

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2249862

**УСТРОЙСТВО ДЛЯ СТРУКТУРИРОВАНИЯ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ**

Патентообладатель(ли): *Общество с ограниченной
ответственностью "НПО "АЙРЭС Технолоджис" (RU)*

Автор(ы): *Серов Игорь Николаевич (RU)*

Заявка № 2004120428

Приоритет изобретения **02 июля 2004 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре
изобретений Российской Федерации **10 апреля 2005 г.**

Срок действия патента истекает **02 июля 2024 г.**

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной
собственности, патентам и товарным знакам



Б.П. Симонов



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2004120428/28 , 02.07.2004

(24) Дата начала действия патента: 02.07.2004

(45) Опубликовано: 10.04.2005 Бюл. № 10

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2231137 С1, 20.06.2004. RU 2002129253 А, 20.05.2004. RU 2167678 С1, 27.05.2001. RU 2117497 С1, 20.08.1998. RU 9999 U1, 16.05.1999. WO 01/54221 A1, 26.07.2001. WO 99/25044 A1, 20.05.1999.

Адрес для переписки:

197376, Санкт-Петербург, ул. Проф. Попова,
5, СПГЭТУ, патентный отдел, К.И. Берковской

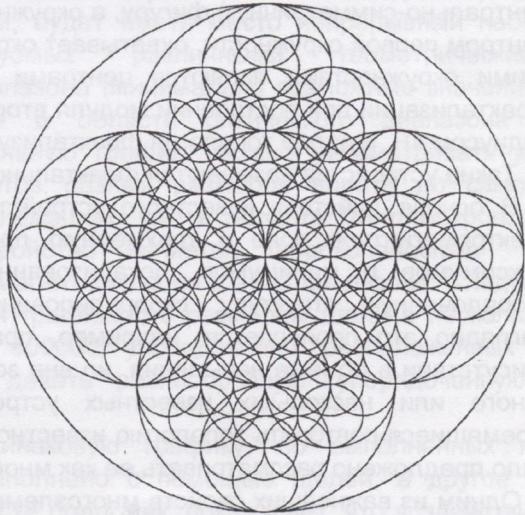
(72) Автор(ы):
Серов И.Н. (RU)(73) Патентообладатель(ли):
Общество с ограниченной ответственностью
"НПО"АЙРЭС Технолоджис" (RU)

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ СТРУКТУРИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к технической физике и может быть использовано, в частности, при получении тонких пленок с фрактальной структурой. Устройство для структурирования электромагнитного поля содержит подложку, на которой сформирована фрактальная топология, с уровнем фрактализации M не менее трех. В состав модуля первого уровня фрактализации входят 1+N окружностей с радиусом R, причем центр каждой из N окружностей расположен на первой окружности, образуя центрально-симметричную фигуру, и окружность с радиусом 2R, центр которой совпадает с центром первой окружности, и охватывает окружности с радиусом R, а точки ее сопряжения с этими окружностями являются центрами расположения модулей первого уровня фрактализации при построении модуля второго уровня, которые охватывают окружность с радиусом 4R, и далее топология фрактализуется таким же образом. Фрактальная топология сформирована щелями, ширина и глубина которых не менее 0,1 мкм. Такое решение позволяет

расширить пространственную область локализации структурированного поля. 4 з.п. ф-лы, 8 ил.



Фиг. 1

RU 2 249 862 С1

Предлагаемое изобретение относится к области технической физики и может быть использовано преимущественно в областях, в которых необходимо обеспечить воздействие структурированного электромагнитного поля на различные физические, химические и биологические процессы, например, получение тонких наноразмерных пленок с фрактальной структурой, защита биологических объектов от вредного воздействия электромагнитного поля техногенного характера и т.д.

Известно структурирование электромагнитного поля с помощью различных дифракционных решеток. С физической точки зрения дифракционная решетка преобразует падающую на нее плоскую волну в совокупность плоских волн, распространяющихся от решетки под определенными углами, и бесконечную суперпозицию поверхностных волн, играющих существенную роль только вблизи решетки.

Известно устройство [1], выполненное в виде периодической структуры, состоящей из бесконечно тонких и бесконечно длинных идеально проводящих лент определенной ширины и определенного периода, плоскость которых составляет угол с нормалью к плоскости решетки. В таких решетках возникает явление зеркального резонанса при условии совпадения направления распространения волны над решеткой с направлением зеркально отраженного луча. Также в щелях между лентами существует несколько незатухающих волноводных волн, интерференция между которыми приводит к резким всплескам на кривых зависимостей амплитудных коэффициентов расходящихся волн от частоты и параметров решетки. Интерференция волны TEM и первой волноводной волны в щелях приводит к резонансному полному отражению энергии.

Недостатком известного устройства, с точки зрения практического применения, является узкий частотный диапазон преобразования электромагнитного поля.

Наиболее близким по совокупности существенных признаков к предлагаемому является устройство [2] для структурирования электромагнитного поля, содержащее подложку, изготовленную из диэлектрического материала и/или полупроводникового и/или металла, на которой сформирована фрактальная топология, в состав которой входит фрактальная топология с уровнем фрактализации M не менее трех, образованная следующим образом: в состав модуля первого уровня фрактализации входят $1+N$ окружностей с радиусом R , причем центр каждой из N окружностей расположен на первой окружности, образуя центрально-симметричную фигуру, а окружность с радиусом $2R$, центр которой совпадает с центром первой окружности, охватывает окружности с радиусом R и точки ее сопряжения с этими окружностями являются центрами расположения модулей первого уровня фрактализации при построении модуля второго уровня, которые охватывают окружность с радиусом $4R$, и далее топология фрактализуется таким же образом.

Такие устройства называются фрактально-матричными структуризаторами (ФМС).

В основе действия известного устройства лежит его возможность преобразовывать электромагнитное поле в трехмерную пространственную систему интерференционных максимумов и минимумов, локализованных в пространстве над ФМС и имеющих упорядоченную структуру, скоррелированную со структурой фрактальной графики. Наглядно это проявляется, например, при выращивании наноразмерных пленок в присутствии в объеме напыления, но вне зоны транспортировки напыляемого материала, одного или нескольких известных устройств [3]. На подложке растут структуры, стремящиеся повторить топологию известного устройства. Для объяснения этого явления было предложено рассматривать ее как многоэлементную дифракционную решетку.

Одним из важнейших свойств многоэлементных решеток является расширение области поляризационной восприимчивости. С ростом частоты длина волны становится соизмеримой с более мелкими деталями на периоде решетки, поэтому у многоэлементных решеток резонансная область оказывается более широкой, чем у одноэлементных. Но, как показал эксперимент, у известного устройства пространственная область структурирования очень невелика, она не превышает в оптическом диапазоне нескольких миллиметров.

Задачей, решаемой предлагаемым изобретением, является создание устройства для

структурирования электромагнитного поля с большей пространственной областью воздействия, которая позволит использовать его для таких целей, как структурирование поля радиотелефона, излучения электронно-лучевых трубок и т.д.

Техническим результатом изобретения является расширение пространственной области локализации структурированного поля.

Поставленная задача решается за счет того, что предлагаемое устройство для структурирования электромагнитного поля, так же как и известное, содержит подложку, на которой сформирована фрактальная топология, в состав которой входит фрактальная топология с уровнем фрактализации M не менее трех, образованная следующим образом:

10 в состав модуля первого уровня фрактализации входят $1+N$ окружностей с радиусом R , причем центр каждой из N окружностей расположен на первой окружности, образуя центрально-симметричную фигуру, и окружность с радиусом $2R$, центр которой совпадает с центром первой окружности и которая охватывает окружности с радиусом R , а точки ее сопряжения с этими окружностями являются центрами расположения модулей первого
15 уровня фрактализации при построении модуля второго уровня, которые охватывает окружность с радиусом $4R$, и далее топология фрактализуется таким же образом. Но в отличие от известного в предлагаемом решении фрактальная топология на подложке сформирована щелями, ширина которых не менее 0,1 мкм.

Фрактальная графика ФМС представляет собой дифракционную решетку сложной конструкции, собранную из криволинейных замкнутых элементов, образованных замкнутыми щелями, по которым, как по системе волноводов, распространяются электромагнитные волны. В щелях возникает интерференция нескольких незатухающих электромагнитных волн. Интерференция TEM и первой волноводной волны в щелях приводит к резонансному полному отражению энергии [1]. Резонансные явления влияют на 20 интерференционную картину в дальней зоне и ближней. Это явление можно трактовать как расширение ближней зоны в область дальней. Минимальный размер дифрагирующего элемента, а соответственно длина волны дифрагирующего излучения будет определяться минимальным размером острия угла, образующегося при пересечении дуг окружностей. С учетом того, что взаимное касание дуг происходит под разными углами в самом широком 25 диапазоне углов и будет определяться геометрическими параметрами волноводных щелей, их взаимной конфигурацией и расположением, будет иметь место непрерывный набор дифрагирующих элементов, характеризуемых различными геометрическими особенностями, начиная от субмикронного диапазона (минимально возможные значения 30 длин волн дифракционного спектра лежат в области оптического диапазона и ультрафиолета). С учетом того, что фрактальную графику можно рассматривать как непрерывный набор дифрагирующих элементов разных размеров вплоть до самого большого, определяемого границами ФМС и лежащего уже в области миллиметрового диапазона длин волн, предложенное устройство является широкополосным преобразователем и структуризатором электромагнитного поля в этом диапазоне. Следует 35 учитывать, что даже ФМС с не очень плотной графикой, с размером щели в несколько единиц микрон, будет содержать порядка 400000 упорядоченно расположенных дифрагирующих элементов, которые будут давать разнообразную, упорядоченную, интенсивную дифракционную картину.

Сравнение двух устройств, имеющих одинаковую графику, но выполненных по 40 различным технологиям, одно из которых выполнено с помощью щелей, а другое с помощью линий, сформированных на поверхности подложек, показывает, что воздействие на электромагнитное поле предлагаемого устройства гораздо интенсивнее. Сравнение проводилось по пространственным картинам распределения интерференционных 45 максимумов и минимумов, генерируемых известной ФМС и предлагаемой под действием немонохроматического света. Протяженность структурированного поля над подложкой в первом случае достигала нескольких миллиметров, а во втором - нескольких сантиметров.

Минимальная ширина щели, равная 0,1 мкм, связана с полосой охватываемого спектра электромагнитного излучения (0,1 мкм - длина волны ультрафиолетового диапазона). Но,

как показывает эксперимент, даже при ширине щелей, равной 7 мкм, структурируется весь спектр оптического диапазона. Это можно объяснить тем, что минимально охватываемая длина волны будет определяться не только параметрами щели, но и размерами самого острого угла в реализуемой фрактальной графике.

5 Минимальная глубина щели, равная 0,1 мкм, выбрана эмпирическим путем из общефизических соображений - высота ступеньки как дифрагирующего элемента не может быть меньше длины волны электромагнитного излучения. При такой глубине структурированная область достигает нескольких сантиметров.

Совокупность признаков, изложенная в пункте 2 формулы изобретения, характеризует 10 устройство, в котором через точки пересечения N окружностей первого модуля проходит по крайней мере одна дополнительная окружность и в этих же точках расположены центры окружностей с радиусом, равным радиусу дополнительной окружности, которые охватывают окружность с радиусом, равным двум радиусам дополнительной окружности, и далее сформированы дополнительные модули второго, ...п уровня, где п не превышает М.

15 В этом случае устройство дополняется еще одной фрактальной структурой, зависимой от первой. Увеличивается не только число упорядоченных ячеек, но и увеличивается число их видов и разнообразие их конфигураций, а за счет этого резонансная область существенно расширяется.

Совокупность признаков, изложенная в пункте 3 формулы изобретения, характеризует 20 устройство, в котором подложка выполнена из кремния.

Выбор материала подложки имеет важное значение только из-за его потребительских свойств. Из общих соображений ясно, что эффективность дифракционной структуры будет тем больше, чем больше разница в плотностях подложки и окружающей ее среды. Например, идеальный вариант будет представлять собой пара платина-вакуум. Но важно 25 учитывать доступность материала и его цену. Кремний, доступный по цене материал, вполне может быть использован в качестве подложки в устройствах структурирования поля излучения радиотелефона, компьютера и т.д.

Совокупность признаков, изложенная в пункте 4 формулы изобретения, характеризует 30 устройство, в котором подложка выполнена в виде слоистой структуры, причем верхний слой выполнен в виде полупрозрачного зеркального покрытия, обеспечивающего отражение от нижележащего слоя.

Совокупность признаков, изложенная в пункте 5 формулы изобретения, характеризует устройство, в котором подложка выполнена из стекла, а полупрозрачный слой выполнен в виде пленки никеля толщиной, равной 1 мкм.

35 Полупрозрачное зеркальное покрытие вносит дополнительный элемент структурирования. Каждый луч (фиг.4), попавший на покрытие, отразится дважды: первый раз от наружной поверхности, второй раз, войдя в покрытие с преломлением, от границы раздела "покрытие - последующий слой". Таким образом, от каждого элемента структуры будут отражаться разные диапазоны длин волн. Отраженные пучки волн разных длин от 40 большого числа элементов будут интерферировать.

Изобретение поясняется чертежами, где:

фиг.1 и 2 - варианты выполнения топологии устройства;

фиг.3 топология модуля первого уровня фрактализации;

фиг.4 схема хода лучей при выполнении устройства в виде слоистой структуры;

45 фиг.5-8 фотографии структурированного электромагнитного поля, сформированного устройствами с различными характеристиками.

На фиг.1 показан простейший вид графики, который выполняется на подложке. На фиг.3 показано построение модуля первого уровня фрактализации при N=4. На окружности с радиусом R расположены центры четырех окружностей с таким же радиусом, а их 50 охватывает окружность с радиусом, равным 2R. Этим заканчивается построение модуля первого уровня фрактализации. Здесь же показано построение модуля второй фрактальной топологии, производной от первой. Через точки 1₁-4₁ пересечения окружностей с радиусом R проходит окружность с радиусом R_d, и в этих же точках расположены центры

окружностей с радиусом R_d . Построение модуля первого уровня фрактализации заканчивается построением окружности с радиусом $2R_d$. Этот вариант построения описан в пункте 2 формулы изобретения. При построении модуля второго уровня фрактализации на окружности с радиусом, равным $2R$, располагают центры модулей первого уровня, которые охватывает окружность с радиусом $4R$. Далее построение продолжается таким же образом. На фиг.2 показан внешний вид устройства, топология которого соответствует пункту 2 формулы изобретения.

Технологически структуры могут изготавливаться следующим образом: на очищенную подложку наносится слой резиста либо негативный, либо позитивный. В слое резиста формируется требуемое изображение графики либо методом контактной печати, либо с помощью мультиплицирования и резист подвергается действию проявителя, приводящего к удалению непрореагированного слоя резиста. Затем резист задубливаются. В случае использования позитивного резиста на него наносится пленка материала, стойкого к воздействию агрессивной среды, используемой при сухом травлении, или к чисто ионному травлению. Обычно это слой металла. Дополнительным требованием к нему является соблюдение толщины слоя меньшего, чем толщина резистной пленки. Затем резист подвергается воздействию "взрывной литографии", при которой резист удаляется вместе с пленкой металла на его поверхности, а на подложке остается пленка металла со сформированной фрактальной структурой со вскрытыми участками подложки под операцию травления. Следующий этап - сухое травление. Соотношение глубины щелей к ширине можно получить до 6-10.

Эксперименты, подтверждающие структурирование электромагнитного поля проводились с использованием неменохроматического источника света. На фотографиях представлены результаты экспериментов со следующими структурами:

Фиг.5: R_0 равен 2,5 мм, $N=4$, ширина щелей L равна 2,5 мкм, глубина щелей H равна 2 мкм, материал подложки - стекло. Структурированное поле распространяется от подложки на 2 см.

Фиг.6. Графическая топология такая же, как в предыдущем случае. $L=7$ мкм, $H=7$ мкм. Материал подложки - кремний. Структурированное поле распространяется от подложки на 4 см.

Фиг.7. Графическая топология такая же, как в предыдущем случае. $L=7$ мкм, $H=0,1$ мкм. Материал подложки стекло и напыленная пленка никеля толщиной, равной 0,1 мкм. Структурированное поле распространяется от подложки на 4 см.

Эксперименты показывают, что предлагаемое устройство обеспечивает гораздо большее пространственное распространение от подложки структурированного поля, чем тот же параметр известного устройства.

40 Литература

1. В.П.Шестопалов и др. Дифракция волн на решетках. Харьков: Издательство харьковского университета, 1993, с.287.

2. Патент RU №2231137.

- 3 Патент RU №2212375.

45

Формула изобретения

1. Устройство для структурирования электромагнитного поля, содержащее подложку, на которой сформирована фрактальная топология, в состав которой входит фрактальная топология с уровнем фрактализации M не менее трех, образованная следующим образом: в состав модуля первого уровня фрактализации входят $1+N$ окружностей с радиусом R , причем центр каждой из N окружностей расположен на первой окружности, образуя центрально-симметричную фигуру, и окружность с радиусом $2R$, центр которой совпадает с центром первой окружности, и охватывает окружности с радиусом R , а точки ее

сопряжения с этими окружностями являются центрами расположения модулей первого уровня фрактализации при построении модуля второго уровня, которые охватывает окружность с радиусом $4R$, и далее топология фрактализуется таким же образом, отличающееся тем, что фрактальная топология сформирована щелями, ширина и глубина которых не менее $0,1 \text{ мкм}$.

2. Устройство для структурирования электромагнитного поля по п.1, отличающееся тем, что через точки пересечения N окружностей первого модуля проходит по крайней мере одна дополнительная окружность и в этих же точках расположены центры окружностей с радиусом, равным радиусу дополнительной окружности, которые охватывают окружность с радиусом, равным двум радиусам дополнительной окружности, и далее сформированы дополнительные модули второго,... п уровня, где p не превышает M .

3. Устройство для структурирования электромагнитного поля по п.1, отличающееся тем, что подложка выполнена из кремния.

4. Устройство для структурирования электромагнитного поля по п.1, отличающееся тем, что подложка выполнена в виде слоистой структуры, причем верхний слой выполнен в виде полупрозрачного зеркального покрытия, обеспечивающего отражение от нижележащего слоя.

5. Устройство для структурирования электромагнитного поля по п.4, отличающееся тем, что подложка выполнена из стекла, а полупрозрачный слой выполнен в виде пленки никеля толщиной, равной 1 мкм .

25

25. Устройство для структурирования электромагнитного поля, характеризующееся тем, что подложка выполнена в виде слоистой структуры, состоящей из слоя полупрозрачного зеркального покрытия и геттера и т.д.

30

30. Устройство для структурирования электромагнитного поля, характеризующееся тем, что подложка выполнена в виде слоистой структуры, состоящей из слоя полупрозрачного зеркального покрытия и геттера и т.д.

35

35. Устройство для структурирования электромагнитного поля, характеризующееся тем, что подложка выполнена в виде слоистой структуры, состоящей из слоя полупрозрачного зеркального покрытия и геттера и т.д.

40

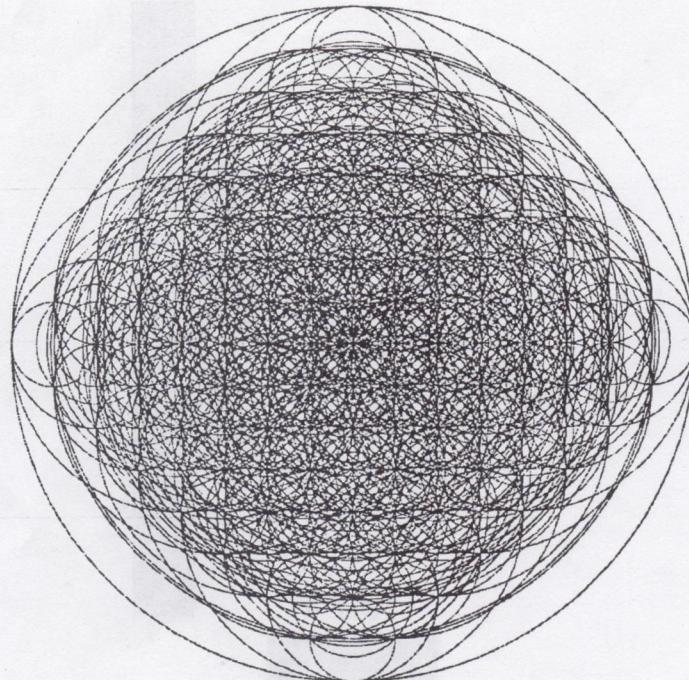
40. Устройство для структурирования электромагнитного поля, характеризующееся тем, что подложка выполнена в виде слоистой структуры, состоящей из слоя полупрозрачного зеркального покрытия и геттера и т.д.

45

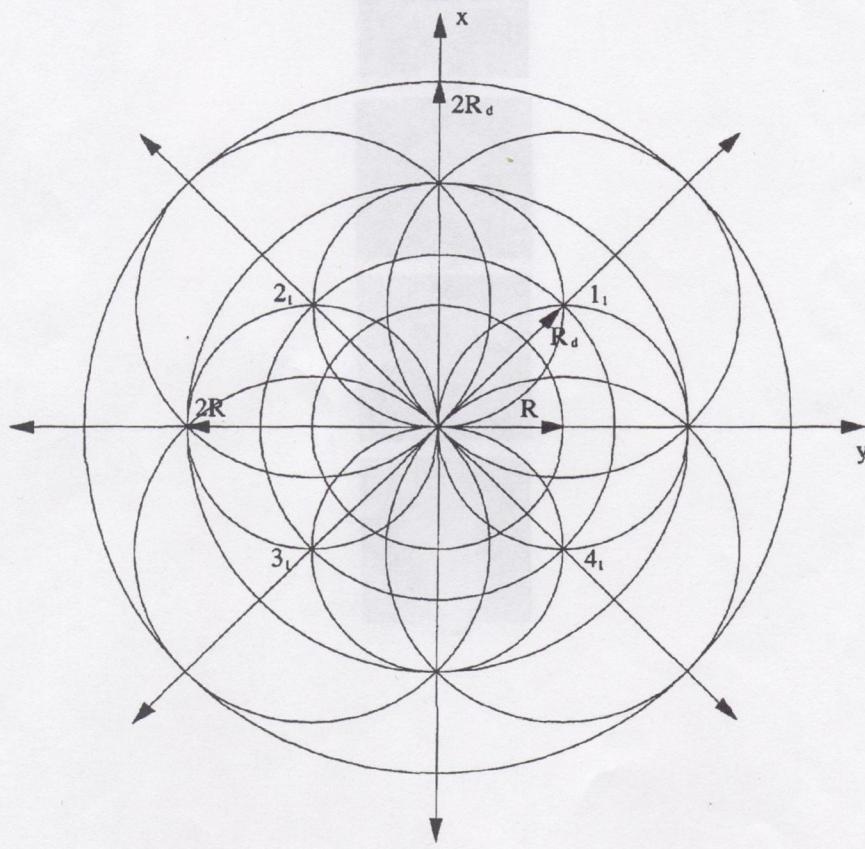
45. Устройство для структурирования электромагнитного поля, характеризующееся тем, что подложка выполнена в виде слоистой структуры, состоящей из слоя полупрозрачного зеркального покрытия и геттера и т.д.

50

50. Устройство для структурирования электромагнитного поля, характеризующееся тем, что подложка выполнена в виде слоистой структуры, состоящей из слоя полупрозрачного зеркального покрытия и геттера и т.д.



Фиг. 2



Фиг. 3

Содержание с отрывом фиксировано
уровне фиксации при помощи
окружность с радиусом α_0 и
отличающиеся тем что вблизи
которых не может находиться

2. Устройство для струн

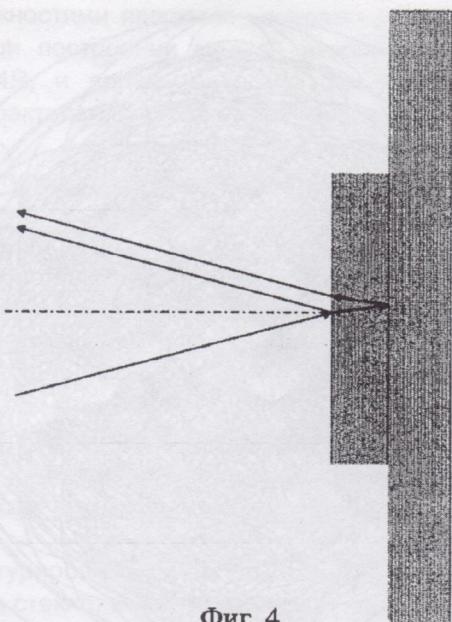
что через точки z_1 и z_2 проходит
сия дополнительные
радиуса различной
направления, различной
дополнительные

3. Устройство
что подложка выполнена

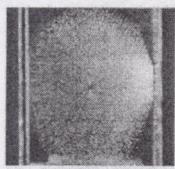
4. Устройство

что подложка выполнена
полупрозрачного
материала

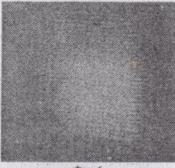
5. Устройство для струн
что подложка выполнена из
толщиной, разной и зерни



Фиг. 4



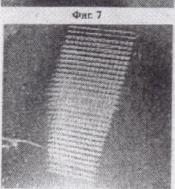
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8