



УКРАЇНА

(19) UA (11) 78101 (13) C2
(51) МПК (2006)
H01J 37/06МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) ГАЗОРОЗРЯДНА ЕЛЕКТРОННА ГАРМАТА

1

2

(21) а200502612

(22) 22.03.2005

(24) 15.02.2007

(46) 15.02.2007, Бюл. № 2, 2007 р.

(72) Мельник Віталій Гнатович, Мельник Ігор Віталійович, Тагіль Анатолій Гаврилович, Тугай Борис Андрійович

(73) Мельник Віталій Гнатович, Мельник Ігор Віталійович, Тагіль Анатолій Гаврилович, Тугай Борис Андрійович

(56) SE 419915, 31.08.1981

JP 2002083561, 22.03.2002

UA 38451 A, 15.05.2001

US 5109179, 28.04.1992

(57) 1. Газорозрядна електронна гармата, що містить розташовані уздовж її осі опорний високовольтний ізолятор, холодний металевий катод, по-

рожнистий анод та магнітну фокусуючу лінзу, яка відрізняється тим, що високовольтний ізолятор заглиблений у металевий катод, причому виступ, що охоплює ізолятор, має в перерізі форму півкруга, радіус якого становить 0,5 - 1,0 ширини ізолюючого вакуумного проміжку між катодом та корпусом, що його охоплює.

2. Газорозрядна електронна гармата за п. 1, яка відрізняється тим, що ізолятор з боку вакуумного проміжку виконаний рельєфним, причому радіальний розмір заглибин збігається за розміром з шириною проміжку між корпусом та ізолятором.

3. Газорозрядна електронна гармата за п. 1, яка відрізняється тим, що холодний катод підпружинений відносно ізолятора пружинною прокладкою, яка розташована за межами вакуумного проміжку в порожнині ізолятора.

Винахід належить до електронних приладів та пристроїв, а більш конкретно до газорозрядних електронних гармат технологічного призначення і може бути використаний для електронно-променевої плавки, випаровування, модифікації поверхні та інших термічних процесів, що використовуються у вакуумі з застосуванням потужних електронних пучків.

Відомі газорозрядні електронні гармати [Патенти України: №45505, с2, 15.04.2002, бюл. №1; №603777, С2, 15.10. 2003, бюл. №10. Плазменные процессы в технологических электронных пушках /М.А. Завьялов и др., 1989, М. Энергоатомиздат, 97 - 145 с.] в яких для генерації електронного пучка використовується високовольтний тліючий розряд з холодним катодом і порожнистим анодом. Характерним для такого розряду є схильність до дугових пробой в розрядному проміжку, що порушує стабільність роботи гармат. На розрядні явища, пов'язані з дуговими пробоями, можуть впливати конфігурація і матеріал електродів, стан поверхні і температура електродів, вакуумні умови роботи та інше. В таких умовах розрядні явища залежать в першу чергу від напруженості електричного поля на катоді. Передпробійні струми в таких умовах поширюються нерівномірно і можуть

локалізуватися на окремих ділянках поверхні катоду (мікро-виступах або місцях найменшої роботи виходу). Підвищення напруженості поля в проміжку визиває послідовне виникнення емісійних центрів, наростання струму цих центрів та перехід струму окремих центрів в електричні пробой проміжку з падінням високої напруги до десятків вольт. Застосування високовольтних джерел живлення з пристроями для переривання дугових пробойів значно підвищує вартість обладнання і не завжди забезпечує потрібну стабільність роботи відомих газорозрядних гармат.

Найближчим по технічній суті до запропонованого винаходу є газорозрядна електронна гармата з холодним катодом [Патент України 38451, С2, 15.01.2004, бюл. №1], яка містить високовольтний опорний ізолятор, на якому закріплений холодний алюмінієвий катод, порожнистий анод та вузол транспортування електронного променя за допомогою електромагнітних лінз. Її недоліком є можливість виникнення дугових пробойів у вакуумному проміжку між анодом і катодом із-за неоднорідності електричного поля, пов'язаної з конструкцією катодного вузла, а також поверхневих пробойів на ізоляторі, особливо в місці контакту ізолятора з катодом.

(13) C2

(11) 78101

(19) UA

В основу винаходу поставлена задача розробки газорозрядної електронної гармати, в якій шляхом зниження напруженості електричного поля біля катоду та на поверхні ізолятора досягається підвищення стабільності її роботи.

Поставлена задача вирішується тим, що в газорозрядній електронній гарматі, яка містить розташований уздовж її осі опорний високовольтний ізолятор, холодний металевий катод, порожнистий анод та магнітну фокусуючу лінзу, високовольтний ізолятор заглиблений у металевий катод, причому виступ, що охоплює ізолятор, має в перетині форму півкруга, радіус якого становить 0,5-1,0 ширини вакуумного проміжку між корпусом та катодом, що його охоплює. Крім того ізолятор з боку вакуумного проміжку між ним і катодом виконаний рельєфним, причому радіальний розмір заглибин співпадає за розміром з шириною проміжку між анодом і ізолятором. При цьому холодний металевий катод підпружинений відносно ізолятора прокладкою, яка розташована за межами вакуумного проміжку в порожнині ізолятора.

В такій гарматі для отримання електронного пучка потужністю десятки - сотні кВт збуджується високовольтний тліючий розряд в діапазоні тиску робочого газу одиниці - десятки Па і прискорюючій напрузі десятки кВ. Щоб розряд локалізувався вдоволь осі електродної системи, катод охоплений анодом через вакуумний ізолюючий проміжок. У відповідності з кривою Пашена [Плазменные процессы в технологических электронных пушках. / М.А. Завьялов и др., 1989, М. Энергоатомиздат, 99 с., рис. 4.2]. ширина ізолюючого проміжку при вказаних режимах розряду становить 6-8мм. Неоднорідність поля у такому проміжку особливо значна на межі катод - ізолятор, що стимулює дугові пробої між анодом і катодом та поверхневі пробої на ізоляторі. Окрулений виступ забезпечує зменшення неоднорідності поля між катодом і анодом, який охоплює катод і ізолятор, а також напруженість в місті контакту ізолятора з катодом, що значно зменшує вірогідність дугових пробоев на катоді і підвищує напругу поверхневого пробоя на ізоляторі. Оптимальний радіус округлення виступу з урахуванням відстані між катодом і анодом становить 0,5 - 1 ширини вакуумного проміжку між ними. Зменшення радіусу округлення виступу приводить до неоднорідності поля, а його збільшення пов'язане з можливістю виникнення побічного розряду, так як потребує розширення ізолюючого проміжку.

Напруга поверхневого пробоя дуже чутлива до конфігурації і якості поверхні ізолятора, особливо в умовах роботи газорозрядних гармат (запилення поверхні ізолятора при розпиленні холодного катода під дією іонного бомбардування та дугових пробоев, проникнення пари металів із технологічної камери в процесі плавки та інше), тому рельєфна поверхня значно покращує ізоляційні властивості ізолятора навіть при умові його часткового запилення. Розмір заглиблень співпадає з шириною вакуумного ізоляційного проміжку. Зменшення їх глибини скорочує подовжній розмір поверхні ізолятора і підвищує вірогідність запилення їх поверхні, а збільшення глибини заглиблень обмежене можливістю виникнення побічного розряду

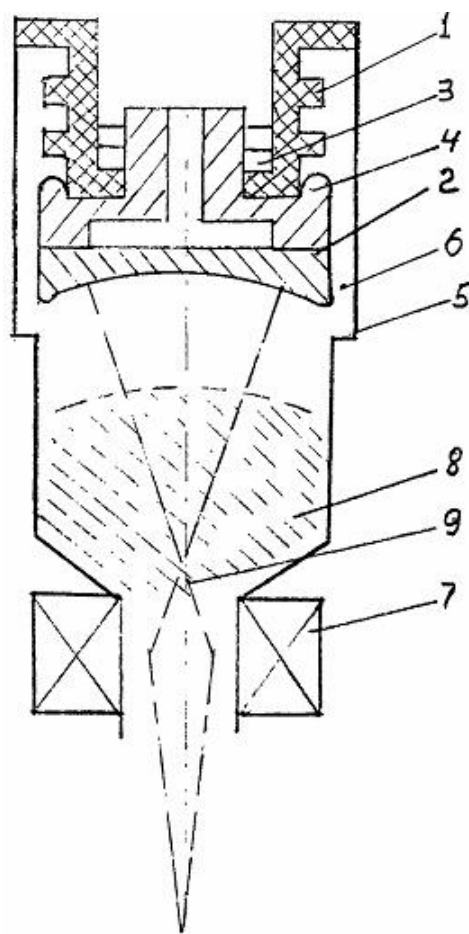
в надто великій порожнині. Крім того із-за різниці діелектричних сталих вакууму і ізолятора наявність значних виступів і їх нависання над місцем контакту з катодом може привести до значного зниження пробивної напруги.

Електрична міцність ізолятора в значній мірі залежить також від надійності з'єднання його з катодом. Наявність зазору між ізолятором і катодом визиває поверхневі пробої, які в умовах газорозрядних гармат стимулюють дугові пробої в місці контакту ізолятора з катодом. Прагнення ліквідувати зазор між ізолятором і катодом привело до застосування в високовольтних пристроях різних методів ущільнення (прокладки із м'яких матеріалів, паяння при використанні керамічних ізоляторів та інше). В газорозрядних гарматах з холодним катодом, де є можливість використання відносно недорогих ізоляторів із органічних матеріалів, наприклад капролону, застосовується механічний метод кріплення, який є зручним при проведенні профілактичних робіт в процесі експлуатації гармат. Для надійності з'єднання в запропонованій гарматі катод підпружинений відносно ізолятора пружиною, що розташована за межами вакуумного зазору. Так як з'єднання повинно бути вакуумно-щільним, то пружиною може бути гумова прокладка.

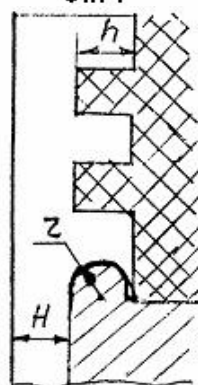
На Фіг.1 представлений схематичний розріз запропонованої газорозрядної гармати, а на Фіг.2 - схема ізолюючого проміжку між катодом і анодом. Газорозрядна гармата містить опорний високовольтний ізолятор 1, на якому закріплений холодний металевий катод 2, підпружинений прокладкою 3. З боку катоду ізолятор охоплений виступом 4. Катод з ізолятором розміщені в корпусі 5 з вакуумним ізолюючим проміжком 6. Нижня частина корпусу служить порожнистим анодом для високовольтного тліючого розряду. На виході з аноду встановлена магнітна фокусуюча лінза 7.

При роботі газорозрядної гармати здійснюється безперервне її відкачування вакуумними насосами та контролюється подача робочого газу для підтримання заданого тиску, а на катод подається прискорююча напруга в 20-30кВ. В діапазоні тиску газу одиниці - десятки Па збуджується високовольтний тліючий розряд з анодною плазмою 8, яка локалізована в порожнині аноду і служить джерелом іонів. Іони з плазми прискорюються в проміжку плазма - катод і в результаті бомбардування його поверхні вибивають електрони, які полем прикатонової області розряду формуються в пучок 9 з фокусом біля отвору в дні аноду. За допомогою магнітної лінзи пучок виводиться в технологічну камеру та фокусується на поверхні об'єкту термічної обробки. Потужність електронного пучка регулюється зміною струму розряду шляхом зміни тиску робочого газу в гарматі.

Запропонована газорозрядна електронна гармата призначена для електронно-променевої плавки, випаровування та інших термічних процесів, для яких потужність електронного пучка може становити від одиниць до сотень кВт. Гармата відрізняється високою стабільністю роботи в складних вакуумних умовах, відносно проста і надійна в експлуатації



Фиг. 1



$$H \approx h$$

$$z \approx 0,5 \div 1,0 H$$

Фиг. 2