



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2011125903/14, 20.11.2009

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
20.11.2009

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
24.11.2008 EP 08169736.9

(43) Дата публикации заявки: 27.12.2012 Бюл. № 36

(45) Опубликовано: 20.07.2014 Бюл. № 20

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 5494042 A, 27.02.1996. US 2007197929 A1, 23.08.2007. US 2002099415 A1, 25.07.2002. ROBERT LEMERY et al "Feasibility study of endocardial mapping of ganglionated plexuses during catheter ablation of atrial fibrillation", Heart Rhythm: THE OFFICIAL JOURNAL OF THE HEART RHYTHM SOCIETY, vol.3 no. 4, April 2006, реферат, фиг.2-4 . RU 2118117 C1, 27.08.1998

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: 24.06.2011

(86) Заявка РСТ:  
IB 2009/055221 (20.11.2009)(87) Публикация заявки РСТ:  
WO 2010/058372 (27.05.2010)

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, строение 3,  
ООО "Юридическая фирма Городисский и  
Партнеры"

(72) Автор(ы):

БАРЛИ Майя Е. (NL),  
КАЛЕРТ Йоахим (NL)

(73) Патентообладатель(и):

КОНИНКЛЕЙКЕ ФИЛИПС  
ЭЛЕКТРОНИКС Н.В. (NL)

## (54) УСТРОЙСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ СЕРДЦА

(57) Реферат:

Настоящее изобретение относится к устройству формирования изображения для формирования изображения сердца. Устройство формирования изображения содержит блок обеспечения типов свойств для обеспечения типов свойств сердца в различных местоположениях сердца, а также блок определения первого участка для определения первого участка сердца,

содержащего первый тип свойства, подобный фракционированной электрограмме, и блок определения второго участка для определения второго участка, содержащего второй тип свойства, подобный сплетению, имеющему ганглии. Первый участок и второй участок причинно связаны и отображаются на блоке отображения. Использование изобретения

позволяет более точно и более оптимально выявлять области сердца с патологиями. 3 н. и 9

з. п. ф-лы, 8 ил.

R U 2 5 2 3 1 2 8 C 2

R U 2 5 2 3 1 2 8 C 2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2011125903/14, 20.11.2009**

(24) Effective date for property rights:  
**20.11.2009**

Priority:

(30) Convention priority:  
**24.11.2008 EP 08169736.9**

(43) Application published: **27.12.2012** Bull. № **36**

(45) Date of publication: **20.07.2014** Bull. № **20**

(85) Commencement of national phase: **24.06.2011**

(86) PCT application:  
**IB 2009/055221 (20.11.2009)**

(87) PCT publication:  
**WO 2010/058372 (27.05.2010)**

Mail address:

**129090, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25, stroenie 3,  
OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery"**

(72) Inventor(s):

**BARLI Majja E. (NL),  
KALERT Joakhim (NL)**

(73) Proprietor(s):

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

(54) **HEART IMAGING APPARATUS**

(57) Abstract:

FIELD: physics, computer engineering.

SUBSTANCE: present invention relates to a heart imaging apparatus. The heart imaging apparatus includes a property type providing unit for providing property types of the heart at different locations of the heart, a first site determination unit for determining a first site of the heart, having a first property type like a fractionated electrogram and a second site determination

unit for determining a second site having a second property type like a ganglionated plexus. The first site and the second site are causally related and displayed on a display unit.

EFFECT: use of the invention allows more accurate and more optimum detection of sites of heart with abnormalities.

12 cl, 8 dwg

C 2 8 2 1 3 2 5 2 R U

R U 2 5 2 3 1 2 8 C 2

**Область техники, к которой относится изобретение**

Настоящее изобретение относится к устройству формирования изображения, способу формирования изображения и компьютерной программе формирования изображения для формирования изображения сердца.

**5 Уровень техники**

Статья "Integration of Three-Dimensional Scar Maps for Ventricular Tachycardia Ablation With Positron Emission Tomography-Computed Tomography", Т. Dickfeld и др., Journal of the American College of Cardiology Foundation, Cardiovascular Imaging, 1:73-82, 2008 описывает систему для определения участков рубцовой ткани сердца и для совместного  
10 отображения этих участков с помощью электро-анатомической карты сердца.

Данная система имеет недостаток, заключающийся в том, что представляется огромный объем электро-анатомических данных, который, например, электрофизиолог должен мысленно проанализировать и интерпретировать, чтобы определить, например, оптимальные участки абляции. Этот умственный процесс является трудоёмким и часто  
15 трудным и может привести к неточным или субоптимальным выводам, в частности относительно оптимального участка абляции.

**Сущность изобретения**

Целью настоящего изобретения является предоставить устройство формирования изображения, способ формирования изображения и компьютерную программу  
20 формирования изображения для формирования изображения сердца, причем формирование изображения сердца улучшено таким образом, что заключения об областях сердца, имеющих аномальное поведение, могут быть сделаны более точным и более оптимальным образом.

В одном аспекте настоящего изобретения представлено устройство формирования  
25 изображения для формирования изображения сердца, причем устройство формирования изображения содержит:

блок обеспечения типов свойств для обеспечения типов свойств сердца в различных местоположениях сердца,

блок определения первого участка для определения первого участка сердца, причем  
30 первый участок содержит первый тип свойства из обеспеченных типов свойств,

блок определения второго участка для определения второго участка сердца, причем второй участок содержит второй тип свойства из обеспеченных типов свойств, и причем второй участок имеет причинную связь с первым участком, причем блок определения второго участка содержит блок определения причинной связи для определения среди  
35 обеспеченных типов свойств сердца того типа свойства, который имеет причинную связь с первым типом свойства, причем этот определенный тип свойства является вторым типом свойства, и при этом блок определения второго участка выполнен с возможностью определять второй участок как участок, где располагается определенный второй тип свойства,

40 блок отображения для отображения первого участка и второго участка.

Поскольку отображаются первый участок и второй участок, которые причинно связаны друг с другом, пользователь, например, электрофизиолог или радиолог не только получает информацию о местоположении первого участка и второго участка, но также и информацию о том, что первый участок и второй участок причинно связаны.  
45 Эта дополнительная информация помогает пользователю в обнаружении областей сердца, демонстрирующих аномальное поведение, что могло быть расценено как участок абляции. Поэтому выводы об аномальном поведении области сердца могут быть сделаны более точно и более оптимально.

Первый участок и второй участок предпочтительно причинно связаны, если тип свойства по меньшей мере одного из первого участка и второго участка обуславливает или способствует типу свойства другого из первого участка и второго участка. Далее предпочтительным образом термин "причинная связь" относится к

5 патофизиологическому отношению между первым типом свойства первого участка и вторым типом свойства второго участка. В частности, первый участок и второй участок причинно связаны, если один из первого участка и второго участка содержит тип анатомического свойства, который мог бы также рассматриваться как анатомическая особенность, которая может быть найдена в здоровом человеческом сердце (такая как

10 сплетение, имеющее ганглии) или может быть вызвана болезнью (такая как область инфаркта миокарда), и если другой из первого участка и второго участка содержит электрический тип свойства, который мог также быть расценен как электрическое поведение, которое обусловлено или поддерживается анатомическим типом свойства (например, эктопические очаги или фракционированные электрограммы, которые

15 являются электрическими запускающими механизмами или основанием сердечной аритмии).

Первый тип свойства и/или второй тип свойства предпочтительно являются типами свойств, связанными с функционированием сердца. Также предпочтительно, что первый участок и второй участок содержат ткань сердца, имеющую первый тип свойства и

20 второй тип свойства соответственно. Тип свойства может также рассматриваться как класс свойств, причем одно или несколько свойств в местоположении сердца классифицируются в соответствии с предопределенным критерием классификации, и причем класс свойств из одного или нескольких свойств в этом местоположении является типом свойства в этом местоположении.

25 В предпочтительном варианте осуществления блок определения первого участка содержит блок выбора, чтобы позволить пользователю выбирать первый тип свойства из обеспеченных типов свойств сердца, причем блок определения первого участка выполнен с возможностью определять первый участок сердца, который содержит выбранный первый тип свойства.

30 Также предпочтительно, что устройство формирования изображения содержит блок обеспечения модели сердца для обеспечения модели сердца, причем блок отображения выполнен с возможностью отображать первый участок и второй участок на обеспеченной модели сердца.

Нужно отметить, что изобретение не ограничено только одним первым участком и

35 одним вторым участком. Блок определения первого участка может быть выполнен с возможностью определять несколько первых участков, и блок определения второго участка может быть выполнен с возможностью определять несколько вторых участков. Кроме того, устройство формирования изображения может также содержать блок определения третьего участка для определения третьих участков, содержащих третий

40 тип свойства, блок определения четвертого участка для определения четвертого участка, содержащий четвертый тип свойства, и так далее.

Предпочтительно, блок отображения выполнен с возможностью отображать только участки сердца, которые причинно связаны.

Блок обеспечения типов свойств предпочтительно содержит блок обеспечения

45 электрограммы для обеспечения электро-анатомической карты, которая показывает электрограммы в различных местоположениях на поверхности сердца. Кроме того, блок обеспечения типов свойств может содержать блок обеспечения изображения сердца для обеспечения изображения сердца подобно магнитному резонансу,

рентгеновской компьютерной томографии, способу ядерного или трехмерного атрио-ангиографического изображения.

Блок обеспечения электрограммы может быть блоком хранения электрограммы, в котором сохранена электро-анатомическая карта, или блоком измерения электрограммы для измерения электрограммы в различных местоположениях на поверхности сердца. Блок измерения электрограммы может содержать контактный электрод на наконечнике катетера для локального стимулирования ткани сердца, причем электрограммы измеряются после или во время стимулирования.

Блок обеспечения изображения сердца может быть блоком хранения изображения сердца, в котором сохранено изображение сердца, или блоком генерации изображения сердца для генерации изображения сердца. Блок генерации изображения сердца предпочтительно является функциональным средством отображения, таким как функциональное средство магнитного резонанса, рентгеновской компьютерной томографии, ядерного формирования изображения или трехмерной атрио-ангиографии для формирования изображения сердца.

Кроме того, предпочтительно, что блок обеспечения типов свойств выполнен с возможностью обеспечивать по меньшей мере одно из анатомического типа свойства и электрического типа свойства сердца. В предпочтительном варианте осуществления блок обеспечения типов свойств выполнен с возможностью обеспечивать по меньшей мере одно из комплексной фракционированной электрограммы предсердия, сплетения, имеющего ганглии, цепи возвратного движения, рубцовой ткани, ротора, устья легочной вены, медленной проводимости и фиброза в качестве типа свойства сердца. Блок обеспечения типов свойств может также быть выполнен с возможностью обеспечивать эктопический очаг или кольцо митрального клапана в качестве типа свойства сердца. Эти типы свойств могут быть легко определены из электро-анатомической карты и/или изображения сердца, и эти типы свойств имеют диагностическое значение, например, направляющее электрофизиолога к участкам сердца, которые подлежат абляции. Цепи возвратного движения могут также называться путями цепей возвратного движения.

В одном варианте осуществления блок обеспечения типов свойств содержит блок определения типов свойств для определения типов свойств сердца в различных местоположениях сердца на основе электро-анатомической карты, обеспеченной блоком обеспечения электрограммы, и/или изображения сердца, обеспеченного блоком генерации изображения сердца. Блок определения типов свойств предпочтительно выполнен с возможностью определять комплексную фракционированную электрограмму предсердия, эктопический очаг, ротор, высокочастотную электрограмму, цепь возвратного движения или медленную проводимость в качестве типа свойства и их соответствующие местоположения на сердце с использованием электро-анатомической карты и/или изображения сердца. В дополнение или альтернативно, блок определения типов свойств может быть выполнен с возможностью определять сплетение, имеющее ганглии, и/или рубцовую ткань, устье легочной вены и кольцо митрального клапана в качестве типа свойства и их местоположение на сердце с использованием изображения сердца, в частности с использованием магнитного резонанса или изображения рентгеновской компьютерной томографии, обеспеченного блоком обеспечения изображения сердца, и/или с использованием электро-анатомической карты, обеспеченной блоком обеспечения электрограммы. Блок определения типа свойства может также быть выполнен с возможностью определять сплетение, имеющее ганглии, и/или рубцовую ткань, и/или цепь возвратного движения на основе измерения изменений в электрограммах после локального стимулирования.

В частности, цепь возвратного движения может быть основана на отображении захвата.

Определение ранее упомянутых типов свойств на основе электро-анатомической карты и/или изображения сердца известно специалисту в данной области техники. Для некоторых типов свойств это определение будет объяснено ниже в качестве примера.

5 Для определения типа свойства как сплетение, имеющее ганглии, предпочтительно область в пределах границ сплетения, имеющего ганглии, идентифицируется путем последовательного приложения во множестве местоположений высокочастотной локальной стимуляции (например, прямоугольных колебаний 0,1 В на 5 Гц  
10 длительностью 2 мс) в течение нескольких секунд, наблюдая электрограммы для вагусного отклика (то есть пролонгация интервала R-R). Этот процесс стимуляции повторяется, пока границы сплетения, имеющего ганглии, не будут полностью отображены. Это определение сплетения, имеющего ганглии, описано более подробно в статье "How to perform ablation of the parasympathetic ganglia of the left atrium", Lemery и др., Heart Rhythm, 2006. 3 (10): p. 1237-1239, которая включена в данный документ  
15 посредством ссылки.

Тип свойства как рубцовая ткань предпочтительно определяется подпороговым стимулированием возбуждением эндокарда. Получающиеся локальные электрограммы измеряются в нескольких миллиметрах от электрода водителя ритма. Области рубца характеризуются низковольтными (предпочтительно меньше 1,5 мВ) мультифазными  
20 электрограммами. Более подробное описание этого определения типа свойства как рубцовая ткань приведено в статье "Electrically unexcitable scar mapping based on pacing threshold for identification of the reentry circuit isthmus: feasibility for guiding ventricular tachycardia ablation", Soejima, K. и др., Circulation, 2002. 106 (13): p. 1678-83, которая  
25 включена в данный документ посредством ссылки.

Чтобы определить тип свойства как цепь возвратного движения, в частности чтобы определить пути цепей возвратного движения, выполняется надпороговое навязывание ритма сердца для имитации желудочковой тахикардии (отображение ритма) в  
30 местоположениях в или около рубцовой ткани. Этот метод основан на том принципе, что навязывание ритма сердца в цепи возвратного движения приведет к идентичной поверхностной морфологии электрокардиограммы относительно той, которая имеет место при клинической желудочковой тахикардии. Более подробное описание определения путей цепей возвратного движения приведено в статье "Mapping for ventricular tachycardia", Dixit, S. и D.J.Callans, Card Electrophysiol Rev, 2002. 6 (4): p. 436-41, которая  
35 также включена в данный документ посредством ссылки.

Отображение захвата является золотым стандартом для наведения катетера к оптимальному месту для абляции. Отображение захвата выполняется после того, как локализована цепь возвратного движения, и используется, чтобы идентифицировать оптимальное место для абляции. Оно устанавливает, находится ли текущее местоположение наконечника катетера абляции в пределах цепи возвратного движения,  
40 путем сравнения длины цикла желудочковой тахикардии с интервалом пост-кардиостимуляции (период между применением стимула навязывания ритма сердца и возвращением стимула к участку кардиостимуляции). Если они равны, то положение наконечника катетера абляции находится в пределах цепи возвратного движения. Это отображение захвата описано более подробно в публикации "Catheter ablation of monomorphic ventricular tachycardia", Stevenson, W.G., Curr Opin Cardiol, 2005. 20 (1): p. 42-7, которая включена в данный документ посредством ссылки.

В другом варианте осуществления блок обеспечения типов свойств является блоком хранения, в котором уже сохранены типы свойств и их местоположения на сердце. Блок

обеспечения типов свойств может также быть блоком приема данных для приема данных, указывающих, в каких местоположениях сердца какие типы свойств присутствуют, и для предоставления принятых данных блоку определения первого участка и блоку определения второго участка.

5 Блок определения второго участка содержит блок определения причинной связи для определения среди обеспеченных типов свойств сердца того типа свойства, который имеет причинную связь с первым типом свойства, причем этот определенный тип свойства является вторым типом свойства, и при этом блок определения второго участка выполнен с возможностью определять второй участок как участок, где имеется  
10 определенный второй тип свойства. Предпочтительно, что блок определения причинной связи содержит блок хранения для хранения групп причинных типов свойств, причем типы свойств группы причинных типов свойств содержат причинную связь, и причем блок определения причинной связи выполнен с возможностью определения, что первый тип свойства и другой тип свойства из обеспеченных типов свойств причинно связаны,  
15 если первый тип свойства и другой тип свойства принадлежат к той же самой группе причинных типов свойств. Другой тип свойства, принадлежащий той же самой группе причинных типов свойств, является предпочтительно вторым типом свойства. Это позволяет ускорить и точно определить типы свойств, которые причинно связаны, путем поиска в блоке хранения, принадлежат ли два типа свойств к той же самой группе  
20 причинных типов свойств. Кроме того, далее, причинные связи между типами свойств могут быть легко введены в устройство формирования изображения путем добавления новых групп причинных типов свойств в блок хранения.

В предпочтительном варианте осуществления по меньшей мере одна из следующих групп причинных типов свойств сохранена в блоке хранения:

25 комплексная фракционированная электрограмма предсердия и сплетение, имеющее ганглии,  
цепь возвратного движения и рубцовая ткань,  
ротор и устье легочной вены,  
эктопический очаг и устье легочной вены,  
30 медленная проводимость и фиброз,  
медленная проводимость и ишемия.

Эти группы причинных типов свойств имеют причинную связь, и отображение первого участка и второго участка, в которых соответствующий первый тип свойства и соответствующий второй тип свойства принадлежат одной из этих групп причинных  
35 типов свойств, может привести электрофизиолога к участку сердца, подлежащему абляции.

Далее предпочтительно, что устройство формирования изображения дополнительно содержит блок определения уровня причинной связи для определения уровня причинной связи между первым участком и вторым участком. Уровень причинной связи дает  
40 пользователю дальнейшее указание относительно аномального поведения области сердца. В частности, если уровень причинной связи выше, то по меньшей мере один из первого участка и второго участка более вероятно является участком, подлежащим абляции.

В одном варианте осуществления блок определения уровня причинной связи  
45 выполнен с возможностью определять уровень причинной связи между каждым из нескольких первых участков и вторым участком, являющимся единственным вторым участком или являющимся выбранным вторым участком из нескольких вторых участков. Кроме того, блок определения уровня причинной связи может быть выполнен с



возможностью определять уровень причинной связи между каждым из нескольких вторых участков и первым участком, являющимся единственным первым участком или являющимся выбранным первым участком из нескольких первых участков. Блок определения уровня причинной связи содержит предпочтительно блок выбора для  
5 выбора первого участка и/или второго участка, например графический пользовательский интерфейс.

В предпочтительном варианте осуществления блок определения уровня причинной связи выполнен с возможностью определять уровень причинной связи на основе расстояния между первым участком и вторым участком.

10 Далее, является предпочтительным, что меньшее расстояние между первым участком и вторым участком соответствует более высокому уровню причинной связи, в частности, если первый участок содержит цепь возвратного движения, а второй участок содержит рубцовую ткань, или наоборот.

15 Далее, является предпочтительным, что блок определения уровня причинной связи выполнен с возможностью определять уровень причинной связи, основываясь на плотности одного из первого участка и второго участка в предопределенной области вокруг другого из первого участка и второго участка. Первый тип свойства первого участка может изменить электрический субстрат области ткани, и можно ожидать, что это будет сделано всеобъемлющим образом в первом участке и в предопределенной  
20 области вокруг первого участка. Если плотность второго участка, содержащего второй тип свойства, который причинно связан с первым типом свойства в этой предопределенной области, выше, предполагается, что уровень причинной связи между первым участком и вторыми участками увеличен. Например, сплетение, имеющее ганглии, как первый тип свойства на первом участке может изменить электрический  
25 субстрат области ткани (например, автономным нервным вводом), и можно ожидать, что это будет сделано всеобъемлющим образом в пределах этой области ткани, которая могла бы рассматриваться как предопределенная область. Таким образом, плотность вторых участков со вторым типом свойства (например, комплексная фракционированная электрограмма предсердия) в предопределенной области указывает на более высокий  
30 уровень причинной связи с первым участком, который содержит, в этом примере, сплетение, имеющее ганглии. В варианте осуществления предопределенная область определяется на основе обеспеченных типов свойств, в частности на основе по меньшей мере одного из первого типа свойства и/или второго свойства и их местоположений в сердце. Например, если первым типом свойства является сплетение, имеющее ганглии,  
35 то изменение электрического субстрата области ткани определяется, например, на основе электро-анатомической карты, причем предопределенная область определяется путем определения области, в которой был изменен электрический субстрат. Предопределенная область может также быть предопределена пользователем, таким как электрофизиолог.

40 Кроме того, предпочтительным является, что блок определения уровня причинной связи выполнен с возможностью определить уровень причинной связи, основываясь на местоположении, которое является предпочтительно анатомическим местоположением, по меньшей мере одного из первого участка и второго участка. В частности, первый участок, содержащий комплексную фракционированную  
45 электрограмму предсердия в качестве первого типа свойства, может быть единственным первым участком или могут присутствовать несколько первых участков, содержащих комплексную фракционированную электрограмму предсердия, которые объединяются в группы в известных анатомических областях. Кроме того, каждое сплетение, имеющее

ганглии, как известно, обеспечивает автономный нервный вход к одной или более конкретным областям сердечной ткани, как это, например, раскрыто в статье "Autonomic Mechanism to Explain Complex Fractionated Atrial Electrograms (CFAE)", Lin и др., J. Cardiac Electrophysiol, 2007. 18 (11): p. 1197-1205. Поэтому, если второй тип свойства

5 второго участка является сплетением, имеющим ганглии, то уровень причинной связи между первым участком, содержащим первый тип свойства, являющийся комплексной фракционированной электрограммой предсердия, и вторым участком, имеющим второй тип свойства, являющийся сплетением, имеющим ганглии, больше, если первый участок и второй участок расположены вокруг устья левой нижней легочной вены и ниже.

10 Уровень причинной связи меньше, если первый участок и второй участок расположены вокруг устья правой верхней легочной вены и ниже относительно левой нижней легочной вены соответственно.

Кроме того, предпочтительно, что блок отображения выполнен с возможностью отображать первый участок и/или второй участок в зависимости от определенного

15 уровня причинной связи. Таким образом, блок отображения не только отображает первый участок и второй участок, которые причинно связаны, но также и уровень причинной связи. Например, цвет первого участка и/или второго участка может быть адаптирован к уровню причинной связи или интенсивность или яркость отображаемого

20 первого участка и второго участка могут зависеть от соответствующего уровня причинной связи. Если присутствуют несколько первых участков и/или вторых участков, различные первые участки и/или вторые участки могут быть отображены по-разному в зависимости от их уровня причинной связи, то есть различные первые участки и/или вторые участки могут включать различный уровень причинной связи. Например, все

25 первые участки могут быть отображены в первом цвете, и все вторые участки могут быть отображены во втором цвете, причем интенсивность цвета или яркость зависит от уровня причинной связи; например, если уровень причинной связи больше, интенсивность или яркость могут быть больше. Это дополнительно улучшает, например, направление электрофизиолога к участкам, подлежащим абляции.

В другом аспекте данного изобретения представлено устройство приложения энергии

30 для приложения энергии к сердцу, причем устройство приложения энергии содержит блок приложения энергии для приложения энергии к сердцу и устройство формирования изображения, как определено в пункте 1 формулы.

В другом аспекте настоящего изобретения представлен способ формирования изображения для формирования изображения сердца, причем способ формирования

35 изображения содержит этапы, на которых:

- обеспечивают типы свойств сердца в различных местоположениях сердца,
- определяют первый участок сердца, причем первый участок содержит первый тип свойства из обеспеченных типов свойств,
- определяют второй участок сердца, причем второй участок содержит второй тип
- 40 свойства из обеспеченных типов свойств, причем второй участок имеет причинную связь с первым участком,
- отображают первый участок и второй участок.

В другом аспекте данного изобретения предложена компьютерная программа для формирования изображения сердца, причем компьютерная программа содержит средства

45 программного кода для предписания устройству формирования изображения, как определено в пункте 1 формулы, когда компьютерная программа исполняется на компьютере, управляющем устройством формирования изображения, выполнять этапы:

- обеспечения типов свойств сердца в различных местоположениях сердца,

- определения первого участка сердца, причем первый участок содержит первый тип свойства из обеспеченных типов свойств,

- определения второго участка сердца, причем второй участок содержит второй тип свойства из обеспеченных типов свойств и причем второй участок имеет причинную связь с первым участком, при этом среди обеспеченных типов свойств сердца определяется тот тип свойства, который имеет причинную связь с первым типом свойства, причем этот определенный тип свойства является вторым типом свойства, и причем второй участок определяется как участок, где расположен определенный второй тип свойства,

10 - отображения первого участка и второго участка.

Должно быть понятно, что устройство формирования изображения по пункту 1 формулы, устройство приложения энергии по пункту 11 формулы, вышеописанный способ формирования изображения и компьютерная программа по пункту 12 формулы имеют сходные и/или идентичные предпочтительные варианты осуществления, как

15 определено в зависимых пунктах формулы изобретения.

Должно быть понятно, что предпочтительный вариант осуществления изобретения может также быть любой комбинацией зависимых пунктов формулы изобретения с соответствующим независимым пунктом формулы изобретения.

#### **Краткое описание чертежей**

20 Указанные выше и другие аспекты изобретения будут очевидны и пояснены в отношении вариантов осуществления, описанных в дальнейшем. На последующих чертежах:

Фиг. 1 показывает схематично и в качестве примера представление варианта осуществления устройства формирования изображения для формирования изображения

25 сердца в соответствии с изобретением,

Фиг. 2 показывает в качестве примера блок-схему, иллюстрирующую вариант осуществления способа формирования изображения для формирования изображения сердца в соответствии с изобретением,

Фиг. 3 показывает схематично и в качестве примера представление варианта осуществления устройства приложения энергии для приложения энергии к сердцу в

30 соответствии с изобретением,

Фиг. 4 показывает схематично и в качестве примера электроды на удерживающей структуре варианта осуществления устройства формирования изображения в развернутом состоянии,

35 Фиг. 5 показывает схематично и в качестве примера электроды с удерживающей структурой в свернутом состоянии,

Фиг. 6 схематично и в качестве примера показывает блок управления варианта осуществления устройства приложения энергии,

Фиг. 7 показывает определенные первый и второй участки на модели сердца, и

40 Фиг. 8 показывает в качестве примера блок-схему, иллюстрирующую вариант осуществления способа формирования изображения для формирования изображения сердца в соответствии с изобретением.

#### **Подробное описание вариантов осуществления**

Фиг. 1 показывает схематично и в качестве примера вариант осуществления 90 устройства формирования изображения для формирования изображения сердца. Устройство формирования изображения содержит блок 91 обеспечения типов свойств для обеспечения типов сердца в различных местоположениях сердца, блок 92

45 определения первого участка для определения первого участка сердца, причем первый

участок содержит первый тип свойства из обеспеченных типов свойств, и блок 93 определения второго участка для определения второго участка сердца, причем второй участок содержит второй тип свойства из обеспеченных типов свойств, и причем второй участок имеет причинную связь с первым участком. Устройство 90 формирования изображения дополнительно содержит блок 94 отображения для отображения первого участка и второго участка.

Первый участок и второй участок причинно связаны, если тип свойства по меньшей мере одного из первого участка и второго участка обуславливает или способствует типу свойства другого из первого участка и второго участка. Первый тип свойства и второй тип свойства являются типами свойств, связанными с функционированием сердца, и первый участок и второй участок содержат сердечную ткань, имеющую первый тип свойства и второй тип свойства соответственно.

В этом варианте осуществления блок 92 определения первого участка содержит блок 95 выбора, чтобы позволить пользователю выбирать первый тип свойства из обеспеченных типов свойств сердца, причем блок 92 определения первого участка выполнен с возможностью определять первый участок сердца, который содержит выбранный первый тип свойства.

Кроме того, в этом варианте осуществления блок 91 обеспечения типов свойств является блоком хранения, в котором уже сохранены типы свойств и их местоположения на сердце. Например, модель сердца может быть сохранена в блоке хранения, причем типы свойств назначены местоположениям на модели. В другом варианте осуществления блок обеспечения типов свойств может также быть блоком приема данных для приема данных, указывающих, в каких местоположениях сердца присутствуют какие из типов свойств, и для предоставления принятых данных блоку определения первого участка и блоку определения второго участка, или блок обеспечения типов свойств может быть выполнен с возможностью принимать электро-анатомическую карту и/или модель сердца и содержит блок определения типов свойств для определения типов свойств и их местоположений, основываясь на электро-анатомической карте и/или модели сердца.

В другом варианте осуществления блок обеспечения типов свойств может содержать блок обеспечения электрограммы для обеспечения электро-анатомической карты, которая показывает электрограммы в различных местоположениях на поверхности сердца. Кроме того, блок обеспечения типов свойств может содержать блок обеспечения изображения сердца для обеспечения изображения сердца, например, путем магнитного резонанса, рентгеновской компьютерной томографии, ядерного или трехмерного атрио-ангиографического изображения.

Блок обеспечения электрограммы может быть блоком хранения электрограммы, в котором сохранена электро-анатомическая карта, или блоком измерения электрограммы для измерения электрограммы в различных местоположениях в поверхности сердца. Блок измерения электрограммы может содержать контактный электрод на наконечнике катетера для локального стимулирования сердечной ткани, причем электрограммы измеряются после или во время стимуляции. Блок обеспечения изображения сердца может быть блоком хранения изображения сердца, в котором сохранено изображение сердца, или блоком генерации изображения сердца для генерации изображения сердца. Блок генерации изображения сердца предпочтительно является функциональностью типа магнитного резонанса, рентгеновской компьютерной томографии, ядерного изображения или трехмерной атрио-ангиографии для отображения сердца.

В этом варианте осуществления блок 91 обеспечения типов свойств выполнен с возможностью обеспечивать по меньшей мере один из анатомического типа свойства

и электрического типа свойства сердца. В частности, блок 91 обеспечения типов свойств выполнен с возможностью обеспечивать по меньшей мере одно из комплексной фракционированной электрограммы предсердия, сплетения, имеющего ганглии, цепи возвратного движения, рубцовой ткани, ротора, устья легочной вены, медленной проводимости, фиброза, эктопического очага и кольца митрального клапана в качестве типа свойства сердца.

Блок 93 определения второго участка содержит блок 96 определения причинной связи для определения из обеспеченных типов свойств сердца того типа свойства, который имеет причинную связь с первым типом свойства, причем этот определенный тип свойства является вторым типом свойства, и причем блок 93 определения второго участка выполнен с возможностью определять второй участок как участок, где находится второй определенный тип свойства. Блок 96 определения причинной связи содержит блок 97 хранения для хранения групп причинных типов свойств, причем группы причинных типов свойств включают в себя причинную связь, и причем блок 96 определения причинной связи выполнен с возможностью определять, что первый тип свойства и другой тип свойства из обеспеченных типов свойств причинно связаны, если первый тип свойства и другой тип свойства принадлежат той же самой группе причинных типов свойств. Другой тип свойства, принадлежащий той же самой группе причинных типов свойств, является вторым типом свойства. В блоке 97 хранения сохранена по меньшей мере одна из следующих групп причинных типов свойств:

- комплексная фракционированная электрограмма предсердия и сплетение, имеющее ганглии,
- цепь возвратного движения и рубцовая ткань,
- ротор и устье легочной вены,
- эктопический очаг и устье легочной вены,
- медленная проводимость и фиброз,
- медленная проводимость и ишемия.

Устройство 90 отображения дополнительно содержит блок 98 определения уровня причинной связи для определения уровня причинной связи между первым участком и вторым участком. Уровень причинной связи дает пользователю дополнительную индикацию относительно аномального поведения области сердца. В частности, если уровень причинной связи выше, то по меньшей мере один из первого участка и второго участка является с большей вероятностью участком, подлежащим абляции.

Блок 98 определения уровня причинной связи выполнен с возможностью определения уровня причинной связи, основываясь на по меньшей мере одном из следующих критериев: а) расстояние между первым участком и вторым участком, б) плотность одного из первого участка и второго участка в предопределенной области вокруг другого из первого участка и второго участка, и с) местоположение, которое является предпочтительно анатомическим местоположением по меньшей мере одного из первого участка и второго участка.

Блок 94 отображения предпочтительно выполнен с возможностью отображения первого участка и/или второго участка в зависимости от определенного уровня причинной связи. Таким образом, предпочтительно блок 94 отображения не только отображает первый участок и второй участок, которые причинно связаны, но также и уровень причинной связи. Например, цвет первого участка и/или второго участка может быть адаптирован к уровню причинной связи или интенсивность или яркость отображенного первого участка и второго участка могут зависеть от соответствующего уровня причинной связи. Если присутствуют несколько первых участков и/или вторых

участков, то различные первые участки и/или вторые участки могут быть отображены по-разному в зависимости от их уровня причинной связи, то есть различные первые участки и/или вторые участки могут содержать разный уровень причинных связей. Например, все первые участки могут быть отображены в первом цвете, и все вторые участки могут быть отображены во втором цвете, причем интенсивность цвета или яркость зависят от уровня причинной связи, например, если уровень причинной связи больше, интенсивность или яркость могут быть больше.

В последующем описании вариант осуществления способа формирования изображения для формирования изображения сердца с использованием устройства 90 формирования изображения будет в качестве примера представлен со ссылкой на блок-схему, показанную на Фиг. 2.

На этапе 201 блок 91 обеспечения типов свойств обеспечивает типы свойств сердца в различных местоположениях сердца, и на этапе 202 блок 92 определения первого участка определяет первый участок сердца, причем первый участок содержит первый тип свойства из обеспеченных типов свойств. Предпочтительно, пользователь выбирает первый тип свойства из обеспеченных типов свойств сердца с использованием блока 93 выбора, и блок 92 определения первого участка определяет первый участок сердца, который содержит выбранный первый тип свойства.

На этапе 203 блок 93 определения второго участка определяет второй участок сердца, причем второй участок содержит второй тип свойства из обеспеченных типов свойств, и причем второй участок имеет причинную связь с первым участком. Это предпочтительно выполняется путем поиска в блоке 97 хранения группы причинных свойств, содержащей определенный первый тип свойства, и путем определения типа свойства группы причинных свойств, содержащей первый тип свойства, как второго типа свойства, причем местоположение этого второго типа свойства определено как второй участок.

На этапе 204 блок 98 определения уровня причинной связи определяет уровень причинной связи между первым участком и вторым участком, и на этапе 205 первый участок и второй участок отображаются на блоке 94 отображения, предпочтительно в зависимости от определенного уровня причинной связи.

Фиг. 3 показывает устройство 1 приложения энергии для приложения энергии к сердцу 2, содержащее устройство формирования изображения в соответствии с изобретением. Устройство приложения энергии содержит трубку, в этом варианте осуществления катетер 6, и структуру 7 электродов для измерения электрических сигналов сердца 2. Структура 7 электродов связана с блоком 5 управления через катетер 6. Катетер 6 со структурой электродов может быть введен в сердце 2, которое, в этом варианте осуществления, представляет собой сердце 2 пациента 3, находящегося на операционном столе 4, причем катетер 6 управляется и проводится в полость сердца посредством управляющего блока 62, использующего встроенные средства управления (не показаны). В другом варианте осуществления управляющий блок 62 может содержать интродуктор для управления и проведения катетера 6, чтобы направлять катетер 6 пассивно в сердце 2. Управляющий блок 62 может быть выполнен с возможностью управления структурой 7 электродов вручную и/или управляющий блок 62 может содержать автоматизированную систему, чтобы автоматически управлять структурой 7 электродов. Это позволяет управлять структурой 7 электродов для направления в желаемую область в пределах сердца, в частности во внутрисердечной поверхности сердечной полости.

Пунктирный блок на фиг.3 показывает, что блок 5 управления и управляющий блок

62 соединены с катетером 6, содержащим структуру 7 электродов.

Во время введения структуры 7 и катетера 6 в сердце 2 блок 12 обеспечения изображения сердца, который в этом варианте осуществления представляет собой устройство рентгеноскопии, формирует изображения сердца 2 и структуры 7. Этот блок  
5 12 обеспечения изображения сердца предпочтительно формирует изображения сердца 2 и структуры 7, также если структура 7 уже находится в пределах сердца 2.

Блок 12 обеспечения изображения сердца, то есть в этом варианте осуществления устройство 12 рентгеноскопии содержит источник 9 рентгеновских лучей и блок 10 детектирования, которыми управляет блок 11 управления рентгеноскопией. Устройство  
10 12 рентгеноскопии формирует рентгеновские изображения проекции сердца 2 и структуры 7 известным способом. Рентгеновские лучи источника 9 рентгеновских лучей схематично обозначены стрелкой 35. В другом варианте осуществления вместо устройства рентгеноскопии другая функциональность отображения может использоваться в качестве блока обеспечения изображения сердца, чтобы обеспечивать  
15 изображение сердца, которое, в частности, содержит сердце 2 и структуру 7. Например, устройство формирования изображения на основе магнитного резонанса, ультразвуковое устройство формирования изображения или устройство формирования изображения компьютерной томографии могут использоваться в качестве блока обеспечения изображения сердца для генерации и обеспечения изображения сердца 2  
20 и, в частности, структуры 7.

Вариант осуществления структуры 7 электродов 17 и катетера 6 схематично показан более подробно на Фиг. 4. Структура 7 закреплена на удерживающей структуре 50, которая регулируется между свернутым состоянием и развернутым состоянием. Удерживающая структура 50 имеет удлиненную форму в свернутом состоянии, которое  
25 схематично и в качестве примера показано на Фиг. 5 и которое позволяет вводить структуру 7 в сердце 2. На фиг. 4 удерживающая структура 50, содержащая электроды 17, показана в развернутом состоянии.

В этом варианте осуществления электроды 17 используются для получения электрических сигналов, которые используются для формирования электро-  
30 анатомической карты сердца. Удерживающая структура также удерживает температурные датчики 18 для измерения температуры сердца и элементов 19 излучения энергии для приложения энергии к сердечной ткани. Температурные датчики 18 могут быть опущены в другом варианте осуществления, то есть в одном варианте осуществления структура 7 содержит только электроды 17 и элементы 19 излучения  
35 энергии.

Электроды 17 предпочтительно приспособлены, чтобы измерять электрический сигнал сердца 2 как электрический потенциал сердца 2 в различных местоположениях. Определенные электрические потенциалы формируют предпочтительно электрограммы, причем, так как несколько электрических потенциалов определяются в различных  
40 местоположениях сердца, может быть определена карта электрограмм, то есть электро-анатомическая карта.

В варианте осуществления электроды 17 приспособлены, чтобы прикладывать энергию и принимать энергию. Это позволяет зондировать сердце, принимая электроэнергию для определения электрического потенциала, и обрабатывать сердце,  
45 применяя энергию, с использованием того же самого электрода, причем размер структуры электродов и катетера может быть уменьшен, и влияние приложения энергии может легко контролироваться в местоположении, в котором была приложена энергия. Особенно в этом случае температурные датчики 18 и/или элементы 19 излучения энергии

могут быть опущены. Кроме того, это позволяет осуществлять зондирование и стимулирование, как в катетерах с электродами водителя ритма. Это особенно полезно, если электрофизиолог хочет определить местоположение позиции в пределах цепи возвратного движения или электрофизиолог хочет очертить границы основного сплетения, имеющего ганглии, что может быть сделано путем электрической стимуляции сердечной ткани и измерения локального изменения в интервале R-R.

Удерживающая структура 50 имеет в развернутом состоянии предпочтительно эллипсоидальную или сферическую форму, и электроды 17 размещены на удерживающей структуре 50 таким образом, что электроды 17 расположены на наружной поверхности 36 удерживающей структуры 50, если удерживающая структура 50 находится в развернутом состоянии.

Удерживающая структура 50 содержит клетку, выполненную из нескольких сплайнов (узких длинных полосок) 16, которые содержат электроды 17 (обозначены треугольниками) и, в этом варианте осуществления, элементы 19 излучения энергии (обозначены квадратами) и температурные датчики 18 (обозначены кружками). Распределение электродов 17, температурных датчиков 18 и элементов 19 излучения энергии является только схематичным и примерным на фиг. 4. Предпочтительно, электроды 17 и также дополнительно возможные температурные датчики 18 и элементы 19 излучения энергии равномерно распределены вдоль этих сплайнов 16 и вдоль наружной поверхности 36.

Для получения электрических сигналов от сердца 2 или для приложения энергии к сердцу 2 наружная поверхность 36 предпочтительно упирается торцом в поверхность сердца 2, так что положения электродов 17, температурных датчиков 18 и элементов 19 излучения энергии остаются неизменными относительно поверхности сердца 2 во время получения электрических сигналов и во время возможной процедуры приложения энергии. Эти фиксированные положения электродов 17, температурных датчиков 18 и элементов 19 излучения энергии относительно поверхности сердца предпочтительно достигаются упругими свойствами сплайнов 16 и, тем самым, удерживающей структуры 50. Эта упругость сплайнов 16 приводит в результате к упругой силе, которая прижимает электроды 17, температурные датчики 18 и элементы 19 излучения энергии к поверхности сердца. Эластичность сплайнов 16 также позволяет привести в соответствие наружную поверхность 36 с поверхностью сердца и следовать за движением сердца 2, в то время как электроды 17, температурные датчики 18 и элементы 19 излучения энергии находятся непрерывно в контакте с поверхностью сердца или, в других вариантах осуществления, расстояние между этими элементами 17, 18, 19 по отношению к поверхности сердца остается непрерывно постоянным, даже если сердце 2 движется.

Сплайны 16 содержат предпочтительно провода, выполненные из сплава с памятью формы. В этом варианте осуществления эти сплайны 16 выполнены из нитинола. Для того чтобы развернуть структуру 7, то есть для того, чтобы развернуть удерживающую структуру 50, используется эффект памяти формы нитинола. Нитиноловые провода предварительно сформированы и являются упругими, как пружина. В свернутом состоянии, которое схематично показано на фиг. 5 и в котором структура 7 занимает меньшее место, сплайны 16 структуры 7 расположены внутри ручки 37 катетера, в частности в маленькой трубке в ручке 37 катетера. Для того чтобы развернуть структуру 7, то есть чтобы перейти из свернутого состояния в развернутое состояние, эти сплайны 16 перемещаются из ручки 37 катетера, причем структура 7 формирует наружную поверхность 36 ввиду эффекта памяти нитиноловых проводов.

На фиг. 5 показано только схематичное представление. Для улучшения ясности



свернутого состояния иллюстрация показывает только некоторые слайны 16 структуры 7, а электроды, температурные датчики и элементы излучения энергии не показаны, хотя предпочтительно все еще присутствуют.

В других вариантах осуществления другие катетеры и/или структуры из одного или более электродов могут использоваться, чтобы получить электрические сигналы для формирования электро-анатомической карты и, в особенности, для приложения энергии к сердцу, и вместо или в дополнение к использованию электродов для приложения энергии к сердцу могут использоваться другие элементы излучения энергии, такие как оптические элементы, чтобы приложить оптическую энергию к сердцу. Например, мог бы использоваться одноточечный катетер NaviStar с технологией CARTO-локализации или любой традиционный одноточечный катетер абляции, используемый во взаимосвязи с системой St Jude's EnSite Localization.

Блок 5 управления содержит несколько дополнительных блоков, которые для примера и схематично показаны на Фиг. 6.

Блок 5 управления содержит блок 51 детектирования электрического сигнала, который связан через линии 30 с электродами 17, чтобы измерить электрический сигнал. Линии, которые соединяют блок 51 детектирования электрического сигнала с электродами 17, являются предпочтительно проводами. Блок 5 управления далее содержит блок 52 приложения электроэнергии, который является, в этом варианте осуществления, также соединенным с электродами 17 через линии 30, чтобы позволить электродам 17 приложить электрическую энергию к сердцу 2. Таким образом, в этом варианте осуществления, электроды 17 способны детектировать электрические сигналы и прикладывать электрическую энергию.

Блок 5 управления также содержит блок 53 определения температуры для определения температуры, воспринимаемой датчиками 18 температуры, которые связаны с блоком 53 определения температуры посредством электрических проводников, в частности посредством проводов. Если в варианте осуществления датчики температуры не присутствуют, блок 5 управления предпочтительно не содержит блок 53 определения температуры.

Блок 54 приложения оптической энергии соединен с элементами 19 излучения энергии для приложения оптической энергии к сердцу 2. Предпочтительно, блок 54 приложения оптической энергии соединен с элементами 19 излучения энергии через оптические волокна. Если в варианте осуществления элементы 19 излучения энергии не присутствуют, блок 5 управления предпочтительно не содержит блок 54 приложения оптической энергии, который содержит предпочтительно лазер. Блок 54 приложения оптической энергии, и элементы 19 излучения энергии, и, возможно, также электроды 17, если имеет место приложение электрической энергии, и блок 52 приложения электрической энергии могут быть выполнены с возможностью выполнения процедуры абляции, в частности в полости сердца.

Блок 5 управления дополнительно содержит блок 55 регистрации для регистрации электродов 17 и модели сердца 2 с использованием изображения, сформированного блоком 12 обеспечения изображения сердца, чтобы указать, в каких местоположениях на сердце были определены электрические сигналы. Сопоставление электрических сигналов соответствующим местоположениям на модели сердца 2 формирует электро-анатомическую карту.

Регистрация блоком 55 регистрации предпочтительно выполняется с использованием маркеров 20, которые видимы на изображении, обеспечиваемом блоком 12 обеспечения изображения сердца. В этом варианте осуществления маркеры 20 расположены на

дистальном конце удерживающей структуры 50 и на противоположном конце удерживающей структуры 50, который является смежным с катетером 6.

В другом варианте осуществления, в дополнение или вместо маркеров 20, электроды 17 и/или удерживающая структура 50 могут использоваться в качестве маркеров, если они видимы на изображении блока 12 обеспечения изображения сердца.

Блок 55 регистрации предпочтительно выполнен с возможностью вычисления положения каждого электрода 17 согласно системе координат сердечной полости, регистрируемой с использованием изображения блока 12 обеспечения изображения сердца. В варианте осуществления блок обеспечения изображения сердца является трех- или четырехмерной функциональностью формирования изображения, то есть функциональностью, генерирующей трех- или четырехмерное изображение, и регистрация основана на этих трех- или четырехмерных изображениях. Если в варианте осуществления блок обеспечения изображения сердца обеспечивает двумерные изображения, в частности двумерные изображения рентгеноскопии, блок 55 регистрации предпочтительно выполнен с возможностью регистрации электродов 17 и модели сердца 2 с использованием метода 2D-3D-регистрации, чтобы найти местоположения электродов, которые показаны на двумерном изображении, на трех- или четырехмерной модели.

Блок 5 управления далее содержит блок 56 определения типов свойств для определения типа свойства сердца в зависимости от по меньшей мере одного из а) электро-анатомической карты и б) изображения сердца, обеспеченного блоком обеспечения изображения сердца. Типами свойств, которые могут быть определены блоком 56 определения типов свойств, являются в этом варианте осуществления комплексные фракционированные электрограммы предсердия, эктопические очаги, роторы, высокочастотные электрограммы, цепи возвратного движения и медленные проводимости, причем для определения этих типов свойств используется электро-анатомическая карта. Блок определения типов свойств может далее быть выполнен с возможностью определения сплетения, имеющего ганглии, рубцовой ткани, устья легочной вены и кольца митрального клапана как типа свойства, в частности с использованием изображения сердца, являющегося предпочтительно изображением магнитного резонанса или изображением рентгеновской компьютерной томографии. Кроме того, блок 51 обнаружения электрического сигнала, блок 52 приложения электрической энергии и электроды 17 могут быть приспособлены, чтобы измерять изменения в электрограммах после локальной стимуляции, причем блок определения типов свойств может также быть выполнен с возможностью определять сплетение, имеющее ганглии, и/или рубцовую ткань и/или цепь возвратного движения как типы свойств, основываясь на измеренных изменениях в электрограммах после локальных стимуляций. Кроме того, электроды 17, блок 51 детектирования электрического сигнала и блок 52 приложения электрической энергии могут быть приспособлены, чтобы выполнять отображение захвата, причем блок определения типов свойств может быть выполнен с возможностью определять цепь возвратного движения как тип свойства на основе отображения захвата.

Вообще, блок 56 определения типов свойств выполнен с возможностью определять по меньшей мере один из анатомического типа свойства и электрического типа свойства сердца 2, причем эти типы свойств представляют собой предпочтительно уже упомянутые выше комплексные фракционированные электрограммы предсердия, сплетения, имеющие ганглии, цепи возвратного движения, рубцовые ткани, роторы, устья легочной вены, медленные проводимости и фиброзы. Кроме того, блок 56

определения типов свойств может быть выполнен с возможностью определять эктопический очаг или кольцо митрального клапана как тип свойства сердца 2.

Поскольку типы свойств определялись на основе электро-анатомической карты и/или изображения сердца, обеспеченного блоком обеспечения изображения сердца, определенные свойства могут быть назначены местоположениям сердца. Блок 5 управления далее содержит первый блок 57 определения участка для определения первого участка сердца 2, причем первый участок содержит первый тип свойства из определенных типов свойств. Например, блок 57 определения первого участка может быть выполнен с возможностью определять все первые участки сердца 2, которые содержат комплексные фракционированные электрограммы предсердия в качестве первого типа свойства. Блок 57 определения первого участка может содержать блок выбора для того, чтобы позволить пользователю выбирать тип свойства из определенных типов свойств в качестве первого типа свойства, причем блок 57 определения первого участка выполнен с возможностью определять участок, содержащий выбранный первый тип свойства, как первый участок.

Блок 5 управления далее содержит блок 58 определения второго участка, чтобы определять второй участок сердца 2, причем второй участок содержит второй тип свойства из определенных типов свойств и причем второй участок имеет причинную связь с первым участком. Блок 58 определения второго участка содержит блок 84 определения причинной связи для определения из обеспеченных типов свойств сердца 2 того типа свойства, которое имеет причинную связь с первым типом свойства, причем этот определенный тип свойства является вторым типом свойства и причем блок 58 определения второго участка выполнен с возможностью определять второй участок как участок, где находится определенный второй тип свойства. Таким образом, блок 84 определения причинной связи определяет тип свойства, являющийся вторым типом свойства, который причинно связан с первым типом свойства.

Блок 84 определения причинной связи содержит блок 85 хранения для сохранения групп причинных типов свойств, причем группы причинных типов свойств имеют причинную связь и причем блок 84 определения причинной связи выполнен с возможностью определить, что первый тип свойства и другой тип свойства из обеспеченных типов свойств причинно связаны, если первый тип свойства и другой тип свойства принадлежат той же самой группе причинных типов свойств. В этом варианте осуществления следующие группы причинных типов свойств сохранены в блоке 85 хранения:

35 комплексная фракционированная электрограмма предсердия и сплетение, имеющее ганглии,  
 цепь возвратного движения и рубцовая ткань,  
 ротор и устье легочной вены,  
 эктопический очаг и устье легочной вены,  
 40 медленная проводимость и фиброз,  
 медленная проводимость и ишемия.

Например, если первым свойством является комплексная фракционированная электрограмма предсердия и если блок 57 определения первого участка определил первые участки, содержащие эти комплексные фракционированные электрограммы предсердия как первый тип свойства, то блок 84 определения причинной связи определяет сплетение, имеющее ганглии, как второй тип свойства, и блок 58 определения второго участка определяет участки сердца, которые содержат сплетение, имеющее ганглии, как вторые участки.

Блок 5 управления далее содержит блок 59 определения уровня причинной связи для определения уровня причинной связи между первым участком и вторым участком. Блок 59 определения уровня причинной связи выполнен с возможностью определять уровень причинной связи, основываясь на по меньшей мере одном из а) расстояния между первым участком и вторым участком, б) плотности одного из первого участка и второго участка в предопределенной области вокруг другого из первого участка и второго участка и с) местоположения, в частности анатомического местоположения, по меньшей мере одного из первого участка и второго участка. Блок 84 определения уровня причинной связи предпочтительно выполнен с возможностью выбирать один или несколько из этих возможностей для определения уровня причинной связи в зависимости от первого типа свойства и/или второго типа свойства. Расстояние предпочтительно используется в любом из вышеупомянутых типов свойств для определения уровня причинной связи. Выбор б), то есть определение уровня причинной связи на основе плотности одного из первого участка и второго участка в предопределенной области вокруг другого из первого участка и второго участка, предпочтительно используется, если одним из первого и второго типов свойств является сплетение, имеющее ганглии и если другим из первого и второго типов свойств является комплексная фракционированная электрограмма предсердия. Выбор с) также предпочтительно используется, если по меньшей мере одним из первого и второго типов свойств является сплетение, имеющее ганглии, и если другим из первого и второго типов свойств является комплексная фракционированная электрограмма предсердия.

В варианте осуществления, если два или более варианта используются для определения уровня причинной связи, для каждого выбора определяется значение причинной связи, и значения причинной связи, определенные для различных вариантов, взвешиваются и суммируются для определения полного уровня причинной связи.

Устройство 1 приложения энергии далее содержит блок 61 отображения для отображения первого участка и второго участка, в частности на модели сердца 2 и в зависимости от определенного уровня причинной связи. Такая отображенная модель 86 сердца 2 с первыми участками 70, 71, 74, 75 и вторыми участками 72, 73 схематично и в качестве примера показана на фиг. 7.

На фиг. 7 первые участки 70, 71, 74, 75 содержат в качестве первого типа свойства комплексную фракционированную электрограмму предсердия. Вторые участки 72, 73 содержат сплетение, имеющее ганглии, в качестве второго типа свойства. В этом варианте осуществления первые участки и вторые участки показаны с различными цветами, и яркость цветов зависит от уровня причинной связи. Например, расстояние от второго участка 72 до первых участков 74, 75 меньше, чем расстояние от второго участка 72 до первых участков 70, 71. Кроме того, расстояние от второго участка 72 до первого участка 71 меньше, чем расстояние от второго участка 72 до первого участка 70. Таким образом, если в этом примере второй участок 72 был выбран для определения уровня причинной связи, то уровень причинной связи меньше для первых участков 71, 70 по сравнению с уровнем причинной связи первых участков 74, 75, и уровень причинной связи первого участка 71 меньше, чем уровень причинной связи первого участка 70, относительно выбранного второго участка 72. Круги 87 указывают области абляции.

На фиг. 7 различные цвета обозначены различными видами штриховки, причем более плотная штриховка указывает на более высокую яркость.

Катетер 6, структура 7 электродов 17, управляющий блок 62, блок 12 обеспечения изображения сердца, блок 51 детектирования электрического сигнала и блок 55

регистрации могут рассматриваться как блок обеспечения электро-анатомической карты. Этот блок обеспечения электро-анатомической карты, блок 56 определения типов свойств и, факультативно, дополнительная функциональность отображения как функциональность рентгеновской компьютерной томографии и/или функциональность магнитного резонанса составляют предпочтительно блок обеспечения типов свойств. Этот блок обеспечения типов свойств, блок 57 определения первого участка, блок 58 определения второго участка, блок 59 определения уровня причинной связи и блок 61 отображения образуют вариант осуществления устройства формирования изображения для формирования изображения сердца в соответствии с изобретением. Это устройство формирования изображения включено в устройство 1 приложения энергии, но это устройство формирования изображения могло бы также использоваться без других компонентов или с другими компонентами для приложения энергии к сердцу. В последующем описании способ формирования изображения, который использует это устройство формирования изображения, будет описан в качестве примера со ссылкой на блок-схему, показанную на фиг. 8.

Структура 7 электродов 17 введена в сердце 2 с использованием катетера 6, в то время как удерживающая структура 50 находится в свернутом состоянии. На этапе 101 удерживающая структура переходит в развернутое состояние, и электроды 17 предпочтительно контактируют с сердечной тканью. Если в другом варианте осуществления используется другой вид структуры электродов и/или катетера, который не содержит удерживающую структуру, изменяемую между свернутым и развернутым состоянием, то этап изменения удерживающей структуры от свернутого до развернутого состояния может быть опущен. Кроме того, если электрические сигналы измеряются как электрические сигналы ближней зоны, электроды не контактируют с сердечной тканью. Электрические сигналы измеряются на этапе 102.

Блок 12 обеспечения изображения сердца формирует по меньшей мере одно изображение сердца 2, также показывая электроды 17, и это изображение используется блоком 55 регистрации для регистрации модели 86 сердца 2 с электродами 17 в пределах сердца 2 на этапе 103. Так как после регистрации известно, в каких местоположениях сердца были получены электрические сигналы, формируется электро-анатомическая карта.

На этапе 104 блок 56 определения типов свойств определяет типы свойств сердца в различных местоположениях сердца, основываясь на сформированной электро-анатомической карте и/или изображении сердца, обеспеченном блоком 12 обеспечения изображения сердца или обеспеченном другой функциональностью формирования изображения. В этом варианте осуществления блок определения типов свойств определяет медленную проводимость, комплексную фракционированную электрограмму предсердия и сплетение, имеющее ганглии, в качестве типов свойств.

На этапе 105 блок 57 определения первого участка определяет первый участок сердца 2, причем первый участок содержит первый тип свойства из обеспеченных типов свойств, и блок 58 определения второго участка определяет второй участок сердца 2, причем второй участок содержит второй тип свойства из обеспеченных типов свойств, и причем эти определения первого участка и второго участка выполняются таким образом, что первый участок и второй участок причинно связаны. В этом варианте осуществления комплексная фракционированная электрограмма предсердия определена как первый тип свойства первого участка, и блок 84 определения причинной связи блока 58 определения второго участка выполняет поиск в блоке 85 хранения для нахождения группы причинных типов свойств, которая содержит первый тип свойства, то есть

комплексную фракционированную электрограмму предсердия, и другой тип свойства из типов свойств, определенных на этапе 104. В блоке 85 хранения сохранена группа причинных типов свойств "комплексная фракционированная электрограмма предсердия и сплетение, имеющее ганглии". Поэтому блок 84 определения причинной связи  
5 определяет тип свойства "сплетение, имеющее ганглии" как второй тип свойства, и блок 58 определения участка определяет местоположения, содержащие этот второй тип свойства, как вторые участки. В этом варианте осуществления определены первые участки 70, 71, 74, 75 и вторые участки 72, 73, показанные на Фиг. 7.

Блок 57 определения участка может быть выполнен с возможностью определять  
10 первый участок сердца как являющийся первым участком, содержащим предопределенный тип свойства из обеспеченных типов свойств. В варианте осуществления блок 57 определения первого участка содержит блок выбора, разрешающий пользователю выбрать первый тип свойства из обеспеченных типов свойств, причем блок 57 определения участка определяет первый участок как участок,  
15 содержащий выбранный участок первого типа свойства.

На этапе 106 определяется уровень причинной связи между первыми участками и вторыми участками. В этом варианте осуществления уровень причинной связи основан на расстоянии между соответствующим первым участком и выбранным вторым участком, то есть для каждого первого участка определяется уровень причинной связи,  
20 причем если расстояние меньше, уровень причинной связи больше. В варианте осуществления пользователю разрешается выбрать второй участок, например второй участок 72, и затем определяются уровни причинной связи между выбранным вторым участком 72 и первыми участками 70, 71, 74, 75. Первые участки 74 и 75 имеют самое короткое расстояние до выбранного второго участка 72 и имеют поэтому высший  
25 уровень причинной связи. Первый участок 70 имеет большее расстояние до выбранного второго участка 72, и первый участок 71 имеет наибольшее расстояние до выбранного второго участка 72. Таким образом, уровень причинной связи меньше для первых участков 71, 70 по сравнению с уровнем причинной связи первых участков 74, 75, и уровень причинной связи первого участка 71 меньше, чем уровень причинной связи  
30 первого участка 70 относительно выбранного второго участка 72. Конечно, также могут быть выбраны другой второй участок или первый участок, причем может быть определен уровень причинной связи вторых участков относительно выбранного первого участка.

На этапе 107 определенные первые и вторые участки показываются на модели 86  
35 сердца на блоке 61 отображения. Первые и/или вторые участки отображаются в зависимости от определенного уровня причинной связи. В варианте осуществления первые участки, имеющие больший уровень причинной связи, показываются с большей интенсивностью. Например, первые участки 74, 75, которые имеют более близкое расстояние до выбранного второго участка 72 и, таким образом, большую степень  
40 причинной связи по сравнению с уровнями причинной связи других первых участков 70, 71, показываются с большей интенсивностью, чем другие первые участки, имеющие большее расстояние до выбранного второго участка и, таким образом, меньший уровень причинной связи. Разные уровни причинной связи могут также быть указаны путем представления соответствующих участков с различной степенью прозрачности.  
45 Например, повышенный уровень причинной связи может быть указан повышенным уровнем непрозрачности.

Пользователь, такой как электрофизиолог, может теперь планировать процедуру абляции, основываясь на отображенных первых и вторых участках, и выполнять

запланированную процедуру абляции с использованием, например, электрода 17 и/или элементов 19 излучения энергии.

Устройство формирования изображения предпочтительно обеспечивает автоматическую интерпретируемую электро-анатомическую карту, указывающую  
5 участки, на которых была зарегистрирована аномальная электрическая деятельность, посредством электрофизиологической (EP) системы отображения и высокоуровневую интерпретацию клинической релевантности электрической деятельности каждого из этих участков, чтобы автоматически указать клинически релевантные цели для абляции. Устройство формирования изображения анализирует и синтезирует один или более  
10 наборов информации об электрической деятельности, то есть электро-анатомических карт, и отображает информацию лаконичным образом. Таким образом, в вышеописанных вариантах осуществления предпочтительно обеспечивается несколько электро-анатомических карт, и блок определения типов свойств определяет типы свойств и их местоположения на основе нескольких электро-анатомических карт.  
15 Устройство формирования изображения может одновременно показать текущее местоположение катетера абляции или другого внутрисердечного инструмента на интерпретируемой карте. Устройство формирования изображения может предпочтительно автоматически интерпретировать всю электрическую деятельность и исследовать ее на наличие определенных типов свойств (например, участков  
20 эктопических очагов, комплексных фракционированных электрограмм и т.д.), которые пользователь может определить заранее или во время процедуры абляции. Устройство формирования изображения может предпочтительно далее идентифицировать потенциально клинически релевантные целевые участки, основываясь на том, являются ли электрические измерения на участке в значительной степени несходными по  
25 сравнению с таковыми в остальной части предсердной ткани. Устройство формирования изображения может быть приспособлено, чтобы накладывать интерпретируемую карту, показывающую первые и вторые участки, на одну или более электро-анатомических карт, сформированных системой отображения катетера, подобной блоку обеспечения электрограммы, описанному выше со ссылкой на фиг. 3. Устройство формирования  
30 изображения может далее быть приспособлено, чтобы автоматически адаптировать критерии интерпретации к каждому типу свойств во время процедуры отображения/абляции в процессе сбора данных, чтобы сделать критерии более специфическими для пациента.

Устройство формирования изображения предпочтительно обеспечивает  
35 автоматически интерпретируемую электро-анатомическую карту, указывающую первые и вторые участки, на которых были зарегистрированы соответствующие типы свойств, в частности аномальная электрическая деятельность; для каждого местоположения предпочтительно дается высокоуровневая интерпретация клинической релевантности этой электрической деятельности, обеспечивая первые и вторые причинно связанные  
40 участки, чтобы автоматически указать клинически релевантные цели для абляции. Устройство формирования изображения может использоваться во взаимосвязи с любой стандартной системой навигации-отображения (такой как CARTO, NavX Philips EP Navigator System), которая генерирует анатомические и электрические данные. Выходной  
результат системы отображения состоит из набора трехмерных координат и  
45 электрограмм или электрических признаков, зарегистрированных или вычисленных в этих координатах, то есть электро-анатомических карт. Устройство формирования изображения затем интерпретирует электрические сигналы двумя способами для определения различных типов свойств. Во-первых, сигналы электрограмм

индивидуально анализируются в отношении клинически релевантных характеристик, например высокой степени фракционирования (указывающей участок фракционированной электрограммы или CFAE), низкой амплитуды сигнала (указывающей на рубец или непроводящую ткань) или длительный интервал R-R в ответ на стимуляцию (указывающий на местоположение в пределах границ сплетения, имеющего ганглии). Во-вторых, соседние электрограммы могут сравниваться для нахождения клинически важных относительных времен активации, например наиболее ранних точек активации, повторно возбуждаемых цепей возвратного движения, зон медленной проводимости или участков разрыва волны.

Устройство формирования изображения будет автоматически осуществлять поиск многих клинически релевантных классификаций аномальной электрической деятельности ('типов свойств'), включая, без ограничения указанным, CFAE, медленные зоны проводимости, рубцовую ткань, наиболее ранние точки активации, сплетения, имеющие ганглии, цепи возвратного движения и участки разрыва волны. По мере того как новые открытия будут делаться медицинским/научным сообществом в отношении важных целей абляции для лечения аритмий, такие как AF, другие типы свойств могут быть добавлены к устройству. Устройство формирования изображения может запрашиваться для отображения только типов свойств, выбранных пользователем. Альтернативно, устройство формирования изображения может отображать только подмножество участков, содержащих типы свойств, то есть, например, первые и вторые участки, в зависимости от предпочтений пользователя.

Устройство формирования изображения предпочтительно использует обширный набор критериев поиска, чтобы анализировать электрические данные для каждого из типов свойств. Например, любая электрограмма с максимальной амплитудой сигнала меньше чем 0.25 мВ может быть автоматически классифицирована как 'рубец'; альтернативно, электрограммы с непрерывной электрической деятельностью в основании и продолжительностью цикла мене 120 мс могут автоматически классифицироваться как 'CFAE'. Критерии поиска устройства формирования изображения могут быть добавлены или модифицированы пользователем перед процедурой (если есть только определенные типы свойств, представляющие интерес для кардиолога), во время процедуры (если имеются важные представления, которые кардиолог получает относительно состояния пациента в процессе отображения) или после процедуры (чтобы повторно интерпретировать данные различными способами); модификация критериев поиска может даже делаться автоматически центральным хранилищем знаний (таким как Американская кардиологическая ассоциация) на еженедельной/ежемесячной/ ежегодной основе по мере появления новых клинических представлений, касающихся сути вопроса. Последний вариант выбора будет непрерывно предоставлять кардиологам современное знание о том, как выполнить абляцию определенной аритмии пациента наиболее эффективно. Кардиолог также будет в состоянии вручную изменить автоматическую клиническую интерпретацию целевого участка, если он не будет согласен с ней.

Клинически релевантные участки, то есть, например, первые и вторые участки, могут быть отображены многими способами. Важно, что устройство формирования изображения синтезирует и отображает информацию об электрической деятельности лаконичным образом. Это может быть в виде списка или графа, чтобы указать частоту/ трехмерные координаты каждого типа свойства. Предпочтительно, однако, если инструмент будет отображать клинически релевантные участки, содержащие типы свойств, на анатомической карте, чтобы обеспечить в результате интерпретируемую



электро-анатомическую карту (IEM). Пример IEM показан на фиг. 7. IEM показывает клинически релевантные участки с использованием цветной маркировки, чтобы обозначить тип свойства (например, голубой указывает CFAE, красный указывает зоны медленной проводимости). IEM может также показать электрическую форму волны, записанную/вычисленную на участке внутрисердечной поверхности, если курсор перемещается над этим участком на модели сердца.

В варианте осуществления IEM накладывается на одну или более неинтерпретируемых электро-анатомических карт, сформированных системой отображения катетера. Так как устройство формирования изображения использует данные, сформированные системой отображения, то IEM и неинтерпретируемая карта будут иметь те же самые системы координат (и могут поэтому совместно регистрироваться без каких-либо проблем). Кардиолог может наложить IEM на любую неинтерпретируемую электро-анатомическую карту и, таким образом, исследовать, как целевые положения IEM соответствуют 'исходным', неинтерпретированным электрическим данным, полученным системой отображения.

В варианте осуществления устройство формирования изображения одновременно отображает текущее местоположение 88 катетера абляции (или другого внутрисердечного инструмента) на IEM (см., например, фиг. 7). Так как IEM формируется из данных системы отображения, которые предпочтительно собираются относительно наконечника катетера, местоположение катетера и интерпретируемая карта имеют те же самые системы координат (и поэтому могут совместно регистрироваться без каких-либо проблем).

В другом варианте осуществления устройство формирования изображения идентифицирует цели абляции, основываясь на различии электрических измерений на данном участке относительно остальной части предсердной ткани. Таким образом, устройство формирования изображения не обеспечивает высокоуровневую клиническую интерпретацию (которая дает определенные типы свойств), а вместо этого находит местоположения, которые являются потенциальными целями, путем поиска электрического поведения, существенно отличающегося от такового в остальной части предсердия; кардиолог может затем исследовать электрическое поведение на этих участках самостоятельно и решить, рассматривать ли их как цели абляции. 'Различие' электрического поведения, которое могло бы указывать на электрическую аномалию, могло бы быть хаотическим по сравнению с организованной деятельностью, медленной по сравнению с нормальной скоростью проводимости, круговым по сравнению с линейным движением электрического волнового фронта и т.д.

В другом варианте осуществления устройство формирования изображения автоматически и непрерывно адаптирует критерии к каждому типу свойств, по мере того как осуществляется сбор данных в течение процедуры абляции, чтобы сделать критерии прогрессивно более специфическими для пациента. Адаптация критериев особенно полезна для измерений электрического поведения (таких как скорость проводимости), которые зависят от возраста пациента, антиаритмического лечения и других, не обязательно вызывающих болезнь факторов. Возможно, что у 89-летнего AF-пациента диапазон скоростей предсердной проводимости полностью отличается от такового у 30-летнего AF-пациента. Поэтому было бы более уместно идентифицировать специфические для пациента участки, которые демонстрируют выпадающее поведение, вместо использования простого порогового значения для всей совокупности результатов. Для того чтобы адаптировать критерии для большей специфичности для пациента, устройство формирования изображения будет наблюдать

распределение электрического поведения по сердечной полости и анализировать это распределение на наличие выбросов. В зависимости от типа распределения это могло быть сделано путем генерации гистограммы данных и поиска точек данных, которые попадают более 1.5 раз в межквартильный диапазон выше третьего квартиля или ниже

5

Устройство формирования изображений также предпочтительно будет анализировать данные пациента, не относящиеся к электрограмме, чтобы понять, какие аномальные электрические признаки являются наиболее важными в случае этого пациента. Например, сигнал электрокардиограммы (ЭКГ) может исследоваться устройством формирования изображений в реальном времени, чтобы определить мгновенную доминирующую аномальную электрическую деятельность, и предпочтительно высветить релевантный (ые) участок (участки) на ИЕМ. Если доминирующая аритмия является преждевременным возбуждением, то инструмент выделит участки эктопических очагов на ИЕМ; если на ЭКГ показывается дрожание, то инструмент выделит участки электрической деятельности возвратного движения, если фибрилляция, то он выделит зоны медленной проводимости, разрыва волны и CFAE. Эта особенность устройства формирования изображений особенно полезна в 'пошаговых' процедурах абляции, в которых различные аритмичные источники обнаруживаются по очереди, когда постепенно осуществляется абляция доминирующих источников, и аритмия организуется прогрессивным образом. Местоположения доминирующих источников будут предпочтительно выделены мерцающим указателем или будут обеспечены в выводе данных, который указывает, на каком типе свойства нужно сосредоточиться на данном этапе в процедуре абляции.

10

15

20

В варианте осуществления карты для определения типов свойств могут быть определены путем получения электрических данных, полученных из сердечной полости, с использованием технологии отображения катетера (например, CARTO, NavX, вышеописанный блок обеспечения электрограммы и так далее). Формируются изохронные и/или изопотенциальные карты с указанием времени активации и мгновенных образцов активации в полости соответственно. Цепь возвратного движения может быть идентифицирована на изохронной карте путем нахождения местоположения на карте, в которой ранняя активация 'встречает' позднюю активацию с периодом времени одного сердечного цикла. Дополнительно, изохронная карта может использоваться, чтобы видеть скорость активации сердечной ткани; области медленной активации могут быть проаритмичными. Изопотенциальные карты эффективны для обнаружения и локализации эктопических очагов или необычных образцов активации. Фракционированные карты могут также быть сформированы системой отображения с указанием степени фракционирования локально измеренных электрограмм. Наконец, карта напряжения, отражающая максимальную амплитуду электрограммы (измеренную после локальной стимуляции), может быть сформирована, чтобы определить местонахождение областей рубцовой/ишемической ткани. Эти карты могут рассматриваться как карты низкого уровня, которые могут использоваться блоком определения типов свойств для определения типов свойств сердца, например, следующим образом.

30

35

40

Фракционированная карта: степень фракционирования сигнала будет определяться количественно (различные алгоритмы уже делают это), и будет устанавливаться пороговое значение, выше которого электрограмма будет классифицироваться как фракционированная электрограмма.

45

Изохронная карта: из-за сложности изохронной карты цепь возвратного движения может иногда пропускаться или неправильно идентифицироваться просто путем

наблюдения карты. В данном случае пространственные алгоритмы выделения признаков могут использоваться, чтобы найти местоположения, которые соответствуют пространственным и временным признакам цепи возвратного движения.

5 Изопотенциальная карта: это обеспечивает данные хронирования, которые являются более подробными, чем изохронная карта, но также является превосходящим по их количеству (имеется 100 мгновенных карт, генерируемых по единственному сердечному циклу). При использовании пространственного выделения признаков мы можем точно и в реальном времени находить местоположения в сердечной полости, электрическая активация которой отличается по временным характеристикам от окружающей ее  
10 ткани.

Карта напряжения: устанавливается пороговое значение для амплитуды напряжения, причем ниже этого порога ткань идентифицируется как рубец.

Данные отображения кардиостимуляции и захвата: расстояние цепи возвратного движения относительно местоположения катетера отображения кардиостимуляции и захвата может быть получено путем анализа временных данных. Сравнивая временные  
15 данные с приблизительной скоростью активации ткани (либо общей скоростью для сердечной ткани, либо скоростью, оцененной из изопотенциальных/изохронных карт), можно определить область, в которой, вероятно, будет расположена цепь возвратного движения. Это полезно для электрофизиолога, когда он пытается переместить катетер  
20 по пути для абляции.

Данные ЭКГ: октант полости, содержащий эктопический очаг, может быть автоматически оценен из морфологии Р или волны Q в электрокардиограмме грудной клетки с 12 отведениями.

Первый тип свойства и второй тип свойства из определенных типов свойств  
25 выбираются таким образом, что они причинно связаны, определяются соответствующие первые и вторые участки, которые содержат первый тип свойства и второй тип свойства соответственно, и первые и вторые участки отображаются на блоке 61 отображения. Кардиолог может теперь идентифицировать синэнергию между этими областями риска, то есть между первыми и вторыми участками. Это имеет значение, потому что важность  
30 абляции области риска увеличивается, если имеются дополнительные указания, что область важна для поддержания аритмии, например, если область близка к рубцовой ткани и должна также интерпретироваться как цепь возвратного движения, то она, более вероятно, будет очагом абляции.

Если пользователь выбрал по меньшей мере один из первого и второго участков,  
35 абляция выбранного участка предпочтительно осуществляется с использованием катетера абляции, например электродов 17 или элементов 19 излучения энергии. Предпочтительно, также местоположения поражений, связанных с абляцией, показываются блоком 61 отображения.

Другие изменения раскрытых вариантов осуществления будут понятны и могут быть  
40 осуществлены специалистами в данной области техники при реализации заявленного изобретения на основе изучения чертежей, раскрытия и приложенной формулы изобретения.

В формуле изобретения слово "содержащий" не исключает другие элементы или этапы, и указание единственного числа не исключает множественного числа.

45 Единственный блок или устройства могут выполнять функции нескольких блоков, упоминаемых в формуле изобретения. Тот факт, что некоторые признаки упоминаются во взаимно различных зависимых пунктах, не указывает на то, что комбинация этих признаков не может использоваться с выгодой.

Вычисления и определения, такие как регистрация или определение типов свойств и первых и вторых участков, выполняемые одним или более блоками или устройствами, могут быть выполнены любым другим количеством блоков или устройств. Вычисления и определения и/или управление устройством формирования изображения в соответствии со способом формирования изображения могут быть реализованы как средства программного кода компьютерной программы и/или как специализированные аппаратные средства.

Компьютерная программа может храниться/распространяться на подходящем носителе, таком как оптический носитель хранения или твердотельный носитель, поставляемый вместе или как часть других аппаратных средств, но может также распространяться в других формах, например, через Интернет или другие проводные или беспроводные телекоммуникационные системы. Любые ссылочные обозначения в формуле изобретения не должны толковаться как ограничение объема.

#### Формула изобретения

1. Устройство формирования изображения для формирования изображения сердца, причем устройство формирования изображения содержит:

блок (56; 91) обеспечения типов свойств для обеспечения типов свойств сердца (2) в различных местоположениях сердца (2),

блок (57; 92) определения первого участка для определения первого участка (70, 71, 74, 75) сердца (2), причем первый участок (70, 71, 74, 75) содержит первый тип свойства из обеспеченных типов свойств,

блок (58; 92) определения второго участка для определения второго участка (72, 73) сердца (2), причем второй участок (72, 73) содержит второй тип свойства из обеспеченных типов свойств, и причем второй участок (72, 73) имеет причинную связь с первым участком (70, 71, 74, 75), причем блок (58; 92) определения второго участка содержит блок (84; 96) определения причинной связи для определения среди обеспеченных типов свойств сердца (2) того типа свойства, который имеет причинную связь с первым типом свойства, причем этот определенный тип свойства является вторым типом свойства, и при этом блок (58; 92) определения второго участка выполнен с возможностью определять второй участок (72, 73) как участок, где располагается определенный второй тип свойства,

блок (61) отображения для отображения первого участка (70, 71, 74, 75) и второго участка (72, 73).

2. Устройство формирования изображения по п.1, в котором блок (56; 91) обеспечения типов свойств выполнен с возможностью обеспечивать по меньшей мере одно из анатомического типа свойства и электрического типа свойства сердца (2).

3. Устройство формирования изображения по п.1, в котором блок (56; 91) обеспечения типов свойств выполнен с возможностью обеспечивать по меньшей мере одно из комплексной фракционированной электрограммы предсердия, сплетения, имеющего ганглии, цепи возвратного движения, рубцовой ткани, ротора, устья легочной вены, медленной проводимости и фиброза в качестве типа свойства сердца.

4. Устройство формирования изображения по п.1, в котором блок (84; 96) определения причинной связи содержит блок (85; 97) хранения для хранения групп причинных типов свойств, причем типы свойств группы причинных типов свойств содержат причинную связь, и причем блок (84; 96) определения причинной связи выполнен с возможностью определения, что первый тип свойства и другой тип свойства из обеспеченных типов свойств причинно связаны, если первый тип свойства и другой тип свойства принадлежат

той же самой группе причинных типов свойств.

5. Устройство формирования изображения по п.4, в котором по меньшей мере одна из следующих групп причинных типов свойств сохранена в блоке (85; 97) хранения:

комплексная фракционированная электрограмма предсердия и сплетение, имеющее ганглии,

цепь возвратного движения и рубцовая ткань,

ротор и устье легочной вены,

эктопический очаг и устье легочной вены,

медленная проводимость и фиброз,

медленная проводимость и ишемия.

6. Устройство формирования изображения по п.1, в котором устройство формирования изображения дополнительно содержит блок (59; 98) определения уровня причинной связи для определения уровня причинной связи между первым участком (70, 71, 74, 75) и вторым участком (72, 73).

7. Устройство формирования изображения по п.6, в котором блок (59; 98) определения уровня причинной связи выполнен с возможностью определять уровень причинной связи на основе расстояния между первым участком (70, 71, 74, 75) и вторым участком (72, 73).

8. Устройство формирования изображения по п.6, в котором блок (59; 98) определения уровня причинной связи выполнен с возможностью определять уровень причинной связи, основываясь на плотности одного из первого участка (70, 71, 74, 75) и второго участка (72, 73) в предопределенной области вокруг другого из первого участка (70, 71, 74, 75) и второго участка (72, 73).

9. Устройство формирования изображения по п.6, в котором блок (59; 98) определения уровня причинной связи выполнен с возможностью определять уровень причинной связи, основываясь на местоположении по меньшей мере одного из первого участка (70, 71, 74, 75) и второго участка (72, 73).

10. Устройство формирования изображения по п.6, в котором блок (61) отображения выполнен с возможностью отображать первый участок (70, 71, 74, 75) и/или второй участок (72, 73) в зависимости от определенного уровня причинной связи.

11. Устройство приложения энергии для приложения энергии к сердцу, причем устройство приложения энергии содержит блок приложения энергии для приложения энергии к сердцу и устройство формирования изображения, как определено в п.1 формулы.

12. Машиночитаемый носитель, содержащий исполняемые компьютером команды для предписания устройству формирования изображения, как определено в п.1 формулы, когда исполняемые компьютером команды исполняются на компьютере, управляющем устройством формирования изображения, выполнять следующие этапы:

- обеспечения типов свойств сердца (2) в различных местоположениях сердца (2),

- определения первого участка (70, 71, 74, 75) сердца (2), причем первый участок (70, 71, 74, 75) содержит первый тип свойства из обеспеченных типов свойств,

- определения второго участка (72, 73) сердца (2), причем второй участок (72, 73) содержит второй тип свойства из обеспеченных типов свойств, причем второй участок (72, 73) имеет причинную связь с первым участком (70, 71, 74, 75), при этом среди

обеспеченных типов свойств сердца (2) определяется тот тип свойства, который имеет причинную связь с первым типом свойства, причем этот определенный тип свойства является вторым типом свойства, и причем второй участок (72, 73) определяется как участок, где расположен определенный второй тип свойства,

- отображения первого участка (70, 71, 74, 75) и второго участка (72, 73).

5

10

15

20

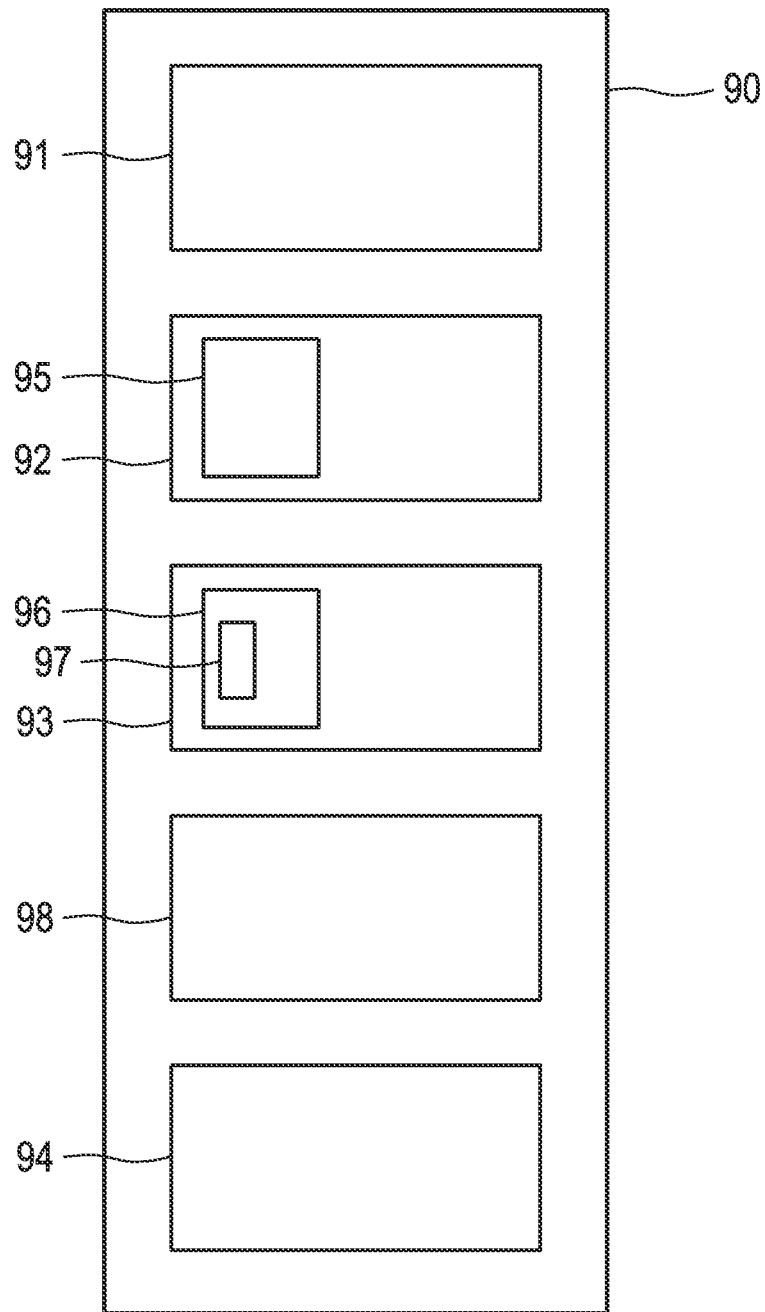
25

30

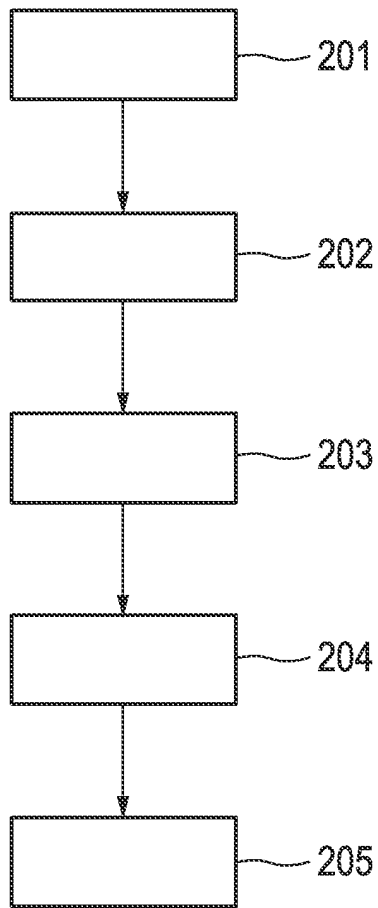
35

40

45

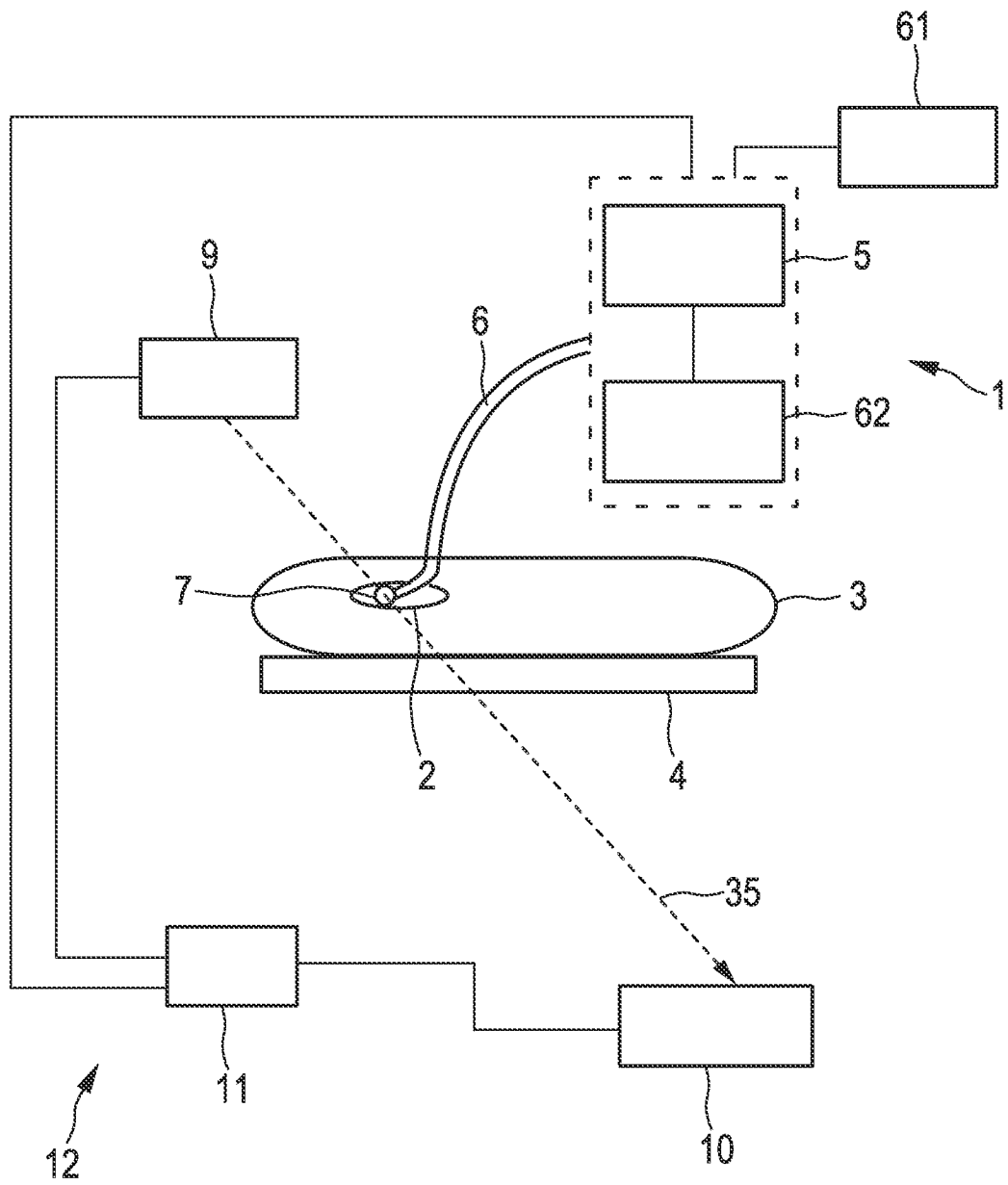


ФИГ.1

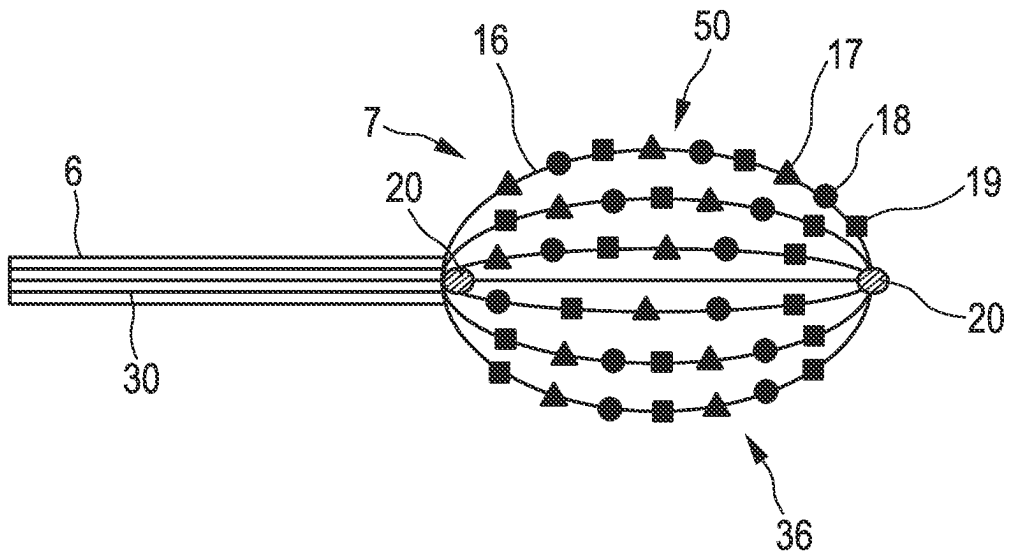


ФИГ.2

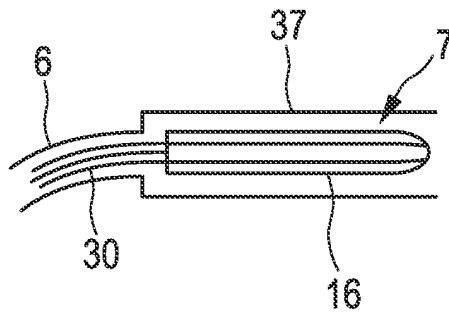




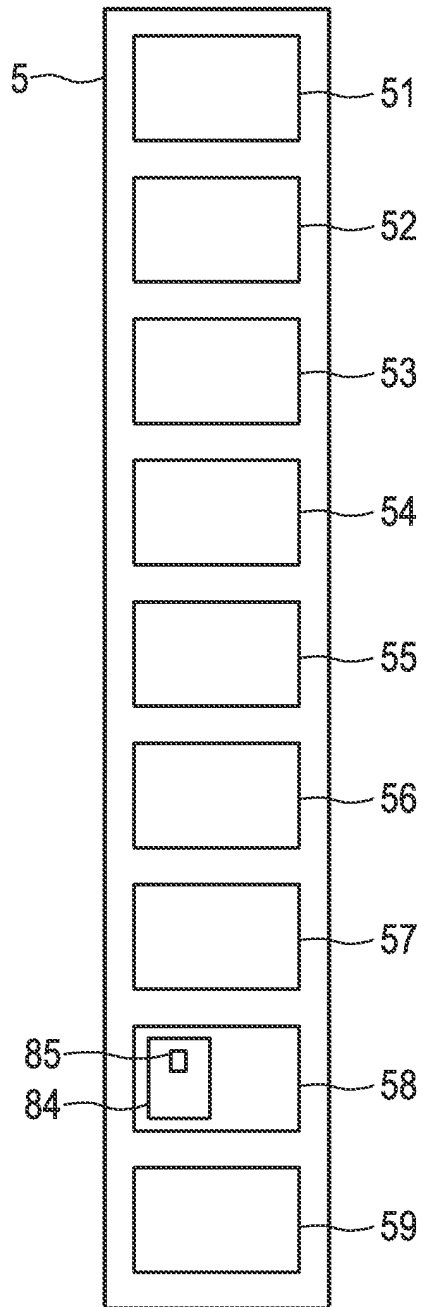
ФИГ.3



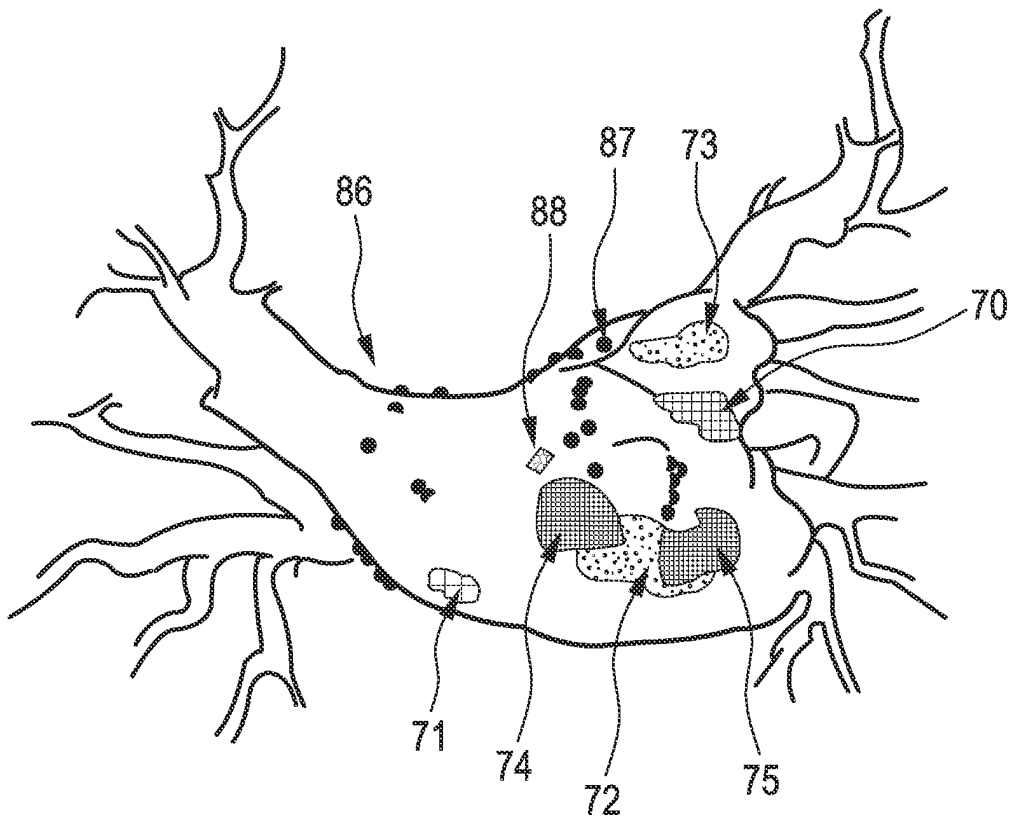
ФИГ.4



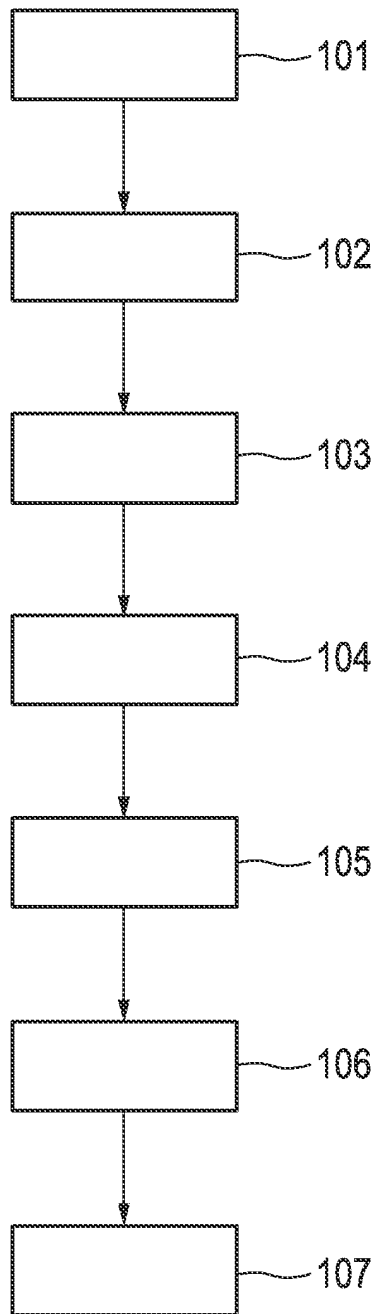
ФИГ.5



ФИГ.6



ФИГ.7



ФИГ.8