



УКРАЇНА

(19) UA (11) 40535 (13) U

(51) МПК (2009)
H01J 37/06МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ГАЗОРОЗРЯДНА ЕЛЕКТРОННА ГАРМАТА

1

2

(21) u200814025

(22) 05.12.2008

(24) 10.04.2009

(46) 10.04.2009, Бюл.№ 7, 2009 р.

(72) НОВИКОВ АНАТОЛІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ, UA

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ, UA

(57) Газорозрядна електронна гармата, яка містить корпус, з'єднаний з вакуумною камерою, в якій вона розташована, та з водоохолоджувальним анодом, що з'єднаний з джерелом високовольтного живлення, катод з розташованими між ними ізоляторами, джерело живлення керуючого електрода та магнітну фокусуючу систему, яка **відрізняється** тим, що магнітна фокусуюча система виконана у вигляді електромагніта з кільце-

вим зовнішнім та циліндричним внутрішнім полюсами магнітопроводу з розміщеною між ними головною котушкою і розміщеною на циліндричному внутрішньому полюсі керуючою котушкою, причому водоохолоджувальний катод виконаний у вигляді кільцевої частини поверхні і розміщений співвісно на кільцевому зовнішньому полюсі магнітопроводу, а центрова частина водоохолоджувального анода виконана у вигляді тигля і розміщена ізольовано від водоохолоджувального катода і співвісно йому на циліндричному внутрішньому полюсі магнітопроводу, керуючий електрод виконаний у вигляді ізольованого від водоохолоджувального катода кільця і розміщений співвісно йому у периферійній області водоохолоджувального анода.

Корисна модель відноситься до галузі електроніки і може знайти використання в газорозрядних електронних приладах, більш конкретно до конструкцій газорозрядних електронних приладів, які використовуються для високотемпературної обробки матеріалів та отримання захисних та декоративних покриттів, наприклад, шляхом термічного випарювання, термічної модифікації поверхні або осадження плівок з пучкової плазми.

Відома електронна гармата для випарювання матеріалів і отримання тонких плівок, яка містить корпус, з'єднаний з вакуумною камерою, стержневий катод і анод, керуючий електрод та допоміжний катод, які розділені ізолятором, джерело високовольтного живлення, магнітну систему повороту пучка на 90° та магнітну відхиляючу систему. [Шиллер. З. и др. Электронно-лучевая технология: Пер. с нем., Энергия, 1980. стр.171-180].

Недоліком такої електронної гармати є висока робоча температура катода і неможливість його роботи при тисках газу $P \geq 5 \cdot 10^{-2}$ Па, що звужує фун-

кціональні можливості випарювання на основі термоелектронної гармати.

Відома електронна гармата для випарювання матеріалів з кільцевими катодами, які працюють в високому та низькому вакуумі, та формують аксіально-симетричні та радіальні пучки електронів містить корпус, кільцевий катод та анод, розділені високовольтним ізолятором, електростатичну систему фокусування, нагрівач та джерело високовольтного живлення. [Новиков А.А. Источники электронов высоковольтного тлеющего разряда с анодной плазмой. М.: Энергоатомиздат, 1983, с.74-76].

Недоліком такої електронної гармати є неможливість або складність їх використання в випарюваних системах для отримання їх обробки плівокових покриттів, так як вони не враховують специфіку напилювальних систем, які зазвичай потребують повороту електронного пучка на 45°-270°.

(13) U

(11) 40535

(19) UA

Найбільш близькою для пристрою, що заявляється, є електронна гармата для випарювання матеріалів, яка містить корпус, з'єднаний з вакуумною камерою, водоохолоджувальні катод і анод, які розділені ізоляторами, джерело високовольтного живлення, керуючий електрод, променевід та магнітну фокусуючу систему. [Плазменные процессы в технологических электронных пушках. / А.М.Завьялов и др. - М.: Энергоиздат, 1989, с.138, рис.4.19].

Недоліком цієї конструкції є великі повздовжні розміри та обмежені функціональні можливості, які пов'язані з можливістю її використання лише для нагріву і випарювання матеріалу. Дана конструкція гармати не повністю враховує специфіку випарувальних систем, які використовуються для нанесення різних покриттів в вакуумі і середовищі газів низького тиску.

В основу корисної моделі поставлена задача створення газорозрядної електронної гармати, в якій за рахунок зміни конструкції та введення нових зв'язків досягається можливість сформувати криволінійний пучок електронів, що радіально сходиться, та отримати більшу потужність електронного пучка. Це приводить до зменшення повздовжніх розмірів газорозрядної електронної гармати та розширення функціональних можливостей.

Поставлена задача досягається тим, що в газорозрядній електронній гарматі, яка містить корпус, з'єднаний з вакуумною камерою, в якій вона розташована та з водоохолоджувальним анодом, що з'єднаний з джерелом високовольтного живлення, катод з розташованими між ними ізоляторами, джерело живлення керуючого електрода та магнітну фокусуючу систему, виконану у вигляді електромагніта з кільцевим зовнішнім та циліндричним внутрішнім полюсами магнітопроводу з розміщеною між ними головною котушкою і розміщеною на циліндричному внутрішньому полюсі керуючою котушкою, причому водоохолоджувальний катод виконаний у вигляді кільцевої частини поверхні і розміщений співвісно на кільцевому зовнішньому полюсі магнітопроводу, а центрова частина водоохолоджувального аноду виконана у вигляді тигля і розміщена ізольовано від водоохолоджувального катоду і співвісно йому на циліндричному внутрішньому полюсі магнітопроводу, керуючий електрод виконаний у вигляді ізольованого від водоохолоджувального катоду кільця і розміщений співвісно йому у периферійній області водоохолоджувального аноду.

На кресленні представлена схема електронної газорозрядної гармати.

Газорозрядна електронна гармата містить водоохолоджувальний катод 1, магнітопровід 2, головну котушку 3, керуючу котушку 4, ізолятори катоду 5 і 6, корпус гармати 7, водоохолоджувальний анод 8, керуючий електрод 9, ізолятор керуючого електрода 10, центральну частину водоохолоджувального аноду 8, виконану у вигляді тигля 11.

Крім того пристрій містить, патрубок для напуску газу 13, патрубки для підводу охолоджуючого середовища (води) 14, 15, 16, 17, джерело живлення 18 керуючого електрода 9, джерело високо-

вольтного живлення 19, що з'єднаний з водоохолоджу вальним анодом 8, джерело живлення 20 головної котушки 3, джерело живлення 21 керуючої котушки 4. Для кращого розуміння роботи пристрою позицією 22 позначений пучок електронів, позицією 23 - анодна плазма. Позицією 12 позначений матеріал, що нагрівають. Позицією 24 позначена вакуумна камера, яка з'єднана з корпусом газорозрядної електронної гармати.

При чому магнітна фокусуюча система виконана у вигляді електромагніта з кільцевим зовнішнім та циліндричним внутрішнім полюсами магнітопроводу 2, між якими розміщена головна котушка 3. Керуюча котушка 4 розміщена на циліндричному внутрішньому полюсі магнітопроводу 2. Водоохолоджувальний катод 1 виконаний у вигляді кільцевої частини горизонтальної поверхні і розміщений співвісно на кільцевому зовнішньому полюсі магнітопроводу 2. Центральна частина водоохолоджувального аноду 8, виконана у вигляді тигля 11 і розміщена ізольовано від водоохолоджувального катоду 1 і співвісно йому на циліндричному внутрішньому полюсі магнітопроводу 2. Керуючий електрод 9 виконаний у вигляді ізольованого від водоохолоджувального катоду 1 кільця і розміщений співвісно йому у периферійній області водоохолоджувального аноду 8, утворюючи з ним магніторозрядну систему.

Пристрій працює наступним чином.

З вакуумної камери 24, в якій знаходиться газорозрядна електронна гармата, відкачують повітря, після чого через патрубок 13 напускають робочий газ тиском $10^{-1} \dots 10$ Па. Через патрубки 14, 15, 16, 17 для охолодження газорозрядної гармати подається і відводиться вода.

Від джерела живлення 20 на головну котушку 3 та від джерела живлення 21 на керуючу котушку 4 подається напруга живлення. Від джерела живлення 18 подається керуюча напруга на керуючий електрод 9. Від високовольтного джерела живлення 19 між катодом 1 і корпусом 7 прикладається напруга до 20-30 Кв. Магнітне поле, яке утворюють котушки 3 та 4, замикається через тигель 11 і водоохолоджувальний катод 1. Між ними утворюється плазма 23 і пучок електронів 22, що змінюється при регулюванні магнітного поля.

Магнітна фокусуюча система створюється за допомогою головної 3 та керуючої 4 котушок, керуюче криволінійне радіальне магнітне поле між водоохолоджу вальним катодом 1 і анодом 8 газорозрядної гармати і допомагає сформувати криволінійний радіальне збіжний пучок електронів, який розповсюджується від кільцевого катоду до центральної частини водоохолоджувального анода 8. Створюється магнітне обмежений пучок електронів, що рухаються по спіральній траєкторії і вісі яких спрямовані вздовж силових ліній магнітного поля, що виходить по нормалі до робочої поверхні водоохолоджувального катоду 1 і що входить по нормалі в поверхню центральної частини водоохолоджувального аноду 8. Величина радіуса головної котушки зменшується зі збільшенням індукції, і в сильному магнітному полі електрони рухаються майже по його силовим лініям. Необхідна величина індукції магнітного поля розрахо-

вується виразом $B^2 \geq k \cdot I_0 \cdot \sqrt{V_0}$, де k - коефіцієнт який залежить від мінімального заданого значення рівноважного радіуса обертання електронного пучка; I_0 - лінійна щільність струму пучка, А/м; V_0 - прискорююча напруга, В. Значення індукції B для газорозрядних електронних гармат може змінюватися в межах 10^{-2} - 10^{-1} Тл.

Магнітне поле керуючої котушки 4 змінює розподіл щільності магнітних силових ліній в поперечному перетині внутрішнього циліндричного полюса магнітопроводу 2, змінюючи кінцеву частину траєкторії електронів, які бомбардують центральну частину водоохолоджувального анода 8. Таким чином, забезпечується керування розподілом щільності потужності електронного потоку.

