатора. Торцовая металлическая пластина, имеющая потенциал внутреннего электрода, создает нужный эффект изменения фокусирующего поля по сравнению с идеальным цилиндрическим, в результате которого разрешающая способность при регистрации пучков с большой угловой расходимостью в несколько раз выше, чем в случае цилиндрического поля в режиме угловой фокусировки второго порядка. При этом становится ненужной система коаксиальных защитных электродов — на торце со стороны приемника, так как область анализируемого поля ограничивается торцовой пластиной. Фокусное расстояние f анализатора, т.е. расстояние между источником и изображением, зависит от расстояния между торцовой пластиной и источником δ .

Известный анализатор зачастую имеет разрешающую способность и чувствительность меньше расчетных для заданной конструкции анализатора, например, если фактическое расстояние между источником и диафрагмой приемника из-за погрешности изготовления не равно расчетному для данного δ . При этом фокус пучка может располагаться ближе приемной диафрагмы или за ней. Это приводит к потере интенсивности пучка, проходящего через диафрагму в приемник, т.е. снижению чувствительности измерений и ухудшению разрешающей способности. Кроме того, ухудшение характеристик может произойти при наличии внешних возмущающих факторов — электростатических или рассеянных магнитных полей, деформации электродов при прогревах вакуумной системы и т.д. Кроме того, анализатор не позволяет изменить режим работы в зависимости от конкретной задачи исследования без изменения конструкции, что связано с нарушением вакуумных условий и

необходимостью значительной переделки прибора.

Цель изобретения – повышение чувствительности, разрешающей способности анализатора, а также улучшение эффективности его работы в сверхвысоковакуумных установках.

Предлагаемый анализатор содержит внутренний электрод с двумя окнами, наружный электрод, источник заряженных частиц, приемник с диафрагмой, систему защитных электродов со стороны источника, металлическую торцовую пластину со стороны приемника, имеющую потенциал внутреннего электрода. Длина выходного окна l_2 (фиг. 1) в направлении оси симметрии увеличена по сравнению с длиной l_1 входного окна на величину $\Delta l = f_{\max} - f_{\min}$, где f_{\max} и f_{\min} экстремальные значения фокусных расстояний для всей совокупности расчетных режимов работы анализатора. Торцовая пластина и приемник с диафрагмой выполняются подвижными, способными перемещаться вдоль оси симметрии анализатора с помощью герметичных вводов перемещения без разгерметизации установки и прекращения ее работы на длительный срок.

Выполнение выходного окна удлиненным по сравнению с входным, а торцовой пластины и приемника подвижными вдоль оси симметрии позволяет производить плавное изменение фокусировки анализатора, добиваться перехода к нужному режиму работы с точной регулировкой разрешающей способности и чувствительности, не меняя конструкции анализатора и не производя разгерметизацию высоковакуумной установки с прекращением ее работы.

На чертеже представлена конструктивная схема анализатора.

На базовом фланце 1 (фиг. 1) размещен анализатор, состоящий из точечного источника 2 заряженных частиц, входного окна 3 длиной l_1 , которая определяется угловыми размерами анализируемого пучка по известному соотношению

$$l_1 = r_1 [\operatorname{ctg}(\alpha_0 - \Delta\alpha/2) - \operatorname{ctg}(\alpha_0 + \Delta\alpha/2)],$$

где $\Delta\alpha$ – угол расходимости пучка;

α_0 – угол наклона средней траектории пучка к оси симметрии,

внутреннего цилиндрического электрода 4 с радиусом r_1 , выходного окна 5 длиной $l_2 = l_1 + \Delta l$, где $\Delta l = f_{\max} - f_{\min}$; f_{\max} и f_{\min} экстремальные значения фокусных расстояний f для всех режимов работы, прием-

ной диафрагмы 6 на оси симметрии приемника 7 наружного электрода 8 с изоляторами 9, которыми он изолирован от внутреннего цилиндрического электрода 4, торцовой пластины 10, расположенной на покрытом резьбой участке 11 поверхности внутреннего цилиндрического электрода 4 и имеющей по периметру зубчатую насечку 12, находящуюся в зацеплении с шестеренкой 13 эксцентрикового ввода вращения, состоящего из поворотной ручки 14, ведущего эксцентрика 15, сильфона 16, ведомого эксцентрика 17, вал которого расположен в подшипниках 18 и соединен с шестеренкой 13. Анализатор включает также ввод линейного перемещения, состоящий из микрометрической головки 19, сильфона 20 и штока 21, соединенного с приемником 7, а также систему защитных электродов 22 на торце анализатора со стороны источника. Анализатор устанавливается на базовом фланце 1 с помощью несущих стоек 23, соединенных с задней стенкой анализатора 24.

Анализатор работает следующим образом.

В исходном состоянии базовый фланец анализатора размещается на фланце вакуумной камеры (не показаны). Расходящийся от точечного источника пучок заряженных частиц вырезается входным окном 3 внутреннего цилиндрического электрода 4 и попадает в анализирующее поле. Центральная траектория пучка наклонена перед входом в поле под углом $42,3^\circ$ к оси симметрии. Отраженные полем заряженные частицы выйдут через окно 5 и попадают в отверстие приемной диафрагмы 6 приемника 7. Изменяя потенциал V на наружном электроде 8, получают спектр частиц по кинетическим энергиям.

При значении потенциала V в приемную диафрагму пройдут частицы с кинетическими энергиями, удовлетворяющими соотношению $E = V\gamma$, где γ – расчетный коэффициент. Чтобы изменить режим работы анализатора достаточно переместить торцовую пластину 10 в новое положение по резьбе 11, а приемник 7 – в новое положение вдоль оси симметрии. Это выполняется с помощью герметичных вводов движения извне камеры установки. Поворачивая ручку 14 в нужном направлении и вращая тем самым ведущий эксцентрик 15, поворачивают изолированный от него сильфоном 16 ведомый эксцентрик 17 внутри вакуумной камеры, в результате чего вращается вал эксцентрика в подшипниках 18, вращая шестеренку 13. Благодаря тому, что участок с резьбой 11 так же, как и шестеренка 13 имеет длину $0,8r_1$, торцовая пластина 10 при

движении по резьбе, оставаясь в зацеплении с шестеренкой 13, может смещаться вдоль оси симметрии на это расстояние, что обеспечивает возможность охватить все расчетные режимы работы анализатора.

Смещение приемника вдоль оси симметрии производится вводом линейного перемещения, для чего требуется с помощью микрометрической головки 19, воздействуя на сильфон 20, переместить шток 21. Точность настройки в новом положении контролируется по величине сигнала от приемника 7, который должен быть максимальным по сравнению с близкими положениями торцевой пластины 10 и приемника 7 вдоль оси симметрии. При точном соответствии установленному положению торцевой пластины фактическому фокусному расстоянию чувствительность и разрешающая способность максимальные по сравнению с близкими положениями вдоль оси симметрии в обоих направлениях.

Анализатор позволяет легко изменить режим работы в соответствии с конкретной исследовательской задачей. Например, для перехода от режима с увеличенной разрешающей способностью к режиму идеального цилиндрического зеркала, используемому для калибровочных измерений, достаточно сместить торцевую пластину из положения с $\delta = 5,8r_1$ в положение с

$\delta = 6,4r_1$, а приемник соответственно из положения с $f = 6,03r_1$ в положение с $f = 6,13r_1$, что выполняется без нарушения работы спектрометра и без разгерметизации его камеры.

Выполнение выходного окна удлиненным по сравнению с входным, а торцевой металлической пластины и приемника с диафрагмой подвижными вдоль оси симметрии позволяет производить плавное изменение фокусировки анализатора с помощью герметичных вводов извне вакуумной камеры, добиваясь максимально возможных чувствительности, разрешающей способности и эффективности работы анализатора в сверхвысоковакуумных спектрометрах.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Электростатический энергоанализатор по авт.св. № 680534, отличающийся тем, что, с целью повышения чувствительности, разрешающей способности и улучшения эффективности его работы, торцевая пластина и приемник выполнены подвижными вдоль оси симметрии, а выходное окно внутреннего электрода имеет длину большую, чем входное, на величину $\Delta l = f_{\text{макс}} - f_{\text{мин}}$, где $f_{\text{макс}}$ и $f_{\text{мин}}$ — экстремальные значения фокусных расстояний энергоанализатора для всех режимов работы.

Редактор И. Шулла

Составитель А. Ильин
Техред М. Моргентал

Корректор Н. Король

Заказ 345

Тираж

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101