



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 77247

(13) C2

(51) МПК (2006)  
H01J 25/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

## (54) ОБЕРНЕНИЙ КОАКСІАЛЬНИЙ МАГНЕТРОН

1

2

(21) 20040706091

(22) 22.07.2004

(24) 15.11.2006

(46) 15.11.2006, Бюл. № 11, 2006 р.

(72) Кузьмичов Ігор Костянтинович, Мележик Петро Миколайович, Терьохін Сергій Миколайович, Тіщенко Анатолій Семенович

(73) ІНСТИТУТ РАДІОФІЗИКИ ТА ЕЛЕКТРОНІКИ  
ІМ. О. Я. УСИКОВА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ  
НАУК УКРАЇНИ

(56) SU 195557, 25.06.1967

SU 982479, 30.09.1991

RU 2148869, 10.05.2000

UA 55721, 15.04.2003

RU 2217860, 27.11.2003

(57) 1. Обернений коаксіальний магнетрон, який містить катод, анодний блок з щілинами зв'язку, стабілізуючий циліндричний резонатор і поршень

перебудови, який **відрізняється** тим, що стабілізуючий циліндричний резонатор виконаний з відкритим торцем, діаметр якого вибирається рівним

$d = 6,105 \div 4,043 \sqrt{w_0}$ , де  $w_0$  - радіус плями поля коливання  $TEM_{00q}$  між відкритим торцем і металевим сферичним дзеркалом ( $q$  - число півхвиль уздовж осі резонатора), а довжина його дорівнює  $n\lambda_B/2$ , де  $\lambda_B$  - хвильоводна довжина хвилі,  $n=1,2,\dots$ , а над резонатором розташоване металеве сферичне дзеркало з елементом зв'язку для виводу НВЧ-потужності.

2. Магнетрон за п.1, який **відрізняється** тим, що він додатково містить щонайменше один катод та щонайменше один анодний блок.

Винахід відноситься до техніки електронних приладів надвисоких частот (НВЧ), а саме до обернених коаксіальних магнетронних генераторів і може бути використаний в радіолокації, зв'язку та інших областях техніки для генерації сигналів НВЧ, що перебудовуються по частоті.

Конструктивна відмінність оберненого коаксіального магнетрона від класичного полягає в тому, що катод розташований зовні багаторезонаторної системи анодного блоку, виконаної на зовнішній поверхні циліндричного стабілізуючого резонатора, що, у свою чергу, через синфазні щілини зв'язку забезпечує виділення з усіх видів коливань багаторезонаторної системи анодного блоку тільки  $\pi$  - виду при роботі на коливанні  $H_{011}$ . При цьому принципова відмінність полягає в тому, що при великому числі резонаторів не застосовуються спеціальні міри для збільшення поділу частот і напруги збудження між робочим  $\pi$  - видом і сусідніми видами коливань.

Розвиті геометричні розміри резонаторної системи анодного блоку і катода дозволяють істотно підвищити генеруючу потужність, а висока власна добротність стабілізуючого резонатора - одержати високу стабільність частоти генеруючих коливань.

Відомий обернений коаксіальний магнетрон [Лебедев І.В. Техника и приборы СВЧ. -М.: Высшая школа, 1972. -Т.2. -С.300], що містить катод, анодний багаторезонаторний блок і стабілізуючий циліндричний резонатор, зв'язаний щілинами зв'язку з магнетронними резонаторами. У циліндричному резонаторі збуджується коливання типу  $H_{011}$ . Поряд з позитивною якістю, що полягає у високому рівні вихідної потужності, дане технічне рішення має недоліки. Коливання  $H_{011}$  не є нижчим для стабілізуючого циліндричного резонатора і тому в ньому можуть виникати резонанси на інших типах коливань, у тому числі і ті, що попадають у робочий діапазон частот. Це, у свою чергу, вимагає додаткових заходів що до подавлення небажаних коливань у стабілізуючому резонаторі. Оскільки геометричні розміри стабілізуючого резонатора в міліметровому діапазоні довжин хвиль малі, а подавлення паразитних типів коливань, наприклад, за рахунок введення невиворчих НВЧ - поглиначів, приведе до внесення в резонансну систему істотних втрат і для робочого коливання, це представляє досить складну технічну задачу.

Найбільш близьким за технічним рішенням аналогом (прототипом) є обернений коаксіальний

(13) C2

(11) 77247

(19) UA

магнетрон, що містить катод, анодну багаторезонаторну систему з щілинами зв'язку, що стабілізує циліндричний резонатор і поршень перебудови [Шлифер Э.Д. Расчет и проектирование коаксиальных и обращенно-коаксиальных магнетронов / Под ред. Э.М. Гутцайта. - М.: Изд-во МЭИ, 1991. - С.24]. Маючи позитивну якість, що полягає в більш високому значенні коефіцієнта корисної дії і, також, у більш високому рівні вихідної потужності в порівнянні з іншими електровакuumними приладами, особливо в міліметровому діапазоні довжин хвиль, даний пристрій має недоліки. Існує велика імовірність збудження магнетрона на паразитних видах коливань стабілізуючого резонатора  $H_{mnp}$  ( $m \neq 0$ ). Це вимагає вживання спеціальних заходів для їхнього подавлення і відбудування. Крім того, наявність аксіальної неоднорідності щілин зв'язку приведе до порушення поряд з робочим коливанням  $H_{011}$  коливань  $E_{mnp}$  і, зокрема  $E_{111}$  коливання, що через рівність частот з коливанням  $H_{011}$  буде відбирати енергію, спотворюючи структуру поля робочого коливання і знижуючи власну добротність стабілізуючого резонатора.

В основу пропонованого винаходу поставлена задача: застосовуючи метод селекції паразитних видів коливань у стабілізуючому резонаторі оберненого коаксіального магнетрона забезпечити підвищення вихідної потужності і стабільності частоти.

Поставлена задача вирішується таким чином: у оберненому коаксіальному магнетроні, що містить катод, анодну багаторезонаторну систему з щілинами зв'язку і поршень перебудови, що стабілізує циліндричний резонатор, виконаний з відкритим торцем, над яким розташоване металеве сферичне дзеркало з елементом зв'язку для виводу НВЧ потужності. Довжина стабілізуючого резонатора, який разом зі сферичним дзеркалом утворюють складну електродинамічну систему, дорівнює цілому числу хвилеводних напівдовжин хвиль. Діаметр цього резонатора визначається робочою довжиною хвилі  $\lambda$  і радіусом плями поля  $\omega_0$  нижчого коливання  $TEM_{00q}$  відкритого резонатора, утвореного сферичним дзеркалом і відкритим торцем стабілізуючого резонатора ( $q$  - число напівхвиль уздовж осі відкритого резонатора). При діаметрі стабілізуючого резонатора  $d = (3,105 \div 4,043)\omega_0$  у відкритому резонаторі з високою ефективністю буде підтримуватися коливання  $TEM_{01q}$ , яке, у свою чергу, з такою ж ефективністю буде підтримувати в стабілізуючому резонаторі тільки хвилю  $H_{01}$ , що приведе до збільшення вихідної потужності магнетрона. З іншого боку, збільшується об'єм, який займає робоче коливання магнетрона без істотного росту втрат, що в сумі з відсутністю умов для порушення в стабілізуючому резонаторі коливань  $H_{mnp}$  ( $m \neq 0$ ) дасть підвищення власної добротності, і також стабільності приладу. Тут необхідно підкреслити, що з укороченням робочої довжини хвилі зменшуються геометричні розміри стабілізуючого резонатора, і також розміри анодної резонаторної системи, що приведе до зниження генеруючої потужності. У пропонованому магнетроні розміри стабілізуючого резонатора можуть бути істотно більші при збереженні селек-

тивних властивостей і високої власної добротності, оскільки вони однозначно визначаються геометричними розмірами відкритого резонатора. Тому, пропонований обернений коаксіальний магнетрон є найбільш перспективним приладом міліметрового діапазону й особливо в його короткохвильовій частині. Для настроювання приладу використовується або дзеркало відкритого резонатора, або поршень.

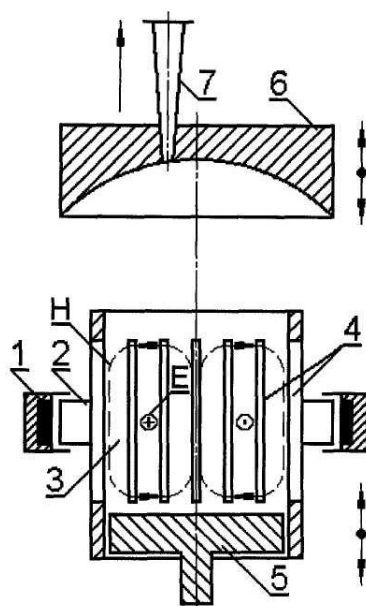
Суть винаходу пояснюють ілюстрації:

на Фіг.1 показаний обернений коаксіальний магнетрон;

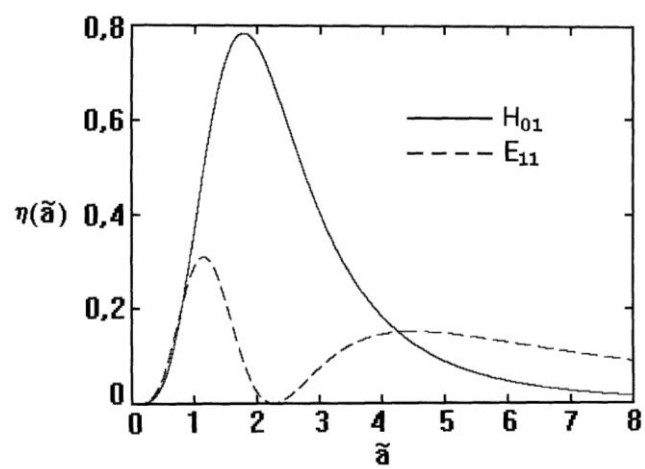
на Фіг.2 показані теоретичні залежності коефіцієнта ефективності порушення  $\eta$  хвилі  $H_{01}$  і хвилі  $E_{11}$ , що має таку ж фазову швидкість, у залежності від нормованого радіуса стабілізуючого резонатора  $\tilde{\alpha} = \alpha / \omega_0$  за допомогою коливання відкритого резонатора  $TEM_{01q}$ .

Пропонований обернений коаксіальний магнетрон містить катод 1, що знаходиться зовні анодної багаторезонаторної системи 2. Стабілізуючий циліндричний резонатор 3, розташований усередині анодного блоку, зв'язаний щілинами зв'язку 4 з магнетронними резонаторами. Для настроювання приладу, як і в класичному оберненому магнетроні, використовується поршень перебудови 5. На деякій відстані від відкритого торця резонатора 3 розташоване металеве сферичне дзеркало 6 з елементом зв'язку 7 для виведення НВЧ потужності. Діаметр резонатора 3 вибирається рівним  $d = (3,105 \div 4,043)\omega_0$ , коли у відкритому резонаторі збуджується коливання  $TEM_{01q}$ , яке забезпечує збудження хвилі  $H_{01}$  у стабілізуючому резонаторі з ефективністю не менш 75%, а ефективність збудження хвилі  $E_{11}$  у цьому випадку не перевищує 8%.

Пропонований обернений коаксіальний магнетрон працює таким чином: при подачі напруги на анодний багаторезонаторний блок 2, в електронному потоці і коливальній системі виникає безліч видів коливань. У стабілізуючий резонатор 3 через синфазні для  $\pi$  - виду коливань щілини зв'язку 4 надходить НВЧ потужність, що приводить до порушення різних хвилеводних хвиль і, зокрема, хвилі  $H_{01}$ . Ці хвилі випромінюються в об'єм відкритого резонатора, утворений відкритим торцем стабілізуючого резонатора 3 і металевим сферичним дзеркалом 6. У відкритому резонаторі збуджується коливання  $TEM_{01q}$ , що зв'язане з хвилею  $H_{01}$ . Діаметр  $d$  стабілізуючого резонатора 3 і відстань до сферичного дзеркала 6 підібрані таким чином, що у відкритому резонаторі існує тільки коливання  $TEM_{01q}$ . Це коливання, у свою чергу, з високою ефективністю підтримує в стабілізуючому резонаторі 3 тільки хвилю  $H_{01}$ . Це дозволяє здійснити селекцію паразитних видів коливань у стабілізуючому резонаторі і через щілини зв'язку 4 анодної багаторезонаторної системи 2 буде нав'язаний розподіл НВЧ поля, властиве  $\pi$  - виду. Таким чином, створюється пріоритетність  $\pi$  - виду серед інших коливальних станів. Настроювання приладу здійснюється або за допомогою поршня 5, або за допомогою дзеркала 6.



Фиг. 1



Фиг. 2