



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2015122766, 31.10.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
31.10.2013

Дата регистрации:  
04.12.2017

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
15.11.2012 US 61/726,735

(43) Дата публикации заявки: 10.01.2017 Бюл. № 1

(45) Опубликовано: 04.12.2017 Бюл. № 34

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на  
национальной фазе: 15.06.2015

(86) Заявка РСТ:  
IB 2013/059822 (31.10.2013)

(87) Публикация заявки РСТ:  
WO 2014/076603 (22.05.2014)

Адрес для переписки:  
129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, стр. 3, ООО  
"Юридическая фирма Городисский и Партнеры"

(72) Автор(ы):

**ВАН ЛЕУВЕН** Лауренс Корнелис (NL),  
**ХЕЛЬСЕН** Йохан Матье Альфонс (NL),  
**ХАНС** Паулус Корнелиус Хендрикус  
Адрианус (NL)

(73) Патентообладатель(и):

**КОНИНКЛЕЙКЕ ФИЛИПС Н.В.** (NL)

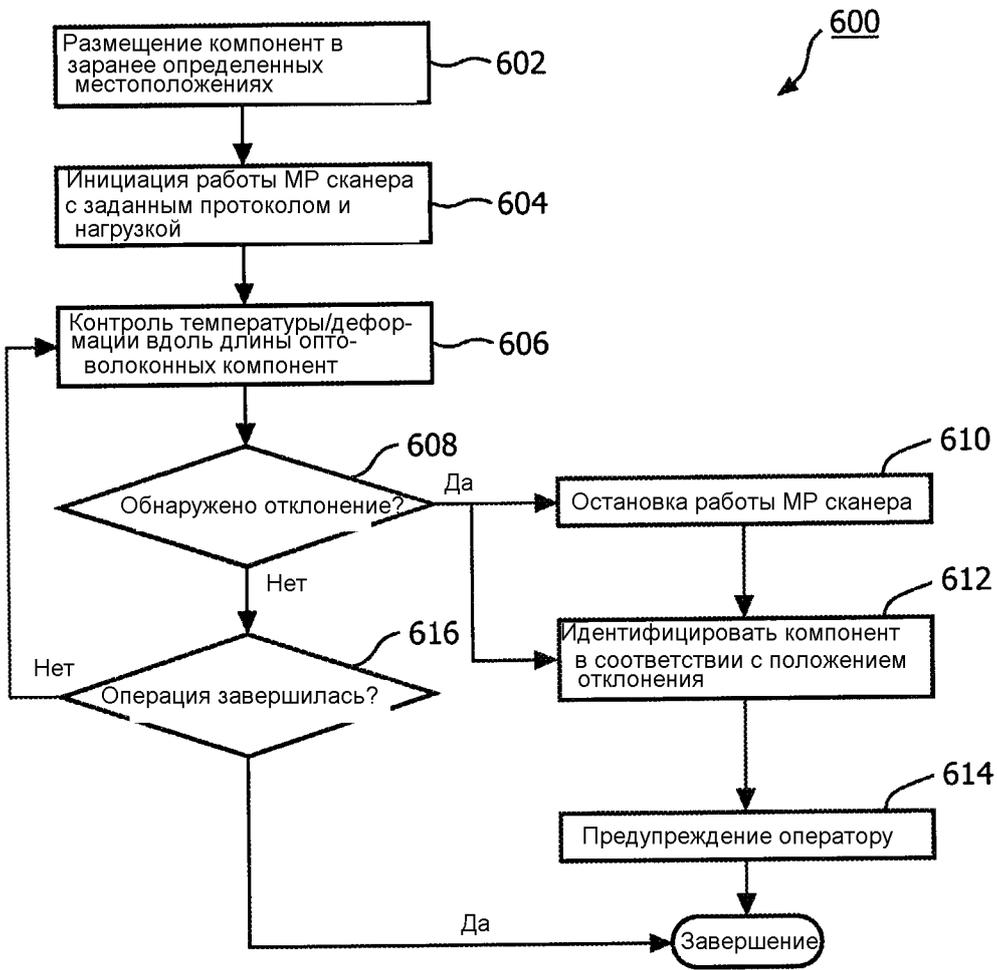
(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: WO 2010102117 A1, 10.09.2010. US  
2011066028 A1, 17.03.2011. US 20090202194  
A1, 13.08.2009. WO 2012002016 A1, 05.01.2012.  
CA 2712880 A1, 16.02.2012. RU 2434208 C2,  
20.11.2011.

**(54) МРТ С УЧАСТИЕМ РАСПРЕДЕЛЕННОГО ДАТЧИКА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И/ИЛИ ДЕФОРМАЦИИ КАБЕЛЕЙ КАТУШКИ И ФИЛЬТРОВ**

(57) Реферат:

Использование: для контроля температуры и/или деформации кабелей катушки и фильтров. Сущность изобретения заключается в том, что магнитно-резонансная (МР) система включает в себя по меньшей мере один кабель, который имеет, по меньшей мере, одну оптоволоконную компоненту и блок оптического контроля, связанный по меньшей мере с одной оптоволоконной компонентой. Блок оптического контроля выполнен с возможностью определения температуры в каждом из множества положений по меньшей мере вдоль одной оптоволоконной компоненты. Блок оптического контроля дополнительно выполнен с возможностью

остановки работы МР системы в ответ по меньшей мере на одну определенную температуру. В соответствии с изобретением температуру одного или нескольких кабельных фильтров, образующих часть кабеля, можно контролировать и неисправный кабельный фильтр может быть обнаружен. Технический результат: обеспечение возможности обнаружения неисправных кабельных фильтров без разборки кабеля, к которому они прикреплены, а также обеспечение возможности обнаружения температурных всплесков в МР катушках. 2 н. и 13 з.п. ф-лы, 8 ил.



ФИГ.6



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2015122766, 31.10.2013**

(24) Effective date for property rights:  
**31.10.2013**

Registration date:  
**04.12.2017**

Priority:

(30) Convention priority:  
**15.11.2012 US 61/726,735**

(43) Application published: **10.01.2017** Bull. № 1

(45) Date of publication: **04.12.2017** Bull. № 34

(85) Commencement of national phase: **15.06.2015**

(86) PCT application:  
**IB 2013/059822 (31.10.2013)**

(87) PCT publication:  
**WO 2014/076603 (22.05.2014)**

Mail address:

**129090, Moskva, ul. B. Spasskaya, 25, str. 3, OOO  
"Yuridicheskaya firma Gorodisskij i Partnery"**

(72) Inventor(s):

**VAN LEUVEN Laurens Kornelis (NL),  
KHELSEN Jokhan Mate Alfons (NL),  
KHANS Paulus Kornelius Khendrikus Adrianus  
(NL)**

(73) Proprietor(s):

**KONINKLEJKE FILIPS N.V. (NL)**

(54) **MRI WITH PARTICIPATION OF DISTRIBUTED SENSOR FOR MONITORING TEMPERATURE AND/OR DEFORMATION OF COIL AND FILTER CABLES**

(57) Abstract:

FIELD: physics.

SUBSTANCE: magnetic resonance (MR) system includes, at least, one cable that has, at least, one fibre-optic component and an optical control unit associated with, at least, one fibre-optic component. The optical control unit is configured to determine the temperature in each of a plurality of positions along, at least, one fibre-optic component. The optical control unit is further configured to stop the operation of the MR system in

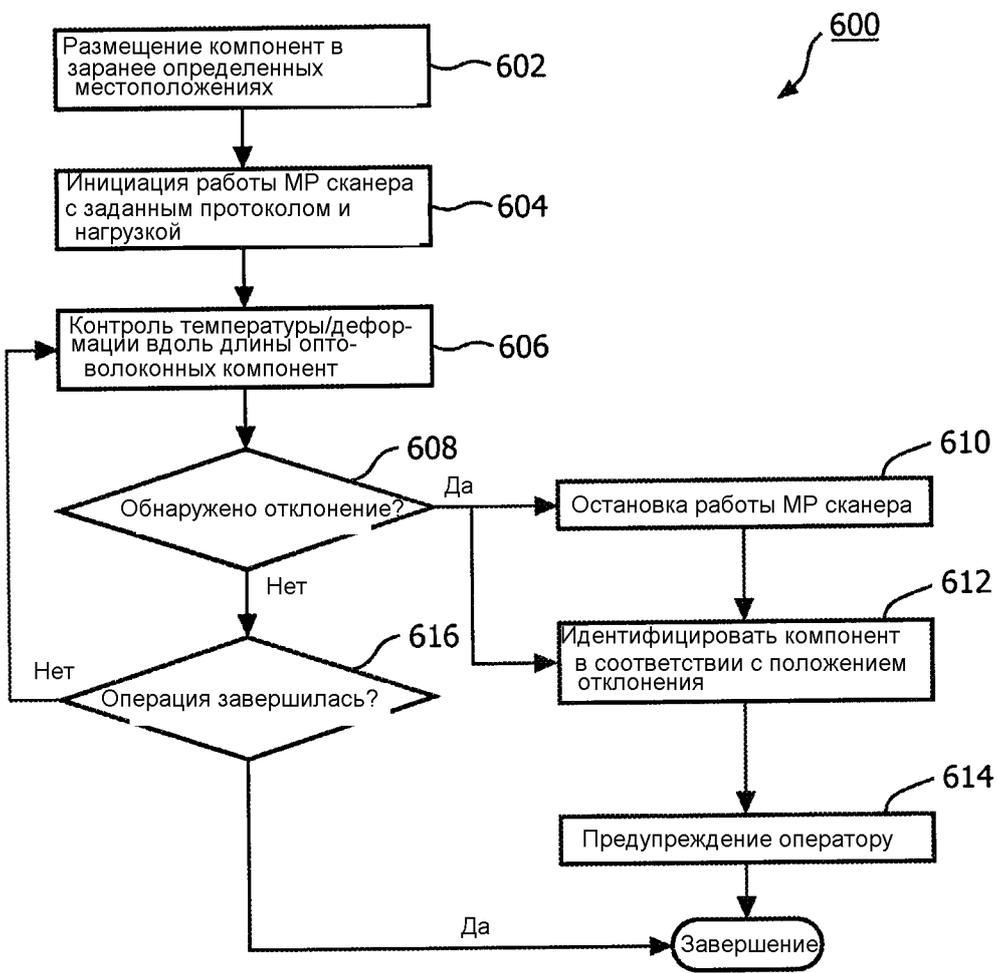
response to, at least, one determined temperature. According to the invention, the temperature of one or more cable filters forming part of the cable can be monitored and a faulty cable filter can be detected.

EFFECT: detection of faulty cable filters without disassembling the cable, to which they are attached, detection of thermal spikes in the coils.

15 cl, 8 dwg

C 2 8 9 8 7 3 9 8 2 6 3 7 3 9 8 C 2

R U 2 6 3 7 3 9 8 C 2



ФИГ.6

В целом, последующее относится к техническим областям, связанным с магнитным резонансом, датчиками, безопасностью, считыванием температуры, кабельными фильтрами, механикой и так далее. Это находит конкретное применение в связи с применениями считывания распределенной температуры, деформации и перемещения.

5 МР системы производят 3D-изображения с высоким разрешением анатомии человека. Субъект, подвергающийся магнитно-резонансной (МР) процедуре, такой как МР томография, или процедуре спектроскопии располагается на опоре для пациента в области обследования внутри статического основного магнитного поля ( $B_0$ ).

10 Прилагаются импульсы РЧ-поля ( $B_1$ ) магнитно-резонансной частоты для возбуждения резонанса в диполях субъекта. Катушка передачи, например катушка для исследований всего тела, находящаяся рядом с областью обследования, генерирует РЧ-импульсы в соответствии с выбранным протоколом визуализации. В некоторых процедурах спектроскопии или визуализации местные локальные катушки размещаются рядом с телом в различных местоположениях для того, чтобы получить РЧ резонансные сигналы и/или генерировать РЧ-импульсы. При использовании в режиме передачи локальные катушки фокусируют РЧ-импульсы на определенном участке части тела или в определенном месте. В режиме приема локальные катушки принимают слабые магнитно-резонансные РЧ-сигналы затухания и посылают принятые сигналы приемнику.

15 Принятые РЧ данные реконструируются в одно или несколько изображений.

20 В большинстве приемных катушек магнитно-резонансной томографии (МРТ) кабельные фильтры встроены в экранированные кабели, которые соединяют приемную катушку МРТ с системой для улучшения качества изображения. В экране кабеля могут индуцироваться нежелательные токи. Подавление этих нежелательных токов осуществляется с помощью ряда немагнитных кабельных фильтров вдоль кабеля. Кабельный фильтр может электрически измеряться только, если он отсоединен от катушки, что обычно не является возможным. То есть неисправный кабельный фильтр обычно не может быть обнаружен без отсоединения от кабеля.

25 Современные методы обнаружения неисправности или неисправного кабельного фильтра требуют того, чтобы кабельный фильтр был отсоединен от кабеля, что является трудоемким и дорогостоящим процессом, так как экранированный кабель должен быть почти полностью разобран. Во время операций МРТ контроль компонент не легок. Таким образом, существует необходимость измерения этих компонентов в процессе работы. Оператор сканера МРТ может затем продолжить использование сканера МРТ, пока не будут получены первые сигналы о проблеме со сканером МРТ. Нежелательные кабельные токи могут привести к снижению качества изображения и/или к усилению в слишком большой степени в локальных передающих полях, что может создавать дискомфорт для пациента.

30 Кроме того, хотя снижение качества изображения может быть результатом неисправности или неисправного кабельного фильтра, существуют и другие причины, не относящиеся к кабельным фильтрам, которые могут вызвать снижение качества изображения. К сожалению, единственный в настоящее время способ исключения кабельных фильтров, как причины, состоит в разборке и тестировании, как указано выше. Таким образом, даже если каждый фильтр отсоединяется и проверяется, качество изображения может не улучшиться, так что разборка кабеля подтверждает ненужную трату времени и усилий.

45 Ниже описывается новая и улучшенная система и способ обнаружения неисправности кабельного фильтра и флуктуаций температуры в МР системах, которые относятся к проблемам, упомянутым выше, и другим.

В соответствии с одним аспектом магнитно-резонансная система включает в себя, по меньшей мере, один кабель, который содержит, по меньшей мере, одну оптоволоконную компоненту. По меньшей мере, одна оптоволоконная компонента связана с блоком оптического контроля. Блок оптического контроля выполнен с  
5 возможностью определения температуры в каждом из множества положений, по меньшей мере, вдоль одной оптоволоконной компоненты. Блок контроля также выполнен с возможностью прекращения работы МР системы в ответ, по меньшей мере, на одну определенную температуру.

В соответствии с другим аспектом способ для считывания распределенной  
10 температуры в магнитно-резонансной системе включает в себя эксплуатацию магнитно-резонансного сканера. Способ также включает в себя контроль температуры вдоль длины оптоволоконной компоненты кабеля, связанного с магнитным сканером. Затем определяется температура в заранее выбранных местах вдоль оптоволоконной компоненты.

В соответствии с еще одним аспектом кабель для считывания распределенной температуры в магнитно-резонансной системе включает в себя компоненту кабеля и, по меньшей мере, один кабельный фильтр, соединенный с компонентой кабеля. Кабель  
15 дополнительно включает в себя оптоволоконную компоненту, находящуюся в контакте с компонентой кабеля и, по меньшей мере, одним кабельным фильтром.

Одним из преимуществ является способность обнаруживать неисправные кабельные  
20 фильтры в кабеле до локального привнесения слишком больших токов общего режима.

Другое преимущество состоит в обнаружении неисправных кабельных фильтров без разборки кабеля, к которому они прикреплены.

Еще одно преимущество лежит в способности обнаруживать температурные всплески  
25 в МР катушках.

Другие дополнительные преимущества будут понятны специалистам в данной области после прочтения и восприняты из следующего подробного описания.

Изобретение может принимать форму в виде различных компонент и вариантах  
30 сочетания компонент, а также в виде различных этапов и компоновок этапов. Чертежи имеют целью только проиллюстрировать предпочтительные варианты осуществления и не должны толковаться как ограничивающие данное изобретение.

На Фиг. 1 схематически показана магнитно-резонансная (МР) система.

На Фиг. 2 схематически показаны кабели с оптическими волокнами в соответствии с одним из вариантов осуществления, описываемым в настоящем документе.

На Фиг. 3 схематически показан распределенный датчик температуры, работающий  
35 в МР системе, показанной на Фиг. 1.

На Фиг. 4 схематически показан подробный вид встроенной катушки для исследований всего тела с оптическим волокном для считывания распределенной температуры, показанным на Фиг. 3.

На Фиг. 5А-5В схематически проиллюстрированы подробные виды необязательной  
40 локальной катушки и необязательной РЧ катушки с оптическим волокном для считывания распределенной температуры, показанным на Фиг. 3.

На Фиг. 6 показан в виде блок-схемы способ контроля рабочих параметров кабелей катушки и фильтров с использованием считывания распределенной температуры в  
45 соответствии с одним из вариантов осуществления, описываемым в настоящем документе.

Фиг. 6 иллюстрирует пример реализации способа контроля рабочих параметров кабелей катушки и фильтров с использованием считывания распределенной температуры

в соответствии с одним из вариантов осуществления, описываемым в настоящем документе.

Как показано на Фиг. 1, магнитно-резонансное оборудование включает в себя сканер 10 магнитно-резонансной томографии (МР), размещенный в кабинете 12 для исследований с помощью радиочастотных методов (схематично обозначенном штриховой рамкой, окружающей МР сканер 10), например, включающий проволочную сетку или другие радиочастотные экранирующие структуры, внедренные в или расположенные на стенах, потолке и на полу МР комнаты, содержащей МР сканер 10. МР сканер 10 схематично показан на виде сбоку в разрезе на Фиг. 1 и включает в себя корпус 14, содержащий обмотки 16 основного магнита (как правило, сверхпроводящие и содержащиеся в надлежащей криогенной защитной оболочке, которая не показана, хотя резистивные обмотки магнита также рассматриваются), которые генерируют статическое ( $B_0$ ) магнитное поле в туннеле 18 или другой области обследования. Корпус 14 также содержит градиентные катушки 20 магнитного поля для наложения градиентов магнитного поля на статическое ( $B_0$ ) магнитное поле. Как известно в данной области, такие градиенты имеют многочисленные приложения, как, например, пространственное кодирование магнитного резонанса, порча магнитного резонанса и так далее. Визуализируемый субъект, такой как примерный пациент 22 или животное (для приложений визуализации в ветеринарии), или тому подобное загружается в область обследования (внутри туннеля 18 в иллюстративном случае) с помощью подходящей кушетки 24 или другой опоры для пациента/транспортного устройства. МР сканер 10 может включать в себя многочисленные дополнительные компоненты, известные в данной области, которые для простоты не показаны, такие как необязательные стальные прокладки, радиочастотная (РЧ) катушка 21 для исследований всего тела, расположенная в корпусе 14, и так далее. МР сканер 10 также, как правило, включает в себя многочисленные дополнительные или вспомогательные компоненты, которые также для простоты не показаны, такие как источники питания для основного магнита 16 и градиентных катушек 20 магнитного поля, встроенные РЧ катушки 21, необязательные локальные РЧ катушки 23 (например, поверхностные катушки, катушка головы или катушка для конечностей и так далее), встроенная катушка 25 для исследований всего тела, РЧ передатчик и оборудование для РЧ приема, и различные системы управления и реконструкции изображения, в качестве некоторых примеров. Кроме того, следует понимать, что иллюстративный МР сканер 10, который является сканером с туннелем горизонтального типа, всего лишь иллюстративный пример и что вообще описанные МР кабели 30, 32 и 34 соответственно используются в сочетании с МР сканером любого типа (например, сканером с вертикальным туннелем, сканером с открытым туннелем и так далее).

Система, показанная на Фиг. 1, дополнительно включает в себя электронику 36 технического помещения и/или операторной, связанную с кабинетом 12 для исследований через различные линии связи, включающие в себя кабели 30, 32, 34 и беспроводные каналы связи, или их сочетание. Система включает в себя контроллер 60 последовательности, блок 37 оптического контроля и блок 62 радиочастотного (РЧ) приемника. Контроллер 60 последовательности управляет работой визуализирующей последовательности, которая включает в себя блок 64 РЧ передатчика, управляющего работой РЧ катушек 21, 23, и контроллер 66 градиента, управляющий работой градиентных катушек 20. Связь между электроникой 36 технического помещения и/или операторной (т.е. компонентами управления) и соответствующими катушками 20, 21, 23 может быть беспроводной или проводной, например, посредством кабелей 30, 32,

34 или тому подобного. В одном из вариантов осуществления оптические волокна, связанные с кабелями 30, 32 и 34 и катушками 21, 23, 25 (показанными на Фиг. 2), отслеживаются блоком 37 оптического контроля, который выполнен с возможностью обнаружения температуры вдоль кабелей 30, 32 и 34 или внутри катушек 21, 23, 25, местоположений такой температуры на соответствующем кабеле 30, 32, 34 или катушке 21, 23, 25, деформации в кабелях 30, 32, 34, положения/перемещения субъекта 22 и т.п., как описано ниже. Дополнительные кабели могут содержаться внутри других аппаратных средств системы для отслеживания местоположений, температур и/или деформаций в них, например градиентной катушке, градиентном усилителе, опоре 24 для пациента или других компонент системы внутри или снаружи непосредственно РЧ оборудования.

Блок 64 РЧ передатчика может работать совместно с локальной катушкой 23, если выполнен как приемо-передающая катушка. РЧ приемник 62 принимает РЧ-данные от локальной катушки, свидетельствующие о магнитном резонансе, возбуждаемом в ткани субъекта 22. РЧ данные могут передаваться между катушкой 25 для исследований всего тела, локальной катушкой 23, катушкой 21 или подобным и РЧ приемником 62 по беспроводной связи или по проводной связи. В случае беспроводной связи используется мощность от наведенного тока или отдельного источника питания для передачи РЧ данных. В случае проводной связи провод может оперативно подавать энергию для усиления и нести сигнал резонанса. Блок 68 реконструкции, такой как процессор, принимает РЧ данные от РЧ приемника 62 и реконструирует из принятых данных одно или несколько изображений.

В процессе работы основной магнит 16 работает для того, чтобы генерировать статическое  $B_0$  магнитное поле в области 18 обследования. РЧ импульсы генерируются РЧ системой (включающей в себя, например, передатчик и одну или несколько РЧ катушек, расположенных в туннеле или РЧ катушке для исследований всего тела в корпусе 14) с Ларморовской частотой (т.е. частотой магнитного резонанса) для того, чтобы возбуждать частицы (обычно протоны, хотя могут возбуждаться другие частицы, например, в МР спектроскопии или применениях многоядерной магнитно-резонансной томографии). Эти импульсы возбуждают ядерный магнитный резонанс (ЯМР) в целевых частицах (например, протонах) в субъекте 22, которые обнаруживаются с помощью подходящей системы обнаружения РЧ (например, магнитно-резонансной катушки или катушек и подходящей электроники приемника). Градиенты магнитного поля необязательно налагаются градиентными катушками 20 до, во время и после возбуждения, в период затухания (например, время эхо-сигнала или время эхо), период до считывания и/или во время считывания для пространственного кодирования сигналов ЯМР. Блок 68 реконструкции применяет подходящий алгоритм реконструкции, согласовывающийся с выбранным пространственным кодированием для того, чтобы генерировать магнитное резонансное изображение, которое затем может быть отображено, подвинуто рендерингу, слито или сопоставлено с другими МР изображениями и/или изображениями, полученными другими методами, или использовано иным образом.

Система включает в себя рабочую станцию 70, которая может включать в себя электронный процессор или электронное устройство 72 обработки, дисплей 74, который отображает изображения, меню, панели и пользовательские элементы управления, и, по меньшей мере, одно устройство 76 ввода, которое вводит выбранные медицинским работником элементы. Рабочая станция 70 может быть настольным компьютером, портативным компьютером, планшетным ПК, мобильным вычислительным

устройством, смартфоном, и т.п. Устройство ввода 76 может быть клавиатурой, манипулятором типа «мышь», микрофоном и т.п.

Различные блоки или контроллеры 60-68 соответствующим образом реализуются посредством электронного устройства (устройств) обработки данных, такого как электронный процессор или электронное устройство 72 обработки рабочей станции 70, или с помощью сетевого серверного компьютера, функционально связанного с рабочей станцией 70 через сеть или тому подобное. Кроме того, описанная работа системы и реконструкции соответствующим образом реализованы с использованием как, например, невременного носителя хранения, хранящего инструкции (например, программное обеспечение), читаемого электронным устройством обработки данных и исполняемого электронным устройством обработки данных для выполнения описанной работы системы и реконструкции. Дисплей 74 или устройство отображения, как применяют в настоящем документе, охватывает устройство вывода или пользовательский интерфейс, сконфигурированный для отображения изображений или данных. Дисплей 74 может выводить визуальные, аудио и/или сенсорные данные.

На Фиг. 2 представлен схематический вид кабелей 30, 32 и 34, используемых в системе, показанной на Фиг. 1. Как показано на Фиг. 2, кабели 30, 32 и 34 соответственно содержат компоненты 31А, 31В, 31D, 33А и 35А кабеля и оптоволоконные компоненты 31С, 31Е, 33В и 35В. Кроме того, экранированные кабели 32 и 34 включают в себя один или несколько кабельных фильтров 54. Следует иметь в виду, что, хотя не показанный на Фиг. 2, как включающий в себя кабельный фильтр 54, кабель 30 также может быть реализован с одним или несколькими кабельными фильтрами 54. Кроме того, следует иметь в виду, что, хотя показанные на Фиг. 2 как экранированные кабели 30, 32 и 34 могут быть реализованы как экранированные, так и неэкранированные, в зависимости от применения и положения кабелей 30, 32 и 34. Компоненты 31А, 31В, 31D, 33А, 35А кабеля соответствующим образом включают в себя проводящие и изоляционные компоненты, выполненные с возможностью проводить ток, сигналы, и т.д., в катушках, 21, 23, 25 от соответствующей электроники 36 технического помещения и/или операторной. В некоторых вариантах осуществления кабели 30, 32 и 34 могут вступать в непосредственный контакт с субъектом 22 или находиться очень близко к нему посредством чувствительных компонентов МР сканера 10, катушек 20, 21, 25 и т.п. Таким образом, кабели 30, 32 и 34 дополнительно включают в себя одну или несколько оптоволоконных компонент 31С, 31Е, 33В и 35В, проходящих одновременно по соответствующему компоненту 31А, 31В, 31D, 33А и 35А кабеля и контактируя с ним. Оптоволоконные компоненты 31С, 31Е, 33В и 35В могут проходить через центр соответствующих компонентов 31А, 31В, 31D, 33А и 35А кабеля с электрическими проводниками, окружающими их, наряду с компонентами 31А, 31В, 31D, 33А и 35А кабеля, но внутри изолирующей наружности. В других вариантах осуществления оптоволоконные компоненты 31С, 31Е, 33В и 35В могут быть отделены от компонентов 31А, 31В, 31D, 33А и 35А кабеля или отделены или присоединены к ним в определенных местах, например, как показано на Фиг. 3-5В.

Оптоволоконные компоненты 31С, 31Е, 33В и 35В соединены с блоком 37 оптического контроля, который выполнен с возможностью отслеживать температуру и деформацию кабелей 30, 32 и 34 на всем протяжении их соответствующих длин, а также в других позициях на оптоволоконных компонентах 31С, 31Е, 33В и 35В в различных областях МР сканера 10, как показано на Фиг. 3-5В. В одном из вариантов осуществления блок 37 оптического контроля может использовать интерферометрию с качающейся частотой (SWI) для измерения рэлеевского обратного рассеяния в зависимости от

соответствующих длин оптоволоконных компонент 31С, 31Е, 33В и 35В. Температура или деформация меняются внешне по отношению к оптоволоконным компонентам 31С, 31Е, 33В и 35В и приводят к временным и пространственным сдвигам в локальных картинах рэлеевского обратного рассеяния. Эти сдвиги могут измеряться и масштабироваться для того, чтобы обеспечить измерение распределенной температуры или деформаций на оптоволоконных компонентах 31С, 31Е, 33В и 35В. В некоторых вариантах осуществления блок 37 оптического контроля может быть выполнен с возможностью локализации температуры или деформации вплоть до 2 мм в положении вдоль всех длин оптоволоконных компонент 31С, 31Е, 33В и 35В. Смотри, например, патенты США №№ 6366722, 7330245, 7440087, 7538883, 7772541, 8004686. Другие способы обнаружения температуры и/или деформации вдоль длин оптоволоконных компонент 31С, 31Е, 33В и 35В и также могут быть использованы в соответствии с настоящим изобретением, например, используя стоксову линию, антистоксову линию и т.п. Блок 37 контроля может включать в себя таблицу поиска с соответствующими положениями с конкретными фильтрами 54 или витками внутри катушки, 20, 21, 23, 25, соответствующими пороговым температурам и т.п.

Как указано, оптоволоконные компоненты 31С, 31Е, 33В и 35В делают возможным контроль кабельных фильтров 54, кабелей 30, 32, 34 и градиентного кабеля (не показан), температуры во время работы МР системы 10. Флуктуации температуры или деформации, обнаруженные во время этого отслеживания, могут означать, что электромагнитная энергия близко от субъекта 22 превышает пределы SAR (т.е. количество электромагнитной энергии) и повышает риск ожогов на субъекте 22. Другие показания отражают уровень комфорта субъекта 22 и правильное функционирование кабельных фильтров 54, как описано здесь. Кроме того, контроль температуры локальной катушки 23 может указывать на температуру окружающего субъекта 22 воздуха, температуру воздуха в туннеле, в котором помещается субъект 22, или температуру катушки 25 для исследований всего тела. Могут быть добавлены аналогичные решения в других местах.

Схематическое изображение системы, показанной на Фиг. 1, проиллюстрировано со ссылкой на Фиг. 3 и со ссылкой на Фиг. 1 и 2. На иллюстрации изображена необязательная локальная катушка 23, встроенная катушка 21, такая как спинальная катушка, встроенная в опору 24, и квадратурная катушка 25 для исследований всего тела, функционально связанные с электроникой 36 технического помещения и/или операторной (через компоненты 31А, 31В, 31D, 33А и 35А кабелей) через коробку 44 фильтров системы (подходящая компонента фильтра для удаления нестационарных и других помех из МР данных), оптический переключатель 50 (через оптоволоконные компоненты 31С и 31Е, 33В и 35В) и блок 37 оптического контроля. Следует иметь в виду, что, хотя изображенный как находящийся за пределами кабинета 12 для исследований, оптический переключатель 50 может быть расположен внутри кабинета 12 для исследований с выходом из него подсоединенным через оптическую сквозную перемычку 42 к блоку 37 оптического контроля.

Как показано более детально на Фиг. 4, компоненты кабеля 31А, 31В и 31D соединяют витки 27 катушки 25 для исследований всего тела с блоком 26 управления и тем самым с электроникой 36 технического помещения и/или операторной, как показано на Фиг. 3. Проходящим по всем виткам 27 катушки петли и блоку 26 управления является оптоволоконная компонента 31С, которая предоставляет информацию о деформации и температуре блоку 37 оптического контроля, как указано выше. Следует отметить, что оптоволоконная компонента 31С может быть размещена так, чтобы входить в

контакт с каждым витком 27 катушки 25 для исследований всего тела через укладывание оптоволоконной компоненты 31С вдоль всех частей катушки для исследований всего тела. Вторая оптоволоконная компонента 31Е связана с РЧ нагрузкой 28, которая предоставляет информацию о деформации и температуре в отношении этой компоненты  
5 встроеной катушке 25 для исследований всего тела. Оптоволоконные компоненты 31С и 31Е выходят из кабинета 12 для исследований через оптическую сквозную перемычку 42 к оптическому переключателю 50, в результате чего температура/ деформация, связанная с работой катушки 25 для исследований всего тела, доводятся до блока 37 контроля. Так как к РЧ катушке 25 для исследований всего тела  
10 подсоединяются через выводы из ее внешней области, которые находятся вне области обследования, и так как выводы РЧ катушки 25 для исследований всего тела (например, кабель 30) не прикасаются или не проходят в непосредственной близости с субъектом 22, может потребоваться меньше фильтров 54. Однако оптоволоконные компоненты 31С и 31Е по-прежнему способны предоставить полноценную диагностическую  
15 информацию системы.

Как показано на Фиг. 5, необязательная встроеной РЧ катушка 21 функционально связана с электроникой 36 технического помещения и/или операторной через коробку 44 фильтров системы (посредством компоненты 33А кабеля), оптический коммутатор 50 (посредством оптоволоконной компоненты 33В) и, таким образом, с блоком 37  
20 оптического контроля. Фиг. 5А предоставляет подробный вид необязательной встроеной РЧ катушки 21 и экранированного кабеля 32, который изображает кабельные фильтры 54 кабеля 32, блоки 56 управления, связанные со встроеной РЧ катушкой 21, и витки 58, содержащиеся в необязательной встроеной РЧ катушке 21. Как показано, оптоволоконная компонента 33В соответственно намотана внутри и по  
25 всем виткам 58 необязательной встроеной РЧ катушки 21, фильтрам 54 и блокам 56 управления. Таким образом, оптоволоконную компоненту 33В можно использовать для обнаружения температуры/деформации в любом месте внутри необязательной встроеной РЧ катушки 21, например внутри определенного витка 58, внутри блоков 56 управления, внутри определенного кабельного фильтра 54, и т.п. Таким образом,  
30 оптоволоконная компонента 33В выводится через кабинет 12 для исследований посредством оптической сквозной перемычки 42 к оптическому переключателю 50, который посылает информацию о температуре/деформации блоку 37 оптического контроля.

Аналогичным образом необязательная локальная катушка 23 может быть связана  
35 с электроникой 36 технического помещения и/или операторной (с использованием компоненты 35А кабеля для кабеля 34) через коробку фильтров системы 44 с оптическим переключателем 50 (с использованием оптоволоконной компоненты 35В кабеля 34) и, таким образом, с блоком 37 контроля, как показано на Фиг. 5В. Как обсуждалось ранее в отношении необязательной встроеной РЧ катушки 21, необязательная локальная  
40 катушка 23 может включать в себя оптоволоконную компоненту 35В, намотанную на всем протяжении каждого витка 58, блоков 56 управления и каждого кабельного фильтра 54 экранированного кабеля 34 до разделения в оптической сквозной перемычке 42. Таким образом может быть установлена температура/деформация для любого местоположения кабеля 34, в частности, тех местоположений, которые соответствуют  
45 кабельным фильтрам 54, и/или тех местоположений, которые соприкасаются с субъектом 22. Таким образом, механическая деформация в гибких катушках, например необязательной локальной катушке 23, может быть определена таким образом, чтобы гарантировать, что кабель 34 и катушка 23 останутся в оптимальных для работы

условиях. Таким образом, следует иметь в виду, что деформация, которая может быть обнаружена с помощью оптоволоконных компонент 31С, 31Е, 33В, 35В, может использоваться для обнаружения движения и/или положения объекта 22 во время работы МР системы 10.

5 Хотя указанное выше в части, касающейся РЧ катушки 21, локальной катушки 23 и катушки 25 для исследований всего тела, использование оптоволоконных компонент 31С, 31Е, 33В и 35В в состоянии обеспечить контроль горячих точек во время работы МР системы 10 на других важных компонентах, таких как, например, PIN-диоды, РЧ усилители, РЧ экраны, конденсаторы, трасс печатной платы в разрегулированных  
10 схемах и т.п. Такой контроль, в дополнение к обнаружению возможных неисправностей таких компонент, также предоставляет надежную информацию на ранней стадии, т.е. в то время, как схемы функционируют должным образом, и делает возможным удаленное профилактическое обслуживание. В данном документе также предусматривается другой контроль за некритическими компонентами МР системы  
15 10, в том числе, например, за приводными двигателями, связанными с опорой 24 для пациента, другой электроникой внутри помещения 12, теми поверхностями МР системы 10, с которыми имеет физический контакт либо субъект 22, либо работник здравоохранения, например поддержание температуры поверхности в пределах отраслевых стандартов, таких как заявленный верхний уровень температуры  
20 поверхности, связанной с квадратурной катушкой для исследований всего тела, кушеткой 24, областью обследования 18, корпусом 14 и т.д. Следует иметь в виду, что информация о температуре и/или деформации, собранная с помощью оптоволоконных компонент 31С, 31Э, 33В, 35В, может также предоставлять индикаторы рабочих параметров для протокола МР, до которых нагреваются такие компоненты, может использоваться для  
25 дистанционного анализа рабочих параметров системы 10, и т.п. Кроме того, контроль информации о деформации можно использовать для отслеживания движения субъекта 22 в режиме реального времени, а текущий изгиб/ положение волокна может быть рассчитан из обратного рассеяния от деформации. Например, когда оптоволоконная компонента 35В локальной катушки 23 находится в непосредственной близости от  
30 субъекта 22 (например, на поверхности некоторых РЧ катушек), может быть рассчитано движение субъекта 22. Следует иметь в виду, что такая реализация будет предоставлять информацию о положении и движении субъекта 22 в реальном времени, что можно использовать при обработке любых МР данных, принятых с тем, чтобы улучшить качество изображения.

35 Обратимся теперь к Фиг. 6, на которой показана блок-схема 600, иллюстрирующая способ контроля рабочих параметров катушки кабелей и фильтров с использованием распределенного считывания в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения. На этапе 602, каждая катушка 20, 21, 23, 25, кабель 30, 32 и 34, опорное устройство (например, кушетка 24) и другие компоненты МР сканера,  
40 подвергающиеся влиянию РЧ-полей, и в том числе оптоволоконная компонента, размещаются в заранее определенных местоположениях по отношению к МР сканеру 10. Заранее определенные местоположения могут быть определены в соответствии со спецификациями производителя, стандартными операционными процедурами, методами минимизации деформации и т.д. На этапе 604, работа МР сканера 10 инициируется. Для  
45 целей примера, далее дается ссылка в соответствии с Фиг. 6 в отношении операций, относящихся к профилактическому обслуживанию, дополнению новой компоненты к МР сканеру 10, или проверка предупреждения о возможной ошибке (как формируется на Фиг. 7, более подробно описано ниже). На Фиг. 7, которая обсуждается ниже, дается

пример реализации систем и способов заявленного изобретения для активных операций сканирования МР сканера 10 в отношении к сканированию субъекта 22.

Соответственно, работа МР сканера 10, инициированная на этапе 604, может включать в себя заранее определенный протокол сканирования с предварительно определенной нагрузкой, например без нагрузки. Такую операцию можно использовать для идентификации компонент МР сканера 10, которые оказались неисправны или находятся в процессе выхода из строя для того, чтобы определить, является ли обнаруженное отклонение температуры или деформации результатом неправильного позиционирования компоненты или в субъекта 22 и т.д. Таким образом, на этапе 606, температуры/деформации вдоль каждой оптоволоконной компоненты 31С, 31Е, 33В и 35В контролируются блоком 37 оптического контроля в соответствии с типом операции, инициированной на этапе 604, например нормального сканирования, профилактического обслуживания, модификациями МР сканера 10, проверки предупреждения о возможной ошибке и т.д.

Затем на этапе 608 выполняется определение, обнаружено ли какое-либо отклонение считанной температуры или деформации по любой из оптоволоконных компонент 31С, 31Е, 33В и 35В, которые контролируются. Примерные обнаружения отклонения во время обычного сканирования субъекта 22 выдаются на этапах 706, 708, 712, 720, 722, 724 и 726, показанных на Фиг. 7, более подробно описываемых ниже. В соответствии с Фиг. 6 отклонение, обнаруженное во время технического обслуживания или проверки операций (перекрестной проверки) сканирования, может включать в себя любое отклонение температуры/деформации выше заранее определенной величины от температуры, ожидаемой в вышеуказанных предопределенных местоположениях, нагрузки, протокола сканирования и т.д. В случае, если никаких отклонений не обнаружено на этапе 608, на этапе 616 определяется, завершилась ли работа МР сканера 10, например операция сканирования, обслуживания или операция верификации. Если работа еще не завершена, процесс возвращается к контролю компонент на этап 606. Операции в соответствии с Фиг. 6 прекращаются после завершения работы МР сканера 10, как определяется на этапе 616.

Если на этапе 608 будет установлено, что обнаружено отклонение либо деформации, либо температуры по любой из оптоволоконных компонент 31С, 31Е, 33В и 35В операции переходят к необязательному этапу 610 или этапу 612. То есть в случае, если обнаруженное отклонение сильно выше или ниже температуры, которая ожидалась, значительное уменьшение качества изображения и т.д., остановка работы МР сканера 10, может быть оправдана на этапе 608. В случае если обнаруженное отклонение не служит основанием остановки операций или после остановки операций компонента (если таковая имеется) в соответствии с положением обнаруженного отклонения идентифицируется на этапе 612. Идентификация может включать в себя, например, положение вдоль оптоволоконных компонент 31С, 31Е, 33В и 35В компоненты, по которой размещается оптоволоконная компонента 31С, 31Е, 33В и 35В, в соответствии с положением на оптоволоконной компоненте 31С, 31Е, 33В и 35В или подобным образом. Оператор, взаимодействующий с МР сканером 10, затем может быть предупрежден об отклонении и положении и/или компоненте на этапе 614 посредством звукового предупреждения, визуального предупреждения, предупредительного сообщения или любой подходящей их комбинации.

Следует иметь в виду, что изложенную выше процедуру можно использовать в течение первоначальной установки новой компоненты, например нового кабеля, катушки и т.д. для МР сканера 10. В такой начальной установке пороговые температуры

могут быть установлены для того, чтобы оценить отклонения от нее во время работы и технического обслуживания. Таким образом, обнаруженные пороговые температуры впоследствии могут быть использованы для определения надлежащего функционирования компоненты во время сканирования, обслуживания или операций проверки, т.е. контроля и сканирования на этапах 606 и 608. Кроме того, местоположения, связанные с компонентами, протоколом МР сканера 10, нагрузкой, температурой и т.д., можно использовать в качестве заранее задаваемых местоположений, температур и т.д. для проверки предупреждения о возможной ошибке (перекрестной проверке) или обнаружения отклонения во время операций по техническому обслуживанию. Например, по истечении заданного периода времени новая компонента, такая как катушка, может быть проверена во время технического обслуживания с использованием ее обнаруженных температур, которые сравниваются с начальными температурами на предмет каких-либо различий, которые могут указывать на неисправную компоненту или компоненту, выходящую за принятую спецификацию.

Обратимся теперь к Фиг. 7, на которой показана блок-схема 700, иллюстрирующая пример реализации способа контроля рабочих параметров кабелей катушек и фильтров с использованием распределенного считывания, показанного на Фиг. 6. На этапе 702 работа МР сканера 10 инициируется на субъекте 22. На этапе 704 температуры/деформации вдоль каждой оптоволоконной компоненты 31С, 31Е, 33В и 35В контролируются блоком 37 оптического контроля. Затем на этапе 706 определяется, обнаружена ли деформация вдоль любой из оптоволоконных компонент 31С, 31Е, 33В, 35В, которые контролируются. При положительном определении на этапе 706 операции переходят к этапу 708, после чего производится определение, превышает ли обнаруженная деформация какой-либо допуск, указанный для оптоволоконной компоненты 31С, 31Е, 33В и 35В. Следует иметь в виду, что такой допуск деформации может быть больше для оптоволоконной компоненты 35В, связанной с подвижной локальной катушкой 23, чем допуск для оптоволоконных компонент 31С и 31Е, связанных с катушкой 25 для исследований всего тела. При положительном определении на этапе 708 процесс переходит к этапу 714, после чего работа МР сканера 10 прекращается. Затем на этапе 716 электроника 36 технического помещения и/или операторной в сочетании с блоком 37 оптического контроля идентифицирует кабели 30, 32, 34, их компоненты, другие компоненты МР сканера 10 и т.д. в местоположении, в котором обнаруженная деформация превышает соответствующий допуск деформации. Медицинский работник предупреждается, например, звуковым предупреждением, визуальной индикацией местоположения, аварийным сигналом и т.д. Затем операции в соответствии с Фиг. 7 прекращаются, обеспечив работника указанием местоположения неисправности в МР сканере 10. Следует отметить, что процедуру проверки, описанную выше в соответствии с Фиг. 6, можно использовать в настоящем документе для того, чтобы проверить, обусловлено ли сгенерированное предупреждение о возможной ошибке отказавшей или отказывающей компонентой и нет, например обусловлен неправильным подключением кабеля 30, 32, 34, неправильным позиционированием субъекта 22 или кушетки 24, неправильным протоколом сканирования одной из катушек 20, 21, 23, 25 или другими проблемами ввиду неправильного позиционирования, для того, чтобы избежать ложных аварийных сигналов и ненужных затрат на замену/ремонт.

При отрицательном определении либо на этапе 706, либо на этапе 708 работа МР сканера 10, проиллюстрированная на Фиг. 7, переходит к этапу 710. Блок 37 оптического контроля или другая подходящая компонента, связанная с системой, например электроника 36 технического помещения и/или операторной, определяет, на этапе 710,

температуры в заданных местоположениях вдоль длин оптоволоконных компонент 31С, 31Е, 33В и 35В.

Затем на этапе 712 выполняется определение, не обнаружено ли изменение температуры в каком-либо местоположении на оптоволоконной компоненте 31С, 31Е, 33В и 35В. То есть на местоположении вдоль длины оптоволоконной компоненты 31С, 31Е, 33В и 35В не регистрируется изменение температуры (например, повышение температуры), хотя подается радиочастотная энергия, подача которой приводит к увеличению температуры компонент 31С, 31Е, 33В и 35В. Таким образом, то, что не обнаружено какое-либо изменение температуры, может свидетельствовать о том, что нет радиочастотного рассеяния компонентой, которая, скорее всего, не функционирует должным образом. Если будет установлено, что, по меньшей мере, одно местоположение не регистрирует изменения температуры, процесс переходит к этапу 714, после чего работа МР сканера 10 прекращается. Электроника 36 технического помещения и/или операторной в сочетании с блоком 37 оптического контроля затем идентифицирует компоненту (например, встроенную РЧ катушку 21, локальную катушку 23, катушку 25 для исследований всего тела, их компоненты, другие компоненты МР сканера 10 и т.д.) в этом местоположении, в котором на этапе 716 не обнаружено никакого изменения температуры. На этапе 718 медицинский работник предупреждается, например, звуковым предупреждением, визуальной индикацией местоположения, аварийным сигналом и т.д. Затем операции в соответствии с Фиг. 7 прекращаются, обеспечив работника указанием местоположения неисправности в МР сканере 10.

Возвратимся к этапу 712, когда определено, что были обнаружены изменения температуры во всех заданных местоположениях оптоволоконных компонент 31С, 31Е, 33В и 35В, процесс переходит к этапу 720. На этапе 720 первое местоположение компоненты (например, встроенной РЧ катушки 21, локальной катушки 23, катушки 25 для исследований всего тела, их компонент, других компонент МР сканера 10 и т.д.) на оптоволоконной компоненте 31С, 31Е, 33В и 35В идентифицируется и выделяется температура в этом местоположении. Выделенная температура затем сравнивается с заранее выбранной пороговой температурой (индикация нормальной работы) на этапе 722. Следует иметь в виду, что различные местоположения вдоль длины оптоволоконной компоненты 31С, 31Е, 33В и 35В могут иметь различные пороговые температуры в соответствии с функцией компоненты, с которой соединена оптоволоконная компонента 31С, 31Е, 33В и 35В, например температура в витке 58 может быть существенно выше при нормальной работе, чем температура кабельных фильтров 54 или участков локальной катушки 23, которые соприкасаются с субъектом 22. Следует отметить, что на контролируемые температуры вдоль длины оптоволоконной компоненты 31С, 31Е, 33В и 35В могут влиять МР протоколы, которые используются, а также местоположения кабеля/катушки относительно передающего поля  $V_1$ . Таким образом, в вариантах осуществления, предусмотренных настоящим документом, каждый протокол может иметь установленные отдельные пороги, можно использовать общий перекрывающий порог и т.п.

Затем на этапе 724 выполняется определение, выше выделенная температура или равна заранее выбранной пороговой температуре, связанной с этим местоположением. Если будет установлено, что выделенная температура превышает пороговую температуру, процесс переходит к этапу 714, после чего операции МР сканера 10 прекращаются и оператор предупреждается, как изложено выше. Следует иметь в виду, что операции МР сканера 10 могут продолжаться при обнаружении ненормальных, но не опасно высоких температур. В таком варианте осуществления, МР сканер 10 будет

продолжать функционирование, но формируется отчет или сигнал аварийной обстановки работнику о повышении температуры. Если будет установлено, что выделенная температура меньше, чем пороговая температура, на этапе 726 производится определение, остается ли для анализа другое местоположение. Следует иметь в виду, что вышеприведенное делает возможным тестирование для определения, функционирует ли катушка 20, 21, 23, 25, как ожидалось, или вызывает ли остановку системы еще какой-либо другой механизм. Для того чтобы определить это, катушка 20, 21, 23, 25 может быть проверена в заранее определенном местоположении и с заданным протоколом, для которого известны деформация и температура, и отклонение большее, чем некоторое пороговое значение может свидетельствовать о проблеме с катушкой 20, 21, 23, 25, которая наблюдается. При положительном определении на этапе 726, процесс возвращается к этапу 722, после которого температура, выделенная для этого местоположения, сравнивается с соответствующей пороговой температурой. В том случае никаких дополнительных местоположений не остается, процесс переходит к этапу 728, после которого определяется, завершена ли уже работа МР сканера 10. В случае, если сканирование, которое проводится МР сканером 10, все еще продолжается, процесс возвращается к этапу 704, после чего контроль температур компонент МР сканера 10 через оптоволоконную компоненту 31С, 31Е, 33В и 35В продолжается, как изложено выше.

Следует понимать, что этапы 706, 708, 712, 720, 722, 724 и 726 являются представлением определения отклонения 606, показанного на Фиг. 6. Следует иметь в виду, что вышеуказанные этапы могут быть выполнены последовательно, как показано на Фиг. 7, параллельно (как деформация, так и температура проводятся одновременно), или только одно или другое может быть выполнено. Таким образом, реализация, изображенная на Фиг. 7, предназначена в качестве одного иллюстративного примера систем и способов, описанных выше в соответствии с Фиг. 1-6.

Следует иметь в виду, что применительно к конкретным иллюстративным вариантам осуществления, представленным в данном описании, определенные структурные и/или функциональные признаки описаны как включенные в состав определенных элементов и/или компонентов. Однако предполагается, что эти функции могут, к такой же или аналогичной пользе, также подобным образом быть включены в другие элементы и/или компоненты в случае необходимости. Следует также иметь в виду, что различные аспекты иллюстративных вариантов осуществления могут избирательно использоваться при необходимости для достижения других альтернативных вариантов осуществления, подходящих для желаемых применений, эти другие альтернативные варианты осуществления тем самым реализуют соответствующие преимущества аспектов, заключенных в них.

Следует также иметь в виду, что отдельные элементы или компоненты, описываемые в настоящем документе, могут иметь свою функциональность, соответствующим образом реализованную посредством оборудования, программного обеспечения, аппаратного обеспечения, программного обеспечения или их сочетания. Кроме того, следует иметь в виду, что некоторые элементы, описанные в настоящем документе как внедренные вместе, могут при подходящих условиях быть независимыми элементами или иным образом разделенными. Кроме того, множество конкретных функций, описанных как выполняемые одним конкретным элементом, могут осуществляться с помощью множества различных элементов, действующих независимо друг от друга, для осуществления отдельных функций, или некоторые отдельные функции могут быть разделены и осуществляться с помощью множества различных элементов, действующих

совместно. С другой стороны, некоторые элементы или компоненты, иным образом описанные и/или показанные здесь как отличные друг от друга могут быть физически или функционально объединены в случае необходимости.

В краткой форме, настоящее описание изложено со ссылкой на предпочтительные варианты осуществления. Очевидно, после прочтения и понимания настоящего описания возникнут другие модификации и изменения. Предполагается, что изобретение будет истолковано как включающее все такие модификации и изменения постольку, поскольку они входят в объем прилагаемой формулы изобретения или ее эквивалентны. А именно, следует иметь в виду, что ряд раскрытых выше и другие признаки и функции, или их варианты, могут быть объединены при желании во многих других различных системах или применениях, и также, что различные теперь непредвиденные или неожиданные альтернативы, модификации, вариации или усовершенствования в них, которые, как также предполагается, охватываются следующей формулой изобретения, могут быть сделаны впоследствии специалистами в данной области.

15

(57) Формула изобретения

1. Магнитно-резонансная система (MP) 10, содержащая:

по меньшей мере один кабель (30, 32, 34), включающий в себя по меньшей мере одну оптоволоконную компоненту (31С, 31Е, 33В, 35В); и

20

блок (37) оптического контроля, связанный по меньшей мере с одной оптоволоконной компонентой (31С, 31Е, 33В, 35В), причем блок (37) оптического контроля выполнен с возможностью:

определения температуры в каждом из множества положений по меньшей мере вдоль одной оптоволоконной компоненты (31С, 31Е, 33В, 35В),

25

идентификации конкретной температуры в каждом из множества местоположений; и

сравнения определенной температуры в каждом из множества местоположений с пороговой температурой, относящейся к каждому соответствующему местоположению.

2. Система (10) по п. 1, в которой блок (37) оптического контроля выполнен с

30

возможностью: идентификации по меньшей мере одной компоненты, соответствующей заранее выбранному местоположению по меньшей мере на одной оптоволоконной компоненте (31С, 31Е, 33В, 35В), соответствующей определенной температуре; и

35

предупреждения, указывающего на идентифицированную компоненту (20, 21, 23, 25, 54) и определенную температуру, оператору, взаимодействующему с системой (10).

3. Система (10) по п. 1, дополнительно содержащая по меньшей мере один кабельный фильтр (54), соединенный с по меньшей мере одним кабелем (30, 32, 34) по меньшей мере одной оптоволоконной компонентой, проходящий через фильтр, для измерения температуры в нем.

40

4. Система (10) по п. 1, в которой по меньшей мере один кабель (30, 32, 34) дополнительно включает в себя по меньшей мере одну компоненту (31А, 31В, 31D, 33А, 35А) кабеля.

5. Система (10) по п. 4, в которой по меньшей мере одна оптоволоконная компонента (31С, 31Е, 33В, 35В) соединена по меньшей мере с одной компонентой кабеля (31А, 31В, 31D, 33А, 35А) вдоль длины по меньшей мере одного кабеля (30, 32, 34).

45

6. Система (10) по п. 1, в которой блок (37) оптического контроля выполнен с возможностью определения по меньшей мере одного из множества местоположений, в котором нет изменения температуры и формирования по меньшей мере одного из

отчета и предостережения взаимодействующему оператору в ответ на то, что по меньшей мере в одном местоположении отсутствует изменение температуры.

7. Система (10) по п. 6, дополнительно содержащая по меньшей мере одну компоненту, выбранную из группы, состоящей из встроенной РЧ катушки (21), локальной катушки (23) и катушки (25) для исследований всего тела.

8. Система (10) по п. 7, в которой блок (37) оптического контроля выполнен с возможностью остановки работы МР системы (10) в ответ по меньшей мере на одну определенную температуру.

9. Система (10) по п. 8, в которой по меньшей мере один кабель (30, 32, 34) находится в контакте с субъектом (22) и в которой блок (37) оптического контроля выполнен с возможностью обнаружения температуры вдоль по меньшей мере одного кабеля (30, 32, 34), который соприкасается с субъектом (22).

10. Система (10) по п. 1, в которой блок (37) оптического контроля дополнительно выполнен с возможностью:

определения деформации по меньшей мере вдоль одной оптоволоконной компоненты (31С, 31Е, 33В, 35В),

остановки работы МР системы (10) в ответ по меньшей мере на то, что одна определенная деформация превышает заданный допуск деформации, связанный по меньшей мере с одной оптоволоконной компонентой (31С, 31Е, 33В, 35В).

11. Способ считывания распределенной температуры в магнитно-резонансной (МР) системе (10), включающий в себя:

эксплуатацию (702) МР сканера (10);

отслеживание (704) температуры вдоль длины оптоволоконной компоненты (31С, 31Е, 33В, 35В) кабеля (30, 32, 34), связанного с магнитным сканером (10); и

определение (710) температуры в заранее выбранных местах вдоль оптоволоконной компоненты (31С, 31Е, 33В, 35В); и

сравнение (722) определенной температуры в предварительно выбранном местоположении с пороговой температурой;

12. Способ по п. 11, дополнительно включающий в себя:

определение (724) того, что определенная температура больше или равна пороговой температуре; и

формирование (718) по меньшей мере одного из отчета и предостережения взаимодействующему оператору в ответ на то, что определенная температура превышает или равна пороговой температуре.

13. Способ по п. 11, дополнительно включающий в себя:

определение (712) того, что изменения температуры не обнаружено в заранее выбранном местоположении вдоль оптоволоконной компоненты (31С, 31Е, 33В, 35В);

и

прекращение (718) работы МР сканера (10) в ответ на определение (712) того, что изменения температуры нет.

14. Способ по п. 12, в котором МР сканер (10) работает в соответствии по меньшей мере с одним из профилактического обслуживания или с процедурой проверки, дополнительно содержащий:

позиционирование (602) по меньшей мере одной компоненты (21, 23, 24, 25, 30, 32, 34, 54) в заранее определенном положении по отношению к МР сканеру (10);

эксплуатацию (604) МР сканера (10) в соответствии с заданным протоколом сканирования и заданной нагрузкой; и

обнаружение (608) по меньшей мере одного отклонения от ожидаемой температуры

по меньшей мере для одной компоненты (16, 20, 21, 23, 24, 25, 30, 32, 34, 54) по заданному местоположению, протоколу и нагрузке, причем обнаруженное отклонение свидетельствует по меньшей мере об одном из проверки предупреждения и выходе из строя компоненты (16, 20, 21, 23, 24, 25, 30, 32, 34, 54).

- 5 15. Способ по п. 13, дополнительно включающий в себя:  
идентификацию (716, 720) конкретной компоненты (16, 20, 21, 23, 24, 25, 30, 32, 34, 54) вдоль оптоволоконной компоненты (31С, 31Э, 33В, 35В); и  
предупреждение оператора (718) об идентифицированной компоненте (16, 20, 21, 23, 24, 25, 30, 32, 34, 54).

10

15

20

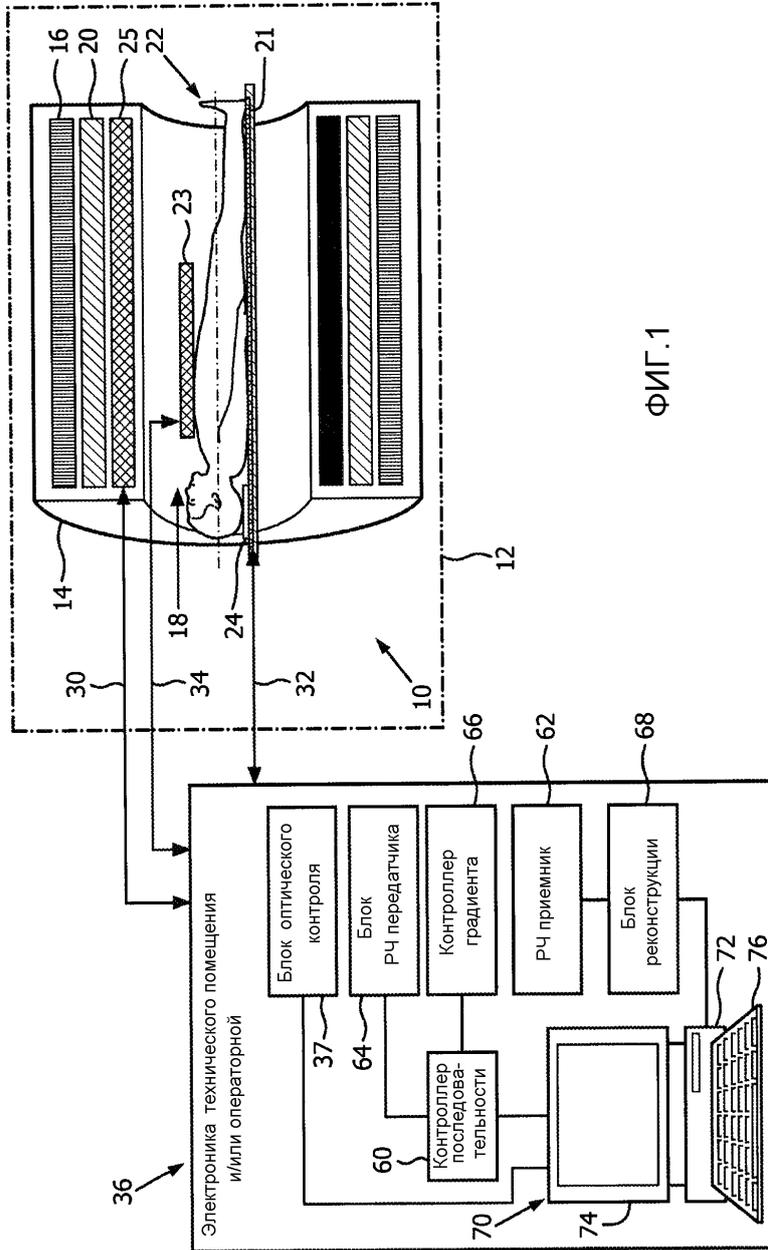
25

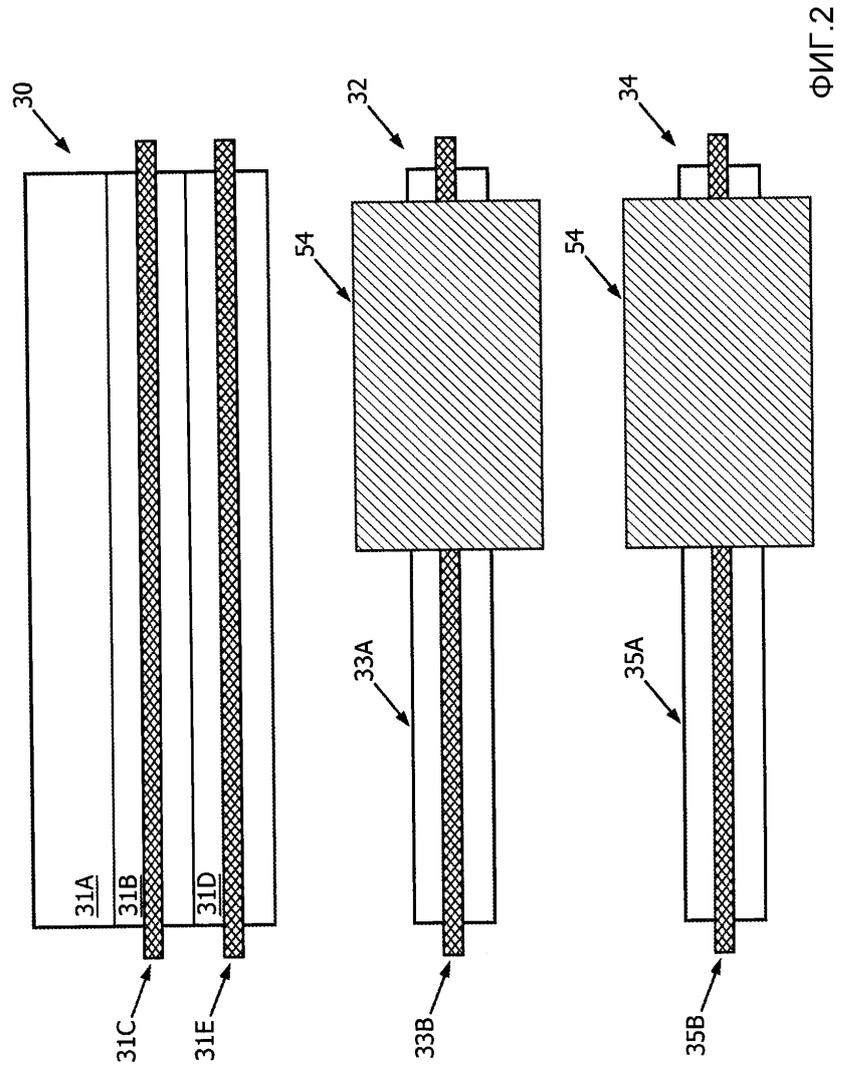
30

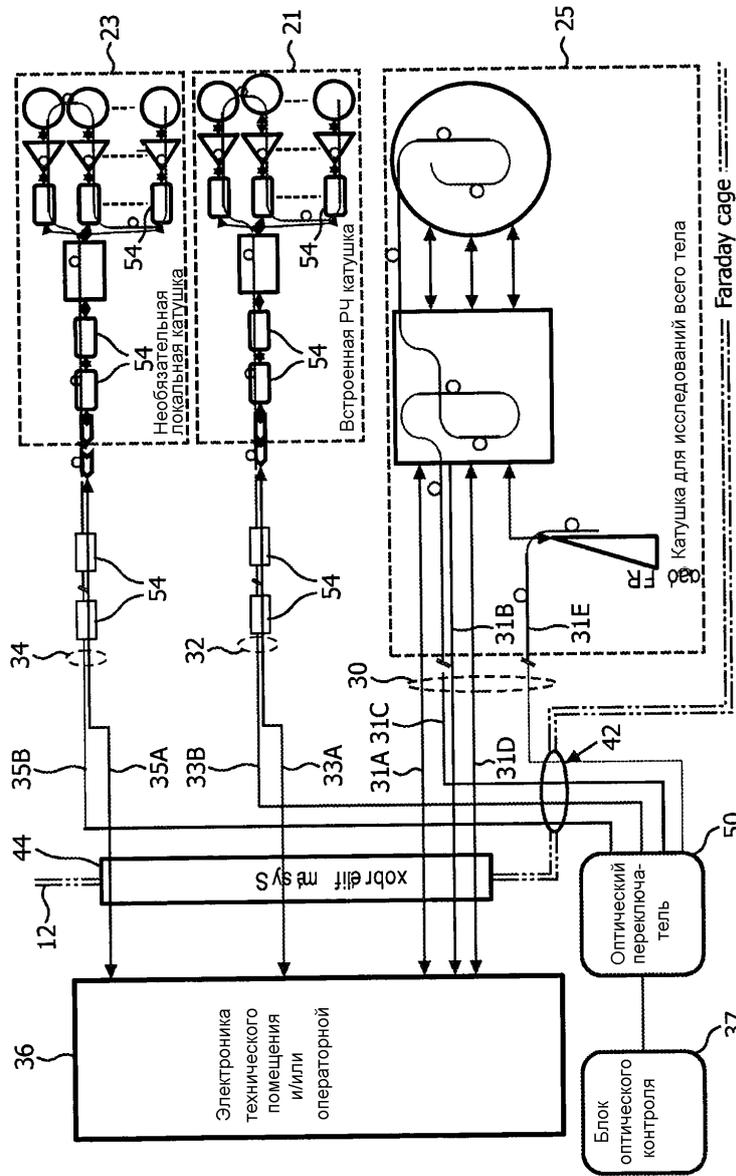
35

40

45

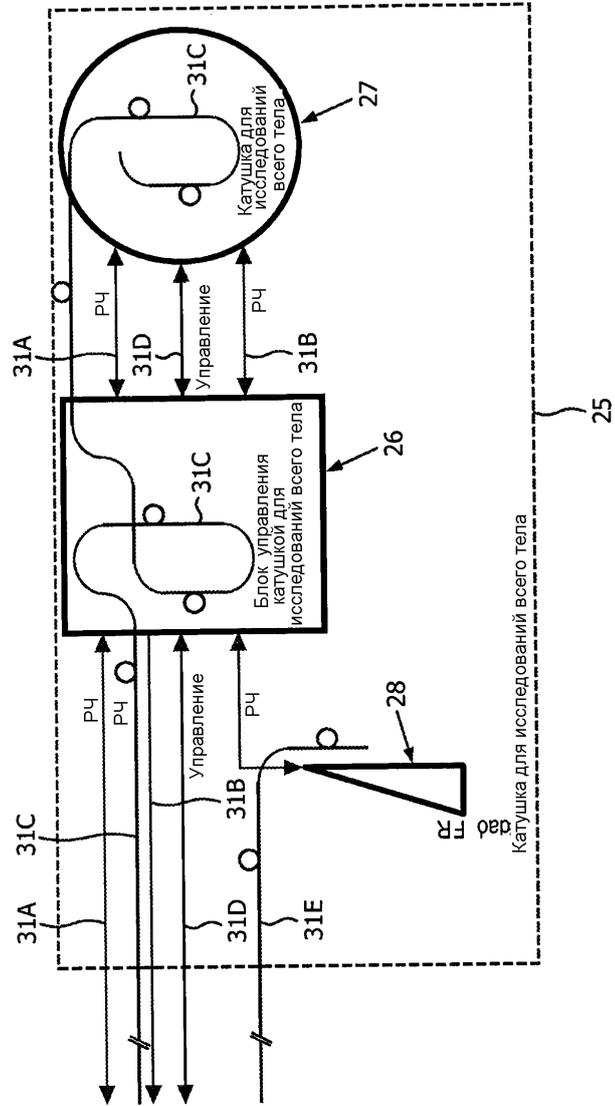




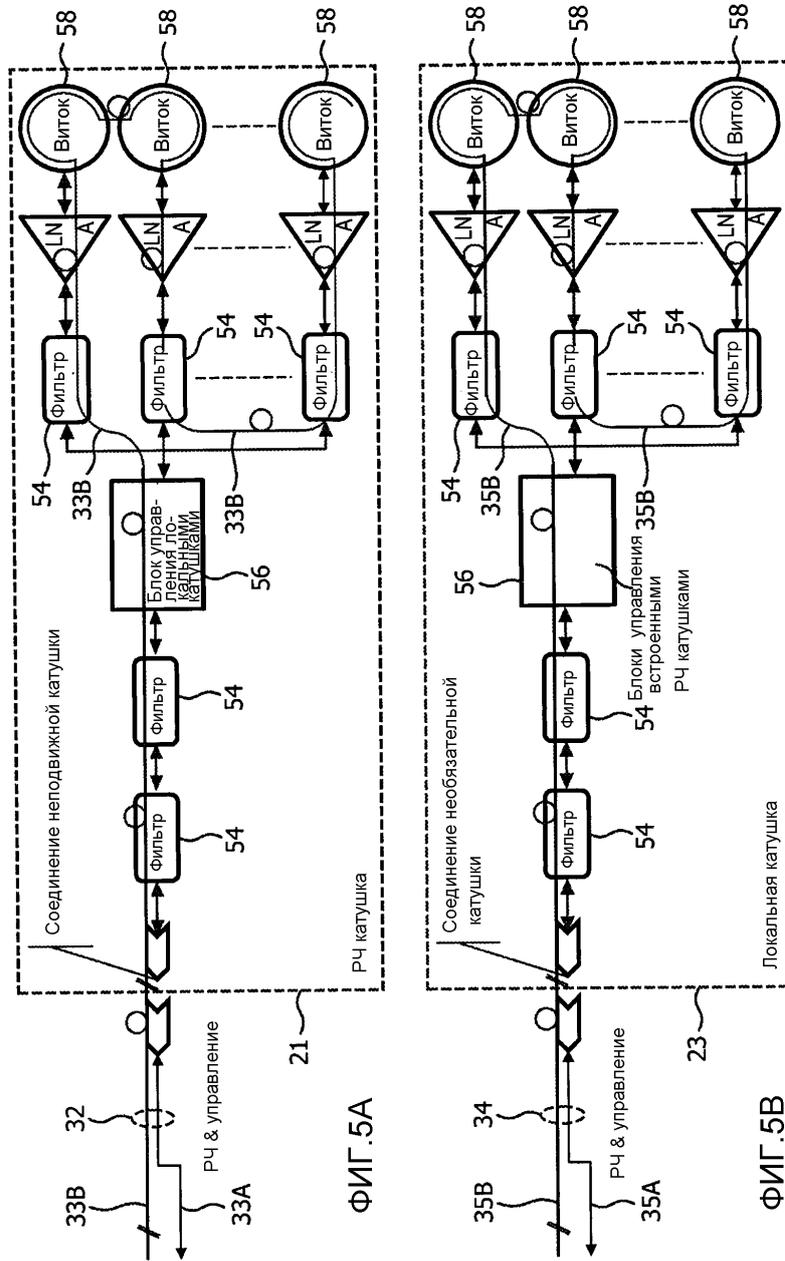


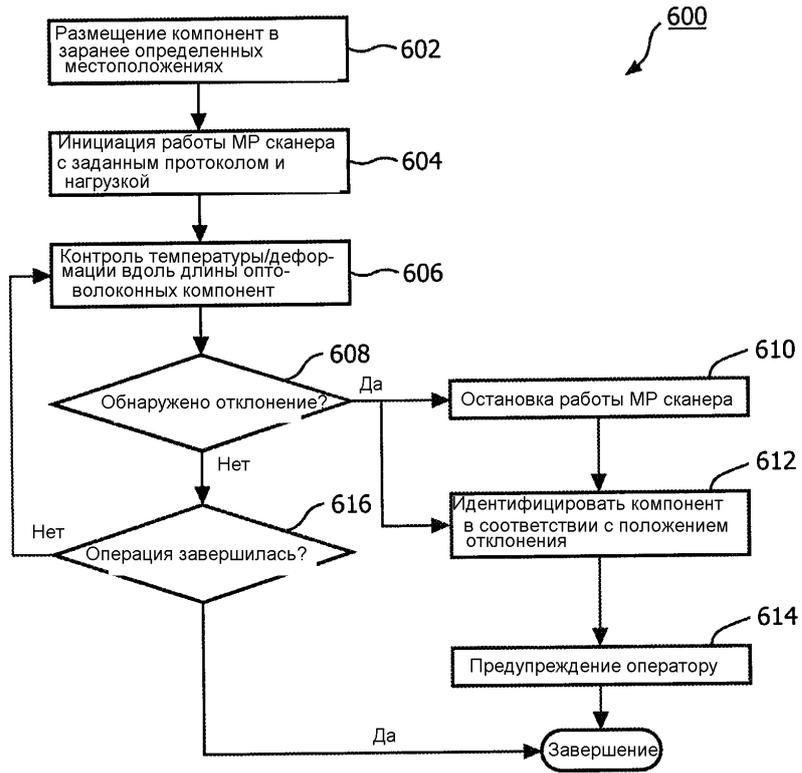
⚡ : Оптическое соединение / оптический соединитель  
 Ω : Оптическое волокно

ФИГ.3



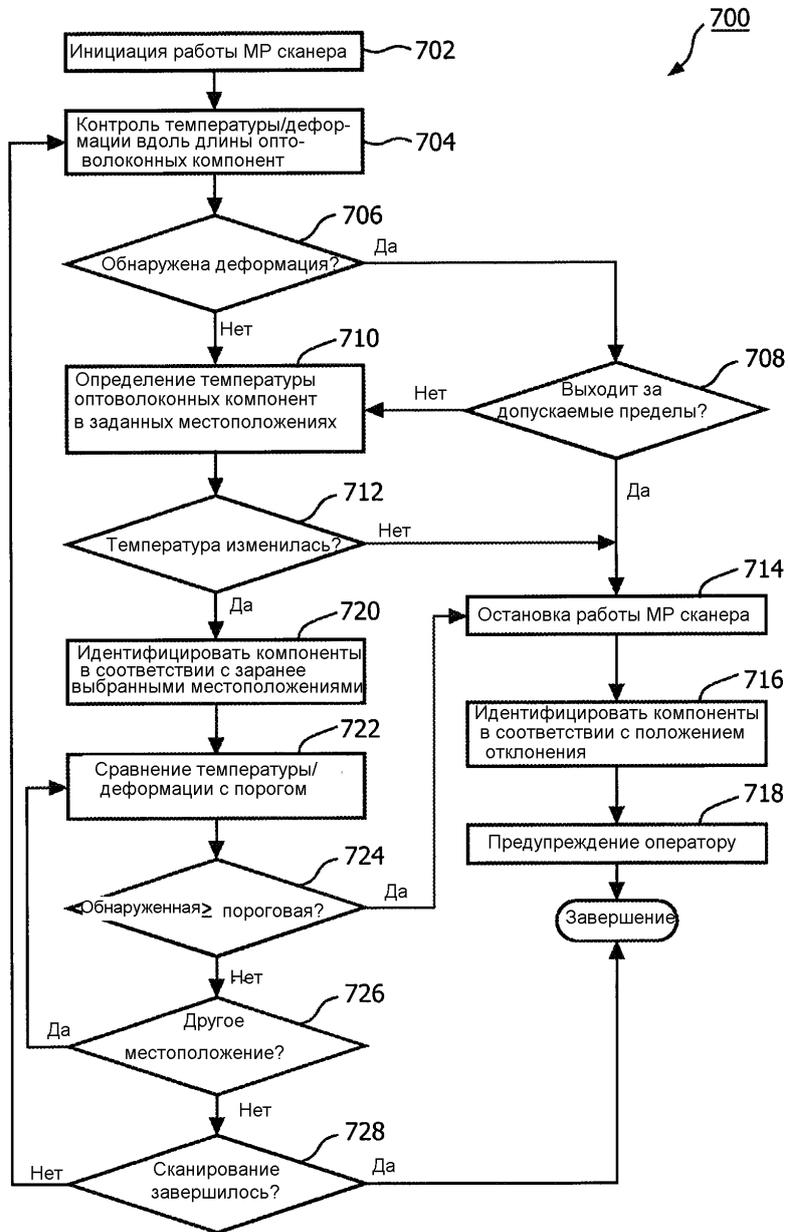
ФИГ.4





ФИГ.6

717



ФИГ.7