



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **107057** (13) **C2**
(51) МПК (2014.01)
H01J 25/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки: а 2013 14370	(72) Винахідник(и): Срьомка Віктор Данилович (UA)
(22) Дата подання заявки: 09.12.2013	(73) Власник(и): Срьомка Віктор Данилович, вул. Маршала Бажанова, 3, кв. 16, м. Харків, 61002 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 10.11.2014	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA а201113228, 25.04.2012 UA 72435 U, 27.08.2012 SU 334605, 10.05.1972 SU 797538, 07.10.1981 US 2003132887 A1, 17.07.2003 US 3340416, 05.09.1967 RU 2274922 C1, 20.04.2006
(41) Публікація відомостей про заяву: 25.04.2014, Бюл.№ 8	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.11.2014, Бюл.№ 21	

(54) ОРБІКТРОН

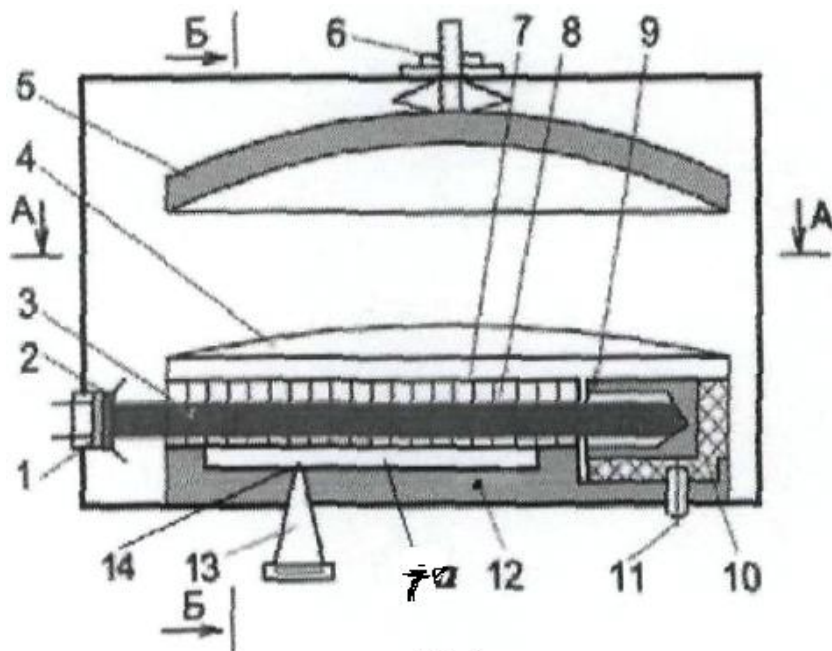
(57) Реферат:

Орбіктрон - генератор електромагнітного дифракційного випромінювання належить до електроніки надвисоких частот та застосовується у вакуумних джерелах електромагнітного випромінювання терагерцового інтервалу частот, в центральній частині нерухомого дзеркала виконано прямокутну резонансну канавку із осьовою довжиною L , шириною $a = n\lambda/2$ (де $n = 3, 5, 7, \dots$, λ - довжина робочої хвилі у вільному просторі) та глибиною $2b + h$, при цьому $b = m\lambda_{\text{хв}1}/4$, $m = 1, 2, \dots$; $\lambda_{\text{хв}1} = \lambda / \sqrt{1 - (\lambda/2a)^2}$; $h = p\lambda_{\text{хв}2}/2$, $p = 3, 4, 5, \dots$; $\lambda_{\text{хв}2} = \lambda / \sqrt{1 - (\lambda/2c)^2}$, в якій $\approx \frac{3}{4}L$, встановлено уповільнювальну періодичну структуру - здвоєну гребінку довжиною $\approx \frac{1}{4}L$,

шириною h , колектор електронів довжиною $\approx \frac{1}{4}L$, при цьому відстань від робочої поверхні нерухомого дзеркала до першої бокової сторони здвоєної гребінки та відстань від другої бокової сторони здвоєної гребінки до днища резонансної канавки 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 в днищі прямокутної резонансної канавки нерухомого дзеркала відкритого резонатора. В одному варіанті конструкції генератора уповільнювальна періодична структура - здвоєна гребінка - виконана регулярно для роботи на першій або другій просторовій гармоніці коливальних електромагнітного поля. В другому варіанті конструкції генератора сповільнювальна періодична структура - здвоєна гребінка - виконана $\approx \frac{1}{4}L$ нерегулярно від осі відкритого резонатора до її колекторного кінця на довжині $\approx \frac{1}{4}L$. За допомогою запропонованого генератора досягається збільшення ефективності перетворення кінетичної енергії електронів стрічкового потоку у високочастотну енергію вихідного сигналу, збільшення потужності вихідного сигналу генератора та ККД при підвищенні його робочої

UA 107057 C2

частоти в терагерцовому інтервалі частот, унеможливлення виникнення процесу конкуренції автоколивальних режимів лампи зворотної хвилі та лампи дифракційного випромінювання.



Фиг. 1

Винахід належить до електроніки надвисоких частот (НВЧ), а саме до електровакуумних приладів з відкритим резонатором орбітронів - генераторів електромагнітного випромінювання терагерцового інтервалу частот, і може знайти широке застосування в радіоелектронних системах як джерело когерентних електромагнітних коливань. Відомий ряд електровакуумних генераторів електромагнітного випромінювання НВЧ із відкритим резонатором таких, наприклад, як оротрон, генератор дифракційного випромінювання (ГДВ), ледатрон, орбітрон.

Відомий генератор електромагнітного випромінювання НВЧ - оротрон, конструкція якого містить у собі електронно-оптичну систему (ЕОС) для формування стрічкового електронного потоку із термоелектронним емітером електронів, коливальний контур - відкритий резонатор (ВР), створений двома дзеркалами - рухомим та нерухомим, 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.]. На рухомому дзеркалі оротрона, як правило, із сферичною робочою поверхнею, 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 всій плоскій робочій поверхні нерухомого дзеркала, уздовж напрямку руху стрічкового електронного потоку, виконано уповільнювальну періодичну структуру (УПС) - відбивальну дифракційну ґратку типу "гребінка", при цьому стрічковий електронний потік рухається на незначній відстані паралельно над робочою поверхнею УПС. 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 УПС типу "гребінка", із високочастотним полем, яке є неоднорідним по інтенсивності як вздовж УПС (косинусоподібне, або Гаусове розподілення), так і по товщині стрічки (при віддаленні від поверхні УПС амплітуда інтенсивності хвилі електромагнітного поля зменшується за експоненціальною залежністю). 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 електромагнітного випромінювання НВЧ, аналогічний оротрону, а саме, ледатрон, конструкція якого у собі містить електронно-оптичну систему (ЕОС) для формування стрічкового електронного потоку із термоелектронним емітером електронів, коливальний контур - ВР Фабрі-Перо, створений двома плоскими дзеркалами - рухомим та нерухомим, колектор електронів та магнітну фокусуючу систему (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]. На робочій поверхні рухомого дзеркала ледатрона 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 всій робочій поверхні нерухомого дзеркала уздовж напрямку руху стрічкового електронного потоку виконано уповільнювальну періодичну структуру - відбивальну дифракційну ґратку типу "гребінка", при цьому стрічковий електронний потік рухається на незначній відстані над робочою поверхнею УПС. Позитивними характеристиками ледатрона є висока стабільність частоти та низький рівень амплітудних та частотних шумів в короткохвильових діапазонах.

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 УПС типу "гребінка", із високочастотним полем, яке є неоднорідним по інтенсивності як вздовж УПС (косинусоподібне, або Гаусове розподілення), так і по товщині стрічки (при віддаленні від поверхні УПС 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 плоскопаралельними дзеркалами дуже нелегко підтримувати точну паралельність між робочими площинами дзеркал в терагерцовому інтервалі частот і запобігати значним дифракційним втратам.

Відомий генератор електромагнітного випромінювання НВЧ, аналогічний оротрону, а саме генератор дифракційного випромінювання (ГДВ), конструкція якого містить електронно-оптичну систему (ЕОС) для формування стрічкового електронного потоку із термоелектронним емітером електронів, коливальний контур - ВР, створений двома дзеркалами - рухомим та нерухомим, колектор електронів та МФС (А.с. СССР №334605, М. кл. Н01J 23/16 Генератор дифракційного излучения / И.М. Балаклицкий, В.Г. Курин, Б.К. Скрынник, О.А.Третьяков, В.П. Шестопалов. 1972 г.). На рухомому дзеркалі ГДВ, як правило, із сферичною робочою поверхнею, виконано щілину зв'язку із хвилевідним пристроєм для передавання електромагнітної високочастотної енергії із міждзеркального об'єму ВР у навантаження та встановлено механізм перестроювання 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 УПС. 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 дифракційної УПС 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 поверхні УПС амплітуда інтенсивності хвилі електромагнітного поля зменшується за експоненціальною залежністю) та ширині стрічки електронного потоку (бокові сторони "гребінки" коротко замкнуті, при цьому амплітуда інтенсивності уповільненої хвилі електромагнітного поля максимальна над віссю УПС 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 генератор електромагнітних коливань терагерцового інтервалу частот - орбіктрон (слово орбіктрон створено шляхом скорочення англійського словосполучення *open resonator* - відкритий резонатор, *binary comb* - здвоєна гребінка, *electron* - електрон), конструкція якого містить у собі електронно-оптичну систему для формування стрічкового електронного потоку, коливальний контур - відкритий резонатор з двома дзеркалами рухомим із робочою поверхнею у вигляді сфери, або внутрішньої поверхні корита, на якому встановлено механізм перебудови резонансної частоти коливального контуру, та нерухомим із робочою поверхнею у вигляді поверхні кругового циліндра або площини, в центральній частині якого виконано прямокутну резонансну канавку із осьовою довжиною L , шириною L (де $n = 3, 5, 7, \dots$, λ - довжина робочої хвилі у вільному просторі) та глибиною $b + h$, при цьому $b = m\lambda_{\text{хв1}}/4$, $m = 1, 3, 5, \dots$; $\lambda_{\text{хв1}} = \lambda / \sqrt{1 - (\lambda/2a)^2}$; $h = p\lambda_{\text{хв2}}/2$, $p = 1, 2, 3, \dots$; $\lambda_{\text{хв2}} = \lambda / \sqrt{1 - (\lambda/2c)^2}$, в якій встановлено дифракційну уповільнювальну періодичну структуру у вигляді двох ґраток типу "гребінка", розташованих дзеркально симетрично відносно осі ВР в паралельних їй площинах (здвоєна гребінка), щілину зв'язку із хвилевідним пристроєм для передавання високочастотної енергії із відкритого резонатора у навантаження, яка виконана у стінці резонансної канавки, паралельній осі відкритого резонатора, колектор електронів, МФС (Патент України на корисну модель №72435, МПК (2012.01) Н 01J 25/00 Орбіктрон - генератор дифракційного випромінювання / В.Д. Єрьомка, В.С. Мірошніченко, М.Ю. Демченко, Бюл. №16, 2012 р.). Конструкція орбіктрона - прототипа забезпечує підвищення ефективності електронно-хвильової взаємодії у ВР та генерування електромагнітних коливань підвищеної потужності із підвищеним ККД у терагерцовому інтервалі частот

Поряд з відзначеними позитивними якостями, технічне рішення орбіктрон - прототип має

суттєві недоліки. Перший суттєвий недолік полягає в тому, що в орбітроні - прототипі електроні в каналі здвоєної гребінки взаємодіють із неоднорідною по ширині стрічкового електронного потоку за інтенсивністю електричного складовою високочастотного поля. Це обумовлено тим, що періодична послідовність щілинних резонаторів однієї бокової сторони здвоєної гребінки відкрита у міждзеркальний об'єм коливального контура - відкритого резонатора, а та ж періодична послідовність щілинних резонаторів другої бокової сторони здвоєної гребінки закорочена металевим дном прямокутної резонансної канавки, при цьому інтенсивність електричної складовою високочастотного поля у напрямку від осі стрічкового потоку до дна резонансної канавки спадає від максимального значення до нуля. У зв'язку із цим значна частина електронів стрічкового потоку, яка суміжна із днищем резонансної канавки не бере участь у ефективному енергообміні із високочастотним електромагнітним полем, не віддає значної частки своєї кінетичної енергії гальмівній складовій електричного високочастотного поля.

Другий суттєвий недолік полягає в тому, що в генераторах із відкритим резонатором і регулярною дифракційною уповільнювальною періодичною структурою - здвоєною гребінкою, аналогічних орбітроні, при певній величині робочої напруги можливе збудження двох конкуруючих режимів генерування електромагнітного випромінювання, а саме, режиму лампи зворотної хвилі, коли у процесі взаємодії електронів із високочастотним електромагнітним полем і в транспортуванні високочастотної енергії у навантаження бере участь сповільнена хвиля його мінус першої просторової гармоніки, та режиму лампи дифракційного випромінювання, коли електромагнітне поле забирає кінетичну енергію у заряджених часток стрічкового електронного потоку за допомогою уповільненої здвоєною гребінкою хвилі просторової гармоніки, а накопичення високочастотної енергії у міждзеркальному об'ємі відкритого резонатора відбувається за допомогою швидкої просторової гармоніки, яка випромінюється у напрямку, перпендикулярному до робочих поверхонь дзеркал відкритого резонатора (Балаклицкий И. М., Курин В. Г., Скрынник Б. К. О работе ГДИ в режиме ЛОВ // Украинский физический журнал, 1970, том 15, №5, -С.717-724). Наслідком конкуренції є зменшення потужності вихідного сигналу генератора в режимі дифракційного випромінювання.

В основу винаходу поставлено задачу - удосконалити орбітрон шляхом збільшення ефективності перетворення кінетичної енергії заряджених часток його стрічкового електронного потоку у високочастотну енергію вихідного сигналу та створення умов, які забезпечують збільшення потужності вихідного сигналу, збільшення ККД при підвищенні робочої частоти у терагерцовому інтервалі частот та унеможливлення конкуренції процесів збудження автоколивань у режимі лампи зворотної хвилі і у режимі лампи дифракційного випромінювання.

Поставлена задача вирішується тим, що в орбітроні, який містить у собі електронно-оптичну систему для формування стрічкового електронного потоку, коливальний контур - відкритий резонатор з двома дзеркалами рухомим із робочою поверхнею у вигляді сфери, або внутрішньої поверхні корита, на якому встановлено механізм перебудови резонансної частоти коливального контуру, та нерухомим із робочою поверхнею у вигляді поверхні кругового циліндра або площини, в центральній частині якого виконано прямокутну резонансну канавку із осью довжиною L , шириною $\alpha = n\lambda/2$ де $n = 3, 5, 7, \dots, \lambda$ - довжина робочої хвилі у вільному

просторі) та глибиною $b+h$, при цьому $b = m\lambda_{x\beta 1}/4$, $m = 1, 3, 5, \dots$, $\lambda_{x\beta 1} = \lambda / \sqrt{1 - (\lambda/2a)^2}$;

$h = p\lambda_{x\beta 2}/2$; $p = 1, 2, 3, \dots$, $\lambda_{x\beta 2} = \lambda / \sqrt{1 - (\lambda/2c)^2}$, в якій встановлено дифракційну уповільнювальну періодичну структуру у вигляді двох ґраток типу "гребінка", розташованих дзеркально симетрично відносно осі ВР в паралельних їй площинах (здвоєна гребінка), щілину зв'язку із хвилевідним пристроєм для передавання високочастотної енергії із відкритого резонатора у навантаження, яка виконана у паралельній осі відкритого резонатора стінці резонансної канавки, колектор електронів, МФС, згідно із винаходом, прямокутна резонансна канавка в центральній частині нерухомого дзеркала виконана глибиною $2b+h$, в ній

встановлено здвоєну гребінку довжиною $\approx \frac{3}{4}L$, шириною $h = p\lambda_{x\beta 2}/2$, де $p = 3, 4, 5, \dots$; колектор електронів довжиною $\approx \frac{1}{4}L$,

при цьому відстань від робочої поверхні нерухомого дзеркала до першої бокової сторони дифракційної уповільнювальної періодичної структури - здвоєної гребінки, та відстань від другої бокової сторони здвоєної гребінки до днища резонансної канавки 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 в днищі прямокутної резонансної канавки.

В одному варіанті конструкції орбіктрона УПС - здвоєна гребінка виконана регулярною для забезпечення можливості роботи на другій просторовій гармоніці робочого виду електромагнітних коливань.

В другому варіанті конструкції орбіктрона УПС - здвоєна гребінка виконана нерегулярною від осі відкритого резонатора до її колекторного кінця.

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

Виконання в центральній частині другого дзеркала прямокутної резонансної канавки довжиною L , шириною a та глибиною $2b+h$, в якому встановлено здвоєну гребінку довжиною $\approx \frac{3}{4}L$, шириною $h = p\lambda_{\text{вз}}/2$, де $p=3,4,5\dots$, колектор електронів довжиною $\approx \frac{1}{4}L$, при цьому відстань від робочої поверхні нерухомого дзеркала до першої бокової сторони здвоєної гребінки, та відстань від другої бокової сторони здвоєної гребінки до днища прямокутної резонансної канавки становить величину b , забезпечує, як показали результати експериментальних досліджень за допомогою зондів, зростання майже в 4-6 разів інтенсивності рівномірного високочастотного електромагнітного поля стрічкового електронного потоку, у порівнянні із інтенсивністю високочастотного поля у просторі між дзеркалами. Це забезпечує суттєве збільшення ефективності взаємодії електромагнітних хвиль і усіх заряджених часток та перетворення їх кінетичної енергії у високочастотну енергію електромагнітного поля рівномірно по ширині стрічки електронного потоку на усіх траєкторіях їх руху.

Виконання уповільнювальної періодичної структури - здвоєної гребінки орбіктрона довжиною $\approx \frac{3}{4}L$ нерегулярною від осі відкритого резонатора до її колекторного кінця на довжині $\approx \frac{1}{4}L$ забезпечує унеможливлення процесу збудження генерації в режимі лампи 4 зворотної хвилі, тобто унеможливорює існування конкуренції збудження автоколивань у режимі лампи зворотної хвилі та режимі лампи дифракційного випромінювання. Важливим також є ефект збільшення майже в два рази ККД орбіктрона із нерегулярною УПС - здвоєною гребінкою, виконаною у відповідності із п.3 формули винаходу у порівнянні із ККД орбіктрона, в якому встановлена регулярна УПС, при рівних інших умовах.

Виконання щілини зв'язку із хвилевідним пристроєм для передавання високочастотної енергії із коливального контуру у навантаження в днищі прямокутної резонансної порожнини у тілі нерухомого дзеркала відкритого резонатора під здвоєною гребінкою забезпечує відсутність впливу реактивності навантаження на процеси енергообміну електромагнітного поля та стрічкового електронного потоку у просторі взаємодії коливального контуру.

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

Суть винаходу пояснюють креслення. На фіг. 1 схематично представлено повздовжній переріз орбіктрона, рухоме дзеркало якого має сферичну робочу поверхню, а нерухоме - циліндричну робочу поверхню. На фіг. 2 представлено переріз по А-А на фіг. 1. На фіг. 3 представлено переріз по Б-Б на фіг. 1. На фіг. 4 показано переріз по Б-Б орбіктрона із плоским нерухомим дзеркалом ВР. На фіг. 5 схематично представлено повздовжній переріз орбіктрона, рухоме дзеркало якого має коритоподібну робочу поверхню, а нерухоме - плоску робочу поверхню. На фіг. 6 представлено переріз по Б-Б на фіг. 5. На фіг. 7 показано переріз по Б-Б орбіктрона із циліндричною робочою поверхнею нерухомого дзеркала та коритоподібною робочою поверхнею рухомого дзеркала ВР. На фіг. 8 - результати математичного моделювання електронно-хвильової взаємодії в орбікtronі із нерегулярною УПС - здвоєною гребінкою, а саме, поведінка функції групування $Gr(T)$ електронів у згустки та електронного ККД $\eta_b(T)$ в просторі взаємодії $T = z/L$ запропонованого орбіктрона.

Конструкція орбіктрона (фіг. 1 - фіг. 7) містить у собі ЕОС 1 із термоелектронним емітером 2 електронів для формування стрічкового електронного потоку 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 або коритоподібною робочою поверхнею, механізм 6 перебудови резонансної частоти ВР, прямокутну резонансну канавку 7 у нерухомому дзеркалі 4 ВР, регулярну або нерегулярну УПС - здвоєну гребінку 8, колектор - рекуператор 9 електронів, ізолятор 10, ізольований ввід 11 для живлення колектора-

рекуператора 9, вакуумнощільний корпус 12, прямокутну резонансну порожнину 7а складову частину резонансної канавки 7 між її днищем та боковою стороною здвоєної гребінки 8, 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 УПС 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 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. Прямокутна канавка 7 із резонансними порожнинами над здвоєною гребінкою і під нею виконує роль трансформатора і забезпечує збільшення в декілька разів рівномірної інтенсивності високочастотного поля по ширині стрічки електронного потоку 3 в каналі 8 здвоєної гребінки, де він рухається, у порівнянні із інтенсивністю поля на осі ВР між дзеркалами 4 та 5. Таке рівномірне підвищення інтенсивності високочастотного поля в просторі взаємодії електронів та електромагнітних хвиль сприяє суттєвому підвищенню ефективності електронно-хвильової взаємодії. Електронні згустки зазнають глибокого гальмування електричною складовою високочастотного електромагнітного поля при наближенні каналу до осі ВР. Поблизу осі ВР інтенсивність електромагнітного поля в каналі де рухається стрічковий електронний потік, досягає максимальної величини (максимум гаусового розподілення). Після осі ВР швидкість електронів зменшується, спадає також інтенсивність високочастотного поля. При виконанні УПС - здвоєної гребінки - нерегулярною (Фіг.2) із зміною її періоду у проміжку між віссю ВР та її колекторним кінцем по закону, при якому залишаються справедливими умови гальмування електронів у режимі приблизного синхронізму, забезпечується збільшення електронного ККД (Фіг.8). Нерегулярна гребінка створює умови для неможливості збудження генератора в режимі лампи зворотної хвилі. Електрони, що відпрацювали, осідають на колекторі-рекуператорі 9. При функціонуванні колектора 9 електронів у режимі рекуперації технічний ККД орбіктрона зростає.

Виконання конструкції 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.8). На фіг.8 видно, що електронний ККД орбіктрона із нерегулярною здвоєною гребінкою становить біля 70 %, що перевищує більш ніж у два рази електронний ККД орбіктрона - прототипу із регулярними здвоєними гребінками при інших однакових умовах.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

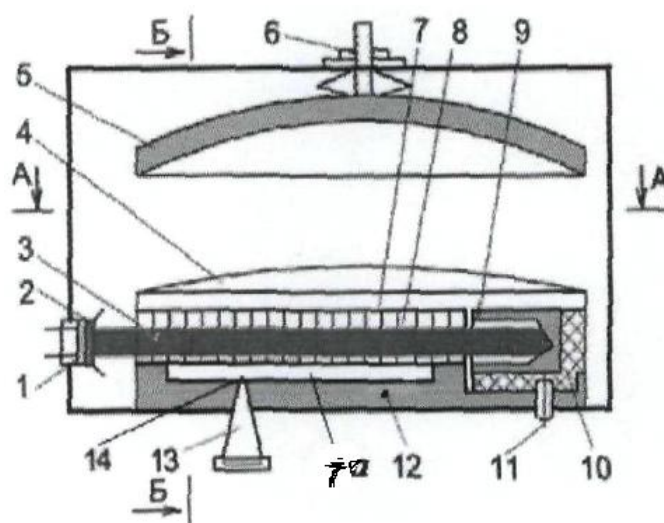
1. Орбіктрон, який містить електронно-оптичну систему для формування стрічкового електронного потоку, коливальний контур, що виконаний у вигляді відкритого резонатора (ВР) з двома дзеркалами, одно з яких рухоме із робочою поверхнею у вигляді сфери або внутрішньої поверхні корита, на якому встановлено механізм перебудови резонансної частоти коливального контуру, а інше нерухоме із робочою поверхнею у вигляді поверхні кругового циліндра або площини, в центральній частині якого виконано прямокутну резонансну канавку із осьовою довжиною L , шириною $a = n\lambda/2$, де $n=3,5,7,\dots$, λ - довжина робочої хвилі у вільному просторі, в якій встановлено дифракційну уповільнювальну періодичну структуру у вигляді двох ґраток типу "здвоєної гребінки", розташованих дзеркально симетрично відносно осі ВР в паралельних їй площинах, щілину зв'язку із хвилевідним пристроєм для передавання високочастотної енергії із відкритого резонатора у навантаження, яка виконана у паралельній осі ВР, колектор електронів,

магнітну фокусуючу систему, який **відрізняється** тим, що прямокутна резонансна канавка в центральній частині нерухомого дзеркала виконана глибиною $2b+h$, де $b=m\lambda_{\text{XB1}}/4$, $m=1,2,\dots$;

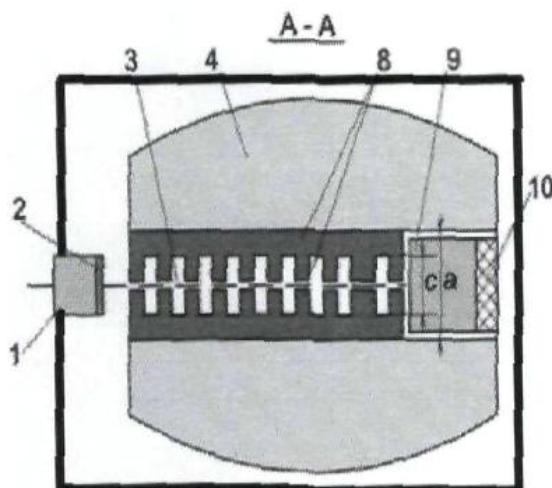
$\lambda_{\text{XB1}}=\lambda/\sqrt{1-(\lambda/2a)^2}$, $h=p\lambda_{\text{XB2}}/2$, $p=1,2,3,\dots$; $\lambda_{\text{XB2}}=\lambda/\sqrt{1-(\lambda/2c)^2}$, в ній встановлено здвоєну гребінку довжиною, яка приблизно дорівнює $3/4L$, шириною $h=p\lambda_{\text{XB2}}/2$, де $p=3,4,5,\dots$, колектор електронів довжиною, яка приблизно дорівнює $1/4L$, при цьому відстань від робочої поверхні нерухомого дзеркала до першої бокової сторони дифракційної уповільнювальної періодичної структури - здвоєної гребінки, та відстань від другої бокової сторони здвоєної гребінки до днища резонансної канавки становить величину b , емітер електронно-оптичної системи встановлений на кінці здвоєної гребінки, протилежному колекторному кінцю, щілина зв'язку із хвилевідним пристроєм для передавання високочастотної енергії із ВР у навантаження виконана в днищі прямокутної резонансної канавки.

2. Обіктрон за п. 1, який **відрізняється** тим, що дифракційна уповільнювальна періодична структура - здвоєна гребінка - виконана регулярною для роботи на просторових гармоніках коливань електромагнітного поля.

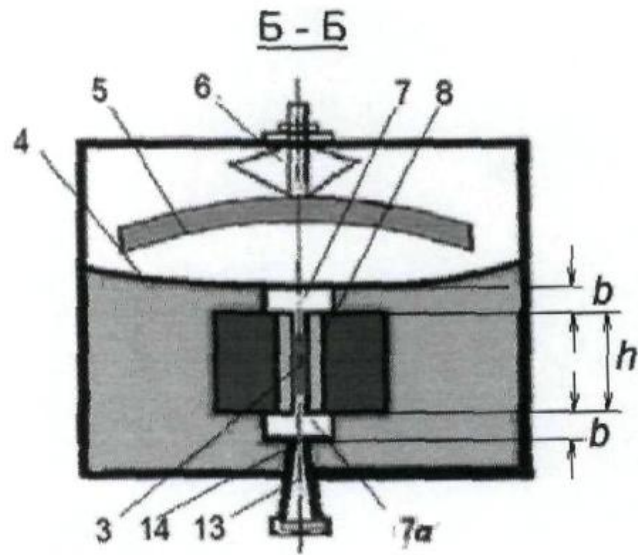
3. Обіктрон за п. 1, який **відрізняється** тим, що дифракційна уповільнювальна періодична структура - здвоєна гребінка - виконана нерегулярною від осі ВР до її колекторного кінця.



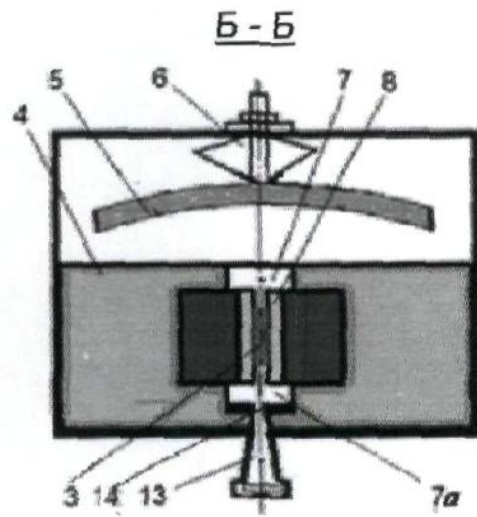
Фіг. 1



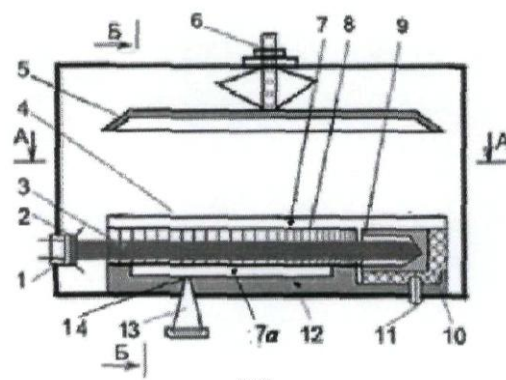
Фіг. 2



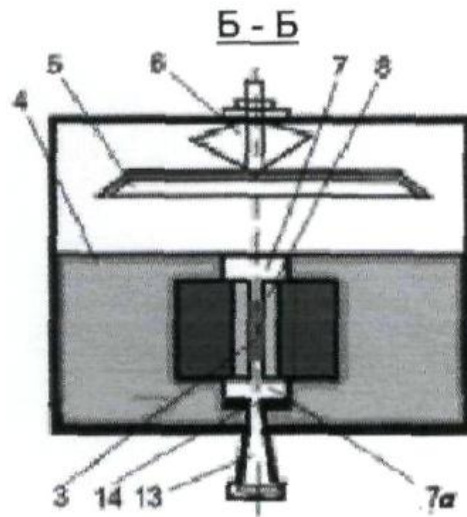
Фиг. 3



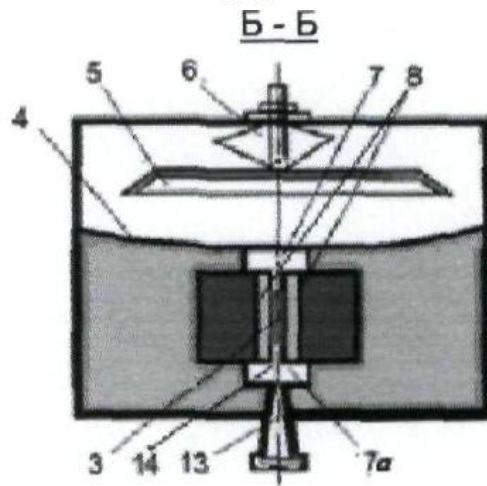
Фиг. 4



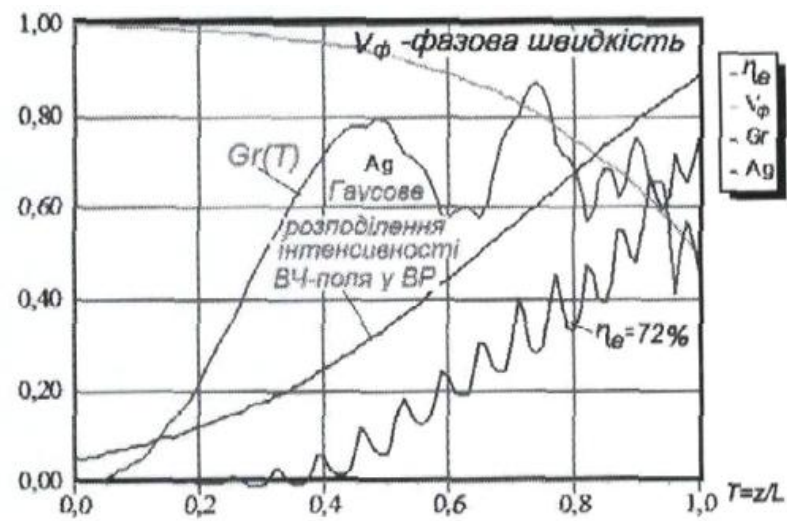
Фиг. 5



Фіг. 6



Фіг. 7



Фіг. 8

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