РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU (11) 2 464 591 (13) C2

(51) МПК
G01T 1/164 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: **2009122727/28, 31.10.2007**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
31.10.2007

Приоритет(ы):
(30) Конвенционный приоритет:
16.11.2006 US 60/866,076

(43) Дата публикации заявки: **27.12.2010** Бюл. № 36

(45) Опубликовано: **20.10.2012** Бюл. № **29**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **US 6102567 A, 15.08.2000. EP 0387956 A1, 19.09.1990. WO 2005057196 A1, 23.06.2005. RU 50986 U1, 27.01.2006. US 2005205795 A1, 22.09.2005. WO 2006060886 A1, 15.06.2006. US 2006227932 A1, 12.10.2006.**

(85) Дата начала рассмотрения заявки PCT на национальной фазе: **16.06.2009**

(86) Заявка PCT:
US 2007/083081 (31.10.2007)

(87) Публикация заявки PCT:
WO 2008/127394 (23.10.2008)

Адрес для переписки:
129090, Москва, ул. Б.Спасская, 25, стр.3, ООО "Юридическая фирма Городисский и Партнеры", пат.пов. Ю.Д.Кузнецову, рег.№ 595

(72) Автор(ы):
ДРАГАН Думитру (US),
БИШОП Дин О. (US),
ХАССАН Ризван С. (US),
ЗАПАТА Хорхе И. (US)

(73) Патентообладатель(и):
КОНИНКЛЕЙКЕ ФИЛИПС ЭЛЕКТРОНИКС Н.В. (NL)

RU 2464591 C2

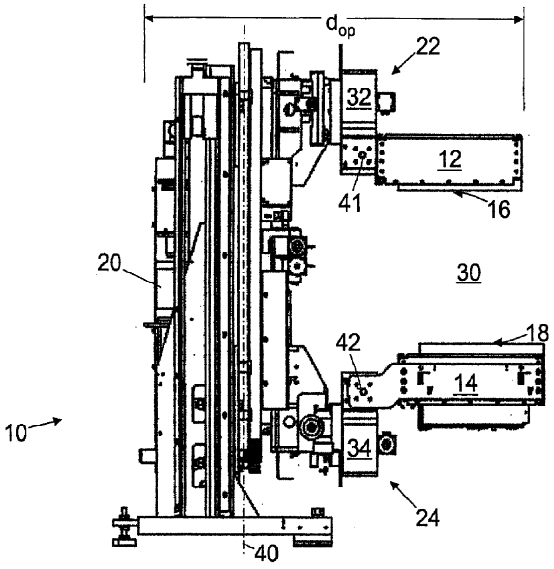
RU 2464591 C2

(54) СКЛАДЫВАЕМЫЙ ГЕНТРИ ДЛЯ ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЫ

(57) Реферат:

Изобретение относится к медицинским системам получения изображения, в частности оно касается гамма-камер, содержащих две, три, четыре или более радиационных детекторных головок, и описывается с конкретной ссылкой на них. Сущность изобретения заключается в том, что система (10, 190) получения изображения содержит множество детекторных головок (12, 14, 80, 100, 202) и раму (20), на которой установлено множество детекторных головок. Конфигурация рамы выполнена перестраиваемой в (i) рабочую конфигурацию, в которой детекторные головки выполнены с возможностью манипулирования или с помощью рамы для сбора данных для получения изображения, и (ii) транспортную конфигурацию, в которой детекторные головки остаются установленными на раме и система получения изображения уменьшается в размере в, по меньшей мере, одном измерении

по сравнению с рабочей конфигурацией. Технический результат - уменьшение размеров сборочного узла гамма-камеры, уменьшение вероятности нарушения юстировки детекторной головки, уменьшение вероятности повреждения гамма-камеры, уменьшение вероятности потери незатянутых компонентов устройства. 3 н. и 14 з.п. ф-лы, 15 ил.



ФИГ. 2

RU 2464591 C2

RU 2464591 C2

RUSSIAN FEDERATION

(19) RU (11) 2 464 591 (13) C2

(51) Int. Cl.
G01T 1/164 (2006.01)

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2009122727/28, 31.10.2007**

(24) Effective date for property rights:
31.10.2007

Priority:
(30) Convention priority:
16.11.2006 US 60/866,076

(43) Application published: **27.12.2010** Bull. 36

(45) Date of publication: **20.10.2012 Bull. 29**

(85) Commencement of national phase: **16.06.2009**

(86) PCT application:
US 2007/083081 (31.10.2007)

(87) PCT publication:
WO 2008/127394 (23.10.2008)

Mail address:
129090, Moskva, ul. B.Spasskaja, 25, str.3, OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery", pat.pov. Ju.D.Kuznetsovu, reg.№ 595

(72) Inventor(s):
DRAGAN Dumitru (US),
BIShOP Din O. (US),
KhASSAN Rizvan S. (US),
ZAPATA Khorkhe I. (US)

(73) Proprietor(s):
KONINKLEJKE FILIPS EhLEKTRONIKS N.V. (NL)

RU 2 464 591 C2

(54) FOLDABLE GANTRY FOR NUCLEAR MEDICINE

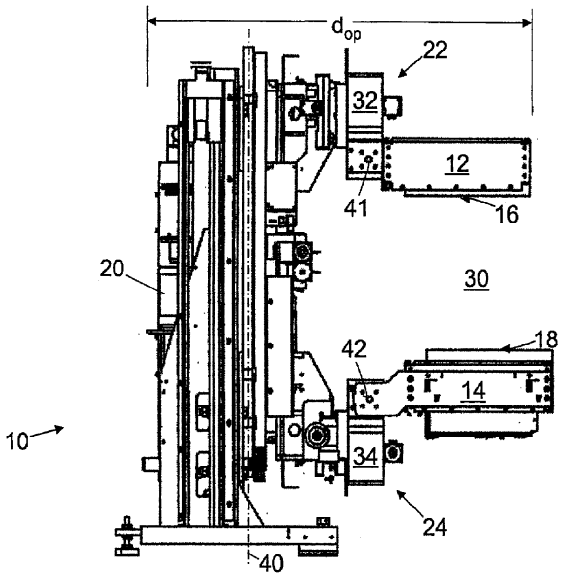
(57) Abstract:

FIELD: physics.

SUBSTANCE: imaging system (10, 190) includes a plurality of detector heads (12, 14, 80, 100, 202) and a frame (20) on which the plurality of detector heads are mounted. The frame is configurable in (i) an operational configuration in which the detector heads are arranged to be manipulated by the frame to acquire imaging data, and (ii) a shipping configuration in which the detector heads remain mounted on the frame and the imaging system is reduced in size along at least one dimension compared with the operational configuration.

EFFECT: reducing the size of the assembly of the gamma camera, reducing the probability of disrupting adjustment of the detector head, reducing the probability of damaging the gamma camera, reducing the probability of loss of loose components of the device.

18 cl, 15 dwg



ФИГ. 2

Приведенное ниже относится к медицинским системам получения изображения. В частности, оно касается гамма-камер, содержащих две, три, четыре или более радиационных детекторных головок, и описывается с конкретной ссылкой на них. В целом, приведенное ниже описание относится к различным типам медицинских систем получения изображения, использующих выдвижные механически управляемые детекторные головки и/или источники излучения.

Типичная коммерческая гамма-камера содержит механическую раму, выполненную с возможностью размещения на ней двух, трех, четырех или более радиационных детекторных головок и манипулирования ими. Каждая радиационная детекторная головка сама по себе является массивным и сложным блоком, обычно содержащим матрицу радиационных детекторов, массивный коллиматор, выполненный из свинца или другого тяжелого металлического материала, и свинцовую или другую оболочку для экранирования излучения. При обычной последовательности выполнения операций по изготовлению и доставке изделия компоненты изготавливаются и собираются на заводе для юстировки и испытаний. Во время таких заводских испытаний на регулируемых компонентах механической юстировки рамы и/или на детекторных головках делаются юстировочные отметки. После окончания испытаний массивный сборочный узел демонтируется, так чтобы детекторные головки транспортировались отдельно от робототехнической рамы. В больнице или другом месте назначения привезенные компоненты собираются и снова монтируются. Юстировочные отметки, сделанные на заводе, полезны при повторной сборке гамма-камеры; однако, чтобы убедиться в правильности юстировки, в месте назначения проводятся повторные испытания.

Современные больницы и другие медицинские сооружения в Соединенных Штатах обычно имеют дверные проемы шириной 40 дюймов (100 см), в то время как в Европе иногда используются дверные проемы шириной 36 дюймов (90 см). Гамма-камера в собранном виде слишком велика, чтобы проходить через такие двери. Соответственно, требуется обычный процесс демонтажа, перевозки и повторной сборки в месте назначения, чтобы доставить компоненты гамма-камеры в обычное медицинское помещение в месте назначения для получения изображений в больнице или другом месте назначения.

Однако этот подход с разборкой и раздельной перевозкой рамы и индивидуальных радиационных детекторных головок обладает недостатками. Процессы ручной разборки и обратной сборки создают возможности человеческой ошибки, которая может задержать установку или повредить компоненты гамма-камеры. Технические специалисты в месте доставки должны быть достаточно квалифицированы, чтобы провести повторную сборку и испытания на месте, включая такие сложные действия, как повторное подключение многочисленных электрических кабельных соединений и обеспечение механического крепления каждой детекторной головки с ее стыковкой с робототехническими устройствами для манипуляции. Эти механические соединения являются сложными, выполняемыми с возможностью обеспечения нескольких степеней механической свободы для манипулирования каждой детекторной головкой. Например, некоторые коммерческие гамма-камеры являются шестиосными системами с двумя радиационными детекторами и двумя стыкующимися робототехническими рычагами. Недавно разработанные коммерческие гамма-камеры содержат большее количество радиационных детекторных головок, и с этим связано увеличение сложности разборки и повторной сборки. Кроме того, относительные положения детекторных головок должны быть установлены в месте назначения так, чтобы,

например, когда оператор устанавливает детекторные головки напротив друг друга в положения, азимутально разделенные на 180 градусов, детекторные головки располагались точно напротив друг друга. Хотя юстировочные отметки, сделанные на заводе, облегчают этот процесс, разборка и повторная сборка могут приводить к неправильной юстировке, которая может быть исправлена только повторными испытаниями и повторной юстировкой системы, повторно собранной в месте назначения.

Транспортировка в разобранном состоянии также увеличивает транспортные затраты. Каждый компонент, включая робототехническую раму и каждую отдельную детекторную головку, должен быть отдельно упакован и отправлен, что увеличивает транспортные материальные затраты. Дополнительно разобранные мелкие компоненты, такие как болты и т.д., также должны быть упакованы и отправлены, что дополнительно увеличивает транспортные затраты. Такие мелкие компоненты способны легко теряться во время разборки, при перевозке или в месте доставки, что может создавать задержки и дополнительные расходы на установку гамма-камеры.

Описанное ниже обеспечивает новые и улучшенные устройства и способы, позволяющие преодолеть вышеупомянутые проблемы и прочее.

В соответствии с одним аспектом раскрывается система получения изображений, содержащая множество детекторных головок и раму, на которой устанавливается множество детекторных головок. Конфигурация рамы выполнена перестраиваемой в (i) рабочую конфигурацию, в которой детекторные головки выполнены с возможностью манипулирования с помощью рамы для сбора данных изображения, и (ii) транспортную конфигурацию, в которой детекторные головки остаются установленными на раме и система получения изображения уменьшается в размерах в, по меньшей мере, одном измерении по сравнению с рабочей конфигурацией.

В соответствии с другим аспектом раскрывается транспортная упаковка, содержащая систему получения изображения, как изложено в предыдущем абзаце, имеющую транспортную конфигурацию, в которой детекторные головки остаются установленными на раме, и упаковочный материал, содержащий или покрывающий, по меньшей мере, часть системы получения изображения.

В соответствии с другим аспектом раскрывается система получения изображения, содержащая множество детекторных головок, раму и манипуляторы, механически и электрически соединяющие детекторные головки с рамой. Манипуляторы содержат множество рабочих степеней механической свободы, используемых для приведения в действие системы получения изображения при сборе данных для получения изображения и, по меньшей мере, одну дополнительную степень механической свободы, используемую для выборочного расположения системы получения изображения в транспортную конфигурацию, в которой множество детекторных головок механически соединены с рамой и система получения изображения имеет уменьшенный размер в, по меньшей мере, одном измерении по сравнению с размером системы получения изображения во время сбора данных отображения.

В соответствии с другим аспектом раскрывается способ доставки для доставки системы получения изображения, содержащей, по меньшей мере, раму и множество детекторных головок. В первом местоположении множество детекторных головок устанавливают на раме через манипуляторы, выполненные с возможностью обеспечения множества рабочих степеней механической свободы для манипулирования детекторными головками во время сбора данных отображения. В первом местоположении детекторные головки электрически соединяют с рамой. В

первом местоположении детекторные головки помещают в транспортную конфигурацию, в которой множество детекторных головок остаются установленными, а размер системы получения изображения уменьшается по сравнению с размером системы получения изображения во время сбора данных отображения. Систему получения изображения транспортируют в транспортной конфигурации из первого местоположения во второе местоположение, отличное от первого местоположения.

В соответствии с другим аспектом раскрывается транспортная упаковка, содержащая систему получения изображения и упаковочный материал. Система получения изображения содержит множество детекторных головок, механически соединенных с рамой, выполненной в конфигурации уменьшенного размера, которая, по меньшей мере, в одном измерении меньше по размеру, чем рабочая конфигурация упомянутой системы получения изображения. Упаковочный материал содержится, по меньшей мере, в части системы получения изображения или покрывает, по меньшей мере, часть системы получения изображения.

В соответствии с другим аспектом раскрывается система получения изображения, содержащая раму, по меньшей мере, один компонент получения изображения, установленный консольно в направлении от рамы; и средство, позволяющее, по меньшей мере, одному компоненту получения изображения наклоняться к раме в транспортную конфигурацию с уменьшенной шириной.

В соответствии с другим аспектом раскрывается система получения изображения, содержащая раму, компонент получения изображения и рычаг, имеющий первый и второй концы. Первый конец имеет шарнирное соединение с рамой. Второй конец соединяется с компонентом получения изображения. Он имеет рабочее положение, повернутое вокруг шарнирного соединения так, чтобы для получения изображения компонент получения изображения располагался относительно далеко от рамы, и имеет транспортное положение, повернутое вокруг шарнирного соединения так, чтобы для транспортировки компонент получения изображения размещался относительно близко к раме.

Одно из преимуществ состоит в уменьшенных размерах сборочного узла гамма-камеры, транспортируемой в больницу или другое место назначения.

Другое преимущество состоит в уменьшении вероятности нарушения юстировки детекторной головки во время транспортировки и установки гамма-камеры.

Другим преимуществом является пониженная вероятность повреждения перевезенной гамма-камеры во время сборки в больнице или другом месте назначения.

Еще одним преимуществом является уменьшение вероятности потери незатянутых компонент при транспортировке и установке гамма-камеры.

Другим преимуществом являются пониженные транспортные расходы на перевозку гамма-камеры.

Другие дополнительные преимущества настоящего изобретения будет понятны специалистам в данной области техники при прочтении и понимании приведенного ниже подробного описания.

Изобретение может принимать форму различных компонент и соединений компонентов и различных этапов и соединений этапов. Чертежи предназначены только для целей иллюстрации предпочтительных вариантов осуществления и не должны рассматриваться как ограничение изобретения.

Фиг.1, 2 и 3 - виды спереди, сбоку и сверху соответственно для примера гамма-камеры в рабочей конфигурации.

Фиг.4, 5, и 6 - виды спереди, сбоку и сверху соответственно для примера гамма-камеры, показанной на Фиг.1, 2 и 3, но в транспортной конфигурации.

Фиг.7 - схематическое представление соответствующей системы изготовления, транспортировки и доставки для доставки гамма-камеры, показанной на Фиг.1-6, от места изготовления до больницы или другого места назначения.

Фиг.8 - пример размещения для изменения конфигурации детекторной головки из рабочей конфигурации в транспортную.

Фиг.9 - другой пример размещения для изменения конфигурации детекторной головки из рабочей конфигурации в транспортную.

Фиг.10, 11 и 12 - виды спереди, сбоку и сверху соответственно для примера системы получения изображения в рабочей конфигурации.

Фиг.13, 14 и 15 - виды спереди, сбоку и сверху соответственно для примера системы получения изображения, показанной на Фиг.9-11, но в транспортной конфигурации.

На Фиг.1, 2 и 3 показаны виды спереди, сбоку и сверху соответственно примера системы получения изображения, а именно для примера гамма-камеры 10, имеющей две детекторные головки 12, 14, каждая из которых содержит соответствующую чувствительную к излучению лицевую поверхность 16, 18. Гамма-камера 10 с двумя головками является иллюстративным примером, и следует понимать, что устройства и способы, раскрытые здесь для облегчения транспортировки и повторной сборки системы получения изображения в месте назначения, применимы к гамма-камерам, системам CT/SPECT, системам PET/SPECT и другим системам получения изображения, которые содержат детекторные головки, установленные на механические рамы. Кроме того, устройства и способы, раскрытые здесь для облегчения транспортировки и повторной сборки системы получения изображения в месте назначения, применимы к гамма-камерам или другим системам получения изображения, имеющим две детекторные головки, три детекторные головки, четыре детекторные головки или большее количество детекторных головок.

Детекторные головки 12, 14 устанавливаются на раме 20, которая содержит манипуляторы 22, 24 для механического манипулирования соответствующими детекторными головками 12, 14. В показанном варианте осуществления рама 20 определяет канал, через который пациент может перемещаться в лежачем положении. В рабочей конфигурации, показанной на Фиг.1-3, манипуляторы 22, 24 располагают детекторные головки таким образом, что их соответствующие чувствительные к излучению лицевые поверхности 16, 18 обращены к объекту, который должен отображаться. В рабочей конфигурации, показанной на Фиг.1-3, чувствительные к излучению лицевые поверхности 16, 18 обращены к центральной области 30 обследования. Такое положение пригодно, например, для получения томографического изображения пациента, лежащего на кушетке, кровати или настиле (не показан) в области 30 исследования между чувствительными к излучению лицевыми поверхностями 16, 18. В других рабочих конфигурациях могут использоваться другие ориентации детекторных головок 12, 14. Например, на Фиг.1 показано пунктиром другое возможное положение 14а детекторной головки 14, которое пригодно для сбора данных плоского изображения от стоящего или сидящего пациента. Показанные на чертеже манипуляторы 22, 24 содержат соответствующие корпуса вращающихся детекторов или сборочные узлы 32, 34. Например, корпус вращающегося детектора или сборочный узел 34 позволяет поворачивать детекторную головку 14 в положение 14а, показанное пунктиром на Фиг.1. Дополнительные рабочие степени свободы, обеспечиваемые механической рамой 20,

включая примеры манипуляторов 22, 24 и другие механизмы, позволяют вращение детекторных головок 12, 14 вокруг канала вдоль траектории 36 кругового гентри (лучше всего видно и помечено на виде спереди, показанном на Фиг.1).

Как правило, рабочие степени свободы не содержат механизм наклона или другую степень свободы, позволяющую наклонять детекторную головку в положение, более близкое к параллельному с основной плоскостью 40 (показано на чертеже и помечено на виде сбоку на Фиг.2) рамы 20. Скорее чувствительные к излучению лицевые поверхности 16, 18 детекторных головок 12, 14 располагаются обычно поперек основной плоскости 40, когда гамма-камера 10 находится в рабочей конфигурации, как показано на Фиг.1-3. В результате детекторные головки 12, 14 выступают относительно далеко наружу из основного корпуса рамы 20. Хотя такое расположение хорошо для получения изображения, оно плохо для транспортировки, поскольку приводит к относительно большому размеру d_{op} гамма-камеры 10 в направлении, в котором выступают детекторные головки 12, 14. Размер d_{op} больше, чем обычная 36-дюймовая (90 см) ширина типичного европейского больничного дверного проема, и больше, чем обычная 40-дюймовая (100 см) ширина типичного дверного проема американской больницы.

Со ссылкой теперь на Фиг.4-6, рама 20 гамма-камеры 10 содержит, по меньшей мере, одну дополнительную степень свободы, которая не используется при получении изображения, но которая используется для изменения конфигурации гамма-камеры 10 на более компактную транспортную конфигурацию, в которой размер гамма-камеры 10 уменьшается до меньшего значения d_{ship}, как показано на Фиг.5 и 6. Это осуществляется путем обеспечения наклонного или шарнирного узлов 41, 42 (показанных в развернутой или рабочей конфигурации на Фиг.2 и в сложенной или транспортной конфигурации на Фиг.4 и 6), которые позволяют детекторным головкам 12, 14 поворачиваться или складываться так, что чувствительные к излучению лицевые поверхности 16, 18 располагаются параллельно и обращены к основной плоскости 40 рамы 20. В показанном варианте осуществления складывание детекторных головок 12, 14 выполняется с использованием рабочих степеней свободы вращения детекторной головки и рабочей степени свободы 36 вращения, обеспечиваемых корпусами 32, 34 вращающихся детекторов манипуляторов 22, 24, чтобы поместить детекторные головки 12, 14 вверху и внизу рамы 20 и повернуть детекторные головки 12, 14 так, чтобы они не столкнулись при складывании в направлении рамы 20. В показанном варианте осуществления дополнительная степень свободы обеспечивается соответствующими механизмами 43, 44 поступательного движения (помеченными в развернутой или рабочей конфигурации на Фиг.1 и в свернутой или транспортной конфигурации на Фиг.4), которые не используются при получении изображения, чтобы приблизительно центровать детекторные головки 12, 14 в сложенном положении сверху и снизу рамы 20.

Продолжая ссылаться на Фиг.4-6 и с дополнительной ссылкой на Фиг.7, гамма-камера 10 на этапе 50 первоначально собирается на заводе или в другом месте 52 изготовления и проверяется на этапе 54 в месте 52 изготовления, как показано, или на другом испытательном производственном средстве. Сборочный узел на этапе 50 содержит детекторные головки 10, 12, механически закрепленные на манипуляторах 22, 24 рамы 20, и детекторные головки 12, 14, электрически соединенные с манипуляторами рамы 20. После испытаний на этапе 54 гамма-камера 10 не разбирается, а скорее гамма-камера 10 на этапе 56 складывается, используя раму 20, содержащую манипуляторы 22, 24. Складывание, как вариант,

полностью автоматизировано и выполняется полностью робототехническими средствами управления или, как вариант, содержит некоторые ручные операции, такие как удаление стопорных болтов или тому подобное, складывание вручную разблокированных детекторных головок вдоль шарнирных соединений 41, 42 и так далее. Детекторные головки 12, 14 в сложенном виде должным образом удерживаются в сложенном положении за счет трения или замками, удерживающими лентами, стопорными болтами или другими крепежными средствами и так далее. В некоторых вариантах осуществления в сложенной конфигурации, показанной на Фиг.4-6, детекторные головки 12, 14 остаются электрически подключенными. В других вариантах осуществления детекторные головки 12, 14 частично или полностью электрически отключаются.

Как они используются здесь, детекторные головки 12, 14 считаются остающимися электрически подключенными, если они остаются по существу электрически подключенными, даже если малая часть электрических подключений отключается, когда гамма-камера 10 помещается в сложенную конфигурацию. Например, предполагается оставлять детекторные головки 12, 14 электрически подключенными, но отключать одно или несколько подключений, так чтобы устанавливать защитную электрическую нагрузку на некоторые чувствительные к напряжению выводы детекторных головок 12, 14, или отключать основной кабель питания для транспортировки и так далее. Если несколько подключений в сложенной или транспортной конфигурации отключаются, несколько отключенных соединителей, как вариант, крепятся с помощью шпонки корпуса соединителя, шпоночной прорези или подобным образом, чтобы гарантировать, что эти несколько электрических соединений могут быть восстановлены безошибочным способом в месте назначения.

Продолжая ссылаться на Фиг.4-7, как только гамма-камера 10 переводится в сложенную конфигурацию, на этапе 58 она должным образом упаковывается, например, существенным образом обкладывая гамма-камеру 10 в сложенной конфигурации упаковочным материалом 60, как схематически показано пунктиром на Фиг.4-6. Гамма-камера в сложенной и упакованной конфигурации затем на этапе 64 отправляется с завода или места 52 изготовления в больницу, лабораторию или другое место 66 назначения. В месте 66 назначения гамма-камера 10 помещается в назначенное для нее помещение на этапе 70 операции доставки, которая может содержать транспортировку гамма-камеры 10 в сложенной и упакованной конфигурации через дверные проемы шириной 40 дюймов (100 см) (обычная ширина в Соединенных Штатах) или через дверные проемы шириной 36 дюймов (90 см) (обычная ширина в Европе). Сложенная конфигурация гамма-камеры 10 такова, что размер d_{ship} достаточно мал, чтобы проходить через такие дверные проемы. Для гамма-камеры, предназначенной для транспортировки в Соединенных Штатах, предполагается иметь ширину, например, 38 дюймов (96 см), которая достаточна, чтобы проходить через типичные проемы американских больниц. Дополнительно предполагается размер d_{ship} больше 40 дюймов, если место 66 назначения имеет соответственно большие двери.

После доставки в предназначенное для нее помещение, которое обычно является комнатой, в которой гамма-камера 10 должна работать, на этапе 72 операции распаковки упаковочный материал 60 удаляется. В некоторых вариантах осуществления операция 70 доставки и операция 72 распаковки могут меняться местами, то есть упаковка может быть удалена полностью или частично в больничном разгрузочном отсеке или в другой наружной зоне в месте 66 назначения

до транспортировки гамма-камеры 10 в сложенной конфигурации в предназначенное для нее помещение. Это может быть сделано, например, чтобы минимизировать размер d_{ship}, если двери, проходы внутри здания или другие стандартные конструкции здания на пути к назначенному помещению могут создавать затруднения прохода из-за добавленного размера упаковочного материала 60. В других ситуациях может быть желательно оставить упаковочный материал на месте, пока система не попадет в предназначенное для нее помещение, чтобы защитить систему при транспортировке через конструкции здания. Как только гамма-камера 10 находится в предназначенном для нее помещении и упаковочный материал 60 удален, гамма-камера на этапе 74 раскладывается, чтобы перевести ее из транспортной конфигурации в рабочую конфигурацию. Как вариант, гамма-камера 10 в рабочей конфигурации на месте 66 назначения снова испытывается на этапе 76 перед ее клиническим, исследовательским или другими применениями. В некоторых вариантах осуществления испытания, юстировка или калибровка в месте назначения могут быть пропущены, полагаясь вместо этого на точность испытаний, юстировки или калибровки на заводе или в другом месте 52 изготовления вместе с использованием складывания для сохранения проверенной, юстированной или калиброванной конфигурации во время транспортировки.

Со ссылкой на Фиг.8 описывается пример одного иллюстративного механизма складывания детекторной головки. Детекторная головка 80, имеющая чувствительную к излучению лицевую поверхность 81, крепится через рычаг 82 к корпусу вращения детектора или сборочному узлу 84. Автоматизированный привод 86 наклона обеспечивает рабочую, робототехнически управляемую степень свободы наклона в рабочем диапазоне угла наклона $\Delta\phi_{op}$. В этом варианте осуществления рабочая степень свободы наклона не оптимальна для складывания, по меньшей мере, потому что рычаг 82 остается торчащим из гентри. Дополнительно в некоторых вариантах осуществления рабочая степень свободы наклона может обеспечивать возможность наклона меньше 90 градусов. Соответственно, дополнительная степень свободы для складывания детекторной головки 80 обеспечивается следующим образом. В рабочей конфигурации рычаг 82 запирается в положении, соответствующем корпусу 84 вращения детектора, четырьмя крепежными элементами 90 и двумя точно регулируемыми эксцентриками 92. Чтобы установить гамма-камеру в сложенную или транспортную конфигурацию, крепежные элементы 90 и эксцентрики 92 удаляются и детекторная головка 80 вручную шарнирно поворачивается или вращается вокруг болта 94 с буртиком от рабочего положения 0 градусов, показанного на Фиг.8, в сложенное положение, в котором рычаг 82 обычно располагается вдоль ориентации под углом 90 градусов, показанной на Фиг.2, с чувствительной к излучению лицевой поверхностью 81, обращенной к гентри. В некоторых вариантах осуществления рычаг 82 может шарнирно поворачиваться меньше чем на 90 градусов. В некоторых вариантах осуществления рычаг 82 может шарнирно поворачиваться больше чем на 90 градусов, как разрешается рамой 20, и может частично заходить в отверстие рамы 20, чтобы дополнительно уменьшить ширину. Один или более крепежных элементов 90 или эксцентриков 92, как вариант, повторно устанавливается, чтобы заблокировать детекторную головку 80 в сложенном положении на время транспортировки и снизить вероятность того, что крепежные элементы 90 или эксцентрики 92 во время транспортировки могут быть потеряны.

Со ссылкой на Фиг.9 описывается пример другого иллюстративного механизма складывания детекторной головки. Детекторная головка 100 с чувствительной к

излучению лицевой поверхностью 101 жестко крепится к рычагу 102 с помощью крепежных элементов 103, и рычаг 102, в свою очередь, крепится к корпусу вращения детектора или сборочному узлу 104 с помощью наклонного или шарнирного соединения 105. Автоматизированный привод 106 наклона обеспечивает рабочую степень свободы для наклона с робототехническим приводом относительно наклонного или шарнирного соединения 105, но только в рабочем диапазоне угла наклона $\Delta\phi_{op}$, который существенно меньше полных ±90 градусов. Чтобы сложить детекторную головку 100 относительно гентри, один или оба болта или других крепежных элементов 110, 112 удаляются, чтобы снять привод 106 наклона полностью или частично. При снятом приводе 106 наклона детекторная головка 100 и жестко присоединенный рычаг 102 свободны для шарнирного поворота вокруг наклонного или шарнирного соединения 105 вниз до положения, указывающего 90 градусов для транспортировки. Другими словами, удаляя крепежные элементы 110, 112 и роботехнический привод 106 наклона, шарнирное соединение 105 преобразуется из рабочей степени свободы, охватывающей ограниченный угловой интервал $\Delta\phi_{op}$, в дополнительную степень свободы, позволяющую детекторной головке 100 и связанному с ней рычагу 102 поворачиваться или складываться в транспортную конфигурацию.

Механизмы складывания, показанные на Фиг.8 и 9, пригодны для их установки в раму 20, и приводы 22, 24 гамма-камеры 10, показанные на Фиг.1-6, пригодны, чтобы складывать соответствующие детекторные головки 12, 14, в целом, в направлении рамы 20 для уменьшения выступания детекторных головок 12, 14 из рамы. При такой замене детекторная головка 80 или детекторная головка 100 и сопутствующие механические компоненты, показанные на соответствующих Фиг.8 или 9, заменяют одну или обе детекторные головки 10, 12 и выбранные компоненты приводов 22, 24. Кроме того, основываясь на этих иллюстративных примерах, специалист в данной области техники может легко спроектировать другие механические конструкции, пригодные для складывания детекторных головок других гамма-камер, в целом, в направлении рамы, уменьшая выступание детекторных головок.

Со ссылкой на Фиг.10-15 описан другой вариант осуществления. Система 200 получения изображения подобна гамма-камере 10, но дополнительно содержит рентгеновскую систему, содержащую источник излучения, такой как рентгеновская трубка 200, и детектор, такой как матрица 202 рентгеновского детектора, установленный на гентри 20 через соответствующие рычаги 204, 206 вместе с детекторными головками 12, 14, которые используются для гамма-томографии SPECT, томографии на основе позитронной эмиссии PET и тому подобного. Рентгеновская трубка 200 испускает рентгеновские лучи, которые проходят через область 30 исследования и поглощаются объектом, расположенным в ней. Ослабленные рентгеновские лучи обнаруживаются матрицей 202 рентгеновского детектора. Соответственно, матрица 202 рентгеновского детектора является детекторной головкой; однако, поскольку коллимация обеспечивается траекторией "рентгеновская трубка 200-элемент детектора", матрица 202 рентгеновского детектора обычно не содержит коллиматор, хотя может содержать антирассеивающую сетку или другие конструкции, ограничивающие угол приема. Кроме того, матрица 202 рентгеновского детектора отличается от детекторных головок 12, 14 в других отношениях, поскольку она спроектирована принимать существенно более высокий поток рентгеновских лучей по сравнению с излучением малого уровня, обычно обнаруживаемым детекторными головками 12, 14. Как правило, детекторные головки 12, 14 работают в

режиме подсчета фотонов или частиц, в котором каждая гамма-, альфа- или бета-частица или другая корпускулярная частица создает дискретный соответствующий импульс электрического тока или другой сигнал, когда она взаимодействует с чувствительной к излучению лицевой поверхностью 16, 18 детекторной головки 12, 14. Матрица 202 рентгеновского детектора может работать либо в режиме подсчета, либо в непрерывном режиме, причем последний создает электрический ток или другой сигнал, чья интенсивность или величина показывает уровень, по существу, непрерывного потока рентгеновских лучей, падающих на детекторный элемент.

Рентгеновская система 200, 202 может использоваться в статическом режиме, в котором азимутальное положение рентгеновской трубки 200 и матрицы 202 рентгеновского детектора поддерживается неизменным, чтобы получать плоское рентгеновское изображение типа плоского рентгеновского снимка грудной клетки. Дополнительно или альтернативно рентгеновская система 200, 202 может использоваться в томографическом режиме, в котором азимутальное положение рентгеновской трубки 200 и матрицы 202 рентгеновского детектора получают синхронное приращение, чтобы собирать данные для томографической проекции в диапазоне азимутальных углов, которые могут быть реконструированы в срез или представление трехмерного изображения. В некоторых вариантах осуществления рентгеновская система 200, 202 используется для получения информации об объекте, из которой выводится карта поглощений, используемая для коррекции или регулирования данных для получения изображений SPECT или PET или реконструированных изображений, полученных детекторными головками 12, 14. В некоторых вариантах осуществления рентгеновская система 200, 202 используется как дополнительный, дополняющий способ получения изображения совместно с получением изображения SPECT и/или PET, обеспечиваемого детекторными головками 12, 14.

На Фиг.10, 11 и 12 показаны виды спереди, сбоку и сверху соответственно для системы 190 получения изображения в ее рабочей конфигурации. Компоненты гамма-камеры, такие как детекторные головки 12, 14, манипуляторы 22, 24 для манипулирования соответствующими детекторными головками 12, 14 и т.д., идентичны компонентам гамма-камеры 10 и соответственно помечены теми же ссылочными номерами, которые используются на Фиг.1-3. Система 190 получения изображения дополнительно содержит рентгеновскую трубку 200, установленную на рычаге 204, с рычагом 204, вытягивающимся, в целом, в направлении от рамы 20. Точно так же матрица 202 рентгеновского детектора установлена на рычаге 206 и рычаг 206 вытягивается, в целом, в направлении от рамы 20. В рабочей конфигурации рентгеновская трубка 200 и матрица 202 рентгеновского детектора располагаются взаимно направленными друг на друга на противоположных сторонах зоны 30 исследования. Рентгеновские лучи, излучаемые рентгеновской трубкой 200, проходят через область 30 исследования, где они поглощаются на основе (в целом, меняющихся в пространстве) характеристик рентгеновского поглощения объектом, и матрица 202 рентгеновского детектора на противоположной стороне принимает и измеряет интенсивность, в целом, поглощенных-ослабленных рентгеновских лучей, которые проходят через область 30 исследования.

В представленной системе 190 получения изображения размер d_{op} системы 190 получения изображения в направлении, в котором выступают детекторные головки 12, 14, ограничивается выдвижением детекторных головок 12, 14, с компонентами 200, 202 рентгеновской системы, выступающими или выдвигающимися

на более короткое расстояние в этом направлении. Однако в других вариантах осуществления выступание компонентов рентгеновской системы может являться ограничением. Даже в показанном на чертеже варианте осуществления, однако, выступание компонентов 200, 202 рентгеновской системы достаточно велико, чтобы препятствовать прохождению системы 190 получения изображения в рабочей конфигурации через больничные дверные проемы такие, которые обычно имеют ширину 40 дюймов в Соединенных Штатах, 36 дюймов (90 см) в Европе или и ту и другую.

На Фиг.13, 14 и 15 показаны виды спереди, сбоку и сверху соответственно системы 190 получения изображения в свернутой или транспортной конфигурации 190'. Детекторные головки 12, 14 находятся в тех же сложенных положениях, как показано на Фиг.4, 5 и 6 для гамма-камеры 10. Дополнительно рентгеновские компоненты 200, 202 сложены ближе к раме 20. В сложенной конфигурации 190' рентгеновская трубка 200 повернута обычно вверх относительно шарнирного соединения 210 и длина манипулятора 204 по желанию уменьшается за счет телескопического механизма, соединения 212 со скользящей втулкой или другого соответствующего соединения. Точно так же в сложенной конфигурации 190' матрица 202 рентгеновского детектора повернута обычно вверх относительно шарнирного соединения 220 и длина манипулятора 206 по желанию уменьшается за счет телескопического механизма, соединения 212 со скользящей втулкой или другого соответствующего соединения. Система 190 получения изображения в транспортной конфигурации 190' соответственно упаковывается, например, с помощью упаковочного материала 160, как показано схематически пунктиром на Фиг.13-15, и отправляется в соответствии со способом, схематически показанным на Фиг.7.

Хотя в показанном варианте осуществления во время транспортировки рентгеновские компоненты 200, 202 остаются механически присоединенными к раме 20, в других вариантах осуществления перед транспортированием предполагается снимать один или оба рентгеновских компонента и повторно устанавливать эти компоненты в месте назначения.

Показанные варианты осуществления являются примерами, и для перевода конфигурации системы получения изображения в транспортную конфигурацию предполагаются различные варианты, при которых детекторные головки остаются, по меньшей мере, механически прикрепленными к гентри. В показанных на чертежах вариантах осуществления рабочие степени свободы гентри недостаточны, чтобы позволить иметь в сложенной или транспортной конфигурации достаточно небольшие размеры; соответственно, обеспечиваются дополнительные степени свободы, такие как соединительный узел наклона или шарнирное соединение 41, 42, механизмы 43, 44 поступательного движения и шарнирные соединения 210, 220. В показанных вариантах осуществления дополнительные степени свободы приводятся в действие вручную; однако также предполагается установка в гентри соответствующих робототехнических приводов, чтобы эти дополнительные степени свободы работали автоматизированным или полуавтоматизированным способом. Если рабочие степени свободы достаточны, чтобы перевести систему получения изображения в достаточно компактную сложенную конфигурацию, то предполагается не вводить дополнительные степени свободы и транспортировать систему получения изображения, по меньшей мере, с механически присоединенными детекторными головками, но в компактной сложенной конфигурации, достигнутой, используя только рабочие степени свободы.

В показанных вариантах осуществления, по меньшей мере, для складывания обеспечиваются некоторые дополнительные степени свободы 41, 42, 210, 220, которые блокируются в неподвижном положении, когда рама находится в рабочей конфигурации. В некоторых вариантах осуществления заблокированное неподвижное положение может использоваться в качестве механизма юстировки или калибровки. Например, четыре крепежных элемента 90 и два эксцентрика 92 точной регулировки механизма складывания, показанные на Фиг.8, блокируют рычаг 82 в неподвижном положении, которое точно отрегулировано, используя эксцентрики 92 для юстировки или калибровки наклона детекторной головки 80 относительно шарнирного соединения 94.

В показанных вариантах осуществления перевод системы 10, 190 получения изображения в сложенную или транспортную конфигурацию содержит дополнительные степени свободы, приводимые в действие вместе или при участии некоторых рабочих степеней свободы. Например, механизмы 32, 34 вращения детекторов, которые обеспечивают рабочие степени вращения для соответствующих детекторных головок 12, 14, также используются в процессе складывания. Точно так же обе скользящие втулки 212, 222 должным образом используются для обеспечения рабочих степеней свободы для соответствующих рентгеновских компонент 200, 202 (например, для расположения этих компонент на выбранном расстоянии от рамы 20 для получения рентгеновского изображения), а также, по желанию, используются во время процесса складывания для укорочения рычагов 204, 206. Однако также предполагается использовать в процессе складывания только заранее определенные дополнительные степени свободы, а не любые рабочие степени свободы. С другой стороны, если рабочие свободы достаточно гибки, предполагается помещать систему получения изображения в сложенную или транспортную конфигурацию, используя только рабочие степени свободы, когда никакие дополнительные степени свободы не обеспечиваются.

Изобретение было описано со ссылкой на предпочтительные варианты осуществления. После прочтения и понимания предшествующего подробного описания могут возникать другие модификации и изменения. Подразумевается, что изобретение должно истолковываться как содержащее в себе все такие модификации и изменения настолько, насколько они попадают в рамки объема прилагаемой формулы изобретения или ее эквивалентов.

Формула изобретения

1. Система получения изображения, содержащая:

гамма-камеру, содержащую множество детекторных головок (12, 14, 80); и

раму (20), на которой установлено множество детекторных головок, при этом конфигурация рамы выполнена перестраиваемой в (i) рабочую конфигурацию, в которой детекторные головки выполнены с возможностью манипулирования с помощью рамы для сбора данных для получения изображения, и (ii) транспортную конфигурацию, в которой детекторные головки остаются установленными на раме, и система получения изображения уменьшается в размерах в, по меньшей мере, одном измерении по сравнению с рабочей конфигурацией,

причем рама имеет, по меньшей мере, одну механическую степень (41, 42, 94) свободы поворота, которая используется при переводе из рабочей конфигурации в транспортную конфигурацию и обратно и которая блокируется в неподвижном положении, когда рама находится в рабочей конфигурации, и, по меньшей мере, одна

механическая степень свободы поворота, которая используется для наклона детекторной головки между вытянутым положением, вытягивающимся обычно в направлении от рамы, и сложенным транспортным положением, относительно более близким к раме,

по меньшей мере, одна механическая степень свободы поворота не используется в работе с системой получения изображения.

2. Система получения изображения по п.1, в которой, по меньшей мере, одна механическая степень (41, 42, 94) свободы поворота, которая используется при переводе из рабочей конфигурации в транспортную конфигурацию и обратно, приводится в действие вручную для помещения системы получения изображения в транспортную конфигурацию.

3. Система получения изображения по п.1, в которой детекторные головки (12, 14, 80) в транспортной конфигурации остаются электрически подключенными к раме (20).

4. Система получения изображения по п.1, в которой транспортная конфигурация уменьшается до размера менее 40 дюймов в, по меньшей мере, одном измерении.

5. Система получения изображения по п.1, в которой транспортная конфигурация уменьшается до размера менее 36 дюймов в, по меньшей мере, одном измерении.

6. Система получения изображения по п.1, в которой, по меньшей мере, одна механическая степень свободы поворота содержит, по меньшей мере, одну механическую степень (94) свободы, которая становится работоспособной после удаления одного или более блокировочных крепежных элементов (90, 92) для расположения системы получения изображения в транспортной конфигурации.

7. Система получения изображения по п.1, в которой, по меньшей мере, одна механическая степень свободы поворота содержит шарнир (94), который становится работоспособным после удаления одного или более блокировочных крепежных элементов (90, 92) для наклона детекторной головки (80) в целом в направлении рамы (20), чтобы уменьшить выступание детекторной головки из рамы.

8. Система получения изображения по п.7, в которой, по меньшей мере, одна механическая степень свободы поворота дополнительно содержит механизм (43, 44) поступательного движения, выполненный с возможностью поступательного перемещения, по меньшей мере, одной детекторной головки в положение вдоль рамы.

9. Система получения изображения по п.1, в которой, по меньшей мере, одна механическая степень (41, 42, 94) свободы поворота действует совместно с одной или более рабочими механическими степенями (32, 34, 36) свободы, чтобы расположить систему получения изображения в транспортной конфигурации.

10. Система получения изображения по п.1, дополнительно содержащая:

матрицу (202) рентгеновского детектора, выполненную с возможностью использования для получения изображения компьютерной томографии (CT), по меньшей мере, одного из манипуляторов (206), соединяющих матрицу рентгеновского детектора с рамой (20);

источник (200) рентгеновского излучения, выполненный с возможностью использования при получении изображения компьютерной томографии (CT);

манипулятор (204), соединяющий источник рентгеновского излучения с рамой (20);

при этом, по меньшей мере, одно из матрицы рентгеновского детектора и источника рентгеновского излучения остается в транспортной конфигурации, по меньшей мере, механически соединенным с рамой (20).

11. Транспортная упаковка, содержащая:

систему (10) получения изображения по п.1 в транспортной конфигурации, в

которой детекторные головки (12, 14, 80) остаются установленными на раме (20); и

упаковочный материал (60), содержащий или покрывающий, по меньшей мере, часть системы получения изображения.

12. Способ доставки для доставки системы получения изображения, содержащей, по меньшей мере, раму и множество детекторных головок, при этом способ содержит этапы, на которых:

в первом местоположении (52) устанавливают множество детекторных головок (12, 14, 80, 100, 202) на раме (20) через манипуляторы (22, 24, 206), выполненные с возможностью обеспечения множества рабочих механических степеней (32, 34, 36, 86, 105, 106, 212, 222) свободы для манипулирования детекторными головками во время сбора данных для получения изображения;

в первом местоположении электрически соединяют детекторные головки с рамой;

в первом местоположении помещают детекторные головки в транспортную конфигурацию, в которой множество детекторных головок остаются установленными, и размер системы (10, 190) получения изображения уменьшается по сравнению с размером системы получения изображения во время сбора данных для получения изображения; и

транспортируют систему получения изображения в транспортной конфигурации из первого местоположения во второе местоположение (66), отличное от первого местоположения,

причем этап транспортировки включает этап, на котором:

проносят систему (10, 190) получения изображения в транспортной конфигурации через дверной проем, имеющий ширину 40 дюймов или меньше.

13. Способ доставки по п.12, дополнительно содержащий этап, на котором: испытывают систему (10, 190) получения изображения в первом местоположении (52), чтобы проверить установку и электрическое соединение.

14. Способ доставки по п.12, в котором множество детекторных головок (12, 14, 80, 100, 202) во время транспортировки остаются электрически соединенными с рамой (20).

15. Способ доставки по п.12, в котором помещение детекторных головок в транспортную конфигурацию содержит этап, на котором:

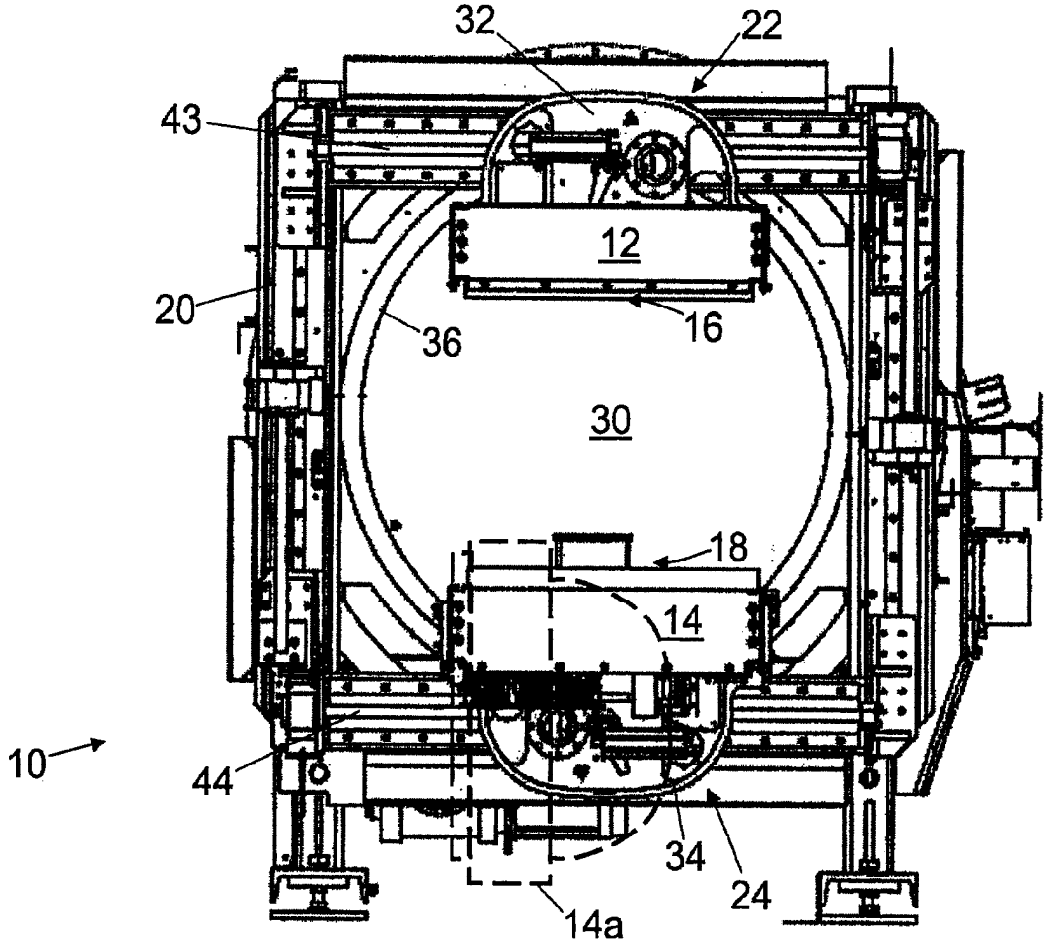
складывают, по меньшей мере, одну детекторную головку (12, 14, 80, 100, 202) в направлении рамы (20).

16. Способ доставки по п.12, в котором помещение детекторных головок в транспортную конфигурацию содержит этап, на котором: поворачивают, по меньшей мере, одну детекторную головку (12, 14, 80, 100, 202) относительно шарнирного соединения (41, 42, 94, 105, 220) в направлении рамы (20).

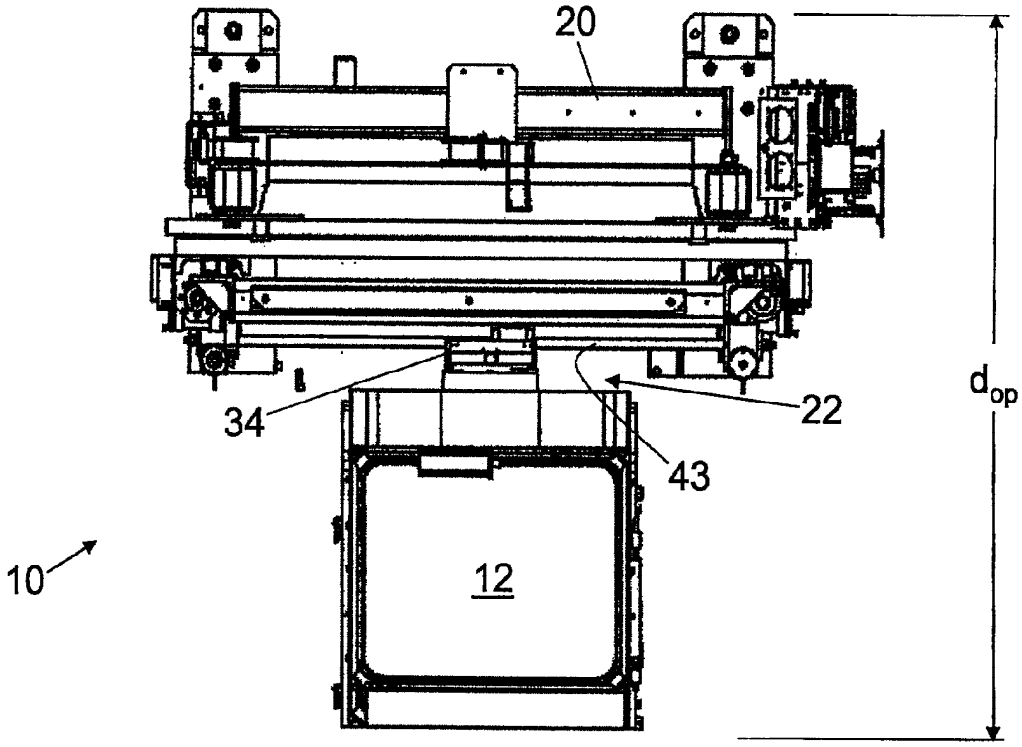
17. Способ доставки по п.12, дополнительно содержащий этапы, на которых:

в первом местоположении (52) юстируют установленные детекторные головки (12, 14, 80, 100, 202); и

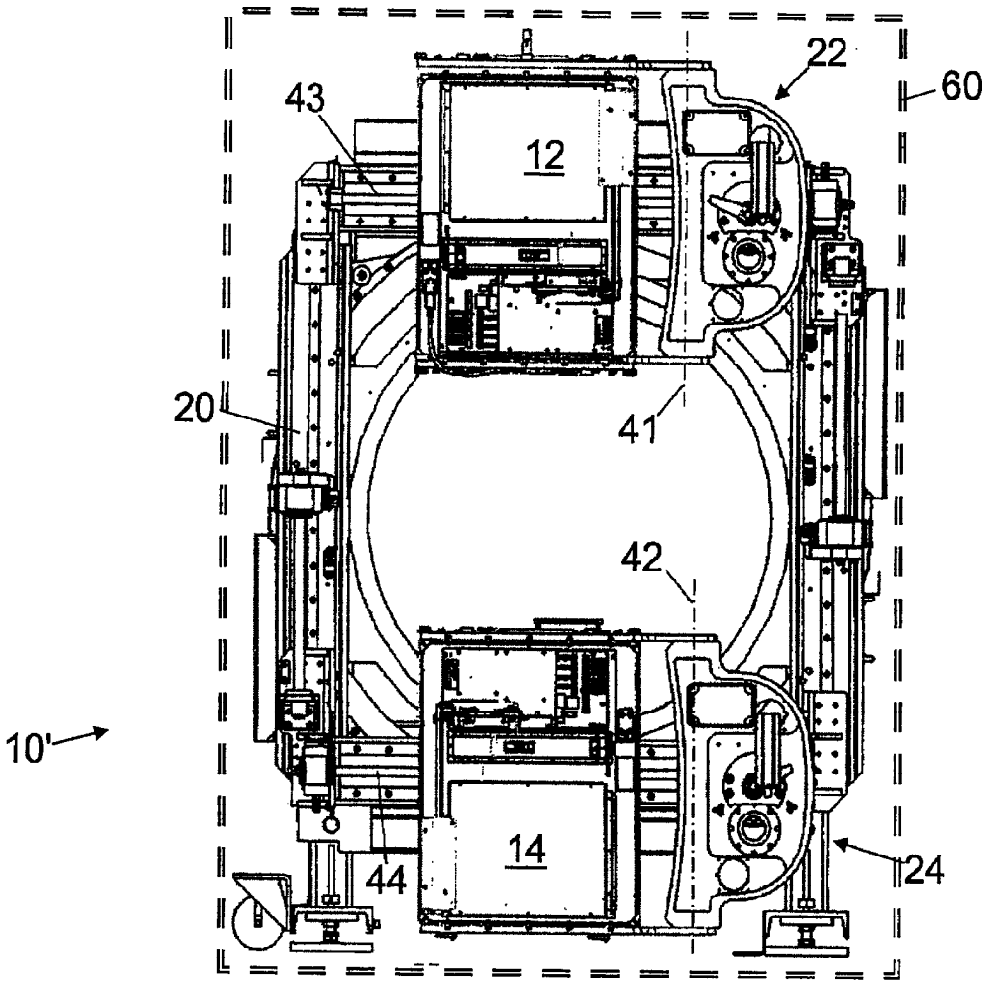
во втором местоположении (66) помещают, по меньшей мере, одну детекторную головку (12, 14, 80, 100, 202) обратно в рабочую конфигурацию для обеспечения сбора данных для получения изображения, используя детекторные головки, без повторной юстировки установленных детекторных головок (12, 14, 80, 100, 202).



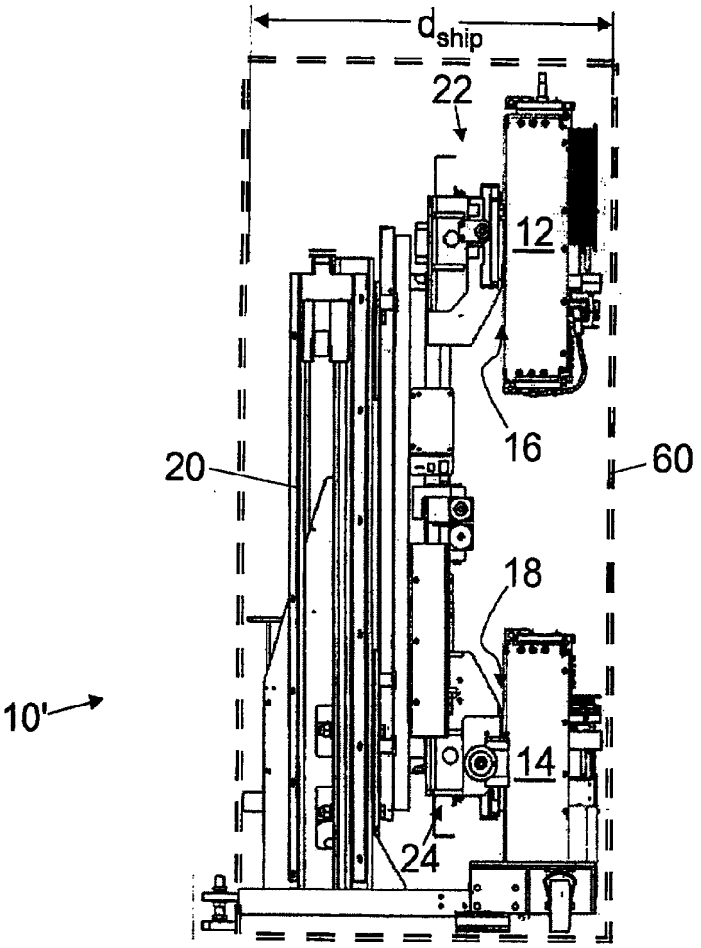
ФИГ. 1



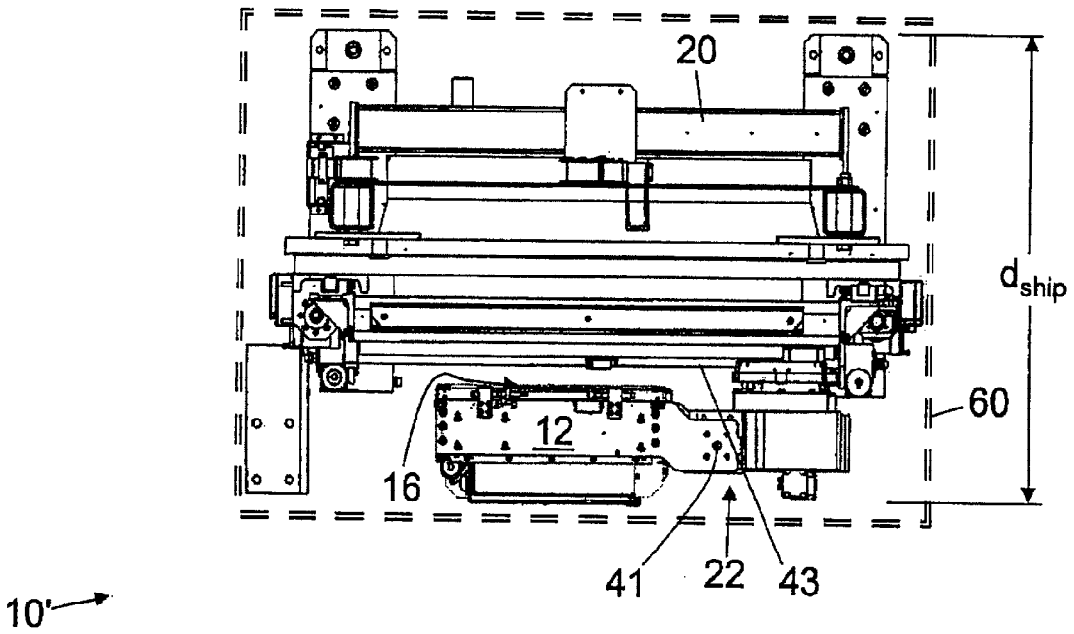
ФИГ. 3



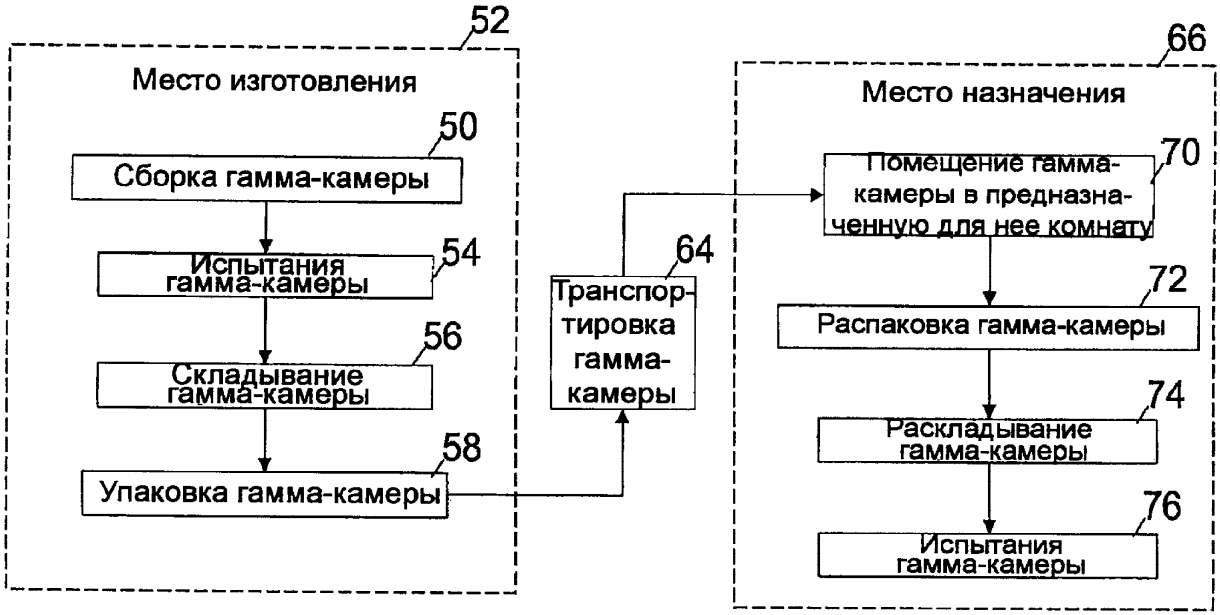
ФИГ. 4



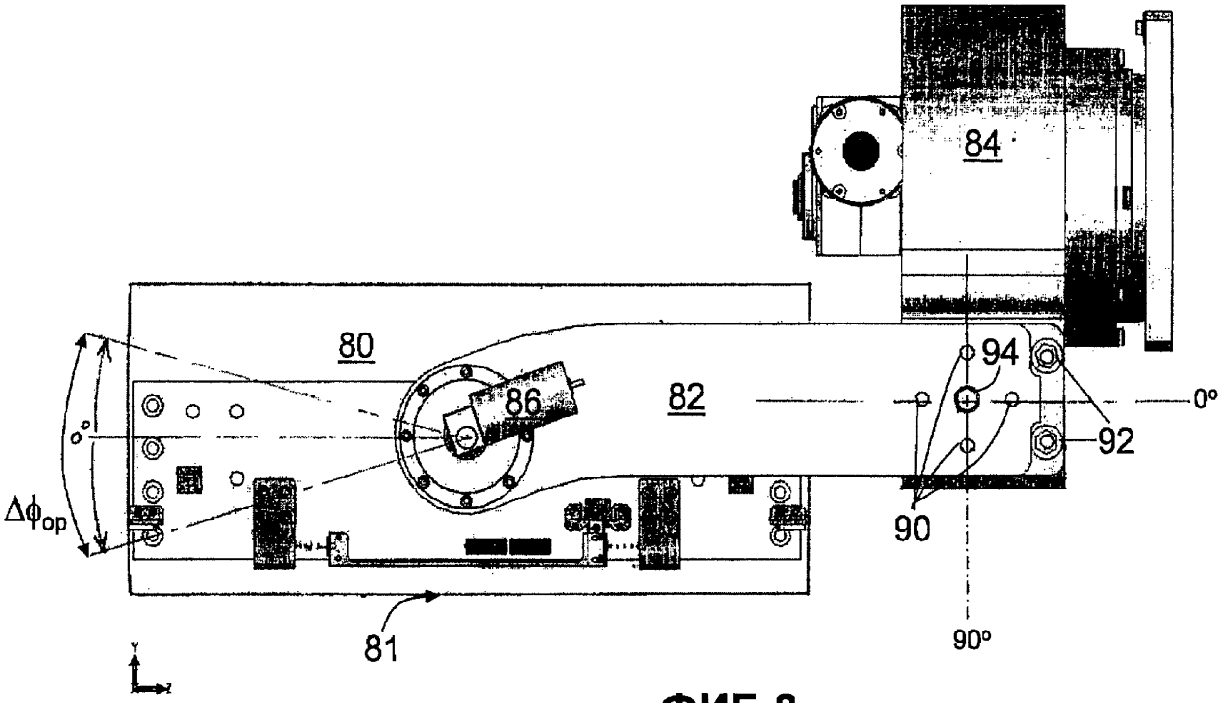
ФИГ. 5



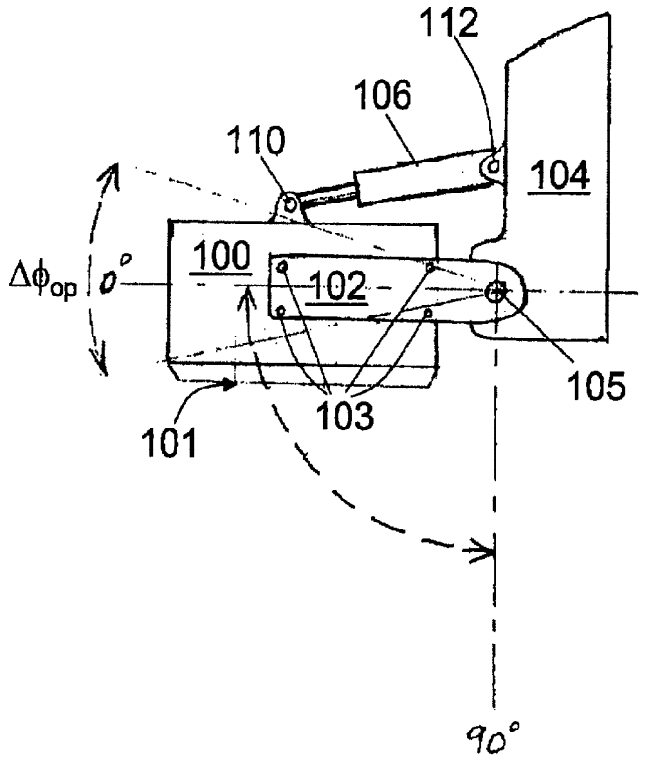
ФИГ. 6


52
Место изготовления
50
Сборка гамма-камеры
54
Испытания гамма-камеры
56
Складывание гамма-камеры
58
Упаковка гамма-камеры
64
Транспортировка гамма-камеры
66
Место назначения
70
Помещение гамма-камеры в предназначенную для нее комнату
72
Распаковка гамма-камеры
74
Раскладывание гамма-камеры
76
Испытания гамма-камеры

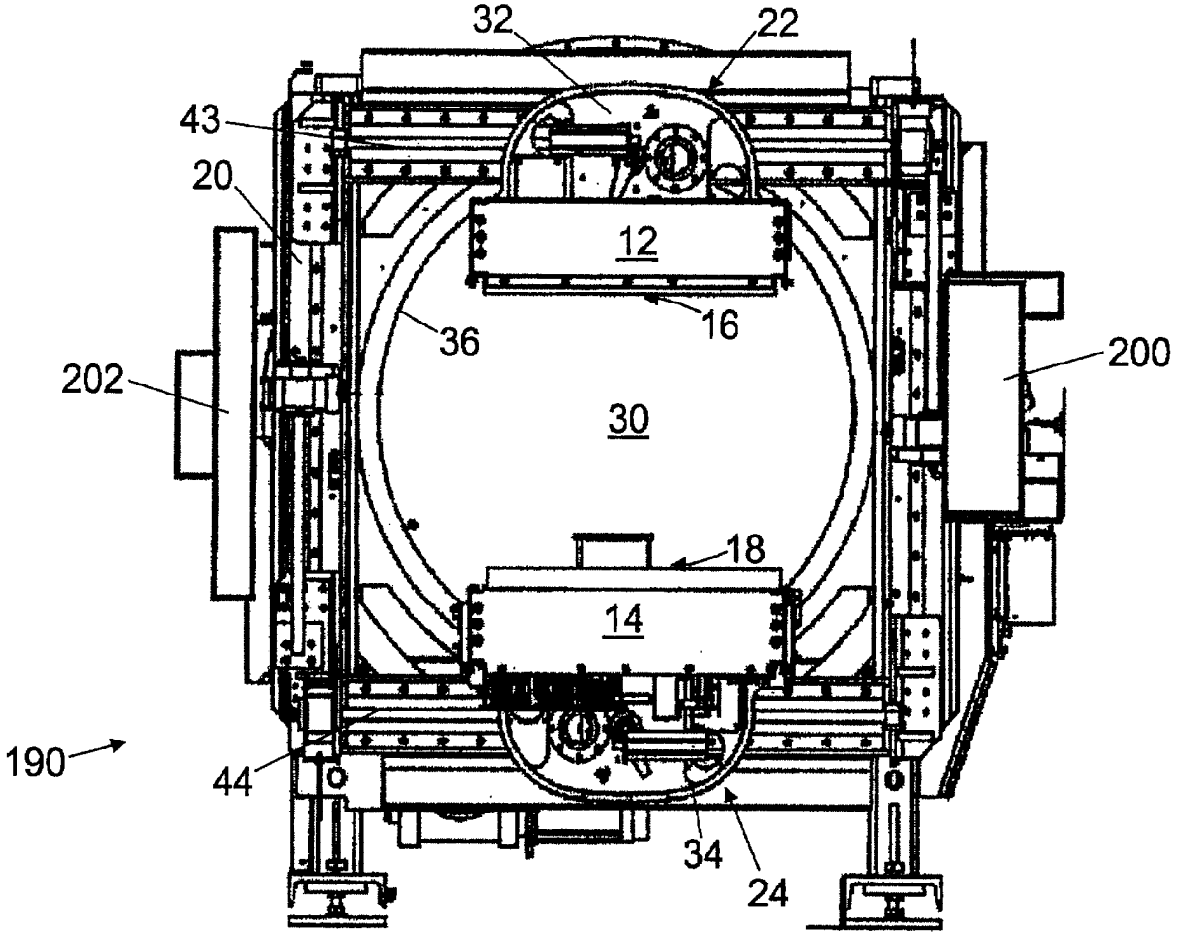
ФИГ. 7


84
80
86
82
94
0°
92
90
$\Delta\phi_{op}$
81
90°

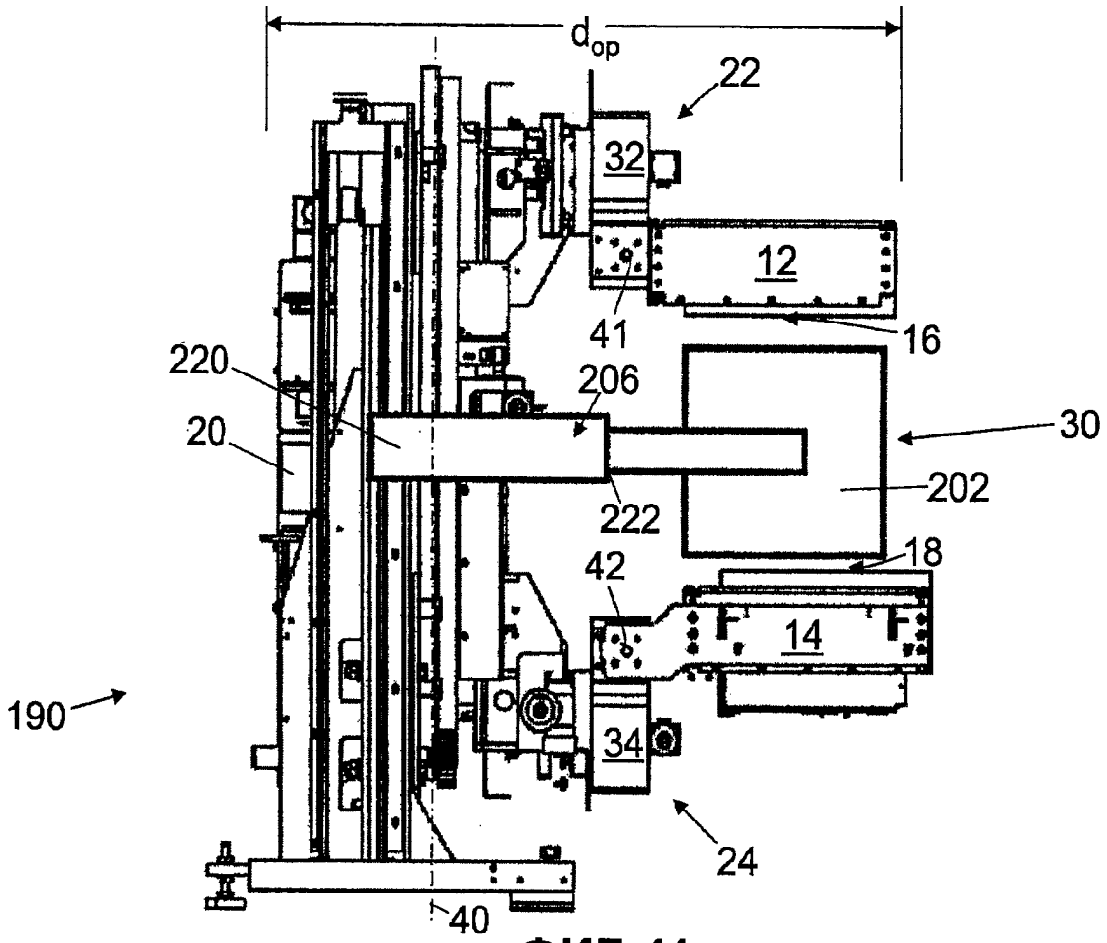
ФИГ. 8


112
106
110
104
100
102
$\Delta\phi_{op}$
0°
105
103
101
90°

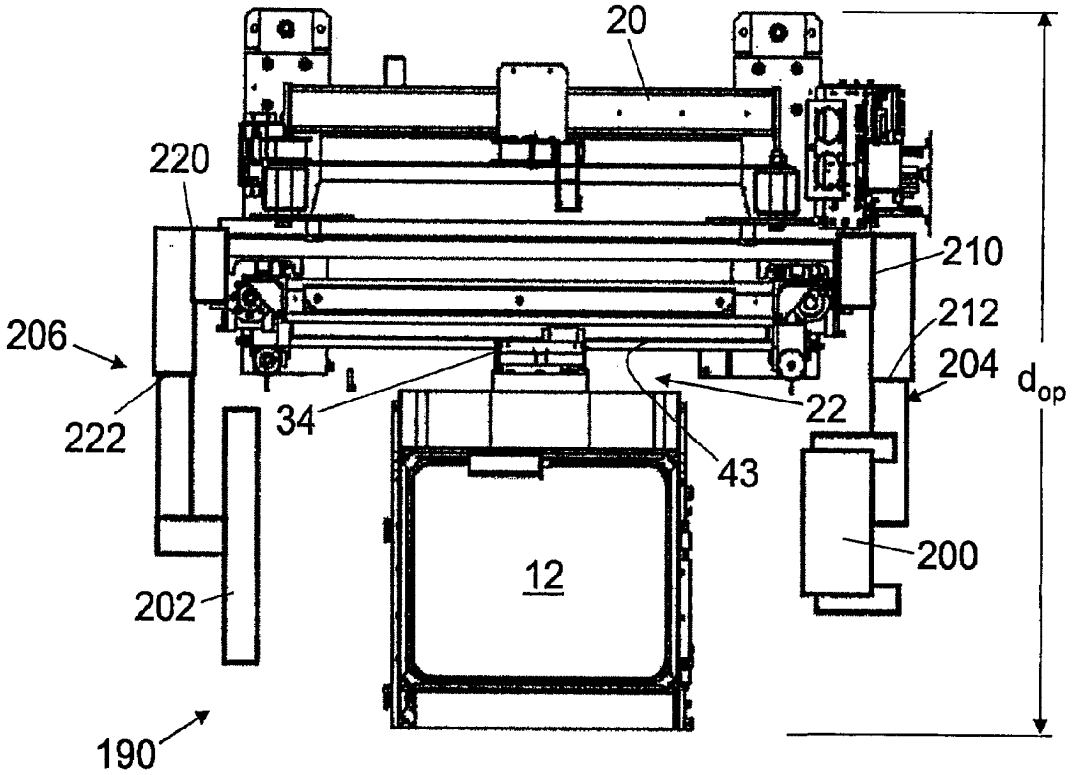
ФИГ. 9


32
22
43
20
12
16
36
200
202
30
18
14
190
44
34
24

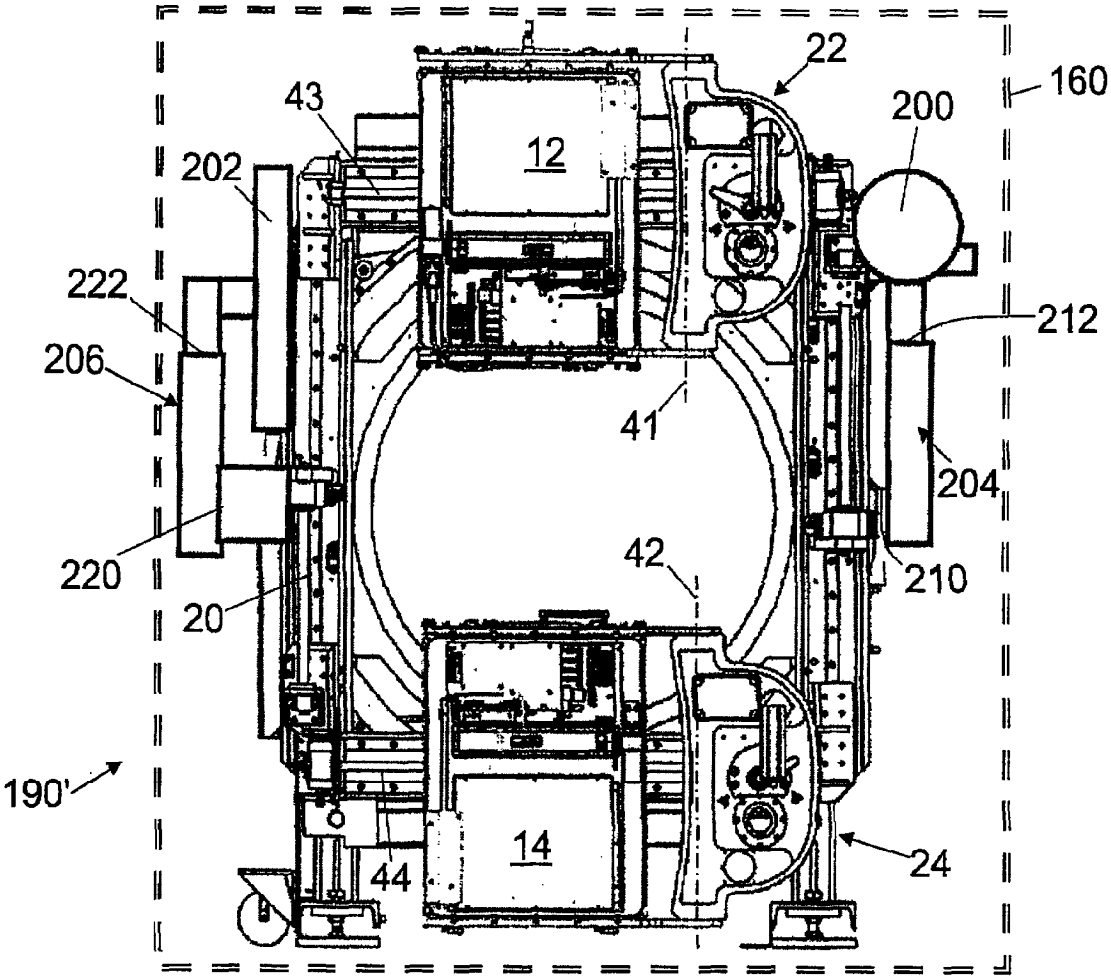
ФИГ. 10


d_{op}
22
32
12
41
16
220
206
20
30
202
222
18
42
14
190
34
24
40

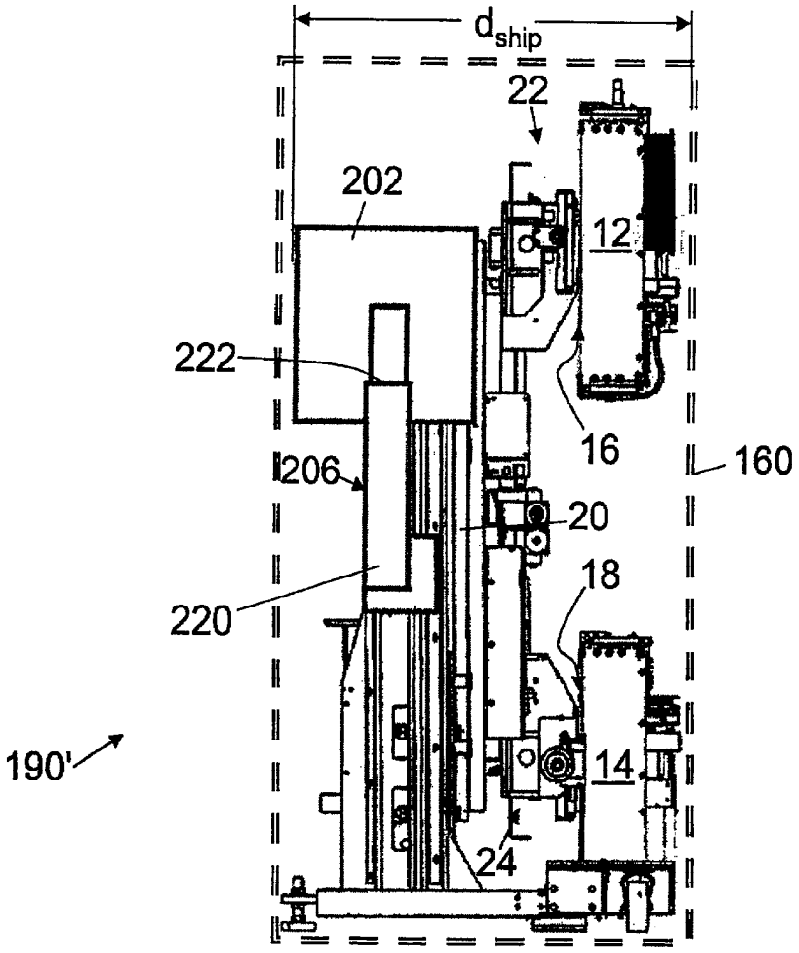
ФИГ. 11


20
220
210
212
206
204
d_{op}
222
34
22
43
200
12
202
190

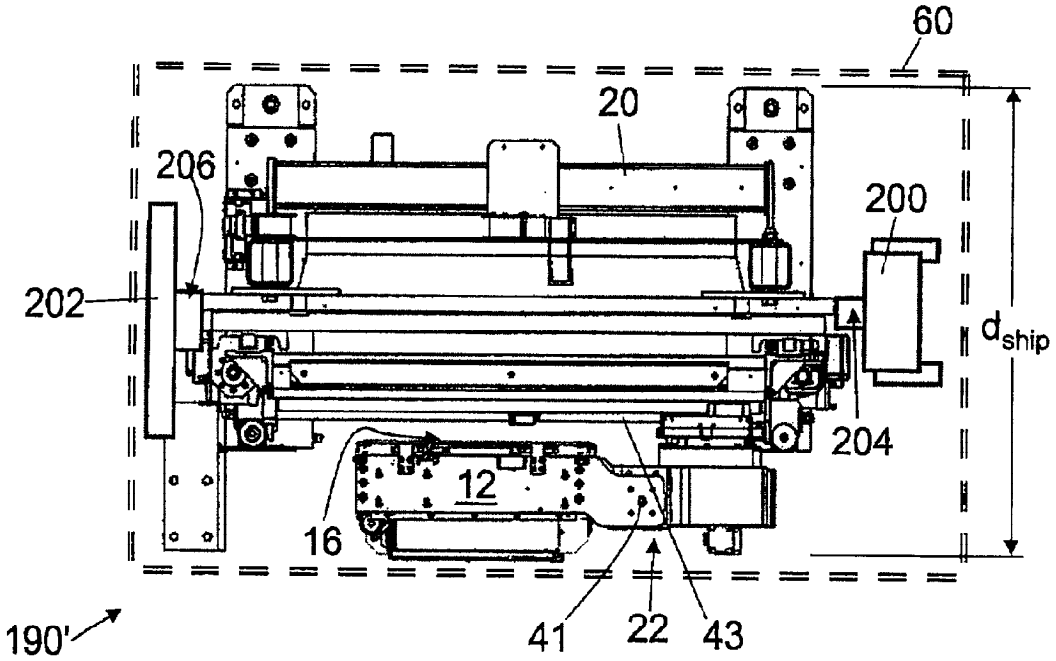
ФИГ. 12



ФИГ. 13


d ship
22
202
12
222
16
160
206
20
18
220
190'
14
24

ФИГ. 14


60
20
206
200
202
d ship
204
12
16
190'
41
22
43

ФИГ. 15