



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
*H01Q 13/28 (2023.05)*

(21)(22) Заявка: 2022135118, 29.12.2022

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
29.12.2022

Дата регистрации:  
05.07.2023

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 29.12.2022

(45) Опубликовано: 05.07.2023 Бюл. № 19

Адрес для переписки:  
660036, г. Красноярск, ул. Академгородок, 50,  
ФИЦ КНЦ СО РАН

(72) Автор(ы):

Лемберг Константин Вячеславович (RU),  
Шабанов Дмитрий Александрович (RU),  
Глыбовский Станислав Борисович (RU),  
Боев Никита Михайлович (RU),  
Беляев Борис Афанасьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
научное учреждение "Федеральный  
исследовательский центр "Красноярский  
научный центр Сибирского отделения  
Российской академии наук" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете

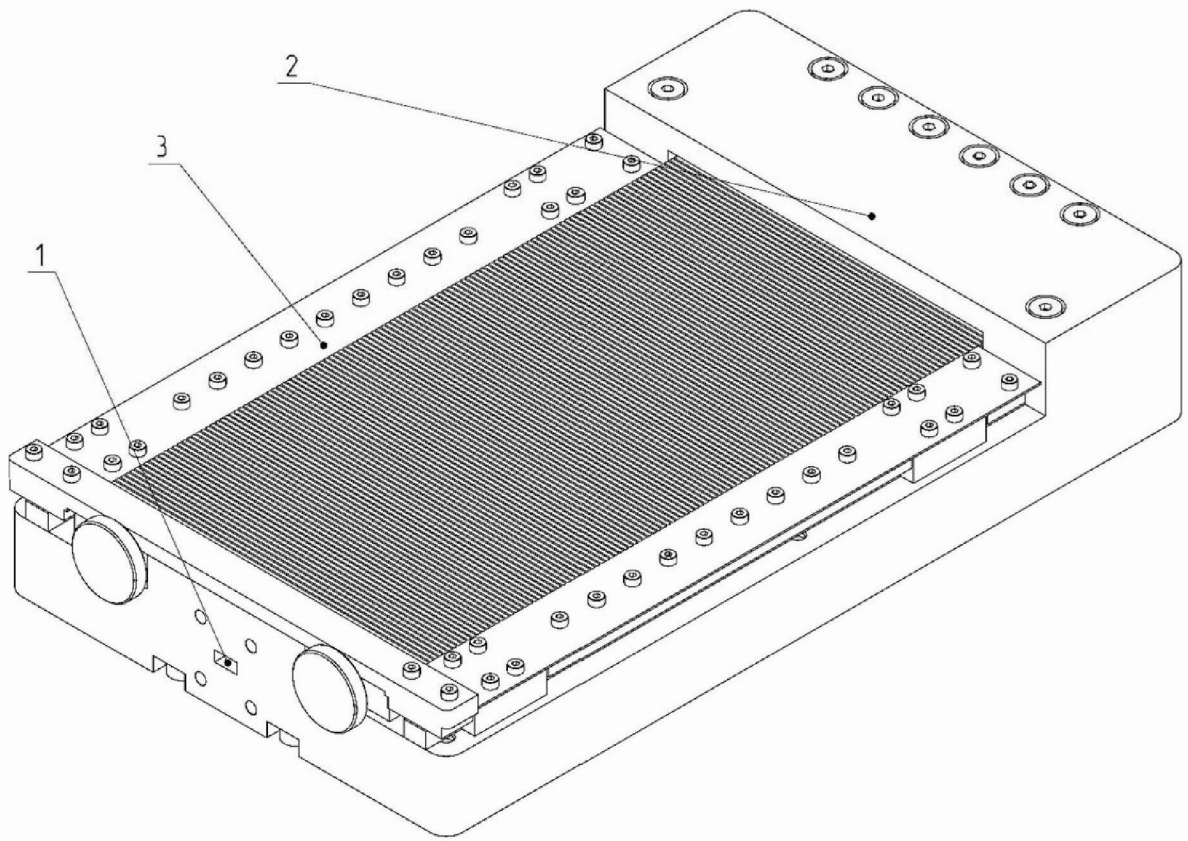
о поиске: SU 1805517 A1, 30.03.1993. SU  
1417086 A1, 15.08.1988. RU 2007795 C1,  
15.02.1994. RU 2305879 C2, 10.09.2007. US  
6489930 B2, 03.12.2002. US 6597323 B2,  
22.07.2003. JP 3947613 B2, 25.07.2007.

(54) Сканирующая антенна поверхностной волны

(57) Реферат:

Изобретение относится к апертурным антеннам и предназначено для приема и передачи электромагнитных волн. Устройство состоит из возбuditеля, формирующего поверхностную волну, и открытой периодической замедляющей структуры, являющейся излучающей апертурой антенны. Замедляющая структура представляет собой металлическую гофрированную поверхность с периодическим профилем гофрирования, над которой расположен перемещающийся вдоль поверхности лист диэлектрика с нанесенными на него металлическими полосковыми проводниками одинаковой ширины. Период расположения

полосковых проводников совпадает с периодом гофрирования металлической поверхности. Перемещение листа диэлектрика происходит в направлении, перпендикулярном направлению проводников. При сдвиге листа диэлектрика на расстояние не более, чем половина периода гофрирования металлической поверхности, главный лепесток диаграммы направленности антенны изменяет направление в диапазоне углов, зависящем от параметров замедляющей структуры. Изобретение обеспечивает изменения направления главного лепестка диаграммы направленности. 6 ил.



Фиг. 1

RU 2799387 C1

RU 2799387 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*H01Q 13/28 (2023.05)*

(21)(22) Application: **2022135118, 29.12.2022**  
(24) Effective date for property rights:  
**29.12.2022**  
Registration date:  
**05.07.2023**  
Priority:  
(22) Date of filing: **29.12.2022**  
(45) Date of publication: **05.07.2023** Bull. № 19  
Mail address:  
**660036, g. Krasnoyarsk, ul. Akademgorodok, 50,  
FITS KNTS SO RAN**

(72) Inventor(s):  
**Lemberg Konstantin Viacheslavovich (RU),  
Shabanov Dmitrii Aleksandrovich (RU),  
Glybovskii Stanislav Borisovich (RU),  
Boev Nikita Mikhailovich (RU),  
Beliaev Boris Afanasevich (RU)**  
(73) Proprietor(s):  
**Federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe  
nauchnoe uchrezhdenie "Federalnyi  
issledovatel'skii tsentr "Krasnoiarskii nauchnyi  
tsentr Sibirskogo otdeleniia Rossiiskoi akademii  
nauk" (RU)**

(54) **SURFACE WAVE SCANNING ANTENNA**

(57) Abstract:  
FIELD: aperture antennas.  
SUBSTANCE: invention is intended for receiving and transmitting electromagnetic waves. The device consists of an exciter, which forms a surface wave, and an open periodic retarding structure, which is the radiating aperture of the antenna. The retarding structure is a metal corrugated surface with a periodic corrugation profile, above which a dielectric sheet is located, moving along the surface with metal strip conductors of the same width deposited on it. The period of location of strip conductors coincides with the period of

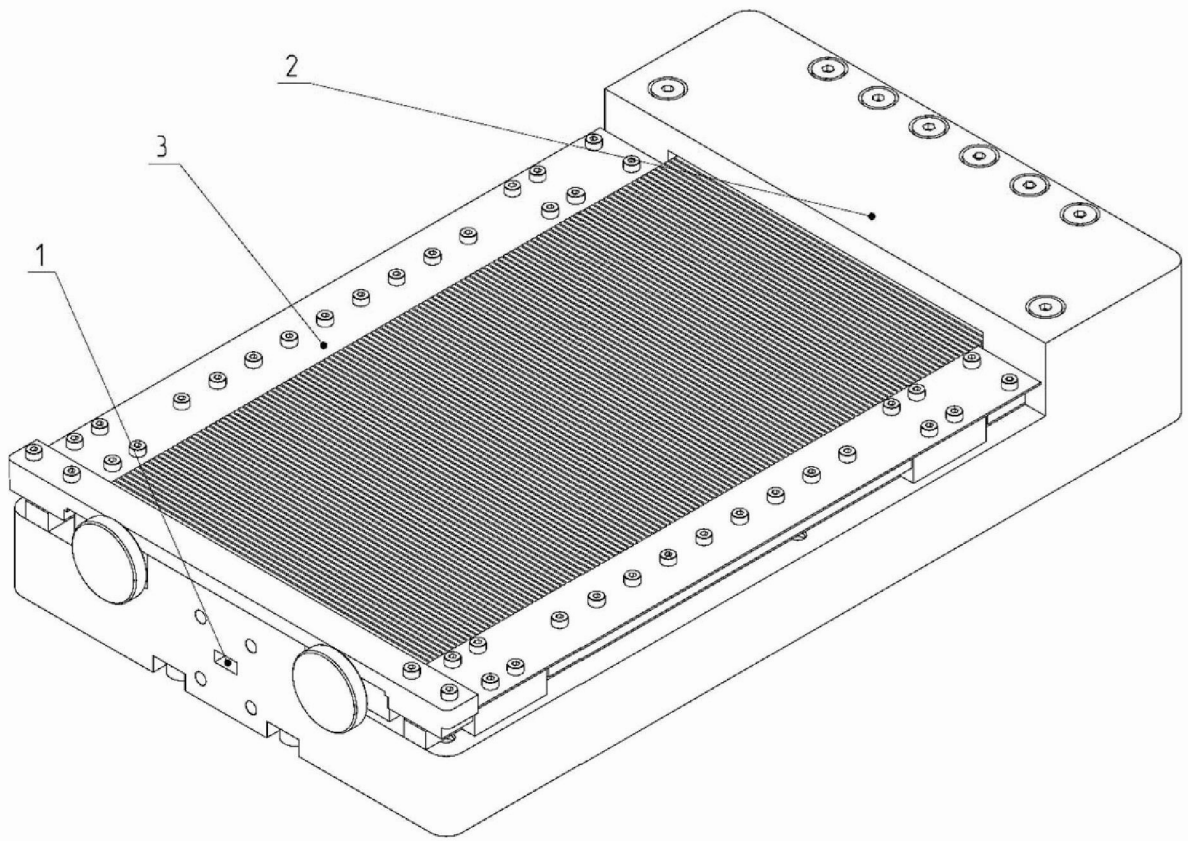
corrugation of the metal surface. The dielectric sheet moves in a direction perpendicular to the direction of the conductors. When the dielectric sheet is shifted by a distance of no more than half the period of corrugation of the metal surface, the main lobe of the antenna pattern changes direction in the range of angles depending on the parameters of the slowing structure.

EFFECT: changes in the direction of the main lobe of the antenna pattern.

1 cl, 6 dwg

RU 2 799 387 C1

RU 2 799 387 C1



Фиг. 1

RU 2799387 C1

RU 2799387 C1

Изобретение относится к апертурным антеннам и предназначено для приема и передачи электромагнитных волн. Устройство может быть использовано в системах связи сантиметрового, миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов длин волн, в частности в системах спутниковой связи.

5 Из текущего уровня техники известна импедансная антенна [Патент СССР SU1417086A1, МПК H01Q 13/00, опубл. 15.08.1988, Бюл. №30], которая содержит возбуждатель, рельефную поверхность из параллельных проводников, диэлектрические подложки и металлическую поверхность. В каждый проводник включены емкостные нагрузки. Поверхность из проводников, диэлектрические подложки и металлическая  
10 поверхность вместе образуют импедансную поверхность. Возбудитель формирует замедленную волну ТМ-типа, которая при взаимодействии с импедансной поверхностью плавно трансформируется в волну излучения.

Известна также диэлектрическая антенна вытекающей волны, имеющая однослойную структуру [Патент США US6597323B2, МПК H01Q 13/00, опубл. 29.05.2003],  
15 включающая экран, диэлектрическую подложку, неоднородности, расположенные с определенным шагом на поверхности диэлектрической подложки, и фидер, который возбуждает поверхностную электромагнитную волну на одном из концов подложки.

Наиболее близким аналогом является антенна поверхностной волны [Патент СССР SU1805517A1, МПК H01Q 13/28, опубл. 30.03.1993, Бюл. №12 (прототип)], в которой  
20 замедляющая структура выполнена в виде системы металлических лент переменной ширины, расположенных на слое диэлектрика вдоль оси замедляющей структуры перпендикулярно к ней, а возбуждатель представляет собой отрезок волновода, расположенный соосно с замедляющей структурой и присоединенный посредством волноводного изгиба к полусегментно-параболической антенне, одна из плоско-  
25 параллельных стенок которой образована проводящим экраном. Ширина металлических лент выбирается из предложенных соотношений.

Общим недостатком известных конструкций и конструкции-прототипа является невозможность изменения направления главного лепестка диаграммы направленности без вращения всей антенны.

30 Техническим результатом заявляемого изобретения является возможность изменения направления главного лепестка диаграммы направленности антенны.

Заявленный результат *достигается тем, что* в сканирующей антенне поверхностной волны, состоящей из возбуждателя, формирующего поверхностную волну, и открытой периодической замедляющей структуры, являющейся излучающей апертурой антенны,  
35 *новым является то, что* замедляющая структура представляет собой металлическую гофрированную поверхность с периодическим профилем гофрирования, над которой расположен перемещающийся вдоль поверхности лист диэлектрика с нанесенными на него металлическими полосковыми проводниками одинаковой ширины, причем период расположения полосковых проводников совпадает с периодом гофрирования  
40 металлической поверхности, а перемещение листа диэлектрика происходит в направлении, перпендикулярном направлению проводников.

Сопоставительный анализ с прототипом показывает, что заявляемое устройство отличается наличием металлической гофрированной поверхности с периодическим профилем гофрирования.

45 Существенным отличием является то, что над периодической замедляющей структурой расположен подвижный лист диэлектрика с нанесенными на него металлическими полосковыми проводниками одинаковой ширины. При перемещении листа диэлектрика изменяется направление главного лепестка диаграммы

направленности антенны, за счет чего достигается заявленный технический результат.

Таким образом, перечисленные выше отличительные от прототипа признаки позволяют сделать вывод о соответствии заявляемого технического решения критерию «новизна».

5 Признаки, отличающие заявляемое техническое решение от прототипа, не выявлены в других технических решениях и, следовательно, обеспечивают заявляемому решению соответствие критерию «изобретательский уровень».

Сущность изобретения поясняется чертежами: на фиг. 1 приведен внешний вид заявляемой сканирующей антенны; на фиг. 2. показана антенна без листа диэлектрика и верхней крышки возбудителя; на фиг. 3 отображена часть возбудителя, расположенная внутри конструкции антенны; на фиг. 4 показана конструкция антенны в разрезе и увеличенное изображение участка замедляющей структуры; на фиг. 5 приведена зависимость глубины гофрирования металлической поверхности от координаты вдоль замедляющей структуры для изготовленного макета антенны; на фиг. 6 приведены  
15 результаты измерений диаграмм направленности макета антенны при различных положениях листа диэлектрика.

Заявляемая сканирующая антенна поверхностной волны содержит (фиг. 1) прямоугольный волновод (1), согласующую секцию возбудителя (2), подвижный лист диэлектрика (3) с нанесенными на него металлическими полосковыми проводниками.  
20 Под листом диэлектрика (3) расположена (фиг. 2) металлическая гофрированная поверхность (4) с периодическим профилем гофрирования, а также механизм перемещения (5) листа диэлектрика. Внутри конструкции антенны (фиг. 3, 4) расположены части возбудителя: плоский рупор (6), диэлектрическая линза (7) и волноводный изгиб (8). Прямоугольный волновод (1), согласующая секция возбудителя  
25 (2), металлическая гофрированная поверхность (4), плоский рупор (6) и волноводный изгиб (8) выполнены из нескольких соединенных винтами металлических деталей, образуя корпус устройства. При этом согласующая секция возбудителя (2) и металлическая гофрированная поверхность (4) находятся на верхней открытой части корпуса, а прямоугольный волновод (1) и плоский рупор (6) во внутренней закрытой  
30 части корпуса. Наружная и внутренняя части корпуса соединены волноводным изгибом (8). К верхней части корпуса винтами присоединен (фиг. 2) механизм перемещения (5), на который сверху крепится (фиг. 4) подвижный лист диэлектрика (3) так, чтобы он находился над металлической гофрированной поверхностью (4).

Сканирующая антенна поверхностной волны работает следующим образом.  
35 Рассмотрим работу антенны в режиме передачи. СВЧ-сигнал поступает (фиг. 4) на вход прямоугольного волновода (1), после чего распространяется в плоском рупоре (6). Диэлектрическая линза (7) компенсирует фазовые искажения в рупоре, формируя на выходе плоскую квази-ТЕМ-волну. Через волноводный изгиб (8) СВЧ-сигнал попадает в согласующую секцию возбудителя (2), где происходит преобразование квази-ТЕМ-  
40 волны в плоском волноводе в поверхностную ТМ-волну, которая затем распространяется по периодической замедляющей структуре, сформированной металлической гофрированной поверхностью (4) с периодическим профилем гофрирования и подвижным листом диэлектрика (3) с нанесенными на него металлическими полосковыми проводниками. Поверхностная волна по мере  
45 распространения по замедляющей структуре излучается в свободное пространство, причем направление излучения зависит от средней фазовой скорости распространения поверхностной волны и периода изменения глубины гофрирования металлической поверхности (4). Сдвиг листа диэлектрика (3) в направлении, перпендикулярном

направлению полосковых проводников на нем, влияет на среднюю фазовую скорость поверхностной волны, и, соответственно, на направление главного лепестка диаграммы направленности. При этом полный диапазон сканирования достигается за счет сдвига листа диэлектрика (3) не более, чем на половину периода гофрирования металлической поверхности (4).

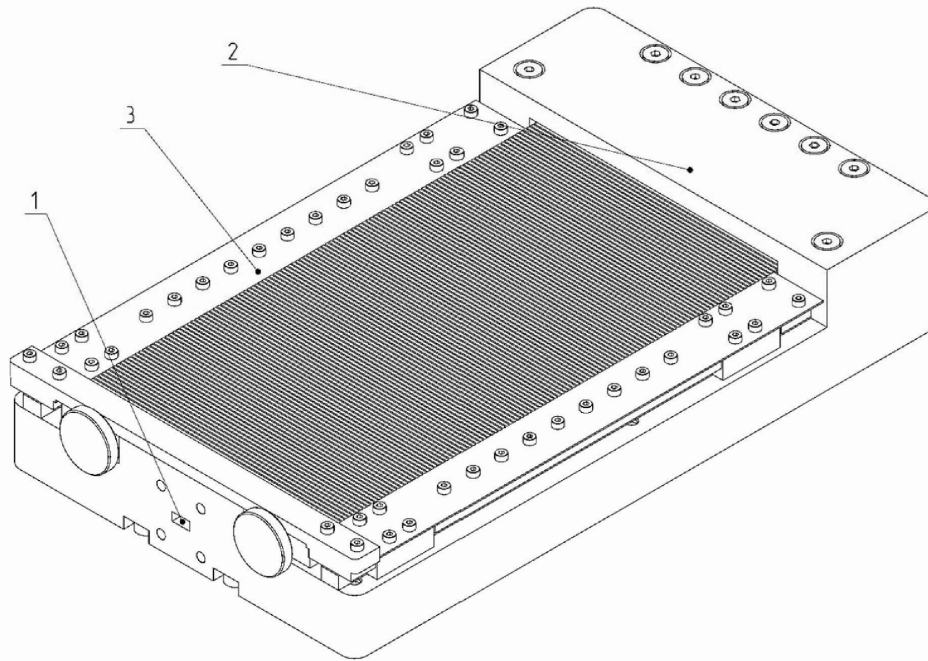
Для иллюстрации работоспособности заявляемого устройства был изготовлен макет антенны, настроенный на рабочую частоту 27 ГГц, и имеющий габариты: ширина 140 мм, длина 236 мм, высота 42 мм. Основные параметры макета: сечение входного прямоугольного волновода  $7.2 \times 3.4 \text{ мм}^2$ ; сечение выходного волновода возбуждителя  $100 \times 3.4 \text{ мм}^2$ ; относительная диэлектрическая проницаемость материала диэлектрической линзы 2.1; период гофрирования металлической поверхности 1.5 мм; относительная диэлектрическая проницаемость слоя диэлектрика 3.55; толщина слоя диэлектрика 0.5 мм; ширина полос металлизации слоя диэлектрика 1.05 мм. На фиг. 5 приведена зависимость глубины гофрирования металлической поверхности от координаты вдоль замедляющей структуры. Точками на графике отмечены положения отдельных пазов гофрированной поверхности. Профиль гофрирования был оптимизирован для получения максимального коэффициента усиления антенны. На фиг. 6 показаны сечения измеренных диаграмм направленности макета в плоскости сканирования на частоте 27 ГГц. Каждая диаграмма направленности соответствует смещению слоя диэлектрика вдоль металлической поверхности на расстояние  $d$  от нулевого положения, за которое принято положение, при котором направление главного лепестка диаграммы направленности имело наибольший наклон от нормали к поверхности антенны. Диапазон изменения направления главного лепестка составил  $20^\circ$  при смещении листа диэлектрика на 0.75 мм, что составляет половину периода гофрирования металлической поверхности. Результаты измерений подтверждают работоспособность предложенного метода сканирования и достижение технического результата: сканирующая антенна поверхностной волны обеспечивает возможность изменения направления главного лепестка диаграммы направленности без вращения антенны.

#### (57) Формула изобретения

Сканирующая антенна поверхностной волны, состоящая из возбуждателя, формирующего поверхностную волну, и открытой периодической замедляющей структуры, являющейся излучающей апертурой антенны, отличающаяся тем, что замедляющая структура представляет собой металлическую гофрированную поверхность с периодическим профилем гофрирования, над которой расположен перемещающийся вдоль поверхности лист диэлектрика с нанесенными на него металлическими полосковыми проводниками одинаковой ширины, причем период расположения полосковых проводников совпадает с периодом гофрирования металлической поверхности, а перемещение листа диэлектрика происходит в направлении, перпендикулярном направлению проводников.



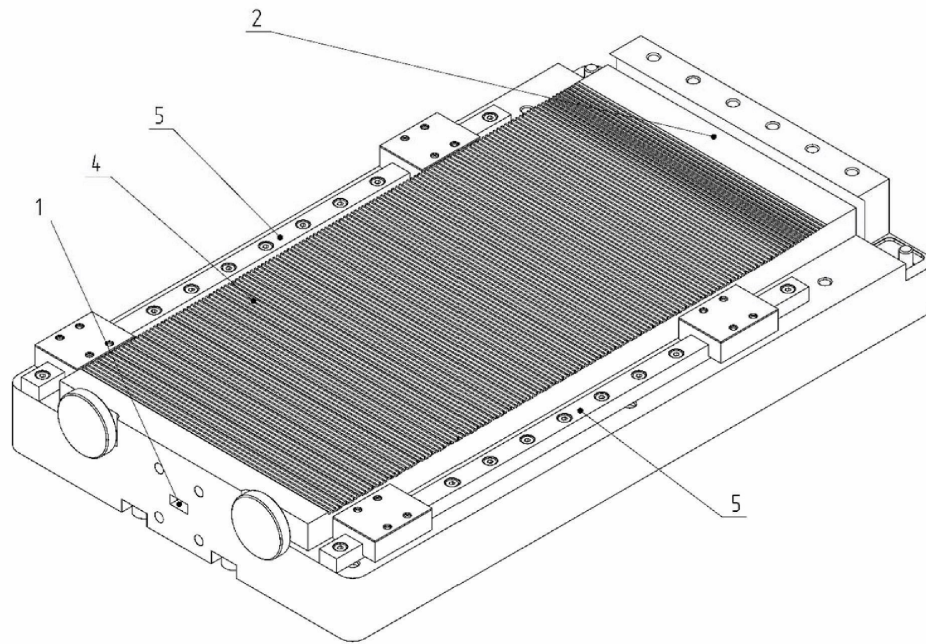
1



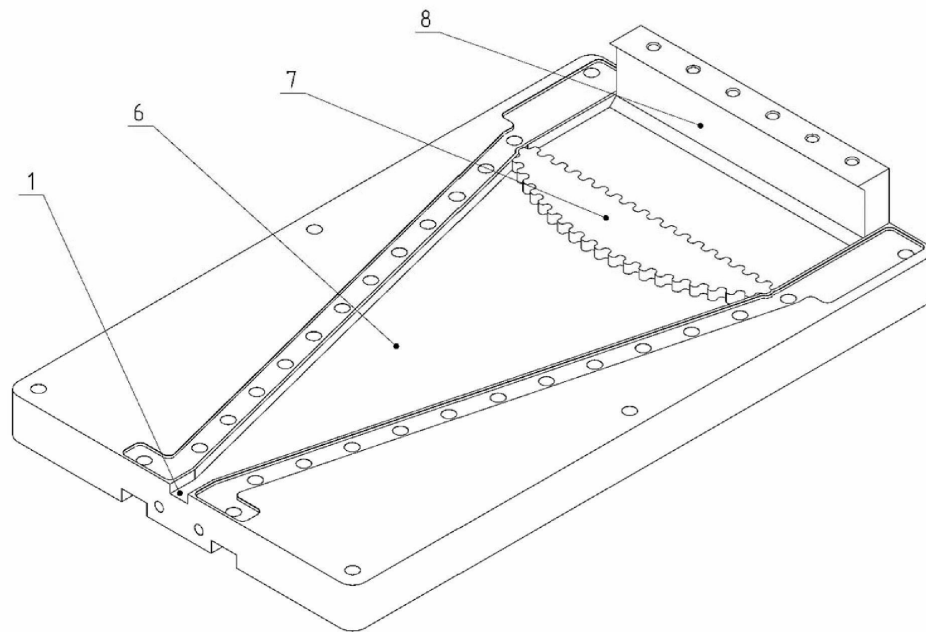
Фиг. 1

2

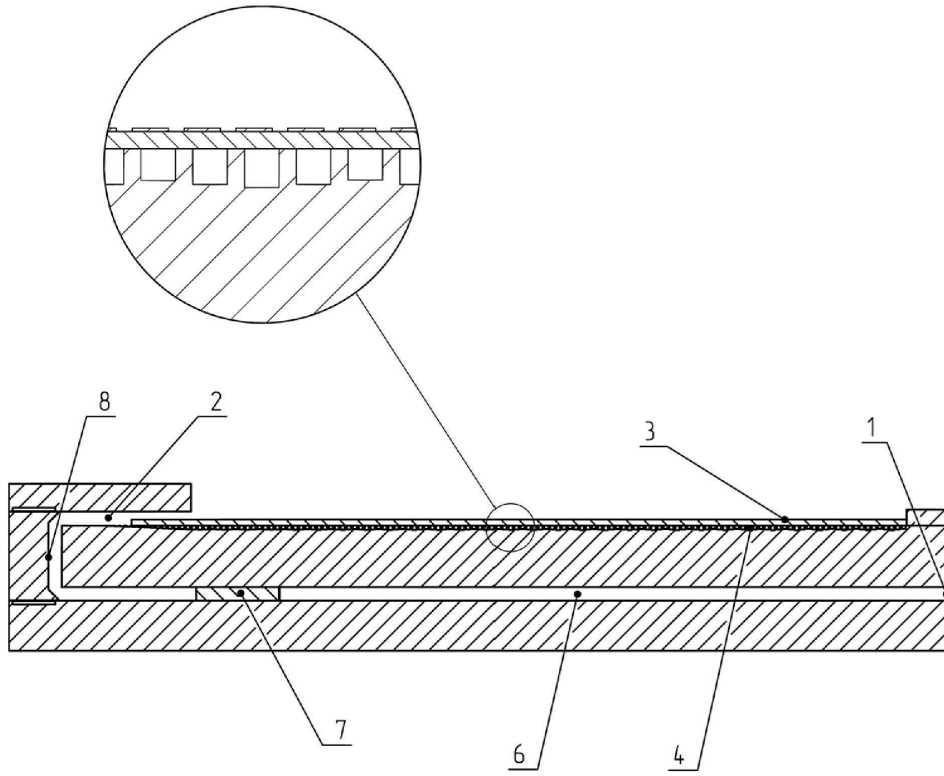




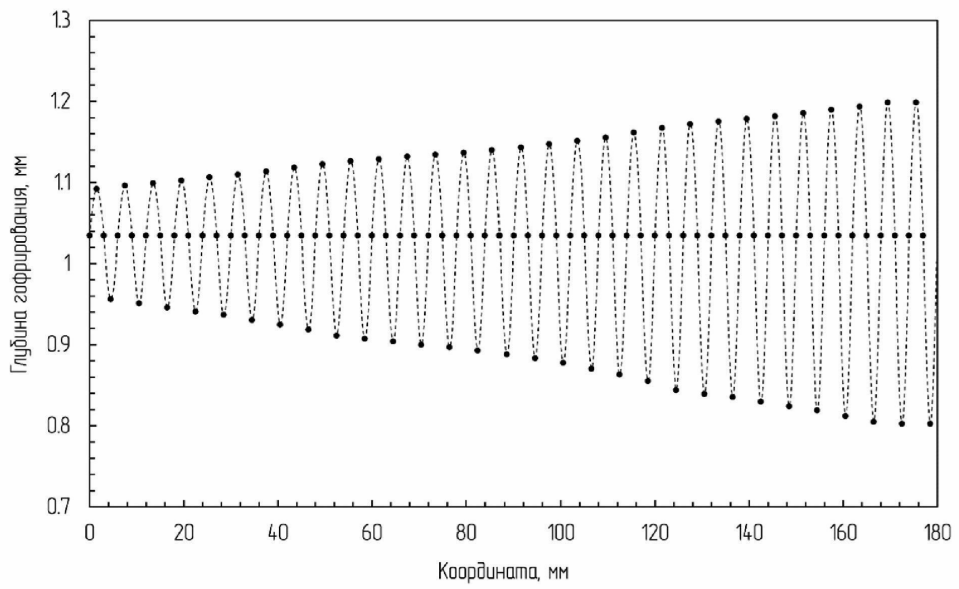
Фиг. 2



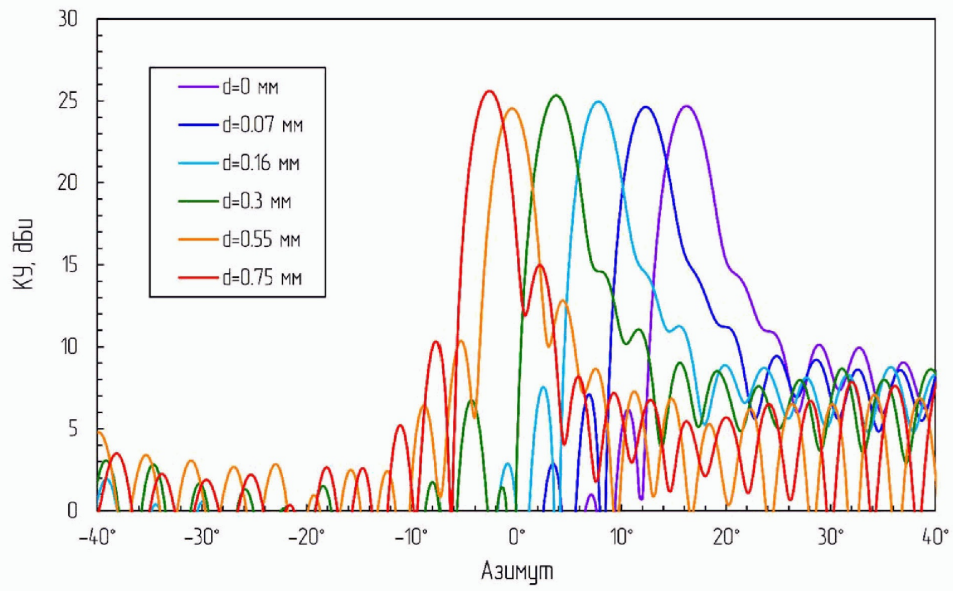
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6