



УКРАЇНА

(19) UA (11) 28853 (13) A

(51) B H01J37/06, 37/077

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) ГАЗОРОЗРЯДНА ЕЛЕКТРОННА ГАРМАТА

(21) 97105031

(22) 14.10.1997

(24) 16.10.2000

(33) UA

(46) 16.10.2000, Бюл. № 5, 2000 р.

(72) Новіков Анатолій Олександрович, Котик Олександр Валерійович

(73) ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Газорозрядна електронна гармата, яка містить катодний вузол з холодним катодом, високовольтний подільний ізолятор та анодний вузол, який складається з конусного електрода, ширша

основа якого направлена до катода, яка **відрізняється** тим, що конусний анод виконано в формі зрізаної багатогранної піраміди, переріз якої має вигляд замкнутої ламаної лінії, крок  $A$  якої вибирається з виразу  $A=2\pi R_{вн}/n$ , а ширина  $H$  ламаної лінії визначається з співвідношення  $0,1 \leq H/R_{вн} \leq 0,3$ , де  $n$  - ціле число кутів ламаної, яке вибирається з інтервалу  $3 \leq n \leq 12$ ,  $R_{вн} = \lambda/4$  - внутрішній радіус кола порожнистого анода, навкруги якого описана ламана,  $\lambda$  - довжина хвилі нижчої моди коливань в конусному аноді.

Винахід відноситься до галузі розрядних приладів з пристроями для вводу об'єктів чи матеріалів, підпадаючих під дію розряду, наприклад з метою їх дослідження або обробки; а конкретніше - до газорозрядних електронних гармат, та може знайти застосування в конструкціях газорозрядних джерел електронів, які використовуються в основному, для електронно-променевої сварки, плавки, випарення, розмірної обробки, пайки, віджигу та інших технологічних застосувань, а також для збудження газових середовищ.

Відомі газорозрядні джерела електронів для технологічних застосувань, наприклад, "Газорозрядне джерело електронів" по а.с. СРСР № 444502 МКВ Н01J27/00, яке містить водоохолоджуємий катод, високовольтний подільний ізолятор, анодний вузол з конусним перфорованим анодом та керуючим електродом, розташованим навкруги перфорованого аноду. Анод переходить у променевід, на якому розташовані магнітні фокусуючі лінзи. Така конструкція аноду дозволяє розширити діапазон струмів, але вона враховує тільки електроннооптичні та газодинамічні властивості джерела електронів і служить для виводу електронного пучка в технологічну камеру та відкачки газу.

В а.с. СРСР № 1797398 "Газорозрядна електронна гармата" МКВ Н01J37/077 газорозрядна електронна гармата містить катодний вузол, високовольтний подільний ізолятор, анодний вузол з конусним анодом, променеводом та магнітною лінзою. Анодний вузол включає також перестраюваний полий резонатор, розташований в області ка-

тодного падіння потенціалу на вході газорозрядної електронної гармати. Використання в даній конструкції конусного аноду та перестраюваного резонатора дозволяє підвищити енергетичну ефективність та стабільність роботи гармати високовольтного тліючого розряду. Така конструкція анодного блоку також враховує лише електроннооптичні і газодинамічні властивості джерела електронів.

Недоліком відомих конструкцій є складність конструкції анодного блоку, невелика добротність резонатора, утвореного стінками аноду, катода та плазмової газорозрядної електронної гармати.

Найбільш близька до запропонованого об'єкту по технічній суті є конструкція газорозрядної електронної гармати, описана в авторському свідоцтві СРСР № 1230297, МКВ Н01J37/06, 3/02, яка нами вибрана в якості прототипа. Відома газорозрядна електронна гармата містить катодний вузол з холодним катодом, високовольтний подільний ізолятор, пластинчатий анод у формі воронки, додатковий електрод навкруги аноду у формі стакану. В даній конструкції досягається підвищення електричної міцності розрядного проміжку та підвищення стабільності. Але конструкція пластинчатого конусного аноду з охоплюючим його катодним електродом, як і в аналогах, не достатньо враховує умови пучково-плазмової взаємодії електронного проміння з прианодною плазмою, яка заповнює анод та променевід і має складну конструкцію. Прототип має порівняно невелику добротність резонатора, утвореного стінками пластинчатого аноду, катода та плазмою, з-за того що мають місце значні втрати в плазмі, які зумовлені великою пло-

(19) UA (11) 28853 (13) A

щиною співторкання плазми з поверхньою аноду. Добротність резонатора визначається формулою  $Q_0 \approx V/\delta S_{\text{вн}}$ , де  $V$  - об'єм, в якому запасається енергія;  $S_{\text{вн}}$  - внутрішня поверхня резонатора проміжку;  $\delta$  - глибина проникнення електромагнітного поля (товщина скин-слою). Звідси видно, що при великій площі співторкання плазми з поверхньою аноду, добротність буде незначна. Завдяки цьому прототип володіє вказаними вище недоліками відомих систем - система має низьку добротність, порівняно вузькосмугова, тому має малу ефективність електромагнітної взаємодії пучка електронів з прианодною плазмою.

В основу винаходу поставлено задачу створення газорозрядної електронної гармати, в якій за рахунок зміни конструкції анодного блоку забезпечується підвищення добротності та широкосмуговості газорозрядної електронної гармати, що підвищує її енергетичну ефективність та електричну стійкість.

Поставлена задача досягається тим, що в газорозрядній електронній гарматі, яка містить катодний вузол з холодним катодом, високовольтний подільний ізолятор та анодний вузол, який складається з конусного аноду, ширша основа якого направлена до катоду, при цьому конусний анод виконано в формі усіченої багатогранної піраміди, переріз якої має вигляд ломаної лінії, шаг  $A$  якої вибирається з виразу  $A=2\pi R_{\text{вн}}/n$ , а ширина  $H$  ломаної лінії визначається з співвідношення  $0,1 \leq H/R_{\text{вн}} \leq 0,3$  де  $n$  - ціле число кутів ломаної, яке вибирається з інтервалу  $3 \leq n \leq 12$ ,  $R_{\text{вн}} = \lambda/4$  - внутрішній радіус кола конусного аноду, навкруги якого описана ломана,  $\lambda$  - довжина хвилі низшої моди коливань в конусному аноді.

Пучок електронів та плазма представляють собою нерівноважну систему, в якій при роботі гармати виникає розкачка електромагнітних коливань в широкому діапазоні частот. В сталому режимі утворюються коливання у формі стоячої хвилі між поверхньою плазми та поверхньою конусного аноду і катодного вузла, довжина хвилі яких визначається співвідношенням  $\lambda \approx 2d_{\text{кп}} \approx 4R_{\text{вн}}$ , де  $d_{\text{кп}}$  - відстань катод - плазма,  $R_{\text{вн}}$  - внутрішній радіус кола конусного аноду, навкруги якого описана ломана. При зміні  $d_{\text{кп}}$  виникає плавна зміна  $\lambda$  з-за плавної зміни геометрії резонатора, одержанного гранями конусного аноду, катодом та плазмою. Для того щоб враховувати нижчі моди коливань, радіус внутрішнього кола конусного аноду беремо максимальний, тобто у поверхні катоду, і при цьому повинно вкдатись половина від довжини хвилі коливань  $\lambda$ , тому внутрішній радіус визначається з виразу  $R_{\text{вн}} \approx \lambda/4$ .

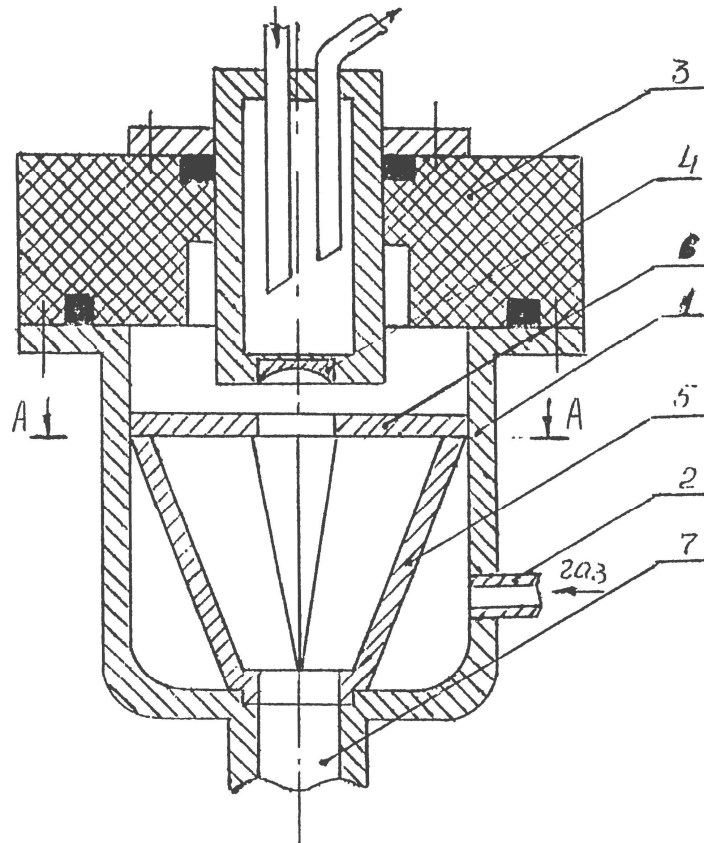
Неоднорідності стінок аноду, утворених ломаною лінією, повинні бути рівні порядку довжини хвилі внутрішнього діаметра аноду. Цією умовою визначаються оптимальні співвідношення між гео-

метричними параметрами багатогранного конусного аноду. Переріз усіченої багатогранної піраміди конусного аноду має вигляд замкнутої лінії параметр шагу  $A$ , якої визначається для окремої кількості  $n$  кутів. Граничні параметри  $n$  визначаються такими умовами, що кількість кутів не може бути менша за 3, тому що при цьому ми не одержимо замкнуту ломану лінію, яка лежить в перерізі конусного аноду. Максимально задовільнена кількість кутів не може перевищувати 12, це обумовлено тим, що при більшій кількості кутів поверхня конусного аноду стає майже однорідною, а це викликає зменшення ефективності взаємодії плазми зі стінками аноду, підвищуються втрати, що супроводжується зниженням добротності резонатора утвореного стінками аноду, катоду та плазмою. Умова, для одержання параметра ширини  $H$  ломаної лінії, обумовлюється глибиною проникнення поля, яке становить  $(0,1-0,3)R_{\text{вн}}$ .

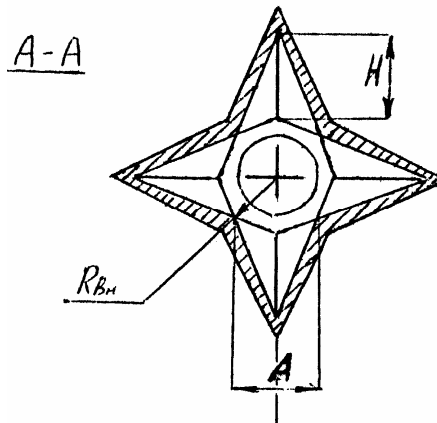
Виконання конусного аноду у формі усіченої багатогранної піраміди, переріз якої має вигляд замкнутої ломаної лінії, з внутрішнім радіусом  $R_{\text{вн}}$  конусного аноду кратним  $\lambda/4$ , забезпечує роботу розрядної порожниці як високодобротного резонатора, що підвищує енергетичну ефективність гармати. Конусоподібна форма аноду забезпечує широкосмуговість аноду при зміні струму розряду в широкому інтервалі. Це виключає збудження коливань на одній резонансній частоті та підвищує стабільність роботи гармати в цілому. Інтенсивність взаємодії електронного пучка з плазмою в конусному аноді регулюється автоматично, що дає електричну стабільність гармати.

На фіг. 1 зображена запропонована газорозрядна електронна гармата у перерізі, на фіг. 2 зображено її переріз у площині А-А. Газорозрядна електронна гармата містить корпус 1 з патрубком підводу газу 2, високовольтний подільний ізолятор 3, катодний вузол з холодним катодом 4, закріпленій на ізоляторі 3, анодний вузол, який містить конусний анод 5 та анодну діафрагму 6, які кріпляться в корпусі 1. Конусний анод 5, виконаний у формі усіченої багатогранної піраміди, переріз якої має вигляд замкнутої ломаної лінії. Нижній кінець конусного аноду 5 переходить у променевід 7.

Газорозрядна електронна гармата працює таким чином. В системі створюється робочий тиск  $10^{-1}-10^{-2}$  мм.рт.ст. шляхом відкачки газу через променевід 7 та подачі його крізь патрубок 2. При подачі високого від'ємного потенціалу на катод 3 (до 35 кВ) між ним та конусним анодом 5 спалахує високовольтний тліючий розряд з плазмою, локалізованою в об'ємі конусного аноду. Під дією іонів, постачаємих плазмою, холодний катод емітує потік електронів, який формується електродною системою у тонкий пучок (на фіг. 1 не показано), який через променевід 7 виводиться в технологічну камеру (на фіг. 1 не показана).



Фіг. 1



Фіг. 2

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)  
 Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26  
 (044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку \_\_\_\_\_ 2002 р. Формат 60x84 1/8.  
 Обсяг \_\_\_\_\_ обл.-вид. арк. Тираж 34 прим. Зам. \_\_\_\_\_

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.  
 (044) 268-25-22