



УКРАЇНА

(19) UA (11) 57737 (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) ПРИСТРІЙ УПРАВЛІННЯ ІОННИМ ДЖЕРЕЛОМ

1

2

(21) u201010099

(22) 16.08.2010

(24) 10.03.2011

(46) 10.03.2011, Бюл.№ 5, 2011 р.

(72) ДЕРЕВ'ЯНКО АНДРІЙ ВАЛЕРІЙОВИЧ, КРОПОВ ОЛЕКСАНДР ЮРІЙОВИЧ, СОРОКА ЛЕОНІД СТЕПАНОВИЧ, СЕРВОЄДОВ МИКОЛА ГРИГОРОВИЧ

(73) ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ В.Н. КАРАЗІНА

(57) Пристрій управління іонним джерелом, що містить сіткову систему електродів екстракції, роз-

міщену у вакуумній камері іонного джерела, та керовані джерела постійної напруги, який **відрізняється** тим, що з метою управління енергією, середнім струмом та зарядним складом пучків іонів керовані джерела постійної напруги, кількістю не менш ніж 4, підключені до сіткової системи електродів екстракції через складений з транзисторів електричний міст, а додатково введений мікроконтролер підключений до зазначених транзисторів та керованих джерел постійної напруги.

Корисна модель належить до іонно-плазмової техніки, зокрема, до приладів управління іонними джерелами, що використовують в якості джерела іонів газорозрядну плазму, а саме впливання на пучок іонів, і може бути використана у вакуумно-плазмових процесах обробки поверхні.

Відомий пристрій управління іонним джерелом, що запропонований у способі одержання негативних іонів [1], дозволяє отримувати пучки іонів різного зарядного складу з досить великою щільністю. Недоліком зазначеного аналогу є необхідність введення водню в плазму газорозрядного джерела.

Найближчим аналогом обрано відомий пристрій регулювання джерела частинок [2], що містить сіткову систему електродів екстракції, розміщену у вакуумній камері іонного джерела, та керовані джерела постійної напруги.

За допомогою цього пристрою отримують пучки частинок, використовуючи в якості їх джерела газорозрядну камеру. Регулюючи потенціал на електродах, що введені до камери, отримують пучки з різним середнім током та різною енергією частинок.

Недоліком найближчого аналогу є відсутність можливості регулювання зарядного складу частинок.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення пристрою управління іонним джерелом, у якому за рахунок створення нової сукупності ознак була б досягнута можливість роботи іонного

джерела в режимах створення пучків, як позитивних, та і негативних іонів шляхом регулювання таких основних параметрів пучків іонів, як: енергія іонів, середній струм пучка та зарядний склад.

Для вирішення поставленої задачі у пристрою, прийнятому за найближчий аналог, що містить сіткову систему електродів екстракції, розміщену у вакуумній камері іонного джерела, та керовані джерела постійної напруги, згідно з корисною моделлю, з метою управління енергією, середнім струмом та зарядним складом пучків іонів, керовані джерела постійної напруги, кількістю не менш ніж 4, підключені до сіткової системи електродів екстракції через складений з транзисторів електричний міст, а додатково введений мікроконтролер підключений до зазначених транзисторів та керованих джерел постійної напруги.

Суть запропонованої корисної моделі пояснюється кресленнями.

На Фіг.1 зображена структурна схема пристрою управління іонним джерелом.

На Фіг.2 зображено структурну схему іонного джерела із пристроєм управління іонним джерелом.

На Фіг.3 - Фіг.8 зображені форми напруг, одержуваних на кожному з виводів пристрою управління іонним джерелом:

Фіг.3 - постійна позитивна напруга;

Фіг.4 - постійна негативна напруга;

Фіг.5 - прямокутні імпульси позитивної полярності зі змінюваним робочим циклом;

(13) U  
(11) 57737  
(19) UA

Фіг.6 - прямокутні імпульси негативної полярності зі змінюваним робочим циклом;

Фіг.7 - двополярний сигнал з різними амплітудами напруг позитивного й негативного імпульсів;

Фіг.8 - двополярний сигнал з різними затримками між позитивним та негативним імпульсами;

На Фіг.9 зображено осцилограму вихідних сигналів пристрою;

На Фіг.10 та 11 зображено енергетичні спектри іонів, отримані при частоті модулювання плазми 5 кГц та при частоті модулювання плазми 35 кГц відповідно.

На структурній схемі пристрою управління (Фіг.1) зображено джерела постійної напруги 1-4, підключені до мосту, складеного із транзисторів 5-8, при цьому, роботою керованих джерел напруги й транзисторів (за допомогою драйверів 9-12) управляє мікроконтролер 13, що має також цифрові виводи 14 для управління ВЧ-джерелом. Виводи пристрою під'єднані до трисіткової системи електродів 15, при цьому два цих з електродів з'єднані з виводами транзисторного мосту, а третій - з землею пристрою.

На структурній схемі іонного джерела з підключеним пристроєм управління (Фіг.2) зображено пристрій управління 16, виводи якого з'єднані з ВЧ-джерелом 17, яке за допомогою індуктора 18 створює плазму, з якої за допомогою трисіткової системи електродів 15, напруга на яку подається з пристрою, витягуються пучки іонів.

Пристрій управління іонним джерелом працює наступним чином.

Для регулювання струму іонного джерела використовується метод добування із плазми імпульсно модульованого ВЧ імпульсного розряду іонів за допомогою триелектродної системи екстракції й подачею на електроди знакозмінних імпульсів напруги екстракції й прискорення. Створення негативних іонів в об'ємі плазми відбувається за рахунок процесів дисоційованого прилипання холодних електронів з енергією порядку 1 еВ до коливально-збуджених молекул. При цьому перетин реакції дисоційованого прилипання зростає при "прилипанні" електронів до молекул з високими коливальними ступенями свободи. Одержання молекул реактивного газу з високим коливальним рівнем відбувається як за рахунок зіткнень молекул з електронами, так і за рахунок рекомбінації двох атомів газу на поверхні електродів. Процес утворення негативних іонів може бути посилений, якщо електрод, що зазнає бомбардування, виконаний з оксидного матеріалу з малою роботою виходу. Змінюючи частоту й робочий цикл модулювання високочастотних імпульсів живлення розряду, а також синхронно частоту, робочий цикл, амплітуду імпульсів і їх полярність на електродах системи формування пучка досягається робота іонного джерела в режимах створення пучків як позитивних, так і негативних іонів, а також пучків нейтральних частинок.

Центральний елемент системи - мікроконтролер згідно зі своєю програмою надсилає імпульси

на ВЧ-джерело та драйвери з різною частотою та затримками між ними. При цьому на виводах пристрою отримуються знакозмінні імпульси напруги з різними: частотою, амплітудою, робочим циклом та співвідношенням між тривалістю імпульсів, що подаються на систему електродів екстракції та прискорення.

Завдяки використанню декількох керованих джерел напруги й наявності в складі пристрою мікроконтролера на кожному з виходів пристрою можливе одержання всіх форм вихідного сигналу (Фіг.3-8). Регулювання амплітуди напруг на виводах пристрою змінює енергію іонів пучка; зміна робочого циклу імпульсів управляє середнім струмом пучків іонів; зміна співвідношення між позитивними й негативними імпульсами та частота модулювання плазми регулюють зарядний склад одержуваного пучка іонів.

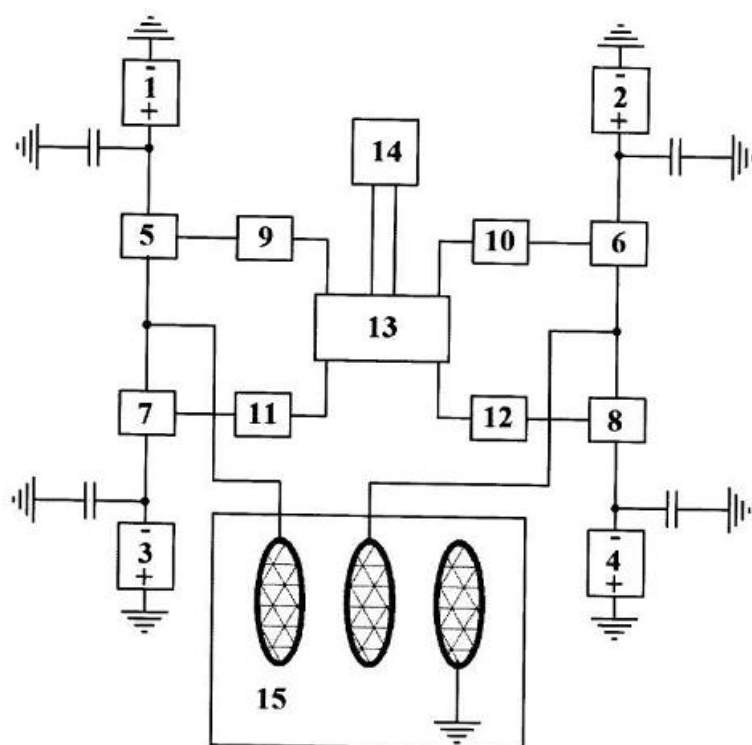
Приклад практичного застосування корисної моделі.

Керовані джерела постійної напруги були створені на базі блоків OSC-008 компанії ONE та конверторів напівмостового типу, побудованих на мікросхемах IR2153. В якості управляючого мікроконтролера була використана мікросхема AtMega128. Отримані напруги подавались на транзисторний міст, створений на MOSFET-транзисторах STW8N90, роботою яких управляв мікроконтролер, використовуючи драйвери HCPL316. Створений пристрій дозволив отримати знакозмінні імпульси з амплітудою напруги від 0 до 350 В, регулюючи робочий цикл в межах від 0 до 100% та співвідношення між позитивними та негативними імпульсами у всьому діапазоні. Можливий діапазон частоти вихідних напруг - від постійної напруги до 100 кГц. На Фіг.9 зображено осцилограму, що була отримана на створеному приладі. Перший та другий канали відповідають напругам на сітках системи електродів екстракції, а четвертий - імпульсно модульований ВЧ-розряд, що створює плазму, з якої витягуються іони. На Фіг.10 зображено енергетичний спектр іонів, що був отриманий при частоті модулювання плазми 5 кГц, робочому циклі 50%, напрузі на сітці екстракції "мінус" 40 В, напрузі на сітці прискорення "мінус" 40 В, при цьому майже всі іони в пучку позитивні. На Фіг.11 зображено енергетичний спектр іонів, при частоті модулювання плазми 35 кГц, робочому циклі 50%, напрузі на сітці екстракції "мінус" 98 В, напрузі на сітці прискорення "плюс" 45 В. Близько половини з отриманих частинок є нейтральними.

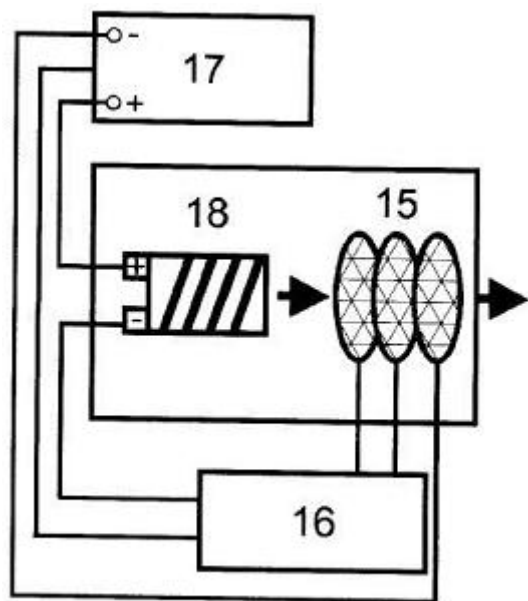
Джерела інформації:

1. Пат. RU №1044187, H01J27/24, H01J27/02. Спосіб получения отрицательных ионов, - опубл. 07.05.1992.

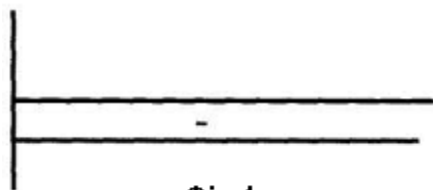
2. Пат. US № 5942854, H01J27/02, H05H1/24. Electron-beam Excited Plasma Generator with Side Orifices in the Discharge Chamber / Makoto Ryoji, Masakuni Tokai, Yukitaka Mori, Takeshi Hasegawa, Masahito Ban; Заявник та патентовласник Kawasaki Jukogyo Kabushiki Kaisha. - №09/090402; заявл. 04.06.1999; опубл. 24.08.1999.



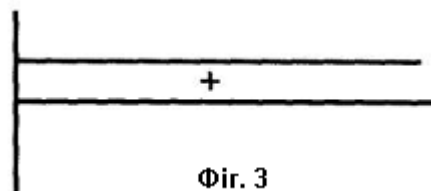
Фиг. 1



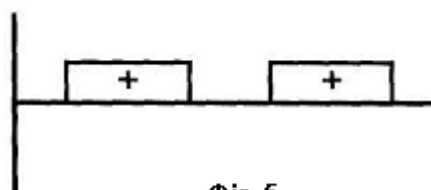
Фиг. 2



Фиг. 4



Фиг. 3



Фиг. 5

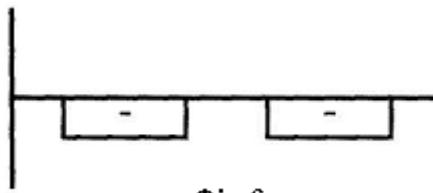


Fig. 6

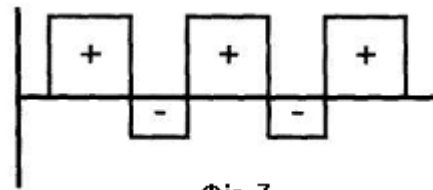


Fig. 7

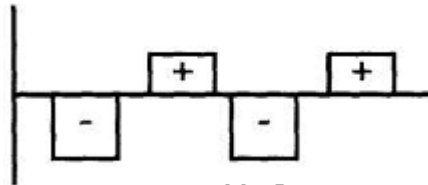


Fig. 8

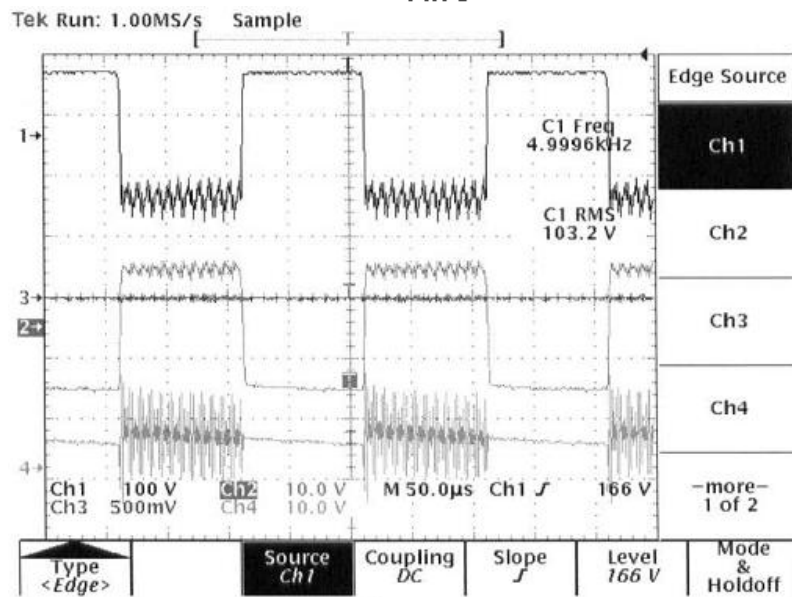


Fig. 9

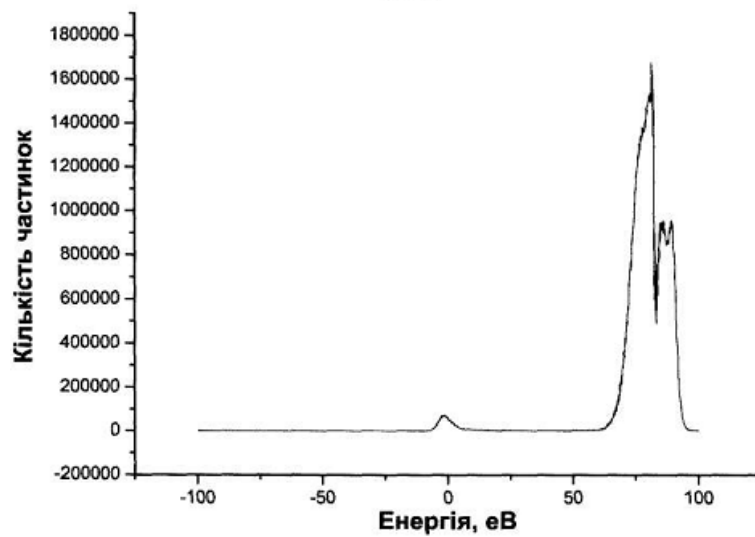
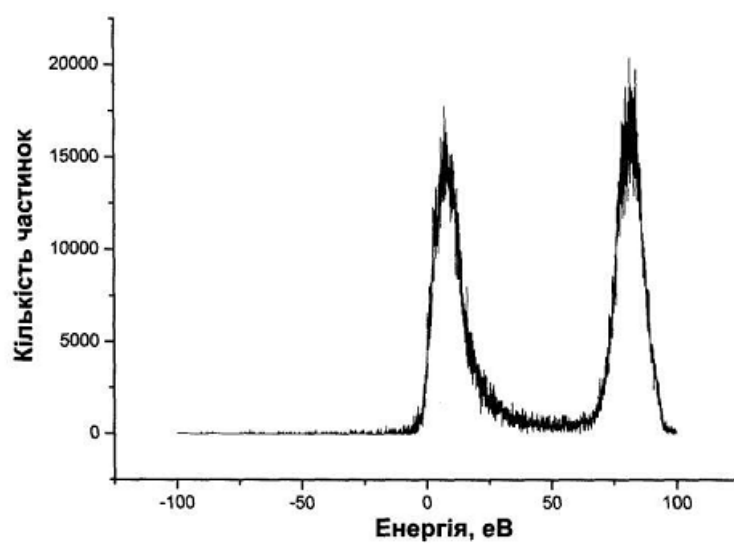


Fig. 10



Фіг. 11