



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2009142283/07**, **18.11.2009**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
18.11.2009

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **18.11.2009**(43) Дата публикации заявки: **27.05.2011** Бюл. № 15(45) Опубликовано: **10.09.2011** Бюл. № 25(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: **UA 78870 C2**, **24.04.2004**. **SU 293502 A1**,
01.01.1971. **RU 2153781 C1**, **27.07.2000**. **US**
2007126535 A1, **07.06.2007**. **JP 5341027 A**,
24.12.1993. **JP 8313456 A**, **29.11.1996**. **US**
5594351 A, **14.01.1997**.

Адрес для переписки:

Документ находится в Патентном отделе

ОКБ АСТРОН140081, Московская область, г.Лыткарино,
ул.Парковая, д.1**(54) ОТКРЫТЫЙ РЕЗОНАТОР**

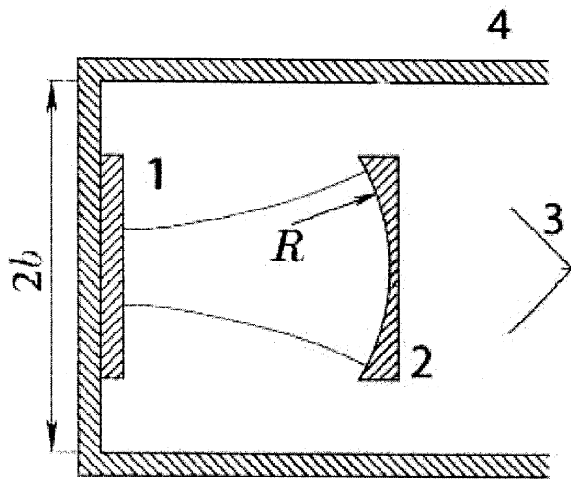
(57) Реферат:

Изобретение относится к области микроволновой оптики, в частности к квазиоптическим устройствам, волноводам, резонаторам и линиям миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов, а также антеннам и радиаторам для возбуждения объемных резонаторов. Техническим результатом является повышение добротности открытого резонатора до 1 млн и выше, обеспечение возможности настройки добротности, увеличение рабочей частоты резонатора до частот порядка 10 ТГц. Технический результат достигается за счет того, что элемент возбуждения резонатора, состоящего из двух металлических зеркал, из

которых хотя бы одно является вогнутым, и согласующих элементов возбуждения и вывода энергии, выполнен в виде рупора, расположенного с внешней стороны одного из зеркал с возможностью изменения расстояния до этого зеркала. Возбуждающий элемент может быть также выполнен в виде линзового облучателя с возможностью изменения расстояния между линзой и облучаемым зеркалом. Резонатор и возбуждающий элемент могут быть размещены в дополнительном волноводе с зазором не менее длины волны между внутренними стенками этого волновода и облучаемым зеркалом резонатора. 2 н. и 4 з.п. ф-лы, 3 ил.

RU 2 4 2 8 7 7 5 C 2

RU 2 4 2 8 7 7 5 C 2



Фиг. 2

RU 2 4 2 8 7 5 C 2

RU 2 4 2 8 7 5 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2009142283/07, 18.11.2009**

(24) Effective date for property rights:
18.11.2009

Priority:

(22) Date of filing: **18.11.2009**

(43) Application published: **27.05.2011 Bull. 15**

(45) Date of publication: **10.09.2011 Bull. 25**

Mail address:

Документ находится в Патентном отделе
ОКБ АСТРОН
140081, Московская область, г.Лыткарино,
ул.Парковая, д.1

(54) **OPEN RESONATOR**

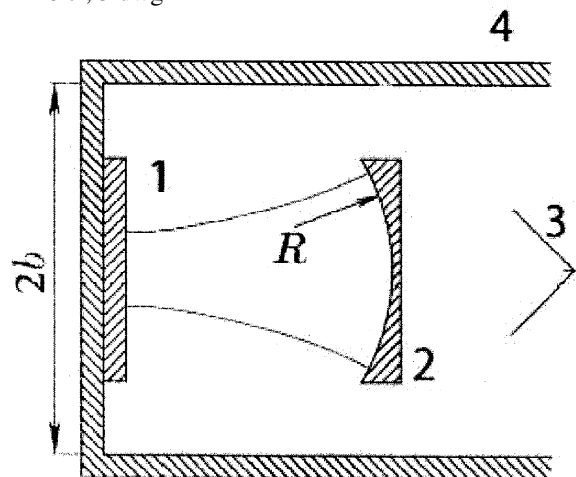
(57) Abstract:

FIELD: radio engineering.

SUBSTANCE: excitation element of resonator consisting of two metal mirrors from which at least one is concave and matching excitation elements and energy output elements is made in the form of horn located on outer side of one of the mirrors with possibility of changing the distance to that mirror. Excitation element can be also made in the form of lens feed element with possibility of changing the distance between lens and irradiated mirror. Resonator and excitation element can be arranged in additional waveguide with a gap which is not less than length of wave between internal walls of that waveguide and irradiated mirror of resonator.

EFFECT: increasing Q-factor of open resonator, providing possible adjustment of Q-factor, increasing operating frequency of resonator to frequencies of

about 10 THz.
6 cl, 3 dwg



Фиг. 2

RU 2 4 2 8 7 7 5 C 2

RU 2 4 2 8 7 7 5 C 2

Изобретение относится к области микроволновой оптики, в частности к квазиоптическим устройствам, волноводам, резонаторам и линиям миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов, а также антеннам и радиаторам для возбуждения объемных резонаторов.

Известны устройства-аналоги: объемные резонаторы, состоящие из двух металлических зеркал [1, 2, 3], в которых возбуждающее излучение поступает через волновод и отверстие связи в первом металлическом зеркале, а вывод мощности из резонатора осуществляется из отверстия связи во втором зеркале и поступает в выходной волновод. Недостатками аналогов являются высокий уровень вносимых потерь, который ограничивает максимальную добротность и частоту, и невозможность настройки коэффициента связи.

Известны также устройства-аналоги: объемные резонаторы, состоящие из двух металлических зеркал, в которых возбуждающее излучение подается и снимается с помощью шлейфовой антенны либо через полупрозрачную диэлектрическую пленку [4, 5]. Недостатками аналогов являются высокие потери на частотах выше 100 ГГц, высокие вносимые потери и невозможность настройки коэффициента связи.

Известно устройство-прототип: объемный резонатор, состоящий из двух металлических зеркал, из которых хотя бы одно зеркало вогнутое, в котором возбуждение и вывод энергии производится через отверстия связи, которые могут быть выполнены в виде слабопрозрачной сетки либо пленки [6]. Хотя бы одно из зеркал резонатора целиком или частично выполнено из тонкой сетки либо тонкой слабо пропускающей металлической пленки. Недостатками прототипа являются высокий уровень вносимых потерь, невозможность настройки коэффициента связи, ограничение по максимальной частоте возбуждения, определяемой размером отверстий связи.

Целью предлагаемого изобретения является уменьшение потерь, вносимых устройством согласования, повышение рабочей частоты устройства согласования вплоть до нескольких терагерц, обеспечение возможности изменения коэффициента связи и вносимых потерь в процессе настройки резонатора.

Поставленные цели достигаются тем, что:

- в известном открытом квазиоптическом резонаторе, состоящем из двух металлических зеркал, из которых хотя бы одно является вогнутым, и согласующего элемента возбуждения и вывода энергии, в котором согласно изобретению согласующий элемент возбуждения и вывода энергии выполнен в виде волноводного рупорного облучателя, расположенного с внешней стороны одного из зеркал, расстояние от облучателя до зеркала может изменяться в процессе измерений, что обеспечивает возможность настройки оптимального коэффициента связи, вносимых потерь и достижимой добротности,
- согласующий элемент возбуждения и вывода выполнен в виде линзового облучателя с настройкой положения линзы для изменения коэффициента связи,
- согласующий элемент расположен с внешней стороны одного из зеркал вдоль оптической оси резонатора либо со сдвигом от оптической оси резонатора,
- согласующий элемент возбуждения и элемент вывода выполнены раздельно в виде двух рупоров либо двух линзовых облучателей,
- возбуждающий элемент расположен с обратной стороны диска под прямым либо иным углом по отношению к оптической оси,
- резонатор и возбуждающий элемент расположены в волноводе большого размера с зазором между внутренней стенкой этого волновода и краем зеркала не менее длины

волны возбуждения.

Перечень чертежей

Фигура 1. Схематическое изображение предлагаемого квазиоптического объемного резонатора с зеркалами (1) и (2), где l - длина резонатора, $2a$ - диаметр вогнутого зеркала, Θ_n - угол облучения излучателем (3).

Фигура 2. Квазиоптический объемный резонатор с возбуждением плоской волной с плоским зеркалом (1), вогнутым зеркалом (2), излучателем (3), размещенным внутри дополнительного сверхразмерного волновода (4) с зазором между внутренней стенкой дополнительного волновода и краем зеркала не менее длины волны, где R - радиус кривизны зеркала, $2b$ - диаметр сверхразмерного волновода (опорной трубы).

Фигура 3. Расчетная зависимость амплитуды магнитного поля в центре плоского зеркала от угла падения плоской волны для квазиоптического (сплошная) и волноводного (пунктир) способов возбуждения.

Схематическое изображение первого варианта конструкции предлагаемого устройства открытого резонатора приведено на Фиг.1. Резонатор представляет собой два металлических зеркала (1) и (2), из которых хотя бы одно является вогнутым. Согласующий элемент возбуждения и вывода энергии выполнен в виде волноводного рупорного облучателя (3), расположенного с внешней стороны одного из зеркал. Связь осуществляется за счет дифракции на диске зеркала. Расстояние от облучателя до зеркала может изменяться в процессе измерений, что обеспечивает возможность настройки оптимального коэффициента связи, вносимых потерь и достижимой добротности. Обычно излучатель элемента возбуждения и вывода энергии располагают вдоль оптической оси резонатора, однако возможно располагать облучатель также со сдвигом от оптической оси и под углом к ней. Возбуждение и вывод энергии могут также осуществляться через два отдельных рупора, подсоединенных к разным волноводам. Предлагаемое устройство функционирует следующим образом. Плоская электромагнитная волна распространяется снаружи вдоль оси резонатора и дифрагирует на вогнутом либо плоском зеркале резонатора, за счет чего происходит попадание энергии возбуждения в резонатор. Резонатор также может быть помещен в волновод большего диаметра. Амплитуда поля, возбуждаемого в открытом резонаторе, сильно зависит от угла падения плоской волны. На Фиг.3 приведен пример такой зависимости. Видно, что, измеряя в малых пределах угол возбуждения, можно получить различные значения коэффициента связи резонатора с возбуждающей волной. На этом принципе построен способ регулировки коэффициента связи.

Согласно изобретению:

- Мощность микроволнового сигнала возбуждения подается на резонатор через волновод, размещенный вдоль оптической оси резонатора.
- Облучение производится с помощью рупора, расположенного с внешней стороны одного из зеркал.
- Коэффициент связи может варьироваться посредством изменения расстояния между рупором и зеркалом.
- Мощность возбуждения попадает в резонатор за счет дифракции плоской волны на диске резонатора и попадания дифрагированной волны через промежуток между диском зеркала и внешними конструктивными элементами резонатора.
- С другой стороны резонатора может быть размещен второй рупор для измерения пропускания такой резонансной системы, либо второй рупор располагается с той же стороны со сдвигом относительно первого.

- Резонатор и облучатель, оба, расположены в волноводе большого диаметра с зазором не менее длины волны между внутренними стенками этого волновода и зеркалами резонатора.

В предлагаемой конструкции резонатора коэффициент связи можно сделать сколь угодно малым и изменять его значение посредством изменения угла облучения или расстояния от облучателя до обратной стороны одного из зеркал.

Амплитуда поля, возбуждаемого в открытом резонаторе, сильно зависит от угла падения плоской волны. На Фиг.3 приведен пример такой зависимости. На чертеже представлены результаты расчета для двух систем: открытого резонатора и экранированного волноводного резонатора. В последнем случае можно также ввести дискретный угол падения плоской волны. Этот угол принимает дискретные значения и определяется индексом моды. Степень дискретности определяется размером волновода и длиной волны.

Вблизи резонанса эффективность возбуждения определяется диаграммой излучения поля собственного колебания. Поэтому для практических нужд удобно использовать именно свойства собственных колебаний, в частности угловую зависимость поля излучения собственного колебания в дальней зоне (т.н. диаграмму направленности излучения). Диаграмма направленности определена стандартным образом из асимптотики поля в дальней зоне:

$$E_x \sim \sqrt{\frac{2}{i\pi k r}} \exp(i k r) F(\varphi) \quad (1)$$

Где E - амплитуда электрического поля, k - волновое число, r - радиус и φ - угол в полярных координатах.

При увеличении поперечного размера волновода диаграммы направленности волноводного и открытого резонаторов будут становиться все более похожими друг на друга. Для очень больших волноводов они уже практически не отличаются.

Примеры реализации

Схемы двух вариантов реализации представлены на Фиг.1 и Фиг.2.

На Фиг.1 облучение резонатора производится с обратной стороны одного из зеркал волноводным облучателем (рупором) либо линзой. Излучатель может быть расположен как соосно с резонатором, так и со сдвигом относительно оптической оси, а также под углом по отношению к оптической оси.

На Фиг.2 резонатор и облучатель, оба, расположены в сверхразмерном волноводе (опорной трубе) с зазором не меньше длины волны между внутренней стенкой этого сверхразмерного волновода и краями облучаемого зеркала.

Излучатель в обоих случаях может быть реализован в виде волноводного рупора либо квазиоптической линзы, которые эквивалентны с точки зрения электродинамики.

Таким образом, технический результат предлагаемого устройства заключается в повышении добротности открытого резонатора до 1 млн и выше, обеспечении возможности настройки добротности, увеличении рабочей частоты резонатора до частот порядка 10 ТГц.

Литература

1. С.Р.Hearn. Apparatus for use in determining surface conductivity at microwave frequencies. Patent US5594351 (A) from 1997.01.14.

2. К. Kimura, Н. Shimazutsu. Microwave resonator for high temperature. Patent JP8313456 (A) from 1996.11.29.

3. А. Nakanishi, А. Furuse, К. Nakagawa, М. Tokida, А. Nukanobu. Cavity resonator for an electron spin resonance device. Patent JP5341027 (A) from 1993.12.24.

ПАТЕНТНЫЙ ОТДЕЛ
ОКБ АСТРОН
WWW.ASTROHN.RU

4. R.R.Kornovski, R.Richter. Radio frequency cavity resonator with heat transport apparatus. Patent CN101069321 (A) from 2007.11.07.

5. С.И.Грицинин, И.А.Косый, Н.И.Малых, М.А.Мисакян, М.И.Тактакишвили. Микроволновый плазматрон. Патент RU 2153781 C1 от 2000.07.27.

6. Ю.Е.Каменев, А.А.Филимонова. Выводное зеркало лазерного резонатора. Патент Украины UA 78870 C2 от 25.04.2007.

Формула изобретения

1. Открытый резонатор, состоящий из двух металлических зеркал, из которых хотя бы одно является вогнутым и согласующих элементов возбуждения и вывода энергии, отличающийся тем, что элемент возбуждения выполнен в виде рупора, расположенного с внешней стороны одного из зеркал с возможностью изменения расстояния до этого зеркала.

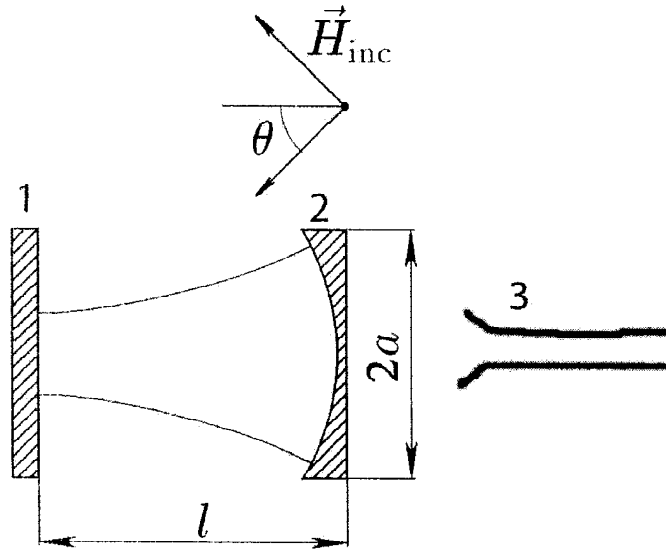
2. Открытый резонатор по п.1, отличающийся тем, что возбуждающий элемент выполнен отдельно от элемента вывода энергии в виде дополнительного второго рупора.

3. Открытый резонатор по п.1, отличающийся тем, что резонатор и возбуждающий элемент размещены в дополнительном волноводе с зазором не менее длины волны между внутренними стенками этого волновода и облучаемым зеркалом резонатора.

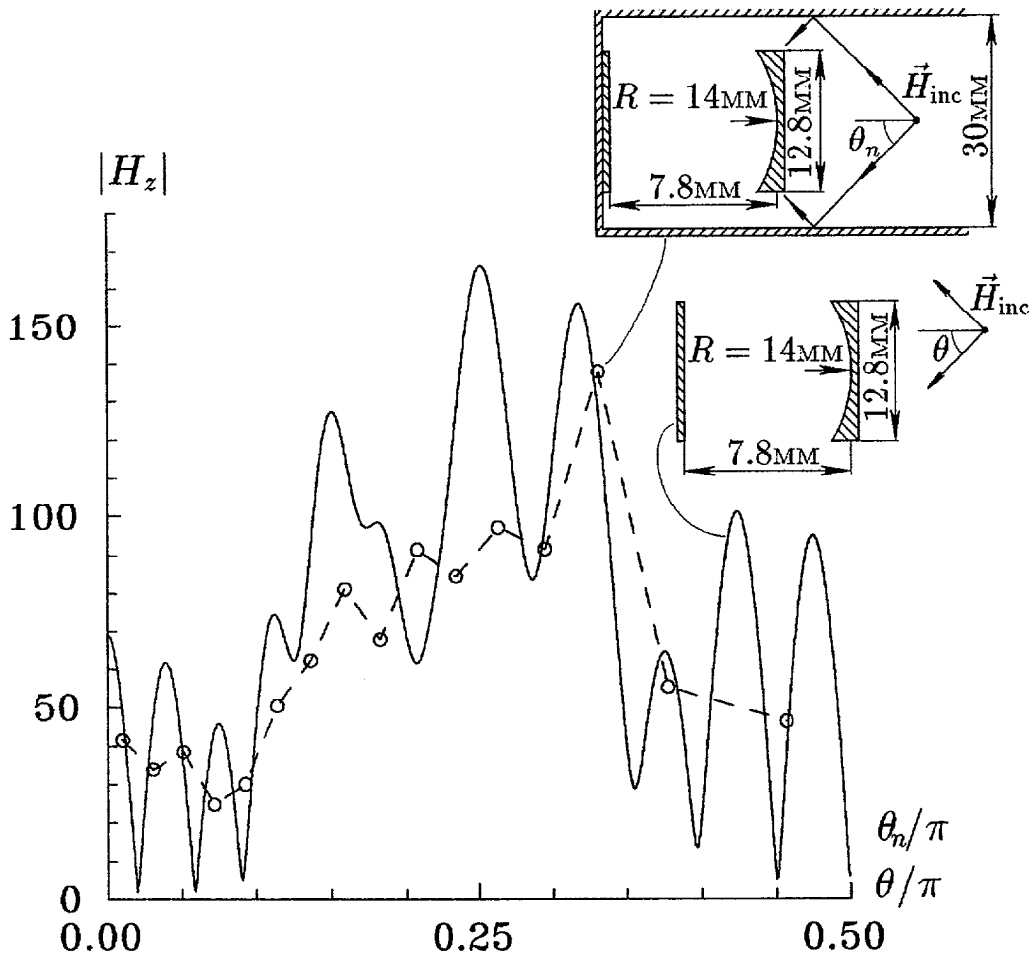
4. Открытый резонатор, состоящий из двух металлических зеркал, из которых хотя бы одно является вогнутым, и согласующих элементов возбуждения и вывода энергии, отличающийся тем, что возбуждающий элемент выполнен в виде линзового облучателя с возможностью изменения расстояния между линзой облучаемым зеркалом.

5. Открытый резонатор по п.4, отличающийся тем, что возбуждающий элемент выполнен отдельно от элемента вывода энергии в виде дополнительного второго линзового облучателя.

6. Открытый резонатор по п.4, отличающийся тем, что резонатор и возбуждающий элемент размещены в дополнительном волноводе с зазором не менее длины волны между внутренними стенками этого волновода и облучаемым зеркалом резонатора.



Фиг. 1



Фиг. 3