



УКРАЇНА

(19) UA (11) 83884 (13) C2
(51) МПК (2006)
H01J 25/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ФОРМУВАННЯ ЕЛЕКТРОННОГО ПОТОКУ В ПРИЛАДАХ З ХОЛОДНИМ ВТОРИННО-ЕМІСІЙНИМ КАТОДОМ ТА НЕОДНОРІДНИМ МАГНІТНИМ ПОЛЕМ

1

(21) а200607613
(22) 07.07.2006
(24) 26.08.2008
(46) 26.08.2008, Бюл.№ 16, 2008 р.
(72) ЧУРЮМОВ ГЕННАДІЙ ІВАНОВИЧ, UA, СТАР-
ЧЕВСЬКИЙ ЮРІЙ ЛЬВОВИЧ, UA, ПЕРЕВЕРТАЙ-
ЛО РОМАН АНДРЕЕВИЧ, UA
(73) ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИ-
ТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ, UA
(56) RU 2166813 від 10.05.2001
US 4199709 від 22.04.1980
SU 730184 від 10.01.1981
SU 852144 від 15.04.1982
US 4480234 від 30.10.1984
RU 2039392 від 09.07.1995
Довбня А.Н., Закутин В.В., Решетняк Н.Г., Ромась-
ко В.П., Волколупов Ю.Я., Красноголовец М.А.
Быстрое формирование электронного пучка в маг-
нетронной пушке с вторично-эмиссионным мета-
ллическим катодом. Журнал технической физики.
2001. - Т. 71. - №9. - С. 134-136
Довбня А.Н., Закутин В.В., Решетняк Н.Г., Ромась-
ко В.П., Волколупов Ю.Я., Красноголовец М.А.
Получение мощных электронных пучков в магнет-
ронных пушках с холодными вторично-
эмиссионными катодами. Журнал технической фи-
зики. 2002. - Т.72. - №12. - с.98-101

2

Будкер Г.И. в сб. Физика плазмы и проблема
управляемых термоядерных реакций. - М.: АН
СССР. - 1958. - Т.3 - С. 3.
Димов Г.И. Возможность демонстрации самопо-
ддерживающейся термоядерной реакции в амби-
полярной ловушке // Письма в журнал технической
физики. - 1999. - Т.25.-№23. - С. 28-33.
Черешников С.А. О запуске магнетрона с холод-
ным катодом на спаде импульса напряжения //
Электроника СВЧ. - 1973. - №6. - С. 20-28.
(57) Спосіб формування електронного потоку в
приладах з холодним вторинно-емісійним катодом,
що полягає в створенні початкового просторового
заряду в результаті імпульсу катодної напруги з
ділянкою спаду, створенні автоелектронної емісії з
катода, розмноженні вторинно-емісійних електро-
нів та створенні електронного потоку, який **відріз-**
няється тим, що в зоні між катодом і колектором
утворюють зону неоднорідності магнітного поля,
тобто магнітну пробку, яка забезпечує зворотний
рух електронів на катод, причому магнітну пробку
створюють з такими параметрами, які дозволяють
встановити необхідний час руху електронів, за
який потенціал катода зменшиться на величину,
достатню для надійного забезпечення вторинної
електронної емісії.

Винахід відноситься до галузі НВЧ приладів зі
схрещеними електричним \vec{E} та магнітним \vec{B}
поллями (прилади магнетронного типу) і розподіле-
ною емісією і може бути використаний для ство-
рення нових магнетронних генераторів з холодним
вторинно-емісійним катодом, клістронів, гіротронів
і т.п.

Відомий спосіб створення електронного потоку
в приладах магнетронного типу, заснований на
використанні автоелектронної емісії. [див. Довбня
А.Н., Закутин В.В., Решетняк Н.Г., Ромасько В.П.,
Волколупов Ю.Я., Красноголовец М.А. Получение
мощных электронных пучков в магнетронных пуш-
ках с холодными вторично-эмиссионными катода-

ми // Журнал технической физики. - 2002. - Т.72,
№12. - С.98-101]. Подача енергії від джерела жи-
влення з ділянкою спадаючої напруги і призводить
до емісії первинних електронів з природних вістрів
на поверхні катода у вільний простір між анодом і
катодом магнетронного приладу завдяки електри-
чному полю. Первинні автоелектрони, рухаючись
по циклоїдальним траєкторіям, повертаються на-
зад, бомбардують катод та ініціюють процес вто-
ринно-емісійного розмноження. Для збільшення
енергії бомбардування катода первинними елект-
ронами на нього подається імпульс напруги зі спа-
даючою ділянкою, який дозволяє зменшити потен-
ціал катода за час руху електронів і таким чином

(13) C2

(11) 83884

(19) UA

збільшити енергію бомбардування. В результаті формується втулка просторового заряду.

Даний спосіб формування електронного потоку має ряд недоліків, до яких можна віднести не надійність формування електронного потоку внаслідок того, що електрони не встигають набрати необхідну кінетичну енергію бомбардування катоду яка забезпечує коефіцієнт вторинної емісії більше одиниці і призводить до лавинного вторинно-емісійного розмноження. За період руху електронів в спадаючому електричному полі, технічно дуже важко забезпечити швидкість зміни потенціалу катоду більше ніж 10^{11} В/с [див. Черенщиков С.А. О запуске магнетрона с холодным катодом на спаде импульса напряжения //Электроника СВЧ. - 1973. - №6. - С.20-28.]. Крім того, збільшити період руху електронів, щоб потенціал катоду встиг зменшитись на величину, достатню для забезпечення вторинної емісії не дозволяє обмежений простір між катодом і анодом.

Найбільш близькими по сукупності істотних ознак є магнетронна гармата з холодним металевим вторинно-емісійним циліндричним катодом, коаксіальне розташованим анодом, колектором і магнітною фокусуючою системою [див. Волколупов Ю.Я., Довбня А.Н., Закутин В.В., Красногоровец М.А., Решетняк Н.Г., Ромасько В.П. Быстрое формирование электронного пучка в магнетронной пушке с вторично-эмиссионным металлическим катодом //Журнал технической физики. - 2001. - Т.71. №9. - С.134-136.]. При подачі на катод напруги починається автоемісія. Первинні електрони у просторі між катодом і анодом тримаються завдяки однорідному магнітному полю, яке утворюється соленоїдом і прямує по вісі симетрії магнетронної гармати. Коли відбувається спад потенціалу катоду зі швидкістю більше ніж 10^{11} В/с, первинні електрони повертаються на катоду зі кінетичними енергіями, що перевищують кінетичну енергію на момент їх емісії. В тому випадку, коли їх енергія Перевищує перший критичний потенціал матеріалу катода (коефіцієнт вторинної емісії дорівнює одиниці) починається вторинно-емісійне розмноження, яке призводить до формування електронного потоку.

Суттєвим недоліком такого пристрою є нестабільність запуск електронного потоку. Автоемісійні вістря розташовані по поверхні катоду випадковим чином і в наслідок електронного бомбардування руйнуються, що призводить до зміни струму автоелектронної емісії в кожному наступному імпульсі. Оскільки формування пучка відбувається досить короткий час, що дорівнює десяти циклотронним періодам електронів, то накоплення в наслідок автоемісії просторовий заряд може виявитись недостатнім для забезпечення генерації електронного потоку. Як результат робота пристрою супроводжується зривами коливань (у випадку безперервного режиму роботи) і «пропусками» імпульсів коливань (у випадку імпульсного режиму роботи).

Таким чином, при здійсненні технічного рішення по аналогу і прототипу такий технічний результат як підвищення надійності роботи магнетронних приладів з холодним вторинно-емісійним катодом

при формуванні стійкого, стабільного електронного потоку не може бути досягнутий.

В основу винаходу поставлена задача створення такого способу формування електронного потоку в магнетронних приладах з холодним вторинно-емісійним катодом, який би дозволив підвищити надійність формування електронного потоку шляхом утворення магнітної пробки між катодом і колектором.

Ця задача вирішена таким чином. В спосіб формування електронного потоку в магнетронних приладах з холодним вторинно-емісійним катодом, що полягає в створенні початкового просторового заряду в результаті імпульса катодної напруги з ділянкою спада, створенні автоелектронної емісії з катоду, розмноженні вторинно-емісійних електронів та створенні електронного потоку, згідно винаходу, в зоні між катодом і колектором соленоїд утворює магнітну пробку, яка забезпечує зворотній рух електронів на катод, параметри магнітної пробки дозволяють встановити необхідний час руху електронів, за який потенціал катоду зменшиться на величину, достатню для надійного забезпечення вторинної електронної емісії.

На Фіг.1 схематично представлений генератор електронного потоку.

На Фіг.2 показана епюра напруги між катодом і колектором і спадаючою ділянкою.

На Фіг.3 показана епюра магнітного поля, яке утворює магнітну пробку і забезпечує повернення електронів на катод.

Розглянемо більш детально цей спосіб. Він потребує нового пристрою для його здійснення. Найбільш близькими по сукупності істотних ознак є генератор електронного потоку [див. Волколупов Ю.Я., Довбня Л.Ц., Закутин В.В., Красногоровец М.А., Решетняк Н.Г., Ромасько В.П. Быстрое формирование электронного пучка в магнетронной пушке с вторично-эмиссионным эмиссионным металлическим катодом //Журнал технической физики - 2001 - Т.71, №9. - С.134-136.], що містить катод, анод.

До недоліків цього пристрою відноситься нестабільність запуску електронного потоку. Автоемісійні вістря розташовані по поверхні катоду випадковим чином і в наслідок електронного бомбардування руйнуються, що призводить до зміни струму автоелектронної емісії в кожному наступному імпульсі. Оскільки формування пучка відбувається досить короткий час, що дорівнює десяти циклотронним періодам електронів, то накоплення в наслідок автоемісії просторовий заряд може виявитись недостатнім для забезпечення генерації електронного потоку. Як результат робота пристрою супроводжується зривами коливань (у випадку безперервного режиму роботи) і «пропусками» імпульсів коливань (у випадку імпульсного режиму роботи).

В основу винаходу поставлена задача створення такого пристрою формування електронного потоку в магнетронних приладах з холодним вторинно-емісійним катодом, який би дозволив надійно формувати стабільний електронний потік і утворювати над поверхнею катоду електронну хмару.

Генератор електронного потоку (Фіг.1) містить холодний металевий вторинно-емісійний катодом 1 з вістрійними системами 2, колектором 3, які знаходяться в вакуумній камері 4. В составі генератора також знаходяться джерело живлення катода 5, джерело живлення колектора 6 та систему соленоїдів 7.

Розглянемо роботу пристрою. По-перше, на відміну від прототипу пристрій не містить анод. По-друге, застосовується соленоїд, що утворює неоднорідне магнітне поле, на відміну від прототипу, який містить соленоїд, що утворює однорідне магнітне поле.

Пристрій, працює наступним чином. В початковий момент $t=0$ від джерела живлення катода 5 подається напруга, форма якої приведена на Фіг.2. На ділянці $0 \leq t \leq t_1$ імпульсу катодної напруги вістрійні автоемісійні системи 2 постачають у простір між катодом та колектором електрони, які рухаються в напрямку колектора завдяки фокусуєчому магнітному полю (рис. 3), що утворюється системою соленоїдів 7. Коли електрони досягають, області пробки де діє більш інтенсивне магнітне поле, вони відбиваються [див. Будкер Г.И. в сб. Физика плазмы и проблема управляемых термоядерных реакций. -М: АН СССР. - 1958. - т.3. - С.3 або Димов Г.И. Возможность демонстрации самоподдерживающейся термоядерной реакции в ам-

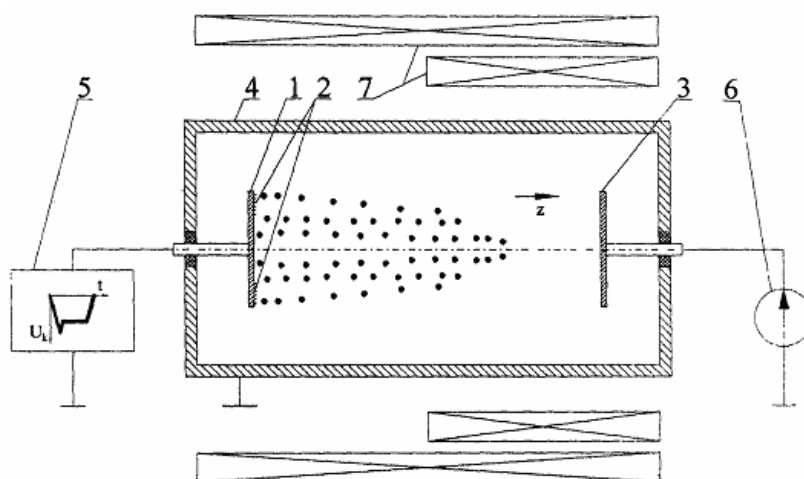
биполярной ловушке //Письма в журнал технической физики. - 1999. - Т.25, №23. - С.28-33] і прямують до катоду.

На першій ділянці спада катодного імпульсу напруги при $t_1 \leq t \leq t_2$ електрони, що повертаються, мають більшу енергію, ніж необхідно для того, щоб досягнути катода за рахунок зменшення потенціалу катода. Це призводить до процесу лавинного вторинно-емісійного розмноження і гарантованого формування щільного просторового заряду електронної хмари.

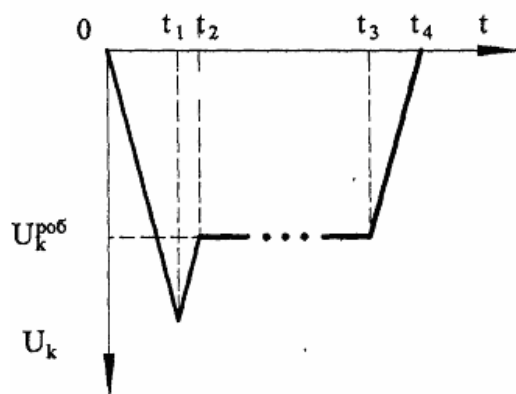
На сталій ділянці імпульсу при $t_2 \leq t \leq t_3$ відбувається процес самопідтримної вторинної електронної емісії завдяки коливанням щільності просторового заряду біля поверхні катода.

Відбір електронів здійснюється за допомогою джерела живлення колектора. Електрони будуть проходити крізь магнітну пробку і досягати колектора, якщо збільшити його потенціал. Саме такий результат можна забезпечити зменшенням магнітного поля в пробці. Якщо це робити в імпульсному режимі, то можна формувати замість електронного потоку електронні згустки.

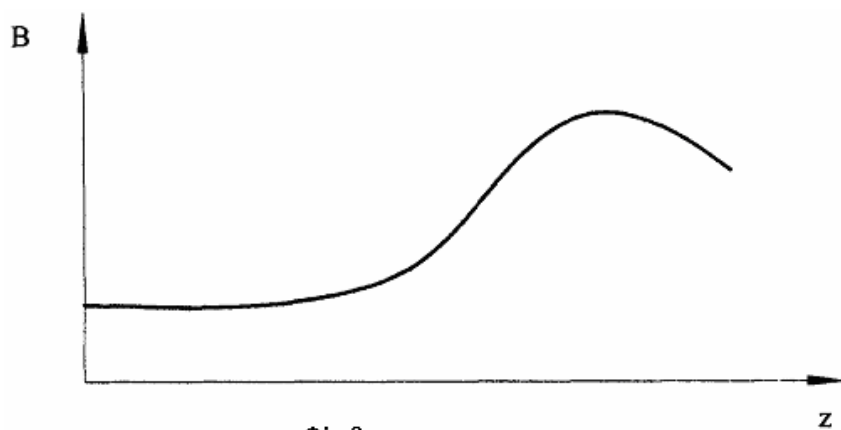
Застосування такого пристрою дозволяє значно підвищити надійність роботи магнетронних приладів з холодним вторинно-емісійним катодом.



Фіг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3