

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **035580**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.07.10

(21) Номер заявки
201592179

(22) Дата подачи заявки
2014.05.16

(51) Int. Cl. **G06T 7/00** (2006.01)
A61B 6/00 (2006.01)
A61B 19/00 (2006.01)
G01S 1/00 (2006.01)

**(54) ИНТРАОПЕРАЦИОННАЯ РЕГИСТРАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПОСРЕДСТВОМ
ОПОРНЫХ МАРКЕРОВ**

(31) **10 2013 209 158.3**

(32) **2013.05.16**

(33) **DE**

(43) **2016.04.29**

(86) **PCT/EP2014/060172**

(87) **WO 2014/184382 2014.11.20**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ФИАГОН ГМБХ (DE)

(72) Изобретатель:
Крюгер Тимо, Муха Дирк (DE)

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(56) MAINTZ J.B.A. ET AL.: "A SURVEY OF MEDICAL IMAGE REGISTRATION", MEDICAL IMAGE ANALYSIS, OXFORDUNIVERSITY PRESS, OXFORD, GB, vol. 2, no. 1, 1 January 1998 (1998-01-01), pages 1-37, XP001032679, ISSN: 1361-8423, DOI: 10.1016/51361-8415(01)80026-8 the whole document

CALVIN R. MAURERJR ET AL.: "Registration of Head Volume Images Using Implantable Fiducial Markers", IEEE TRANSACTIONS ON MEDICAL IMAGING, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, vol. 16, no. 4, 1 August 1997 (1997-08-01), XP011035646, ISSN: 0278-0062 the whole document

(57) Изобретение относится к способу генерирования данных изображений пациента в системе планирования операций и/или интраоперационной навигации. В рамках способа данные томографических изображений или получаемые рентгеновским методом данные изображений по меньшей мере одной определенной области тела пациента снимаются посредством по меньшей мере одного предназначенного для этого первого съемочного аппарата, при этом первый опорный элемент (1, 11, 21) по меньшей мере одной поверхностью расположен на пациенте и одновременно снимается первым съемочным аппаратом. Представляющие первый опорный элемент снятые данные изображений сравниваются с известными геометрическими данными первого опорного элемента для получения информации об искажении. Искажения снятых данных изображений корректируются вычислительным устройством на основе информации об искажении для получения скорректированных данных изображений. Скорректированные на предмет искажений данные изображений совмещаются с дополнительными снятыми вторым съемочным аппаратом данными изображений той же самой области тела пациента для получения совмещенных данных изображений, и совмещенные данные изображений отображаются на устройстве отображения. При этом геометрические данные первого опорного элемента (1, 11, 21) представляют собой данные изображений, которые без искажения воспроизводят фактическую геометрию первого опорного элемента (1, 11, 21). Также предусмотрена медицинская система для планирования операций и/или интраоперационной навигации.

B1

035580

035580

B1

Изобретение относится к способу генерирования данных изображений пациента, получаемых посредством способа визуализации, в частности способа томографии, в системе планирования операций и/или интраоперационной навигации, причем эти данные изображений сначала или ранее получаются или были получены посредством способов визуализации, таких как рентген и/или компьютерная томография. Изобретение касается также медицинской системы, соответственно, в частности, для применения в таком способе.

Использование полученных предоперационно, как правило, имеющихся в оцифрованном виде данных изображений пациента, например рентгена или снимков компьютерной или магнитно-резонансной томографии, для планирования и проведения инвазивных хирургических вмешательств, в принципе, известно. Такие способы обеспечивают "виды изнутри" органов или частей тела. В некоторых способах эти данные изображений создаются или, соответственно, обновляются также во время операции, чтобы визуализировать вероятные изменения снятого объекта, например прогресс операции или реакции тела на хирургическое вмешательство, которые не могут или только плохо могут регистрироваться пленочными видеокамерами. По данным изображений, полученным методом томографии, могут рассчитываться трехмерные модели одной или нескольких частей тела и/или органов.

Кроме того, принято получать оптические снимки, такие как фотографии или видеоизображения пациента, интраоперационно, например, с помощью эндоскопа, и отображать вместе с созданными предоперационно данными томографических изображений на мониторе, соответственно, в виде отдельного изображения или совмещенно. Таким образом, например, для хирурга лучше видны подлежащая удалению ткань или нервные пути или сосуды, расположенные в оперируемой области и находящиеся под потенциальной угрозой хирургического вмешательства. Это отображение данных изображений позволяет хирургу применять используемые при операции медицинские приборы как можно более эффективно и с минимальным причинением вреда окружающей ткани пациента.

Данные изображений, полученные методом компьютерной томографии (далее называемые данными томографических изображений), или данные изображений, полученные рентгеновским методом, позволяют визуализировать области в человеческом теле, которые требовали бы инвазивного способа для создания данных изображений, получаемых методом фото- или видеосъемки (ниже называемых данными Ф/В-изображений). Однако данные томографических изображений по сравнению с данными Ф/В-изображений имеют тот недостаток, что они, как правило, изображают снятые области не в масштабе, а искаженно. Искажение данных томографических изображений является системно-обусловленным и не подчиняется никакой предсказуемой закономерности, по которой оно могло бы корректироваться с помощью заданных алгоритмов корректировки. Генерирование данных томографических изображений в системе планирования операций и/или интраоперационной навигации, такой как, например, система регистрации положения, требует при этом наиболее безошибочной возможной корректировки искажений данных томографических изображений для достижения желаемой точности.

В известных способах корректировки искажений искаженные данные томографических изображений сравниваются с соответствующими данными Ф/В-изображений, которые отображают ту же самую область, предпочтительно из той же самой перспективы, и на основе определенных отклонений данных томографических изображений от данных Ф/В-изображений выполняется корректировка искажений данных томографических изображений. Затем данные изображений могут, например, совмещаться и отображаться на устройстве отображения.

Такие известные способы корректировки искажений данных томографических изображений имеют тот недостаток, что часто они дают ошибочные результаты. Причина этого в том, что точное достижение одинаковой перспективы при создании данных томографических изображений и данных Ф/В-изображений невозможно, и поэтому происходит искажение из-за отличающихся по перспективе данных Ф/В-изображений. Кроме того, различные данные изображений часто создаются в различные моменты времени, так что, например, острые опухоли, гематомы и пр. могут приводить к ошибкам при корректировке искажений данных томографических изображений.

В основе изобретения лежит задача, указать надежный способ генерирования данных томографических изображений в системе планирования операций и/или интраоперационной навигации. В основе изобретения лежит также задача предоставить соответствующую медицинскую систему.

В соответствии с изобретением задача решается с помощью способа генерирования данных изображений в системе планирования операций и/или интраоперационной навигации, который включает в себя следующие этапы:

съемка данных томографических изображений или данных изображений, получаемых рентгеновским методом, по меньшей мере одной определенной области тела пациента посредством по меньшей мере одного предназначенного для этого первого съемочного аппарата, при этом первый опорный элемент по меньшей мере одной поверхностью расположен на пациенте и одновременно снимается первым съемочным аппаратом;

сравнение представляющих первый опорный элемент снятых данных изображений с известными геометрическими данными первого опорного элемента для получения информации об искажении;

корректировка искажений снятых данных изображений вычислительным устройством на основе

информации об искажении для получения скорректированных на предмет искажений данных изображений;

совмещение данных изображений, скорректированных на предмет искажений, с дополнительными снятыми вторым съемочным аппаратом данными изображений той же самой области тела пациента для получения совмещенных данных изображений и

отображение совмещенных данных изображений на устройстве отображения.

При этом геометрические данные первого опорного элемента представляют собой данные изображений, которые без искажения воспроизводят фактическую геометрию первого опорного элемента.

Способ включает в себя идею предоперационного выполнения компьютерной томографии и интраоперационного выполнения рентгеновских изображений (флюороскопических изображений) с помощью С-дуги. С помощью элемента, имеющего известную геометрию, могут корректироваться на предмет искажений интраоперационно снятые рентгеновские изображения (флюороскопические изображения) и так сравниваться с рентгеновскими изображениями, снятыми виртуально, предоперационно, например, генерированными компьютерным томографом. Это имеет то преимущество, что врач при планировании операций и при выполнении операции может ориентироваться на рентгеновские изображения, причем как снятые предоперационно, так и снятые интраоперационно рентгеновские изображения. Вместо данных изображений, получаемых рентгеновским методом, возможна также съемка данных изображений другим способом визуализации, например способом на основе ультразвука. Точно так же данные томографических изображений могут получаться посредством компьютерного томографа, магнитно-резонансного томографа, ультразвукового томографа или т.п.

Предпочтительно геометрические данные первого опорного элемента имеются в виде данных изображений, которые без искажения воспроизводят фактическую геометрию первого опорного элемента.

Предпочтительно дополнительные данные изображений той же самой области тела пациента включают в себя в качестве данных изображений геометрические данные первого опорного элемента.

Кроме того, предпочтительно, когда первый опорный элемент при съемке дополнительных данных изображений имеет то же положение относительно съемочного аппарата и/или пациента, что и при съемке данных томографических изображений, чтобы при корректировке искажений данных изображений не нужно было учитывать различные положения.

Также предпочтительно, когда первый опорный элемент при съемке дополнительных данных изображений находится на том же расстоянии от съемочного аппарата, что и при съемке данных томографических изображений, так, чтобы по возможности не возникали различные искажения.

Предпочтительно также, когда первый опорный элемент во время создания данных томографических изображений был ориентирован таким образом, чтобы максимально возможная часть поверхности первого опорного элемента была обращена к съемочному аппарату, чтобы таким образом можно было снимать как можно более значимые данные изображений опорного элемента.

Предпочтительно первый опорный элемент расположен в некотором месте тела пациента так, чтобы это место тела и первый опорный элемент могли регистрироваться как можно более детальным снимком.

Дополнительные данные изображений той же самой области тела пациента могут создаваться вторым съемочным аппаратом, предпочтительно рентгеновским аппаратом, и включать в себя рентгеновское изображение или, соответственно, флюороскопические изображения.

Предпочтительно опорный элемент имеет локализаторы, такие как, например, сенсорные катушки или оптические локализаторы. Это позволяет не только взаимно соотносить снятые данные изображений с известными геометрическими данными при искажении, но и, кроме того, также получать опорное поле для интраоперационной навигации. В случае собственно известной электромагнитной навигации это может быть переменное поле, созданное генератором поля, которое регистрируется сенсорными катушками. Такое соотношение снятых данных изображений с известными геометрическими данными и опорным полем для интраоперационной навигации позволяет осуществлять регистрацию, которая может выполняться не только предоперационно, но и интраоперационно.

Первый опорный элемент предпочтительно является кольцевым или круглым и/или имеет кольцевые и/или круглые области и/или элементы.

Предпочтительно дополнительные данные изображений снимаются интраоперационно и поэтому являются в высшей степени актуальными.

Устройство отображения включает в себя предпочтительно монитор.

Указанная определенная область тела пациента включает в себя предпочтительно позвоночник, т.е. способ является предпочтительным, в частности, для обеспечения обследований или терапий в области позвоночного столба.

По меньшей мере часть данных томографических изображений может сниматься до обследования или операции, например, в томографе, например магнитно-резонансном томографе, который в ином случае мешал бы обследованию или операции.

Особенно предпочтительно второй или дополнительный опорный элемент расположен в оперируемом месте на теле пациента, причем это оперируемое место расположено в указанной определенной об-

ласти тела пациента. Первый опорный элемент и второй опорный элемент зарегистрированы в навигационной системе планирования и выполнения операций, при этом навигационной системой определяются данные положения первого опорного элемента и второго опорного элемента относительно некоторой точки отсчета. Для регистрации предпочтительно, когда первый опорный элемент и второй опорный элемент имеют локализаторы, такие как, например, сенсорные катушки или оптические локализаторы. Использование сенсорных катушек в таких навигационных системах, в принципе, известно. Посредством определенных данных положения первого опорного элемента и второго опорного элемента в навигационной системе могут совмещенно отображаться данные томографических изображений и дополнительные данные изображений. Благодаря этому становится возможной точная навигация при помощи полученных интраоперационно, а также скорректированных рентгеновских изображений. Точность совмещения данных изображений оптимизируется путем регистрации первого опорного элемента и второго опорного элемента в навигационной системе.

Использование двух опорных элементов в комбинации друг с другом, из которых первый представляет собой элемент, имеющий известную геометрию, а второй - меньшего размера локальный локализатор в оперируемом месте, позволяет интраоперационно получать пространственную информацию и включать в интраоперационно созданные рентгеновские изображения.

Также два из этих опорных элементов могут быть элементами, имеющими известную геометрию. Это позволяет, например, получать из флюороскопических изображений, полученных, например, рентгеновским методом, пространственную информацию, в частности, когда несколько двумерных изображений без информации о глубине (например, изображений, полученных рентгеновским методом) были сняты из различных перспектив и сопоставляются друг с другом.

Предпочтительно, когда положение первого опорного элемента и/или второго опорного элемента регистрируется посредством электромагнитной и/или оптической системы регистрации положения. Предпочтительно регистрация положения осуществляется одновременно со съемкой данных изображений и/или одновременно со съемкой дополнительных данных изображений.

Как электромагнитные, так и оптические системы регистрации положения, в принципе, известны из уровня техники. Известны, например, электромагнитные системы регистрации положения, которые имеют генератор поля. Генератор поля создает в оперируемой области знакопеременное электрическое переменное поле. На перемещаемом в этой оперируемой области медицинском инструменте расположены элементы локализации, которые имеют катушки. Электромагнитное переменное поле, в зависимости от ориентации данной катушки относительно электромагнитного переменного поля, индуцирует в этих катушках характерные токи, по которым может определяться информация о положении катушек.

Первый опорный элемент и/или второй опорный элемент может иметь сенсорную катушку в качестве локализатора и/или оптических локализаторов, которая предпочтительно закреплена на опорном элементе или интегрирована в него. Предпочтительно положение опорного элемента относительно локализатора известно. Первый опорный элемент и/или второй опорный элемент могут быть выполнены с возможностью установки и/или расположения на пациенте и служить, таким образом, локализатором пациента и/или ссылкой пациента для регистрации положения и/или навигации.

Предпочтительно первый опорный элемент предназначен для того, чтобы располагаться на пациенте и снова удаляться после осуществления регистрации. Предпочтительно второй элемент предназначен для того, чтобы располагаться на пациенте и после осуществления регистрации, по меньшей мере частично, оставаться там. Первый и второй опорный элемент могут быть расположены на пациенте одновременно, так что также их относительное положение друг к другу может определяться путем съемки изображений и/или с помощью системы регистрации положения.

Дополнительно или альтернативно по меньшей мере часть данных изображений, полученных томографическим или рентгеновским методом, может сниматься во время операции (интраоперационно) и, таким образом, всегда является вполне актуальной. В частности, предлагается интраоперационно снимать данные изображений посредством компактного рентгеновского аппарата, такого как, например, С-дуга. Часто такие интраоперационно снятые данные изображений представляют собой флюороскопические изображения без информации о глубине и не содержат томографии. Тогда с помощью одного или нескольких опорных элементов известной геометрии может, тем не менее, получаться пространственная информация. Последнее относится, прежде всего, но не только к тому случаю, когда, например, имеются также преоперационно полученные данные изображений, содержащие пространственную информацию, например томографии, такую как компьютерная томография или магнитно-резонансная томография, которые интраоперационно связываются с интраоперационно полученными данными изображений.

В отношении медицинской системы задача решается с помощью медицинской системы для планирования операций и/или интраоперационной навигации, которая имеет

по меньшей мере один первый съемочный аппарат, выполненный с возможностью съемки данных томографических изображений или получаемых рентгеновским методом данных изображений области тела пациента, а также съемки первого опорного элемента,

по меньшей мере один второй съемочный аппарат, выполненный с возможностью съемки дополнительных данных изображений той же самой области тела пациента,

первый опорный элемент с известными геометрическими данными, расположенный по меньшей мере одной поверхностью на пациенте, для съемки данных томографических изображений или получаемых рентгеновским методом данных изображений и выполненный с возможностью одновременной съемки первым съемочным аппаратом,

по меньшей мере одно вычислительное устройство, выполненное с возможностью получения информации об искажении посредством сравнения представляющих первый опорный элемент снятых данных изображений с известными геометрическими данными первого опорного элемента; корректировки искажений снятых данных изображений на основе полученной информации об искажении для получения скорректированных данных изображений; и совмещения данных изображений, скорректированных на предмет искажений, с дополнительными снятыми вторым съемочным аппаратом данными изображений той же самой области тела пациента для получения совмещенных данных изображений; и

устройство отображения, выполненное с возможностью отображения совмещенных данных изображений.

При этом геометрические данные первого опорного элемента представляют собой данные изображений, которые без искажения воспроизводят фактическую геометрию первого опорного элемента.

Опорный элемент может быть частично рентгенопроницаемым. Предпочтительно опорный элемент имеет рентгенонепрозрачные (рентгенонепрозрачные) компоненты, в частности рентгенонепрозрачные опорные метки, при этом предпочтительно геометрическое положение опорных меток друг относительно друга известно и зафиксировано на опорном элементе. Таким образом на основании геометрического положения опорных меток относительно друг друга может осуществляться описанное выше сравнение и корректировка искажений снятых данных изображений. Альтернативно или дополнительно сравнение и корректировка искажений снятых данных изображений может осуществляться на основании собственной геометрии опорного элемента.

Предпочтительно опорные метки выполнены плоскостно и расположены на опорном элементе таким образом, что по меньшей мере две, предпочтительно по меньшей мере 3 опорные метки плоскостно распространяются в одной общей плоскости.

Опорная метка является предпочтительно кольцевой или круглой и/или имеет кольцевые и/или круглые элементы.

Предусмотрен генератор электромагнитного поля, который имеет или образует описанный выше опорный элемент. Оказалось предпочтительным, когда опорный элемент и/или расположенные на опорном элементе опорные метки расположены в жестком положении относительно генератора электромагнитного поля, в частности относительно генерирующего поле элемента генератора поля. Предпочтительно геометрическое положение опорных меток относительно друг друга известно и зафиксировано на опорном элементе.

Генератор поля и/или генерирующий поле элемент генератора поля может быть выполнен в виде рамы, в частности так, чтобы рама задавала окно, которое является рентгенопроницаемым, за исключением располагаемых в окне рентгенонепрозрачных опорных меток. Рентгенопроницаемое окно может быть образовано плоскостным рентгенопроницаемым опорным элементом, на котором расположены рентгенонепрозрачные опорные элементы. Более предпочтительно поверхность генератора поля выполнена плоской, чтобы при эксплуатации лежать на операционном столе. Когда во время операции пациент лежит на операционном столе, генератор поля предпочтительно расположен между пациентом и операционным столом. Генератор поля может иметь амортизационные элементы для устранения мест давления на поверхность тела пациента.

Ниже изобретение более детально поясняется на разных примерах осуществления с помощью фигур. На фигурах показано:

фиг. 1 - схематичный вид сверху первого варианта осуществления предлагаемого изобретением первого опорного элемента;

фиг. 2 - схематичный вид сверху второго варианта осуществления предлагаемого изобретением опорного первого элемента;

фиг. 3 - схематичный вид сверху третьего варианта осуществления предлагаемого изобретением первого опорного элемента;

фиг. 4 - схематичное изображение четвертого варианта осуществления предлагаемого изобретением первого опорного элемента, который имеет опорные метки;

фиг. 5 - схематичное изображение пятого варианта осуществления предлагаемого изобретением первого опорного элемента, который имеет опорные метки;

фиг. 6 - схематичное изображение первого варианта осуществления предлагаемого изобретением второго опорного элемента, который имеет опорные метки;

фиг. 7 - другое схематичное изображение второго опорного элемента с фиг. 6;

фиг. 8 - схематичное изображение второго варианта осуществления предлагаемого изобретением второго опорного элемента, который имеет опорные метки;

фиг. 9 - схематичное изображение одного из вариантов осуществления предлагаемого изобретением генератора поля;

фиг. 10 - схематичное изображение системы для интраоперационной съемки изображений;

фиг. 11 - схематичное изображение предлагаемого изобретением способа генерирования данных изображений пациента в системе планирования операций и/или интраоперационной навигации.

Схематично изображенный на фиг. 1 первый вариант осуществления предлагаемого изобретением первого опорного элемента 1 имеет изображенный штриховой линией кольцевой основной элемент 2, имеющий центральную точку 3, наружный периметр 4 и меньший внутренний периметр 5. Внутренним периметром 5 ограничен круглый ввод 6 основного элемента 2, который концентричен основному элементу 2. Основной элемент 2 предпочтительно выполнен из материала, который обладает плохой проницаемостью для рентгеновских лучей. Для этого пригодны, в частности, металлы, такие как, например, свинец. На этом виде не различимо, что обе поверхности основного элемента 2 выполнены плоскими. В альтернативных вариантах осуществления одна или обе поверхности могут также иметь выпуклый изгиб, который распространяется радиально к центральной точке 3.

Основной элемент 2 полностью покрыт оболочкой из покровного слоя 7 из материала, который отличается от материала основного элемента 2. В этом первом примере осуществления покровной слой 7 расположен точно по форме основного элемента 2. Предпочтительно покровной слой 7 обладает значительно лучшей проницаемостью для рентгеновских лучей, чем основной элемент 2. В качестве материала покровного слоя 7 пригодны, в частности, полимерные материалы. Покровной слой 7 является опциональным и дает, например, гигиенические преимущества. Кроме того, надлежащий покровной слой 7 может также обеспечивать устойчивость формы первого опорного элемента 1. Последнее важно, в частности, тогда, когда основной элемент 2 выполнен из очень пластичного материала, такого как, например, свинец. Гладкая поверхность, а также высокая хрупкость покровного слоя 7 являются особенно предпочтительными. При этом покровной слой должен был бы обладать такой хрупкостью, чтобы сильная деформация первого опорного элемента 1, которая выходит за рамки упругой деформации, вызывала, по меньшей мере, местное разрушение покровного слоя 6. Таким образом, разрушенный покровной слой 6 служит индикатором деформированного первого опорного элемента 1, который уже не должен был бы использоваться в качестве такового.

Изображенный на фиг. 2 второй вариант осуществления предлагаемого изобретением первого опорного элемента 11 имеет круглый основной элемент 12, имеющий центральную точку 13 и наружный периметр 14. Покровной слой в изображенном втором примере осуществления отсутствует, но может добавляться при необходимости.

На фиг. 3 изображен третий вариант осуществления предлагаемого изобретением первого опорного элемента 21. Первый опорный элемент 21 имеет квадратный основной элемент 22, имеющий центральную точку 23, наружный периметр 24 и круглый ввод 26, который концентричен основному элементу 22. Ввод 26 ограничен в радиальном направлении снаружи внутренним периметром 25 основного элемента 22.

Для случая, когда основной элемент 2, 12, 22 обладает достаточной прочностью, чтобы она не подвергалась деформации при статической нагрузке в предписанных условиях применения, возможный покровной слой 7 может быть выполнен из упругого материала, например, чтобы защищать основной элемент 2, 12, 22 от внешних влияний, таких как, например, толчки. При этом возможны, в частности, материалы, обладающие упругостью резины, силиконы и пр. Предпочтительно покровной слой может быть также выполнен в виде упругой или жесткой оболочки, в которую может вставляться основной элемент 2, 12, 22.

Поскольку покровной слой 7 обладает значительно лучшей проницаемостью для рентгеновских лучей, чем основной элемент 2, покровной слой 7 может также полностью покрывать оболочкой основной элемент 2, 12, 22, вместе с вводами 6, 26. Таким образом, на рентгеновском снимке первого опорного элемента 1, 11, 21 показан, по существу, основной элемент 2, 12, 22.

Изображенный на фиг. 4 опорный элемент 30 выполнен в виде каркаса и предназначен для того, чтобы ставиться в открытую оперируемую область, например открытый позвоночник. Опорный элемент 30 имеет несколько опорных меток 19, геометрическое положение которых друг относительно друга известно и постоянно. Опорный элемент 30 выполнен из материала, который обладает более высокой рентгенопроницаемостью, чем опорные метки 19. Опорный элемент 30 имеет два U-образных участка 31, которые расположены соосно относительно друг друга и посредством двух перемычек 32, 33 соединены друг с другом. На поверхности 31' опорного элемента 30 расположены две плоскостные опорные метки 19 таким образом, что они плоскостно проходят в одной общей плоскости, а именно на поверхности 31'. На нижних фигурах а)-е) показаны в каждом случае различные виды одного и того же опорного элемента 30.

Изображенный на фиг. 5 альтернативный опорный элемент 30 выполнен в форме гриба и предназначен для того, чтобы вставляться в хирургическое отверстие в коже, которое, например, было раскрыто посредством троакара в рамках минимально инвазивного вмешательства. Опорный элемент 30 имеет плоскую шляпку 36, на которой центрально установлен штифт 37. Опорный элемент 30 как на шляпке 36, так и на штифте 37 имеет несколько опорных меток 19, геометрическое положение которых относительно друг друга известно и постоянно. Опорный элемент 30 выполнен из материала, который обладает

более высокой рентгенопроницаемостью, чем опорные метки 19. На нижних фигурах а)-с) показаны в каждом случае различные виды одного и того же опорного элемента 30.

Изображенный на фиг. 6 другой, альтернативный опорный элемент 30 выполнен в виде втулки и предназначен для того, чтобы надеваться и фиксироваться, например, на хирургической спице, например закрепляемой на кости спице Киршнера. Опорный элемент имеет для этого наружную втулку 38 и вставную фиксирующую втулку 39. Опорный элемент 30 имеет на наружной втулке 38 несколько опорных меток 19, геометрическое положение которых относительно друг друга известно и постоянно. Опорные метки 19 равномерно расположены в окружном направлении на наружной втулке 38. Опорный элемент 30 выполнен из материала, который обладает более высокой рентгенопроницаемостью, чем опорные метки 19. На нижних фигурах а)-с) показаны в каждом случае различные виды одного и того же опорного элемента 30.

На фиг. 7 опорный элемент 30 с фиг. 6 показан в фиксированном положении, т.е. опорный элемент зафиксирован на хирургической проволоке (не показано). Для этого фиксирующая втулка 39 вдавлена в наружную втулку 38. На нижних фигурах а)-с) показаны в каждом случае различные виды одного и того же опорного элемента 30.

Другой, альтернативный, изображенный на фиг. 8 опорный элемент 30 выполнен в виде зажима и предназначен для того, чтобы, например, фиксироваться на позвонке. Для этого опорный элемент 30 имеет образующий угол основной скобы 34, на котором с возможностью поворота установлена зажимная скоба 35. Опорный элемент 30 имеет несколько опорных меток 19, 19', геометрическое положение которых относительно друг друга известно и постоянно. В настоящем случае опорные метки 19, 19' расположены только на поверхности образующего угол основной скобы 34 и имеют различные размеры. Опорный элемент 30 выполнен из материала, который обладает более высокой рентгенопроницаемостью, чем опорные метки 19. На нижних фигурах а)-d) показаны в каждом случае различные виды одного и того же опорного элемента 30.

На фиг. 9а) показан вид сверху операционного стола 200, при этом предлагаемый изобретением генератор 50 поля опирается на операционный стол 200. Генератор 50 поля и (интегрированный и поэтому не показанный) генерирующий поле элемент генератора 50 поля выполнены в виде рамы. Рама 50' генератора 50 поля задает окно (заштрихованная поверхность), которое является рентгенопроницаемым. Рентгенопроницаемое окно в настоящем случае образовано плоскостным рентгенопроницаемым опорным элементом 30. На рентгенопроницаемом опорном элементе 30 расположены опорные метки 19, которые расположены каждая в жестком положении относительно генератора 50 поля и интегрированного и поэтому не показанного элемента, генерирующего поле. Геометрическое положение рентгенонепроницаемых опорных меток 19 относительно друг друга известно и постоянно.

Как показано на виде сбоку фиг. 9b), генератор 50 поля выполнен с плоской поверхностью 50" и опирается на операционный стол 200.

Система для интраоперационной съемки изображений показана на фиг. 10. Первый опорный элемент 1, например, описанный со ссылкой на фиг. 1, расположен на лежащем на операционном столе пациенте Р абдоминально. Пациент Р и опорный элемент 1 размещены в С-дуге таким образом, что получаемые рентгеновским методом данные изображений включают в себя как определенную область тела пациента Р, в настоящем случае брюшную полость, так и расположенный там опорный элемент 1.

В предлагаемом изобретении способе генерирования данных изображений пациента в системе планирования операций и/или интраоперационной навигации на фиг. 11 на первом этапе S1 данные томографических изображений или получаемые рентгеновским методом данные изображений по меньшей мере одной определенной области тела пациента снимаются посредством по меньшей мере одного предназначенного для этого первого съемочного аппарата, при этом первый опорный элемент по меньшей мере одной поверхностью расположен на пациенте и одновременно снимается первым съемочным аппаратом.

На втором этапе S2 представляющие первый опорный элемент снятые данные изображений сравниваются с известными геометрическими данными первого опорного элемента для получения информации об искажении.

На третьем этапе S3 искажения снятых данных изображений корректируются вычислительным устройством на основе информации об искажении для получения скорректированных данных изображений.

На четвертом этапе S4 данные изображений, скорректированные на предмет искажений, совмещаются с дополнительными данными изображений той же самой области тела пациента для получения совмещенных данных изображений.

На пятом этапе S5 совмещенные данные изображений отображаются на устройстве отображения.

Список ссылочных обозначений.

- 1, 11, 21, 30 - Опорный элемент,
- 2, 12, 22 - основной элемент,
- 3, 13, 23 - центральная точка,
- 4, 14, 24 - наружный периметр,
- 5, 25 - внутренний периметр,

6, 26 - круглый ввод,
 7 - покровной слой,
 19, 19' - опорная метка,
 31 - U-образный участок,
 31' - поверхность опорного элемента,
 32, 33 - перемычка,
 34 - основная скоба,
 35 - зажимная скоба,
 36 - шляпка,
 37 - штифт,
 38 - наружная втулка,
 39 - фиксирующая втулка,
 50 - генератор поля,
 50' - рама генератора поля,
 50'' - плоская поверхность генератора поля,
 100 - С-дуга,
 200 - операционный стол,
 Р - пациент,
 S1, S2, S3, S4, S5 - этапы способа.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ генерирования данных изображений пациента в системе планирования операций и/или интраоперационной навигации, содержащий следующие этапы:

съемка (S1) данных томографических изображений или получаемых рентгеновским методом данных изображений по меньшей мере одной определенной области тела пациента посредством по меньшей мере одного предназначенного для этого первого съемочного аппарата, при этом первый опорный элемент (1, 11, 21) по меньшей мере одной поверхностью расположен на пациенте и одновременно снимается первым съемочным аппаратом;

сравнение (S2) представляющих первый опорный элемент снятых данных изображений с известными геометрическими данными первого опорного элемента для получения информации об искажении;

корректировка (S3) искажений снятых данных изображений вычислительным устройством на основе информации об искажении для получения скорректированных данных изображений;

совмещение (S4) данных изображений, скорректированных на предмет искажений, с дополнительными снятыми вторым съемочным аппаратом данными изображений той же самой области тела пациента для получения совмещенных данных изображений и

отображение (S5) совмещенных данных изображений на устройстве отображения,

причем геометрические данные первого опорного элемента (1, 11, 21) представляют собой данные изображений, которые без искажения воспроизводят фактическую геометрию первого опорного элемента (1, 11, 21).

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что дополнительные данные изображений той же самой области тела пациента включают в себя в качестве данных изображений геометрические данные первого опорного элемента (1, 11, 21).

3. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что первый опорный элемент (1, 11, 21) при съемке дополнительных данных изображений имеет то же положение относительно съемочного аппарата и/или пациента, что и при съемке данных томографических изображений.

4. Способ по одному из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что первый опорный элемент (1, 11, 21) при съемке дополнительных данных изображений находится на том же расстоянии от съемочного аппарата, что и при съемке данных томографических изображений.

5. Способ по одному из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что первый опорный элемент (1, 11, 21) во время съемки данных томографических изображений ориентирован таким образом, что максимально возможная часть поверхности первого опорного элемента (1, 11, 21) обращена к съемочному аппарату.

6. Способ по одному из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что первый опорный элемент (1, 11, 21) располагают в некотором месте тела пациента.

7. Способ по одному из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что второй съемочный аппарат представляет собой рентгеновский аппарат, а дополнительные данные изображений включают в себя флюороскопические изображения.

8. Способ по одному из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что первый опорный элемент (1, 11, 21) является кольцевым или круглым и/или имеет кольцевые и/или круглые области и/или элементы.

9. Способ по одному из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что по меньшей мере часть данных томографических изображений снимают во время обследования или операции.

10. Способ по одному из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что указанная определенная область тела пациента включает в себя позвоночник.

11. Способ по одному из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что дополнительно предусмотрен второй опорный элемент, расположенный в оперируемом месте на теле пациента, причем оперируемая область расположена в указанной определенной области тела пациента, при этом первый опорный элемент и второй опорный элемент зарегистрированы в навигационной системе планирования и выполнения операций, при этом посредством навигационной системы определяют данные положения первого опорного элемента и второго опорного элемента относительно точки отсчета, при этом данные томографических изображений и дополнительные данные изображений посредством данных положения первого опорного элемента и второго опорного элемента в навигационной системе совмещенно отображают на устройстве отображения.

12. Способ по одному из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что положение первого опорного элемента регистрируют посредством электромагнитной и/или оптической системы регистрации положения.

13. Способ по п.11 или 12, отличающийся тем, что положение второго опорного элемента регистрируют посредством электромагнитной и/или оптической системы регистрации положения и/или второй опорный элемент имеет опорные метки, геометрическое положение которых относительно друг друга известно и постоянно.

14. Способ по п.12 или 13, отличающийся тем, что регистрацию положения осуществляют одновременно со съемкой данных изображений и/или одновременно со съемкой дополнительных данных изображений.

15. Способ по одному из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что первый опорный элемент (1, 11, 21) имеет опорные метки (19), геометрическое положение которых относительно друг друга известно и постоянно.

16. Способ по п.15, отличающийся тем, что опорный элемент (30) расположен на генераторе (50) поля, при этом, в частности, генератор (50) поля и/или генерирующие поле элементы генератора (50) поля выполнены в виде рамы, в частности так, что рама (50') задает окно, которое является рентгенопроницаемым, за исключением располагаемых в окне рентгенонепроницаемых опорных меток (19).

17. Медицинская система для планирования операций и/или интраоперационной навигации, содержащая

по меньшей мере один первый съемочный аппарат, выполненный с возможностью съемки данных томографических изображений или получаемых рентгеновским методом данных изображений области тела пациента, а также съемки первого опорного элемента;

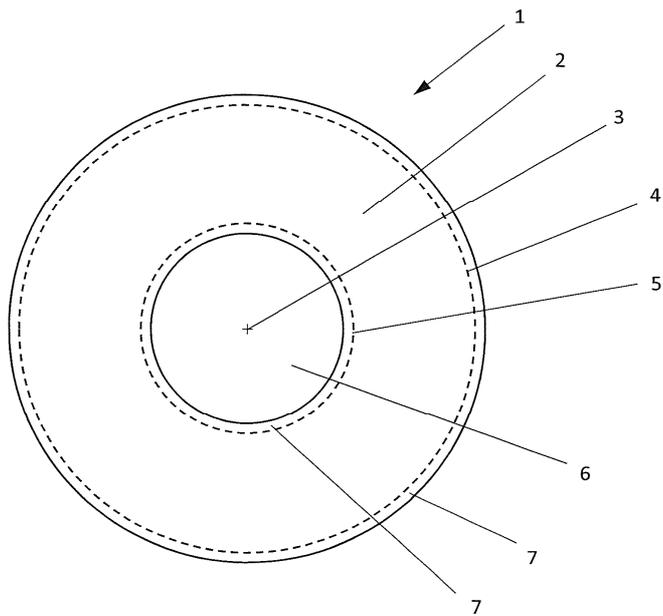
по меньшей мере один второй съемочный аппарат, выполненный с возможностью съемки дополнительных данных изображений той же самой области тела пациента,

первый опорный элемент с известными геометрическими данными, расположенный по меньшей мере одной поверхностью на пациенте, для съемки данных томографических изображений или получаемых рентгеновским методом данных изображений и выполненный с возможностью одновременной съемки первым съемочным аппаратом;

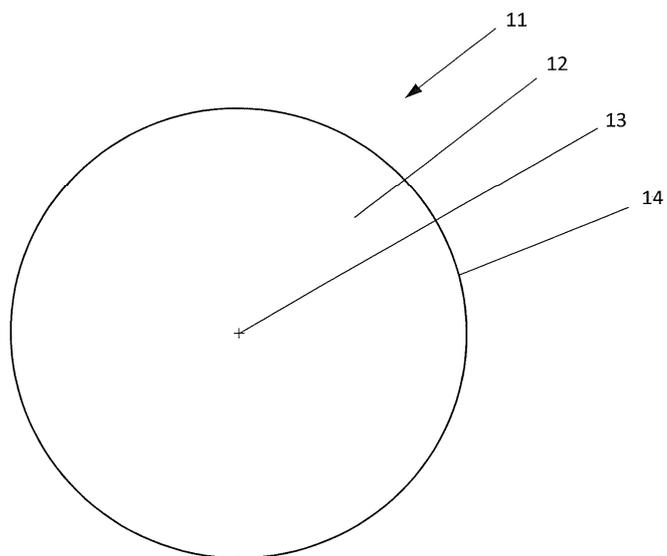
вычислительное устройство, выполненное с возможностью получения информации об искажении посредством сравнения представляющих первый опорный элемент снятых данных изображений с известными геометрическими данными первого опорного элемента; корректировки искажений снятых данных изображений на основе полученной информации об искажении для получения скорректированных данных изображений и совмещения данных изображений, скорректированных на предмет искажений, с дополнительными снятыми вторым съемочным аппаратом данными изображений той же самой области тела пациента для получения совмещенных данных изображений; и

устройство отображения, выполненное с возможностью отображения совмещенных данных изображений,

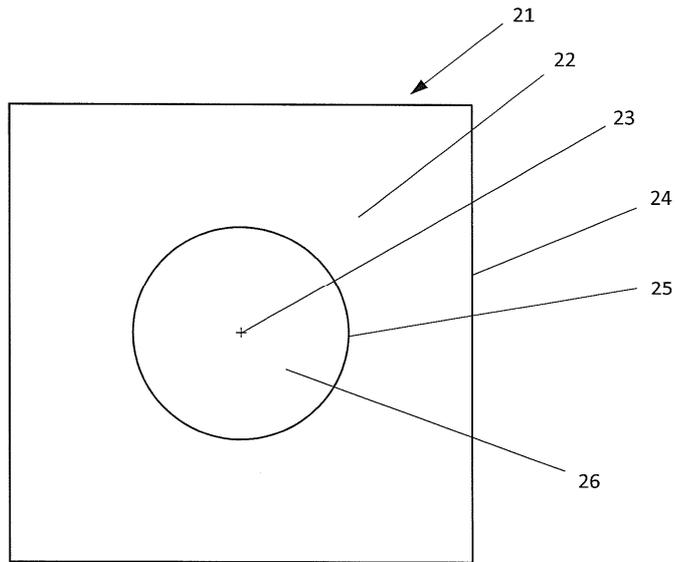
причем геометрические данные первого опорного элемента представляют собой данные изображений, которые без искажения воспроизводят фактическую геометрию первого опорного элемента.



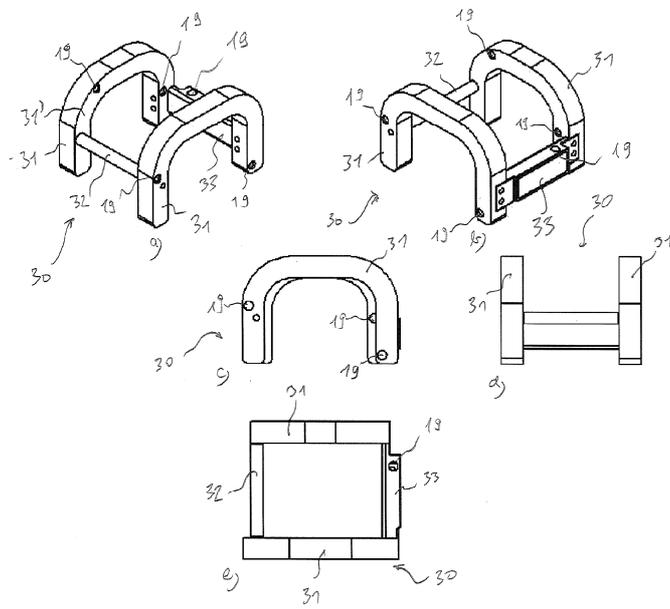
Фиг. 1



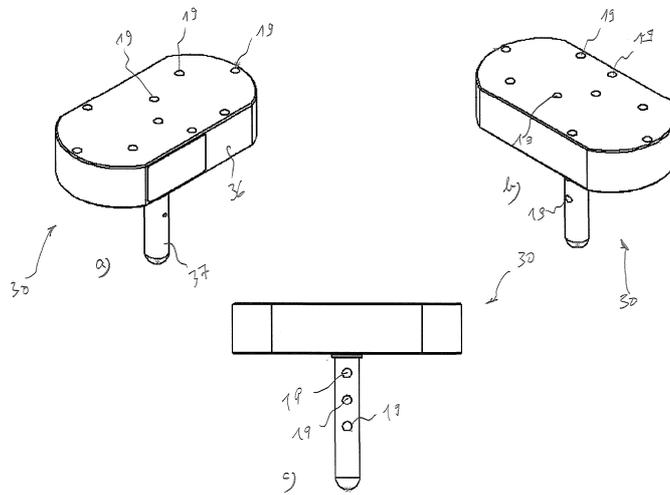
Фиг. 2



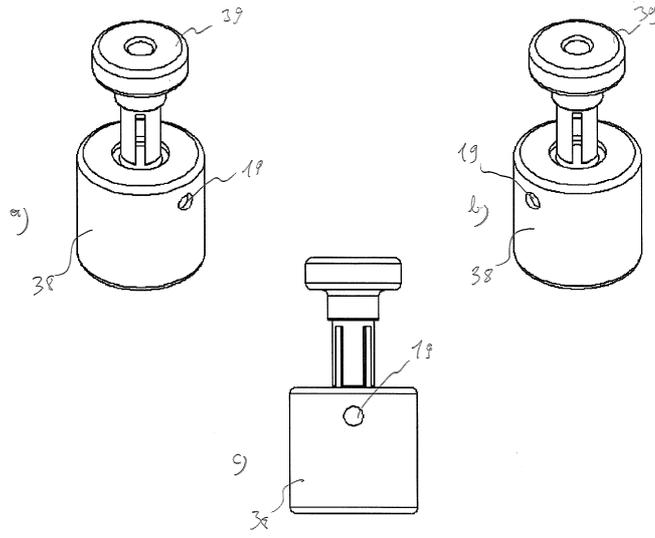
Фиг. 3



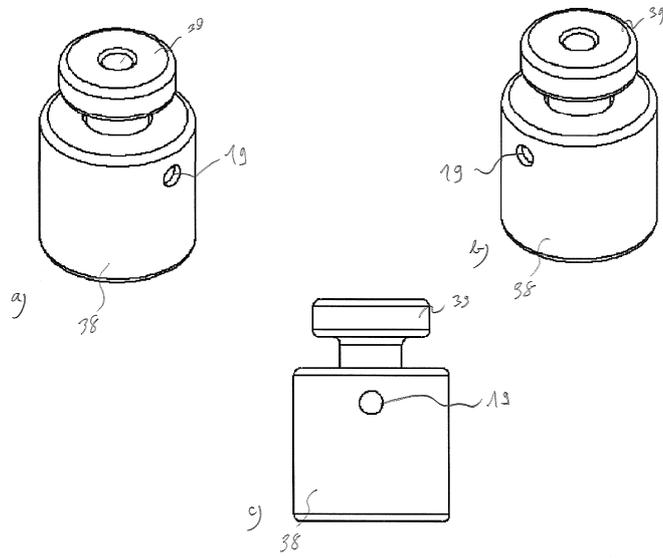
Фиг. 4



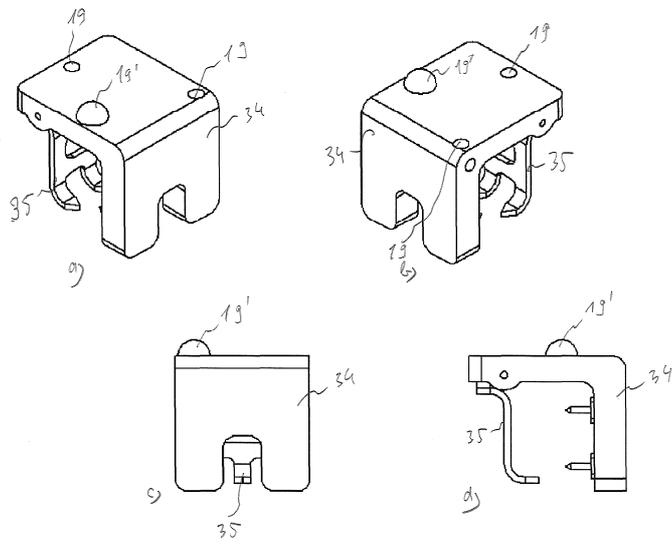
Фиг. 5



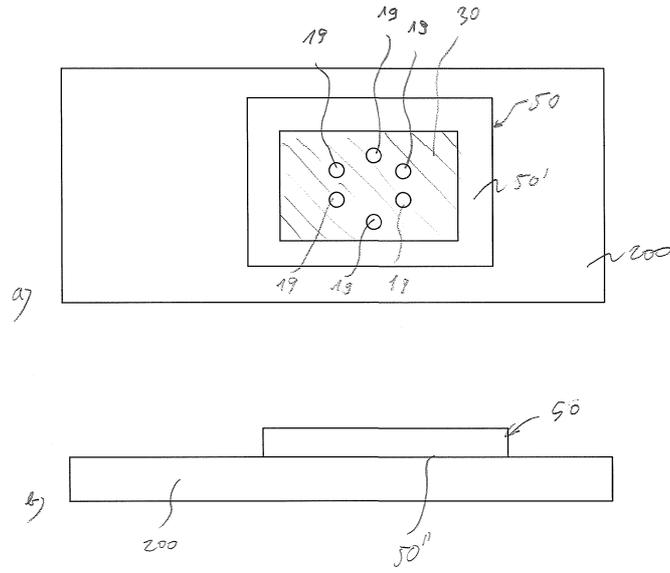
Фиг. 6



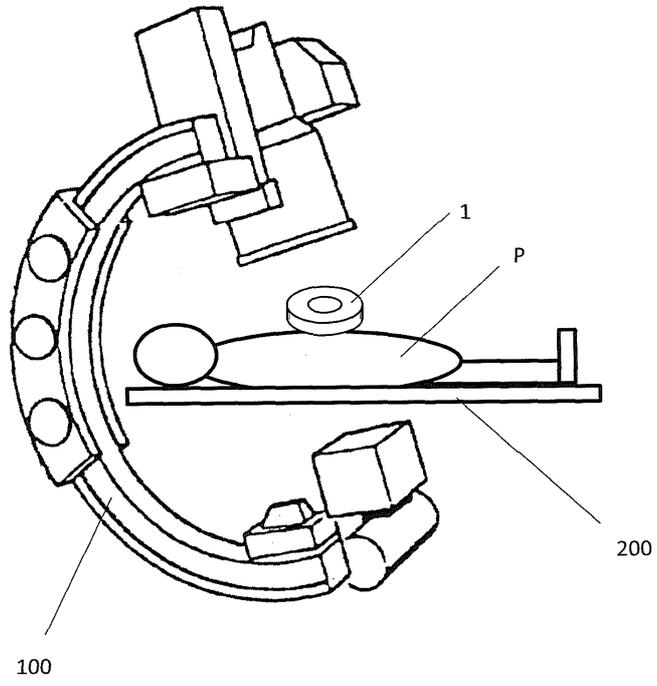
Фиг. 7



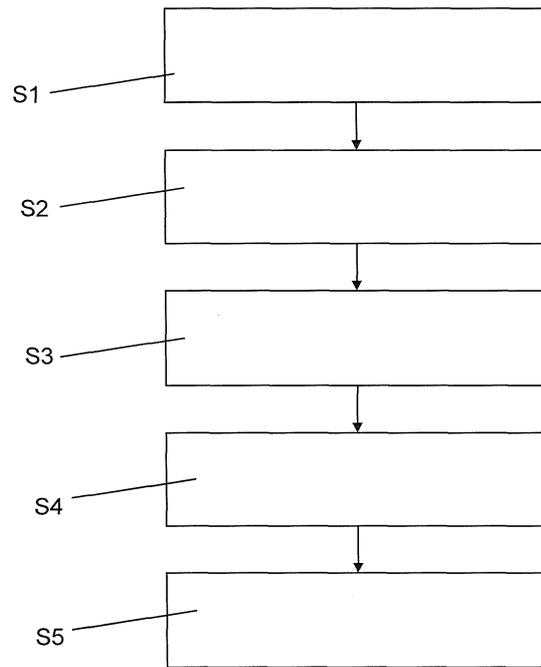
Фиг. 8



Фиг. 9



Фиг. 10



Фиг. 11