(19) Евразийское патентное ведомство

(11) 035741 (13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.08.03

(21) Номер заявки
201790401

(22) Дата подачи заявки
2015.08.14

(51) Int. Cl. ***G01R 33/48*** (2006.01)

(54) МНОГОПУЧКОВЫЙ СТЕРЕОСКОПИЧЕСКИЙ РЕНТГЕНОВСКИЙ СКАНЕР ТЕЛА

(31) **14/463,748**
(32) **2014.08.20**
(33) **US**
(43) **2017.10.31**
(86) **PCT/US2015/045181**
(87) **WO 2016/028617 2016.02.25**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
АДАНИ СИСТЕМС, ИНК. (US)

(72) Изобретатель:
Линев Владимир Николаевич (BY)

(74) Представитель:
Кудаков А.Д. (RU)

(56) US-A1-20050180542
US-A1-20050117700
US-A1-20120268272
US-A1-20040256565
US-A1-20110280367
US-A1-20130136229
US-A1-20090003514
US-A1-20080191858

(57) Рентгенографическая установка включает первый источник рентгеновского излучения, используемый для сканирования всего тела человека с помощью первого веерного рентгеновского пучка; первый вертикальный линейный детектор рентгеновского излучения для улавливания первого веерного рентгеновского пучка; второй источник рентгеновского излучения, установленный на уровне пояса человека, проходящего досмотр, и используемый для сканирования центральной области тела с помощью второго веерного рентгеновского пучка; второй вертикальный детектор рентгеновского излучения для улавливания второго веерного рентгеновского пучка; блок управления для включения каждого из источников рентгеновского излучения. Первый и второй веерные рентгеновские пучки излучаются в параллельных плоскостях. Первый источник рентгеновского излучения включают для сканирования всего тела. Второй источник рентгеновского излучения включают для сканирования центральной области тела.

035741 B1

035741 B1

Настоящее изобретение относится к области инженерной физики, в частности к рентгенографическому сканированию на предмет наличия опасных предметов или веществ, спрятанных на теле или в полостях тела человека, с целью предотвращения совершения краж и терактов в зданиях, аэропортах, торговых центрах, вокзалах, станциях метро и прочих местах скопления людей.

Рентгеновское просвечивание с целью обнаружения на теле человека спрятанных опасных предметов и веществ приобрело особое значение ввиду участившихся террористических актов. Подобные методы применяются для предотвращения контрабанды наркотиков, драгоценных камней и металлов, а также для обеспечения безопасности в аэропортах, банках, посольствах, на атомных электростанциях и других опасных объектах. Досмотр багажа в аэропортах с использованием рентгеновского просвечивания на сегодняшний день является самым эффективным способом обеспечения безопасности полетов. Рентгеноскопию также применяют в тюрьмах для досмотра посетителей на пропускных пунктах.

Известны системы досмотра багажа с использованием рентгеновского просвечивания, которые представляют собой конвейерную ленту, проходящую через прямоугольную рамку. В верхней части рамки установлен источник рентгеновского излучения, а в нижней части, под конвейерной лентой, установлен детектор рентгеновского излучения. Однако подобные системы не предназначены для просвечивания пассажиров: слишком высока доза излучаемой источником радиации, но это требуется для увеличения разрешения изображений.

Сканирование пассажиров с целью обнаружения у них спрятанных под одеждой металлических предметов производят с помощью электромагнитных рамок и металлодетекторов. Рентгеновское сканирование до недавних пор не применялось ввиду вредного влияния на здоровье людей, особенно при частом просвечивании. Однако в последнее время была проведена обширная работа по применению низкодозных рентгеновских установок, с помощью которых можно досматривать людей без вреда для их здоровья. Известна система - рентгеноскопическая установка Body Search производства American Science and Engineering, Inc.

Человека просвечивают рентгеновским пучком достаточно низкой интенсивности и излучение, проникшее сквозь тело, преобразуют в изображение, с помощью которого определяют наличие на теле скрытых предметов. Система Body Search содержит кожух с источником рентгеновского излучения низкой интенсивности, средства формирования рентгеновского пучка и детектор рентгеновского излучения, проникшего сквозь одежду и отраженного телом. Отраженные рентгеновские лучи улавливаются детектором, после чего получают изображение предметов, расположенных на теле, под одеждой или на поверхности одежды в той области тела, которая обращена к кожуху с источником рентгеновского излучения.

Для полного досмотра необходимо произвести сканирование в двух положениях: лицом к кожуху и спиной к кожуху. Однако такой способ не позволяет досматривать внутренние полости тела, в которых часто прячут наркотики и драгоценные камни. Кроме того, происходит сильное облучение жизненно важных органов человека, расположенных в центральной области тела, в то время как ноги и обувь досматриваемого, где также может провозиться контрабанда, остаются вне поля зрения.

Известные стационарные рентгенографические установки используют один источник рентгеновского излучения низкой интенсивности, а также коллиматор, объединенный с детектором рентгеновского излучения, улавливающим излучение, которое проникло сквозь тело человека, проходящего досмотр. Система также включает модуль обработки данных и платформу, на которой располагается человек, проходящий досмотр. Недостаток этой системы в том, что она стационарная, а сканер трудно перемещать и калибровать. Также подобные сканеры плохо справляются с поиском предметов, спрятанных внутри полостей тела, так как успех зависит от того, под каким углом расположен предмет и излучается рентгеновский пучок.

Проблема мобильности решается размещением рентгеновского сканера в задней части фургона или грузовика (см. EP2458408). Рабочее место оператора и рентгенографическая система расположены в задней части фургона или грузовика. Система включает источник рентгеновского излучения как минимум с одним щелевым коллиматором, расположенным приблизительно на уровне пояса досматриваемого. Система также включает линейный детектор рентгеновского излучения, улавливающий излучение, которое проникло сквозь тело человека, проходящего досмотр. Отделение рентгеновского источника содержит две вертикальные колонны и платформу, которая перемещается горизонтально между ними.

Однако при использовании такой системы облучению подвергаются жизненно важные органы человека, расположенные как раз в центральной области тела, в то время как ноги и в особенности обувь досматриваемого, часто используемые для перевозки контрабанды, практически не попадают в область действия сканера. Кроме того, подобная система не способна полностью просветить все тело человека за один проход. Необходимо произвести несколько просвечиваний, что снижает эффективность системы, так как требуется, чтобы человек стоял на платформе и не двигался.

Таким образом, существует необходимость создания безопасной рентгенографической системы, которая бы обеспечила полное сканирование тела человека, высокую точность и повышенную эффективность.

Настоящее изобретение относится к высокоэффективному многопучковому стереоскопическому

рентгеновскому сканеру, который эффективно устраняет один или более недостатков предшествующего уровня техники.

В одном из вариантов осуществления изобретения модуль обработки и визуализации цифровых сигналов вместе с рентгеновским модулем располагают в задней части фургона. Цифровой рентгеновский модуль содержит два источника рентгеновского излучения низкой интенсивности по меньшей мере с одним щелевым коллиматором и линейный детектор, улавливающий рентгеновское излучение, которое проникает сквозь тело человека, проходящего досмотр. Рентгеновский модуль содержит две вертикальные колонны, между которыми расположена подвижная платформа, на которой располагается досматриваемый и которая может его перемещать. В качестве альтернативного решения можно использовать транспортер конвейерного типа.

Колонны устанавливают вертикально по отношению к кузову фургона, тогда как платформа перемещается между ними в горизонтальной плоскости по кузову. Детектор рентгеновского излучения устанавливают во всю длину одной из колонн. Во вторую колонну встраивают щелевой коллиматор. Коллиматор жестко соединен с источником излучения, установленным на специальной платформе у внешней поверхности второй колонны.

Источник излучения установлен на специальной платформе, которая может перемещаться по вертикали. Вторая колонна оснащена рельсами для перемещения щелевого коллиматора по вертикали. Когда платформа с установленным на ней источником излучения находится в самом нижнем положении, она образует горизонтальную плоскость, проходящую через нижнюю часть тела человека, и отсекает рентгеновские лучи в заданном числе градусов. Платформу с источником излучения можно перемещать в вертикальной плоскости с помощью гидравлического подъемника.

Прочие технические преимущества настоящего изобретения будут раскрыты в нижеследующем описании. Часть из них будет явно следовать из текста описания, остальные проявятся в процессе эксплуатации изобретения. Технический результат достигается посредством осуществления изобретения в соответствии с текстом описания и формулы, а также прилагаемых чертежей.

Необходимо отметить, что вышеописанная сущность изобретения и нижеследующее подробное его описание служат для более подробного раскрытия заявленного изобретения.

Изобретение поясняется приложенными чертежами, которые являются неотъемлемой частью описания и служат для иллюстрации вариантов осуществления изобретения.

На фиг. 1A-1C показан пример осуществления рентгенографической системы.

На фиг. 2 показана рентгенографическая система в соответствии с примером осуществления (вид сверху).

На фиг. 3 показан вид рентгенографической системы сбоку.

На фиг. 4-5 показана система в сборе с разных углов зрения.

На фиг. 6-11 показаны примеры изображений, полученных с помощью рентгенографической системы.

На фиг. 12 показана передвижная рентгенографическая система в соответствии с примером осуществления.

На фиг. 13 показан вид передвижной рентгенографической системы сверху.

На фиг. 14 показана рентгенографическая система внутри фургона (вид сзади).

Текст описания ссылается на предпочтительные варианты осуществления настоящего изобретения, показанные на прилагаемых чертежах.

В одном из вариантов осуществления изобретения модуль обработки и визуализации цифровых сигналов вместе с одним или несколькими рентгеновскими модулями либо выполняют стационарными, либо располагают в задней части фургона. Цифровой рентгеновский модуль содержит два источника рентгеновского излучения. В каждом источнике рентгеновского излучения установлен один щелевой коллиматор, генерирующий веерный рентгеновский пучок, и один линейный детектор, улавливающий рентгеновское излучение, которое проникает сквозь тело человека, проходящего досмотр. Веерные рентгеновские пучки могут излучаться как в параллельных плоскостях, так и под углом, например, в несколько (до 10-20) градусов друг к другу. Рентгеновский модуль содержит по меньшей мере две вертикальные колонны, между которыми устанавливают подвижную платформу, на которой может располагаться досматриваемый.

Колонны устанавливают вертикально по отношению к кузову фургона, тогда как платформа перемещается в горизонтальной плоскости по полу или кузову фургона. Первый детектор рентгеновского излучения устанавливают во всю длину первой колонны. Дополнительно его можно установить в горизонтальную секцию верхней рамки. Во вторую колонну встраивают один из щелевых коллиматоров. Коллиматор жестко соединен с источником излучения, установленным на специальной платформе у внешней поверхности второй колонны.

Один из источников рентгеновского излучения можно перемещать по вертикали с помощью гидравлического механизма, а также поворачивать с тем, чтобы направлять веерный рентгеновский пучок на различные участки тела. Необходимо отметить, что при перемещении и повороте источника рентгеновского излучения пучок все равно должен попадать на детектор. Нижний край веерного рентгеновского пучка, излучаемого вторым источником рентгеновского излучения, имеет угол отклонения от горизон-

тальной плоскости 2-5 градусов с целью просвечивания обуви досматриваемого.

В передвижном варианте осуществления на полу фургона монтируют горизонтальные рельсы, по которым платформа с размещенным на ней человеком может перемещаться между колоннами. В одном из примеров осуществления изобретения платформа может перемещаться от одной боковой двери фургона до противоположной. Рентгеновский модуль отделяют от водительского места по меньшей мере одним экраном, защищающим от рентгеновского излучения.

На фиг. 1A-1C подробно показан пример осуществления рентгеновского сканера 101. Две вертикальные колонны 102 и 105 либо устанавливают отдельно, либо закрепляют на полу фургона 1200 (см. фиг. 12) по продольной оси кузова фургона. Платформа 114 перемещается в горизонтальной плоскости по полу или кузову фургона. Линейный детектор рентгеновского излучения 122 располагают во всю длину одной из колонн 105 и закрывают кожухом 110. Еще один линейный детектор 120 в форме буквы L располагают от верхнего угла рядом с колонной 105 и во всю высоту сканера. Щелевой коллиматор встраивают во вторую колонну 105 и закрывают кожухом 116. Коллиматор жестко соединен с источниками излучения 106 и 108.

Источник излучения 106 располагают на специальной платформе, которая может перемещаться по вертикали для сканирования верхней части тела человека. Вторая колонна 105 оснащена рельсами для перемещения щелевого коллиматора по вертикали 122. Второй источник излучения 118 располагают на платформе, установленной на уровне пола, для сканирования нижней части тела человека.

Платформа с установленным на ней источником излучения 118 образует горизонтальную плоскость, проходящую через нижнюю часть тела человека, и отсекает рентгеновские лучи в диапазоне 2-5 градусов. Платформу с источником излучения 106 можно перемещать в вертикальной плоскости с помощью гидравлического подъемника, с тем чтобы подстроиться под людей разного роста. Возможно также изменение угла наклона источника излучения 106.

Подвижная платформа 112, на которой может размещаться досматриваемый, перемещается по полу или кузову фургона 1200 по рельсам 114. В платформу 112 встроен двигатель. Колонны 105 и 102 соединяют вверху перекладиной 107, оснащенной сигнальной лампочкой 104, показывающей, что источник рентгеновского излучения включен. Оба источника рентгеновского излучения 106 и 118 можно включить одновременно для получения псевдостереоскопического изображения тела человека от головы до подошв обуви за один проход. Возможно также сначала получить общий снимок (снимок всего тела) с помощью источника рентгеновского излучения 108, а затем, в случае необходимости, просветить центральную область тела досматриваемого с помощью источника рентгеновского излучения 106.

Человек, проходящий досмотр, заходит в фургон через боковую дверь и становится на платформу 114, которая приводится в движение электрическим двигателем. Платформа 112 передвигается между колоннами 102 и 105 по рельсам 114. Таким образом, тело человека пересекает рентгеновские лучи, излучаемые источниками рентгеновского излучения 106 и 118. Рентгеновские лучи, проникающие сквозь тело человека, в любой момент улавливаются линейными детекторами 120 и 122 и преобразуются в цифровые сигналы. Необходимо отметить, что детектор 120 состоит из двух линейных детекторов. В одном варианте осуществления для лучшего распознавания спрятанных предметов могут применяться многоэнергетические детекторы. Например, детектор может обрабатывать сигналы в 160, 120, 80 и 60 кВ. Это позволяет распознавать спрятанные в теле человека предметы органического происхождения (например, наркотики). Атомная масса органических веществ, таких как наркотики, близка к атомной массе клеток человеческого тела, поэтому сигналы с разной энергией позволяют получить более качественное рентгеновское изображение, на котором можно четко распознать предметы органического происхождения, спрятанные в теле человека или под одеждой.

Цифровые сигналы передают на рабочее место оператора 1210 (см. фиг. 12). Затем человек сходит с платформы 114 и покидает фургон через другую боковую дверь. Источники рентгеновского излучения 106 и 118 имеют фокус F1 и F2 соответственно. Наличие двух фокусных пятен является техническим преимуществом, так как это позволяет просвечивать все тело человека в поперечной плоскости и тем самым обнаруживать предметы, расположенные внутри тела, причем их не перекрывают кости, как часто случается при сканировании с использованием всего одного источника рентгеновского излучения. Необходимо отметить, что источник рентгеновского излучения 106 можно перемещать внутри кожуха 116 с целью получения более четких снимков подозрительных участков тела (например, в районе груди или живота). В данном примере осуществления доза облучения очень мала при любом режиме работы. Благодаря этому просвечивание безопасно для здоровья пассажиров, покупателей и зрителей. Источники рентгеновского излучения помещают в защитные кожухи 108 и 116, соответственно.

Необходимо отметить, что источник рентгеновского излучения 108 (неограниченная дальность, доза облучения до 0,25 мкЗв) слабее источника 106. В одном варианте осуществления большинство досматриваемых просвечивают только с помощью источника рентгеновского излучения 108 неограниченной дальности. Второй источник рентгеновского излучения 106, более мощный (ограниченная дальность, доза облучения, как правило, до 2 мкЗв при максимально допустимой по стандартам АНСИ до 10 мкЗв), применяют в том случае, если существуют подозрения, что человек, проходящий досмотр, прячет что-то внутри тела. По выбору оператора источники рентгеновского излучения можно включать одновременно

либо поочередно (например, сначала источник 106, затем источник 108 или наоборот).

На фиг. 2 показан рентгеновский сканер 101 в соответствии с примером осуществления (вид сверху). Блоки 211 и 210 представляют собой вентиляционные заглушки, устанавливаемые на кожух 116. Дополнительно в кожух 215 может быть установлен двигатель или гидравлический механизм для перемещения и поворота источника излучения 106. Источник излучения можно перемещать и поворачивать, с тем чтобы подстроиться под людей разного роста и комплекции.

На фиг. 3 показан вид сбоку. Элемент 310 - это электрическая розетка для питания рентгеновского сканера 101.На фиг. 4-5 показана система в сборе с разных углов зрения.

На фиг. 6 показано изображение, полученное с помощью источника рентгеновского излучения высокой интенсивности, где видно лезвие, спрятанное внутри тела. На фиг. 7 показано изображение, полученное с помощью источника рентгеновского излучения низкой интенсивности. Данное изображение указывает на наличие инородного предмета внутри тела, но на нем нельзя рассмотреть само лезвие. На фиг. 8 показаны увеличенные изображения, на которых видно лезвие, спрятанное в толстой кишке. На фиг. 9-10 показаны изображения, на которых видно наркотики, спрятанные в желудке. На фиг. 11 показаны увеличенные изображения, на которых видны спрятанные наркотики (см. обведенные участки).

На фиг. 12 показан пример осуществления передвижного рентгеновского сканера. Рентгеновский сканер 101 устанавливают в кузове фургона 1200. Как видно из фиг. 13 (вид фургона 1200 сверху), в задней части фургона 1200 находятся модуль обработки и визуализации цифровых сигналов (на чертеже не показан), рабочее место оператора 1210 и рентгеновский сканер 101.

На фиг. 13 показан вид рентгеновского сканера 101 сзади. Сам сканер может быть выполнен стационарным либо установлен внутри фургона 1200 (см. фиг. 12).

На фиг. 14 показан вид передвижной рентгенографической системы 101 сверху.

Из описанных предпочтительных вариантов осуществления изобретения специалистам в данной области техники должны быть видны технические преимущества заявленного способа и устройства.

Необходимо также отметить, что сущность и объем изобретения позволяют производить различные модификации, доработки или реализовывать альтернативные варианты осуществления. Далее настоящее изобретение поясняется формулой.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Рентгенографическая установка, включающая первый источник рентгеновского излучения, используемый для сканирования всего тела человека; первый коллиматор рядом с первым источником рентгеновского излучения, формирующий первый веерный рентгеновский пучок; первый вертикальный линейный детектор рентгеновского излучения для улавливания первого веерного рентгеновского пучка; второй источник рентгеновского излучения, установленный на уровне пояса человека, проходящего досмотр, и используемый для сканирования центральной области тела; второй коллиматор рядом со вторым источником рентгеновского излучения, формирующий второй веерный рентгеновский пучок; второй вертикальный детектор рентгеновского излучения для улавливания второго веерного рентгеновского пучка; блок управления для включения каждого из источников рентгеновского излучения, где первый и второй веерные рентгеновские пучки излучаются в параллельных плоскостях, первый источник рентгеновского излучения включают для сканирования всего тела, а второй источник рентгеновского излучения включают для сканирования центральной области тела.

2. Система по п.1, в которой первый источник рентгеновского излучения и второй источник рентгеновского излучения включают одновременно с целью формирования псевдостереоскопического изображения.

3. Система по п.1, в которой первый источник рентгеновского излучения и второй источник рентгеновского излучения включают поочередно с целью формирования псевдостереоскопического изображения.

4. Система по п.1, в которой первый линейный детектор устанавливают во всю высоту рентгеновского сканера для улавливания первого веерного рентгеновского пучка.

5. Система по п.1, дополнительно включающая горизонтальный линейный детектор, установленный в верхней части кожуха рентгеновского сканера таким образом, что вместе первый вертикальный линейный детектор и горизонтальный линейный детектор образуют букву L.

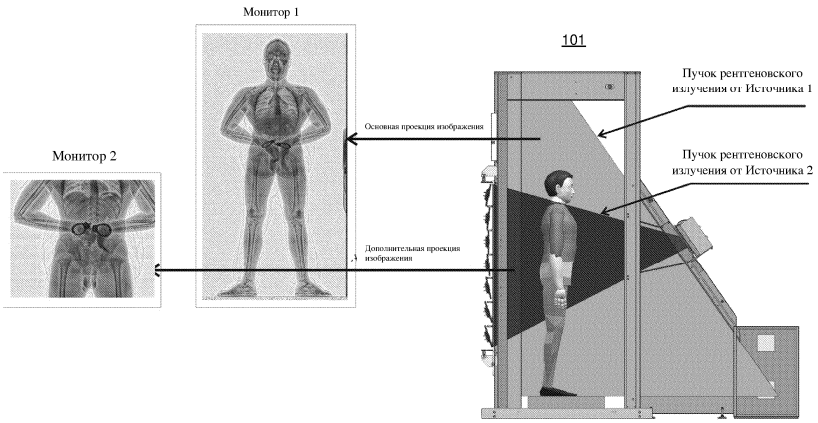
6. Система по п.1, в которой длина второго линейного детектора составляет приблизительно 36 дюймов (90 см).

7. Система по п.1, в которой второй источник рентгеновского излучения может перемещаться по вертикали.

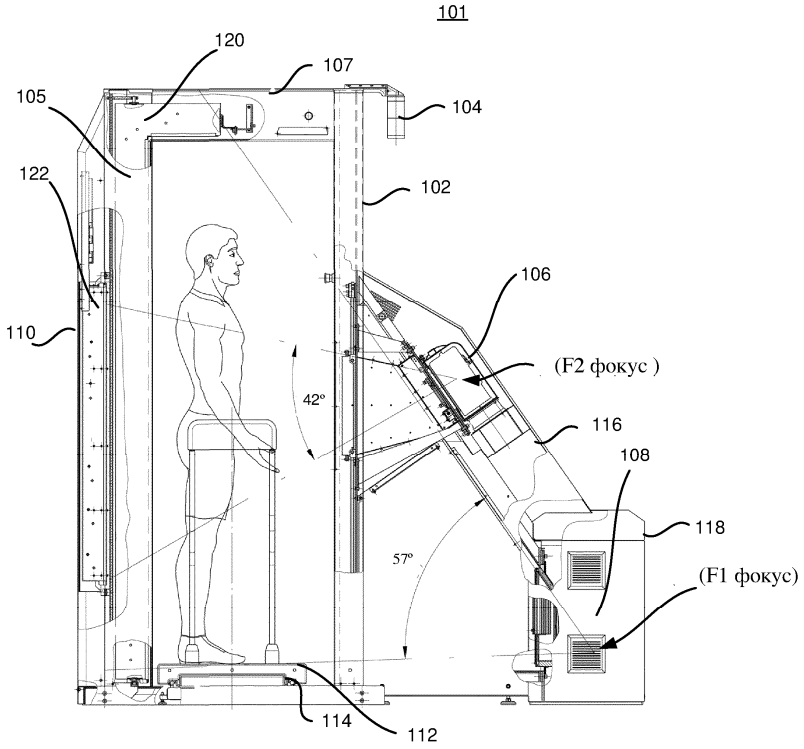
8. Система по п.1, в которой второй источник рентгеновского излучения может поворачиваться вокруг своей оси.

9. Система по п.1, в котором для каждого источника рентгеновского излучения имеется соответствующий щелевой коллиматор.

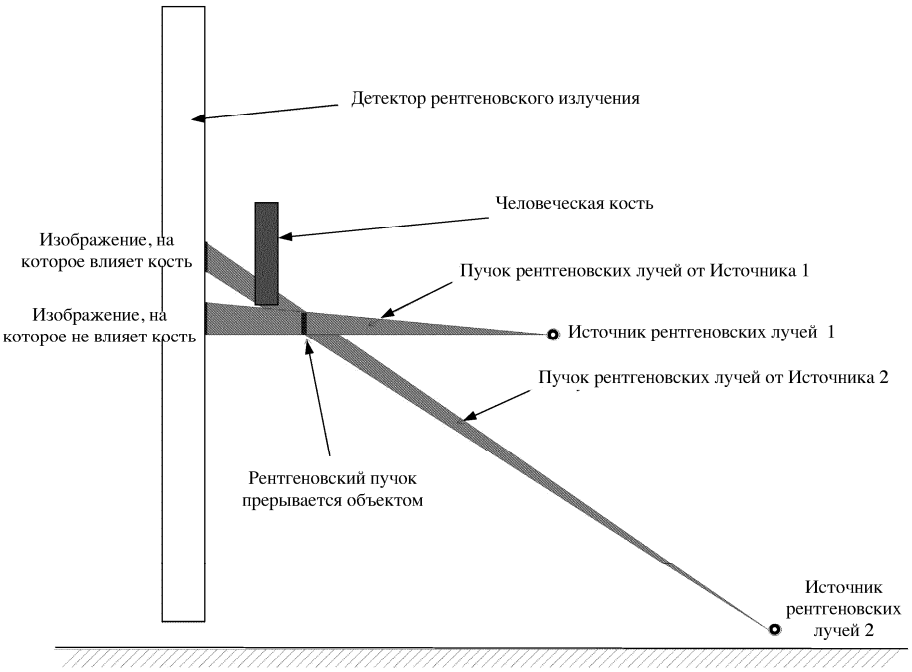
10. Система по п.1, в которой линейные детекторы представляют собой многоэнергетические детекторы.


Монитор 1
101
Пучок рентгеновского излучения от Источника 1
Основная проекция изображения
Монитор 2
Пучок рентгеновского излучения от Источника 2
Дополнительная проекция изображения

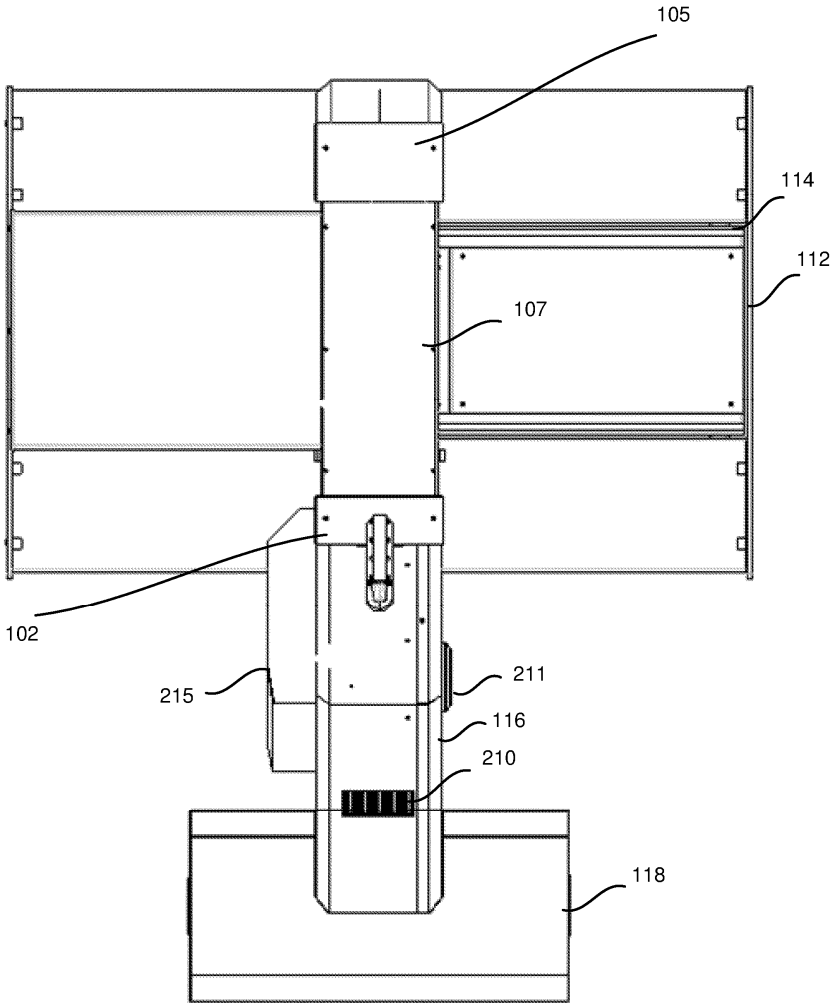
Фиг. 1A


101
120
107
105
104
122
102
106
110
(F2 фокус)
42°
116
108
118
57°
(F1 фокус)
114
112

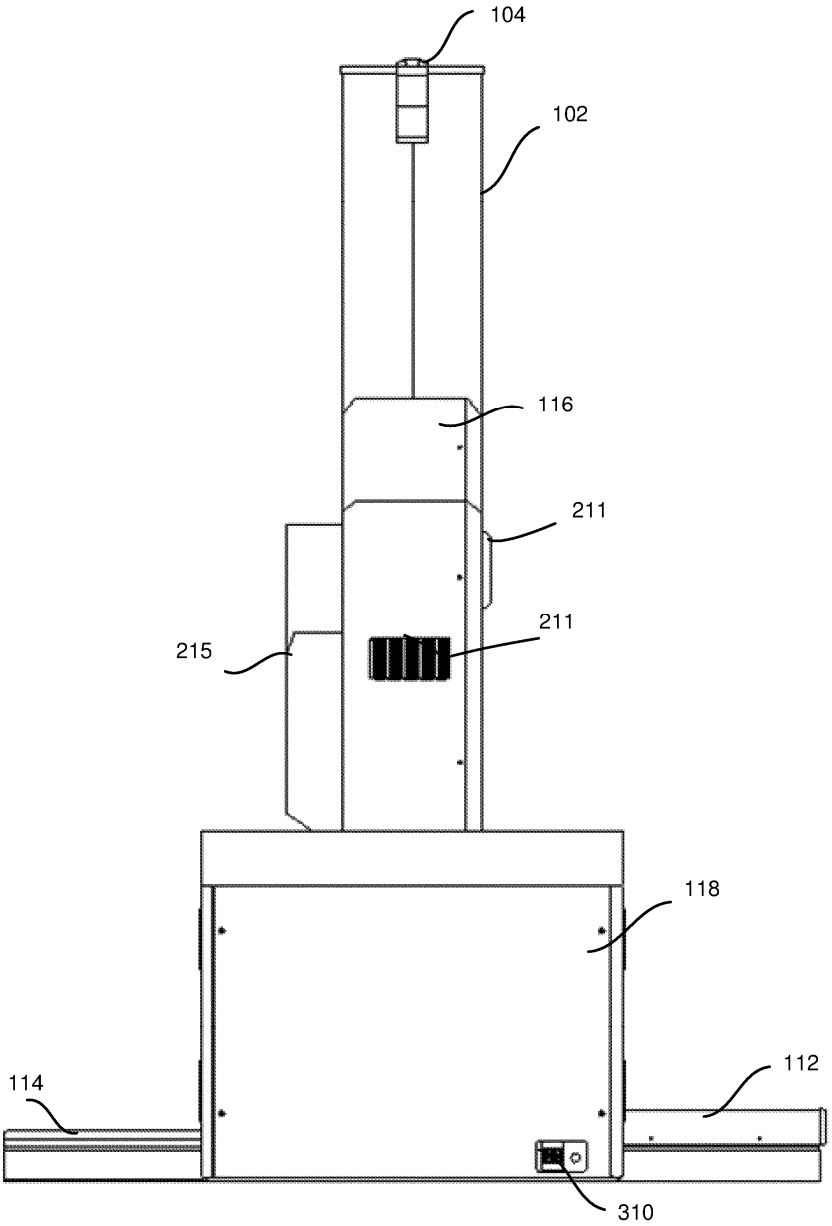
Фиг. 1B


Детектор рентгеновского излучения
Человеческая кость
Изображение, на которое влияет кость
Пучок рентгеновских лучей от Источника 1
Изображение, на которое не влияет кость
Источник рентгеновских лучей 1
Пучок рентгеновских лучей от Источника 2
Рентгеновский пучок прерывается объектом
Источник рентгеновских лучей 2

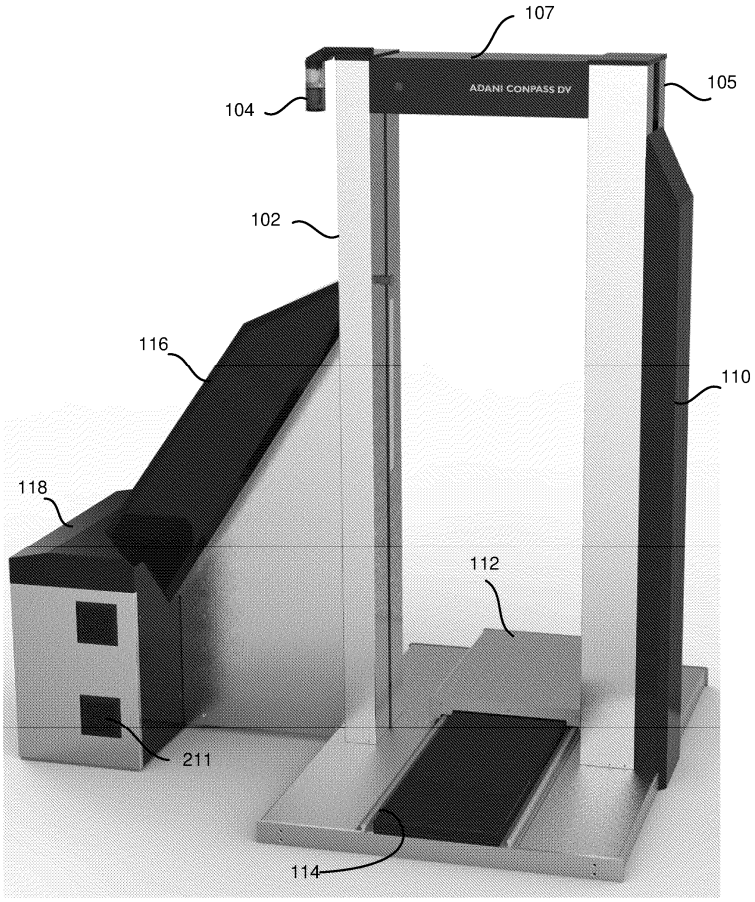
Фиг. 1C


105
114
112
107
102
215
211
116
210
118

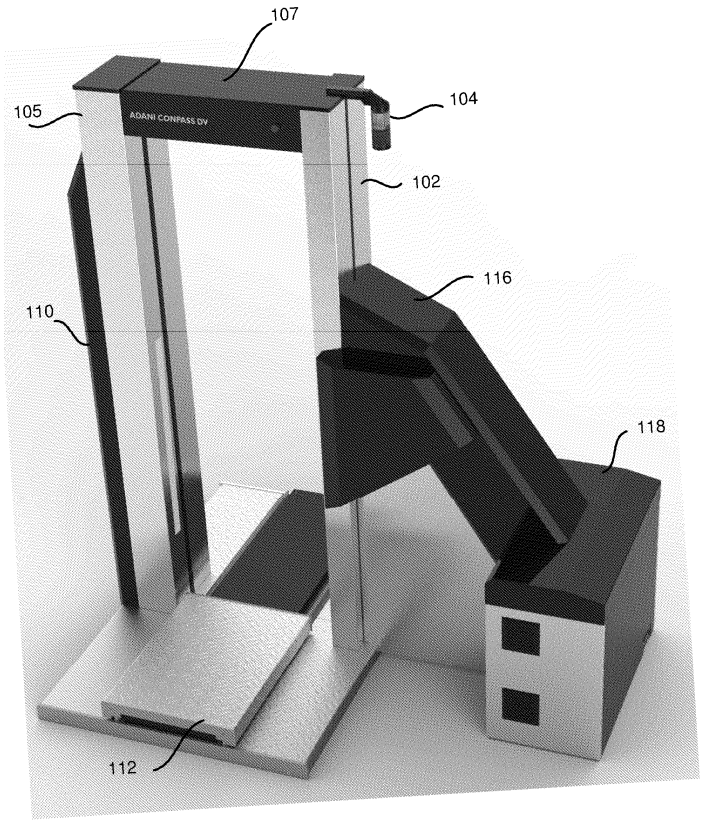
Фиг. 2



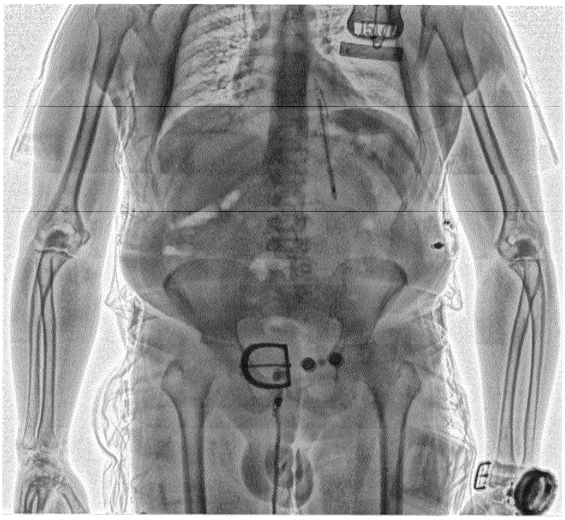
Фиг. 3


107
ADANI CONPASS DV
105
104
102
116
110
118
112
211
114

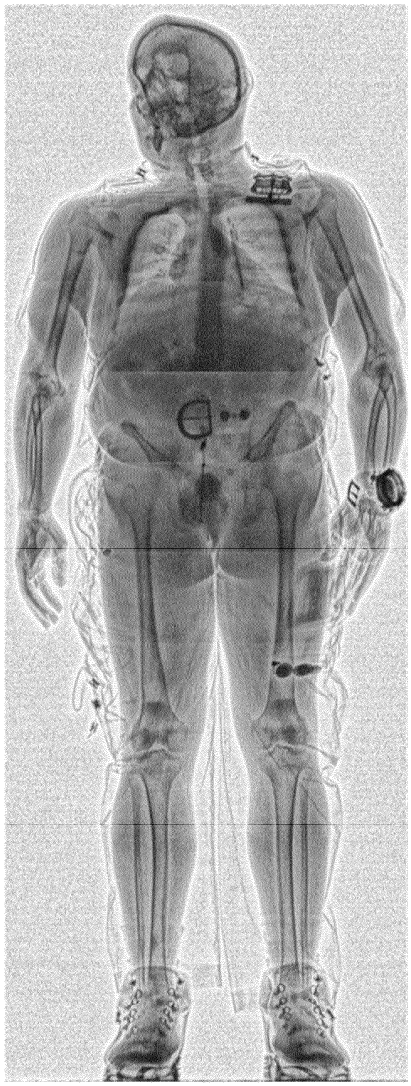
Фиг. 4


107
105
ADANI CONPASS DV
104
102
116
110
118
112

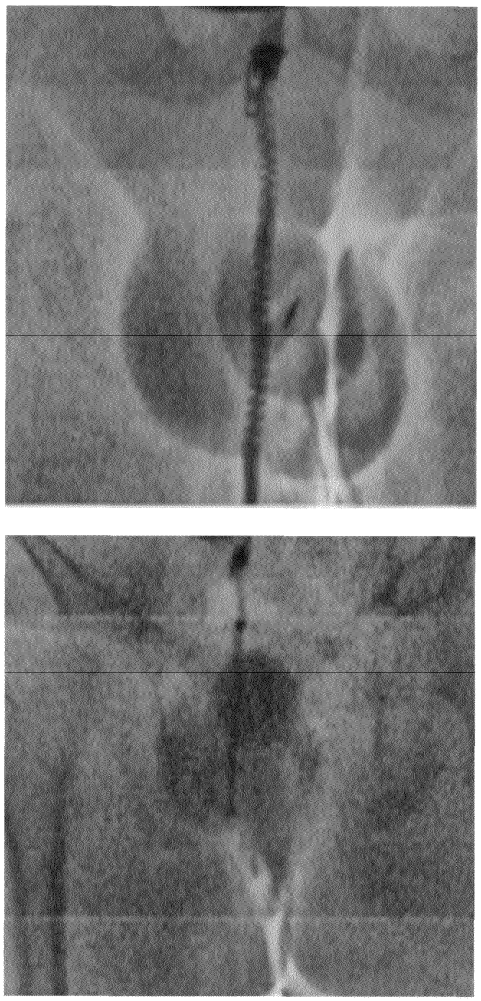
Фиг. 5



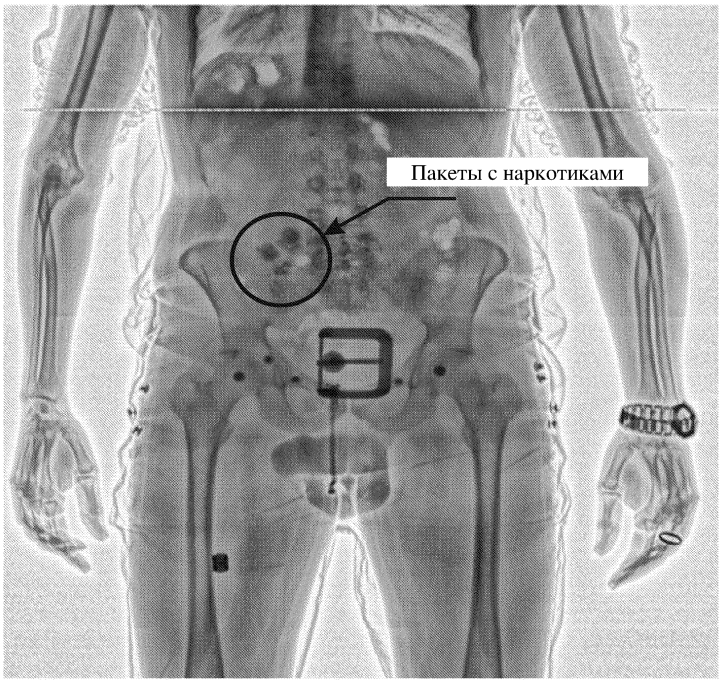
Фиг. 6



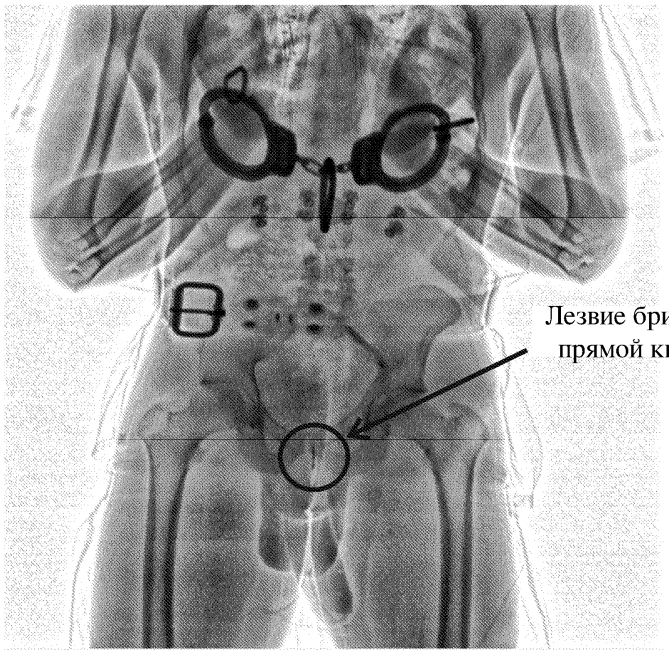
Фиг. 7



Фиг. 8

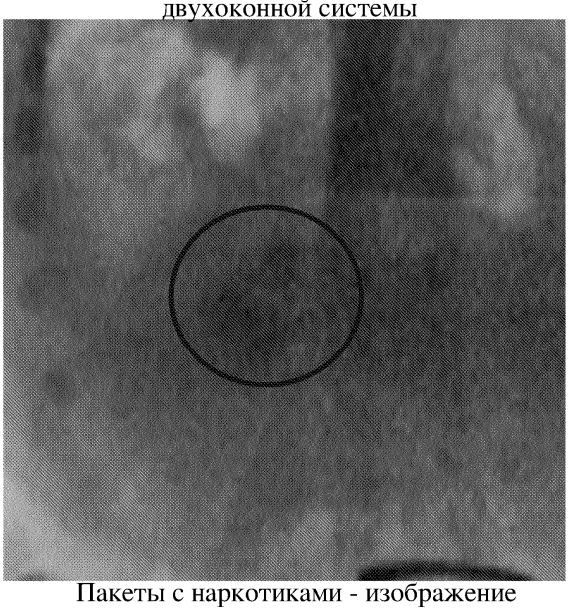


Фиг. 9



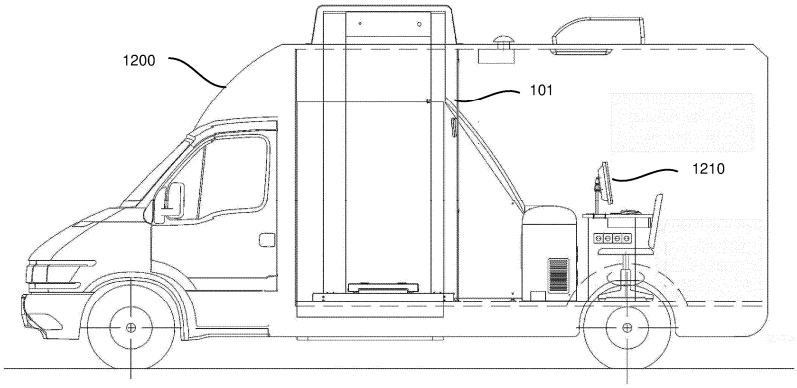
Фиг. 10

Пакеты с наркотиками - изображение двухоконной системы

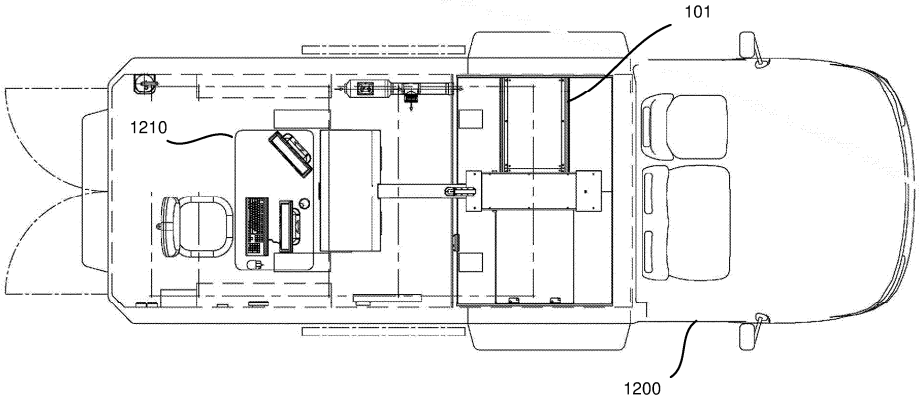


Пакеты с наркотиками - изображение однооконной системы

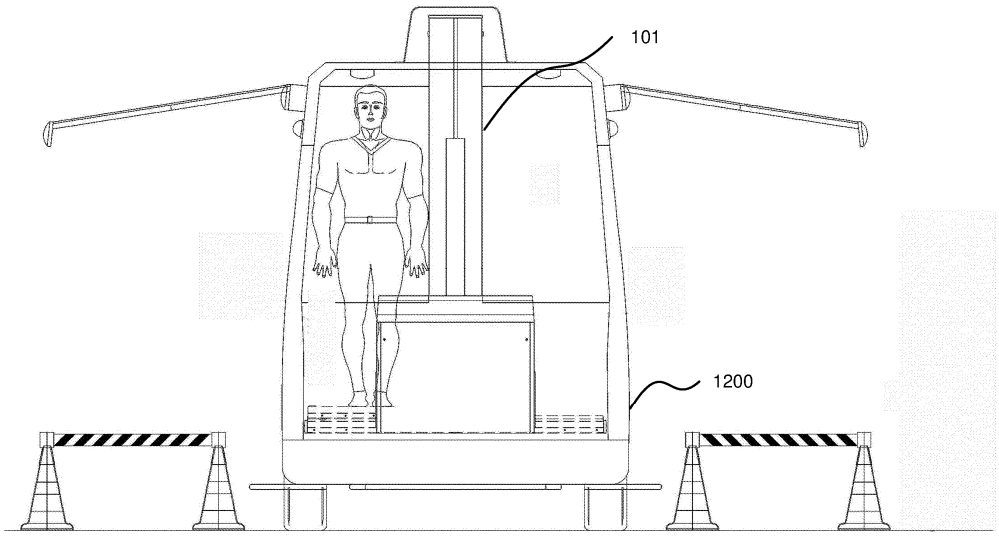
Фиг. 11



Фиг. 12



Фиг. 13



Фиг. 14