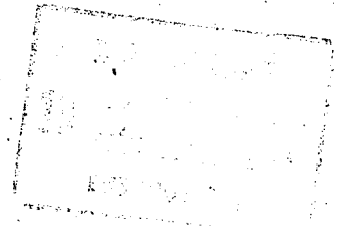




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (21) 3407267/18-21
(25) 3407266/18-21
(22) 16.03.82
(46) 30.12.83. Бюл. № 48
(72) В.А.Курнаев, А.С.Савелов
и Е.С.Гусарова
(71) Московский ордена Трудового
Красного Знамени инженерно-физический институт
(53) 621.384 (088.8)
(56) 1. Афросимов В.В. и др. Много-
канальный анализатор энергетического
и массового спектров атомных частиц,
ЖТФ, т. XIV, выт. 1, 1975, с. 56-66.
2. Духанов В.И. и др. Масс-спек-
трометр с импульсным позиционно-чувст-
вительным детектором ионов на основе
микроканальных пластин, ПТЭ, 1980,
№ 3, с. 170-173.

(54) (57) МАГНИТНЫЙ СПЕКТРОМЕТР, содер-
жащий вакуумную камеру с патрубком
для ввода пучков заряженных частиц,
входную щель, электромагнит с полюс-
ными наконечниками и жестко соединен-
ные между собой фланец с электричес-
кими вводами, детектирующую сборку,
входной и выходной магнитные экраны,
и диафрагму с п сквозными отверстия-
ми, отличающийся тем, что,
с целью повышения чувствительности,
в нем полюсные наконечники размещены
в полости вакуумной камеры и закреп-
лены на фланце, а их внутренняя по-
верхность выполнена в виде п пря-
молинейных участков, угол наклона ко-
торых определяется из следующего
соотношения:

$$\operatorname{ctg} \alpha_k^i = \frac{[\operatorname{ctg}^2 \alpha_0 (\psi^i \operatorname{ctg} \psi^i - 1) - \operatorname{ctg} \alpha_0 (2 \operatorname{ctg} \psi^i + \psi^i) + 1] \left(\frac{\ell_i}{r_0^i} \right)^2 + \psi^i \frac{\ell_1}{r_0^i} (1 - \psi^i \operatorname{ctg} \psi^i)}{[2 \operatorname{ctg}^2 \alpha_0 \psi^i + \operatorname{ctg} \alpha_0 \psi^i \operatorname{ctg} \psi^i - \operatorname{ctg} \alpha_0 - \operatorname{ctg} \psi^i] \left(\frac{\ell_i}{r_0^i} \right)^2 - (\psi^i \operatorname{ctg} \psi^i + 1) \frac{\ell_1}{r_0^i} - \psi^i}$$

где α_k^i - угол наклона прямолинейных
участков внутренней поверх-
ности наконечников к сред-
ней траектории пучков иссле-
дуемых заряженных частиц;
 ℓ_1 - входное плечо спектрометра;
 α_0 - угол наклона внешней поверх-
ности полюсных наконечников

r_0^i - радиус кривизны средней
траектории i -го пучка,
 $i=1, 2, \dots, n$.

k - направлению пучка на вхо-
де спектрометра;
 ψ^i - угол поворота i -го пучка
в однородном магнитном поле

Изобретение относится к измерительной технике, в частности к корпускулярной спектрометрии, и может быть использовано, например, для исследования массового и энергетического спектров плазмы.

Известен магнитный спектрометр, содержащий вакуумную камеру с патрубком для ввода пучков заряженных частиц, входную щель, электромагнит с полюсными наконечниками, диафрагму и детектирующую сборку, причем полюсные наконечники выполнены с прямолинейными входной и выходной границами [1].

Недостатком данного устройства является низкая чувствительность ввиду отсутствия стигматической фокусировки и значительной погрешности юстировки электромагнита.

Известен магнитный спектрометр, содержащий профилированную вакуумную камеру с патрубком для ввода пучков заряженных частиц, входную щель, электромагнит с прямолинейными полюсными наконечниками, размещенный вне камеры, юстировочное приспособление и жестко соединенные между собой фланец с электрическими вводами, детектирующую сборку, входной и выходной магнитные экраны и диафрагму с n сквозными отверстиями [2].

$$\operatorname{ctg}^2 \alpha_k^i = \frac{\left[\operatorname{ctg}^2 \alpha_0 (\psi^i \operatorname{ctg} \psi^i - 1) - \operatorname{ctg} \alpha_0 (2 \operatorname{ctg} \psi^i + \psi^i + 1) \left(\frac{\ell_1}{r_0^i} \right)^2 + \psi^i \frac{\ell_1}{r_0^i} (1 - \psi^i \operatorname{ctg} \psi^i) \right]}{2 \left(\operatorname{ctg}^2 \alpha_0 \psi^i + \operatorname{ctg} \alpha_0 \psi^i \operatorname{ctg} \psi^i - \operatorname{ctg} \alpha_0 - \operatorname{ctg} \psi^i \right) \left(\frac{\ell_1}{r_0^i} \right)^2 - (\psi^i \operatorname{ctg} \psi^i + 1) \frac{\ell_1}{r_0^i} - \psi^i}$$

где α_k^i - угол наклона прямолинейных участков внутренней поверхности наконечников к средней траектории пучков исследуемых заряженных частиц;
 ℓ_1 - входное плечо спектрометра;
 α_0 - угол наклона внешней поверхности полюсных наконечников к направлению пучка на входе спектрометра;
 ψ^i - угол поворота i -го пучка в однородном магнитном поле;
 r_0^i - радиус кривизны средней траектории i -го пучка,
 $i=1, 2, \dots, n$.

На фиг. 1 представлен предлагаемый спектрометр, горизонтальный разрез; на фиг. 2 - сечение А-А на фиг. 1; на фиг. 3 и 4 - варианты выполнения выходной границы полюсных наконечников.

Магнитный спектрометр содержит вакуумную камеру 1 с патрубком 2 для ввода пучков заряженных частиц, в котором расположена входная щель 3, размещены входной 4 и выходной 5 магнитные экраны, полюсные наконеч-

Недостатком известного спектрометра является низкая чувствительность, обусловленная погрешностью юстировки и отсутствием стигматической фокусировки пучков заряженных частиц, т.е. одновременной фокусировки в вертикальной и горизонтальной плоскостях, что снижает светосилу спектрометра. Кроме того, профилирование вакуумной камеры, вызванное тем, что размеры детектирующей сборки превышают величину зазора электромагнита, усложняет данное устройство, снижает его надежность.

Цель изобретения - повышение чувствительности магнитного спектрометра.

Указанная цель достигается тем, что в магнитном спектрометре, содержащем вакуумную камеру с патрубком для ввода пучков заряженных частиц, входную щель, электромагнит с полюсными наконечниками и жестко соединенные между собой фланец с электрическими вводами, детектирующую сборку, входной и выходной магнитные экраны и диафрагму с n сквозными отверстиями, полюсные наконечники размещены в полости вакуумной камеры и закреплены на фланце, а их внутренняя поверхность выполнена в виде n прямолинейных участков, угол наклона которых определяется из следующего соотношения

ниги 6, диафрагма 7 и детектирующая сборка 8. Сигналы с детектирующей сборки 8 выводятся через фланец 9. Магнитные экраны 4 и 5 прикреплены через фиксаторы 10 с помощью болтов к полюсным наконечникам 6. Последние посредством уголков 11 присоединены к фланцу 9, причем диафрагма 7 и детектирующая сборка 8 монтируются на опорной пластине 12, удерживаемой уголками 11 и прикрепленной к выходному экрану 5. Для калибровки спектрометра предусмотрены цилиндр 13 Фарадея и датчик 14 магнитного поля. Вакуумная камера 1 с полюсными наконечниками 6 расположена в зазоре электромагнита 15. На фланце 9 размещены электрические вводы 16. Полюсные наконечники 6 имеют входную 17 и выходную 18 границы.

Выбор конкретных значений углов α_k^i и ψ^i можно осуществить, например, полагая $\alpha_k^i = \text{const}$ или $\psi^i = \text{const}$ для всех пучков, выделяемых диафрагмой 7 (фиг. 3 и 4).

Устройство работает следующим образом.

Электромагнит 15 подключается к источнику питания и на вход спектрометра подается пучок заряженных частиц. В зазоре между полюсными наконечниками 6 формируется однородное магнитное поле, эффективная граница которого определяется магнитными экранами 4 и 5. В зависимости от энергии частиц или от отношения массы частицы к ее заряду в магнитном поле происходит разделение исследуемого пучка частиц. Диафрагма 7 выделяет из целевого пучка отдельные пучки с определенным значением импульса, которые регистрируются детектирующей сборкой 8, сигналы с которой выводятся через фланец 9. При этом, выполняя выходную границу полюсных наконечников электромагнита зигзагообразной, можно в многоканальном магнитном спектрометре одновременно осуществить фокусировку в горизонтальной и вертикальной плоскостях, т.е. обеспечить стигматическую фокусировку, что невозможно достичь в случае прямой выходной границы. Выполняя каждый участок выходной гра-

ницы криволинейным, можно обеспечить фокусировку более высокого порядка.

Вследствие того, что экраны, полюсные наконечники электромагнита, диафрагма и детектирующая сборка расположены в одной области, а именно внутри вакуумной камеры, становится возможным зафиксировать их взаимное положение, определяемое из расчета ионно-оптической системы.

Указанное соединение позволяет одновременно с фланцем выдвигать всю сборку, что упрощает процесс монтажа и наладки. Таким образом, расположение полюсных наконечников внутри вакуумной камеры и жесткое соединение их с другими элементами позволяет устранить необходимость точной юстировки всего электромагнита относительно камеры.

Размещение полюсных наконечников в полости вакуумной камеры и профилирование их выходной границы позволяет повысить чувствительность спектрометра за счет повышения светосилы спектрометра и устранения ошибки положения электромагнита.

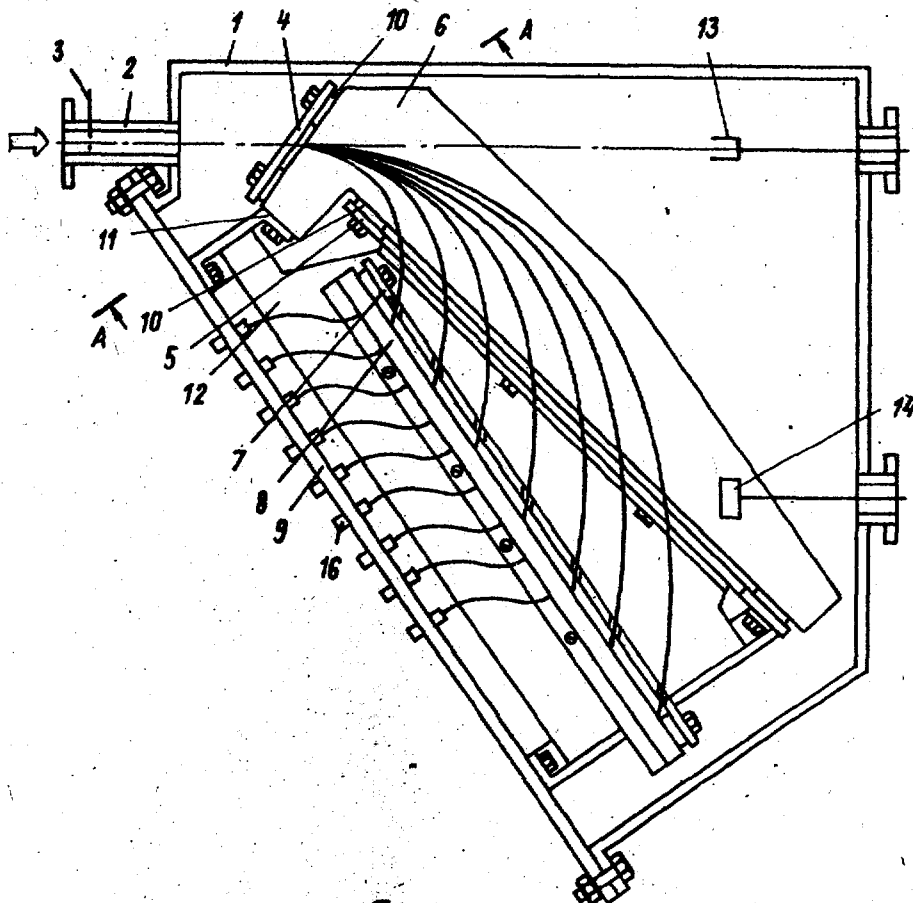
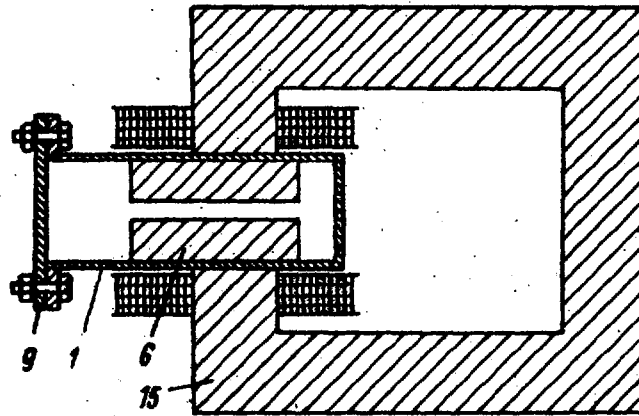
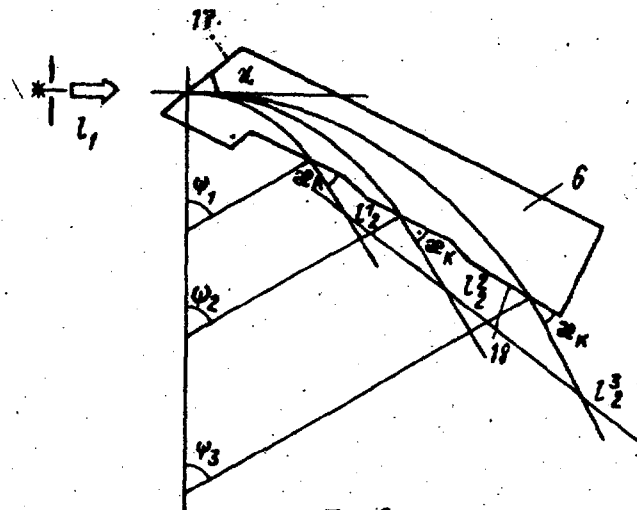


Fig. 1

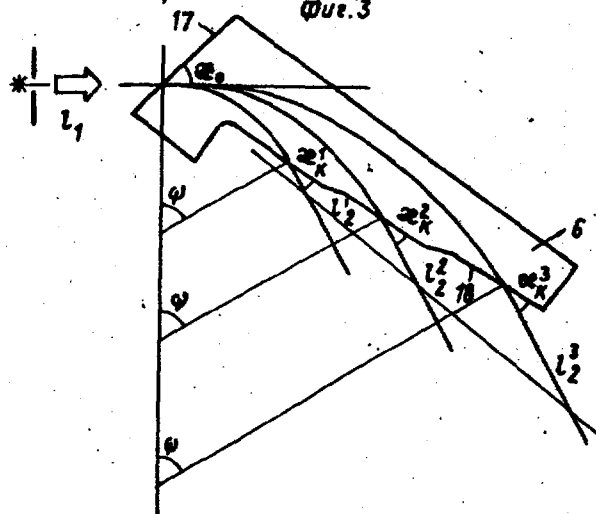
A-A



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4