

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **046384**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

- (45) Дата публикации и выдачи патента  
**2024.03.07**
- (21) Номер заявки  
**202300066**
- (22) Дата подачи заявки  
**2023.02.20**
- (51) Int. Cl. *A61B 5/055* (2006.01)  
*G01R 33/3415* (2006.01)  
*G01R 33/36* (2006.01)

---

**(54) БЕСПРОВОДНАЯ РАДИОЧАСТОТНАЯ КАТУШКА ДЛЯ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ МОЛОЧНЫХ ЖЕЛЕЗ**


---

- (31) **2022110383**
- (32) **2022.04.18**
- (33) **RU**
- (43) **2023.12.04**
- (86) **PCT/RU2023/000039**
- (87) **WO 2023/204730 2023.10.26**
- (56) RU-U1-190567  
RU-U1-198926  
RU-U1-200143  
RU-U1-195653  
US-B1-7715895  
US-A-5363845  
CN-U-202437119
- (71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ  
"НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
ИТМО" (УНИВЕРСИТЕТ ИТМО)  
(RU)**
- (72) Изобретатель:  
**Пучнин Виктор Михайлович,  
Хуршайнен Анна Александровна,  
Щелокова Алена Вадимовна,  
Соломаха Георгий Алексеевич  
(RU), Джандалиева Айгерим (KZ),  
Слобожанюк Алексей Петрович (RU)**

- (57) Изобретение относится к медицинской технике и представляет собой беспроводную радиочастотную катушку для магнитно-резонансной томографии молочных желез, содержащую два массива немагнитных металлических кольцевых резонаторов прямоугольной формы из параллельных телескопических проводов, соединенных с обоих концов через емкости, расположенные на печатных платах. В устройство дополнительно включены два резонатора, состоящие из двух одинаковых электрически замкнутых проводников в виде соосных плоских спиралей, в виток каждого из которых включен конденсатор, при этом ось спиралей ортогональна осям кольцевых резонаторов. Техническим результатом является обеспечение высокого уровня амплитуды обеих ортогональных компонент индукции РЧ магнитного поля в области исследования - молочных железах человека.
- 

**046384**  
**B1**

**046384**  
**B1**

### Область техники

Изобретение относится к медицинской технике и предназначено для возбуждения ядер атомов в области исследования - молочных железах человека - на резонансной частоте магнитно-резонансного томографа (МРТ).

### Предшествующий уровень техники

Известна катушка для магнитно-резонансной томографии молочных желез (полезная модель РФ № 190567U1, МПК А61В 5/00, дата приоритета 27.12.2018, дата публикации 03.07.2019), представляющая собой резонансные элементы, состоящие из диэлектрических материалов с высоким значением относительной диэлектрической проницаемости. Катушка возбуждается объемной передающей катушкой МРТ и позволяет получать изображения внутренней структуры тканей молочных желез человека без подключения РЧ кабелем к системам аппарата МРТ. Недостатком существующего решения является температурная зависимость значения диэлектрической проницаемости резонансных элементов, которая может изменяться в ходе проведения МР исследования и влиять на настройку резонансной частоты катушки, и, как следствие, приводит к снижению качества получаемых изображений.

Наиболее близким к предлагаемому устройству техническим решением, принятым за прототип, является беспроводная РЧ катушка на основе объемных резонаторов для визуализации молочных желез (полезная модель РФ № 198926U1, МПК А61В 5/00, дата приоритета 30.03.2020, дата публикации 03.08.2020). Данная беспроводная РЧ катушка состоит из массива немагнитных металлических кольцевых резонаторов с распределенными емкостными нагрузками, образующими систему, рабочая частота которой не зависит от температуры внешней среды.

Существенный недостаток прототипа заключается в недостаточно высоком качестве изображения из-за того, что беспроводная РЧ катушка увеличивает амплитуду только одной из двух ортогональных компонент индукции РЧ магнитного поля объемной передающей катушки МРТ.

### Сущность изобретения

Задачей, на решение которой направлено предлагаемое изобретение, является улучшение качества визуализации молочных желез в клинических аппаратах МРТ.

Поставленная задача решается за счет достижения технического результата, заключающегося в повышении чувствительности в режиме приема.

Данный технический результат достигается благодаря тому, что беспроводная радиочастотная катушка для магнитно-резонансной томографии молочных желез, содержащая два массива немагнитных металлических кольцевых резонаторов прямоугольной формы, состоящих из параллельных телескопических проводов, соединенных с обоих концов через емкости, расположенные на печатных платах, отличается тем, что в беспроводную радиочастотную катушку дополнительно включены два резонатора, состоящие из двух одинаковых электрически замкнутых проводников в виде соосных плоских спиралей, в виток каждого из которых включен конденсатор, при этом ось спиралей ортогональна осям кольцевых резонаторов. Конденсаторы, включенные в витки соосных плоских спиралей, могут быть выполнены подстроечными. Одинаковые электрически замкнутые проводники в виде соосных плоских спиралей могут быть выполнены на печатной плате, а емкости, соединяющие телескопические провода, могут быть выполнены сосредоточенными.

### Краткое описание фигур чертежей

Сущность заявляемого изобретения поясняется фигурами.

На фиг. 1 - общий вид устройства.

На фиг. 2 - распределения амплитуды РЧ магнитного поля, построенные вдоль трех пространственных координат.

Устройство состоит из двух массивов немагнитных металлических кольцевых резонаторов прямоугольной формы, состоящих из параллельных телескопических проводов 1, соединенных с обоих концов через емкости, расположенные на печатных платах, включающие металлические полоски 2, расположенные на обеих сторонах диэлектрической подложки 3, а также двух резонаторов, состоящих из двух одинаковых проводников в виде соосных плоских спиралей 4, расположенных на диэлектрических подложках 5. В разрыв проводника каждой из спиралей включен конденсатор 6. Плоские спирали электрически замкнуты двумя металлическими переключателями 7. На фиг. 2 показаны распределения амплитуды магнитного поля беспроводной РЧ катушки в зависимости от трех пространственных координат, на графиках также для сравнения приведены кривые зависимости амплитуды магнитного поля катушки, принятой за прототип. В левом столбце фиг. 2 также показаны сечения устройства и белой пунктирной линией обозначены направления, вдоль которых построены кривые зависимости амплитуды от пространственных координат.

### Осуществление изобретения

Устройство работает следующим образом.

В режиме передачи на два изолированных друг от друга входа объемной передающей катушки аппарата МРТ поступает РЧ сигнал, при этом разность начальной фазы сигнала на входах передающей катушки составляет 90 градусов. РЧ сигналы возбуждают два ортогональных вырожденных собственных колебания объемной передающей катушки, создавая в области исследуемого объекта РЧ магнитное поле круговой поляризации. При этом вектор индукции РЧ магнитного поля вращается в плоскости (плоскость ХУ выбранной координатной системы), для которой вектор индукции постоянного магнитного поля аппарата МРТ ориентирован в направлении нормали. Немагнитные металлические кольцевые резонаторы прямоугольной формы (У-резонаторы), состоящие из параллельных телескопических проводов 1, образуют в совокупности резонансную систему за счет емкостей, соединяющих концы соседних проводов 1. Емкости представляют собой печатные платы, включающие металлические полоски 2, расположенные на обеих сторонах диэлектрической подложки 3. Два идентичных У-резонатора установлены таким образом внутри тоннеля аппарата МРТ, что направление вектора индукции магнитного поля фундаментального собственного колебания У-резонатора было ориентировано преимущественно вдоль оси У.

Резонаторы, состоящие из двух одинаковых электрически замкнутых проводников в виде соосных плоских спиралей 4 (Х-резонаторы), установлены таким образом внутри тоннеля аппарата МРТ, что направление вектора индукции магнитного поля соосных плоских спиралей 4 преимущественно совпадало с направлением оси Х. За счет коллинеарности векторов магнитной индукции Х-резонаторов и У-резонаторов с соответственно векторами магнитной индукции двух ортогональных собственных колебаний объемной передающей катушки, в Х-резонаторах и У-резонаторах возникает ЭДС индукции. Токи, наводимые в Х-резонаторах и У-резонаторах, создают вторичное РЧ магнитное поле в области молочных желез человека. При этом амплитуды двух ортогональных компонент создаваемого магнитного поля соизмеримы по величине. Таким образом, за счет использования двух типов резонаторов, предлагаемая беспроводная катушка увеличивает в области интереса амплитуду РЧ магнитного поля в режиме передачи при заданной мощности в режиме передачи и чувствительность в режиме приема.

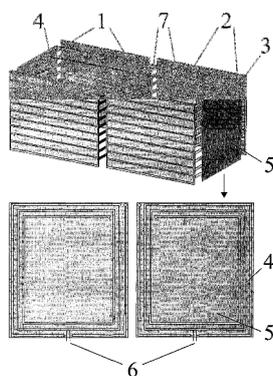
### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Беспроводная радиочастотная катушка для магнитно-резонансной томографии молочных желез, содержащая два массива немагнитных металлических кольцевых резонаторов прямоугольной формы, состоящих из параллельных телескопических проводов, соединенных с обоих концов через емкости, расположенные на печатных платах, отличающаяся тем, что в беспроводную радиочастотную катушку дополнительно включены два резонатора, состоящие из двух одинаковых электрически замкнутых проводников в виде соосных плоских спиралей, в виток каждого из которых включен конденсатор, при этом ось спиралей ортогональна осям кольцевых резонаторов.

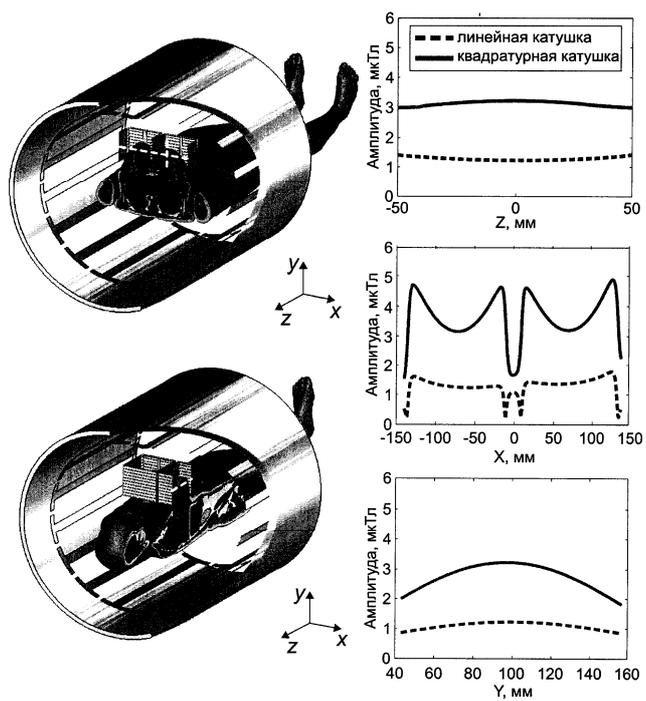
2. Беспроводная радиочастотная катушка для магнитно-резонансной томографии молочных желез по п.1, отличающаяся тем, что конденсаторы, включенные в витки соосных плоских спиралей, выполнены подстроечными.

3. Беспроводная радиочастотная катушка для магнитно-резонансной томографии молочных желез по п.1, отличающаяся тем, что одинаковые электрически замкнутые проводники в виде соосных плоских спиралей выполнены на печатной плате.

4. Беспроводная радиочастотная катушка для магнитно-резонансной томографии молочных желез по п.1, отличающаяся тем, что емкости, соединяющие телескопические провода, выполнены сосредоточенными.



Фиг. 1



Фиг. 2