



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 84019

(13) C2

(51) МПК (2006)

H01J 29/04

B23K 15/00

H01J 1/20

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) КАТОДНИЙ ВУЗОЛ З МЕТАЛЕВИМ КАТОДОМ, ЩО РОЗІГРІВАЄТЬСЯ ЕЛЕКТРОННИМ БОМБАРДУВАННЯМ

1

2

(21) а200511952

(22) 13.12.2005

(24) 10.09.2008

(46) 10.09.2008, Бюл.№ 17, 2008 р.

(72) ЧАЙКА МИКОЛА КОСТЯНТИНОВИЧ, UA

(73) ВІДКРИТЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО
"SELM", UA

(56) UA 6654 C1, 29.12.1994

UA 28130 C2, 16.10.2000

SU 942921, 15.07.1982

SU 1572328 A1, 09.01.1995

JP 1194231, 04.08.1989

Электронно-лучевая сварка / Под редакцией Б.Е.
Патона. - К.: Наукова думка, 1987. - С. 146-153(57) Катодний вузол з металевим катодом, що розігрівається електронним бомбардуванням, що містить металевий катод, виконаний у вигляді таблетки, тримач металевого катода, плоску спіраль катода бомбардування, корпус катодного вузла з накидною гайкою, керуючий електрод, який **відри-**

зняється тим, що тримач катода виконаний у вигляді кільця з трьома ніжками, які відходять від його зовнішнього діаметра під кутом 120° між собою і впираються своїми кінцями в торець корпусу катодного вузла, а катод зафіксований у кільці тримача заточенням на циліндричній частині з боку, що підлягає бомбардуванню, і оточений тепловим екраном, циліндрична частина якого утворює з циліндричною боковою поверхнею металевого катода зазор, що перекрито частиною кільця тримача, що виступає за діаметр катода, та переходить в конус, оснащений в середній частині рядом отворів, розташованих по окружності, що лежить в площині, перпендикулярній осі конуса, що опирається своєю кільцевою основою на торцеву частину корпусу катода і який має три вибірки, в які входять кінці тримача металевого катода, які зафіксовано разом з тепловим екраном до корпусу катодного вузла накидною гайкою.

Винахід належить до електронної техніки та може бути використаний в приладобудуванні і машинобудуванні, переважно для електронно-променевих приладів, зокрема, для електронно-променевих зварювальних гармат.

Відомі електронно-променеві зварювальні гармати, у яких використовуються катоди як із прямим, так і з непрямым підігрівом [2], с.67.

Прямокавальні катоди простіші у виготовленні, але мають ряд істотних недоліків. У прямокальному катоді важко забезпечити правильну геометричну форму поверхні, що емітує. Струм, що розігріває прямокальний катод, створює значне магнітне поле, що відхиляє емітовані електрони від вісі емісійної системи.

Катоди з непрямым підігрівом мають більш рівномірну по поверхні щільність емісії і є еквівалентними. Основними типами катодів з непрямым підігрівом, що використовуються у зварювальних гарматах, є катоди з підігрівом електронним бомбардуванням, описані в [1], с.137, які, в свою чер-

гу, діляться на катоди з лантанборида, масивні металеві катоди і катоди штирової конструкції, що описані в [2], с.71. Перші два типи катодів мають однакову конструкцію (катоди виконані у вигляді таблеток) і відрізняються тільки матеріалом, що використовується для катодів, яким, як правило, є лантанборид (La Br_3), або вольфрам або тантал для металевих катодів. Катоди штирової конструкції дещо відмінні по побудові і являють собою штирі з вольфраму, іноді, на торці наплавлені танталом, діаметром від десятих часток мм до двох мм. Застосовуються при струмах емісії до $100\div 200$ мА, хоча відомо ([1], с.141) про промислове використання штирових катодів діаметром до 4мм, які забезпечують одержання струмів більше 1 А, але потребують потужність для розігріву не менш 160Вт.

Катодні вузли, що використовують таблетку лантанбору (La Br_3), наряду з такою позитивною якістю як низьке енергоспоживання (30-40 Вт в

(13) C2

(11) 84019

(19) UA

зоні робочих температур) мають той недолік, що піддаються впливу парів металів, що зварюються, а це приводить до істотної зміни поверхні катоду і втрати емісійних властивостей. На практиці довговічність лантанборидних катодів не перевищує 50 годин. Цей недолік усувається при використанні металевих катодів з вольфраму або танталу. Металеві катоди забезпечують більш високу стабільність струму пучка, тому що значно повільніше випаровуються в процесі експлуатації, не отруюються продуктами розкладання вуглеводнів і не запилюються тугоплавкими елементами металів, що зварюються, завдяки високій робочій температурі.

Найбільш близьким рішенням до пропонованого пристрою є конструкція вузла катода, описана в [1], с.146-153, мал. 62, 74, у якій використовується замість лантанборидної таблетки масивний металевий катод [1], с.141. Відомий катодний вузол містить керуючий (фокусуючий) електрод, тримач катода в зборі з катодом, накидну гайку тримача катода в зборі, корпус катода (проміжна втулка), спіраль (підігрівник).

До недоліків відомого катодного вузла варто віднести велике енергоспоживання в ланцюзі бомбардування катода, що приводить до сильного нагрівання корпусу катода, а через нього - і високоевольного ізолятора. Потрібно відзначити, що енергоспоживання в катодних вузлах зі штировим катодом ще вище.

В основу винаходу поставлена задача створення такого катодного вузла з металевим катодом, що забезпечив би зниження енергоспоживання в ланцюзі бомбардування катодного вузла, тобто зменшення енергії, що затрачується на розігрів металевго катода.

Поставлена задача вирішується тим, що в катодному вузлі, що містить металевий катод, виконаний у вигляді таблетки, тримач металевго катода, корпус катодного вузла, накидну гайку, спіраль катода бомбардування, керуючий електрод, тримач металевго катоду виконаний у вигляді кільця з трьома ніжками, що відходять від нього під кутом 120°, які впираються в торець корпусу катода, циліндрична поверхня якого оточена тепловим екраном, що служить для повернення (перевідбиття) частини енергії, випроміненою бічною поверхнею металевго катода. Тепловий екран має циліндричну частину, що оточує бічну поверхню таблетки металевго катода і переходить у конічну. У кільцевій частині конуса, яка опирається на торець корпусу катода, є три вибірки, у які входять кінці ніжок тримача металевго катода. Кінці ніжок фіксуються, коли тепловий екран притягається накидною гайкою до корпусу катодного вузла. Між тепловим екраном і металевим катодом, а також тримачем катода є зазор, що виключає передачу тепла від металевго катода шляхом теплопровідності, окрім як через ніжки тримача. Перетин і довжина ніжок тримача вибираються із компромісу між жорсткістю кріплення катода і мінімальним витоком енергії. Сам тепловий екран має на конічній частині ряд отворів, розташованих по окружності в площині, перпендикулярній вісі конуса, і зменшувачий перетин, по якому тепловий потік

з найбільш розігрітої циліндричної частини екрана надходить на корпус катодного вузла. Зазор між бічною поверхнею металевго катода і екраном перекривається виступаючою за діаметр металевго катода частиною кільця тримача металевго катода, тим самим, екрануючи простір керування електронним пучком гармати від полів в області бомбардування катода. Сам тепловий екран, крім функції відбиття частини випроміненої катодом енергії назад на катод, виконує також функцію електричного екрана та механічного захисту металевго катода.

На кресленні представлена конструкція пропонованого пристрою.

Пристрій містить металевий катод 1, тримач 2 металевго катода, плоску спіраль 3 катода бомбардування, тепловий та електричний екран 4 катодного вузла, корпус 5 катодного вузла, накидну гайку 6, керуючий електрод 7. Спіраль 3 катода бомбардування підключена до джерела G 1 постійного або змінного струму, а металевий катод 1 через тримач 2 та екран 4 - до позитивного виводу G 2 напруги бомбардування, негативний вивід якого з'єднаний з одним з виводів спіралі 3. Металевий катод 1 вставляється в кільце тримача 2 заточенням, розташованим на циліндричній частині катода з боку поверхні, що бомбардується, і фіксується в декількох крапках електронно-променевим або конденсаторним зварюванням.

Пропонований пристрій працює в такий спосіб. При подачі напруги розжарення спіралі 3 катода бомбардування (джерело G 1) і напруги бомбардування (джерело G 2) розігрівається спіраль 3 і при досягненні спіраллю температури емісії потік електронів під дією поля напруги бомбардування починає бомбардувати нижню поверхню таблетки металевго катода 1, тим самим, починаючи її розігрівати. При досягненні таблеткою робочих температур (2600° K - 2900° K) металевий катод 1 може забезпечувати необхідний струм емісії. Під час розігріву катода 1 виникає ефект позитивного зворотного зв'язку між температурою спіралі 3 катода бомбардування і температурою металевго катода 1. Для забезпечення стабільності температури катода 1 у ланцюгах його розігріву використовується схема стабілізації струму бомбардування. На кресленні ланцюг стабілізації не показаний. У робочому стані катодного вузла теплостоки встановлюються в такий спосіб. Зважаючи на те, що катодний вузол працює у відносно високому вакуумі ($5 \cdot 10^{-5}$ мм рт. ст.), перенос теплової енергії за рахунок конвекції можна не враховувати. Залишаються два канали витоку тепла: теплопровідність через ніжки тримача металевго катода і випромінювання. Втрати через випромінювання поверхнею, що емітує, металевго катода є неминучими. Випромінювання через іншу поверхню можна звести до мінімуму шляхом зменшення товщини таблетки і використання теплових екранів. Втрати через теплопровідність можна зменшити раціональною конструкцією кріплення металевго катода й раціонального вибору розмірів елементів кріплення.

Викладені підходи по мінімізації втрат теплової енергії були використані при рішенні поставленого завдання.

Перед проведенням випробувань пропонуваної конструкції був проведений оцінковий розрахунок очікуваних енерговитрат. Для розрахунку втрат енергії через випромінювання використана формула Стефана - Больцмана

$$P = \varepsilon \sigma T^4 S \quad (1) \quad [3] \text{ с.129, 200, табл. 33}$$

де: ε - коефіцієнт (для вольфраму $\varepsilon = 0,32$, для Танталу $\varepsilon = 0,3$)

σ - коефіцієнт випромінювання абсолютно чорного тіла

$$(5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт/град}^4 \text{ м}^2)$$

T - абсолютна температура тіла

S - площа тіла в м^2

Для розрахунку втрат за рахунок теплопровідності скористаємося формулою передачі тепла уздовж стрижня, коли відомі температури на кінцях стрижня, його довжина й перетин, а також теплопровідність

$$P = \frac{\lambda}{l} (T_1 - T_2) S \quad (2) \quad [4] \text{ с.204}$$

де: λ - теплопровідність

l - довжина стрижня

S - площа стрижня

За основу взятий металевий катод з вольфраму у вигляді таблетки діаметром 4,2мм, товщиною 2мм. З боку площини, що бомбардується на циліндричній частині зроблене заточення діаметром 3,8мм на висоту 0,5мм (товщина тримача). Тримач виконаний з танталу, внутрішній посадковий діаметр 3,8мм, зовнішній 5,4мм, товщина 0,5мм, довжина ніжок 5мм, перетин 0,5 x 0,8мм. Зазор між таблеткою металевго катода і тепловим екраном 0,2мм.

Робоча температура вибрана 2600°K з розрахунку одержання струму емісії 100 мА при діаметрі катода 4,2мм. Втрати енергії через випромінювання поверхню металевго катода за винятком поверхні, екранованої тримачем (місце з'єднання) склали 37,46 Вт. Втрати енергії через випромінювання кільцем тримача склали 22,6 Вт. Таким чи-

ном, через випромінювання буде втрачатися 60,06 Вт.

Для оцінного розрахунку втрат енергії через теплопровідність вважатимемо, що теплопровідність танталу не залежить від температури (візьмемо її максимальне значення $0,26 \frac{\text{Вт}}{\text{смград}}$ [5]),

не будемо також враховувати втрат за рахунок випромінювання уздовж стрижня, температуру затиснених кінців ніжок покладемо рівною 600°K, тоді потужність втрат через теплопровідність по трьох стрижнях складе: $4,16 \times 3 = 12,48$ Вт.

Сумарна витрата енергії без обліку повернення частини енергії за рахунок перивипромінювання складе: $60,06 + 12,48 = 72,54$ Вт.

При випробуваннях був отриманий струм емісії 120 мА при витраченій потужності в ланцюзі бомбардування 70 Вт, що узгоджується з результатами розрахунків. Ця потужність менше потужності 100 Вт, наведеної в [1] с.141 як мінімально необхідної для роботи металевго катода, що реально показує позитивний ефект від використання пропонованого пристрою.

Джерела інформації:

1. Электронно-лучевая сварка // О.К. Назаренко, А.А. Кайдалов, С.Н. Ковбасенко и др. Под ред. Б.Е. Патона. - Киев: Наукова думка, 1987. - С.141,146,153.

2. Назаренко О.К., Истомин Е.И., Локшин В.Е. Электронно-лучевая сварка. -М.: Изд-во Машиностроение, 1966.

3. Левитинский С.М. Сборник задач и расчётов по физической электронике. -Киев: Изд-во Киевского университета, 1964. - С.129, табл. 33.

4. Краткий физико-технический справочник / Под общ. ред. К.П. Яковлева. -М.: Гос. изд-во физико-математической литературы, 1962. - Т. 3. - С. 204.

5. Эспе В. Технология электровакуумных материалов: Пер. с нем. под общ. ред. проф. Р.А. Нилендера и инж. Котяр. - Москва - Ленинград: Гос. энергетическое изд-во, 1962. - Т.1: Металлы и материалы с металлической проводимостью.



