



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 178 604** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) МПК⁷ **H 01 Q 1/24**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

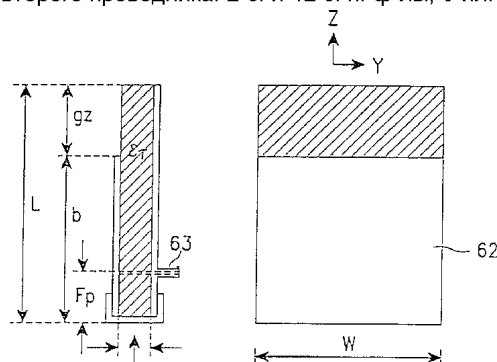
(21), (22) Заявка: 99112172/09, 08.09.1997
(24) Дата начала действия патента: 08.09.1997
(30) Приоритет: 05.11.1996 KR 1996-52132
(43) Дата публикации заявки: 10.04.2001
(46) Дата публикации: 20.01.2002
(56) Ссылки: US 4700194 A, 13.10.1987. RU 2084058 C1, 10.07.1997. US 5278572 A, 11.01.1994. WO 96/27219 A1, 06.09.1996. EP 0673801 A, 27.09.1995.
(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную фазу: 07.06.1999
(86) Заявка РСТ: KR 97/00166 (08.09.1997)
(87) Публикация РСТ: WO 98/20578 (14.05.1998)

(71) Заявитель:
САМСУНГ ЭЛЕКТРОНИКС КО., ЛТД. (KR)
(72) Изобретатель: ГУДИЛЕВ Александр В. (KR),
ХА Донг Ин (KR), БАК Санг Кеун (KR)
(73) Патентообладатель:
САМСУНГ ЭЛЕКТРОНИКС КО., ЛТД. (KR)
(74) Патентный поверенный:
Кузнецов Юрий Дмитриевич

(54) **МАЛОГАБАРИТНАЯ АНТЕННА ДЛЯ ПОРТАТИВНОГО УСТРОЙСТВА РАДИОСВЯЗИ**

(57)
Изобретение предназначено для использования в портативном устройстве радиосвязи, таком, как пейджер двунаправленного действия. Техническим результатом является малые габариты и высокое усиление. В возможном варианте осуществления антенна содержит излучатель в виде нагруженного несимметричного вибратора и заземленный излучатель. Излучатель в виде нагруженного несимметричного вибратора включает в себя первый и второй проводники на подложке платы печатной схемы, причем первый проводник имеет заданную длину и ориентирован в горизонтальном направлении. Второй проводник имеет форму меандровой линии и ориентирован в вертикальном направлении. Заземленный излучатель включает в себя отдельные первое и второе

заземления в нижней части подложки платы печатной схемы, причем первое и второе заземления симметричны относительно второго проводника. 2 с. и 12 з. п. ф-лы, 9 ил.



Фиг. 1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 178 604** ⁽¹³⁾ **C2**
 (51) Int. Cl.⁷ **H 01 Q 1/24**

RUSSIAN AGENCY
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 99112172/09, 08.09.1997
 (24) Effective date for property rights: 08.09.1997
 (30) Priority: 05.11.1996 KR 1996-52132
 (43) Application published: 10.04.2001
 (46) Date of publication: 20.01.2002
 (85) Commencement of national phase: 07.06.1999
 (86) PCT application:
 KR 97/00166 (08.09.1997)
 (87) PCT publication:
 WO 98/20578 (14.05.1998)

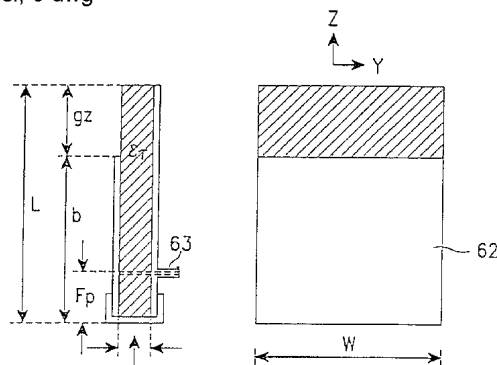
(71) Applicant:
 SAMSUNG EhLEKTRONIKS KO., LTD. (KR)
 (72) Inventor: GUDILEV Aleksandr V. (KR),
 KhA Dong In (KR), BAK Sang Keun (KR)
 (73) Proprietor:
 SAMSUNG EhLEKTRONIKS KO., LTD. (KR)
 (74) Representative:
 Kuznetsov Jurij Dmitrievich

(54) **SMALL-SIZE ANTENNA FOR PORTABLE RADIO COMMUNICATION DEVICE**

(57) Abstract:

FIELD: portable radio communication devices such as bidirectional pagers.
 SUBSTANCE: antenna of one of proposed alternatives has radiator in the form of loaded monopole and grounded radiator. Radiator in the form of loaded monopole has first and second conductors deposited onto substrate of printed-circuit board. First conductor has predetermined length and is positioned horizontally. Second conductor is shaped as meander line and positioned vertically. Grounded radiator has separate first and second ground terminals in bottom part of printed-circuit board substrate both being symmetrical to second conductor.
 EFFECT: reduced size and enhanced gain. 14

cl, 9 dwg



Фиг. 1

Изобретение относится к антеннам, более конкретно к малогабаритной антенне, в особенности пригодной для использования в портативном устройстве радиосвязи, имеющей излучатель в форме меандровой линии.

В последнее время портативные устройства радиосвязи стали миниатюрными и имеют малый вес, в связи с чем осуществляются интенсивные разработки малогабаритных антенн, пригодных для использования в таких устройствах. Такие малогабаритные антенны должны быть удобными и простыми для эксплуатации пользователем, а также должны иметь всенаправленную диаграмму направленности по азимуту и иметь относительно высокий раскрыв по углу места. Кроме того, в условиях, когда портативное устройство радиосвязи располагается вблизи тела пользователя, последнее должно в минимальной степени влиять на основные характеристики антенны, т. е. на входной импеданс и колебания величины усиления.

Одно из решений, направленных на удовлетворение вышеуказанных требований, описано в патенте США N 4700194 от 13 октября 1987 г. В соответствии с этим решением, когда ток антенны протекает в заземленной схеме и в корпусе оконечного устройства, ток, протекающий в антенне, изменяется, если корпус оконечного устройства размещается вблизи тела пользователя, так что входной импеданс и усиление антенны могут изменяться в значительной степени. В результате даже без использования четвертьволновой схемы режекции или симметрирующего трансформатора, как в известных вертикальных антеннах в виде полуволнового вибратора с коаксиальным экраном в нижней части, хорошо электрическая развязка может быть обеспечена между антенной и схемой заземления коаксиальной линии передачи или электрической схемы.

На фиг. 1 представлена диаграмма, иллюстрирующая конструкцию известной четвертьволновой микрополосковой антенны (ЧМПА), которая описана в вышеупомянутом патенте США N 4700194. В соответствии с фиг. 1 центрированная относительно диэлектрика 61 антенна включает в себя излучающий элемент на одной поверхности диэлектрика и элемент заземления на другой поверхности. Первый излучающий элемент 62 (первое фидерное средство) электрически соединен с сигнальным проводником линии передачи. Второй излучающий элемент конструктивно выполнен на элементе заземления таким образом, что электрически соединяет проводник заземления линии передачи и элемент заземления и расположен в положении, где напряжение стоячей волны, индуцированное в элементе заземления, принимает минимальное значение. В обычной микрополосковой антенне заземляющий экран не действует в качестве заземления, если размер заземляющего экрана мал по сравнению длиной волны на рабочей частоте. В таком случае синусоидальное изменение распределения напряжения или напряжение стоячей волны индуцируется в заземляющем экране. В результате паразитный ток индуцируется во внешнем проводнике коаксиальной линии передачи. В антенне по

фиг. 1 для снижения вероятности генерирования такого паразитного тока до минимума внешний проводник линии передачи соединяется с элементом заземления во второй точке возбуждения, где напряжение стоячей волны, индуцированное в элементе заземления, становится минимальным. При использовании такой конструкции паразитный ток в линии передачи может быть уменьшен или исключен без применения какой-либо четвертьволновой схемы режекции, которая используется в обычных конструкциях вертикальных антенн в виде полуволнового вибратора с коаксиальным экраном в нижней части. Соответственно отклонения в характеристиках антенны могут быть существенно снижены в случаях, когда антенна располагается в непосредственной близости от тела пользователя или некоторой электрической схемы.

На фиг. 2 и 4 представлены диаграммы, иллюстрирующие изменение характеристики усиления в дБ в зависимости от длины L известной четвертьволновой микрополосковой антенны, а на фиг. 3 представлена диаграмма, иллюстрирующая изменение характеристики усиления в зависимости от ширины W известной четвертьволновой микрополосковой антенны.

Недостатком известной четвертьволновой микрополосковой антенны является то, что изменение характеристики эффективности антенны существенно зависит от толщины подложки платы печатной схемы (ППС). Большая толщина ППС приводит к более высокому усилению, но увеличивает размеры и вес антенны, вызывая неудобства для пользователя портативного устройства связи, которое становится более громоздким. В противоположность этому, если ППС имеет малую толщину, то, хотя такое устройство удобно использовать в качестве переносного, однако усиление антенны может соответственно снизиться.

Задачей изобретения является создание антенны, имеющей малые размеры и вес и обеспечивающей высокое усиление и эффективное применение в портативном устройстве связи. Желательно минимизировать изменения антенных характеристик, когда антенна располагается вблизи тела пользователя.

В возможном варианте осуществления настоящего изобретения малогабаритная антенна для портативного устройства радиосвязи содержит излучатель, выполненный в виде нагруженного несимметричного вибратора, и заземленный излучатель. Излучатель, выполненный в виде нагруженного несимметричного вибратора, содержит первый и второй проводники на подложке платы печатной схемы, причем первый проводник имеет заданную длину и ориентирован в горизонтальном направлении, а второй проводник имеет форму меандровой линии и ориентирован в вертикальном направлении. Заземленный излучатель включает в себя первый заземленный излучатель и второй заземленный излучатель на нижней части подложки платы печатной схемы, причем первый и второй заземленные излучатели симметричны относительно второго проводника.

Изобретение поясняется более подробно в нижеследующем описании, иллюстрируемом

чертежами, на которых представлено следующее:

фиг. 1 - диаграмма, иллюстрирующая конструкцию четвертьволновой микрополосковой антенны, известной из предшествующего уровня техники;

фиг. 2 - диаграмма, иллюстрирующая изменение характеристики усиления в зависимости от общей длины антенны по фиг. 1;

фиг. 3 - диаграмма, иллюстрирующая изменение характеристики усиления в зависимости от ширины антенны по фиг. 1;

фиг. 4 - диаграмма, иллюстрирующая изменение характеристики усиления в зависимости от длины Gz неметаллизированной части антенны по фиг. 1;

фиг. 5 - диаграмма, иллюстрирующая конструкцию антенны в виде несимметричного вибратора, соответствующей возможному варианту осуществления изобретения;

фиг. 6 - детальная схема антенны по фиг. 5;

фиг. 7 - диаграмма, иллюстрирующая распределение тока нагруженного несимметричного вибратора и эквивалентного несимметричного вибратора;

фиг. 8 - график зависимости усиления от длины антенны в виде симметричного вибратора;

фиг. 9 - график зависимости усиления от ширины антенны в виде симметричного вибратора.

На фиг. 5 схематично представлена антенна в виде несимметричного вибратора, выполненная в соответствии с возможным вариантом осуществления настоящего изобретения. Антенна показана для использования во взаимосвязи с пейджером 10 двунаправленного действия, однако изобретение может иметь и другое применение.

Согласно фиг. 5, антенная система 20 содержит излучатель 12 из проводника, выполненного по форме нагруженного несимметричного вибратора, заземленный излучатель 13, выполненный по форме меандровой линии, и коаксиальную линию передачи (коаксиальный кабель) 27 для соединения излучателя 12 из проводника и заземленного излучателя 13 с ППС 11, снабженной радиочастотным усилителем мощности. Более конкретно коаксиальный кабель 27 содержит сигнальный проводник (не показан), одним концом соединенный с излучателем 12, и заземленный проводник, соединенный с заземленным излучателем 13. При этом сигнальный проводник коаксиального кабеля 27 другим своим концом соединен с сигнальным проводником портативного устройства радиосвязи (на чертеже не показано), а заземленный проводник коаксиального кабеля соединен с заземленной частью портативного устройства радиосвязи. Излучатель 12 из проводника и заземленный излучатель 13 размещены на одной основной поверхности ППС 21, которая может быть размещена в корпусе 28 антенны в форме откидной крышки. Корпус 28 в форме откидной крышки перемещается вместе с антенной системой 20 относительно корпуса пейджера 10. Т. е. антенная система 20 перемещается из положения оси Y в положение оси Z , причем корпус пейджера

центрирован относительно оси X . В рабочем положении антенная система 20 находится в вертикальном положении (ориентирована в направлении Z , как показано на фиг. 5).

На фиг. 6 показана детальная схема антенны по фиг. 5, более конкретно показывающая ППС 21 антенной системы 20. Излучатель 12 из проводника, выполненный по форме нагруженного несимметричного вибратора, состоит из ориентированного в первом, например, в горизонтальном направлении первого проводника 23 и ориентированного во втором, например, в вертикальном направлении второго проводника 22, имеющего форму меандровой линии. Верхний конец проводника 22, ориентированного в вертикальном направлении, нагружен на проводник 23, ориентированный в горизонтальном направлении. В данном примере электрическая длина проводника 22 равна 0,49 длины волны, а электрическая длина проводника 23 равна 0,3 длины волны. Эта конструкция основана на учете того факта, что длина антенны, имеющей наивысшее усиление из эквивалентных антенн в виде вертикального несимметричного вибратора, равна 0,625 длины волны. Кроме того, в целом антенная система 20, которая использует нагрузку и форму меандровой линии и вышеуказанные длины для максимизации усиления, в особенности пригодна для использования совместно с корпусом 28 в форме прямоугольной или квадратной откидной крышки.

Заземленный излучатель 13 размещен в нижней части ППС 21 антенной системы 20 параллельно проводнику 23, ориентированному в горизонтальном направлении. В представленной конфигурации заземленный излучатель 13 разделен на две части, симметричные относительно вертикальной части излучателя 12, а именно на первый и второй излучатели 24 и 25, симметричные относительно вертикального проводника 22 и соединенные с заземлением коаксиальной линии 27 передачи в точке 26 заземления фидера. Более конкретно первый заземленный излучатель 24 размещен с первой стороны от проводника 22, а второй заземленный излучатель 25 размещен со второй стороны от проводника 22, причем первый и второй заземленные излучатели 24, 25 соединены друг с другом. Для повышения эффективности заземленного излучателя 13 каждый из заземленных излучателей 24, 25 предпочтительно имеет электрическую длину, равную половине длины волны. Качество ППС 21 антенной системы 20, соответствующей предпочтительному варианту осуществления изобретения, может соответствовать FR-4 при толщине, например, 0,25 мм. ППС 21 может быть размещена в корпусе 28 в виде откидной крышки из поликарбоната. Конденсатор 34 и индуктивность 35 используются для согласования импедансов.

Антенна, соответствующая предпочтительному варианту осуществления изобретения, работает следующим образом. Эффективность антенны определяется эффективностью излучения, которая может быть определена с использованием следующего выражения:

$$\eta = \frac{Rr}{Rr + RL}, \quad (1)$$

где η - эффективность излучения, R_r - сопротивление излучения, Ом, R_L -сопротивление потерь, Ом.

В уравнении (1) при уменьшении длины излучателя сопротивление излучения R_r снижается.

Для увеличения эффективности излучения до значения, близкого к эффективности антенны, необходимо увеличивать длину излучателя R_r и использовать проводник с низкими потерями с низким сопротивлением R_L . Таким образом, возможные варианты осуществления настоящего изобретения могут быть реализованы с использованием формы меандровой линии для проводника, чтобы уменьшить физическую длину излучателя антенны, при увеличении эффективности излучения за счет увеличения длины излучателя в функции длины волны. Наконец, усиление антенны может быть увеличено без увеличения физической длины излучателя.

В статье К. Харченко "Антенный проводник в форме меандровой линии". (Радио, N 8, 1979, с. 21) описано, что по мере увеличения частоты (уменьшения периода) меандровой линии антенного проводника, полоса пропускания антенны сужается. Поэтому, как показано на фиг. 6, в данном варианте осуществления настоящего изобретения используется ориентированный в горизонтальном направлении проводник 23, нагруженный на излучатель 22, так что электрическая эквивалентная длина может быть увеличена до требуемого значения без избыточного сужения ширины полосы антенны. Достигаемый эффект заключается в том, что антенна работает аналогично антенне с излучателем увеличенной длины, тем самым обеспечивая повышение усиления антенны.

На фиг. 7 представлен график, иллюстрирующий распределение тока в нагруженном несимметричном вибраторе и в эквивалентном несимметричном вибраторе, причем часть 7а графика иллюстрирует нагруженный несимметричный вибратор и распределение тока в нем, а часть 7b графика иллюстрирует распределение тока в антенне в виде эквивалентного несимметричного вибратора. Желательно получить хорошее распределение тока в ориентированном в вертикальном направлении проводнике антенны. Таким образом, антенна работает аналогично тому, как при увеличении длины на Δl_v , при использовании горизонтального проводника (нагруженный излучатель), что видно из следующего выражения (2):

$$L_v \text{ eqv} = l_v + \Delta l_v,$$

где Δl_v - увеличение длины эквивалентного вертикального проводника.

Для нагруженной антенны в виде несимметричного вибратора, если только значение тока в конечной точке "А" (см. фиг. 7), ориентированного в вертикальном направлении проводника 22, не становится равным нулю, указанное значение определяется реактивным импедансом ориентированного в горизонтальном направлении проводника 23 антенны в виде нагруженного несимметричного вибратора. Только если входной реактивный импеданс нагруженного излучателя в точке А равен входному реактивному импедансу в точке В эквивалентного несимметричного вибратора, то ориентированный в вертикальном направлении проводник антенны может быть

увеличен на Δl .

В данной ситуации входные реактивные импедансы X_A и X_B нагруженного излучателя в положениях А и В таковы, как представлено ниже в выражениях (3) и (4):

$$X_A = -j \frac{Z_{OH}}{2} \cot\left(\frac{2\pi}{\lambda} l_H\right) \quad (3)$$

где l_H - длина "плеча", ориентированного в горизонтальном направлении проводника нагруженного несимметричного вибратора (т. е. примерно половина полной горизонтальной длины всего проводника 23), а Z_{OH} - собственный импеданс ориентированного в горизонтальном направлении проводника нагруженного несимметричного вибратора;

$$X_B = -j Z_{OV} \cot\left(\frac{2\pi}{\lambda} \Delta l_v\right) \quad (4)$$

где Z_{OV} - собственный импеданс ориентированного в вертикальном направлении проводника нагруженного несимметричного вибратора.

Кроме того, если два входных реактивных импеданса X_A и X_B равны друг другу, то Δl_v можно получить из выражения (5) в следующем виде:

$$\Delta l_v = \frac{\lambda}{2\pi} \arctan\left[2 \frac{Z_{OV}}{Z_{OH}} \cdot \tan\left(\frac{2\pi}{\lambda} l_H\right)\right]. \quad (5)$$

В результате, $l_v \text{ eqv}$ равно сумме l_v и Δl_v . Т. е. $l_v \text{ eqv} = l_v + \Delta l_v$. Иными словами, можно видеть, что физическая длина антенны в виде ненагруженного вибратора увеличивается на Δl_v . Кроме того, корпус оконечного пользовательского устройства, покрытого металлической пленкой, или заземление установленной в нем ППС может служить в качестве заземления для всей антенны в виде несимметричного вибратора. Следовательно, если пользователь берет свое оконечное устройство в руки, эффективность излучения может снижаться, несмотря на то, что его заземление служит в качестве заземленного излучателя (см. "Mobile Antenna Systems Handbook", K. Fujimoto, J. R. James, Artech House, Boston-London, 1994, pp. 217-243).

Первый и второй заземленные излучатели 24 и 25 выполнены в предпочтительном варианте осуществления изобретения так, чтобы минимизировать эффект влияния тела пользователя на излучение антенны в виде несимметричного вибратора, когда пользовательское оконечное устройство располагается в непосредственной близости от тела человека. Поскольку ток антенны отделен от заземления пейджера 10 двунаправленного действия, то снижение эффективности излучения может быть минимизировано в положении, когда пользователь держит это устройство в руке. Также, когда пользователь действительно использует оконечное устройство, первый и второй заземленные излучатели 24 и 25 размещаются на ППС 21 антенны, установленной на верхней поверхности пейджера 10 двунаправленного действия, наиболее удаленной от тела пользователя в рабочем положении пейджера.

Излучение от первого и от второго заземленных излучателей 24 и 25 зависит от закона изменения напряжения сигнала. Переменное напряжение сигнала может сформировать паразитный ток, протекающий вдоль поверхности (заземления) коаксиальной

линии передачи 27, тем самым изменяя такие характеристики антенны, как диаграмма направленности, входной импеданс и усиление. Для исключения изменения таких характеристик первый и второй излучатели 24 и 25 противоположны один другому и центрированы относительно оси Z антенны на ППС 21, а электрическая длина каждого из них равна $L = (2n - 1) \lambda/4$, где n - положительная постоянная. Т. е. электрическая длина каждого из заземленных излучателей 24 и 25 устанавливается равной нечетному кратному четверти длины волны. Если электрическая длина каждого из заземленных излучателей 24 и 25 одинакова, то паразитный ток, протекающий от поверхности заземленного излучателя 26 к его заземлению, может быть минимизирован. Следовательно, будет иметь место весьма незначительное ухудшение характеристик антенны и эффективности излучения под влиянием близко расположенного тела пользователя, даже если заземление пейджера 10 двунаправленного действия находится в непосредственной близости от него.

Из фиг. 2-4 следует, что характеристика усиления четвертьволновой микрополосковой антенны является функцией длин L и G_z и ширины W антенны и что ее характеристика усиления является более низкой по сравнению с характеристикой усиления антенны в виде симметричного вибратора. На фиг. 8 представлена зависимость усиления от длины антенны в виде симметричного вибратора, которую можно сравнить с графиками, показанными на фиг. 2-4.

Сравним антенну, соответствующую варианту осуществления настоящего изобретения, с известной антенной. Если параметры антенны, соответствующей настоящему изобретению ($L = 47,3$ мм; $\epsilon\gamma = 4,5$ мм; $f = 916$ МГц), адаптировать к известной антенне, то можно осуществить указанное сравнение. Сравнение усиления антенны, соответствующей настоящему изобретению, и известной антенны состоит в следующем.

Если для конструкции, иллюстрируемой фиг. 1, предположить, что $b = \lambda_s/4$, $L = 47,3$ мм, $\epsilon\gamma = 4,5$ мм; $f = 916$ МГц и $d = 1,2$ мм, то параметры λ_s , b , G_r определяются, как показано ниже:

$$\lambda_s = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^{11}}{916 \cdot 10^5 \sqrt{4,5}} = 154,5 \text{ мм; (6)}$$

$$b = \lambda_s/4 = 38,6 \text{ мм, (7)}$$

$$G_z = L - b = 8,7 \text{ мм.}$$

С учетом фиг. 2 и 4, для случая, когда $L = 47,3$ мм и $G_z = 8,7$ мм, усиление, как показано на этих фигурах, примерно равно -12,5 dBd (-10,35 dBi). Антенна, используемая в рассматриваемом варианте осуществления, имеет электрическую длину $0,625 \lambda$. Для данного случая усиление равно примерно 3dBd (5,15 dBi), как видно из фиг. 8. Таким образом, в известной антенне усиление может ухудшиться примерно на 15 дБ. (Отметим, что графики, приведенные на фиг. 8 и 9, относятся к антенне в виде симметричного вибратора. Однако усиление антенны в виде несимметричного вибратора по существу то же самое, что и для эквивалентного

симметричного вибратора. Таким образом, можно считать, что фиг. 8 и 9 представляют усиление антенны в виде несимметричного вибратора, соответствующего настоящему изобретению).

Другой проблемой для предшествующего уровня техники является то, что характеристика

эффективности η четвертьволновой микрополосковой антенны изменяется в функции толщины d ППС. Если технические характеристики антенны, используемой в настоящем изобретении, адаптировать к характеристикам известной антенны ($L = 47,3$ мм, $\epsilon\gamma = 4,5$ мм, $f = 916$ МГц и $d = 0,25$ мм), то усиление соответственно изменениям толщины d может быть представлено, как показано на фиг. 9. Усиление антенны с вышеуказанными параметрами равно примерно -12,5 dBd. Здесь толщина $d = 1,2$ мм, при этом, как показано на фиг. 9, эффективность антенны определяется следующими параметрами, представленными в выражении (9):

$$F = c/\lambda_0;$$

$$\lambda_0 = c/f = 3 \cdot 10^8 / 916 \cdot 10^6 = 327,5 \text{ мм;}$$

$$F = 1,2/327,5 = 0,003664.$$

Как показано на фиг. 9, если $F = d/\lambda_0 = 0,003664$, то эффективность антенны составляет около 50%. Если толщина d ППС равна 0,25 мм, $F = 0,000736$ и эффективность антенны примерно равна 4,5%.

Следовательно, если $d = 1,2$ мм, η примерно равно 50%. Если $d = 0,25$ мм, η примерно равно 4,5%. В случае ППС большой толщины ($d = 1,2$ мм) значение усиления примерно в 11 раз превышает значение усиления для случая тонкой ППС ($d = 0,25$ мм). При вычислении усиления с использованием вышеуказанного результата усиление антенны будет определяться согласно выражению (10) следующим образом:

$$G = -12,5 \text{ dBd} - 10 \log 11 = -22,9 \text{ dBd (10).}$$

Из приведенного выше выражения (10), что усиление снижается примерно на 10 дБ по сравнению со случаем, когда $d = 1,2$ мм. Кроме того, усиление снижается примерно на 25 дБ по сравнению с усилением антенны в виде симметричного вибратора.

Поскольку антенная система, соответствующая настоящему изобретению, может быть реализована с использованием ППС малой толщины, то она будет иметь малый вес, будет удобной в применении ввиду простоты установки на верхней поверхности пользовательского оконечного устройства (например, пейджера). Кроме того, поскольку вертикальный излучатель, размещенный на ППС, выполнен в форме меандровой линии, то физическая длина уменьшена, что позволяет получить наилучшие электрические характеристики для ограниченных размеров антенны. Кроме того, поскольку на верхнем конце ориентированного в вертикальном направлении излучателя использован другой ориентированный в горизонтальном направлении излучатель, и ориентированный в вертикальном направлении излучатель эквивалентным образом увеличен, то это приводит к увеличению усиления антенны. К тому же, поскольку ориентированные в вертикальном и горизонтальном направлении излучатели и заземленный излучатель

выполнены на одной ППС малой толщины, это упрощает изготовление антенны. Заземленный излучатель препятствует протеканию антенного тока в заземление оконечного устройства. Изменения характеристик антенны могут быть минимизированы в зависимости от изменения состояния заземления оконечного устройства, например, как результат контакта с телом пользователя. Следовательно, изобретение обеспечивает создание антенн с устойчивыми высокими характеристиками.

Формула изобретения:

1. Малогабаритная антенна для портативного устройства радиосвязи, содержащая излучатель в виде нагруженного несимметричного вибратора, размещенный на подложке печатной схемы, включающий в себя первый проводник, имеющий заданную длину и ориентированный в горизонтальном направлении, и второй проводник, имеющий форму меандровой линии и ориентированный в вертикальном направлении, и заземленный излучатель, включающий в себя первый заземленный излучатель и второй заземленный излучатель на нижней части упомянутой подложки печатной схемы, причем первый и второй заземленные излучатели симметричны относительно упомянутого второго проводника.

2. Антенна по п. 1, отличающаяся тем, что в упомянутом излучателе, выполненном в виде нагруженного несимметричного вибратора, упомянутый первый проводник, ориентированный в горизонтальном направлении, образует нагрузочную линию, проходящую вправо и влево на верхнем конце упомянутого второго проводника, выполненного в форме меандровой линии, ориентированного в вертикальном направлении.

3. Антенна по п. 1, отличающаяся тем, что заземленный излучатель имеет форму меандровой линии, при этом указанный заземленный излучатель ориентирован симметрично относительно ориентированного в вертикальном направлении второго проводника излучателя, выполненного в форме нагруженного несимметричного вибратора, причем правая часть расположенного слева первого заземленного излучателя и левая часть расположенного справа второго заземленного излучателя соединены друг с другом и электрическая длина каждого из упомянутых первого и второго заземленных излучателей равна нечетному кратному четверти длины волны.

4. Антенна по п. 2, отличающаяся тем, что заземленный излучатель имеет форму меандровой линии, при этом указанный заземленный излучатель ориентирован симметрично относительно ориентированного в вертикальном направлении второго проводника излучателя, выполненного в форме нагруженного несимметричного вибратора, причем правая часть расположенного слева первого заземленного излучателя и левая часть расположенного справа второго заземленного излучателя соединены друг с другом и электрическая длина каждого из упомянутых первого и второго заземленных излучателей равна

нечетному кратному четверти длины волны.

5. Антенна по п. 3, отличающаяся тем, что упомянутая печатная схема выполнена с возможностью соединения посредством коаксиального кабеля с другой печатной схемой, установленной в портативном устройстве радиосвязи, причем упомянутая другая печатная схема снабжена радиочастотным усилителем.

6. Антенна по п. 5, отличающаяся тем, что коаксиальный кабель содержит сигнальный проводник, одним концом соединенный с нижней частью упомянутого второго проводника излучателя, выполненного в виде нагруженного несимметричного вибратора, и заземленный проводник, соединенный с упомянутыми первым и вторым заземленными излучателями, причем сигнальный проводник коаксиального кабеля своим другим концом соединен с сигнальным проводником портативного устройства радиосвязи, а заземленный проводник соединен с заземленной частью упомянутого портативного устройства радиосвязи, при этом антенна и портативное устройство радиосвязи выполнены с возможностью электрического соединения друг с другом.

7. Антенна по п. 1, отличающаяся тем, что упомянутая печатная схема установлена в откидном корпусе антенны.

8. Антенна по п. 7, отличающаяся тем, что корпус антенны выполнен из поликарбоната.

9. Антенна, содержащая излучатель в виде нагруженного несимметричного вибратора, включающий в себя первый и второй проводники на подложке печатной схемы, причем упомянутый первый проводник, имеющий заданную длину, ориентирован в первом направлении, упомянутый второй проводник, имеющий форму меандровой линии, ориентирован во втором направлении, перпендикулярном упомянутому первому направлению, и заземленный излучатель, включающий в себя первый заземленный излучатель, размещенный с первой стороны от второго проводника, и второй заземленный излучатель, размещенный с второй стороны от второго проводника, причем первый и второй заземленные излучатели соединены друг с другом.

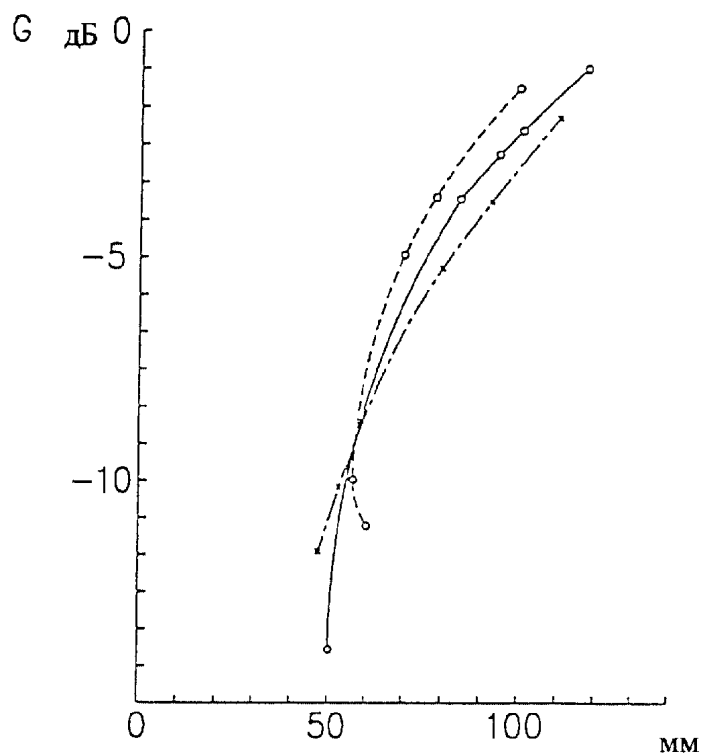
10. Антенна по п. 9, отличающаяся тем, что упомянутые первый и второй заземленные излучатели ориентированы в первом направлении.

11. Антенна по п. 9, отличающаяся тем, что каждый из упомянутых первого и второго заземленных излучателей имеет форму меандровой линии.

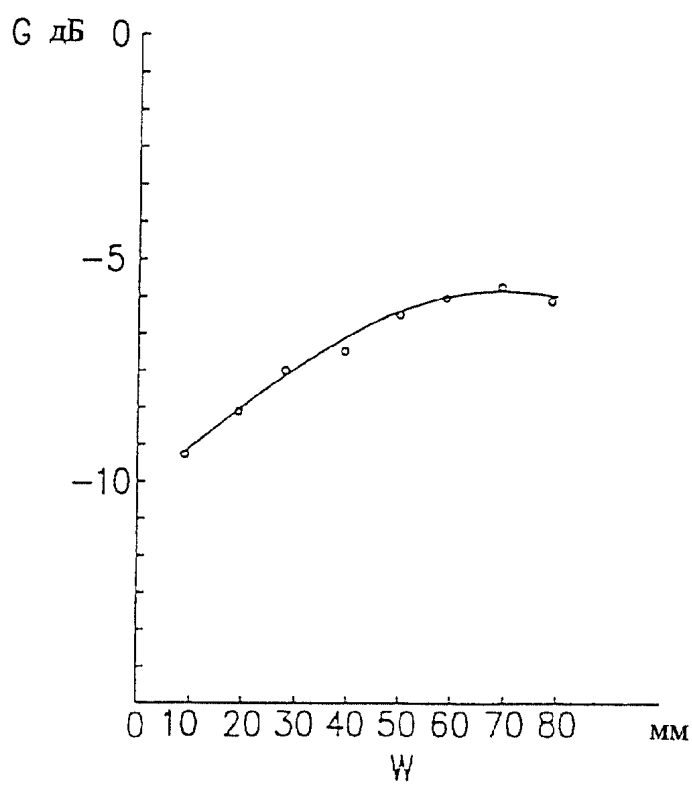
12. Антенна по п. 9, отличающаяся тем, что по меньшей мере один из упомянутых первого и второго заземленных излучателей емкостным способом связан с упомянутым вторым проводником.

13. Антенна по п. 9, отличающаяся тем, что только один из упомянутых первого и второго заземленных излучателей емкостным способом связан с упомянутым вторым проводником.

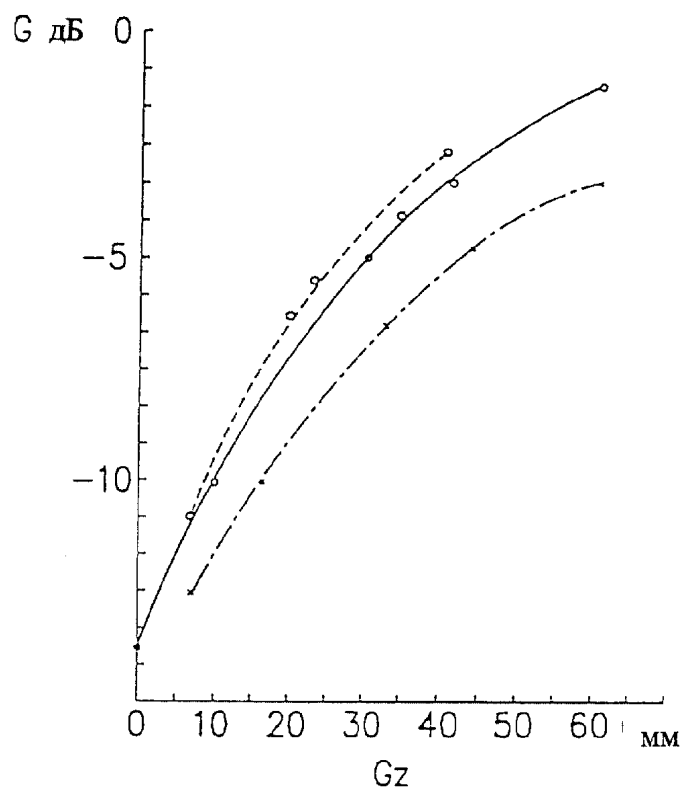
14. Антенна по п. 9, отличающаяся тем, что размеры антенны выбраны так, чтобы обеспечивать возможность использования антенны во взаимосвязи с переносным портативным устройством радиосвязи.



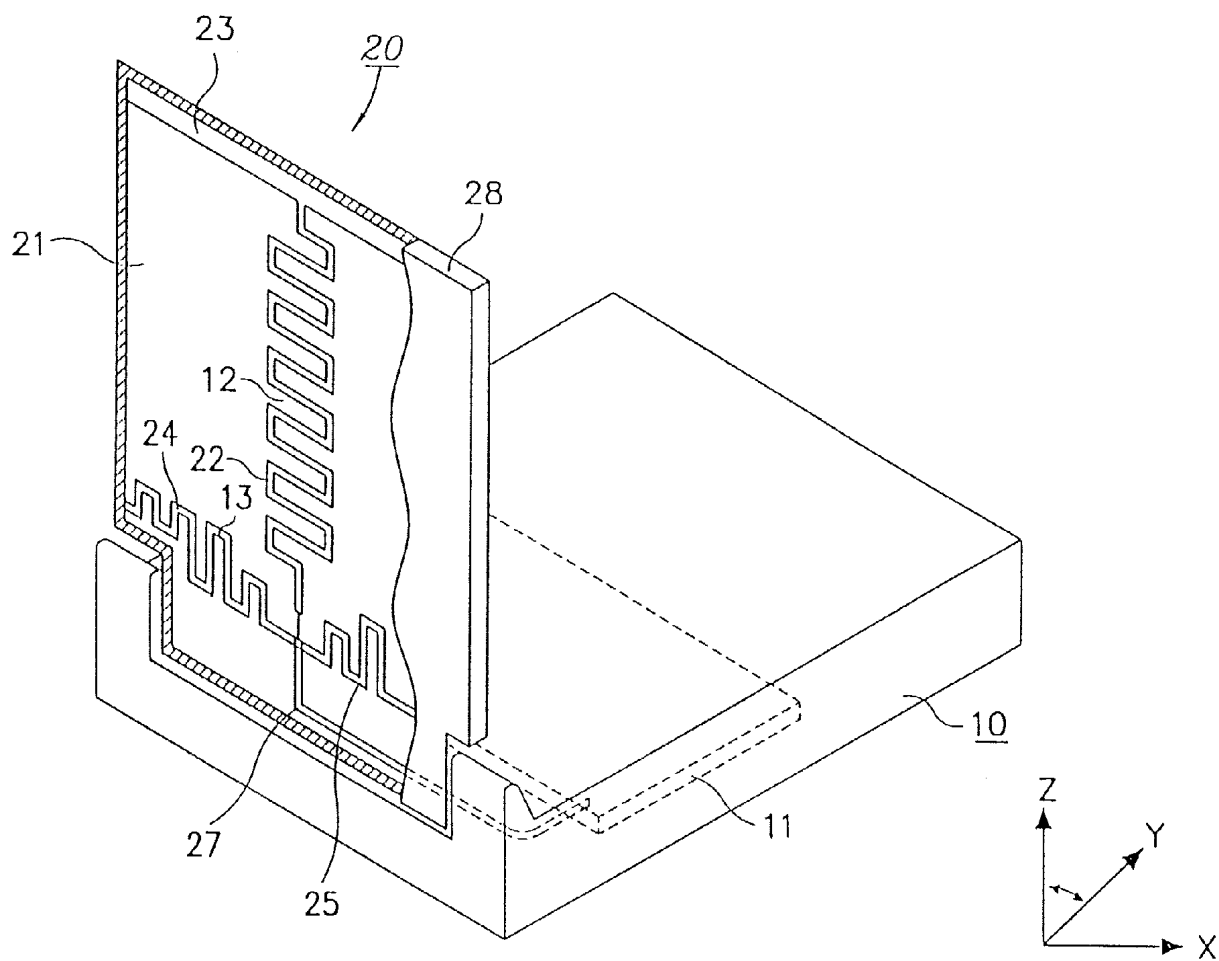
Фиг. 2



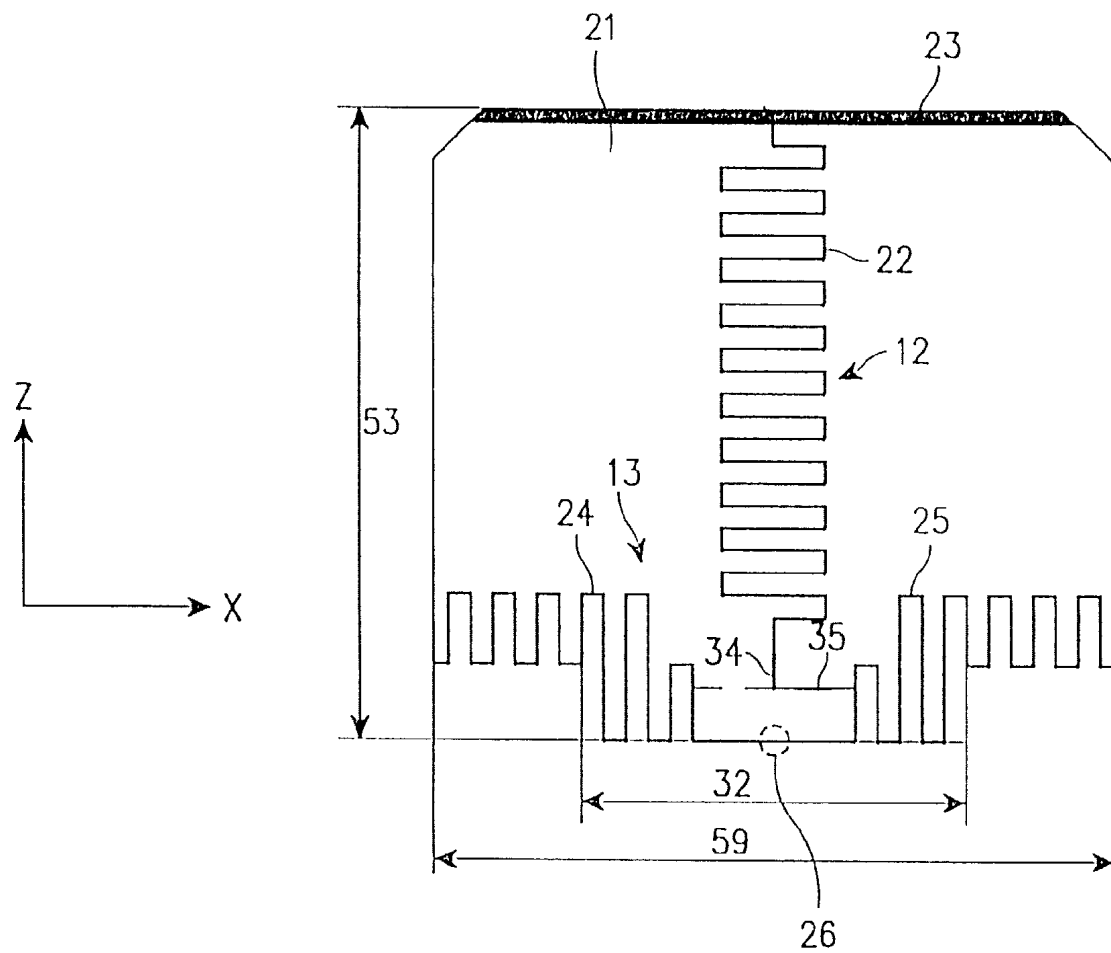
Фиг. 3



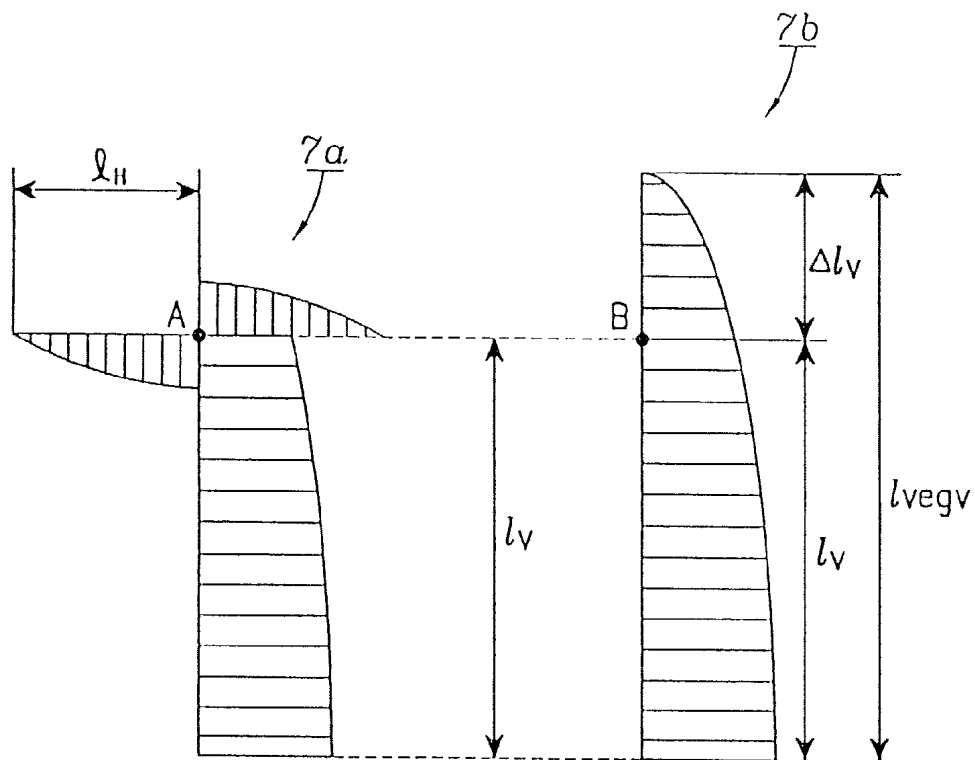
Фиг. 4



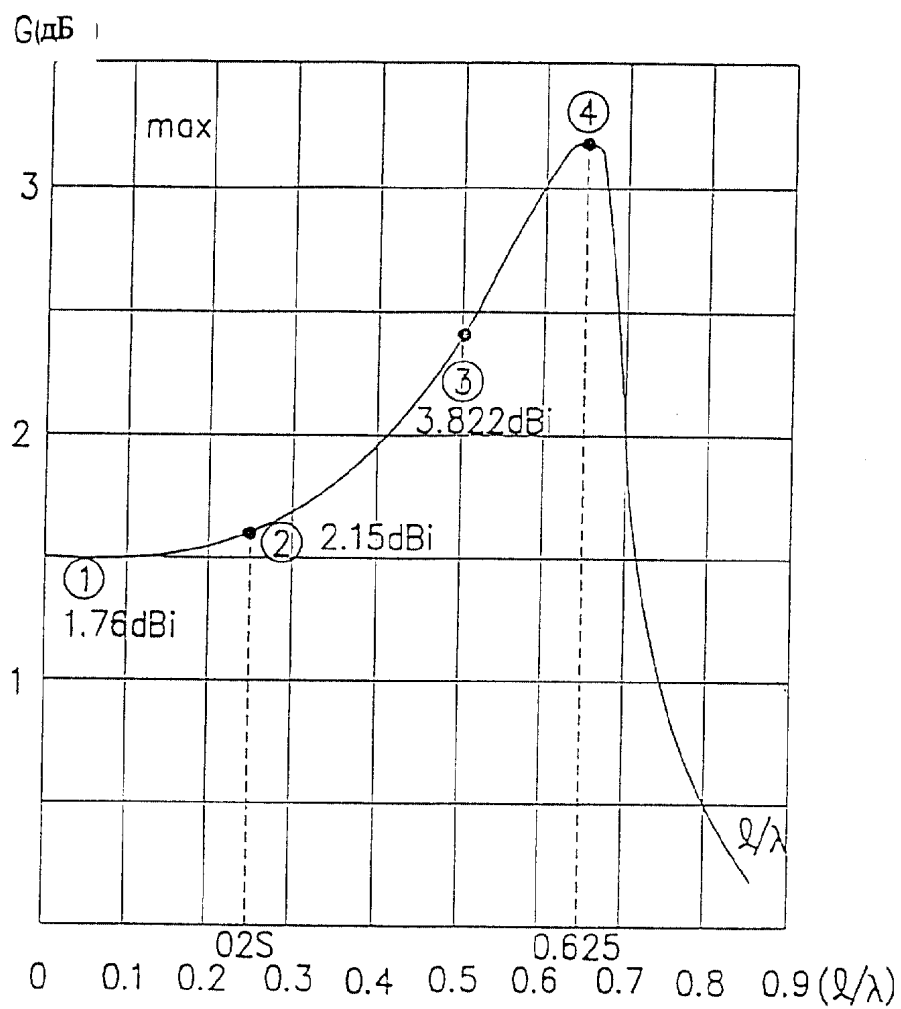
Фиг. 5



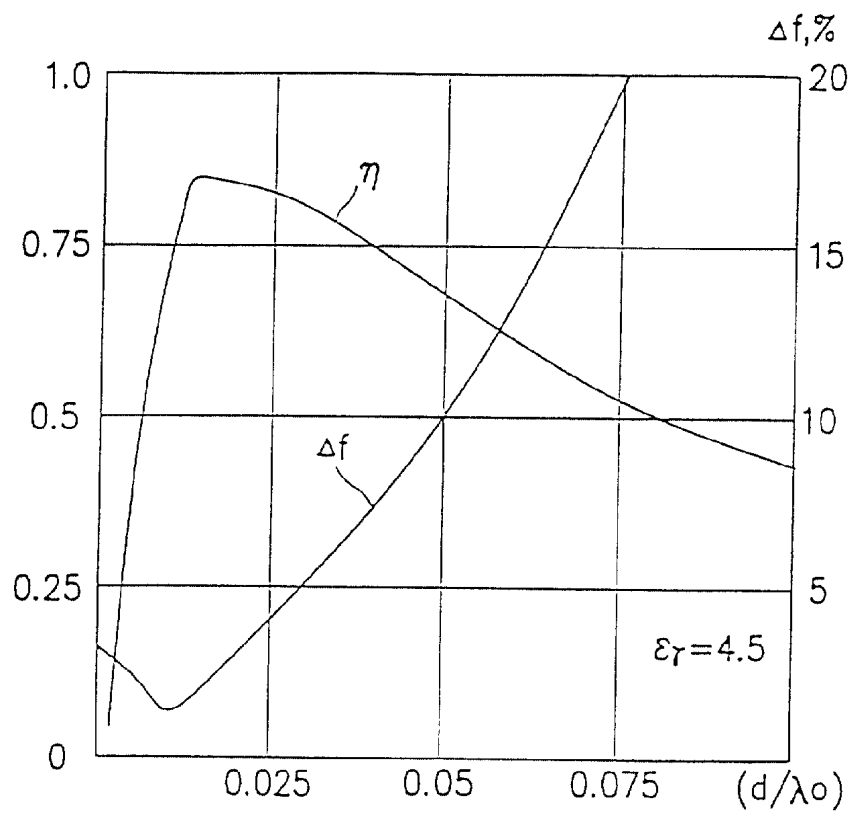
Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9