

10; 12

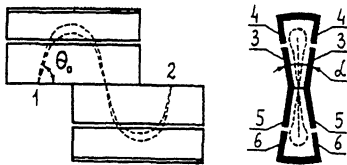
© 1993

ДВУХКАСКАДНЫЙ ЭНЕРГОАНАЛИЗАТОР
С ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИМИ КЛИНОВИДНЫМИ ЗЕРКАЛАМИЛ.Г. Гликман, Ю.В. Голоскоков,
С.П. Карецкая

Присутствие в канале регистрации масс-спектрального прибора нейтральных и рассеянных частиц, а также большой разброс по энергии в основном пучке приводят к значительному ухудшению рабочих характеристик прибора. Чтобы избежать этого, часто используют энергоанализаторы, которые смещают пучок заряженных частиц, но не изменяют направления его движения [1-2]. При этом энергоанализатор при небольших габаритах должен обладать хорошими фокусирующими и диспергирующими свойствами. Авторами предлагается новый двухкаскадный энергоанализатор, использование которого во многих случаях предпочтительнее, чем применение большинства известных анализаторов. Он состоит из двух клиновидных зеркал, задающих поверхности каждого из которых расположены на двух полуплоскостях, образующих двугранный угол α . Один из таких анализаторов схематически изображен в двух проекциях на рисунке. Штриховыми линиями показаны проекции траекторий заряженных частиц. За счет двойного отражения пучок смещается, но направление движения частиц не изменяется. Источник 1 и приемник 2 расположены вне поля энергоанализатора. Цифрами 3, 4 и 5, 6 отмечены двухпластинные электроды зеркал. Пластины соседних электродов разделены прямыми щелями. Электроды 3, 5 находятся под потенциалом φ_1 , на электроды 4, 6 подан отражающий потенциал φ_2 . θ_0 - угол между осевой траекторией пучка на входе в поле и направлением, вдоль которого поле не изменяется.

Электронно-оптические свойства двухэлектродных клиновидных зеркал довольно полно исследованы в работах [3]. Было показано, что их относительная дисперсия по энергии (отношение линейной дисперсии к базе) может быть очень большой. При наличии стигматичной фокусировки и фокусировки второго порядка по углу расходимости пучка в средней плоскости зеркала она может превышать относительную дисперсию анализаторов других видов в 30 раз. Клиновидные зеркала обладают и высокой трансмиссией. В областях входа и выхода пучка поле практически отсутствует, что позволяет не закрывать их сетками. В результате фон вторичных и рассеянных частиц значительно снижается.

Отмеченные выше свойства клиновидных электростатических зеркал позволяют создавать на их основе малогабаритные энергоанализаторы с высокими рабочими характеристиками. Один из них,



Двухкаскадный энергоанализатор с клиновидными зеркалами в двух проекциях.

двухкаскадный анализатор, был практически реализован и испытан в монополюсном масс-спектрометре вторичных ионов МС - 7201М [4]. Анализатор состоит из двухэлектродных клиновидных электростатических зеркал с двугранным углом α , равным 20° (см.

рисунок), $\theta = 75^\circ$ и $\frac{\varphi_2}{\varphi_1} = 0.0044$. Потенциал нормирован так, что для частицы, движущейся по осевой траектории, он обращается в нуль там, где равна нулю ее скорость. Форма и размеры электродов выбирались такими, чтобы в области движения частиц поле оставалось двумерным. При габаритных размерах $23 \times 35 \times 7$ мм (меньше спичечной коробки) энергоанализатор имел линейную дисперсию по энергии 153 мм. Достигалась стигматичная фокусировка, была устранена сферическая aberrация второго порядка, связанная с углом расходимости пучка в средней плоскости. Энергоанализатор помещался в вакуумной камере монополюсного масс-спектрометра на выходе анализатора масс вместо ионно-электронного преобразователя. Он выполнял роль энергетического фильтра и эффективно подавлял нейтральную составляющую выходящего из масс-анализатора пучка. При использовании заводского ионного источника Пеннинга отношение сигнал/шум для чистого кремния было увеличено в 60 раз, а предел обнаружения бора в кремнии был уменьшен на два порядка. Исследуемый образец распылялся ионами аргона Ar^+ с энергией 8 кэВ.

Благодаря своей компактности и высоким рабочим характеристикам, рассмотренный энергоанализатор может с успехом применяться как при модернизации, так и при разработке новых электронных и масс-спектрометров.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] I o a n o v i c i u D., C u n a C., M e r s e a V., P a l i b r o d a N. // Rev. Roum. Phys. 1986. V. 31. N 8. P. 829-832.
- [2] F i s h k o v a T.Y., O v s y a n n i k o v a L.P., P a s o v e t s S.V., S h p a k E.V. // Nucl. Instr. Meth. 1990. V. A298. N 1-3. P. 179-180.

- [3] Гликман Л.Г., Голоскоков Ю.В., Исккова З.Д. // ЖТФ. 1992. Т. 62. В. 1. С. 137-151.
- [4] Шевелев Г.А., Сенин Н.А., Гликман Л.Г. Голоскоков Ю.В., Карецкая С.П. Вторичная ионная и ионно-фотонная эмиссия: Тез. докл. У1 Всес. семинара, Харьков. 1991. С. 245-246.

Институт ядерной физики
АН Республики Казахстан,
Алма-Ата

Поступило в Редакцию
11 марта 1993 г.