



УКРАЇНА

(19) UA (11) 58673 (13) U
(51) МПК (2011.01)
H01J 27/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ДЖЕРЕЛО ІОНІВ

1

2

(21) u201009878

(22) 09.08.2010

(24) 26.04.2011

(46) 26.04.2011, Бюл.№ 8, 2011 р.

(72) АГАФОНОВА АННА СЕРГІЇВНА, СУРКОВ ВОЛОДИМИР АНАТОЛЬОВИЧ, ЗАВІЛОПУЛО АНАТОЛІЙ МИКОЛАЙОВИЧ, МІРОНЕЦЬ ЄВГЕН АНАТОЛІЙОВИЧ

(73) ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОННОЇ ФІЗИКИ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

(57) Пристрій для отримання пучка позитивних іонів атомів і молекул, який складається з іонізаційної камери та вузла іонізатора, який **відрізня-**

ється тим, що вузол іонізатора містить додаткову сітку, виготовлену у вигляді циліндричної поверхні, яку розташовано на відстані $1/3$ діаметра анода, причому відстань анод-катод дорівнює діаметру анода, перпендикулярно до електронного пучка на відстані діаметра анода розташований рефlector у вигляді циліндра, що забезпечує формування паралельного пучка іонів на виході з джерела, вузол іонізатора має захист від електричних пробивів, додатково містить рефlector, що приводить до збільшення кількості іонів на виході з джерела іонів.

Корисна модель належить до пристроїв атомної фізики та мас-спектрометрії і може бути використана при дослідженні процесів взаємодії електронів з атомами і молекулами, а також як джерело іонів у монопольному та квадрупольному мас-спектрометрах.

Відомий пристрій для отримання пучка позитивних іонів атомів і молекул для монопольного (квадрупольного) мас-спектрометра використовує джерела електронів спеціальної конструкції, так звані сітчані джерела з конусоподібним спіральним анодом [1]. Недоліком такого пристрою є невисока ефективність у режимі отримання позитивних іонів з атомів і молекул методом електронного бомбардування. Поле відбивача і катода (або оточуючих електродів) проникає в область формування іонів та витягає частину іонів, а поле несиметрично розташованого катода ще й відхиляє їх траєкторії від осі.

Найбільш близьким за технічною суттю та ефекту, який досягається, є пристрій [2], конструктивно подібний до аналога, що використовується в промислових монопольних мас-спектрометрах. Принцип роботи джерел іонів наступний: електрони, що емітуються вольфрамовим катодом прямого розжарення, прискорюються у напрямку анода до енергії іонізації U_i надходять в область іонізації (анод виготовлений у вигляді молібденової конічної спіралі). У результаті зіткнення частини електронів з нейтральними частками утворюються мо-

лекулярні, атомарні й осколкові іони, а електрони, що не зіштовхнулися, перетинають область іонізації й залишають її. Під дією поля витягаючого електрода ($U_{\text{вит}}$) іони прискорюються в напрямку до вхідної діафрагми блока електродів, формуючись у пучок, аналізуються за масами в високочастотному полі та реєструються. Недоліками такого пристрою є те, що його конструкція не дозволяє збільшити кількість електронів, які беруть участь у процесі іонізації нейтральних частинок, що обумовлено великим розкидом їх за енергією та малою довжиною шляху, на якому відбувається іонізація нейтральних частинок. До недоліків конструкції слід також віднести неспроможність сформувати паралельний іонний пучок на вхідну діафрагму мас-аналізатора.

Метою корисної моделі є вдосконалення пристрою для забезпечення стабільного за величиною та у часі пучка позитивних іонів атомів і молекул на вхід мас-аналізатора. Це досягається тим, що в пристрої для отримання пучка позитивних іонів 3 атомів і молекул та для запобігання провисання поля катода та відбивача, на одній осі з анодом введено додаткову сітку з великим коефіцієнтом прозорості. Більш ефективна екстракція іонів забезпечується тандемом з рефлятора та витягаючого електрода, для підвищення ефективності форму рефлятора змінено з плоскої на циліндричну. Це забезпечило симетричну форму поля, що дозволяє на вході мас-аналізатора сфо-

(13) U

(11) 58673

(19) UA

рмувати паралельний пучок іонів. Крім того, такий рефлектор менше забруднюється. Запропонована конструкція дозволяє значно зменшити розкид електронів за швидкостями і іонів за енергіями.

Порівняльний аналіз з прототипом показує, що запропонований пристрій має ряд переваг: додаткова сітка запобігає виходу іонів крізь стінки, створюючи умови для збільшення їх кількості, дозволяє зберегти на високому рівні струм іонізуючих електронів при зниженні енергії іонізації, циліндрична форма рефлектора забезпечує формування паралельного пучка іонів на виході з джерела. Цей висновок підтверджується виконаними за допомогою програми моделювання електронно- та іонно-оптичних систем SIMION [3] розрахунками геометрії іонних пучків, що витягаються з джерела іонів (розрахунок ілюструється Фіг.1, де на Фіг.1а зображені розрахункові траєкторії іонів прототипу, а на Фіг.1б - розрахункові траєкторії іонів запропонованого пристрою).

На Фіг.2 зображено конструкцію пристрою, схема джерела іонів. На Фіг.3 зображено джерело іонів у зборі на робочому фланці монопольного мас-спектрометра.

Пристрій складається з двох поперемінно працюючих катодів прямого розжарювання 2, за якими змонтовано відбивач електронів 1. Всередині корпусу джерела знаходиться сітчастий анод 3 у вигляді циліндра, потенціал якого задає енергію іонізуючим електронам. Симетрично (коаксіально) на відстані 1/3 діаметру анода розташовано додаткову сітку 8. Перпендикулярно до площини електронного пучка (катод-анод) міститься витягаючий електрод 4, що слугує для вилучення позитивно заряджених іонів з області взаємодії електронів з нейтральними частинками. Фокусування іонів у пучок здійснюється іонно-оптичною системою, яка складається з фокусуєчого електрода 5 і діафрагми 6, що є входною для блоку електродів мас-аналізатора. Циліндричний електрод 7, розташований напроти діафрагми 6, виконує функцію рефлектора - відбивача утворених іонів.

Працює пристрій наступним чином. Електрони емітують з катода, прискорюються різницею поте-

нціалів між катодом і анодом до енергії, необхідної для іонізації частинок, які знаходяться в проміжку анод-катод (область іонізації). Частина електронів, які пройшли крізь анод-сітку 3, попадають в область гальмуючого потенціалу додаткової сітки 8 і повертаються в область іонізації. Завдяки цьому збільшується ефективна довжина траєкторії електронів, тобто область іонізації. Іони, які виникли внаслідок зіткнення з електронами, витягаються з області іонізації електричним полем, створеним різницею потенціалів між витягаючим електродом 4 і анодом 3, формуються в пучок за допомогою фокусуєчого електрода 5 та виводяться через вихідну діафрагму 6 у вигляді паралельного пучка в іонно-оптичну систему аналізатора іонів.

Важливою перевагою пристрою в порівнянні з прототипом є значно краща однорідність електронів за швидкостями, запобігання їх втраті за рахунок симетризації області іонізації і перешкоджання влученню в область підвищеного градієнта витягаючого потенціалу, тому іони мають значно менший розкид за енергією в порівнянні з прототипом. Катод розташований на відстані, яка дорівнює діаметру анода. Тому у цій області витягаюча напруга становить приблизно 5% повної витягаючої напруги.

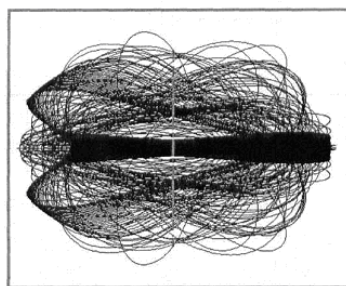
Запропонований пристрій протягом двох років використовується в Інституті електронної фізики НАН України при дослідженнях процесів іонізації, дисоціативної іонізації при взаємодії повільних електронів з атомами і багатоатомними молекулами. Крім того, його можна застосовувати як стандартне джерело іонів для монопольного та квадрупольного мас-спектрометрів.

Джерела інформації:

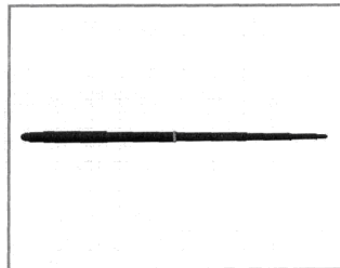
1. Багров Н.Н., Тесленко В.Х., Пилипенко. Ионный источник квадрупольного и однопольного масс-спектрометра / - Криогенная и вакуумная техника. - 1973. - №3. - с. 53-54.

2. Монопольный масс-спектрометр MX-7304A. Описание и Инструкция по эксплуатации / SELMI. - Сумы. - 2002.

3. Dahl D.A. SIMION 3D v. 7.0 User's Manual. Idaho National Eng. Envir. Lab., 2000. 480 p.

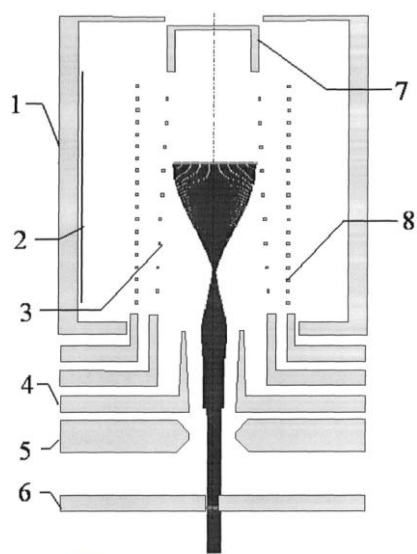


а

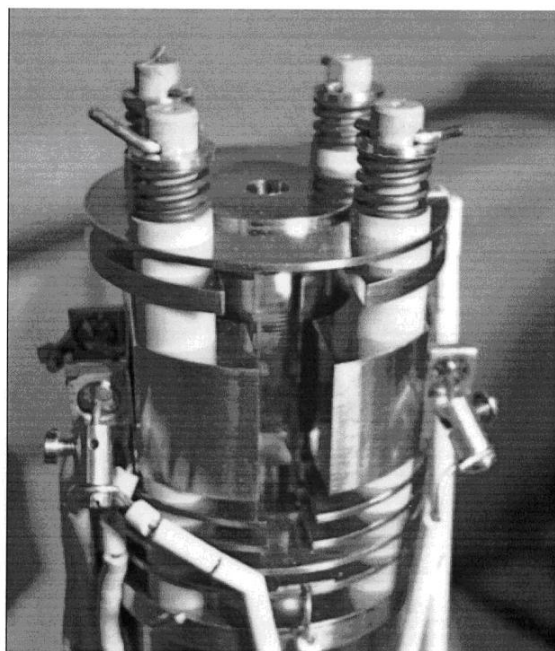


б

Фіг. 1



Фиг.2



Фиг.3