



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **105215** (13) **C2**
(51) МПК (2014.01)
H01J 25/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2011 13228	(72) Винахідник(и):	Єрьомка Віктор Данилович (UA), Мірошніченко Володимир Семенович (UA), Демченко Михайло Юрійович (UA)
(22) Дата подання заявки:	09.11.2011	(73) Власник(и):	ІНСТИТУТ РАДІОФІЗИКИ ТА ЕЛЕКТРОНІКИ ІМ. О.Я. УСИКОВА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ, вул. Ак. Проскури, 12, м. Харків-85, 61085 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	25.04.2014	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	SU 334605 A; 10.05.1972. SU 1612846 A1; 07.02.1989. RU 02118869 C1 ; 10.09.1998. RU 2274922 C1; 20.04.2006. US 5187408 A; 16.02.1993.
(41) Публікація відомостей про заявку:	25.04.2012, Бюл.№ 8		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	25.04.2014, Бюл.№ 8		
			Конкуренция и кооперация мод в малообъемном ГДИ с периодической структурой из связанных желобковых волноводов. В.С. Мирошніченко. // Радіофізика та електроніка. - 2008.- Т. 13, № 1.

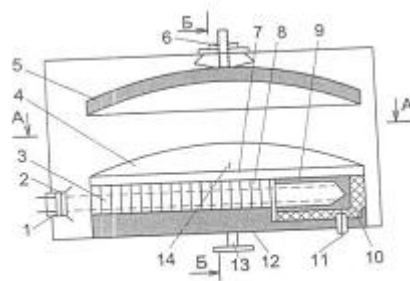
(54) ОРБІКТРОН - ГЕНЕРАТОР ДИФРАКЦІЙНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

(57) Реферат:

Орбіктрон - генератор дифракційного випромінювання - містить у собі коливальний контур у вигляді відкритого резонатора із нерухомим та рухомим дзеркалами. В центральній частині нерухомого дзеркала встановлено дифракційну періодичну структуру у вигляді зведеної гребінки, робочі поверхні якої паралельні і дзеркально симетричні відносно осі відкритого резонатора. На рухомому дзеркалі із сферичною робочою поверхнею, виконано щілину зв'язку із хвильовідним пристроєм для передавання високочастотної енергії із міждзеркального простору відкритого резонатора у навантаження та механізм перебудови резонансної частоти коливального контуру, електронно-оптичну систему з емітером та колектором електронів, магнітну фокусуючу систему. В центральній частині нерухомого дзеркала виконано резонансну прямокутну канавку, із осью довшиною L , шириною a та глибиною $b+h$, в якому встановлено зведеною гребінку шириною h , довжиною $\frac{2}{3}L$, колектор електронів у вигляді

UA 105215 C2

коллектора-рекуператора довжиною $\frac{1}{3}L$. Площина однієї бокової сторони здвоєної гребінки суміщена із площиною дна канавки. Емітер електронно-оптичної системи встановлено на кінці здвоєної гребінки, протилежному колекторному кінцю. Щілина зв'язку із хвилевідним пристроєм для передавання високочастотної енергії із відкритого резонатора у навантаження виконана у боковій стінці канавки нерухомого дзеркала. Винахід забезпечує зростання потужності вихідного сигналу та ККД генератора при підвищенні його робочої частоти в терагерцовому інтервалі частот.



Фіг. 1

Винахід належить до електроніки надвисоких частот (КВЧ), а саме, до електровакуумних приладів з відкритим резонатором - генераторів електромагнітного випромінювання, і може знайти широке застосування в радіоелектронних системах як джерело когерентних електромагнітних коливань терагерцового інтервалу частот.

5 Відомий ряд електровакуумних генераторів електромагнітного випромінювання КВЧ із відкритим резонатором таких, наприклад, як оротрон, ледатрон, генератор дифракційного випромінювання (ГДВ), орбіктрон.

Відомий генератор дифракційного випромінювання КВЧ - оротрон, конструкція якого містить коливальний контур - відкритий резонатор (ВР), створений рухомим та нерухомим дзеркалами, на рухомому дзеркалі із сферичною робочою поверхнею виконано щілину зв'язку із хвилевідним пристроєм для передавання електромагнітної високочастотної енергії із між дзеркального об'єму ВР у навантаження та встановлено механізм перебудови резонансної частоти коливального контура, а на всій плоскій робочій поверхні нерухомого дзеркала, уздовж напрямку руху стрічкового електронного потоку, виконано періодичну структуру (ПС) - відбивальну дифракційну ґратку типу "гребінка", при цьому стрічковий електронний потік рухається на незначній відстані паралельно над робочою поверхнею ПС, електронно-оптичну систему (ЕОС) із емітером електронів, колектор електронів та магнітну фокусуючу систему (МФС) [А. с. СССР № 1955557 - Электронный прибор для генерации и усиления колебаний миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов волн. / Ф. С. Русин, Г. Д. Богомолов. 1966 г.].

20 Позитивними характеристиками оротрона є висока стабільність частоти та низький рівень амплітудних та частотних шумів в короткохвильових діапазонах.

Першим суттєвим недоліком оротрона є невеликий коефіцієнт корисної дії (ККД) та потужність вихідного сигналу в терагерцовому інтервалі частот, що обумовлено невисоким коефіцієнтом використання стрічкового електронного потоку і, як наслідок, невисокою ефективністю взаємодії його заряджених часток, які рухаються над робочою поверхнею ПС типу "гребінка", із високочастотним полем, яке є неоднорідним по інтенсивності як вздовж ПС (косинусоподібне або Гаусове розподілення), так і по товщині стрічки (при віддалені від поверхні ПС амплітуда інтенсивності хвилі електромагнітного поля зменшується за експоненціальною залежністю).

30 Другий суттєвий недолік оротрона полягає в тому, що його конструкція забезпечує умови для збудження автоколивального процесу як в режимі оротрона, так і в режимі конкуруючого автоколивального процесу лампи зворотної хвилі (ЛЗХ).

Відомий генератор дифракційного випромінювання КВЧ, аналогічний оротрону, а саме ледатрон, конструкція якого містить коливальний контур - ВР Фабрі-Перо, створений двома плоскими дзеркалами - рухомим та нерухомим. На рухомому дзеркалі виконано щілину зв'язку із хвилевідним пристроєм для передавання електромагнітної високочастотної енергії із міждзеркального об'єму ВР у навантаження та встановлено механізм перебудови резонансної частоти коливального контура, а на всій робочій поверхні нерухомого дзеркала уздовж напрямку руху стрічкового електронного потоку виконано періодичну структуру - відбивальну дифракційну ґратку типу "гребінка", при цьому стрічковий електронний потік рухається на незначній відстані над робочою поверхнею ПС, ЕОС із емітером електронів, колектор та МФС [Mizuno K. Ono S. Ledatron. In "Infrared and Millimeter Waves. Vol.1: Sources of Radiation"(K.J. Button ed.), pp. 213-234, Academic Press. New York, 1979.].

40 Позитивними характеристиками ледатрона є висока стабільність частоти та низький рівень амплітудних та частотних шумів в короткохвильових діапазонах.

45 Першим суттєвим недоліком ледатрона є невеликий коефіцієнт корисної дії (ККД) та потужність вихідного сигналу в терагерцовому інтервалі частот, що обумовлено невисоким коефіцієнтом використання стрічкового електронного потоку і, як наслідок, невисокою ефективністю взаємодії його заряджених часток, які рухаються над робочою поверхнею ПС типу "гребінка", із високочастотним полем, яке є неоднорідним по інтенсивності як вздовж ПС (косинусоподібне, або Гаусове розподілення), так і по товщині стрічки (при віддалені від поверхні ПС амплітуда інтенсивності хвилі електромагнітного поля зменшується за експоненціальною залежністю).

Другий суттєвий недолік ледатрона полягає в тому, що його конструкція забезпечує умови для збудження автоколивального процесу як в режимі оротрона, так і в режимі конкуруючого автоколивального процесу лампи зворотної хвилі (ЛЗХ). Назва генератора ледатрон походить від імені Леда та частини слова електрон. Леда в грецькій міфології була матір'ю близнюків - Полідевка та Олени, які були дітьми Зевса. Японські вчені назвали генератор дифракційного випромінювання, конструкція якого забезпечує умови для існування двох конкуруючих режимів збудження автоколивань (режимів оротрона та ЛЗХ), ледатроном.

Третій суттєвий недолік ледатрона полягає в тому, що в конструкції його коливального контуру - резонатора Фабрі-Перо із плоско-паралельними дзеркалами дуже нелегко підтримувати строгу паралельність між робочими площинами дзеркал в терагерцовому інтервалі частот і запобігати значних дифракційних втрат.

Відомий генератор електромагнітного випромінювання КВЧ, аналогічний оротрону, а саме, ГДВ, конструкція якого містить коливальний контур - ВР, створений двома дзеркалами - рухомим та нерухомим. На робочій сферичній поверхні рухомого дзеркала виконано щілину зв'язку із хвилевідним пристроєм для передавання електромагнітної високочастотної енергії із міждзеркального об'єму ВР у навантаження та встановлено механізм перебудови резонансної частоти коливального контуру, а на нерухомому дзеркалі, переважно із плоскою або циліндричною робочою поверхнею, в центральній його частині, уздовж напрямку руху стрічкового електронного потоку виконано періодичну структуру - відбивальну дифракційну ґратку типу "гребінка", при цьому стрічковий електронний потік рухається на незначній відстані над робочою поверхнею гребінки, ЕОС із емітером електронів, колектором та МФС, (А. с. СССР № 334605, М. кл. H01J 23 / 16 Генератор дифракционного излучения / И. М. Балаклицкий, В. Г. Курин, Б. К. Скрынник, О. А. Третьяков, В. П. Шестопалов. 1972 г.). Позитивними характеристиками ГДВ є висока стабільність частоти та низький рівень амплітудних та частотних шумів в короткохвильових діапазонах, а також невисокі дифракційні втрати. Недоліком такого ГДВ є невеликі ККД та потужність вихідного сигналу в терагерцовому інтервалі частот, що також обумовлено невисоким коефіцієнтом використання стрічкового електронного потоку та невисокою ефективністю взаємодії його заряджених часток, які рухаються над робочою поверхнею відбивальної дифракційної ПС типу „гребінка”, із високочастотним полем, яке є неоднорідним по інтенсивності як вздовж "гребінки" (косинусоподібне або Гаусове розподілення інтенсивності високочастотного електромагнітного поля вздовж простору взаємодії), так і по товщині (при віддаленні від робочої поверхні гребінки амплітуда інтенсивності хвилі електромагнітного поля зменшується за експоненціальною залежністю) та ширині стрічки електронного потоку (бокові сторони "гребінки" коротко замкнуті, при цьому амплітуда інтенсивності сповільненої хвилі електромагнітного поля максимальна над повздовжньою віссю гребінки та зменшується до нуля на коротко замкнутих бокових сторонах). Тому значна частина електронів стрічкового потоку не бере участь у ефективному енергообміні із високочастотним електромагнітним полем.

Найбільш близьким до даного винаходу за технічною суттю та сукупністю ознак аналогом (прототипом) є орбіктрон - генератор дифракційного випромінювання (назву орбіктрон створено шляхом скорочення англійського словосполучення open resonator - відкритий резонатор, binary comb - здвоєна гребінка, electron - електрон), який містить у собі коливальний контур у вигляді відкритого резонатора із нерухомим та рухомим дзеркалами, в центральній частині нерухомого дзеркала встановлено дифракційну періодичну структуру у вигляді здвоєної гребінки, робочі поверхні якої паралельні і дзеркально симетричні відносно осі відкритого резонатора, на рухомому дзеркалі із сферичною робочою поверхнею, виконано щілину зв'язку із хвилевідним пристроєм для передавання високочастотної енергії із міждзеркального простору відкритого резонатора у навантаження та механізм перебудови резонансної частоти коливального контуру, електронно-оптичну систему з емітером та колектором електронів, магнітну фокусуючу систему (МФС) (Авт. св. СССР № 669963, МПК H01J 25/00 Генератор дифракционного излучения / В. Д. Ерёмка, В. К. Корнеев, Б. К. Скрынник, В. П. Шестопалов. 1976 г.).

Поряд з позитивними якостями, технічне рішення орбіктрон - ГДВ - прототип має суттєві недоліки. Перший недолік полягає в тому, що виконання на сферичній робочій поверхні рухомого дзеркала щілини зв'язку із навантаженням, встановлення на ньому хвилевідного пристрою для передавання електромагнітної високочастотної енергії із міждзеркального об'єму ВР у навантаження та механізму перебудови резонансної частоти ВР суттєво ускладнює конструкцію та експлуатацію такого генератора в радіоелектронних системах. Ускладнення обумовлено тим, що вісь симетрії хвилевідного пристрою та механізму перебудови частоти співпадають. При цьому вакуумнощільний сільфон механізму перебудови резонансної частоти на одному кінці герметично закріплено на корпусі генератора, а на другому кінці герметично закріплено на хвилеводі пристрою для передавання електромагнітної високочастотної енергії із міждзеркального простору ВР у навантаження. Ускладнення при експлуатації такого генератора в передавачах радіоелектронних систем полягає в тому, що в процесі роботи передавача на основі такого орбіктрона - ГДВ іноді виникає потреба зміни частоти вихідного сигналу на величину більшу ніж робоча смуга коливального контуру. У такому випадку треба перебудовувати резонансну частоту відкритого резонатора шляхом зміни відстані між дзеркалами за допомогою механізму перебудови частоти. При цьому його хвилевідний пристрій

для виведення високочастотної енергії, який встановлено на рухомому дзеркалі, необхідно відокремлювати від хвилевідного тракту навантаження. Саме цей суттєвий недолік, притаманний оротрону, ледатрону ГДВ та орбіктрону - ГДВ є однією із причин, які унеможливили серійне виробництво таких джерел електромагнітних коливань та широке застосування згаданих генераторів у передавачах серійних радіолокаторів міліметрового діапазону довжин хвиль.

Другий недолік полягає в тому, що у орбіктроні - прототипі стрічковий електронний потік в каналі здвоєної гребінки взаємодіє із неоднорідною по інтенсивності вздовж простору взаємодії електричною складовою високочастотного поля. Це обумовлено косинусоподібним, або Гаусовим розподіленням амплітуди високочастотного поля у відкритому резонаторі із двома дзеркалами, а саме інтенсивність високочастотного електромагнітного поля зростає в напрямку від емітера електронів до осі відкритого резонатора, а потім спадає до початкового значення біля колектора електронів. Результати математичного моделювання процесу електронно-хвильової взаємодії в орбіктроні - прототипі свідчать про те, що електронний ККД вздовж простору взаємодії зростає від емітерного кінця до осі ВР. Після осі ВР електронний ККД у кращому випадку остається на рівні максимально досягнутого, а у гіршому випадку поступово спадає після осі ВР, що свідчить про те, що при цьому електронний пучок поглинає накопичену у ВР високочастотну енергію.

Третій недолік полягає в тому, що при суттєвому зменшенні довжини робочої хвилі в терагерцовому інтервалі частот радіус сферичної поверхні першого дзеркала стає великим і робочі поверхні першого та другого дзеркал мають вигляд плоских паралельних поверхонь, аналогічних плоским робочим поверхням дзеркал ледатрона. При цьому суттєво збільшуються дифракційні втрати високочастотної енергії, яка накопичується у міждзеркальному об'ємі ВР.

В основу винаходу поставлено задачу - удосконалити орбіктрон шляхом збільшення ефективності перетворення кінетичної енергії заряджених часток його стрічкового електронного потоку у високочастотну енергію вихідного сигналу, що забезпечить зростання потужності вихідного сигналу та ККД генератора при підвищенні робочої частоти в короткохвильових діапазонах, зокрема, в терагерцовому діапазоні.

Поставлена задача вирішується тим, що у орбіктроні, який містить у собі коливальний контур у вигляді відкритого резонатора із нерухомим та рухомим дзеркалами, в центральній частині нерухомого дзеркала встановлено дифракційну періодичну структуру у вигляді здвоєної гребінки, робочі поверхні якої паралельні і дзеркально симетричні відносно осі відкритого резонатора, на рухомому дзеркалі із сферичною робочою поверхнею, виконано щілину зв'язку із хвилевідним пристроєм для передавання високочастотної енергії із міждзеркального простору відкритого резонатора у навантаження та механізм перебудови резонансної частоти коливального контуру, електронно-оптичну систему з емітером та колектором електронів, магнітну фокусуючу систему, згідно із винаходом, в центральній частині нерухомого дзеркала виконано прямокутну канавку із осьовою довжиною L , шириною a та глибиною $b+h$, де $a = n\lambda/2, n=3,5,7,\dots,\lambda$ - довжина робочої хвилі у вільному просторі,

$$b = m\lambda_{\text{хв1}}/4, m=1,3,5,\dots, \lambda_{\text{хв1}} = \frac{\lambda}{\sqrt{1-(\lambda/2a)^2}}, h = p\lambda_{\text{хв2}}/2, p=1,2,3,\dots, \lambda_{\text{хв2}} = \frac{\lambda}{\sqrt{1-(\lambda/2c)^2}}, \text{ в якій}$$

встановлено здвоєну гребінку шириною h , довжиною $\frac{2}{3}L$, колектор електронів у вигляді

колектора-рекуператора довжиною $\frac{1}{3}L$, при цьому площа однієї бокової сторони здвоєної гребінки суміщена із площиною дна канавки, а відстань від другої бокової сторони здвоєної гребінки, та від поверхні колектора електронів до робочої поверхні дзеркала становить величину b , емітер електронно-оптичної системи встановлено на кінці здвоєної гребінки, протилежному колекторному кінцю, щілина зв'язку із хвилевідним пристроєм для передавання високочастотної енергії із відкритого резонатора у навантаження виконана у боковій стінці канавки нерухомого дзеркала.

В одному варіанті конструкції орбіктрона рухоме дзеркало ВР виконане із коритоподібною робочою поверхнею, а ПС - здвоєна гребінка виконана регулярною для забезпечення можливості роботи на другій просторовій гармоніці робочого виду коливань електромагнітного поля.

Причинно-наслідковий зв'язок між сукупністю ознак винаходу, що заявляються, та технічним результатом, що досягається, полягає в наступному.

Виконання в центральній частині нерухомого дзеркала резонансної прямокутної канавки із осьюовою довжиною L , шириною a та глибиною $b+h$, в якій встановлено здвоєну гребінку

шириною h , довжиною $\frac{2}{3}L$, колектор електронів у вигляді колектора-рекуператора довжиною

$\frac{1}{3}L$, при цьому площа однієї бокової сторони здвоєної гребінки суміщена із площиною дна

прямокутної канавки, а відстань від другої бокової сторони здвоєної гребінки, та від поверхні колектора електронів до робочої поверхні дзеркала становить величину b , емітер електронно-оптичної системи встановлено на кінці здвоєної гребінки, протилежному колекторному кінцю, щілина зв'язку із хвилевідним пристроєм для передавання високочастотної енергії із відкритого резонатора у навантаження виконана у боковій стінці резонансної прямокутної канавки нерухомого дзеркала, як показали результати холодних вимірювань за допомогою зондів, забезпечує зростання інтенсивності високочастотного електромагнітного поля в каналі між здвоєними гребінками, де рухається стрічковий електронний потік, майже в 4 рази, порівняно із інтенсивністю високочастотного поля у просторі між дзеркалами. Це забезпечує суттєве збільшення ефективності взаємодії електронів і електромагнітних хвиль, та перетворення кінетичної енергії заряджених часток у високочастотну енергію електромагнітного поля.

Встановлення в резонансній прямокутній канавці довжиною L здвоєної гребінки із

довжиною $\frac{2}{3}L$ зменшує втрати накопиченої у відкритому резонаторі високочастотної енергії за рахунок її поглинання електронним потоком, який рухається на значно меншій частині простору взаємодії, на якій інтенсивність електричної складової високочастотного поля спадає. Як показали результати математичного моделювання в орбіктроні - прототипі, у ВР якого на просторі від осі відкритого резонатора до колектора електронів, де інтенсивність електричної складової високочастотного поля спадає від максимальної до мінімальної, має місце спад величини електронного ККД, тобто електронний потік відбирає енергію у високочастотного поля.

Виконання колектора електронів у вигляді однопотенційного, або двопотенційного колектора-рекуператора забезпечує збільшення величини технічного ККД запропонованого орбіктрона.

Виконання на робочій поверхні нерухомого дзеркала в стінці резонансної канавки щілини зв'язку із хвилевідним пристроєм для передавання високочастотної енергії із міждзеркального простору відкритого резонатора у навантаження забезпечує суттєве спрощення експлуатації ГДВ-орбіктрона, як джерела електромагнітного випромінювання в радіоелектронних системах при перебудові частоти вихідного сигналу. При цьому конструкція вузла перебудови резонансної частоти коливального контуру (за рахунок зміни відстані між дзеркалами відкритого резонатора) також суттєво спрощується. Таким чином конструкція запропонованого орбіктрона - генератора дифракційного випромінювання забезпечує відсутність першого суттєвого недоліку, характерного для орбіктрона - прототипу.

Виконання періодичної структури - здвоєної гребінки із збільшеним у 2 рази періодом для роботи на другій просторовій гармоніці забезпечує її технологічну реалізацію та достатню теплостійкість при підвищенні робочої частоти генератора у терагерцовому інтервалі частот.

Виконання рухомого дзеркала ВР із коритоподібною робочою поверхнею забезпечує достатню довжину простору взаємодії та суттєве зменшення дифракційних втрат при підвищенні робочої частоти орбіктрона у терагерцовому інтервалі частот.

Суть винаходу пояснюють кресленнями. На фіг. 1 та фіг. 5 схематично зображено повздовжній переріз орбіктрона - ГДВ, який показує розташування його основних вузлів - електронно-оптичної системи (ЕОС) із емітером електронів та колектором-рекуператором, коливального контура - відкритого резонатора із регулярною ПС - здвоєною гребінкою із каналом для стрічкового потоку - простором взаємодії електронів та електромагнітних хвиль. На фіг. 2, фіг. 6 - переріз по А - А на фіг. 1 та на фіг. 5. На фіг. 3 та на фіг. 7 - переріз по Б - Б на фіг. 1 та на фіг. 5. На фіг. 4 - результати математичного моделювання електронно-хвильової

взаємодії в орбіктроні із регулярною ПС - здвоєною гребінкою, а саме поведінка функцій $Gr(T)$ групування та електронного ККД $\eta_e(T)$ в просторі взаємодії $T=z/L$ запропонованого ГДВ - орбіктрона.

Конструкція орбіктрона (фіг. 1 - фіг. 3, фіг. 5 - фіг. 7) містить ЕОС 1 із термоелектронним емітером 2 електронів, яка формує стрічковий електронний потік 3, коливальний контур - ВР із двома дзеркалами - нерухомим дзеркалом 4, яке має плоску або циліндричну робочу поверхню,

та рухомим дзеркалом 5 із переважно сферичною робочою поверхнею, механізм перебудови частоти 6, резонансну канавку 7 у нерухомому дзеркалі 4 ВР, ПС - здвоєну гребінку 8, колектор-рекуператор 9 електронів, ізолятор 10, вивід 11 для живлення колектора-рекуператора 9, вакуумнощільний корпус 12, хвилевідний вивід 13 високочастотної енергії у навантаження, щілина 14 для зв'язку ВР із навантаженням. У варіанті конструкції орбіктрона (фіг. 5 - фіг. 7) рухоме дзеркало 5 має коритоподібну робочу поверхню.

Запропонований орбіктрон працює у такий спосіб. ЕОС 1 і магнітна фокусуюча система (на фігурах не показана) формує емітований термоелектронним емітером 2 стрічковий електронний потік 3, який рухається в каналі між ідентичними ґратками здвоєної гребінки 8 до колектора-рекуператора 9 і взаємодіє із електричною складовою високочастотного електромагнітного поля, інтенсивність якого зростає від емітерного кінця ПС 8 до осі відкритого резонатора. При цьому електрони стрічкового потоку групуються в згустки. При взаємодії із гальмівною електричною складовою поля електрони згустків віддають електромагнітному полю свою кінетичну енергію. Згустки електронів збуджують дифракційне випромінювання, яке накопичується у порожнині між дзеркалами 4 і 5 відкритого резонатора. Коли частота дифракційного випромінювання збігається із резонансною частотою коливального контуру в ГДВ-орбіктроні встановлюється автоколивальний процес. Енергія високочастотного електромагнітного поля накопичена у порожнині відкритого резонатора між дзеркалами 4 та 5 частково через щілину зв'язку 14 виводиться за допомогою хвилевідного виводу 13 високочастотної енергії у навантаження. Механізм 6 забезпечує можливість перебудови резонансної частоти коливального контуру - відкритого резонатора за рахунок зміни відстані між дзеркалами 4 та 5. Резонансна канавка 7 виконує роль чверть хвильового трансформатора і забезпечує збільшення майже в 4 рази інтенсивності високочастотного поля в каналі здвоєної гребінки 8, де рухаються стрічкові електронні потоки, у порівнянні із інтенсивністю поля на осі ВР у просторі між робочими поверхнями дзеркал 4 та 5. Таке підвищення інтенсивності високочастотного поля в просторі взаємодії електронів та електромагнітних хвиль сприяє суттєвому підвищенню ефективності обміну енергією між зарядженими частками електронного потоку та хвилями електромагнітного поля. Електронні згустки зазнають глибокого гальмування електричною складовою високочастотного електромагнітного поля при наближенні до осі ВР. Поблизу осі ВР інтенсивність електромагнітного поля максимальна (максимум гаусового розподілення). Після осі ВР швидкість електронів зменшується а інтенсивність високочастотного поля спадає і електрони, що відпрацювали, осідають на колекторі 9. При функціонуванні колектора 9 електронів у режимі рекуперації технічний ККД орбіктрона зростає.

Виконання орбіктрона у відповідності до формули винаходу, забезпечує підвищення ефективності електронно-хвильової взаємодії та генерування електромагнітного випромінювання у терагерцовому інтервалі частот 0,1-1,0 ТГц із суттєво підвищеними потужностями вихідного сигналу та електронними ККД, що підтверджується результатами математичного моделювання за допомогою сучасних персональних комп'ютерів (фіг. 4). На фіг. 4 видно, що електронний ККД орбіктрона із регулярними здвоєними гребінками становить більше 30 %, що перевищує більш ніж у два рази електронний ККД ГДВ - орбіктрона - прототипу із регулярними здвоєними гребінками при інших однакових умовах.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Орбіктрон - генератор дифракційного випромінювання, який містить у собі коливальний контур у вигляді відкритого резонатора із нерухомим та рухомим дзеркалами, в центральній частині нерухомого дзеркала встановлено дифракційну періодичну структуру у вигляді здвоєної гребінки, робочі поверхні якої паралельні і дзеркально симетричні відносно осі відкритого резонатора, на рухомому дзеркалі із сферичною робочою поверхнею виконано щілину зв'язку із хвилевідним пристроєм для передавання високочастотної енергії із міждзеркального простору відкритого резонатора у навантаження та механізм перебудови резонансної частоти коливального контуру, електронно-оптичну систему з емітером та колектором електронів, магнітну фокусуючу систему, який **відрізняється** тим, що в центральній частині нерухомого дзеркала виконано резонансну прямокутну канавку із осьовою довжиною L , шириною a та глибиною $b + h$, де $a = n\lambda / 2, n = 3, 5, 7, \dots, \lambda$ - довжина робочої хвилі у вільному просторі,

$$b = m\lambda_{x\beta 1} / 4, m = 1, 3, 5, \dots, \lambda_{x\beta 1} = \frac{\lambda}{\sqrt{1 - (\lambda / 2a)^2}}, h = p\lambda_{x\beta 2} / 2, p = 1, 2, 3, \dots, \lambda_{x\beta 2} = \frac{\lambda}{\sqrt{1 - (\lambda / 2c)^2}}, \text{ в якій}$$

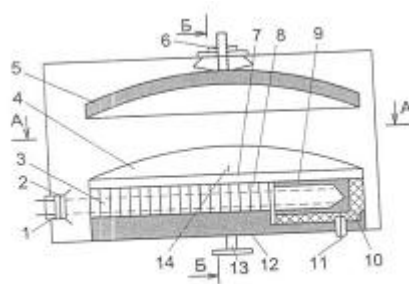
встановлено здвоєну гребінку шириною h , довжиною $\frac{2}{3}L$, колектор електронів у вигляді

колектора-рекуператора довжиною $\frac{1}{3}L$, при цьому площа однієї бокової сторони здвоєної

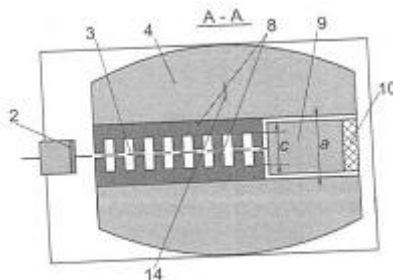
гребінки суміщена із площиною дна канавки, а відстань від другої бокової сторони здвоєної гребінки, та від поверхні колектора електронів до робочої поверхні дзеркала становить величину b , емітер електронно-оптичної системи встановлено на кінці здвоєної гребінки, протилежного колекторному кінцю, щілина зв'язку із хвильвідним пристроєм для передавання височастотної енергії із відкритого резонатора у навантаження виконана у боковій стінці канавки нерухомого дзеркала.

2. Орбітрон за п. 1, який **відрізняється** тим, що періодична структура - здвоєна гребінка - виконана регулярно для роботи на другій просторовій гармоніці.

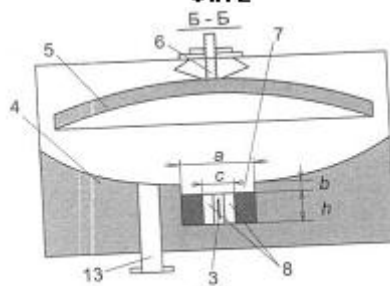
3. Орбітрон за п. 1, який **відрізняється** тим, що робоча поверхня рухомого дзеркала виконана у вигляді внутрішньої поверхні корита.



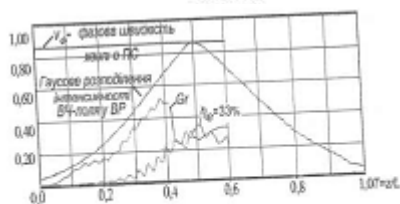
Фіг. 1



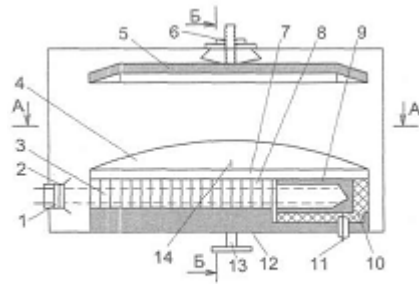
Фіг. 2



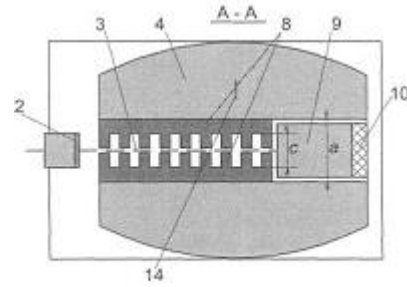
Фіг. 3



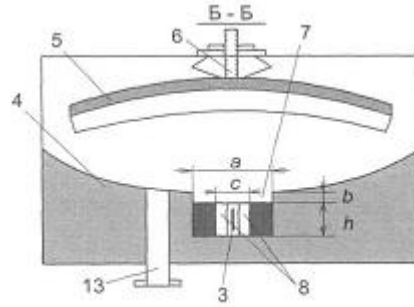
Фіг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7

Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601