



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 172 004** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) МПК⁷ **G 01 V 3/00**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

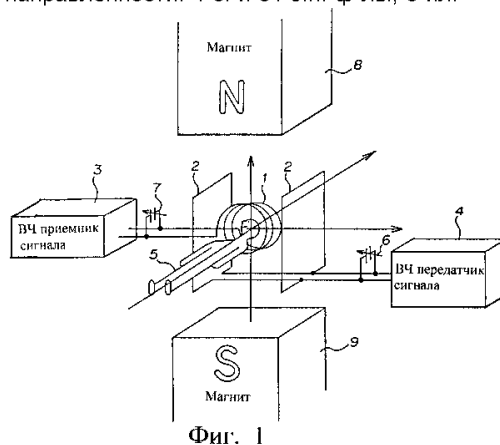
(21), (22) Заявка: 99100048/28, 29.05.1997
(24) Дата начала действия патента: 29.05.1997
(30) Приоритет: 03.06.1996 US 08/656,766
13.01.1997 US 08/782,592
(46) Дата публикации: 10.08.2001
(56) Ссылки: US 5510714 A, 23.04.1996. GB 2174814
A, 12.11.1986. SU 1728748 A1, 23.04.1992.
(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную
фазу: 05.01.1999
(86) Заявка РСТ:
US 97/09420 (29.05.1997)
(87) Публикация РСТ:
WO 97/46895 (11.12.1997)
(98) Адрес для переписки:
150000, г. Ярославль, ул. Республиканская
39/20, кв.16, Ключевой Т.В.

(71) Заявитель:
РОЗНИТСКИЙ Самуил (US)
(72) Изобретатель: РОЗНИТСКИЙ Самуил (US)
(73) Патентообладатель:
РОЗНИТСКИЙ Самуил (US)
(74) Патентный поверенный:
Ключева Татьяна Васильевна

(54) АНТЕННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ АППАРАТОВ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ И
ЯДЕРНО-МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНЫХ АППАРАТОВ

(57)
Группа изобретений относится к области магнитно-резонансной техники и может быть использована в ЯМР и МРИ аппаратах. Антенная система содержит первый и второй электромагнитно связанные резонансные контура. Первый контур содержит первую катушку индуктивности 16, создающую первый вектор потока электромагнитного поля. Второй контур содержит вторую катушку индуктивности 17, создающую второй вектор потока электромагнитного поля. Первый вектор потока электромагнитного поля содержит составляющую, параллельную второму вектору. Система переключателей 18,19 связана с этими первым и вторым контурами. Эта система переключателей имеет первую переключаемую позицию для подсоединения первого контура к выходу передатчика ВЧ сигнала и для предотвращения попадания сигнала со второго контура на вход приемника ВЧ сигнала, и вторую переключаемую позицию, позволяющую попадание ВЧ сигнала со второго контура на вход приемника сигнала, и

для рассоединения первого контура от выхода передатчика сигнала. Техническим результатом группы изобретений является создание единой антенны, перекрывающей объект своим излучением, и создание антенны невысокого уровня энергии передачи, являющейся небольшой по размеру с возможностью различной направленности. 4 с. и 31 з.п. ф-лы, 5 ил.





(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 172 004** ⁽¹³⁾ **C2**
 (51) Int. Cl.⁷ **G 01 V 3/00**

RUSSIAN AGENCY
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 99100048/28, 29.05.1997
 (24) Effective date for property rights: 29.05.1997
 (30) Priority: 03.06.1996 US 08/656,766
 13.01.1997 US 08/782,592
 (46) Date of publication: 10.08.2001
 (85) Commencement of national phase: 05.01.1999
 (86) PCT application:
 US 97/09420 (29.05.1997)
 (87) PCT publication:
 WO 97/46895 (11.12.1997)
 (98) Mail address:
 150000, g. Jaroslavl', ul. Respublikanskaja
 39/20, kv.16, Kljuevoj T.V.

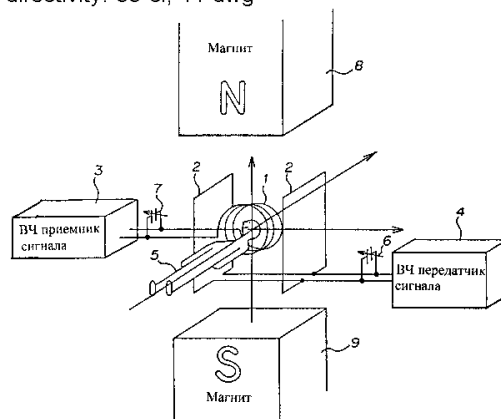
(71) Applicant:
 ROZNITSKIJ Samuil (US)
 (72) Inventor: ROZNITSKIJ Samuil (US)
 (73) Proprietor:
 ROZNITSKIJ Samuil (US)
 (74) Representative:
 Kljueva Tat'jana Vasil'evna

(54) **ANTENNA SYSTEM FOR APPARATUSES OF MAGNETORESONANCE IMAGE AND NUCLEAR MAGNETORESONANCE APPARATUSES**

(57) Abstract:

FIELD: magnetoresonance engineering.
 SUBSTANCE: the antenna system has the first and second electromagnetically coupled resonance circuits. The first circuit has the first inductance coil (16) producing the first vector of flux of the electromagnetic field. The second circuit has the second inductance coil (17) producing the second vector of flux of the electromagnetic field. The first vector of flux contains a component that is parallel to the second vector. The system of selector switches (18,19) is coupled to these first and second circuits. This system of selector switches has the first position for connection of the first circuit to the output of the microwave signal transmitter and for prevention of application of signal from the second circuit to the input of the receiver of the microwave signal and the second position providing for application of the microwave signal from the second circuit to the input

of the signal receiver, and for disconnection of the first circuit from the output of the signal transmitter. EFFECT: produced a single antenna overlapping the object by its emittance, and antenna small dimensions with ability of various directivity. 35 cl., 11 dwg



RU 2 1 7 2 0 0 4 C 2

RU 2 1 7 2 0 0 4 C 2

Предметом настоящего изобретения являются передающая и приемная антенны, применяемые в аппаратах ядерно-магнитного резонанса (ЯМР) и аппаратах магнитно-резонансного изображения (МРИ) для получения спектра или изображения изучаемого предмета или тела.

2. ОПИСАНИЕ ИЗВЕСТНОГО УРОВНЯ ТЕХНИКИ.

Ядерно-магнитный резонанс (ЯМР) - это результат воздействия вращающегося или переключаемого резонансного магнитного поля, направленного под прямым углом к статическому полю, для нарушения исходной ориентации ядерных магнитных моментов.

Магнитно-резонансное изображение (МРИ) является развитием ядерно-магнитно-резонансной техники для получения диагностических послойных изображений таких объектов как тело человека или животного.

Пациент или исследуемый объект помещается в сильное магнитное поле. Это магнитное поле вызывает результирующую намагниченность атомных ядер в объекте. Короткий высокочастотный импульс (ВЧ импульс) прикладывается на Ларморовой частоте к атомным ядрам в состоянии прецессии, которые в ответ на этот импульс, в свою очередь, излучают ВЧ сигнал той же частоты. Этот сигнал улавливается и дает "отпечаток" состояния окружающей среды изучаемых атомов. Эта информация одномерная, но преобразуется в двухмерное анатомическое изображение с помощью наложения градиента на исходное магнитное поле, в результате чего происходит частотная модуляция испускаемого ВЧ сигнала. Серия таких замеров анализируется компьютером для генерирования изображения.

В ЯМР аппаратах, так же как и в аппаратах МРИ, сильное магнитное поле располагает атомы объекта вдоль силовых линий магнитного поля. Высокочастотное поле, создаваемое с помощью передающей антенны (передающего контура), приводит атомные ядра в более высокое энергетическое состояние. Принимающая антенна (приемный контур) перехватывает сигнал, излучаемый объектом (пациентом) за счет прецессии его атомов при возврате атомных ядер из более высокого энергетического состояния к нормальному.

Условия эффективного поглощения энергии требуют, чтобы высокочастотные поля излучающей (передающей) и приемной антенн были ортогональны постоянному (статическому) магнитному полю. Аналогичные условия (минимального) взаимодействия между передающей и приемной антеннами для уменьшения взаимных искажений их ВЧ полей и для предотвращения попадания энергии высокого уровня, излучаемой передатчиком в приемник, требуют, чтобы ВЧ поля передатчика и приемника были ортогональны, даже если передача и прием не совпадают по времени. Приемлемое время переключения между этими двумя операциями составляет порядка 10 микросекунд.

Как показано на фиг. 1, представляющей один из существующих аналогов, высокочастотный (ВЧ) передатчик 4 создает сигнал на передающей антенне 2. Этот сигнал

поглощается изучаемым телом или объектом (пациентом) 5. Изучаемое тело или объект впоследствии излучают поглощенную энергию, и она принимается приемной антенной 1, и поступает в ВЧ приемник 3. Изучаемый и сканируемый объект (тело) 5 находится в электромагнитном поле двух антенн: приемной 1 и передающей 2. Каждая из этих антенн 1 и 2 оптимизируется индивидуально для выполнения своих функций и настраивается с помощью конденсаторов переменной емкости 6 или 7 соответственно. Обычно габариты одиночной зафиксированной в пространстве передающей антенны 2 должны быть такими, чтобы охватить значительную часть тела пациента или объект 5, которые предназначены для сканирования. Сравнительно меньшие по размерам приемные антенны 1, предназначенные для различных частей тела, присоединяются к аппарату и используются отдельно. Магнитные полюса 8 и 9 показаны расположенными соответственно выше и ниже пациента (или объекта 5).

Вследствие ортогонального и пространственно разнесенного расположения передающей 2 и приемной 1 антенн между ними образуется незначительное электромагнитное взаимодействие, что способствует слабому искажению поля и позволяет использовать быструю и эффективную настройку приемной антенны. Для передающей антенны 2 в настоящее время не известно применение управляемых полупроводниковых электронных регулирующих устройств, которые могли бы выдержать высокий уровень излучаемой энергии, и поэтому применяется ручная настройка с помощью конденсатора переменной емкости 6.

Другое ограничение существующих аппаратов состоит в том, что расстояние между магнитными полюсами 8 и 9 должно быть достаточно велико, чтобы принять обе антенны 1 и 2. Это не всегда возможно, или значительно увеличивает стоимость.

Устройства такого типа описаны, например, в патентах США N N 4926126; 4975644; 5144244 и 5256972, полные тексты которых введены в настоящее описание как референсы (ссылки).

Фиг. 2 представляет другой тип устройств-аналогов, использующих всего одну антенну 10, которая альтернативно переключается с излучения на прием с помощью переключателя 14 между ВЧ передатчиком (излучателем) сигнала и ВЧ приемником сигнала.

Антенна 10 настраивается с помощью конденсатора 11 переменной емкости.

В антенне, показанной на фиг. 2, уровень энергии, требуемой для передачи, существенно ниже по сравнению с примером по фиг. 1. Положение антенны 10 в пространстве не ограничено одним направлением, она является многонаправленной. Антенна 10 ограничена также расстояниями между полюсами 8,9 магнита в гораздо меньшей мере. Такого типа устройства-аналоги описаны в патентах США N 4901022 и 5166617, полные тексты которых введены в настоящее описание как референсы (ссылки).

Однако даже если энергия облучения в

примере по фиг. 2 ниже по сравнению с примером по фиг. 1, она все же достаточно велика, чтобы предотвратить применение обычной электронной частотной настройки.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ СУТИ ИЗОБРЕТЕНИЯ.

Предметом настоящего изобретения является создание уникального антенного контура для использования в ЯМР и МРИ аппаратах, где единая антенна, состоящая из множества взаимодействующих индуктивных контуров, способна переключать сканируемое тело (объект) своим излучаемым и принимаемым ВЧ полями.

Другим предметом является создание антенны, настраиваемой на частоту с помощью варактора (электронно управляемого конденсатора переменной емкости), требующей невысокого уровня энергии передачи, являющейся небольшой по размеру, имеющей возможность различной направленности и обладающей высокой чувствительностью при приеме.

Согласно изобретению антенная система содержит не менее двух электромагнитно связанных резонансных контура.

Индуктивность в каждом резонансном контуре включают катушку, создающую высокочастотное поле (ВЧ), которое полностью или частично охватывает исследуемый объект (тело). Комбинированное ВЧ поле, являющееся результатом взаимодействия между резонансными контурами, возбуждает атомы исследуемого объекта и затем перехватывает сигналы, испускаемые этими атомами, когда они излучают сигнал, возвращаясь в исходное состояние из более высокого энергетического состояния.

Так как близко расположенные катушки обычно имеют уровень электромагнитного взаимодействия, не превышающий нескольких процентов, этот уровень взаимодействия ведет к амплитудно-частотной кривой комбинированного резонансного контура, которая аппроксимирует перемножение отдельных амплитудно-частотных характеристик каждого резонансного контура. Это, в свою очередь, ведет к более высокой избирательности и чувствительности антенны при приеме по сравнению с одноконтурной приемной антенной.

Один из резонансных контуров подключен к передатчику через первый переключатель, который в его закрытой позиции пропускает излучаемую мощность к антенне во время передаточного ВЧ импульса. Другой резонансный контур присоединен к приемнику. Этот второй резонансный контур включает в себя настраиваемый варактор и второй переключатель. Второй переключатель шунтирует (закорачивает) во время приема часть резонансного контура, которая включает в себя варактор и вход приемника, тем самым защищая их от избыточной энергии во время передачи. Комбинированная резонансная частота антенны во время передачи контролируется переменной емкостью в первом контуре.

Во время приема оба переключателя открыты, тем самым обеспечивая отключение передатчика (излучателя) от антенны, в то время как вход приемника подготовлен к приему сигнала, и варактор используется для

настройки комбинированной резонансной частоты.

Так как антенная система расположена очень близко к исследуемому объекту, требуемый уровень энергии облучения является минимальным.

Используя омическое сопротивление на передающей стороне первого переключателя, ширина полосы частот антенны при передаче может быть искусственно расширена, делая антенну нечувствительной к изменениям нагрузки за счет незначительного повышения мощности излучения. Таким образом, на ширину полосы частот (площадь усиления) приемника это не влияет, и приемник остается со своими первоначально высокими селективными свойствами.

Первый и второй переключатели легко выполнить путем использования пары встречно соединенных диодов для каждого соединения. Приложение передающей энергии заставляет диоды проводить, эффективно закорачивая их (т.е. эффективно закрывая переключатель), и позволяя передачу энергии.

Снятие энергии передатчика приводит диоды обратно в высокоимпедансное непроводимое состояние (т.е. ключ открыт).

Антенна может быть расположена в разных направлениях в ЯМР или МРИ аппаратах до тех пор пока ее электростатическая ось остается перпендикулярной статическому магнитному полю. Эта особенность привлекательна при использовании антенны для обследования ортопедической кинематики.

Антенная система по настоящему изобретению полностью безопасна. Недопустимо высокий уровень ВЧ энергии (мощности) исключается вследствие использования низкого уровня потребляемой энергии, а также в результате автоматического ухода с настройки (частотной расстройки) антенны в случае повреждения одного или нескольких составляющих.

Каждый, разбирающийся в данной области техники, поймет, что принципы, представленные здесь, позволяют исполнению антенны различными путями, которые зависят от конкретного применения и специфических требований, таких как Ларморова частота, исследуемый объект или тело, направление магнитного поля. Ясно также, что множество компонентов может быть использовано взамен описанных, например любой тип конденсатора переменной емкости может быть использован вместо варактора, несколько емкостей может быть использовано вместо одиночной емкости, (то же самое относится и к варактору), электронно-управляемый переключатель может быть использован вместо пары встречносоединенных диодов. Вследствие того, что уровень излучаемой энергии низок и легко доступен, ширина полосы частот антенны при передаче может быть существенно расширена, что означает широкий спектр частот, и система редко требует настройку на передающую частоту.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

На фиг. 1 схематично представлен известный ядерно-магнитно-резонансный аппарат (ЯМР) или аппарат магнитно-резонансного изображения (МРИ), в

котором применены отдельные приемная и передающая антенные системы.

На фиг. 2 схематично представлены ЯМР или МРИ аппараты, имеющие одну антенную систему.

На фиг. 3 представлена электросхема антенной системы по настоящему изобретению.

На фиг. 3А представлена часть схемы, показывающая модификацию фиг. 3.

На фиг. 3В и 3С представлены части схемы фиг. 3, где переключатели фиг. 3 заменены на диодные переключатели.

На фиг. 4 представлена пространственная схема антенной системы фиг. 3.

На фиг. 5А-5D показаны модификации приемной части антенной системы по настоящему изобретению.

ДЕТАЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Устройство по настоящему изобретению, представленное на фиг. 3 и 4, содержит антенну 15, которая позволяет электронную частотную настройку и требует низкий уровень энергии излучения. Эта антенна имеет высокую чувствительность при приеме, полностью безопасна, невелика по размеру и имеет возможность ориентации во многих направлениях. Для упрощения иллюстрации на фиг. 3 не показаны магниты (показанные на фиг. 1,2) для получения статического магнитного поля.

Антенна 15 содержит не менее двух электромагнитно связанных резонансных контура 27,28. Индукционные катушки 16,17 в каждом из резонансных контуров 27,28 создают высокочастотное (ВЧ) поле, охватывающее исследуемый объект (не показан, но см. фиг. 1). Электромагнитное взаимодействие 24 между резонансными контурами 27,28 создает общее ВЧ магнитное поле, которое возбуждает атомы в полном объеме, интересующем исследователя, а также поле, которое перехватывает (выделяет) сигнал, испускаемый этими атомами, когда они возвращается с повышенного энергетического состояния.

Первый резонансный контур 27 содержит первую переменную емкость 23, изменение емкости которой вызывает смещение в резонансной частоте первого резонансного контура 27 и, соответственно, резонансной частоты объединенных контуров 27,28. Первая емкость 23 соединена в параллель к первой индукционной катушке 16. Резонансный контур 27, содержащий первую индукционную катушку 16 и первую емкость 23, соединен через переключатель 18 к источнику ВЧ излучения 20. Переключатель 18 показан на фиг. 3 и 4 схематично для упрощения описания как механический ключ, в предпочтительном исполнении это электронный переключатель, как будет описано ниже. Переключатель 18 находится в закрытом положении, когда излучаемая ВЧ энергия поступает к антенне 15, позволяя излучаемой энергии возбуждать атомы исследуемого объекта. В другое время переключатель 18 открыт, как показано на фиг. 3,4.

Второй резонансный контур 28 содержит вторую индуктивную катушку 17, последовательно соединенную с варактором 22, который работает как переменная емкость, вспомогательную индуктивность 26, и постоянную вторую емкость 25, которая,

если требуется, может быть выполнена и переменной (подстроечной). Изменение емкости варактора 22 вызывает изменение резонансной частоты комбинированного резонансного контура (состоящего из контуров 27,28). Приемник 21 принимает сигнал, испускаемый атомами исследуемого тела (объекта, пациента), будучи присоединен ко второму резонансному контуру 28 в параллель с варактором 22. Переключатель 19 введен для закорачивания вспомогательной индуктивности 26, варактора 22 и приемника 21. Переключатель 19 работает синхронно с переключателем 18. Оба переключателя 18 и 19 закрыты, когда излучаемая ВЧ энергия передатчика подается, и оба они открыты в других режимах, как показано на фиг. 3. Переключатель 19 показан на фиг. 3 и 4 схематично для упрощения описания как механический ключ, в предпочтительном исполнении это электронный переключатель, как будет описано ниже.

Когда переключатель 19 закрыт, второй резонансный контур трансформируется, чтобы эффективно иметь два элемента: вторую катушку индуктивности 17 и вторую емкость 25, и резонансная частота второго контура такова, что комбинированная резонансная частота антенны 15 соответствует частоте излучателя ВЧ энергии 20, которая является Ларморовой частотой исследуемого объекта. Необходимая настройка проводится с помощью изменения емкости элементов 23 и/или 25. ВЧ энергия таким образом от передатчика 20 поступает в исследуемый объект.

В то же самое время, в период излучения, переключатель 19, находящийся в закрытом положении, предохраняет варактор 22 и приемник 21 от принятия энергии высокого уровня и, тем самым, от их возможного повреждения.

При приеме, когда оба переключателя 18, 19 открыты, источник ВЧ энергии отключен от антенны 15. Емкость варактора 22 является частью второго резонансного контура 28 и служит для нахождения комбинированной резонансной частоты объединенных резонансных контуров 27 и 28, которая соответствует Ларморовой частоте атомов исследуемого объекта, возвращающихся в исходное энергетическое состояние. Сигнал со второго резонансного контура 28 поступает в приемник 21. Индуктивность вспомогательной индуктивности 26 выбирается такой, чтобы обеспечивать диапазон резонансных частот при различных изменениях второго контура 28. Второй резонансный контур 28 может также быть использован в состоянии расстройки во время передачи. Это возможно, если пространственное положение второй индуктивной катушки 17 и ее взаимодействие с первым резонансным контуром таково, что излучаемый электромагнитный поток сохраняет свою правильную форму и перекрытие.

Как объясняется ниже (см. фиг. 5А-D), в этом случае возможно отсутствие в схеме или вспомогательной индуктивности 26, или ее и емкости 25, также как и другие модификации второго резонансного контура 28. Первая и вторая катушки индуктивности 16 и 17 расположены в антенне 15 в

непосредственной близости одна от другой и, таким образом, они имеют уровень электромагнитного взаимодействия около нескольких процентов. Этот низкий уровень взаимодействия ведет к тому, что частотная характеристика комбинированных резонансных контуров 27,28 аппроксимирует перемножение амплитудно-частотных характеристик контуров 27 и 28. Результатом является более высокая селективность и чувствительность антенны 15 в сравнении с антенной, имеющей только один резонансный контур.

Варактор 22 обеспечивает точную и быструю настройку антенны 15 при приеме, что существенно для оптимального выделения сигнала из окружающего шума в условиях непостоянной нагрузки.

При передаче антенна 15 может быть выполнена нечувствительной к колебаниям нагрузки благодаря использованию омического сопротивления R (предпочтительно менее 1 ом, см. фиг. 3А) на передающей стороне первого переключателя 18, которое эффективно расширяет диапазон рабочих частот объединенных контуров.

Непоказанная часть фиг. 3А та же, что и на фиг. 3. Такой подход, показанный на фиг. 3А, позволяет избежать необходимости поднастройки антенны при смене исследуемого объекта исследования (пациента) за счет слегка повышенной ВЧ энергии излучения. Это увеличение незначительно для большинства применений, т.к. требуемая начальная величина излучаемой ВЧ энергии невелика в связи с близостью антенны 15 к исследуемому объекту. При этом при приеме антенна 15 сохраняет свойства высокой селективности. Последовательно соединенное сопротивление R на фиг. 3А может быть заменено сопротивлением, расположенным в параллель с выходом ВЧ передатчика 20 для достижения аналогичного результата. В этом случае величина такого параллельного сопротивления должна быть большой.

Антенна 15 может быть расположена под различными углами до тех пор, пока ее электрическая ось остается перпендикулярной полю постоянного магнита. Отсюда следует, что такая антенна наиболее удобна для исследований, связанных с ортопедической кинематикой.

Антенна 15 по настоящему изобретению безопасна. Ненамеренный чрезмерный выброс ВЧ энергии в связи с выходом из строя одного или нескольких компонентов исключен. Т.к. два резонансных контура 27,28 взаимодействуют для получения эффекта настройки, если один из составляющих компонентов выйдет из строя, вся система расстроится, и излучаемая мощность упадет, что предотвратит травмы исследуемого объекта (или субъекта) во время исследования. Антенна также имеет низкое исходное энергопотребление, что делает антенную систему еще более безопасной.

Фиг. 3В показывает простое выполнение переключателя 18 как пары встречно соединенных диодов и фиг. 3С показывает простое выполнение переключателя 19 как пары встречно соединенных диодов. Такие диодные переключатели описаны, например, в патенте США N 4975644 (фиг. 8).

Могут применяться другие электронные

переключатели (см, например, патент США N 5144244). В работе диодные устройства, изображенные на фиг. 3В и 3С, работают автоматически. Таким образом, когда передатчик включен, чтобы передать ВЧ сигнал, высокая энергия излучается передатчиком во время положительного полупериода ВЧ сигнала, открывая диод в прямом направлении, а диод, соединенный в противоположном направлении, не проводит. Во время отрицательного полупериода диод, соединенный в противоположном направлении, проводит ток, а диод, соединенный в прямом направлении, ток не проводит. Каждая пара диодов работает в аналогичном виде. Когда передатчик 20 выключен, уровень остаточных сигналов в системе недостаточен для стимуляции диодов в проводящее состояние (для открытия р-н переходов). Тем самым передатчик 20 эффективно изолирован от резонансного контура, когда передатчик выключен. Аналогично на приемной стороне, когда передатчик 20 включен, ВЧ сигнал, проходящий через диоды на фиг. 3С, существенно велик, чтобы заставить диоды проводить (во время положительного и отрицательного полупериодов, соответственно) и, тем самым, эффективно закорачивать вход приемника 21. Когда передатчик 20 выключен, сигналы, проходящие по контуру, сравнительно невелики и диоды 19 не включаются даже в прямом направлении, тем самым оставляя контур открытым, что позволяет ВЧ сигналу поступить в приемник 21. Если требуется более высокий порог переключения, две или более серии соединенных диодов могут быть применены взамен каждого из показанных на фиг. 3В и 3С, например, как показано на фиг. 8 патента США N 4975644.

Каждый из специалистов в данной области техники поймет, что потенциальные возможности осуществления изобретения являются многочисленными. Ларморова частота, природа исследуемого объекта и ориентация магнитного поля будут определять специфический вид антенны, ее размеры и ее компоненты. Должно быть совершенно ясно также, что множество аналогичных компонентов может быть использовано взамен описанных выше. Например, как упоминалось выше, пара параллельных и встречно соединенных диодов (или других электронных переключающих устройств) может быть применена взамен каждого из переключателей 18 и 19, несколько емкостей, включая паразитную емкость, могут быть использованы вместо любой одиночной емкости, и любой тип и число переменных емкостей могут использоваться вместо варактора 22. Необходимо также принимать во внимание паразитные реактивности и согласование сопротивлений по отношению к передатчику 20 и приемнику 21.

Предполагается, что контура согласования сопротивлений являются составной частью ВЧ передатчика сигнала 20 и ВЧ приемника сигнала 21 соответственно. Система может быть спроектирована так, что: (I) во время излучения (передачи) резонансный контур 28 настраивался на частоту передатчика, или (II) во время передачи резонансный контур 28 был расстроен по отношению к

соответствующей частоте передатчика. Условия (1) или (II) показаны на фиг. 5A-5D. В каждом случае переключатель 19 закрыт во время передачи. На фиг. 5A и 5D условия (1) и (II) определяются величиной компонентов, входящих в контур. На фиг. 5A переключатель 19", который соединен последовательно с индуктивностью 26", закрыт (во время положительного и отрицательного полуволн) во время передачи, благодаря высокому уровню передаваемой энергии. На фиг. 5A-5D показана только приемная сторона контура.

Передающая часть - такая же, как было описано ранее при рассмотрении фиг. 3 и/или 4 (и/или их модификаций на фиг. 3A и 3B).

Очевидно, что настоящее описание приведено лишь в качестве иллюстрации идеи и не ограничивает реальное воплощение изобретения. Внесение различных модификаций и изменений не означает отклонения от смысла и сферы настоящего изобретения.

Формула изобретения:

1. Антенная система для аппаратов ядерно-магнитного резонанса или для аппаратов магнитно-резонансного изображения, которые включают в себя передатчик высокочастотного сигнала и приемник высокочастотного сигнала, эта антенная система содержит по крайней мере, первый и второй электромагнитно связанные контура, первый контур содержит первую катушку индуктивности, создающую первый вектор потока электромагнитного поля, второй контур содержит вторую катушку индуктивности, создающую второй вектор потока электромагнитного поля, первая и вторая катушки индуктивности электромагнитно связаны так, что первый вектор потока электромагнитного поля содержит составляющую, взаимодействующую со вторым вектором потока, и систему переключения, связанную с первым и вторым контурами, система переключения имеет первую переключаемую позицию для подсоединения первого контура к выходу высокочастотного передатчика и для предотвращения попадания повреждающего уровня сигнала со второго контура на вход приемника высокочастотного сигнала, и вторую переключаемую позицию, позволяющую попадание сигнала со второго контура на вход приемника высокочастотного сигнала, и для рассоединения первого контура от выхода высокочастотного передатчика и, где указанная антенная система производит поток электромагнитного поля, охватывающий исследуемый объект, этот поток электромагнитного поля используется для облучения исследуемого объекта, когда система переключения находится в первой переключаемой позиции и поток электромагнитного поля, производимый сигналом, испускаемым атомами исследуемого объекта, возвращающимися в исходное энергетическое состояние, принимается этими электромагнитно связанными контурами и подается на высокочастотный приемник через второй контур, когда система переключения находится во второй переключаемой позиции.

2. Антенная система по п.1, где первый контур содержит, по крайней мере, первую емкость, соединенную в параллель с первой

катушкой индуктивности, и образует совместно с этой первой катушкой первый контур, по крайней мере, эта первая емкость используется для частотной настройки антенной системы, по крайней мере, во время передачи, и переключающая система включает в себя, по крайней мере, один первый переключаемый элемент, подсоединяющий первый контур к выходу высокочастотного передатчика в первой переключаемой позиции и отсоединяющий первый контур от выхода передатчика во второй переключаемой позиции.

3. Антенная система по п.2, где первая емкость содержит переменный конденсатор.

4. Антенная система по п.2, где второй контур содержит элемент переменной емкости, подсоединенный для частотной настройки антенны, вторую емкость и вспомогательную индуктивность для приблизительного согласования с импедансом второй емкости, вторая емкость, элемент переменной емкости и вспомогательная индуктивность соединены между собой и со второй катушкой индуктивности, переключающая система включает в себя второй переключающий элемент, подсоединенный для избирательного отключения, по крайней мере, элемента переменной емкости и входа высокочастотного приемника и их электрического удаления из контура в первой переключаемой позиции, второй переключающий элемент является электрически открытым и не имеющим электрического эффекта во второй переключаемой позиции.

5. Антенная система по п.4, где элемент переменной емкости содержит, по крайней мере, один варактор.

6. Антенная система по п. 4, где первая емкость содержит переменный конденсатор.

7. Антенная система по п.1, где второй контур содержит элемент переменной емкости, подсоединенный для частотной настройки антенны, вторую емкость и вспомогательную индуктивность для приблизительного согласования с импедансом второй емкости, вторая емкость, элемент переменной емкости и вспомогательная индуктивность соединены между собой и со второй катушкой индуктивности, переключающая система включает в себя второй переключающий элемент, подсоединенный для избирательного отключения, по крайней мере, элемента переменной емкости и входа высокочастотного приемника и их электрического удаления из второго контура в первой переключаемой позиции, второй переключающий элемент является электрически открытым и не имеющим электрического эффекта во второй переключаемой позиции.

8. Антенная система по п.7, где элемент переменной емкости содержит, по крайней мере, один варактор.

9. Антенная система по п.7, где первый контур содержит емкостной элемент, соединенный с первой катушкой индуктивности.

10. Антенная система по п.7, где указанные вторая емкость, элемент переменной емкости и вспомогательная индуктивность соединены между собой в

последовательное соединение.

11. Антенная система по п.10, где это последовательное соединение последовательно соединено со второй катушкой индуктивности.

12. Антенная система по п.7, где вспомогательная индуктивность соединена последовательно с переключающим механизмом, соединение, в свою очередь, соединено в параллель со второй емкостью.

13. Антенная система по п.1, где система переключения содержит по крайней мере, первую пару параллельно соединенных диодов противоположной полярности, подсоединенных к выходу высокочастотного передатчика, и по крайней мере вторую пару параллельно соединенных диодов противоположной полярности, подсоединенных поперек входа высокочастотного приемника сигнала.

14. Антенная система по п.1, дополнительно содержащая сопротивление, подсоединенное к выходу высокочастотного передатчика.

15. Антенная система по п.1, где второй контур содержит элемент переменной емкости, подсоединенный для частотной настройки антенны, вторую емкость, эта вторая емкость и элемент переменной емкости соединены между собой и со второй катушкой индуктивности, переключающая система включает в себя второй переключающий элемент, подсоединенный для избирательного отключения, по крайней мере, элемента переменной емкости и входа высокочастотного приемника и их электрического удаления из второго контура в первой переключаемой позиции, второй переключающий элемент является электрически открытым и не имеющим электрического эффекта во второй переключаемой позиции.

16. Антенная система по п.15, где элемент переменной емкости содержит варактор.

17. Антенная система по п.15, где первый контур содержит емкостной элемент, соединенный с первой катушкой индуктивности.

18. Антенная система по п.1, где второй контур содержит элемент переменной емкости, подсоединенный для частотной настройки антенны, этот элемент переменной емкости подсоединен к второй катушке индуктивности, переключающая система включает в себя второй переключающий элемент, подсоединенный для избирательного отключения, по крайней мере, элемента переменной емкости и входа высокочастотного приемника и их электрического удаления из второго контура в первой переключающей позиции, этот второй переключающий элемент является электрически открытым и не имеющим электрического эффекта во второй переключающей позиции.

19. Антенная система по п.18, где элемент переменной емкости содержит варактор.

20. Антенная система по п.18, где первый контур содержит емкостной элемент, соединенный с первой катушкой индуктивности.

21. Способ работы антенной системы в аппаратах ядерно-магнитного резонанса или в аппаратах магнитно-резонансного изображения, которые включают в себя

передатчик высокочастотного (ВЧ) сигнала и приемник такого ВЧ сигнала, содержащий следующие операции: создание, по крайней мере, первого и второго электромагнитно связанных контуров; указанный первый контур содержит первую катушку индуктивности, создающую первый вектор потока электромагнитного поля; указанный второй контур содержит вторую катушку индуктивности, создающую второй вектор потока электромагнитного поля; обеспечение электромагнитной связи между контурами так, что первый вектор потока электромагнитного поля имел составляющую, взаимодействующую со вторым вектором потока электромагнитного поля; переключение первого и второго контуров с помощью системы переключения так, что когда указанная система переключения находится в первой переключаемой позиции, первый контур подсоединен к выходу передатчика, а вход приемника защищен от попадания повреждающего уровня сигнала со второго контура, и когда система переключения находится во второй переключаемой позиции, высокочастотный сигнал из второго контура поступает на вход приемника, а первый контур рассоединен от выхода передатчика; указанная антенная система создает поток электромагнитного поля, охватывающий исследуемый объект, этот поток электромагнитного поля используется для облучения исследуемого объекта, когда система переключения находится в первой переключаемой позиции, и поток электромагнитного поля, производимый сигналом, испускаемым атомами изучаемого объекта при переходе атомов с более высокого энергетического уровня в исходное состояние, улавливается электромагнитно связанными катушками индуктивности и подается на приемник через второй контур, когда система переключения находится во второй переключаемой позиции.

22. Способ по п.21, где амплитудно-частотная характеристика и поток электромагнитного поля указанной антенной системы устанавливаются независимо и отдельно в первой и второй переключаемых позициях.

23. Способ по п.21, где антенная система устанавливается под любым углом, перпендикулярным статическому магнитному полю аппарата.

24. Способ по п.21, содержащий операцию сохранения настройки указанной антенной системы на Ларморову частоту объекта, когда система переключения находится в первой переключаемой позиции.

25. Способ по п.21, содержащий расстройку второго контура по отношению к Ларморовой частоте объекта, когда система переключения находится в первой переключаемой позиции.

26. Способ по п.21, где указанная антенная система настроена на Ларморову частоту объекта, когда система переключения находится во второй переключаемой позиции.

27. Антенная система для аппаратов ядерно-магнитного резонанса или для аппаратов магнитно-резонансного изображения, которые включают передатчик высокочастотного сигнала и приемник высокочастотного сигнала, антенная система содержит по крайней мере, один контур,

содержащий катушку индуктивности, создающую вектор потока электромагнитного поля; и систему переключения, связанную с этим, по крайней мере, одним контуром, эта система переключения имеет первую переключаемую позицию для подсоединения этого, по крайней мере, одного контура к выходу передатчика высокочастотного сигнала и для предотвращения попадания повреждающего уровня сигнала от этого по крайней мере одного контура на вход приемника высокочастотного сигнала, и вторую переключаемую позицию, позволяющую попадание сигнала с этого, по крайней мере, одного контура на вход приемника высокочастотного сигнала, и для рассоединения этого, по крайней мере, одного контура от выхода передатчика высокочастотного сигнала; указанная антенная система производит поток электромагнитного поля, охватывающий исследуемый объект, этот поток электромагнитного поля используется для облучения исследуемого объекта, когда система переключения находится в первой переключаемой позиции; и поток электромагнитного поля, производимый сигналом, испускаемым атомами исследуемого объекта, возвращающимися в исходное энергетическое состояние, принимается этим, по крайней мере, одним контуром и подается на приемник высокочастотного сигнала, когда система переключателей находится во второй переключаемой позиции.

28. Антенная система по п.27, где этот, по крайней мере, один контур содержит, по крайней мере, первую емкость, соединенную в параллель с указанной катушкой индуктивности, и где, по крайней мере, эта первая емкость используется для частотной настройки антенной системы, по крайней мере, во время передачи, и переключающая система включает в себя, по крайней мере, один первый переключающий элемент, соединяющий этот, по крайней мере, один контур к выходу высокочастотного передатчика в первой переключаемой позиции и рассоединяющий этот контур от выхода передатчика во второй переключаемой позиции.

29. Антенная система по п.28, где первая емкость содержит элемент переменной емкости.

30. Антенная система по п.28, где этот, по крайней мере, один контур дополнительно содержит вторую емкость, эта вторая емкость содержит элемент переменной емкости, подсоединенный к катушке индуктивности для частотной настройки, по крайней мере, во время приема, когда эта система переключения находится во второй переключаемой позиции; эта переключающая система включает в себя второй переключающий элемент, подсоединенный для избирательного отключения, по крайней

мере, элемента переменной емкости и входа высокочастотного приемника, и их электрического удаления из этого, по крайней мере, одного контура, когда переключающая система находится в первой переключаемой позиции, и этот второй переключающий элемент является электрически открытым и не имеющим электрического эффекта, когда переключающая система во второй переключаемой позиции.

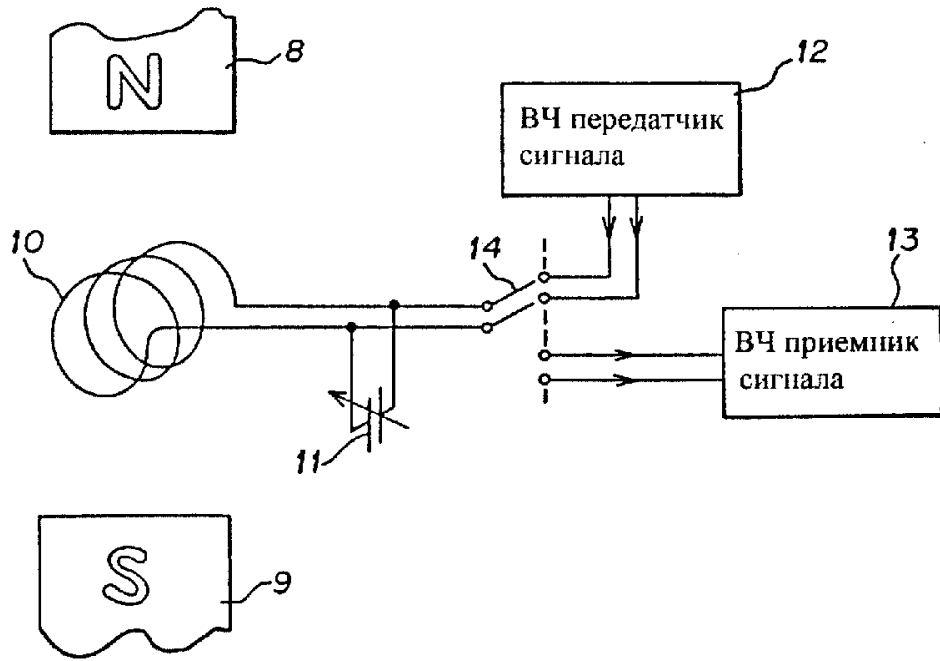
31. Способ работы антенной системы в аппаратах ядерно-магнитного резонанса или в аппаратах магнитно-резонансного изображения, которые включают передатчик высокочастотного (ВЧ) сигнала и приемник высокочастотного (ВЧ) сигнала, способ содержит следующие операции: создание, по крайней мере, одного контура, включающего в себя катушку индуктивности для производства вектора потока электромагнитного поля; переключение этого, по крайней мере, одного контура с помощью системы переключения так, что когда указанная система переключения находится в первой переключаемой позиции, этот, по крайней мере, один контур подсоединен к выходу высокочастотного передатчика, а вход высокочастотного приемника защищен от попадания повреждающего уровня сигнала с указанного контура, и, когда система переключения находится во второй переключаемой позиции, высокочастотный сигнал из этого, по крайней мере, одного контура поступает на вход приемника и указанный контур отсоединяется от выхода передатчика; указанная антенная система создает поток электромагнитного поля, охватывающий исследуемый объект, этот поток электромагнитного поля используется для облучения исследуемого объекта, когда система переключения находится в первой переключаемой позиции, и поток электромагнитного поля, генерируемый сигналом, испускаемым атомами изучаемого объекта, при переходе атомов с более высокого энергетического уровня в исходное состояние улавливается этим, по крайней мере, одним контуром и подается на приемник, когда переключающая система находится во второй переключаемой позиции.

32. Способ по п.31, содержащий операцию частотной настройки антенной системы с помощью емкости, подсоединенной к указанной катушке индуктивности.

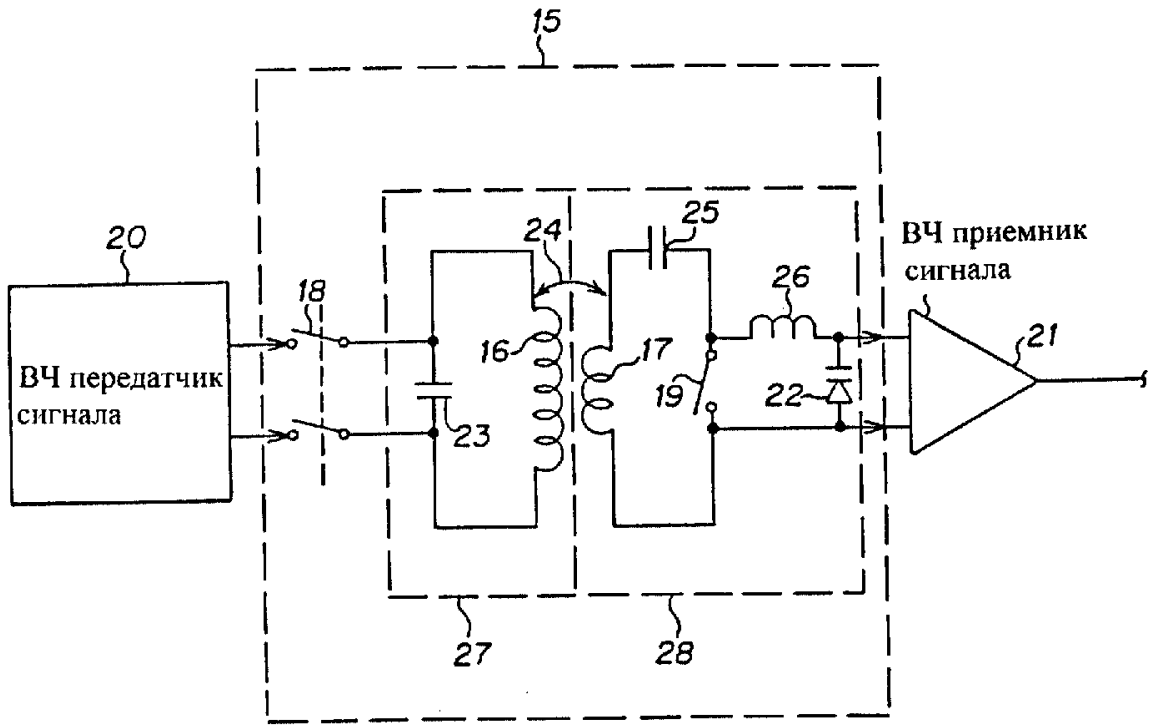
33. Способ по п.32, где указанная емкость содержит переменную емкость для частотной настройки антенной системы.

34. Способ по п.32, содержащий операцию сохранения настройки этой антенной системы на Ларморову частоту объекта, когда система переключения находится в первой переключаемой позиции.

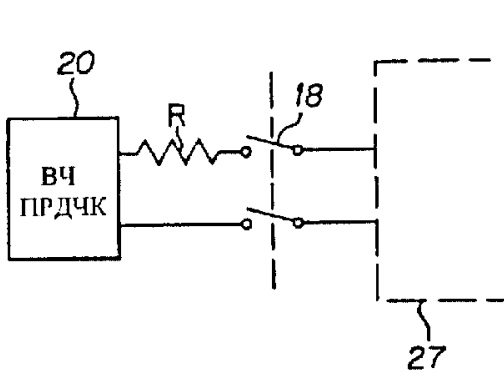
35. Способ по п.32, где указанная антенная система настроена на Ларморову частоту объекта, когда система переключения находится во второй переключаемой позиции.



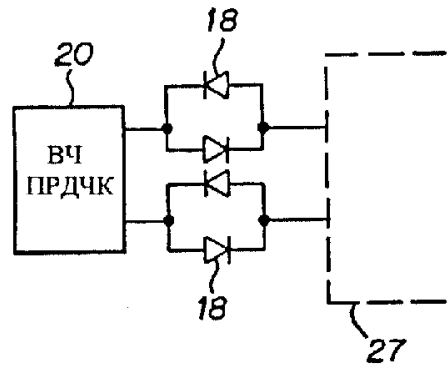
Фиг. 2



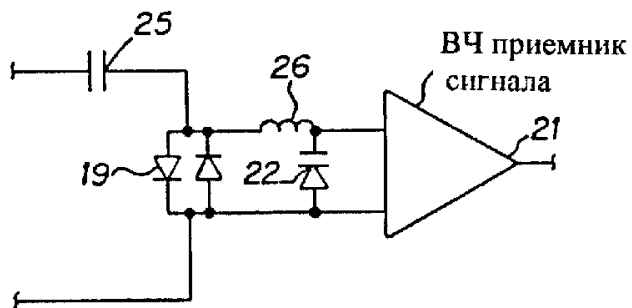
Фиг. 3



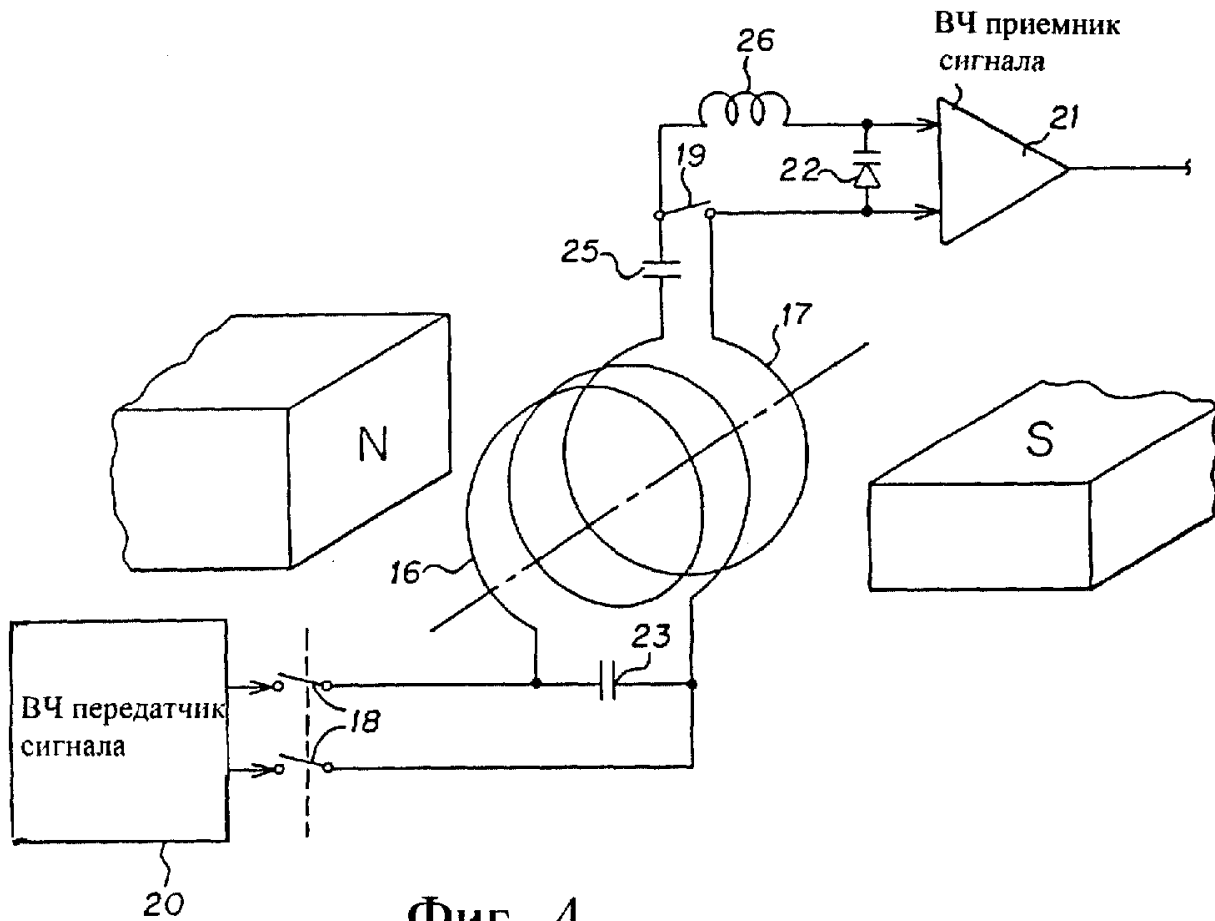
Фиг. 3А



Фиг. 3В



Фиг. 3С



Фиг. 4

