



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2015116051/28, 27.04.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
27.04.2015

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 27.04.2015

(45) Опубликовано: 27.07.2016 Бюл. № 21

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2264009 C1, 10.11.2005. RU 140816 U1, 20.05.2014. RU 15150 U1, 20.09.2000. RU 2205479 C1, 27.05.2003. US 4912477 A1, 27.03.1990..

Адрес для переписки:

344038, г. Ростов-на-Дону, ул. Нансена, 130,
ФГУП "РНИИРС"

(72) Автор(ы):

**Задорожный Владимир Владимирович (RU),
Карабутов Сергей Игоревич (RU),
Ларин Александр Юрьевич (RU),
Омельчук Иван Степанович (RU),
Трекин Алексей Сергеевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

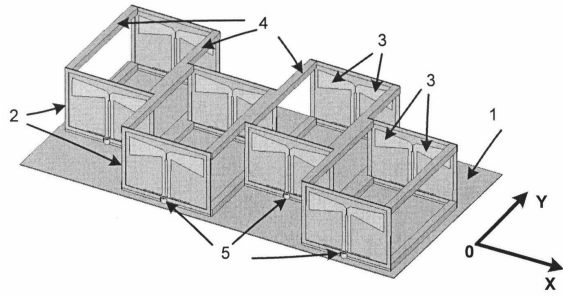
**Федеральное государственное унитарное
предприятие "Ростовский-на-Дону научно-
исследовательский институт радиосвязи"
(ФГУП "РНИИРС") (RU)**

(54) СПОСОБ ПОСТРОЕНИЯ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области радиотехники и может быть использовано в приеме-передающих АФАР. Техническим результатом предлагаемого изобретения является снижение массы и увеличение вибропрочности антенной решетки. Сущность: в способе устанавливают диэлектрические подложки прямоугольной формы, каждая из которых содержит один печатный вибратор, эквидистантно в узлах треугольной сетки таким образом, чтобы плоскости диэлектрических подложек были расположены параллельно друг другу и перпендикулярно проводящему экрану, плечи печатных вибраторов были расположены параллельно проводящему экрану на высоте, меньшей или равной $\lambda/4$, где λ - средняя длина волны рабочего диапазона длин волн антенной решетки. Устанавливают расстояние d_y между соседними диэлектрическими подложками по оси Y из условия обеспечения требуемого сектора сканирования в плоскости Y, а расстояние d_x между центрами печатных вибраторов по оси X

- из условия обеспечения требуемого сектора сканирования в плоскости X. Соединяют диэлектрические подложки между собой по оси Y с помощью диэлектрических профилей, в которые вкручивают диэлектрические винты через отверстия, выполненные в верхних и нижних углах каждой диэлектрической подложки, при этом диэлектрические профили, расположенные на торцах антенной решетки, имеют квадратное сечение, а диэлектрические профили, соединяющие внутренние края диэлектрических подложек, имеют уступы, к которым края диэлектрических подложек подсоединяют с помощью диэлектрических винтов. Прикрепляют диэлектрические профили, соединенные с нижними краями диэлектрических подложек, к проводящему экрану с помощью винтов или клея. Запитывают каждый печатный вибратор с помощью полосковой линии, подключение которой к внешнему фидеру осуществляют с помощью врубного разъема, расположенного у основания диэлектрической подложки. 1 ил.



R U 2 5 9 2 7 2 1 C 1

R U 2 5 9 2 7 2 1 C 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2015116051/28, 27.04.2015
 (24) Effective date for property rights:
27.04.2015
 Priority:
 (22) Date of filing: 27.04.2015
 (45) Date of publication: 27.07.2016 Bull. № 21
 Mail address:
 344038, g. Rostov-na-Donu, ul. Nansena, 130, FGUP
 "RNIIRS"

(72) Inventor(s):
**Zadorozhnyj Vladimir Vladimirovich (RU),
 Karabutov Sergej Igorevich (RU),
 Larin Aleksandr YUrevich (RU),
 Omelchuk Ivan Stepanovich (RU),
 Trekin Aleksej Sergeevich (RU)**
 (73) Proprietor(s):
**Federalnoe gosudarstvennoe unitarnoe
 predpriyatie "Rostovskij-na-Donu nauchno-
 issledovatel'skij institut radiosvyazi" (FGUP
 "RNIIRS") (RU)**

(54) **METHOD OF CONSTRUCTING ANTENNA ARRAY**

(57) Abstract:

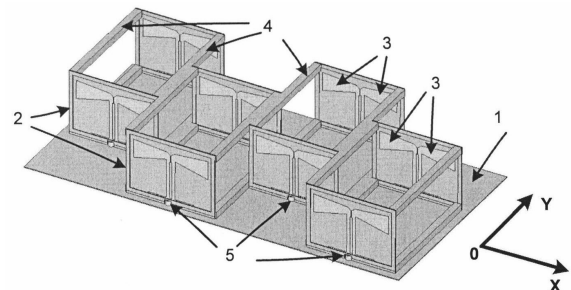
FIELD: radio engineering and communications.

SUBSTANCE: invention can be used in transmit-receive active phased array antennas. Essence of the invention consists in the following: rectangular insulating substrates, each including one printed dipole are installed equidistantly in units of triangular mesh so that planes of insulating substrates are parallel to each other and perpendicular to a conducting screen, arms of printed dipoles are parallel to a conducting screen at the height less or equal to $\lambda/4$, where λ is the average wavelength of operating wavelength range of the antenna array. Distance d_y between adjacent insulating substrates along Y axis is established to ensure the required scanning sector in plane Y, and the distance d_x between centers of printed dipoles along X axis is established to ensure the required scanning sector in plane X. Insulating substrates are connected to each other along Y axis by insulating profiles, where dielectric screws are screwed in through the holes made in the upper and lower corners of each insulating substrate, insulating profiles arranged on end faces of

the antenna array have a square cross section, and insulating sections connecting inner edges of insulating substrates have ledges where the edges of insulating substrates are connected by means of dielectric screws. Insulating profiles connected to lower edges of insulating substrates are attached to conducting screen by screws or adhesive. Each printed dipoles are powered with the help of a strip line, its connection to an external feeder is carried out by a plug-in connector located at the base of the insulating substrate.

EFFECT: weight reduction and increased vibration strength of the antenna array.

1 cl, 1 dwg



RU 2 592 721 C1

RU 2 592 721 C1

Изобретение относится к антенной технике и предназначено для использования в приеме-передающих активных фазированных антенных решетках (АФАР).

Известен способ построения антенной решетки [1 - стр. 313 - Сазонов Антенны и устройства СВЧ. М.: Высшая школа. - 432 с.], в котором в стенке волновода, закороченном на конце, выполняют ряд щелей, каждая из которых имеет длину $\lambda/2$, где λ - средняя длина волны рабочего диапазона длин волн антенной решетки, при этом расстояние между щелями и между крайними щелями и концами волновода устанавливают равными соответственно λ и $\lambda/2$.

Недостатком известного способа является ограниченность рабочей полосы частот [1 - стр. 316] и высокий вес за счет необходимости использования металлических волноводов.

Известен способ построения антенной решетки [2 - стр. 144 - Воскресенский Д.И., Кременецкий С.Д. и др. Автоматизированное проектирование антенн и устройств СВЧ. М.: Радио и связь. 1988. - 240 с.], наиболее близкий к предлагаемому и взятый за прототип, при котором печатные вибраторы с плечами из проводящих металлических пластин прямоугольной формы располагают на диэлектрической подложке, приподнятой над проводящим экраном, плоскость подложки параллельна проводящему экрану и приподнята над ним на высоту L , при этом вибраторы расположены эквидистантно в узлах прямоугольной или треугольной сетки.

К недостаткам прототипа следует отнести:

- недостаточную полосу рабочих частот полосковых излучателей, составляющую не более 3% [3 - стр. 128 в Панченко Б.А., Нефедов Е.И. Микрополосковые антенны. М.: Радио и связь. 1986. - 144 с.], в то время как в системах связи требуются полосы 12% и более;
- значительное увеличение массы антенной решетки при реализации антенной решетки на низких рабочих частотах, поскольку на одной сплошной подложке расположено несколько линеек с вибраторами, а со снижением частоты размеры вибраторов и расстояния между ними увеличиваются;
- низкую вибропрочность конструкции, поскольку подложка с излучателями расположена параллельно проводящему экрану и разделена с ним воздушным промежутком, а конструктивные элементы, обеспечивающие прочность конструкции, отсутствуют.

Задачей, на которую направлено предлагаемое изобретение, является снижение массы и увеличение вибропрочности антенной решетки.

Для решения указанной задачи предлагается способ построения антенной решетки, при котором печатные вибраторы с плечами из проводящих металлических пластин располагают на диэлектрической подложке над проводящим экраном, при этом вибраторы расположены эквидистантно в узлах треугольной сетки.

Согласно изобретению диэлектрические подложки прямоугольной формы, каждая из которых содержит один печатный вибратор, устанавливают таким образом, чтобы плоскости диэлектрических подложек были расположены параллельно друг другу и перпендикулярно проводящему экрану, плечи печатных вибраторов были расположены параллельно проводящему экрану на высоте, меньшей или равной $\lambda/4$, где λ - средняя длина волны рабочего диапазона длин волн антенной решетки, формируют линейки печатных вибраторов в плоскости оси X , устанавливая диэлектрические подложки с печатными вибраторами таким образом, чтобы центры печатных вибраторов располагались на расстоянии d_x из условия обеспечения требуемого сектора сканирования в плоскости X ; сдвигают четные линейки печатных вибраторов по оси

Х так, чтобы центры печатных вибраторов на них были смещены на расстояние $d_x/2$ относительно центров печатных вибраторов на нечетных линейках, устанавливают расстояние d_y между соседними диэлектрическими подложками по оси Y из условия обеспечения требуемого сектора сканирования в плоскости Y, соединяют диэлектрические подложки между собой по оси Y с помощью диэлектрических профилей, в которые вкручивают диэлектрические винты через отверстия, выполненные в верхних и нижних углах каждой диэлектрической подложки, при этом диэлектрические профили, расположенные на торцах антенной решетки, имеют квадратное сечение, а диэлектрические профили, скрепляющие внутренние края диэлектрических подложек, имеют уступы, к которым края диэлектрических подложек подсоединяют с помощью диэлектрических винтов, причем диэлектрические профили, соединенные с нижними краями диэлектрических подложек, прикрепляют к проводящему экрану с помощью винтов или клея, запитывают каждый печатный вибратор с помощью полосковой линии, подключение которой к внешнему фидеру осуществляют с помощью врубного разъема, расположенного у основания диэлектрической подложки.

Проведенный сравнительный анализ заявленного способа и прототипа показывает, что их отличия заключаются в следующем:

- в предлагаемом способе диэлектрическую подложку с печатными вибраторами устанавливают перпендикулярно проводящему экрану, в то время как в прототипе плоскость диэлектрической подложки параллельна экрану;

- в предлагаемом способе диэлектрические подложки с печатными вибраторами скрепляют между собой с помощью диэлектрических профилей, что позволяет получить конструкцию с высокой вибропрочностью, в то время как в прототипе диэлектрическая подложка с печатными вибраторами расположена параллельно проводящему экрану и разделена с ним воздушным промежутком, а конструктивные элементы, обеспечивающие прочность конструкции, отсутствуют, что не позволяет конструкцию прототипа использовать в реальных устройствах;

- в предлагаемом способе диэлектрические подложки с печатными вибраторами установлены перпендикулярно экрану и скреплены между собой с помощью диэлектрических профилей, что позволяет снизить массу антенной решетки за счет исключения массы диэлектрика, заполняющего промежутки между линейками вибраторов в прототипе.

Сочетание отличительных признаков и свойства предлагаемого способа построения антенной решетки из литературы неизвестно, поэтому он соответствует критериям новизны и изобретательского уровня.

На чертеже приведен один из вариантов антенной решетки, построенной с использованием предлагаемого способа.

При реализации предложенного способа выполняется следующая последовательность действий:

- устанавливают диэлектрические подложки прямоугольной формы, каждая из которых содержит один печатный вибратор, таким образом, чтобы плоскости диэлектрических подложек были расположены параллельно друг другу и перпендикулярно проводящему экрану, а плечи печатных вибраторов были расположены параллельно проводящему экрану на высоте, меньшей или равной $\lambda/4$, где λ - средняя длина волны рабочего диапазона длин волн антенной решетки;

- формируют линейки вибраторов в плоскости оси X, устанавливая диэлектрические подложки с печатными вибраторами таким образом, чтобы центры печатных

вибраторов располагались на расстоянии d_x из условия обеспечения требуемого сектора сканирования в плоскости X;

- сдвигают четные линейки печатных вибраторов по оси X так, чтобы центры печатных вибраторов на них были смещены на расстояние $d_x/2$ относительно центров печатных вибраторов на нечетных линейках, устанавливают расстояние d_y между соседними диэлектрическими подложками по оси Y из условия обеспечения требуемого сектора сканирования в плоскости Y;

- соединяют диэлектрические подложки между собой по оси Y с помощью диэлектрических профилей, в которые вкручивают диэлектрические винты через отверстия, выполненные в верхних и нижних углах каждой диэлектрической подложки, при этом диэлектрические профили, расположенные на торцах антенной решетки, имеют квадратное сечение, а диэлектрические профили, соединяющие внутренние края диэлектрических подложек, имеют уступы, к которым края диэлектрических подложек подсоединяют с помощью диэлектрических винтов;

- прикрепляют диэлектрические профили, соединенные с нижними краями диэлектрических подложек, к проводящему экрану с помощью винтов или клея;

- запитывают каждый печатный вибратор с помощью полосковой линии, подключение которой к внешнему фидеру осуществляют с помощью врубного разъема, расположенного у основания диэлектрической подложки.

Один из вариантов антенной решетки из восьми вибраторов, построенной с использованием предлагаемого способа, содержит (см. чертеж) проводящий экран 1, на котором установлены диэлектрические подложки 2 с печатными вибраторами 3 таким образом, чтобы плоскости диэлектрических подложек 2 были расположены параллельно друг другу в плоскости X и перпендикулярно проводящему экрану 1.

Плечи печатных вибраторов 3 расположены параллельно проводящему экрану 1 на высоте, меньшей или равной $\lambda/4$.

Антенная решетка на чертеже содержит четыре линейки вибраторов, сформированных в плоскости оси X из подложек с печатными вибраторами, при этом центры печатных вибраторов расположены на расстоянии d_x из условия обеспечения требуемого сектора сканирования в плоскости X.

Четные линейки диэлектрических подложек 2 с печатными вибраторами 3 сдвинуты по оси X, при этом центры печатных вибраторов на них смещены на расстояние $d_x/2$ относительно центров печатных вибраторов на нечетных линейках. Расстояние между соседними диэлектрическими подложками 2 по оси Y устанавливают из условия обеспечения требуемого сектора сканирования в плоскости Y.

Диэлектрические подложки 2 соединяют между собой по оси Y с помощью диэлектрических профилей 4, в которые вкручивают диэлектрические винты (не показаны) через отверстия, выполненные в верхних и нижних углах каждой диэлектрической подложки 2 (не показаны).

Диэлектрические профили 4, расположенные на торцах антенной решетки, имеют квадратное сечение, а диэлектрические профили 4, скрепляющие внутренние края диэлектрических подложек 2, имеют уступы, к которым края диэлектрических подложек 2 подсоединяют с помощью диэлектрических винтов.

Диэлектрические профили 4, соединенные с нижними краями диэлектрических подложек 2, прикрепляют к проводящему экрану 1 с помощью винтов (не показаны) или клея. Запитка каждого печатного вибратора 3 осуществляется с помощью врубных разъемов 5, расположенных у основания каждой диэлектрической подложки 2.

Диэлектрические подложки 2 могут быть выполнены из фольгированного стеклотекстолита или другого фольгированного диэлектрика, при этом печатные вибраторы 3 выполняются с помощью травления.

Расстояния между центрами вибраторов 3 - d_x по оси X и d_y по оси Y - выбирают из условия отсутствия дифракционных максимумов при заданных максимальных углах отклонения луча $\theta_{x\max}$ и $\theta_{y\max}$ соответственно в плоскости X и Y, используя выражение [4 - стр. 65 - Проектирование фазированных антенных решеток / Под ред. Воскресенского Д.И. - М.: Радиотехника. 2012. - 744 с.]:

$$d_x \leq \frac{2}{\sqrt{3}} \frac{\lambda}{1 + \sin \theta_{x\max}}, \quad d_y \leq \frac{2}{\sqrt{3}} \frac{\lambda}{1 + \sin \theta_{y\max}}$$

Предлагаемый способ позволяет получить конструкцию с высокой вибропрочностью за счет скрепления диэлектрических подложек 2 с печатными вибраторами 3 между собой с помощью диэлектрических профилей 4, в то время как в прототипе диэлектрическая подложка с печатными вибраторами расположена параллельно проводящему экрану и разделена с ним воздушным промежутком, а конструктивные элементы, обеспечивающие прочность конструкции, отсутствуют, что не позволяет конструкцию прототипа использовать в реальных устройствах.

Предлагаемый способ также позволяет снизить массу антенной решетки за счет расположения диэлектрических подложек 2 с печатными вибраторами 3 перпендикулярно проводящему экрану 1 и исключения массы диэлектрика, заполняющего промежутки между линейками вибраторов в прототипе.

Для проверки предложенного способа был изготовлен макет устройства, испытания которого показали совпадение полученных характеристик с расчетными.

Формула изобретения

Способ построения антенной решетки, при котором печатные вибраторы с плечами из проводящих металлических пластин располагают на диэлектрической подложке над проводящим экраном, при этом печатные вибраторы расположены эквидистантно в узлах треугольной сетки, отличающийся тем, что диэлектрические подложки прямоугольной формы, каждая из которых содержит один печатный вибратор, устанавливают таким образом, чтобы плоскости диэлектрических подложек были расположены параллельно друг другу и перпендикулярно проводящему экрану, плечи печатных вибраторов были расположены параллельно проводящему экрану на высоте, меньшей или равной $\lambda/4$, где λ - средняя длина волны рабочего диапазона длин волн антенной решетки, формируют линейки печатных вибраторов в плоскости оси X, устанавливая диэлектрические подложки с печатными вибраторами таким образом, чтобы центры печатных вибраторов располагались на расстоянии d_x из условия обеспечения требуемого сектора сканирования в плоскости X; сдвигают четные линейки печатных вибраторов по оси X так, чтобы центры печатных вибраторов на них были смещены на расстояние $d_x/2$ относительно центров печатных вибраторов на нечетных линейках, устанавливают расстояние d_y между соседними диэлектрическими подложками по оси Y из условия обеспечения требуемого сектора сканирования в плоскости Y, соединяют диэлектрические подложки между собой по оси Y с помощью диэлектрических профилей, в которые вкручивают диэлектрические винты через отверстия, выполненные в верхних и нижних углах каждой диэлектрической подложки, при этом диэлектрические профили, расположенные на торцах антенной решетки, имеют квадратное сечение, а диэлектрические профили, скрепляющие внутренние края

диэлектрических подложек, имеют уступы, к которым края диэлектрических подложек подсоединяют с помощью диэлектрических винтов, причем диэлектрические профили, соединенные с нижними краями диэлектрических подложек, прикрепляют к проводящему экрану с помощью винтов или клея, запитывают каждый печатный вибратор с помощью 5 полосковой линии, подключение которой к внешнему фидеру осуществляют с помощью врубного разъема, расположенного у основания диэлектрической подложки.

10

15

20

25

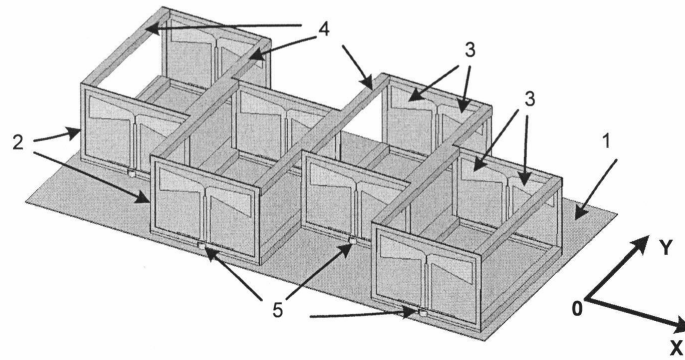
30

35

40

45

«Способ построения антенной решетки»



Задорожный В.В.

Карабутов С.И.

Ларин А.Ю.

Омельчук И.С.

Трекин А.С.