



УКРАЇНА

(19) UA (11) 25621 (13) U
(51) МПК (2006)
H01J 1/30

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) НВЧ-ПРИЛАД М-ТИПУ

1

2

(21) u200704562

(22) 24.04.2007

(24) 10.08.2007

(46) 10.08.2007, Бюл. № 12, 2007 р.

(72) Грицаєнко Сергій Володимирович, Суворов
Олександр Миколайович

(73) РАДІОАСТРОНОМІЧНИЙ ІНСТИТУТ НАЦІО-
НАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

(57) НВЧ-прилад М-типу, який має анод і катод,
який містить робочу ділянку, утворену вторинно-
електронними та стартовими автоелектронними
емітерами, який **відрізняється** тим, що катод ви-
готовлено у вигляді єдиної металевої деталі, яка

виконує функцію керна, вторинно-емісійних та ста-
ртових автоелектронних емітерів, а елементи, що
забезпечують автоелектронну емісію, виконано у
вигляді кільцевих виступів в площині, перпендику-
лярній осі катода, причому ці автоелектронні емі-
тери сформовано на тілі катода електроерозійною,
лазерною або електронно-променевою обробкою,
після чого за допомогою іонного розпилення їх
товщину зменшено до розміру від часток мікрона
до одиниць мікрон, а роботу виходу їхньої емітую-
чої поверхні знижено іонною імплантацією актива-
тора.

Корисна модель відноситься до електронної
техніки і може бути використана в приладах НВЧ
М-типу міліметрового та субміліметрового діапа-
зону з малим часом готовності.

Відомо НВЧ-прилад М-типу, який має анод і
коаксіально з зазором розміщений катод, що скла-
дається з автоелектронного і вторинно-
електронного емітерів, де в тілі останнього вико-
нано, щонайменше, один отвір, навпроти якого
розміщено тіло автоелектронного емітера [1]. Не-
доліком такої конструкції є значна трудомісткість
виготовлення катода: необхідне виготовлення з
прецизійною точністю багатьох деталей, що вхо-
дять до складу катода, та їх збирання. Оскільки
катод збирається з кількох деталей, його стійкість
до роботи в умовах підвищених механічних наван-
тажень та вібрацій обмежено міцністю з'єднання
деталей. Можливість застосування такої конструк-
ції практично обмежується приладами дециметро-
вого та сантиметрового діапазону; виготовлення
катодів для магнетронів міліметрового та субмілі-
метрового діапазону потребувало б виготовлення
деталей мікроскопічних розмірів та їх збирання під
мікроскопом, а також значного ускладнення опе-
рацій контролю на всіх етапах виробництва.

Також відомо НВЧ-прилад М-типу, який має
анод і катод, що складається з керну з розміщени-
ми на ньому вторинними електронними емітерами,
між якими розміщено автоелектронні емітери, за-
хищені діелектричною плівкою [2]. Це технічне

рішення має практично ті ж недоліки.

Найбільш близьким за технічною суттю та су-
купністю ознак є НВЧ-прилад М-типу, який має
анод і катод, який містить робочу ділянку, утворе-
ну вторинно-електронними та стартовими авто-
електронними емітерами, де останні виконано у
вигляді окремих шайб, розміщених перпендикуля-
рно до осі катода [3]. Недоліком такої конструкції є
значна трудомісткість виготовлення та обмеже-
ність застосування. Використання різних матеріа-
лів для автоелектронних та вторинно-електронних
емітерів спричиняє їх взаємодію, яка призводить
до зміни емісійних характеристик та зниження
формостійкості катода під час тривалої експлуата-
ції приладу.

В основу корисної моделі поставлене завдан-
ня надати НВЧ-приладу М-типу спрощену констру-
кцію катодного вузла, яка б знизила трудомісткість
виготовлення, виключила необхідність виготов-
лення та збирання деталей мікроскопічного розмі-
ру, збільшила стійкість до роботи в умовах підви-
щених механічних навантажень та вібрацій,
виключила зміну характеристик та формостійкості
внаслідок взаємодії різних матеріалів складових
частин катода під час експлуатації, могла бути
застосована при виготовленні приладів субміліме-
трового діапазону.

Поставлена задача вирішується тим, що в
НВЧ-приладі М-типу, який має анод і катод, який
містить робочу ділянку, утворену вторинно-

UA (19) 25621 (13) U

електронними та стартовими автоелектронними емітерами, згідно з винаходом, катод виготовлено в вигляді єдиної металевої деталі, яка виконує функції керну, вторинно-емісійних та стартових автоелектронних емітерів, а елементи, що забезпечують автоелектронну емісію, виконано в вигляді кільцевих виступів в площині, перпендикулярній осі катоду, причому ці автоелектронні емітери сформовано на тілі катоду електроерозійною, лазерною або електронно-променевою обробкою, після чого за допомогою іонного розпилення їх товщину зменшено до розміру від часток мікрон до одиниць мікрон, а роботу виходу їхньої емітуючої поверхні знижено іонною імплантацією активатора.

Дослідження можливостей використання металів в якості матеріалу вторинно-емісійного катоду магнетрону міліметрового діапазону свідчать, що стабільна робота приладу забезпечується при значенні максимального коефіцієнта вторинної електронної емісії $\sigma_{\max} > 1$. Також відомо, що товщина металевої плівки, яка забезпечує напруженість електричного поля, достатню для отримання струму автоелектронної емісії, необхідного для запуску приладу, складає від часток мікрон до кількох мікрон, в залежності від роботи виходу.

Матеріалом катоду може слугувати тугоплавкий метал, наприклад Mo, Ta, W, Nb.

На Фіг.1 зображена конструкція НВЧ-приладу М-типу; на Фіг.2 - процес обробки кільцевих виступів іонним розпиленням.

НВЧ-прилад М-типу являє собою двоелектродну систему, в якій є анод 1, відділений від катоду 2 зазором. Катод 2 виготовлено в вигляді єдиної металевої деталі, циліндрична поверхня якої слугує вторинно-електронним емітером, а кільцеві виступи 3 виконують функцію автоелектронних емітерів. Кількість кільцевих виступів визначається величиною необхідного пускового струму, тобто параметрами конкретного приладу. Таким чином, робоча частина катоду, яка знаходиться між екранами 4, містить вторинно-електронні та автоелектронні емітери.

Кільцеві виступи товщиною кілька десятків мікрон формуються на тілі катоду електроерозійною, лазерною чи електронно-променевою обробкою. Зокрема, електроерозійна обробка дозволяє отримати виступи товщиною $r \leq 30 \mu\text{м}$. Зменшення їх товщини до розміру від часток мікрон до одиниць мікрон виконується за допомогою іонного розпилення.

Швидкість розпилення, см/с

$$v_p = 1,04 \cdot 10^{-5} j_i S M_2 / \rho,$$

де j_i - густина струму іонів, А/см²; S - коефіцієнт розпилення матеріалу мішені, атомів/іон; M_2 - атомна маса матеріалу мішені, а.о.м.; ρ - густина матеріалу мішені, г/см³.

У випадку розпилення поверхні полікристалічного молибдену пучком іонів Ar^+ з енергією 20 кеВ під кутом 60° до нормалі коефіцієнт розпилення складає 2 атомів/іон. При густині струму іонів 0,05 А/см² швидкість розпилення складатиме $1,1 \cdot 10^{-5}$ см/с. Час розпилення шару молибдену

$r = 30 \mu\text{м}$ з такою швидкістю складатиме 270с.

В режимі обробки кільцевих виступів іонним фрезеруванням - скануванням по черзі їх поверхонь пучком іонів, як показано на Фіг.2, час обробки залежатиме від площі перерізу пучка на поверхні виступу А та кількості виступів N.

При розмірах кільцевих виступів, що відповідають розмірам молибденового катоду магнетрону з довжиною хвилі $\lambda = 8 \text{ мм}$, $d_{\min} = 2,7 \text{ мм}$, $d_{\max} = 2,8 \text{ мм}$, їх кількості $N = 7$, тривалість іонного фрезерування пучком іонів Ar^+ діаметром $> 2,8 \text{ мм}$ з наведеними вище параметрами для товщини шару $r = 30 \mu\text{м}$ складатиме 3800с ≈ 63 хвилини.

В разі необхідності згладжування неоднорідностей поверхні кільцевих виступів, обумовлених її початковою неоднорідністю або зміною топографії під впливом іонного бомбардування, може бути виконане іонне полірування поверхні, яке відрізняється застосуванням обмежених енергій іонів ($\leq 8 \text{ кеВ}$).

Отже, вибір оптимального режиму формування поверхні катоду з мінімальними затратами часу може бути виконано з використанням відомих методів іонно-променевої обробки поверхні.

При необхідності зниження роботи виходу емітуючої поверхні автоелектронного емітеру виконується іонна імплантація активатора (наприклад, Ва або Ер) в кільцеві виступи після їх формування або одночасно з формуванням.

Оскільки поверхня виступів, а відповідно, і необхідний час іонної обробки або енергія та густина струму іонного потоку, обернено пропорційні квадрату робочої довжини хвилі НВЧ-приладу, пропонується конструкція катоду та метод його виготовлення є особливо перспективними для приладів з малими довжинами хвилі $\lambda \leq 3 \text{ мм}$.

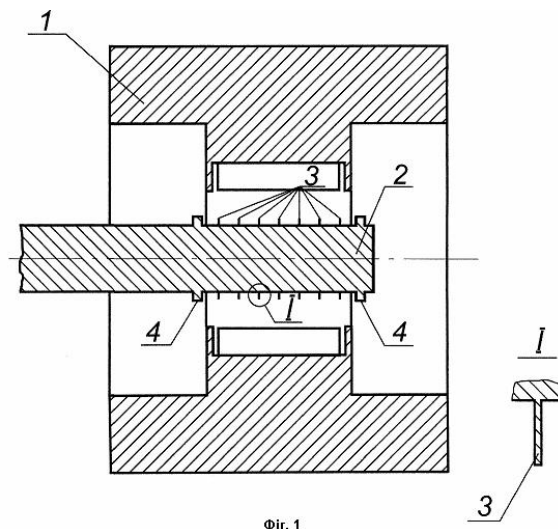
Прилад працює таким чином.

Анод 1 приладу заземлюється, на катод 2 подається робоча напруга (наприклад, 5-20кВ). Струм збудження магнетрону забезпечується автоелектронною емісією з автоелектронних емітерів - кільцевих виступів 3. Електрони, які емітуються з кільцевих виступів 3, прискорюючись і змінюючи напрямок руху під дією магнітного поля, частково потрапляють на тіло катоду 2 і вибивають вторинні електрони, які, в свою чергу лавинно розмножуючись, забезпечують основний робочий струм магнетрону.

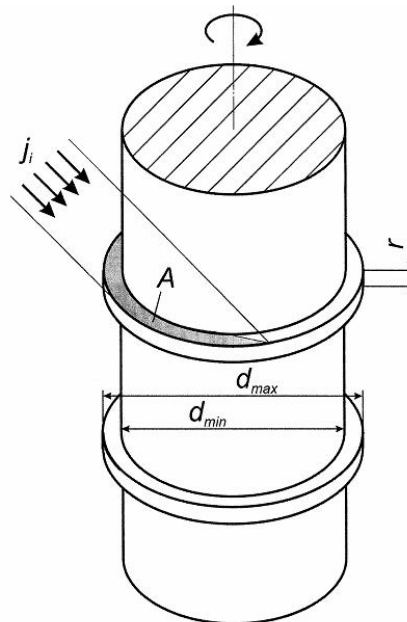
Запропонована корисна модель забезпечує зниження трудомісткості виготовлення, підвищує стійкість до роботи в умовах високих механічних навантажень, виключає негативні наслідки взаємодії різних матеріалів складових частин катоду, може бути застосована для виготовлення приладів субміліметрового діапазону.

Джерела інформації:

1. Патент Російської Федерації №2071136 МПК H01J1/30, 1996.
2. Патент Російської Федерації №2040821 МПК H01J1/30, 1995.
3. СРСР, А.с. №1780444 МПК H01J1/30, 1994.



Фіг. 1



Фіг. 2