



(51) МПК
B25J 19/02 (2006.01)
B25J 5/00 (2006.01)
A47L 9/00 (2006.01)
G05D 1/02 (2006.01)

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014153133/02, 07.06.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 07.06.2013

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
 07.06.2012 KR 10-2012-0061059;
 30.05.2013 KR 10-2013-0061815

(45) Опубликовано: 20.07.2016 Бюл. № 20

(56) Список документов, цитированных в отчете о
 поиске: KR 10-2008-0093768 A, 22.10.2008.
 JPH11-190630, 13.07.1999. KR 10-2011-012506 A,
 17.11.2011. RU 2254227 C1, 20.06.2005. RU
 2262878 C2, 27.10.2005.

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
 национальной фазе: 12.01.2015

(86) Заявка РСТ:
 KR 2013/005020 (07.06.2013)

(87) Публикация заявки РСТ:
 WO 2013/183955 (12.12.2013)

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

(72) Автор(ы):

ДЗЕОНГ, Йеон Киу (KR),
 КИМ, Донг Вон (KR),
 СО, Дзи Юн (KR),
 ЙООН, Санг Сик (KR),
 ДЗУНГ, Гванг Дзин (KR),
 КВОН, Дзоон Хиунг (KR)

(73) Патентообладатель(и):

САМСУНГ ЭЛЕКТРОНИКС КО., ЛТД.
 (KR)

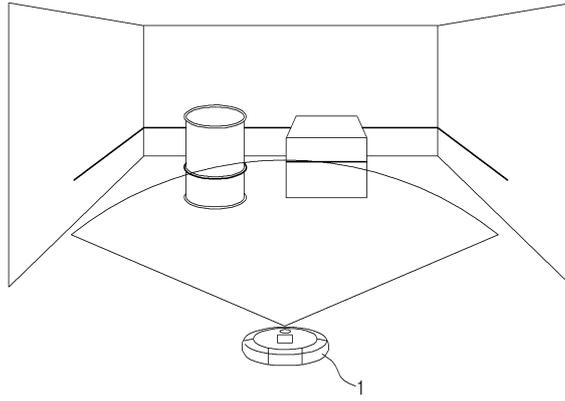
(54) МОДУЛЬ ОБНАРУЖЕНИЯ ПРЕПЯТСТВИЙ И РОБОТ-УБОРЩИК, ВКЛЮЧАЮЩИЙ В СЕБЯ ТАКОВОЙ

(57) Реферат:

Изобретение относится к модулю обнаружения препятствий и роботу-уборщику, включающему упомянутый модуль. Робот-уборщик содержит корпус, приводное устройство для приведения в движение корпуса, модуль обнаружения препятствий для обнаружения препятствий вокруг корпуса и устройство управления для управления приводным устройством на основании результатов, полученных модулем обнаружения препятствий. Модуль обнаружения препятствий содержит по меньшей мере один излучатель света и приемник

света. Излучатель света включает в себя источник света и широкоугольную линзу для преломления или отражения света от источника света для рассеивания падающего света в виде плоского света. Приемник света содержит отражающее зеркало для повторного отражения отраженного света, отражаемого препятствием, для генерации отраженного света, оптическую линзу, отнесенную от отражающего зеркала на заданное расстояние, чтобы позволить отраженному свету проходить через оптическую линзу, и датчик изображений и схему обработки изображений.

Изобретение позволяет повысить точность множества датчиков или отдельного обнаружения препятствий без использования сервомеханизма. 2 н. и 13 з.п. ф-лы, 52 ил.



ФИГ.1

RU 2591912 C1

RU 2591912 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
B25J 19/02 (2006.01)
B25J 5/00 (2006.01)
A47L 9/00 (2006.01)
G05D 1/02 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2014153133/02, 07.06.2013**

(24) Effective date for property rights:
07.06.2013

Priority:

(30) Convention priority:
07.06.2012 KR 10-2012-0061059;
30.05.2013 KR 10-2013-0061815

(45) Date of publication: **20.07.2016 Bull. № 20**

(85) Commencement of national phase: **12.01.2015**

(86) PCT application:
KR 2013/005020 (07.06.2013)

(87) PCT publication:
WO 2013/183955 (12.12.2013)

Mail address:

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

(72) Inventor(s):

**DZEONG, Jeon Kiu (KR),
KIM, Dong Von (KR),
SO, Dzi YUn (KR),
JOON, Sang Sik (KR),
DZUNG, Gvang Dzin (KR),
KVON, Dzoon KHiung (KR)**

(73) Proprietor(s):

SAMSUNG ELEKTRONIKS KO., LTD. (KR)

(54) **MODULE FOR DETECTING OBSTACLES AND ROBOT-CLEANER INCLUDING SAME**

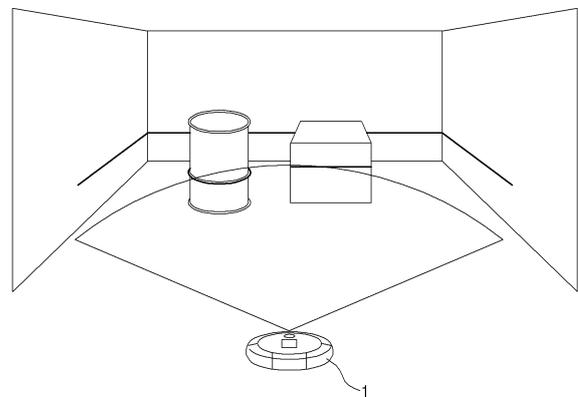
(57) Abstract:

FIELD: robotics.

SUBSTANCE: invention relates to a module for detecting obstacles and robot-cleaner, including said module. Robot-cleaner comprises housing, drive for driving housing, an obstacle detecting module for detecting obstacles around housing and control device for controlling drive based on results obtained by module for detecting obstacles. Module for detecting obstacles contains at least one light emitter and a light receiver. Light emitter includes light source and wide-angle lens for refraction or light reflection from light source for incident light dissipation in form of flat light. Light receiver has a reflecting mirror for repeated reflection of reflected light reflected by obstacle, for generation of reflected light, an optical lens, spaced apart from reflecting mirror through preset distance to allow reflected light to pass through optical lens and

image sensor and image processing circuit.

EFFECT: higher accuracy of detecting obstacles without using a plurality of sensors or a separate servo.
15 cl, 52 dwg



ФИГ.1

RU 2 591 912 C1

RU 2 591 912 C1

Область техники

Варианты реализации относятся к модулю обнаружения препятствий, способному обнаруживать находящиеся вокруг препятствия, и к роботу-уборщику, включающему в себя таковой.

5 Уровень техники

В общем случае датчик препятствий излучает световые, ультразвуковые волны, или им подобные, и обнаруживает световые или ультразвуковые волны, возвращенные после отражения от препятствия, в форме обнаруженных сигналов. Основываясь на разности по времени, разности фаз или разности интенсивностей среди обнаруженных
10 сигналов, датчик препятствий распознает, существует ли препятствие, и определяет расстояние от датчика до препятствия. Датчик препятствий может определить расстояние от датчика до препятствия, основываясь на углах отражения отражаемых световых или ультразвуковых волн.

Недавно был предложен способ обнаружения препятствий, использующий точечный
15 источник света. Однако при использовании точечного источника света необходимо устанавливать множество излучателей света, и может образовываться зона отсутствия чувствительности несмотря на установку такого множества излучателей света. Когда точечный источник света выполняется поворотным для решения упомянутых выше проблем, необходимо использовать отдельный сервомеханизм. Кроме того, требуется
20 определенное время для сканирования. По этой причине может происходить ухудшение эффективности.

Описание

Техническая проблема

В аспекте одного или более вариантов осуществления обеспечены модуль
25 обнаружения препятствий, способный обнаруживать находящиеся вокруг препятствия, путем формирования равномерно распределенного плоского света (planar light - см. определение ниже), используя широкоугольную линзу, и робот-уборщик, использующий таковой.

Техническое решение

В аспекте одного или более вариантов осуществления обеспечен робот-уборщик,
30 который включает в себя корпус, приводное устройство для приведения в движение корпуса, модуль обнаружения препятствий для обнаружения препятствий, находящихся вокруг корпуса, и устройство управления для управления приводным устройством, основываясь на результатах, полученных модулем обнаружения препятствий, причем
35 этот модуль обнаружения препятствий включает в себя по меньшей мере один излучатель света, включающий в себя источник света, широкоугольную линзу для преломления или отражения света, падающего от источника света, с целью рассеяния падающего света в виде плоского света и возбуждающее устройство источника света, побуждающее источник света излучать свет, и приемник света, включающий в себя
40 отражающее зеркало для отражения отраженного света, отражаемого препятствием, с целью генерации отраженного света, оптическую линзу, отстоящую от отражающего зеркала на заданное расстояние, чтобы позволить отраженному свету проходить через оптическую линзу, датчик изображений для приема отраженного света, выходящего из оптической линзы, и генерации сигнала изображения из отраженного света,
45 выходящего из оптической линзы, и схему обработки изображений для приема сигнала изображения и преобразования принятого сигнала изображения в сигнал изображения в форме цифрового сигнала изображения.

Модуль обнаружения препятствий может дополнительно включать в себя контроллер

обнаружения препятствий для генерации оптических сигналов управления с целью управления включением/выключением источника света и для генерации информации по обнаружению препятствий, основываясь на цифровом сигнале изображения.

5 Устройство управления может генерировать сигнал управления приводным устройством, основываясь на информации по обнаружению препятствий.

10 Устройство управления может генерировать оптические сигналы управления для управления включением/выключением источника света, может генерировать информацию по обнаружению препятствий, основываясь на цифровом сигнале изображения, или может генерировать сигнал управления приводным устройством, основываясь на информации по обнаружению препятствий. Информация по обнаружению препятствия может включать в себя по меньшей мере либо расстояние от корпуса до препятствия, либо положение препятствия, либо высоту препятствия, либо форму препятствия, либо точку падения.

15 Оптический сигнал управления для управления включением/выключением источника света может генерироваться, когда робот-уборщик поднимается с пола.

Оптический сигнал управления для управления включением/выключением источника света может генерироваться, когда робот-уборщик начинает движение, и оптический сигнал управления для управления включением/выключением источника света может генерироваться, когда робот-уборщик заканчивает движение.

20 В аспекте одного или более вариантов осуществления обеспечен робот-уборщик, который включает в себя корпус, приводное устройство для приведения в движение корпуса, модуль обнаружения препятствий для обнаружения препятствий, находящихся вокруг корпуса, и устройство управления для управления приводным устройством, основываясь на полученных модулем обнаружения препятствий результатах, причем
25 этот модуль обнаружения препятствий включает в себя по меньшей мере один излучатель света, включающий в себя источник света и широкоугольную линзу для рассеяния света, падающего от источника света, в форме плоского света, и приемник света, включающий в себя датчик изображений для приема отраженного света, отражаемого препятствием, и для генерации сигнала изображения из принятого
30 отраженного света.

В аспекте одного или более вариантов осуществления обеспечен модуль обнаружения препятствий, устанавливаемый в роботе-уборщике, который включает в себя по меньшей мере один излучатель света, включающий в себя источник света, широкоугольную линзу для преломления или отражения света, падающего от источника света, с целью
35 рассеяния падающего света в форме плоского света и устройство возбуждения источника света, побуждающее источник света излучать свет, и приемник света, включающий в себя отражающее зеркало для отражения отраженного света, отражаемого препятствием, с целью генерации отраженного света, оптическую линзу, отстоящую от отражающего зеркала на заданное расстояние, чтобы позволить отраженному свету проходить через
40 оптическую линзу, датчик изображений для приема отраженного света, выходящего из оптической линзы, с целью генерации сигнала изображения из отраженного света, выходящего от оптической линзы, и схему обработки изображений для приема сигнала изображения и преобразования принятого сигнала изображения в сигнал изображения в форме цифрового сигнала изображения.

45 Излучатель света может дополнительно включать в себе прорезь, расположенную перед широкоугольной линзой, для регулировки толщины плоского света.

Оптическая линия может располагаться между отражающим зеркалом и датчиком изображений, а излучатель света может располагаться перед датчиком изображений.

По меньшей мере один излучатель света может включать в себя множество излучателей света, расположенных в разных позициях на роботе-уборщике и находящихся на одном и том же уровне от пола.

5 Множество излучателей света может рассеивать плоский свет в одновременном или последовательном порядке.

Множество излучателей света может включать в себя от первого до третьего излучателей света, расположенных на роботе-уборщике. Приемник света может располагаться на передней стороне робота-уборщика. Первый излучатель света может располагаться перед приемником света. Второй излучатель света может быть отнесен
10 от первого излучателя света влево на заданное расстояние. Третий излучатель света может быть отнесен от первого излучателя света вправо на заданное расстояние.

Множество излучателей света может включать в себя от первого до четвертого излучателей света, расположенных на роботе-уборщике. Приемник света может располагаться на передней стороне робота-уборщика. Первый и второй излучатели
15 света могут быть отнесены от приемника света влево на заданное расстояние. Третий и четвертый излучатели света могут быть отнесены от приемника света вправо на заданное расстояние.

Отражающее зеркало может быть коническим отражающим зеркалом, расположенным таким образом, чтобы вершина конического отражающего зеркала
20 была обращена в сторону датчика изображений.

Отражающее зеркало может иметь коническую структуру, образованную конической поверхностью, имеющей боковой участок поверхности, продолжающийся от нижней поверхности конической поверхности на заданную высоту и имеющий коническую форму, и боковой участок поверхности, продолжающийся от заданной высоты к
25 вершине конической структуры и имеющий выпуклую форму.

Фильтр может быть нанесен на поверхность оптического датчика, на поверхность отражающего зеркала или на поверхность оптической линзы, чтобы позволить свету, имеющему длину волны плоского света, проходить через оптическую линзу.

Модуль обнаружения препятствий может дополнительно включать в себя контроллер
30 обнаружения препятствий для генерации оптических сигналов управления с целью управления включением/выключением источника света и для генерации информации по обнаружению препятствий, основываясь на цифровом сигнале изображения.

Информация по обнаружению препятствий может включать в себя по меньшей мере либо расстояние от корпуса до препятствия, либо положение препятствия, либо высоту
35 препятствия, либо форму препятствия, либо точку падения.

В аспекте одного или более вариантов осуществления обеспечена широкоугольная линза, выполненная из прозрачного материала, чтобы позволить свету, падающему от источника света, проходить через нее. Широугольная линза включает в себя первую рассеивающую поверхность для преломления света, падающего от источника
40 света, с целью рассеяния падающего света в пределах широкоугольной линзы, вторую рассеивающую поверхность для преломления или отражения света, преломленного первой рассеивающей поверхностью, с целью генерации плоского света, и удерживающую полость, образованную на поверхности, противоположной первой рассеивающей поверхности, для удержания источника света, расположенного в ней.

45 Широугольная линза может дополнительно включать в себя третью рассеивающую поверхность для преломления света, преломленного первой рассеивающей поверхностью, или света, отраженного второй рассеивающей поверхностью, с целью генерации плоского света.

Вторая рассеивающая поверхность может быть образована на одной поверхности второй широкоугольной линзы, чтобы иметь U-образную или V-образную вогнутую структуру.

5 Вторая рассеивающая поверхность может включать в себя первую поверхность, образованную в центральном участке второй рассеивающей поверхности и
продолжающуюся перпендикулярно в прямом направлении в форме плоской
поверхности, и вторые поверхности, имеющие криволинейную форму и образующие
заданный угол по отношению к первой поверхности. Первая поверхность может
10 преломлять свет, отраженный первой рассеивающей поверхностью, для генерации
плоского света. Вторые поверхности могут отражать в направлении третьих
рассеивающих поверхностей свет, отраженный первой рассеивающей поверхностью.

Диапазон рассеяния плоского света может регулироваться в соответствии с заданным углом кривизны криволинейной формы.

15 Вторая рассеивающая поверхность может быть образована волнообразными
контурами, каждый из которых имеет сходящийся на конус гребень.

Вторая рассеивающая поверхность может быть образована на одной поверхности широкоугольной линзы и иметь вогнутую коническую форму. Удерживающая полость
может иметь центральную ось, выровненную с центральной осью второй рассеивающей
поверхности.

20 Полезные эффекты

В соответствии с модулем обнаружения препятствий может быть сформирован
плоский свет, и тем самым будет повышена точность обнаружения препятствия. При
этом препятствие, находящееся в окружающей среде, обнаруживается за счет
использования плоского света, поэтому не требуется устанавливать множество датчиков
25 или дополнительный сервомеханизм, что повышает экономическую и структурную
эффективность.

Описание чертежей

30 Эти и/или другие аспекты станут очевидными и более легко понятными из
последующего описания вариантов осуществления, взятых в сочетании с прилагаемыми
чертежами, на которых:

ФИГ. 1 - общее представление робота-уборщика, включающего в себя модуль
обнаружения препятствий согласно типовому варианту осуществления;

35 ФИГ. 2А - блок-схема, иллюстрирующая конфигурацию системы управления робота-
уборщика, который включает в себя модуль обнаружения препятствий согласно
типовому варианту осуществления;

ФИГ. 2В - вид в перспективе робота-уборщика, включающего в себя модуль
обнаружения препятствий согласно типовому варианту осуществления;

ФИГ. 2С - вид сзади робота-уборщика, включающего в себя модуль обнаружения
препятствий согласно типовому варианту осуществления;

40 ФИГ. 2D - вид в перспективе, иллюстрирующий модуль обнаружения препятствий
согласно типовому варианту осуществления;

ФИГ. 3А - блок-схема, иллюстрирующая конфигурацию системы управления модуля
обнаружения препятствий согласно типовому варианту осуществления;

45 ФИГ. 3В - вид, иллюстрирующий пример, в котором модуль обнаружения препятствий
генерирует плоскую световую волну согласно типовому варианту осуществления;

ФИГ. 3С - вид, иллюстрирующий пример, в котором модуль обнаружения препятствий
генерирует плоский свет согласно типовому варианту осуществления;

ФИГ. 4А - вид, на котором представлена внешняя конфигурация модуля обнаружения

препятствий согласно типовому варианту осуществления;

ФИГ. 4В - вид, иллюстрирующий диапазон обзора робота-уборщика, когда два излучателя света, включенные в состав модуля обнаружения препятствий, установлены в разных позициях согласно типовому варианту осуществления;

5 ФИГ. 4С - вид, иллюстрирующий диапазон обзора робота-уборщика, когда модуль обнаружения препятствий включает в себя три излучателя света согласно типовому варианту осуществления;

ФИГ. 4D - вид, иллюстрирующий диапазон обзора робота-уборщика, когда модуль обнаружения препятствий включает в себя четыре излучателя света согласно типовому варианту осуществления;

10 ФИГ. 5А - вид, иллюстрирующий приемник света, включенный в состав модуля обнаружения препятствий согласно типовому варианту осуществления, и изображение, принимаемое приемником света;

ФИГ. 5В - вид, иллюстрирующий первый пример отражающего зеркала, включенного в состав приводимого в качестве примера приемника света в модуле обнаружения препятствий согласно типовому варианту осуществления, и изображение, принимаемое отражающим зеркалом;

15 ФИГ. 5С - вид, иллюстрирующий второй пример отражающего зеркала, включенного в состав приводимого в качестве примера приемника света в модуле обнаружения препятствий согласно типовому варианту осуществления, и изображение, принимаемое отражающим зеркалом;

20 ФИГ. 5D - вид, иллюстрирующий третий пример отражающего зеркала, включенного в состав приводимого в качестве примера приемника света в модуле обнаружения препятствий согласно типовому варианту осуществления, и изображение, принимаемое отражающим зеркалом;

25 ФИГ. 5Е - вид, иллюстрирующий четвертый пример отражающего зеркала, включенного в состав приводимого в качестве примера приемника света в модуле обнаружения препятствий согласно типовому варианту осуществления, и изображение, принимаемое отражающим зеркалом;

30 ФИГ. 5F - вид, иллюстрирующий пятый пример отражающего зеркала, включенного в состав приводимого в качестве примера приемника света в модуле обнаружения препятствий согласно типовому варианту осуществления, и изображение, принимаемое отражающим зеркалом;

35 ФИГ. 6А - вид, иллюстрирующий другой пример приемника света в модуле обнаружения препятствий согласно типовому варианту осуществления;

ФИГ. 6В - вид, соответствующий области F на фиг. 6А;

ФИГ. 6С - вид сечения по линии G-G' на фиг. 6А;

40 ФИГ. 6D - вид, иллюстрирующий диапазон обзора робота-уборщика, включающего в себя приводимый в качестве примера приемник света согласно типовому варианту осуществления на фиг. 6А;

ФИГ. 6Е - график, поясняющий определение расстояния до препятствия роботом-уборщиком, который включает в себя другой пример приемника света в модуле обнаружения препятствий согласно типовому варианту осуществления;

45 ФИГ. 7А - вид, иллюстрирующий первую приводимую в качестве примера широкоугольную линзу, включенную в состав модуля обнаружения препятствий, согласно типовому варианту осуществления;

ФИГ. 7В - вид, иллюстрирующий рассеяние плоского света, выходящего из первой приводимой в качестве примера широкоугольной линзы, включенной в состав модуля

обнаружения препятствий, согласно типовому варианту осуществления;

ФИГ. 7С - вид, иллюстрирующий состояние, в котором первая широкоугольная линза согласно типовому варианту осуществления установлена в модуле обнаружения препятствий.

5 ФИГ. 7D - вид, иллюстрирующий вторую широкоугольную линзу, включенную в состав модуля обнаружения препятствий согласно типовому варианту осуществления;

ФИГ. 7E - вид, иллюстрирующий рассеяние плоского света, выходящего из второй широкоугольной линзы, включенной в состав модуля обнаружения препятствий, согласно типовому варианту осуществления;

10 ФИГ. 7F - вид, иллюстрирующий третью широкоугольную линзу, включенную в состав модуля обнаружения препятствий, согласно типовому варианту осуществления;

ФИГ. 7G - вид, иллюстрирующий рассеяние плоского света, выходящего из третьей широкоугольной линзы, включенной в состав модуля обнаружения препятствий, согласно типовому варианту осуществления;

15 ФИГ. 8A - вид в перспективе в разобранном состоянии, представляющий четвертую широкоугольную линзу, включенную в состав модуля обнаружения препятствий, согласно типовому варианту осуществления;

ФИГ. 8B - вид в перспективе, представляющий четвертую широкоугольную линзу, включенную в состав модуля обнаружения препятствий, согласно типовому варианту осуществления;

20 ФИГ. 8C - вид, иллюстрирующий рассеяние плоского света, выходящего из четвертой широкоугольной линзы, включенной в состав модуля обнаружения препятствий, согласно типовому варианту осуществления;

ФИГ. 8D - вид, иллюстрирующий состояние, в котором четвертая широкоугольная линза согласно типовому варианту осуществления установлена в модуле обнаружения препятствий.

ФИГ. 9A - вид, представляющий прорезь, способную регулировать толщину плоского света, когда используется одна из первой до третьей широкоугольных линз, согласно типовому варианту осуществления;

30 ФИГ. 9B - вид, представляющий прорезь, способную регулировать толщину плоского света, когда используется четвертая широкоугольная линза, согласно типовому варианту осуществления;

ФИГ. 10A - вид, представляющий результаты обнаружения препятствий, которые получены при большом размере прорези в модуле обнаружения препятствий, согласно типовому варианту осуществления;

35 ФИГ. 10B - вид, представляющий результаты обнаружения препятствий, которые получены при малом размере прорези в модуле обнаружения препятствий, согласно типовому варианту осуществления;

40 ФИГ. 11 - схематическое изображение, иллюстрирующее соотношение между каждым составляющим элементом модуля обнаружения препятствий и препятствием для вычисления расстояния до препятствия, согласно типовому варианту осуществления;

ФИГ. 12A - вид сверху модуля обнаружения препятствий, соответствующего типовому варианту осуществления, и препятствий;

45 ФИГ. 12B - вид сбоку модуля обнаружения препятствий, соответствующего типовому варианту осуществления, и препятствий;

ФИГ. 12C - вид изображений, принятых датчиком изображений в модуле обнаружения препятствий, согласно типовому варианту осуществления;

ФИГ. 13A - вид сверху множества излучателей света, которые включены в состав

модуля обнаружения препятствий, когда они установлены в позициях, имеющих разные уровни, согласно типовому варианту осуществления, и препятствия;

ФИГ. 13В - вид сбоку множества излучателей света, которые включены в состав модуля обнаружения препятствий, когда они установлены в позициях, имеющих разные уровни, согласно типовому варианту осуществления, и препятствия;

ФИГ. 13С - вид плоского света, принятого датчиком изображений в форме изображения после излучения от каждого из множества излучателей света, включенных в состав модуля обнаружения препятствий и установленных на разных уровнях, и отражения препятствием, согласно типовому варианту осуществления;

ФИГ. 14 - вид сверху множества излучателей света, включенных в состав модуля обнаружения препятствий, когда они установлены в разных позициях, согласно типовому варианту осуществления;

ФИГ. 15А - вид сбоку, иллюстрирующий расположение, в котором вторая широкоугольная линза расположена вертикально, чтобы позволить модулю обнаружения препятствий обнаруживать точку падения, согласно типовому варианту осуществления;

ФИГ. 15В - вид сбоку, иллюстрирующий расположение, в котором четвертая широкоугольная линза расположена вертикально, чтобы позволить модулю обнаружения препятствий обнаруживать точку падения, согласно типовому варианту осуществления;

ФИГ. 16А - изображение состояния, в котором модуль обнаружения препятствий излучает плоский свет при отсутствии точки падения, согласно типовому варианту осуществления;

ФИГ. 16В - вид, иллюстрирующий изображение плоского света, принятое датчиком изображений после отражения от пола при отсутствии точки падения, согласно типовому варианту осуществления;

ФИГ. 17А - изображение состояния, в котором модуль обнаружения препятствий излучает плоский свет, когда существует точка падения, согласно типовому варианту осуществления;

ФИГ. 17В - вид, иллюстрирующий изображение плоского света, принятое датчиком изображений после отражения от пола, когда существует точка падения, согласно типовому варианту осуществления.

ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЫЙ ВАРИАНТ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Типовой вариант осуществления, описанный в настоящем описании, и конфигурации, показанные на чертежах, приведены просто в качестве примера, и возможны их различные модификации. Далее будут подробно рассмотрены варианты осуществления, примеры которых представлены на прилагаемых чертежах, на которых все подобные элементы обозначены одинаковыми ссылочными позициями.

Ниже варианты осуществления будут описаны со ссылками на прилагаемые чертежи.

На фиг. 1 в общем виде представлен робот-уборщик, включающий в себя модуль обнаружения препятствий согласно типовому варианту осуществления.

Как показано на фиг. 1, робот-уборщик согласно типовому варианту осуществления, обозначенный ссылочной позицией "1", является устройством для автоматического очищения зоны, которую он будет очищать засасыванием сорных веществ, таких как пыль, с пола очищаемой зоны, автоматически передвигаясь вокруг очищаемой зоны без управления пользователем. Робот-уборщик 1 обнаруживает препятствие или стену, которые расположены внутри подлежащей очищению зоны, посредством различных датчиков или подобных устройств. Основываясь на полученных результатах, робот-

уборщик 1 управляет путем своего передвижения и своей очищающей работой.

Конкретно, робот-уборщик 1 излучает плоский свет, передвигаясь внутри помещения, и обнаруживает препятствия, встречающиеся на его пути, вдоль которого излучается плоский свет. “Плоский свет” означает тонкие световые лучи, распространяющиеся
5 в разных направлениях в одной и той же плоскости, будучи излученными источником света, как будет описано ниже.

Робот-уборщик 1 оснащен модулем обнаружения препятствий (не показан) и, как таковой, может “ощупывать” зону вокруг себя во всех направлениях или в широкой веерообразной зоне. Основываясь на считанных результатах модуля обнаружения
10 препятствий, робот-уборщик 1 может определить расстояние до препятствия, присутствующего в зоне, положение препятствия, высоту препятствия, форму препятствия и точку падения. Основываясь на результатах этого определения, робот-уборщик 1 может определить окружающую обстановку в подлежащей очищению зоне и может затем выполнить операцию очищения для этой зоны.

На фиг. 2А представлена блок-схема, иллюстрирующая конфигурацию системы управления робота-уборщика, который включает в себя модуль обнаружения
15 препятствий, согласно типовому варианту осуществления. На фиг. 2В показан вид в перспективе робота-уборщика, включающего в себя модуль обнаружения препятствий, согласно типовому варианту осуществления. На фиг. 2С показан вид сзади робота-уборщика, включающего в себя модуль обнаружения препятствий, согласно типовому
20 варианту осуществления. На фиг. 2D показан вид в перспективе, иллюстрирующий модуль обнаружения препятствий согласно типовому варианту осуществления.

Как показано на фиг. 2А-2D, робот-уборщик 1 включает в себя корпус 20, определяющий внешний вид робота-уборщика 1. Робот-уборщик 1 также включает в
25 себя чистящее устройство для очищения пространства, подлежащего очищению (которое именуется далее “очищаемым пространством”), устройство 40 передвижения для передвижения робота-уборщика 1, устройство 12 ввода/вывода для приема рабочих команд для робота-уборщика 1 и для отображения на дисплее информации, относящейся
30 к работе робота-уборщика 1, устройство 13 обнаружения положения для обнаружения положения робота-уборщика 1 в очищаемом пространстве, устройство 14 обнаружения препятствий для обнаружения препятствия, расположенного в очищаемом пространстве, устройство 15 обнаружения подъема для обнаружения подъема робота-уборщика 1 относительно пола очищаемого пространства, устройство 16 обнаружения рабочего
35 состояния для обнаружения передвижения робота-уборщика 1, приводное устройство 17 для приведения в действие устройства 40 передвижения и чистящего устройства 30, запоминающее устройство 18 для запоминания различных данных, устройство 18 питания для подачи электропитания на робот-уборщик 1 и устройство 11 управления для управления составляющими элементами робота-уборщика 1.

Чистящее устройство 30 включает в себя главное щеточное устройство 31 для
40 сметания пыли, присутствующей на полу, с тем чтобы направить сметаемую пыль в засасывающее отверстие, и боковые щеточные устройства 32а и 32b для очищения зоны, прилегающей к стене и углам.

Главное щеточное устройство 31 может быть установлено в отверстии 33, образованном на дне корпуса 20, для сметания пыли, накопленной на полу, на котором
45 располагается корпус 20. Отверстие 33 может быть образовано на участке дна корпуса 20, смещенном от центральной зоны корпуса 20 в заднем направлении R. Отверстие 33 может использоваться в качестве заборника пыли, в который вводится пыль. Главное щеточное устройство 31 может включать в себя вал 31а и главную щетку 31b,

наклеенную на наружную поверхность вала 31a.

Вал 31a обеспечивает вращение главной щетки 31b. Когда вал 31a вращается, главная щетка 31b сметает пыль, накопленную на полу, так что сметенная пыль направляется в заборник 33 пыли. В этом случае вал 31a может быть выполнен в виде жесткого
5 стального тела, а главная щетка 31b может изготавливаться из различных материалов, обладающих эластичностью. Конечно, варианты осуществления не ограничиваются такими материалами.

Хотя это не показано, чистящее устройство 30 может включать в себя вентиляционное устройство (не показано), расположенное в отверстии 33, для генерации засасывающей
10 силы. Функция вентиляционного устройства заключается в перемещении пыли, поступившей в заборник пыли, в пылесборник (не показан).

Устройство 40 передвижения включает в себя ходовые колеса 41 и 42 для передвижения корпуса 20 в соответствии с сигналом управления движением и ролик 43, позволяющий корпусу 20 сохранять устойчивое положение при повороте в
15 соответствии с направлением движения робота-уборщика 1.

Например, два ходовых колеса 41 и 42 могут быть центрально расположены в симметричном порядке на противоположных сторонах дна корпуса 20, соответственно. Ходовые колеса 41 и 42 могут выполнять операции передвижения, включающие в себя
20 передвижение вперед, передвижение назад и поворот, под управлением приводной схемы во время выполнения роботом-уборщиком 1 очищающей операции.

Ролик 43 может быть установлен на переднем краевом участке дна корпуса 20, если смотреть на это, основываясь на направлении передвижения.

Ходовые колеса 41 и 42, и ролик 43 могут быть выполнены в виде единого съемного узла, устанавливаемого на корпусе 20.

Устройство 12 ввода/вывода обеспечено на верхней поверхности корпуса 20 робота. Устройство 12 ввода/вывода включает в себя множество рабочих кнопок 81 для ввода
25 пользователем рабочих команд в робот-уборщик и дисплей 82 для воспроизведения информации, относящейся к работе робота-уборщика, например, такой информации, как работает ли робот-уборщик 1, информации о режиме движения, и т.п. Мембранные
30 выключатели могут использоваться в качестве рабочих кнопок 81. В качестве дисплея 82 может использоваться жидкокристаллический (LCD) дисплей или светодиодный (LED) дисплей.

Устройство 13 обнаружения положения может включать в себя верхний модуль 70 камеры для получения верхнего изображения для робота-уборщика 1, а именно,
35 изображения потолка в очищаемом пространстве. Например, когда робот-уборщик 1 передвигается в произвольном направлении при условии отсутствия заданного пути, вдоль которого передвигается робот-уборщик, то есть когда робот-уборщик 1
передвигается, используя модуль обнаружения препятствий, он может передвигаться в пределах очищаемого пространства, используя модуль обнаружения препятствий. В
40 этом случае устройство 13 обнаружения положения может фотографировать верхнее изображение для робота-уборщика 1, используя верхний модуль 70 камеры для генерации информации, относящейся к положению робота-уборщика 1. Устройство 14
обнаружения препятствий включает в себя модуль 100 обнаружения препятствий для излучения плоского света в переднем или боковом направлении относительно робота-
45 уборщика 1 и последующего обнаружения отраженного света, отражаемого от препятствия, для обнаружения препятствия.

Как показано на фиг. 2D, модуль 100 обнаружения препятствий установлен на передней стороне робота-уборщика 1. Конечно, когда в роботе-уборщике 1 установлено

множество модулей 100 обнаружения препятствий, их позиции установки могут включать в себя позицию, отличающуюся от передней стороны робота 1.

Модуль 100 обнаружения препятствий будет подробно описан ниже.

5 Устройство 15 обнаружения подъема может включать в себя модуль датчика отделения (не показан) для обнаружения отделения ходовых колес 41 и 42. Говоря
подробно, когда робот-уборщик 1 отделяется от пола очищаемого пространства,
ходовые колеса 41 и 42 могут быть отделены от их первоначального положения. В этом
случае модуль обнаружения отделения обнаруживает отделение ходовых колес 41 и
42. Как будет описано ниже, когда подъем робота-уборщика 1 обнаруживается
10 устройством 15 обнаружения подъема, робот-уборщик 1 выключает источник света
(не показан), включенный в состав модуля обнаружения препятствий (не показан).

Устройство 16 обнаружения рабочего состояния может включать в себя акселерометр
(не показан), гиродатчик, или тому подобное, для обнаружения поступательного
перемещения и поворота чистящего устройства 30. Устройство 16 обнаружения рабочего
15 состояния генерирует информацию, относящуюся к передвижению робота-уборщика
1. Возбуждающее устройство источника света, которое включено в состав модуля
обнаружения препятствий, работает, основываясь на этой информации передвижения.
Например, когда возбуждающее устройство источника света, которое будет описано
ниже, принимает сигнал передвижения от устройства 16 обнаружения рабочего
20 состояния, оно может включить источник света. С другой стороны, когда возбуждающее
устройство источника света принимает сигнал останова, оно может выключить источник
света.

Запоминающее устройство 18 может включать в себя энергонезависимое
запоминающее устройство (не показано), такое как магнитный диск или жесткий диск,
25 для постоянного запоминания программ и данных управления с целью управления
работой робота-уборщика 1, и энергозависимое запоминающее устройство (не
показано), такое как D-RAM или S-RAM, для временного запоминания данных,
генерируемых в процессе управления работой робота-уборщика 1.

Устройство 19 питания включает в себя батарею 50 для подачи электропитания на
30 составляющие элементы робота-уборщика 1.

Батарея 50 может быть перезаряжаемой аккумуляторной батареей. Когда корпус
20 подсоединяется к зарядному устройству или загрузочной станции (не показана) после
завершения очищающей операции, на батарею 50 может подаваться электропитание
от загрузочной станции для ее зарядки.

35 Функция устройства 11 управления заключается в том, чтобы управлять приведением
в действие робота-уборщика 1, основываясь на результатах, полученных модулем 100
обнаружения препятствий в роботе-уборщике 1. Например, устройство 11 управления
может устанавливать путь передвижения, основываясь на информации, касающейся
окружающей среды робота-уборщика 1, а именно, информации по обнаружению
40 препятствий, и может генерировать сигнал управления приводом для управления
операциями, относящимся к передвижению и очищающим операциям робота-уборщика
1.

В этом случае информация по обнаружению препятствий может включать в себя
расстояние от корпуса 20 до обнаруженного препятствия, положение препятствия,
45 высоту препятствия, форму препятствия, точку падения, и т.п. Информация по
обнаружению препятствий может быть принятой от модуля 100 обнаружения
препятствий или непосредственно генерируемой от устройства 11 управления.

Выше была описана конфигурация робота-уборщика 1. Далее будет описан модуль

обнаружения препятствий, включенный в состав робота-уборщика 1.

На фиг. 3А представлена блок-схема конфигурации системы управления для модуля обнаружения препятствий согласно типовому варианту осуществления.

5 Как показано на фиг. 3А, модуль 100 обнаружения препятствий может включать в себя по меньшей мере один излучатель 110 света для рассеяния света, исходящего от источника 112 света, с тем чтобы излучать плоский свет, приемник 120 света для приема отраженного света, отражаемого от препятствия, с тем чтобы генерировать электрический сигнал изображения, и контроллер 130 обнаружения препятствий.

10 Источник 112 света включен в состав излучателя 110 света. Излучатель 110 света может дополнительно включать в себя возбуждающее устройство 113 источника света, чтобы приводить в действие источник 112 света.

15 Функцией источника 112 света является излучение света. Источник 112 света может быть лазерным диодом (LD), светоизлучающим диодом (LED) или подобным источником. Свет, испускаемый источником 112 света, может включать в себя невидимый инфракрасный свет, видимый свет, и т.п. Источник 112 света может генерировать свет, имеющий форму лучей, распространяющихся в одном направлении.

20 Возбуждающее устройство 113 источника света может побуждать источник 112 света испускать свет в соответствии с сигналом управления светом от контроллера 130 обнаружения препятствий, и может принимать по принципу обратной связи интенсивность излученного света, используя фотодиод (не показан) или подобный элемент.

25 Приемник 120 света может включать в себя оптический механизм 121 для изменения пути отраженного света, отражаемого от препятствия, оптический датчик 123 для приема прошедшего по измененному пути отраженного света и, таким образом, для генерации электрического сигнала изображения, и схему 124 обработки сигналов для приема электрического сигнала и последующего преобразования принятого сигнала в цифровой сигнал. Конечно, когда оптический датчик 123 имеет функцию преобразования электрического сигнала изображения в цифровой сигнал, приемник 120 света может обходиться без схемы 124 обработки сигналов.

30 Оптический механизм 121 изменяет путь прохождения отраженного света, отражаемого от препятствия, так, что отраженный свет направляется в оптический датчик 123, который будет описан ниже. В качестве оптического механизма 121 могут быть использованы либо зеркало, либо линза, либо призма полного отражения, и т.п., которые могут изменять путь прохождения света.

35 Например, когда используется зеркало в качестве оптического механизма 121, оптический механизм 121 еще раз отражает отраженный свет, который отражен от препятствия, таким образом, что отраженный свет направляется в оптический датчик. С другой стороны, когда используется линза в качестве оптического механизма 121, оптический механизм 121 преломляет отраженный свет, который отражен от 40 препятствия, таким образом, что отраженный свет направляется в оптический датчик. Помимо того, когда призма полного отражения используется в качестве оптического механизма 121, оптический механизм 121 отражает или преломляет отраженный свет, который отражен от препятствия, таким образом, что отраженный свет направляется в оптический датчик.

45 Фильтр может быть нанесен на поверхность оптического механизма 121 или оптического датчика 123 в приемнике 120 света, чтобы позволить свету, имеющему длину волны плоского света, проходить через оптический механизм 121. В этом случае свет, отличающийся от отраженного света, генерируемого в соответствии с отражением

от препятствия плоского света, исходящего от излучателя 110 света, может быть исключен.

5 Оптический датчик 123 принимает отраженный свет, который отражен от препятствия, и, таким образом, генерирует аналоговый или цифровой сигнал. Например, в качестве оптического датчика 123 может быть использован датчик изображений. Датчик изображений может включать в себя фотодиодный датчик для обнаружения интенсивности отраженного света, датчик изображений с комплементарной структурой “металл-оксид-полупроводник” (MOS) для получения изображения, основываясь на отраженном свете, или датчик изображений на приборах с обратной связью (CCD).

10 Отраженный свет, отражаемый от препятствия, будучи излученным излучателем 110 света, падает на оптический датчик 123 через оптический механизм 121. Падающий свет преобразуется в электрический сигнал изображения в оптическом датчике 123. Когда датчик изображений используется как оптический датчик 123, приемник 120 света может дополнительно включать в себя оптическую линзу (не показана),
15 расположенную между оптическим механизмом 121 и оптическим датчиком 123, будучи при этом отнесенной от оптического механизма 121 на заданное расстояние, чтобы позволить отраженному свету проходить через нее. Говоря более подробно, оптическая линза (не показана) концентрирует отраженный свет, проходящий по измененному оптическим механизмом 121 пути, так, чтобы сфокусировать изображение на оптический
20 датчик 123. Оптическая линза (не показана) может быть выпуклой линзой.

Схема 124 обработки изображений может преобразовывать аналоговый сигнал, принятый от оптического датчика 123, в цифровой сигнал и может преобразовывать формат сигнала. Схема 124 обработки изображений может включать в себя аналого-цифровой (A/D) преобразователь (не показан) для преобразования аналогового сигнала
25 в цифровой сигнал.

Например, когда описанный выше датчик изображений используется в качестве оптического датчика 123, схема 124 обработки изображений может преобразовывать формат изображения, принятого датчиком изображений, так, чтобы преобразованный формат соответствовал желаемому бытовому прибору. Схема 124 обработки
30 изображений может преобразовывать формат изображения в особый формат, такой как JPEG или MPEG в соответствии с характеристиками и требованиями бытового прибора (например, робота-уборщика).

Контроллер 130 обнаружения препятствий может генерировать оптические сигналы управления для управления включением/выключением источника 112 света, и может
35 генерировать информацию по обнаружению препятствий, основываясь на сигнале изображения, поданном на контроллер 130 обнаружения препятствий. Например, информация по обнаружению препятствий может включать в себя расстояние от корпуса до обнаруженного препятствия, положение препятствия, высоту препятствия, форму препятствия, точку падения, и т.п.

40 Контроллер 130 обнаружения препятствий может выполнять модуляцию частоты, продолжительности включения и интенсивности, основываясь на интенсивности света, принятой от фотодетектора (не показан), и может передавать сигнал управления, соответствующий модуляции, в возбуждающее устройство 113 источника света для испускания света, имеющего частоту, продолжительность включения и интенсивность,
45 желаемые пользователем. Например, контроллер 130 обнаружения препятствий может управлять интенсивностью света через средство управления, такое как широтно-импульсная модуляция (PWM).

Контроллер 130 обнаружения препятствий не обязательно должен быть единственным

модулем, в котором контроллер 130 обнаружения препятствий физически соединяется с излучателем 110 света и приемником 120 света. Другие устройства, в которые модуль 100 обнаружения препятствий может вставляться, такие как центральный процессор (CPU) или устройство управления многопунктовой связью (MCU), могут использоваться
5 в качестве контроллера 130 обнаружения препятствий.

Источник 112 света в модуле 100 обнаружения препятствий может генерировать плоский свет. Альтернативно излучатель 110 света может включать в себя множество источников 112 света для генерации плоского света.

Ниже будет описан способ генерации плоского света в модуле 100 обнаружения
10 препятствий.

На фиг. 3В представлен вид, иллюстрирующий пример, в котором модуль обнаружения препятствий генерирует плоский свет в соответствии с типовым вариантом осуществления. На фиг. 3С представлен вид, иллюстрирующий пример, в котором
15 модуль обнаружения препятствий генерирует плоский свет в соответствии с типовым вариантом осуществления.

Как показано на фиг. 3В применительно к случаю, в котором излучатель 110 света включает в себя один источник 112 света для генерации плоского света, модуль 100
20 обнаружения препятствий может генерировать веерообразную форму плоского света за счет отражения света, излучаемого источником 112 света, зеркалом или преломления света через линзу. Например, излучатель 110 света может генерировать веерообразный плоский свет, используя коническое зеркало для отражения падающего света, с тем чтобы широко рассеять свет, или широкоугольную линзу, чтобы широко рассеять свет.

С другой стороны, на фиг. 3С применительно к случаю, в котором излучатель 110
25 света включает в себя множество источников 112 света для генерации плоского света, источники 112 света плотно распределены по передней стороне робота-уборщика 1, так что множество лучей, исходящих от источников 112 света, перекрываются друг с другом с целью образования плоского света.

Ниже будет описана генерация модулем 100 обнаружения препятствий плоского
30 света веерообразной или полукруглой формы посредством преломления света, излучаемого источником 112 света, используя широкоугольную линзу, как показано на фиг. 3В.

На фиг. 4А представлено изображение, иллюстрирующее внешний вид модуля
обнаружения препятствий согласно типовому варианту осуществления.

Когда один излучатель 110 света и один приемник 120 света выполнены как единое
35 целое, они могут быть расположены на основании 100b. В этом случае излучатель 110 света может находиться перед приемником 120 света. Излучатель 110 света может располагаться внутри корпуса 100а излучателя света. Приемник 120 света может быть подсоединен к стойке 100с, чтобы приемник 120 света поддерживался сцепляющим элементом 100е.

Конечно, конфигурация, показанная на фиг. 4А, является примером осуществления
40 модуля 100 обнаружения препятствий, и не ограничивается той, что показана на фиг. 4А. То есть излучатель 110 света может располагаться под основанием 100b, а приемник 120 света может располагаться над основанием 100b. Альтернативно излучатель 110 света и приемник 120 света могут располагаться в одной и той же позиции.

Конечно, когда модуль 100 обнаружения препятствий устанавливается в роботе 1,
45 важно насколько возможно уменьшить размер модуля 100 обнаружения препятствий. Может оказаться возможным уменьшить высоту модуля 100 обнаружения препятствий, располагая излучатель 110 света впереди приемника 120 света. В этом случае приемник

120 света может располагаться на уровне, который выше уровня излучателя 110 света. В соответствии с этим, даже когда излучатель 110 света располагается впереди приемника 120 света, отраженный свет, отражаемый от препятствия, может полностью передаваться в приемник 120 света, не преграждаясь излучателем 110 света.

5 Хотя в иллюстрируемом случае модуль обнаружения препятствий включает в себя интегральную структуру из одного излучателя света и одного приемника света, излучатель света и приемник света могут быть отделены друг от друга. Альтернативно модуль обнаружения препятствий может включать в себя множество излучателей света или множество приемников света. Другими словами, излучатель света и приемник света
10 могут располагаться в разных позициях, так что они могут быть независимы друг от друга.

На фиг. 4В представлен вид, иллюстрирующий диапазон обзора робота-уборщика, когда два излучателя света, включенные в состав модуля обнаружения препятствий, установлены в разных позициях согласно типовому варианту реализации.

15 Как показано на фиг. 4В, модуль 100 обнаружения препятствий может включать в себя два излучателя 110а и 110б света, расположенных в разных позициях, и один приемник 120 света. Два излучателя 110а и 110б света могут иметь разные установочные позиции на роботе-уборщике или разные уровни относительно пола.

В этом случае может быть возможным обнаружение препятствий, находящихся на
20 разных уровнях, путем расположения множества излучателей 110а и 110б света на разных уровнях или расположения множества излучателей 110а и 110б света наклонно. Когда излучатели 110а и 110б света и приемник 120 света располагаются в разных позициях без выравнивания по вертикали, может оказаться возможным обнаруживать препятствия, расположенные на различных уровнях, не увеличивая высоту модуля 100
25 обнаружения препятствий.

На фиг. 4С представлен вид, иллюстрирующий диапазон обзора робота-уборщика, когда модуль обнаружения препятствий включает в себя три излучателя света согласно типовому варианту осуществления.

30 Как показано на фиг. 4С, модуль 100 обнаружения препятствий может включать в себя три излучателя 110а, 110б и 110с света, расположенных в разных позициях на роботе-уборщике 1. Когда используются три излучателя 110а, 110б и 110с света, способные рассеивать плоский свет в секторе 120° , может стать возможным получение такого же эффекта, как в случае, в котором используется один излучатель света, способный рассеивать свет в секторе 220° .

35 В этом случае первый излучатель 110а света может устанавливаться впереди приемника света, установленного на передней стороне робота 1, будучи приспособленным для рассеяния плоского света в переднем направлении. Второй излучатель 110б света устанавливается смещенным от первого излучателя 110а света влево на заданное расстояние, будучи приспособленным для рассеяния плоского света
40 в направлении, образующим заданный угол относительно передней стороны робота 1. С другой стороны, третий излучатель 110с света устанавливается смещенным от первого излучателя 110а света вправо на заданное расстояние, будучи приспособленным для рассеяния плоского света в направлении, образующим заданный угол относительно передней стороны робота 1.

45 В этом случае зоны рассеяния плоского света от первого излучателя 110а света, второго излучателя 110б света и третьего излучателя 110с света могут частично перекрываться друг с другом. Дополнительно первый излучателя 110а света, второй излучатель 110б света и третий излучатель 110с света могут располагаться таким

образом, чтобы свести к минимуму мертвую зону, которая может не восприниматься роботом 1, учитывая позиционные характеристики первого излучателя 110a света, второго излучателя 110b света и третьего излучателя 110c света.

На фиг. 4D представлен вид, иллюстрирующий диапазон обзора робота-уборщика, когда модуль обнаружения препятствий включает в себя четыре излучателя света согласно типовому варианту осуществления.

На фиг. 4D показаны четыре излучателя 110a, 110b, 110c и 110d света, расположенные в разных позициях на роботе 1. Когда используются четыре излучателя 110a, 110b, 110c и 110d света, способные рассеивать свет в секторе 120° , может стать возможным рассеяние плоского света по более широкой зоне, чем в случае, когда используется один излучатель света, способный рассеивать свет в секторе 220° .

В этом случае пара излучателей света, а именно, первый излучатель 110a света и второй излучатель 110b света устанавливаются смещенными на заданное расстояние влево от приемника 120 света, установленного на передней стороне робота 1, будучи ориентированными в разных направлениях, образующих заданный угол между ними. Другая пара излучателей света, а именно, третий излучатель 110c света и четвертый излучатель 110d света устанавливаются смещенными на заданное расстояние вправо от приемника 120 света, установленного на передней стороне робота 1, будучи ориентированными в разных направлениях, образующих заданный угол между ними.

В этом случае первый излучатель 110a света и второй излучатель 110b света могут рассеивать плоский свет вперед и влево от робота 1, соответственно. С другой стороны, третий излучатель 110c света и четвертый излучатель 110d света могут рассеивать плоский свет вперед и вправо от робота 1, соответственно. В этом случае зоны рассеяния плоского света от первого излучателя 110a света, второго излучателя 110b света, третьего излучателя 110c света и четвертого излучателя 110d света могут частично перекрываться друг с другом. Дополнительно первый излучатель 110a света, второй излучатель 110b света, третий излучатель 110c света и четвертый излучатель 110d света могут располагаться таким образом, чтобы свести к минимуму мертвую зону, которая может не восприниматься роботом 1, учитывая позиционные характеристики первого излучателя 110a света, второго излучателя 110b света, третьего излучателя 110c света и четвертого излучателя 110d света. Модуль 100 обнаружения препятствий может обнаруживать препятствия, существующие вокруг робота 1, генерируя равномерно распределенный плоский свет.

Робот 1, оснащенный модулем 100 обнаружения препятствий, может обеспечивать более эффективное очищение и передвигаться в соответствии с обнаруженными препятствиями, существующими вокруг него, и использованием полученных результатов в системе управления движением.

Далее будет подробно описан приемник света.

Для лучшего понимания приемника света последующее описание будет дано применительно к случаю, в котором в качестве оптического механизма ("121" на фиг. 3A) используется отражающее зеркало для отражения по направлению к оптическому датчику ("123" на фиг. 3A) отраженного света, отражаемого препятствием.

Дополнительно приемник света будет описан применительно к случаю, в котором приемник света использует датчик изображений, и к случаю, в котором приемник света использует фотодиод. Сначала будет описан приемник света, который использует датчик изображений.

На фиг. 5A показан вид, представляющий приемник света, включенный в состав модуля обнаружения препятствий согласно типовому варианту осуществления, и

изображение, принимаемое приемником света. Как показано на фиг. 5A(a), приемник света, который обозначен ссылкой позицией "122a", включает в себя отражающее зеркало 121a для изменения пути прохождения отраженного света, отражаемого от препятствия, с тем чтобы отраженный свет направлялся в датчик 123a изображений, и оптическую линзу 122b для собирания в пучок отраженного света, путь прохождения которого изменен отражающим зеркалом 121a. Приемник света дополнительно включает в себя датчик 123a изображений для приема отраженного света, собранного в пучок оптической линзой 122b.

В качестве отражающего зеркала 121a может быть использовано коническое зеркало, чтобы изменить путь прохождения отраженного света, падающего на зеркало, в различных направлениях в сторону датчика 123a изображений. Отражающее зеркало 121a может быть расположено над датчиком 123a изображений, продолжаясь вертикально вниз, так что вершина конического отражающего зеркала будет обращена вниз в сторону датчика 123a изображений. Конечно, форма отражающего зеркала 121a не ограничивается конической формой.

Отражающее зеркало 121a может быть изготовлено из металла, такого как алюминий, или может быть выполнено в виде пластмассового корпуса с нанесением хромового (Cr) покрытия на пластмассовый корпус, чтобы добиться повышения отражательной способности поверхности отражающего зеркала 121a, которое при этом может отражать свет, отражаемый от препятствия, в направлении датчика 123a изображений без искажения.

При использовании конического зеркала в качестве отражающего зеркала 121a датчик 123a изображений может принимать изображение, показанное на фиг. 5A(b). Говоря более подробно, в центральном участке изображения, принятого датчиком 123a изображений, нет изображения, связанного с препятствием, вследствие блокировки отраженного света корпусом робота-уборщика. Принятое изображение включает в себя изображение, связанное с препятствием, будучи при этом расположенным в диапазоне позиций, отнесенном в радиальном направлении от центра принятого изображения. Изображение препятствия, расположенного в позиции близко к корпусу робота-уборщика, будучи при этом удаленным от пола очищаемого пространства на небольшую высоту, располагается в позиции близко к центру принятого изображения. С другой стороны, изображение препятствия, расположенного в позиции, удаленной от корпуса робота-уборщика, будучи при этом удаленным от пола очищаемого пространства на большую высоту, располагается в позиции близко к периферии принятого изображения. Другими словами, изображение препятствия, находящегося ближе к роботу-уборщику, располагается в позиции ближе к центру изображения, принятого датчиком 123a изображений, в то время как изображение препятствия, находящегося дальше от робота-уборщика, располагается в позиции, удаленной от центра изображения, принятого датчиком 123a изображений.

Ниже будут представлены различные конические формы отражающего зеркала 121a, и будут описаны углы обзора робота-уборщика, связанные с соответствующими коническими формами отражающего зеркала 121a, и изображения препятствий, принятые датчиком 123a изображений в связи с соответствующими коническими формами отражающего зеркала 121a.

На фиг. 5B показан вид, иллюстрирующий первый пример отражающего зеркала, включенного в состав приводимого в качестве примера приемника света в модуле обнаружения препятствий согласно типовому варианту реализации, и изображение, принимаемое отражающим зеркалом.

Как видно на фиг. 5B, отражающее зеркало, которое обозначено ссылочной позицией “121a-1”, имеет типовую коническую форму, показанную на фиг. 5B(a).

Сечение отражающего зеркала 121a-1 по линии А-А’ на фиг. 5B(a) имеет треугольную форму, как показано на фиг. 5B(b).

5 Робот-уборщик 1, в котором используется отражающее зеркало 121a-1, имеющее описанную выше коническую форму, имеет веерообразный диапазон обзора, как показано на фиг. 5B(c). Говоря подробно, робот-уборщик 1 может иметь угол обзора от 100° до 150° в направлениях влево и вправо по отношению к передней стороне
10 робота-уборщика, где расположен приемник 120a света, включающий себя отражающее зеркало 121a-1. Другими словами, робот-уборщик 1 может в целом иметь угол обзора от 200° до 300°. Поскольку корпус робота-уборщика 1 блокирует поле обзора приемника 120a света, может оказаться невозможным обеспечивать угол обзора 360°. Угол обзора робота-уборщика 1 может изменяться в соответствии с позицией приемника 120a света. Например, когда устанавливается приемник 120a света, выступающий из корпуса
15 робота-уборщика 1, может быть обеспечен широкий угол обзора. С другой стороны, когда приемник 120a располагается внутри корпуса робота-уборщика 1, угол обзора может быть более узким.

Кроме того, робот-уборщик 1 может обеспечивать заданное расстояние d обзора. Расстояние d обзора робота-уборщика 1 может изменяться в соответствии с
20 разрешающей способностью датчика 123a изображений, материалом отражающего зеркала 121a-1 и формой отражающего зеркала 121a-1, а именно, углом боковой поверхности конической формы. Датчик 123a изображений, включенный в состав робота-уборщика 1, использующего отражающее зеркало 121a-1, может принимать веерообразное изображение, как показано на фиг. 5B(d). Говоря подробно, как показано
25 на фиг. 5B(d), может стать возможным получение изображения, которое имеет форму, подобную форме диапазона обзора робота-уборщика 1. Может быть также возможным получение четкого изображения препятствия, сформированного в позиции, соответствующей позиции препятствия. Например, когда препятствие располагается в позиции, немного смещенной в направлении влево впереди робота-уборщика 1, как
30 показано на фиг. 5B(c), датчик 123a изображений может принимать изображение ОI препятствия, имеющее четкую дугообразную форму в позиции, немного смещенной в направлении влево впереди робота-уборщика 1. Как будет описано ниже, основываясь на позиции принятого изображения ОI препятствия, робот-уборщик 1 может определить присутствие препятствия О и положение препятствия О.

35 На фиг. 5C показан вид, иллюстрирующий второй пример отражающего зеркала, включенного в состав приводимого в качестве примера приемника света в модуле обнаружения препятствий согласно типовому варианту реализации, и изображение, принятое отражающим зеркалом.

Как видно на фиг. 5C, отражающее зеркало, которое обозначено ссылочной позицией
40 “121a-2”, имеет форму, образованную вертикальным усечением конической формы с нижней части конической формы (называемую далее “вертикально-усеченной конической формой”), как показано на фиг. 5C(a).

Сечение отражающего зеркала 121a-2 по линии В-В’ на фиг. 5C(a) имеет срезанную под прямым углом треугольную форму, как показано на фиг. 5C(b). Робот-уборщик 1,
45 в котором используется отражающее зеркало 121a-2, имеющее вертикально-усеченную коническую форму, имеет полукруглую форму диапазона обзора, как показано на фиг. 5C(c).

Говоря более подробно, робот-уборщик 1 может иметь угол обзора 90° в

направлениях влево и вправо по отношению к передней стороне робота-уборщика 1, где расположен приемник 120а света. Другими словами, робот-уборщик 1 может в целом иметь угол обзора 180° . Это объясняется тем, что отраженный свет падает только на боковую сторону конической формы, и никакой отраженный свет не падает на заднюю поверхность отражающего зеркала 121а-2.

Кроме того, робот-уборщик может обеспечивать заданное расстояние d обзора. Как было описано выше, расстояние d обзора робота-уборщика 1 может изменяться в зависимости от разрешающей способности датчика 123а изображений, материала отражающего зеркала 121а-2 и формы отражающего зеркала 121а-2, а именно, от угла боковой поверхности конической формы.

Датчик 123а изображений, включенный в состав робота-уборщика 1, использующего отражающее зеркало 121а-2, может принимать полукруглое изображение, как показано на фиг. 5С(d).

Говоря более подробно, как показано на фиг. 5С(d), может оказаться возможным принимать изображение, имеющее форму, подобную форме диапазона обзора робота-уборщика 1. Может быть также возможным получение четкого изображения препятствия, образованного в позиции, соответствующей позиции препятствия. Например, когда препятствие находится в позиции, немного смещенной в направлении влево перед роботом-уборщиком 1, как показано на фиг. 5С(с), датчик 123а изображений может принимать изображение ОI препятствия, имеющее четкую дугообразную форму, в позиции, немного смещенной в направлении влево перед роботом-уборщиком 1.

На фиг. 5D представлен вид, иллюстрирующий третий пример отражающего зеркала, включенного в состав приводимого в качестве примера приемника света в модуле обнаружения препятствий согласно типовому варианту реализации, и изображение, принимаемое отражающим зеркалом.

Как можно увидеть на фиг. 5D, отражающее зеркало, которое обозначено ссылкой позицией "121а-3", имеет форму, образованную горизонтальным усечением конической формы с нижней части конической формы (называемую далее "горизонтально-усеченной конической формой"), как показано на фиг. 5D(a).

Сечение отражающего зеркала 121а-3 по линии С-С' на фиг. 5D(a) имеет горизонтально-усеченную форму, как показано на фиг. 5D(b). Робот-уборщик 1, в котором используется отражающее зеркало 121а-3, имеющее горизонтально-усеченную коническую форму, имеет диапазон обзора в форме срезанного кольца, как показано на фиг. 5D(с). То есть зона, очень близкая к роботу-уборщику 1, не включается в диапазон обзора робота-уборщика 1.

Говоря более подробно, робот-уборщик 1 может иметь угол обзора от 100° до 150° в направлениях влево и вправо по отношению к передней стороне робота-уборщика 1, где располагается приемник 120а света. Другими словами, робот-уборщик 1 может в целом иметь угол обзора от 200° до 300° . Поскольку корпус робота-уборщика 1 блокирует поле обзора приемника 121а света, невозможно обеспечить угол обзора 360° .

Кроме того, робот-уборщик 1 может обеспечить заданное расстояние d обзора. То есть робот-уборщик 1 имеет диапазон расстояний обзора между расстоянием $d1$ обзора, соответствующим длине боковой поверхности конической формы, и расстоянием $d2$ обзора, соответствующим длине боковой поверхности срезанного участка конической формы. Другими словами, робот-уборщик 1 имеет диапазон обзора от первого расстояния $d1$ до второго расстояния $d2$. Это объясняется тем, что отраженный свет падает на боковую поверхность отражающего зеркала 121а-3, тогда как отсутствует

отраженный свет, падающий на срезанную нижнюю поверхность отражающего зеркала 121a-3. Расстояние d обзора робота-уборщика 1 может изменяться в зависимости от разрешающей способности датчика 123a изображений, материала отражающего зеркала 121a и формы отражающего зеркала 121a, а именно, угла боковой поверхности конической формы.

Датчик 123a изображений, включенный в состав робота-уборщика 1, использующего отражающее зеркало 121a-3, может принимать изображение в форме срезанного кольца, как показано на фиг. 5D(d).

На фиг. 5E представлен вид, иллюстрирующий четвертый пример отражающего зеркала, включенного в состав приводимого в качестве примера приемника света в модуле обнаружения препятствий согласно типовому варианту реализации, и изображение, принимаемое отражающим зеркалом.

Как можно увидеть на фиг. 5E, отражающее зеркало, которое обозначено ссылкой позицией "121a-4", имеет коническую форму, имеющую выпуклую боковую поверхность (именуемую далее "выпуклой конической поверхностью"), как показано на фиг. 5E(a).

Сечение отражающего зеркала 121a-4 по линии D-D' на фиг. 5E(a) имеет выпуклую коническую форму, как показано на фиг. 5E(b).

Робот-уборщик 1, в котором используется отражающее зеркало 121a-4, имеющее выпуклую коническую форму, имеет веерообразный диапазон обзора, как показано на фиг. 5E(c). Говоря более подробно, робот-уборщик 1 может иметь угол обзора от 100° до 150° в направлениях влево и вправо по отношению к передней стороне робота-уборщика 1, где располагается приемник 120a света. Другими словами, робот-уборщик 1 может в целом иметь угол обзора от 200° до 300° . Поскольку корпус робота-уборщика 1 блокирует поле обзора приемника 121a света, невозможно обеспечить угол обзора 360° .

Кроме того, робот-уборщик 1 может обеспечить заданное расстояние d обзора. Расстояние d обзора отражающего зеркала 121a-4, имеющего описанную выше выпуклую коническую форму, большое по сравнению с отражающим зеркалом ("121a-1" на фиг. 5B), имеющим обычную коническую форму, как в случае выпуклого зеркала, имеющего более широкий диапазон обзора, чем плоское зеркало.

Датчик 123a изображений, включенный в состав робота-уборщика 1, использующего отражающее зеркало 121a-4, может принимать веерообразное изображение, как показано на фиг. 5E(d). Поскольку отражающее зеркало 121a-4, имеющее описанную выше выпуклую коническую форму, имеет более широкий диапазон обзора, чем отражающее зеркало ("121a-1" на фиг. 5B), имеющее описанную выше обычную коническую форму, изображение, принимаемое выпуклым коническим отражающим зеркалом 121a-4, может включать в себя информацию о препятствии в более широком очищаемом пространстве, чем изображение, принимаемое обычным коническим отражающим зеркалом ("121a-1" на фиг. 5B).

На фиг. 5F представлен вид, иллюстрирующий пятый пример отражающего зеркала, включенного в состав приводимого в качестве примера приемника света в модуле обнаружения препятствий согласно типовому варианту реализации, и изображение, принимаемое отражающим зеркалом.

Как можно увидеть на фиг. 5F, отражающее зеркало, которое обозначено ссылкой позицией "121a-5", имеет коническую структуру, имеющую выпуклый участок боковой поверхности, продолжающийся от вершины конической структуры до заданной высоты, и вогнутый участок боковой поверхности, продолжающийся от заданной высоты к нижней части конической структуры, как показано на фиг. 5F(a).

Сечение отражающего зеркала 121a-5 по линии E-E' на фиг. 5F(a) имеет выпуклую коническую форму, как показано на фиг. 5F(b).

Как показано на фиг. 5F(c), робот-уборщик 1, использующий отражающее зеркало 121a-5, может иметь угол обзора от 200° до 300°. Поскольку корпус робота-уборщика 1 блокирует поле обзора приемника 121a света, невозможно обеспечить угол обзора 360°.

Кроме того, робот-уборщик 1 может обеспечить заданное расстояние d обзора. Датчик 123a изображений, включенный в состав робота-уборщика 1, использующего отражающее зеркало 121a-5, может принимать веерообразное изображение, как показано на фиг. 5F(d).

На фиг. 6A представлен вид, иллюстрирующий другой пример приемника света в модуле обнаружения препятствий согласно типовому варианту осуществления. На фиг. 6B представлен вид, соответствующий зоне F на фиг. 6A. На фиг. 6C показано сечение по линии G-G' на фиг. 6A. На фиг. 6D представлен вид, иллюстрирующий диапазон обзора робота-уборщика, включающего в себя используемый в качестве примера приемник света согласно варианту осуществления на фиг. 6A.

Как показано на фиг. 6A-6D, приемник 120 света включает в себя отражающее зеркало 121b для изменения пути прохождения отраженного света, отражаемого от препятствия, множество экранов 122b для разделения отражающего зеркала 121b на множество отражающих зон 121b-1, 121b-2, 121b-3, 121b-4 и 121b-5, и множество фотодиодов 123b, установленных с обеспечением соответствия отражающим зонам 121b-1, 121b-2, 121b-3, 121b-4 и 121b-5, разделенным экранами 122b.

В качестве отражающего зеркала 121b может использоваться коническое зеркало, для того чтобы изменить путь прохождения отраженного света, падающего на зеркало, в различных направлениях в сторону датчика 123a изображений. На фиг. 6A-6D показаны конические зеркала в качестве отражающего зеркала 121b. Однако отражающее зеркало 121b не ограничивается показанными случаями. Отражающее зеркало 121b может иметь различные формы, представленные на фиг. 5B-5F.

Экраны 122b разделяют отражающее зеркало 121b на множество отражающих зон. Кроме того, робот-уборщик 1 имеет поле v120b обзора, разделенное на множество зон v120b-1, v120b-2, v120b-3, v120b-4 и v120b-5 поля обзора. Каждый экран 122b блокирует отраженный свет, падающий на отражающие зоны, которые не соответствуют надлежащей одной из зон поля обзора. Например, экраны 122b, соответствующие первой зоне v122b-1 поля обзора, позволяют отраженному свету, отражаемому от препятствия O в первом участке v120b-1 поля обзора, падать на первую отражающую зону 121b-1 на фиг. 6A, при этом препятствуя отраженному свету, отражаемому в зонах со второй v120b-2 по пятую v120b-5 поля обзора падать на первую отражающую зону 121b-1.

Каждый экран 122b может иметь трапециевидную форму, так что он может соответствовать боковой поверхности отражающего зеркала 121b, как показано на фиг. 6B. Каждый экран 122b может использовать материал, способный эффективно абсорбировать свет, для того чтобы экранировать отраженный свет, поступающий из зон поля обзора, отличающихся от соответствующей зоны поля обзора.

Установлено множество фотодиодов 123b-1, 123b-2, 123b-3, 123b-4 и 123b-5 для обеспечения соответствия надлежащим отражающим зонам 121b-1, 121b-2, 121b-3, 121b-4 и 121b-5. Фотодиоды 123b-1, 123b-2, 123b-3, 123b-4 и 123b-5 обнаруживают отраженный свет, отражаемый из соответствующих отражающих зон 121b-1, 121b-2, 121b-3, 121b-4 и 121b-5. Например, первый фотодиод 123b-1 обнаруживает количество

света, путь прохождения которого изменен первой отражающей зоной 121b-1 в отражающем зеркале 121b после отражения препятствием, расположенным в первой зоне v120b поля обзора.

5 Далее будет описано определение направления на препятствие роботом-уборщиком 1. Робот-уборщик 1 может определять направление на препятствие, основываясь на одном из фотодиодов 123b, который обнаружил отраженный свет.

Например, как показано на фиг. 6D, робот-уборщик 1 излучает плоский свет, и этот плоский свет затем отражается препятствием O, расположенным в первой зоне v120b-1 поля обзора. Отраженный свет, отражаемый препятствием O, падает на отражающее
10 зеркало 121b в приемнике 120b света.

В этом случае отраженный свет падает не только на первую отражающую зону 121b-1, соответствующую первой зоне v120b-1 поля обзора, но также он падает на отражающие зоны со второй 121b-2 по пятую 121b-5. Однако отраженный свет, падающий на отражающие зоны со второй 121b-2 по пятую 121b-5, блокируется
15 экранами 122b, соответствующими первой отражающей зоне 121b. В соответствии с этим только отраженный свет, падающий на первую отражающую зону 121b-1, отражается от отражающего зеркала 121b и затем падает на первый фотодиод 123b-1. В результате отраженный свет, отражаемый препятствием O, расположенным в первой зоне v120-1 поля обзора, обнаруживается только первым фотодиодом 123b-1.

20 Когда первый фотодиод 123b-1 обнаруживает отраженный свет, робот-уборщик 1 может определить, что препятствие O находится в первой зоне v120b-1 обзора.

Далее будет описано определение роботом-уборщиком 1 расстояния до препятствия. Расстояние до препятствия определяется, основываясь на количестве света, обнаруженного фотодиодом 123b робота-уборщика 1.

25 На фиг. 6E представлен график, поясняющий определение расстояния до препятствия роботом-уборщиком, который включает в себя другой пример приемника света в модуле обнаружения препятствий согласно типовому варианту осуществления.

Выходной сигнал I фотодиода 123b, соответствующий расстоянию d до препятствия, показан на фиг. 6E. Говоря более подробно, когда расстояние d до препятствия короче
30 заданного фокусного расстояния, входной сигнал I фотодиода 123b постепенно увеличивается в соответствии с увеличением расстояния d до препятствия.

Такое явление обусловливается характеристиками модуля обнаружения препятствий, который использует свет. Излучатель света излучает свет при условии, что свет фокусируется в позиции, отнесенной от излучателя света на predeterminedное
35 расстояние, для того чтобы обеспечить усиление восприимчивости к препятствию, расположенному в позиции, удаленной от излучателя света на predeterminedное расстояние. В этом случае приемник света обеспечивает на выходе максимальное выходное значение в ответ на свет, отраженный от препятствия, расположенного в позиции, удаленной от излучателя света на predeterminedное расстояние. В соответствии
40 с этим, фотодиод 123b обеспечивает на выходе максимальное выходное значение, когда препятствие располагается в позиции, удаленной от излучателя света на фокусное расстояние. Когда препятствие располагается в позиции, удаленной от излучателя света на расстояние короче или длиннее фокусного расстояния, выходное значение фотодиода 123b уменьшается. Благодаря таким характеристикам модуля обнаружения препятствий,
45 использующего свет, может оказаться возможным не обращать внимания на расстояния короче фокусного расстояния, располагая фотодиод 123b в позиции, отнесенной назад от самого переднего участка робота-уборщика 1 на фокусное расстояние.

Робот-уборщик 1 может определять расстояние d до препятствия, основываясь на

выходном сигнале I фотодиода 123b, соответствующем расстоянию d до препятствия, как показано на фиг. 6E. Например, когда выходной сигнал фотодиода 123b имеет первое выходное значение I1, робот-уборщик 1 может определить расстояние до препятствия как первое расстояние d1. Когда выходной сигнал фотодиода 123b имеет второе выходное значение I2, робот-уборщик 1 может определить расстояние до препятствия как второе расстояние d2. В случае же, когда выходной сигнал фотодиода 123b имеет третье выходное значение I3, робот-уборщик 1 может определить расстояние до препятствия как третье расстояние d3.

Коротко говоря, когда робот-уборщик включает в себя приемник света, использующий множество фотодиодов, он может определять направление на препятствие, основываясь на одном из фотодиодов, который обнаружил отраженный свет, и может определять расстояние до этого препятствия, основываясь на значении выходного сигнала от фотодиода.

Выше был описан приемник света в модуле обнаружения препятствий. Ниже будет описан излучатель света в модуле обнаружения препятствий.

На фиг. 7A представлен вид, иллюстрирующий пример широкоугольной линзы, включенной в состав модуля обнаружения препятствий, согласно типовому варианту реализации. На фиг. 7B представлен вид, иллюстрирующий рассеяние плоского света, исходящего из первой приводимой в качестве примера широкоугольной линзы, включенной в состав модуля обнаружения препятствий, согласно типовому варианту реализации.

Как показано на фиг. 7A и 7B, первая широкоугольная линза, которая обозначена ссылкой позицией "111a", может включать в себя прозрачный элемент, позволяющий свету, падающему на него от источника света (не показан), проходить через него.

Первая широкоугольная линза 111a может включать в себя первую рассеивающую поверхность u1 для преломления света, падающего от источника света, с тем чтобы рассеивать падающий свет в пределах первой широкоугольной линзы 111a, вторую рассеивающую поверхность u2 для преломления света, преломленного первой рассеивающей поверхностью u1, за пределы первой широкоугольной линзы 111a для генерации плоского света, и удерживающую полость u4, образованную на поверхности, противоположной первой рассеивающей поверхности u1, для удержания находящегося в ней источника света.

Например, первая широкоугольная линза 111a может включать в себя рассеяние плоского света в пределах угла 120°. В этом случае вторая рассеивающая поверхность u2 первой широкоугольной линзы 111a может иметь выпуклую форму, для того чтобы сделать более тонким плоский свет, рассеиваемый в первой широкоугольной линзе 111a.

Далее будет описан путь прохождения света в первой широкоугольной линзе 111a. Сначала свет, испускаемый источником света, преломляется первой рассеивающей поверхностью u1 первой широкоугольной линзы 111a. Преломленный свет затем рассеивается в пределах первой широкоугольной линзы 111a.

Свет, который рассеивается в различных направлениях, проходя через первую рассеивающую поверхность u1, снова рассеивается в различных направлениях, проходя через вторую рассеивающую поверхность u2. То есть свет преобразуется в плоский свет.

Описанная выше первая широкоугольная линза 111a может иметь форму, показанную на фиг. 7A. Конечно, первая широкоугольная линза 111a не ограничивается этой показанной формой. На фиг. 7C представлен вид, иллюстрирующий состояние, в котором

первая широкоугольная линза 111а, соответствующая типовому варианту осуществления, установлена в модуле обнаружения препятствий.

Как показано на фиг. 7С, источник света 112 в излучателе 110 света испускает свет в направлении, параллельном полу.

5 Первая широкоугольная линза 111а может рассеивать в направлении вперед плоский свет, генерируемый в соответствии с преломлением или отражением света, исходящего от источника 112 света. Такой плоский свет может излучаться в направлении, параллельном полу, или в направлении, наклонном по отношению к полу.

10 В результате модуль обнаружения препятствий может обнаруживать препятствие, расположенное на более высоком или более низком уровне, чем тот, когда препятствие располагается на полу.

Отраженный свет может отражаться препятствием, и отраженный свет может снова отражаться после передачи его на отражающее зеркало 121.

15 Отраженный свет, отражаемый отражающим зеркалом 121, может передаваться в оптический датчик 123.

На фиг. 7D показан вид, представляющий вторую широкоугольную линзу, включенную в состав модуля обнаружения препятствий, согласно типовому варианту реализации. На фиг. 7E показан вид, иллюстрирующий рассеяние плоского света, исходящего из второй широкоугольной линзы, включенной в состав модуля
20 обнаружения препятствий, согласно типовому варианту реализации.

Как показано на фиг. 7D и 7E, вторая широкоугольная линза, которая обозначена ссылочной позицией "111b", может включать в себя прозрачный элемент, позволяющий свету, падающему на него от источника света (не показан), проходить через него. Источник света обозначен ссылочной позицией "112". Вторая широкоугольная линза
25 111b отражает или преломляет свет, падающий от источника 112 света, генерируя тем самым плоский свет L1 и плоский свет L2. Вторая широкоугольная линза 111b может включать в себя первую рассеивающую поверхность u1 для преломления света, падающего от источника 112 света, с тем чтобы рассеивать падающий свет в пределах второй широкоугольной линзы 111b, вторую рассеивающую поверхность u2 для
30 преломления света, преломленного первой рассеивающей поверхностью u1, за пределы второй широкоугольной линзы 111b или отражения света, преломленного первой рассеивающей поверхностью u1, в направлении внутрь второй широкоугольной линзы 111b, третью рассеивающую поверхность u3 для преломления света, преломленного первой рассеивающей поверхностью u1, или света, отраженного второй рассеивающей
35 поверхностью u2, с целью генерации плоского света, и удерживающую полость u4, образованную на поверхности, противоположной первой рассеивающей поверхности u1, для удержания находящегося в ней источника 112 света.

Например, плоский свет может включать в себя первый плоский свет L1 и второй плоский свет L2. Первый плоский свет L1 генерируется как свет, преломленный первой
40 рассеивающей поверхностью u1 и снова преломленный второй рассеивающей поверхностью u2. С другой стороны, второй плоский свет L2 генерируется как свет, преломленный первой рассеивающей поверхностью u1 и отраженный второй рассеивающей поверхностью u2.

Вторая рассеивающая поверхность u2 может генерировать первый плоский свет L1
45 и второй плоский свет L2, преломляя или отражая свет.

Вторая рассеивающая поверхность u2 может включать в себя U- или V-образную вогнутую структуру, образованную на поверхности второй широкоугольной линзы 111b.

Вторая рассеивающая поверхность u_2 может включать в себя первую поверхность u_{20} , образованную на центральном участке второй рассеивающей поверхности u_2 , продолжаясь перпендикулярно к направлению вперед в форме плоской поверхности, и вторые поверхности u_{22} , имеющие криволинейную форму, образующую заданный
5 угол по отношению к первой поверхности u_{20} .

Первая поверхность u_{20} может генерировать плоский свет, преломляя свет, отраженный первой рассеивающей поверхностью u_1 , тогда как вторые поверхности u_{22} могут отражать, по направлению к третьей рассеивающей поверхности u_3 , свет, отраженный второй рассеивающей поверхностью u_2 . Диапазон рассеяния плоского
10 света может регулироваться в соответствии с заданным углом или кривизной вторых поверхностей u_{22} .

Альтернативно вторая рассеивающая поверхность u_2 или третья рассеивающая поверхность u_3 может иметь выпуклую форму для уменьшения толщины плоского света, а именно для того, чтобы сделать плоский свет более тонким.

Удерживающая полость u_4 может быть образована по центру поверхности, противоположной второй рассеивающей поверхности u_2 . В этом случае первая
15 рассеивающая поверхность u_1 может быть дополнительно образована на внутренней поверхности удерживающей полости u_4 в форме вогнутой структуры.

Ниже будет описан путь прохождения света во второй широкоугольной линзе 111b.
20 Сначала свет, исходящий от источника 112 света, преломляется первой рассеивающей поверхностью u_1 второй широкоугольной линзы 111b, проходя через первую рассеивающую поверхность u_1 . Преломленный свет рассеивается затем в пределах второй широкоугольной линзы 111b. Часть света, рассеянного в пределах второй широкоугольной линзы 111b, преломляется, проходя через вторую рассеивающую
25 поверхность u_2 , и, как таковая, может излучаться за пределы второй широкоугольной линзы 111b. Этот свет именуется первым плоским светом L1.

Когда свет проходит через вторую рассеивающую поверхность u_2 , он преломляется под углом преломления, который больше угла его падения, поскольку этот случай соответствует случаю, в котором свет падает из среды с высокой плотностью на среду
30 с низкой плотностью. В соответствии с таким преломлением преломленный свет рассеивается в различных направлениях. Часть первого плоского света L1 преломляется дважды, по той причине, что она падает на вторую широкоугольную линзу 111b, проходя через вторую рассеивающую поверхность u_2 второй широкоугольной линзы 111b, и затем излучается за пределы второй широкоугольной линзы 111b в виде первого
35 плоского света L1. В соответствии с генерацией такого первого плоского света L1 зона излучения плоского света излучателем 110 света расширяется.

Оставшаяся часть света, рассеиваемого внутрь второй широкоугольной линзы 111b, может отражаться второй рассеивающей поверхностью u_2 по направлению внутрь
40 второй широкоугольной линзы 111b.

То есть, когда свет, падающий на вторую широкоугольную линзу 111b, достигает граничной поверхности материала, обладающего меньшим коэффициентом преломления, чем вторая широкоугольная линза 111b, а именно, вторая рассеивающая поверхность
45 u_2 , свет может полностью отражаться, поскольку явление полного отражения происходит на такой поверхности.

Для обеспечения такого явления полного отражения может оказаться необходимым, чтобы угол падения света был равен или превышал критический угол. Для того чтобы
угол падения света был равен или превышал критический угол, может оказаться
необходимым регулировать коэффициент преломления материала и форму второй

широкоугольной линзы 111b.

Свет, отраженный в направлении внутрь второй широкоугольной линзы 111b второй рассеивающей поверхностью u2, преломляется, проходя через третью рассеивающую поверхность u3, и, как таковой, может излучаться за пределы второй широкоугольной линзы 111b. Этот свет именуется вторым плоским светом L2.

Например, плоский свет может рассеиваться параллельно полу в пределах заданного угла по отношению к направлению вперед (в направлении оси x) второй широкоугольной линзы 111b.

Заданный угол может составлять 110° влево или вправо относительно направления вперед (направления по оси x) второй широкоугольной линзы 111b, и при этом плоский свет может излучаться в состоянии, будучи полностью рассеянным в пределах угла 220° . Конечно, заданный угол не ограничивается приведенным в качестве примера углом.

Приводимое ниже описание будет дано применительно к случаю, в котором сумма углов, продолжающихся в левом и правом направлениях по отношению к направлению вперед (направлению по оси x) второй широкоугольной линзы 111b равна 220° .

На фиг. 7F показан вид, представляющий третью широкоугольную линзу, включенную в состав модуля обнаружения препятствий, согласно типовому варианту осуществления. На фиг. 7G представлен вид, иллюстрирующий рассеяние плоского света, исходящего из третьей широкоугольной линзы, включенной в состав модуля обнаружения препятствий, согласно типовому варианту осуществления.

Как показано на фиг. 7F и 7G, третья широкоугольная линза, обозначенная ссылкой позицией "111c", может включать в себя прозрачный элемент, позволяющий свету, падающему на него от источника света (не показан), проходить через него. Третья широкоугольная линза 111c отражает или преломляет свет, падающий от источника света, генерируя тем самым плоский свет L1 и плоский свет L2.

Третья широкоугольная линза 111c может включать в себя первую рассеивающую поверхность u1 для преломления света, падающего от источника света, с тем чтобы рассеять падающий свет в пределах третьей широкоугольной линзы 111c, вторую рассеивающую поверхность u2 для преломления света, преломленного первой рассеивающей поверхностью u1, за пределы третьей широкоугольной линзы 111c или отражения света, преломленного первой отражающей поверхностью u1, в направлении внутрь третьей широкоугольной линзы 111c, третью рассеивающую поверхность u3 для преломления света, преломленного первой рассеивающей поверхностью u1, или света, отраженного второй рассеивающей поверхностью u2, для генерации плоского света, и удерживающую полость u4, образованную на поверхности, противоположной второй рассеивающей поверхности u2, для расположения в ней источника света.

Третья широкоугольная линза 111c подобна второй широкоугольной линзе 111b за исключением того, что вторая рассеивающая поверхность u2 третьей широкоугольной линзы 111c образована волнообразными контурами, каждый из которых имеет заостренный гребень. Вследствие таких волнообразных контуров третья широкоугольная линза 111c может обеспечивать расширенный диапазон рассеяния плоского света.

На фиг. 8A представлено изображение в перспективе в разобранном виде, иллюстрирующее четвертую широкоугольную линзу, включенную в состав модуля обнаружения препятствий, согласно типовому варианту осуществления. На фиг. 8B показан вид в перспективе, представляющий четвертую широкоугольную линзу, включенную в состав модуля обнаружения препятствий, согласно типовому варианту

осуществления. На фиг. 8С представлен вид, иллюстрирующий рассеяние плоского света, исходящего от четвертой широкоугольной линзы, включенной в состав модуля обнаружения препятствий, согласно типовому варианту осуществления. На фиг. 8D представлен вид, иллюстрирующий состояние, в котором четвертая широкоугольная линза согласно типовому варианту осуществления установлена в модуле обнаружения препятствий.

Как показано на фиг. 8А-8D, четвертая широкоугольная линза, которая обозначена ссылкой позицией "111d", может генерировать плоский свет, отражая свет, испускаемый источником света. Источник света обозначен ссылкой позицией "112". Четвертая широкоугольная линза 111d может включать в себя прозрачный элемент, позволяющий свету, падающему на него от источника 112 света, проходить через него. Четвертая широкоугольная линза 111d отражает или преломляет свет, падающий от источника 112 света, генерируя тем самым плоский свет.

Четвертая широкоугольная линза 111d может включать в себя первую рассеивающую поверхность u1 для преломления света, падающего от источника 112 света, с тем чтобы рассеивать падающий свет в пределах четвертой широкоугольной линзы 111d, вторую рассеивающую поверхность u2 для отражения света, преломленного первой рассеивающей поверхностью u1, в направлении внутрь четвертой широкоугольной линзы 111d, третью рассеивающую поверхность u3 для преломления света, отраженного второй рассеивающей поверхностью u2, для генерации плоского света, и удерживающую полость u4, образованную на поверхности, противоположной второй рассеивающей поверхности u2, для удержания в ней источника света.

Вторая рассеивающая поверхность u2 может быть образована одной поверхностью четвертой широкоугольной линзы 111d, имея при этом вогнутую коническую форму.

Вторая рассеивающая поверхность u2 четвертой широкоугольной линзы 111d может быть поверхностью четвертой широкоугольной линзы 111d, образующей границу со средой, имеющей коэффициент преломления, отличающийся от коэффициента преломления четвертой широкоугольной линзы 111d.

Например, среда может быть воздухом, имеющим коэффициент преломления, соответствующий "1", или может быть материалом, имеющим более низкий коэффициент преломления, чем четвертая широкоугольная линза 111d.

Материал может быть выполнен так, чтобы быть соединенным с четвертой широкоугольной линзой 111d.

Третья рассеивающая поверхность может быть боковой поверхностью четвертой широкоугольной линзы 111d и может иметь выпуклую форму, чтобы отражать свет, отраженный второй отражающей поверхностью u2, с тем чтобы дополнительно уменьшить толщину плоского света.

Удерживающая полость u4 имеет центральную ось, выровненную с центральной осью второй рассеивающей поверхности u2. Удерживающая полость u4 может быть выполнена в центре поверхности, противоположной второй рассеивающей поверхности u2, в форме вогнутой структуры. Хотя удерживающая полость u4 показана выполненной в четвертой широкоугольной линзе 111d, она может выполняться, будучи отделенной от четвертой широкоугольной линзы 111d, с тем чтобы подсоединяться к четвертой широкоугольной линзе 111d.

Ниже будет описан путь прохождения света в четвертой широкоугольной линзе 111d. Сначала свет, исходящий от источника 112 света, преломляется первой рассеивающей поверхностью u1 четвертой широкоугольной линзы 111d, проходя через первую рассеивающую поверхность u1. Свет, выходящий от первой рассеивающей поверхности

и1, отражается затем второй рассеивающей поверхностью и2 и после этого преломляется, проходя через третью рассеивающую поверхность и3, образованную на боковой поверхности четвертой широкоугольной линзы 111d. При этом свет преобразуется в плоский свет, проходя через третью рассеивающую поверхность и3, и, как таковой, может излучаться во всех направлениях в пределах 360°.

Между тем, принцип отражения света от второй рассеивающей поверхности и2 четвертой широкоугольной линзы 111d основан на принципе полного отражения. То есть, когда свет, падающий на четвертую широкоугольную линзу 111d, достигает граничной поверхности материала, имеющего более низкий коэффициент преломления, чем четвертая широкоугольная линза 111d, а именно, второй рассеивающей поверхности и2, свет может полностью отражаться, поскольку на этой поверхности происходит явление полного отражения.

Для возникновения такого явления полного отражения может быть необходимым, чтобы угол падения света был равен или превышал критический угол. Для того чтобы угол падения был равен или превышал критический угол, может оказаться необходимой регулировка коэффициента преломления материала и высоты и радиуса второй отражающей поверхности и2, которая имеет коническую форму.

Закон Снелла применим к принципу отражения света на боковой поверхности четвертой широкоугольной линзы 111d.

Как показано на фиг. 6D, источник 112 света излучателя 110 света испускает свет в направлении, перпендикулярном полу.

Четвертая широкоугольная линза 111d может рассеивать во всех направлениях плоский свет, генерируемый в соответствии с отражением света, испускаемого источником 112 света. Такой плоский свет может излучаться в направлении, параллельном полу, или в направлении, наклонном по отношению к полу.

В результате модуль обнаружения препятствий может обнаруживать препятствие, расположенное на уровне выше или ниже уровня препятствия, расположенного на полу.

Плоский свет может отражаться препятствием, и отраженный свет может снова отражаться, будучи переданным на отражающее зеркало 121.

Когда отраженный свет LR, еще раз отраженный отражающим зеркалом 121, падает на оптическую линзу 122, он преломляется оптической линзой 122, проходя через оптическую линзу 122. Свет, выходящий из оптической линзы 122, может передаваться на оптический датчик 123.

На фиг. 9A показан вид, представляющий прорезь, способную регулировать толщину плоского света, когда используется одна из первой по третью широкоугольных линз, согласно типовому варианту осуществления. На фиг. 9B показан вид, представляющий прорезь, способную регулировать толщину плоского света, когда используется четвертая широкоугольная линза, согласно типовому варианту осуществления.

Как показано на фиг. 9A, по меньшей мере одна прорезь 114, имеющая узкий вертикальный зазор, может быть расположена перед первой, второй или третьей широкоугольной линзой 111a, 111b или 111c. Когда плоский свет, исходящий от первой, второй или третьей широкоугольной линзы 111a, 111b или 111c, проходит через прорезь 114, может создаваться более тонкий плоский свет, параллельный полу. Может оказаться возможным генерировать плоский свет, имеющий желаемую толщину, регулируя размер зазора, образованного в щели 114, имеющего обозначение "k".

Как показано на фиг. 9B, по меньшей мере одна прорезь 114, имеющая узкий вертикальный зазор, может быть расположена перед четвертой широкоугольной линзой

111d. Когда плоский свет, исходящий от четвертой широкоугольной линзы 111d, проходит через прорезь 114, может создаваться более тонкий плоский свет, параллельный полу. Может оказаться возможным генерировать плоский свет, имеющий желаемую толщину, регулируя размер k зазора, образованного в щели 114.

5 На фиг. 10А представлен вид, иллюстрирующий результаты обнаружения препятствий, полученные, когда размер прорези в модуле обнаружения препятствий большой, согласно типовому варианту осуществления. На фиг. 10В представлен вид, иллюстрирующий результаты обнаружения препятствий, полученные, когда размер прорези в модуле обнаружения препятствий небольшой, согласно типовому варианту осуществления.

10 На фиг. 10А показаны результаты обнаружения препятствий модулем 100 обнаружения препятствий при большом размере k зазора прорези 114. В этом случае можно видеть, что свет, излучаемый излучателем 110 света, толстый. С другой стороны, на фиг. 10В показаны результаты обнаружения препятствий модулем 100 обнаружения препятствий при небольшом размере k зазора прорези 114. В этом случае можно видеть, что свет, излучаемый излучателем 110 света, тонкий.

15 На фиг. 11 схематически представлено соотношение между каждым составляющим элементом модуля обнаружения препятствий и препятствием для вычисления расстояния до препятствия согласно типовому варианту осуществления.

20 Угол, образующийся между падающим светом и отраженным светом в том случае, когда плоский свет, исходящий от источника 110 света, отражается от препятствия, а именно, угол θ_i , может определяться следующим выражением 1:

[Выражение 1]

$$25 \quad \theta_i = \gamma - \xi$$

$$\xi = \frac{\pi}{2} - \phi$$

$$\gamma = \phi - \delta$$

$$30 \quad \delta = \tan^{-1}\left(\frac{x_i}{f}\right)$$

$$\therefore \theta_i = 2\phi - \frac{\pi}{2} - \tan^{-1}\left(\frac{x_i}{f}\right)$$

35 Расстояние между модулем 100 обнаружения препятствий и препятствием, а именно, расстояние d_i , может быть выведено, используя “ θ_i ” и следующее выражение 2:

[Выражение 2]

40

45

$$d_i = \gamma + \frac{(b+d)}{\tan \theta_i}$$

5 if $r, d \ll b$,

$$d_i \cong \frac{b}{\tan \theta_i}$$

10 Let $\psi = 2\phi - \frac{\pi}{2}$,

$$\theta_i = \psi - \delta,$$

$$\tan \theta_i = \frac{\tan \psi - \tan \delta}{1 + \tan \psi \tan \delta}$$

15

$$= \frac{\tan \psi - \frac{x_i}{f}}{1 + \tan \psi \frac{x_i}{f}}$$

20

$$\therefore d_i = b \frac{f + kx_i}{fk - x_i}, k = \tan(2\phi - \frac{\pi}{2})$$

На фиг. 12А представлен вид сверху модуля обнаружения препятствий, соответствующего типовому варианту осуществления, и препятствий. На фиг. 12В
25 представлен вид сбоку модуля обнаружения препятствий, соответствующего типовому варианту осуществления, и препятствий. На фиг. 12С представлен вид изображений, принятых датчиком изображений в модуле обнаружения препятствий, согласно типовому варианту осуществления.

30 Последующее описание применимо к каждому из случаев, в которых используются с первой по четвертую широкоугольные линзы 111a-111d, соответственно.

Как показано на фиг. 12А, имеется ось x , продолжающаяся в переднем направлении по отношению к модулю 100 обнаружения препятствий, будучи параллельной полу, и ось y , перпендикулярная оси x . Первая зона, которая может восприниматься модулем
35 обнаружения препятствий, присутствует на плоскости, образованной осью x и осью y .

Первая зона может быть подобна зоне, определяемой дугой АВ, которая определяется на окружности, имеющей радиус R , двумя линиями ОА и ОВ, продолжающимися соответственно от центра О окружности к двум точкам А и В на окружности, имея при этом центральный угол АОВ угла θ . В этом случае радиус R может быть расстоянием
40 удаления.

45 Когда используется вторая широкоугольная линза 111b, “ θ ” может составлять 220°. Когда используется четвертая широкоугольная линза 111d, “ θ ” может иметь большее значение. Угол θ не ограничивается упомянутыми выше значениями и может иметь другие значения. В первой зоне находятся первое препятствие 5 и второе препятствие 6, расположенные в позициях, отнесенных на разные расстояния и под разными углами от начала О координат. соответственно. Препятствия, находящиеся в первой зоне, не ограничиваются первым препятствием 5 и вторым препятствием 6. Одно или более препятствий могут находиться в первой зоне. Последующее описание будет дано применительно к случаю, в котором в первой зоне имеются два препятствия, а именно,

первое и второе препятствия 5 и 6. Первое препятствие 5 расположено в пределах углового диапазона, продолжающегося в направлении против часовой стрелки по отношению к оси x между углом 1β и углом 1α , будучи при этом отнесенным от начала O координат на расстояние $g1$. Второе препятствие 6 расположено в пределах углового
 5 диапазона, продолжающегося в направлении по часовой стрелке по отношению к оси x между углом 2α и углом 2β , будучи при этом отнесенным от начала O координат на расстояние $g2$.

Здесь “ 1α ” является углом между осью x и концевой точкой $1a$ первого препятствия 5, отстоящей от оси x на максимальное расстояние, тогда как “ 1β ” является углом между
 10 осью x и концевой точкой $1b$ первого препятствия 5, отстоящей от оси x на минимальное расстояние.

“ 2α ” является углом между осью x и концевой точкой $2a$ второго препятствия 6, отстоящей от оси x на минимальное расстояние, тогда как “ 2β ” является углом между
 15 осью x и концевой точкой $2b$ второго препятствия 6, отстоящей от оси x на максимальное расстояние.

Обращаясь к фиг. 12В, можно увидеть, что плоский свет, исходящий от излучателя 110 света, распространяется в направлении вперед от излучателя 110 света и затем
 20 передается в приемник 120 света, отражаясь препятствиями, удаленными от модуля 100 обнаружения препятствий на различные расстояния.

Последующее описание будет дано применительно к случаю, в котором отражающее
 25 зеркало 121 является коническим зеркалом.

Когда препятствие располагается ближе к модулю 100 обнаружения препятствий, отраженный свет, отражаемый от препятствия, достигает точки ближе к вершине
 30 отражающего зеркала 121. Когда отраженный свет, отражаемый от препятствия, достигает точки ближе к вершине отражающего зеркала 121, отраженный свет, выходящий от оптической линзы 122, регистрируется в оптическом датчике 123 в положении ближе к центру оптического датчика 123.

То есть, когда препятствие находится ближе к модулю 100 обнаружения препятствий, отраженный свет регистрируется в оптическом датчике 123 в положении ближе к центру
 35 оптического датчика 123.

Как показано на фиг. 12С, изображения первого и второго препятствий 5 и 6, регистрируемые в оптическом датчике 123, могут быть увидены. Отраженный свет,
 40 отражаемый от каждого препятствия после излучения его излучателем 110 света, регистрируется в оптическом датчике 123 в виде изображения, будучи отраженным отражающим зеркалом 121 и пройдя через оптическую линзу 122.

Первое препятствие 5 регистрируется в пределах углового диапазона, продолжающегося в направлении влево по отношению к оси x , между углом 1β и углом
 45 1α , будучи при этом отнесенным от начала O координат на расстояние $g1'$. То есть первое препятствие 5 регистрируется в оптическом датчике 123 в виде фигуры, подобной дуге $5'$, определяемой на окружности, имеющей радиус $g1'$, двумя радиальными линиями $O'1a'$ и $O'1b'$ соответственно, продолжающимися от центра O' окружности к двум точкам $1a'$ и $1b'$ на окружности.

Второе препятствие 6 регистрируется в пределах углового диапазона, продолжающегося в направлении вправо по отношению к оси x , между углом 2α и
 45 углом 2β , будучи при этом отнесенным от начала O координат на расстояние $g2'$. То есть второе препятствие 6 регистрируется в оптическом датчике 123 в виде фигуры, подобной дуге $6'$, определяемой на окружности, имеющей радиус $g2'$, двумя радиальными линиями $O'2a'$ и $O'2b'$ соответственно, продолжающимися от центра O' окружности к

двум точкам 2a' и 2b' на окружности.

Электрические сигналы изображений, преобразуемые оптическим датчиком 123, преобразуются в цифровые сигналы изображений схемой 124 обработки изображений. Цифровые сигналы изображений передаются в контроллер обнаружения препятствий (не показан) или в устройство управления (не показано). Контроллер обнаружения препятствий или устройство управления анализирует изображения, основываясь на цифровых сигналах изображения, в которые были преобразованы изображения, чтобы определить расстояние от модуля 100 обнаружения препятствий до соответствующих препятствий 5 и 6 и позиции препятствий 5 и 6.

На фиг. 13А показан вид сверху множества излучателей света, которые включены в состав модуля обнаружения препятствий, будучи установленными в позициях, имеющих разные уровни, согласно типовому варианту осуществления, и препятствия. На фиг. 13В показан вид сбоку множества излучателей света, которые включены в состав модуля обнаружения препятствий, будучи установленными в позициях, имеющих разные уровни, согласно типовому варианту осуществления, и препятствия. На фиг. 13С представлен вид плоского света, принятого датчиком изображений в форме изображения после его излучения от каждого из множества излучателей света, включенных в состав модуля обнаружения препятствий и установленных на разных уровнях согласно типовому варианту осуществления, и отражения препятствием согласно типовому варианту осуществления.

Последующие описание применимо к каждому из случаев, в которых используются, соответственно, с первой по четвертую широкоугольные линзы 111a-111d.

Как показано на фиг. 13А, имеется первая зона, которая описана со ссылкой на фиг. 10А. В этой зоне присутствует препятствие 2. Одно или более препятствий могут присутствовать в первой зоне. Последующее описание будет дано применительно к случаю, в котором в первой зоне имеется одно препятствие.

Модуль обнаружения препятствий (не показан) включает в себя три излучателя 110a, 110b и 110c света и один приемник 120 света. Три излучателя 110a, 110b и 110c света излучают плоский свет на разных уровнях от пола, соответственно. Плоский свет, излученный каждым из трех излучателей 110a, 110b и 110c света, может прямолинейно распространяться параллельно полу или может прямолинейно распространяться наклонно по отношению к полу. Три излучателя 110a, 110b и 110c света могут располагаться в одной и той же позиции на роботе-уборщике 1 или могут располагаться в разных позициях на роботе-уборщике 1, соответственно.

Например, излучатели 110a, 110b и 110c света, показанные на фиг. 13А, располагаются в одной и той же позиции на роботе-уборщике 1 и, соответственно, излучают плоский свет на разных уровнях от пола.

Конечно, число излучателей 110 света не ограничивается приведенным выше числом. Число излучателей 110 света может равняться одному или более. Кроме того, не существует ограничения на позиции множества излучателей 110a, 110b и 110c света на роботе-уборщике 1.

Приемник 120 света может принимать отраженные световые лучи, соответственно отражаемые от препятствия 2 после излучения их множеством излучателей 110a, 110b и 110c света в одновременном или последовательном порядке.

Обращаясь к фиг. 13В, можно увидеть, что плоский свет, излученный каждым из трех излучателей 110a, 110b и 110c света, распространяется прямолинейно в направлении вперед от соответствующего излучателя 110a, 110b или 110c и затем передается на приемник 120, будучи отраженным препятствием 2.

Последующее описание будет дано применительно к случаю, в котором отражающее зеркало 121 является коническим зеркалом.

Когда уровень, на котором плоский свет отражается от препятствия 2, находится ближе к полу, отраженный свет, отражаемый от препятствия 2, достигает точки, находящейся ближе к вершине отражающего зеркала 121. Когда отраженный свет, отражаемый от препятствия 2, достигает точки, находящейся ближе к вершине отражающего зеркала 121, отраженный свет, выходящий от оптической линзы 122, регистрируется в оптическом датчике 123 в положении ближе к центру оптического датчика 123. То есть, когда уровень, на котором плоский свет отражается от препятствия, находится ближе к полу, отраженный свет регистрируется в оптическом датчике в положении ближе к центру оптического датчика 123.

Обращаясь к фиг. 13С, можно увидеть изображения препятствия 2, зарегистрированные на оптическом датчике 123. Отраженный свет, отражаемый от препятствия 2 после излучения его каждым из излучателей 110а, 110б и 110с света, регистрируется в оптическом датчике 123 в виде изображения, отражаясь отражающим зеркалом 121 и проходя через оптическую линзу 122.

Когда имеется множество излучателей света, например, излучатели 110а, 110б и 110с света, один из излучателей 110а, 110б и 110с света может быть определен как опорный излучатель света. Опорный излучатель света может задавать расстояние между модулем 100 обнаружения препятствий и препятствием. Последующее описание будет дано применительно к случаю, в котором второй излучатель 110б света определяется как опорный излучатель света.

Плоский свет, излученный вторым излучателем 110б света, отражается на уровне 2е препятствия 2. Основываясь на плоском свете, излученном вторым излучателем 110б света, препятствие 2 регистрируется в пределах углового диапазона, продолжающегося в направлении против часовой стрелки по отношению к оси x между углом 1β и углом 1α , будучи отнесенным от начала O' координат на расстояние $g1'$. То есть препятствие 2 регистрируется в оптическом датчике 123 в виде фигуры, подобной дуге 2', определенной на окружности, имеющей радиус $g1'$, двумя радиальными линиями $O'1a'$ и $O'1b'$, соответственно, продолжающимися от центра O' окружности до двух точек $1a'$ и $1b'$ на этой окружности.

Плоский свет, излученный первым излучателем 110а света, отражается на уровне 1е препятствия 2. Плоский свет, излученный первым излучателем 110а света, регистрируется в оптическом датчике 123 в положении, отстоящем от центра O' на большее расстояние, чем расстояние $g1'$, в виде фигуры, подобной дуге 4'.

Плоский свет, излученный третьим излучателем 110с света, отражается на уровне 3е препятствия 2. Плоский свет, излученный третьим излучателем 110с света, регистрируется в оптическом датчике 123 в положении, отстоящем от центра O' на меньшее расстояние, чем расстояние $g1'$, в виде фигуры, подобной дуге 3'.

Электрические сигналы изображения, преобразуемые оптическим датчиком 123, преобразуются в цифровые сигналы изображения схемой 124 обработки изображений. Цифровые сигналы изображения передаются в контроллер обнаружения препятствий (не показан) или устройство управления (не показано). Контроллер обнаружения препятствий или устройство управления анализирует изображения, основываясь на цифровых сигналах изображения, в которые были преобразованы изображения, для определения расстояния между модулем 100 обнаружения препятствий и препятствием, позиции препятствия, высоты препятствия и формы препятствия.

Контроллер обнаружения препятствий или устройство управления может определить

высоту препятствия 2, основываясь на трех дугах 2', 3' и 4', зарегистрированных в оптическом датчике 123, и уровнях 1e, 2e и 3e трех излучателей 110a, 110b и 110c света, установленных в модуле 100 обнаружения препятствий.

На фиг. 14 показан вид сверху множества излучателей света, которые включены в состав модуля обнаружения препятствий, будучи установленными в разных позициях согласно типовому варианту осуществления, и препятствия.

Как показано на фиг. 14, множество излучателей света, например, излучатели 110a, 110b и 110c света, могут устанавливаться в разных позициях на роботе-уборщике 1.

Например, второй излучатель 110b света и приемник 120 света могут быть установлены в одной и той же позиции на передней стороне робота-уборщика 1. Первый излучатель 110a света может быть установлен с левой стороны от второго излучателя 110b света, тогда как третий излучатель 110c света может быть установлен с правой стороны от второго излучателя 110b света. Контроллер обнаружения препятствий (не показан) или устройство управления (не показано) может определять расстояние между модулем обнаружения препятствий (не показан) и препятствием, позицию препятствия, высоту препятствия и форму препятствия подобным образом, как и в описанном выше случае, в котором множество излучателей 110a, 110b и 110c света установлено в одной и той же позиции.

Когда множество излучателей 110a, 110b и 110c света устанавливаются в разных позициях, зона обнаружения модуля обнаружения препятствий может быть расширена.

На фиг. 15A показан вид сбоку, иллюстрирующий расположение, при котором вторая широкоугольная линза установлена вертикально, чтобы позволить модулю обнаружения препятствий обнаруживать точку падения, согласно типовому варианту осуществления.

На фиг. 15B представлен вид, иллюстрирующий расположение, при котором четвертая широкоугольная линза установлена вертикально, чтобы позволить модулю обнаружения препятствий обнаруживать точку падения, согласно типовому варианту осуществления.

Как показано на фиг. 15A, вторая широкоугольная линза 110b установлена вертикально. Например, вторая широкоугольная линза 110b продолжается вертикально от пола. В соответствии с таким расположением плоский свет, исходящий от второй широкоугольной линзы 110b, излучается в направлении вперед в плоскости x-z.

Излучатель 110 света может иметь прорезь (не показана). Эта прорезь может обеспечивать излучение тонкого плоского света.

Как показано на фиг. 15B, четвертая широкоугольная линза 110d установлена вертикально. Например, четвертая широкоугольная линза 110d продолжается вертикально от пола. В соответствии с таким расположением плоский свет, исходящий от четвертой широкоугольной линзы 110d, излучается в плоскости x-z.

Излучатель 110 света может иметь прорезь (не показана). Эта прорезь может обеспечивать излучение тонкого плоского света.

На фиг. 16A представлено состояние, в котором модуль обнаружения препятствий излучает плоский свет, когда отсутствует точка падения, согласно типовому варианту осуществления. На фиг. 16B показан вид, иллюстрирующий изображение плоского света, принятое датчиком изображений после отражения его от пола, когда отсутствует точка падения, согласно типовому варианту осуществления.

Как показано на фиг. 16A, модуль 100 обнаружения препятствий робота-уборщика 1 установлен внутри робота-уборщика 1. Для того чтобы определить точку падения, модуль 100 обнаружения препятствий может включать в себя одну из первой по четвертую широкоугольных линз (не показаны). Широугольные линзы наклонены вертикально.

Конечно, модуль 100 обнаружения препятствий не ограничивается описанной выше конфигурацией. Модуль 100 обнаружения препятствий может иметь различные конфигурации при условии, что он будет излучать свет в направлении вперед в плоскости $x-z$.

5 Плоский свет, излученный модулем 100 обнаружения препятствий, может распространяться в сторону пола в направлении вперед по отношению к модулю 100 обнаружения препятствий. Пол обозначен ссылкой позицией "9". Плоский свет, излученный модулем 100 обнаружения препятствий, может достигать зоны на полу 9 между точкой P, расположенной вблизи передней стороны робота-уборщика 1, и точкой
10 Q, удаленной от передней стороны робота-уборщика 1. В этом случае достигаемая светом зона пола 9 впереди модуля 100 обнаружения препятствий может быть зоной, продолжающейся в переднем направлении и имеющей при этом линейную форму. Плоский свет, распространяющийся в сторону пола 9, отражается от пола 9 и затем передается в модуль 100 обнаружения препятствий.

15 На фиг. 16B показано изображение отраженного света, отражаемого от пола 9 и регистрируемого в оптическом датчике 123. Поскольку свет излучается излучателем света (не показан) в направлении вперед в плоскости $x-z$, отраженный свет регистрируется в оптическом датчике 123 в виде линии, продолжающейся в направлении, удаленном от центра O'.

20 Здесь ближняя точка P' означает точку P пола, расположенную непосредственно перед роботом-уборщиком (не показан), тогда как дальняя точка Q' означает самую удаленную точку Q пола, которая может быть обнаружена роботом-уборщиком (не показан).

Контроллер обнаружения препятствий или устройство управления анализирует
25 изображения, основываясь на цифровых сигналах изображения, в которые были преобразованы изображения, для определения того, существует ли точка падения впереди модуля 100 обнаружения препятствий. Из изображений, зарегистрированных в оптическом датчике 123, контроллер обнаружения препятствий или устройство
30 управления распознает отраженный свет, непрерывно отражаемый между ближайшей точкой и наиболее удаленной точкой впереди модуля 100 обнаружения препятствий, чтобы определить, существует ли точка падения. Например, контроллер обнаружения препятствий или устройство управления может распознать, что существует отраженный свет, непрерывно отражаемый между ближней точкой P' и удаленной точкой Q' впереди
35 робота-уборщика, основываясь на изображениях, зарегистрированных в датчике изображений. Кроме того, контроллер обнаружения препятствий или устройство управления может определить расстояние от робота-уборщика до самой удаленной точки Q и может определить, что отсутствует точка падения в зоне пола, продолжающейся до самой удаленной точки Q.

На фиг. 17A представлено состояние, в котором модуль обнаружения препятствий
40 излучает плоский свет, когда существует точка падения, согласно типовому варианту осуществления. На фиг. 17B показан вид, представляющий изображение плоского света, принятое датчиком изображений после отражения от пола, когда существует точка падения, согласно типовому варианту осуществления.

Как показано на фиг. 17A, модуль 100 обнаружения препятствий робота-уборщика
45 1 установлен внутри робота-уборщика 1. Для того чтобы определить точку падения, модуль 100 обнаружения препятствий включает в себя одну из первой по четвертую широкополосную линзу (не показана). Широкополосная линза наклонена вертикально. Конечно, модуль 100 обнаружения препятствий не ограничивается описанной выше

конфигурацией. Модуль 100 обнаружения препятствий может иметь различные конфигурации при условии, что он будет излучать свет в направлении вперед в плоскости $x-z$.

5 Плоский свет, излучаемый модулем 100 обнаружения препятствий, может распространяться в сторону пола в направлении вперед по отношению к модулю 100 обнаружения препятствий. Пол обозначен ссылкой позицией "9". Плоский свет, излучаемый модулем 100 обнаружения препятствий, может достигать зоны на полу 9 между точкой P, расположенной вблизи передней стороны робота-уборщика 1, и точкой S, удаленной от передней стороны робота-уборщика 1. В этом случае достигаемая светом зона пола 9 впереди модуля 100 обнаружения препятствий может быть зоной, 10 продолжающейся в переднем направлении и имеющей при этом линейную форму. Плоский свет, распространяющийся в сторону пола 9, отражается от пола 9 и затем передается в модуль 100 обнаружения препятствий.

15 На фиг. 17B представлено изображение отраженного света, отражаемого от пола 9 и регистрируемого оптическим датчиком 123. Поскольку свет излучается излучателем света (не показан) в направлении вперед в плоскости $x-z$, отраженный свет регистрируется в оптическом датчике 123 в виде линии, продолжающейся в направлении, удаленном от центра O'.

20 Как показано на фиг. 17B, изображение, регистрируемое в оптическом датчике 123, может иметь линейную форму, продолжающуюся между точками P' и S'. Здесь точка P' относится к ближайшей точке P пола 9, расположенной перед роботом-уборщиком (не показан), тогда как точка S' относится к точке S падения, расположенной перед роботом-уборщиком (не показан).

25 Контроллер обнаружения препятствий или устройство управления анализирует изображения, основываясь на цифровых сигналах изображения, в которые были преобразованы изображения, для определения того, существует ли точка падения впереди модуля 100 обнаружения препятствий.

30 Из изображений, зарегистрированных в оптическом датчике 123, контроллер обнаружения препятствий или устройство управления распознает отраженный свет, непрерывно отражаемый между ближайшей точкой и наиболее удаленной точкой впереди модуля 100 обнаружения препятствий, чтобы определить, существует ли точка падения.

35 Например, контроллер обнаружения препятствий или устройство управления может распознать, что существует отраженный свет, непрерывно отражаемый между ближней точкой P' и удаленной точкой Q' впереди робота-уборщика, основываясь на изображениях, зарегистрированных в датчике изображений.

Кроме того, контроллер обнаружения препятствий или устройство управления может вычислить расстояние между роботом-уборщиком (не показан) и точкой падения.

40 Как следует из приведенного выше описания, может оказаться возможным генерировать равномерно распределенный плоский свет, используя модуль обнаружения препятствий согласно типовому варианту осуществления и, таким образом, обеспечивать повышение точности в обнаружении препятствий. Используя плоский свет, может оказаться возможным обнаруживать препятствия, находящиеся вокруг модуля обнаружения препятствий. Соответственно можно отказаться от установки множества датчиков или отдельного сервомеханизма. В связи с этим может быть обеспечено 45 повышение эффективности с точек зрения экономии и структуры. Робот-уборщик, который оснащен модулем обнаружения препятствий, может точно обнаруживать существующие вокруг препятствия и, в силу этого, может эффективно передвигаться.

Робот-уборщик, который оснащен модулем обнаружения препятствий, может эффективно управлять модулем обнаружения препятствий в соответствии с положением робота-уборщика. Хотя были описаны немногие типовые варианты осуществления, специалистам в данной области техники должно быть понятно, что в эти варианты осуществления могут быть внесены изменения без отклонения от принципов и сущности изобретения, объем которого определяется в пунктах формулы изобретения и их эквивалентах.

Формула изобретения

1. Робот-уборщик, который содержит корпус, приводное устройство для приведения в движение корпуса, модуль обнаружения препятствий для обнаружения препятствий, находящихся вокруг корпуса, и устройство управления для управления приводным устройством на основании результатов, полученных модулем обнаружения препятствий, причем модуль обнаружения препятствий содержит:

по меньшей мере один излучатель света, содержащий источник света, широкоугольную линзу для преломления или отражения света, падающего на нее от источника света, для рассеяния падающего света в виде плоского света и устройство возбуждения источника света, побуждающее источник света испускать свет; и приемник света, содержащий отражающее зеркало для отражения отраженного света, отражаемого препятствием, оптическую линзу, отнесенную от отражающего зеркала на заданное расстояние, чтобы позволить отраженному свету проходить через оптическую линзу, датчик изображений для приема отраженного света, выходящего из оптической линзы, и для генерации сигнала изображения из отраженного света, выходящего из оптической линзы, и схему обработки изображений для приема сигнала изображения и для преобразования принятого сигнала изображения в электрический сигнал изображения в виде цифрового сигнала изображения.

2. Робот-уборщик по п. 1, в котором модуль обнаружения препятствий дополнительно содержит контроллер обнаружения препятствий для генерации оптических сигналов управления для управления включением/выключением источника света и для генерации информации по обнаружению препятствий, основываясь на цифровом сигнале изображения.

3. Робот-уборщик по п. 1, в котором устройство управления генерирует оптические сигналы управления для управления включением/выключением источника света, генерирует информацию по обнаружению препятствий, основываясь на цифровом сигнале изображения, или генерирует сигнал управления приводным устройством, основываясь на информации по обнаружению препятствий.

4. Робот-уборщик по п. 2, в котором информация по обнаружению препятствий содержит по меньшей мере одно из расстояния от корпуса до препятствия, положения препятствия, высоты препятствия, формы препятствия и точки падения.

5. Робот-уборщик по п. 2, в котором оптический сигнал управления для управления выключением источника света генерируется, когда робот поднимается над полом.

6. Робот-уборщик по п. 2, в котором оптический сигнал управления для управления включением источника света генерируется, когда робот начинает движение, и оптический сигнал управления для управления выключением источника света генерируется, когда робот завершает движение.

7. Модуль обнаружения препятствий, установленный в роботе-уборщике и содержащий:

по меньшей мере один излучатель света, содержащий источник света,

широкоугольную линзу для преломления или отражения света, падающего от источника света, для рассеяния падающего света в виде плоского света, и возбуждающее устройство источника света, побуждающее источник света испускать свет; и

5 приемник света, содержащий отражающее зеркало для отражения света, отражаемого препятствием, для генерации отраженного света, оптическую линзу, отнесенную от отражающего зеркала на заданное расстояние, чтобы позволить отраженному свету проходить через оптическую линзу, датчик изображений для приема отраженного света, выходящего из оптической линзы, для генерации сигнала изображения из отраженного света, выходящего из оптической линзы, и схему обработки изображений для приема
10 сигнала изображения и для преобразования принятого сигнала изображения в сигнал изображения в виде цифрового сигнала изображения.

8. Модуль обнаружения препятствий по п. 7, в котором излучатель света дополнительно содержит прорезь, расположенную перед широкоугольной линзой, для регулировки толщины плоского света.

15 9. Модуль обнаружения препятствий по п. 7, в котором оптическая линза расположена между отражающим зеркалом и датчиком изображений, и излучатель изображений расположен перед датчиком изображений.

10. Модуль обнаружения препятствий по п. 7, в котором по меньшей мере один из излучателей света представляет собой множество излучателей света, расположенных
20 в разных позициях на роботе-уборщике и находящихся на одном и том же уровне от пола.

11. Модуль обнаружения препятствий по п. 7, в котором отражающее зеркало является коническим отражающим зеркалом, расположенным таким образом, что
вершина конического отражающего зеркала обращена в сторону датчика изображений.

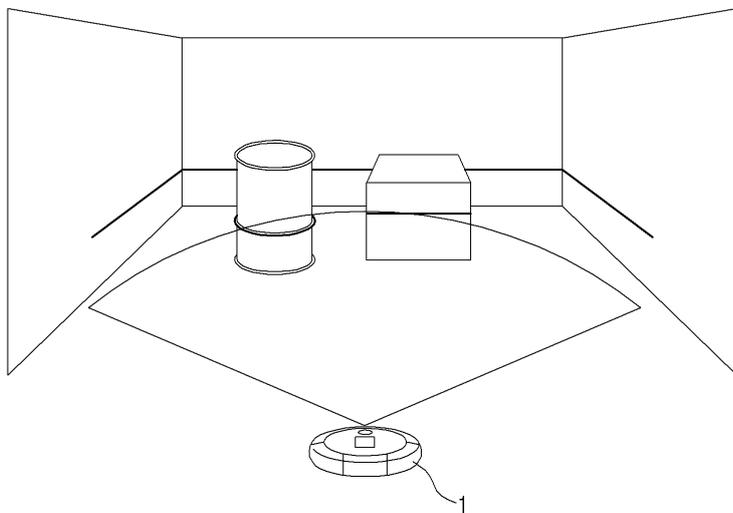
25 12. Модуль обнаружения препятствий по п. 7, в котором отражающее зеркало имеет коническую структуру, образованную конической поверхностью, имеющей участок боковой поверхности, продолжающийся от нижней поверхности конической структуры до определенной высоты и имеющий вогнутую форму, и участок боковой поверхности, продолжающийся от заданной высоты до вершины конической структуры и имеющий
30 выпуклую форму.

13. Модуль обнаружения препятствий по п. 7, в котором на поверхность отражающего зеркала или на поверхность оптической линзы нанесен фильтр, чтобы позволить свету, имеющему длину волны плоского света, проходить через оптическую линзу.

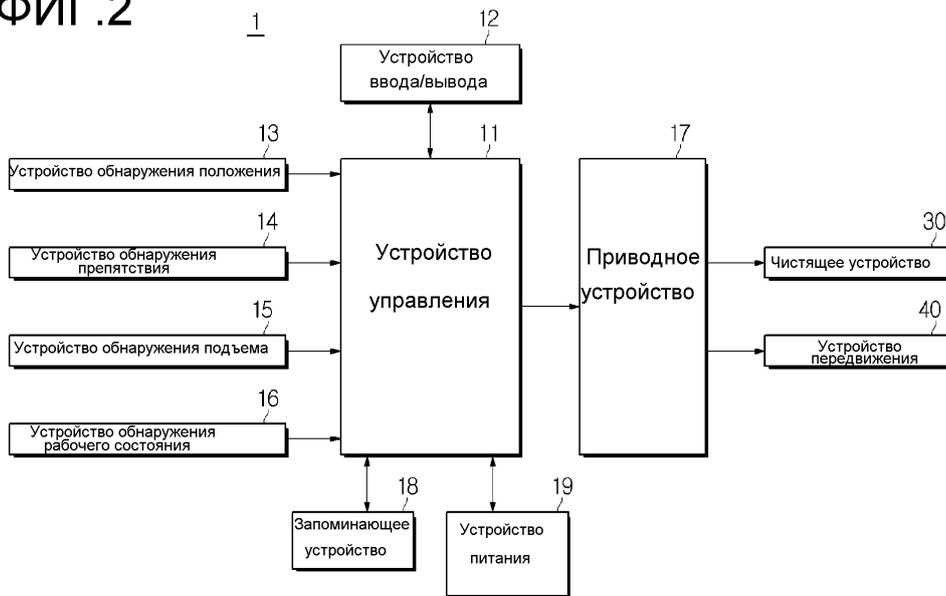
35 14. Модуль обнаружения препятствий по п. 7, в котором по меньшей мере один излучатель света представляет собой множество излучателей света, расположенных в разных позициях на роботе-уборщике или на разных уровнях от пола.

15. Модуль обнаружения препятствий по п. 7, в котором по меньшей мере один излучатель света представляет собой множество излучателей света, расположенных в
40 одной и той же позиции на роботе-уборщике и на разных уровнях от пола.

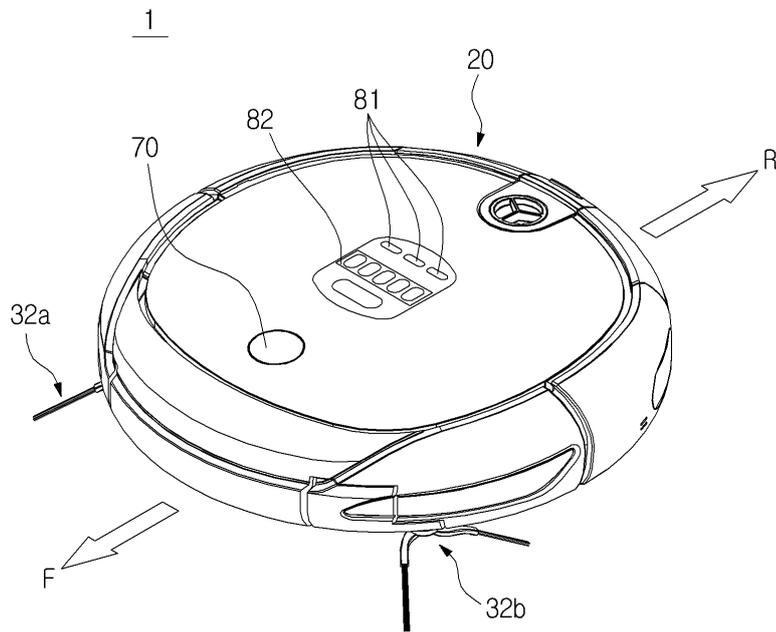
ФИГ.1



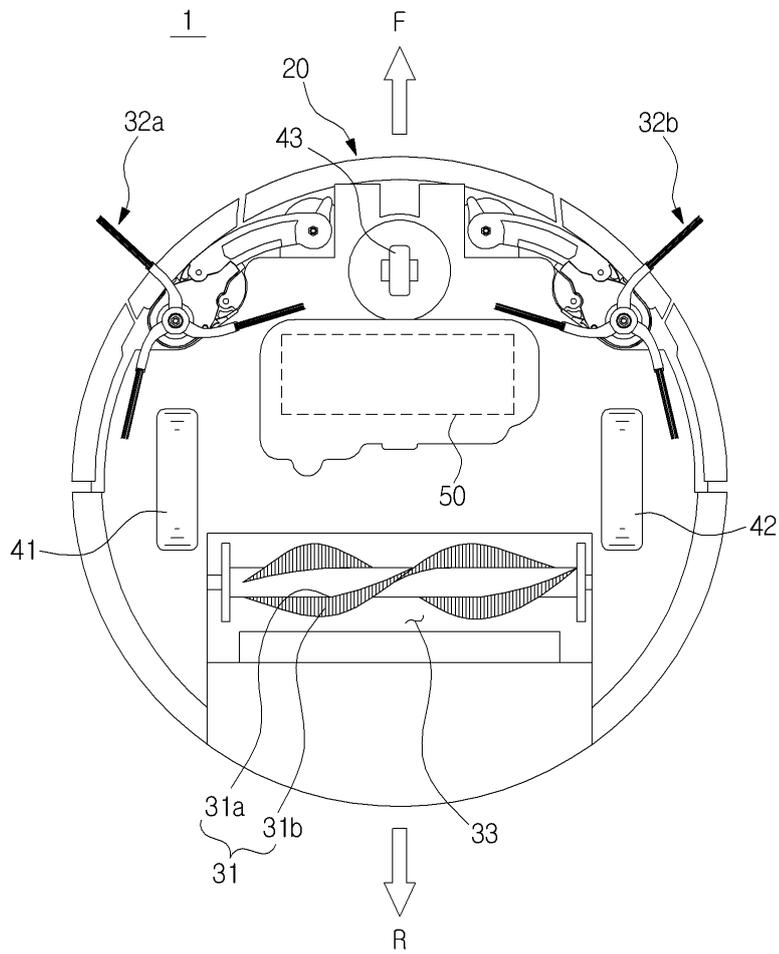
ФИГ.2



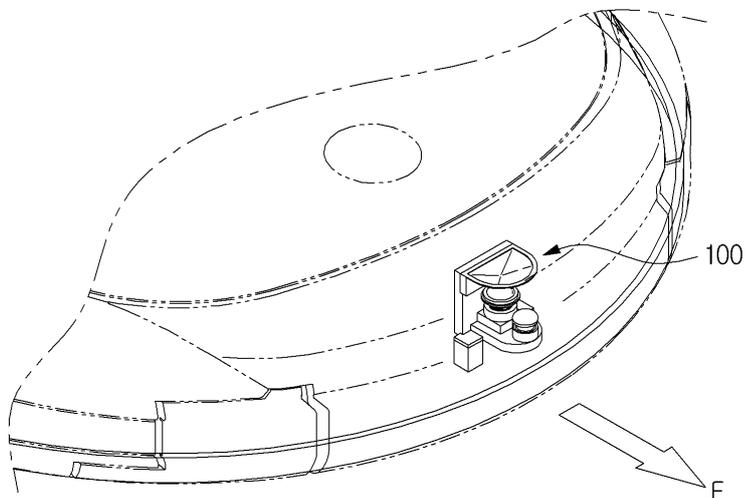
ФИГ.2b



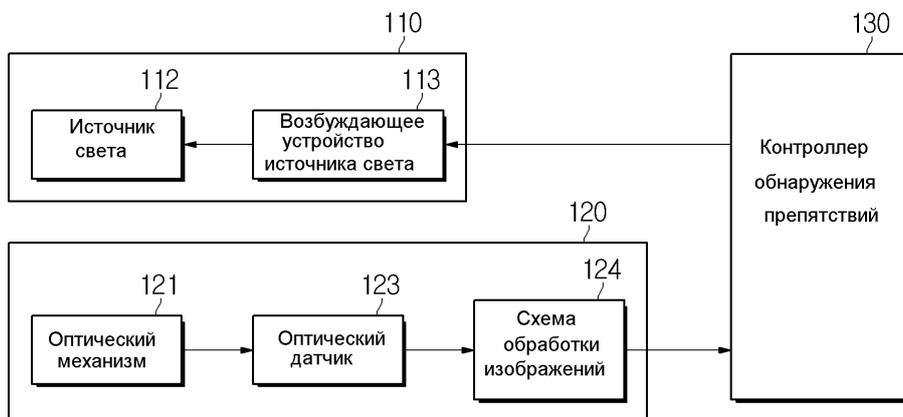
ФИГ.2с



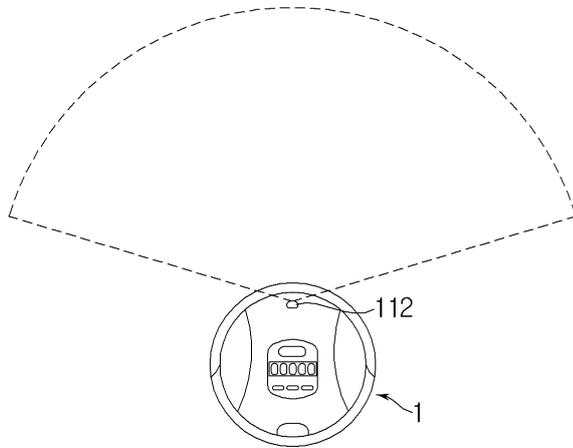
ФИГ.2d 1



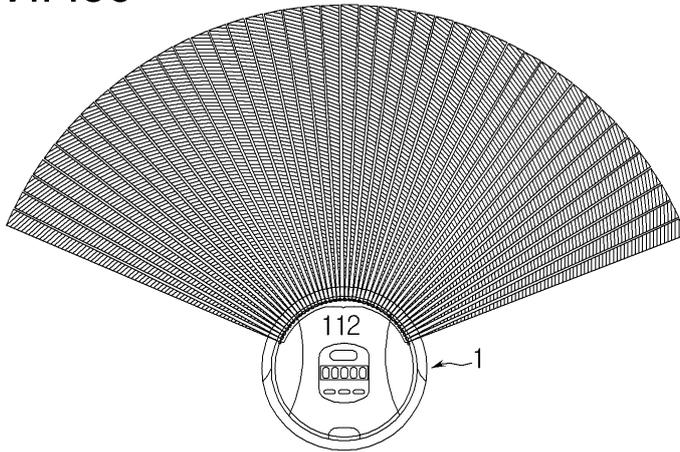
ФИГ.3а
100



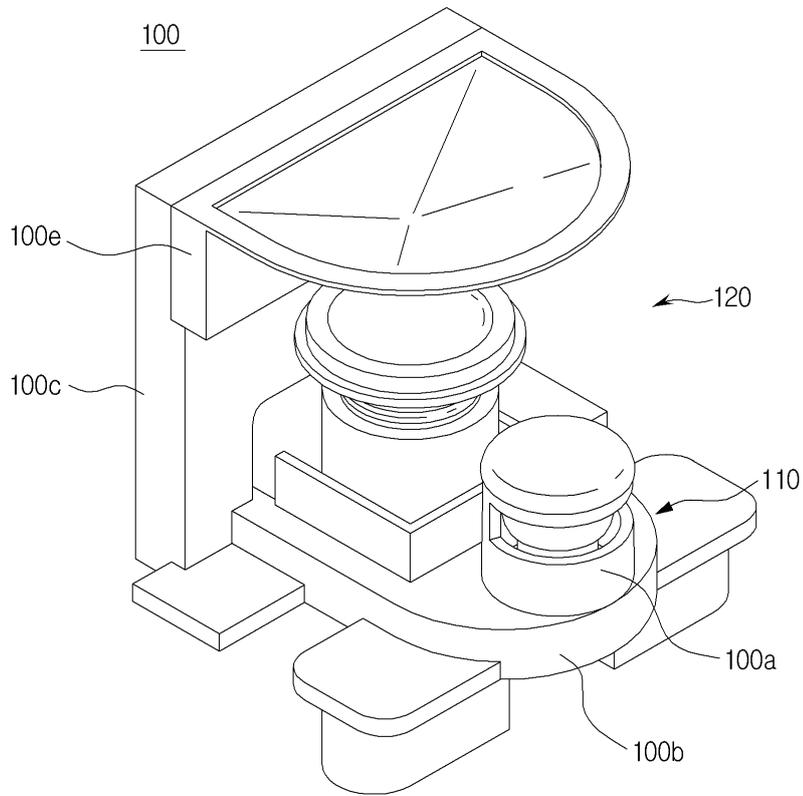
ФИГ.3b



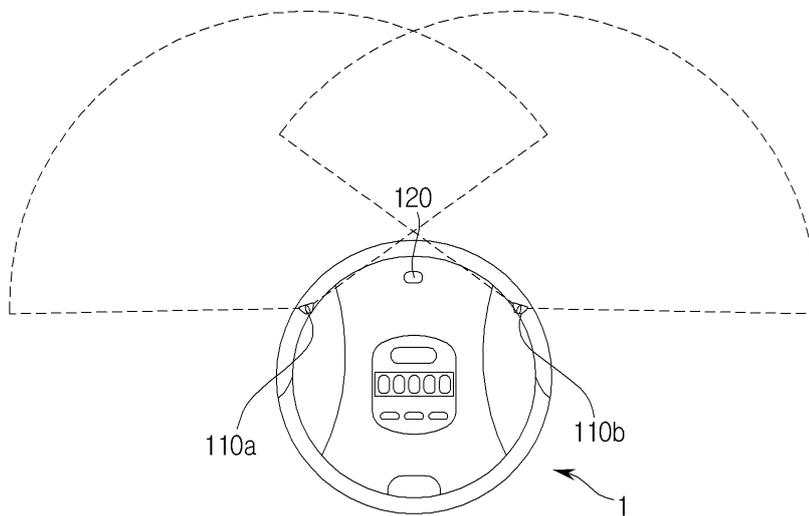
ФИГ.3c



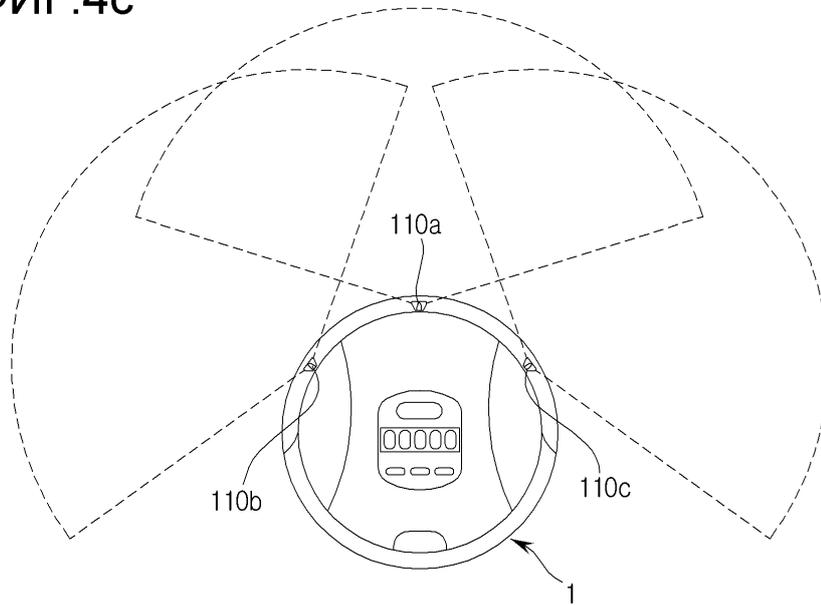
ФИГ.4а



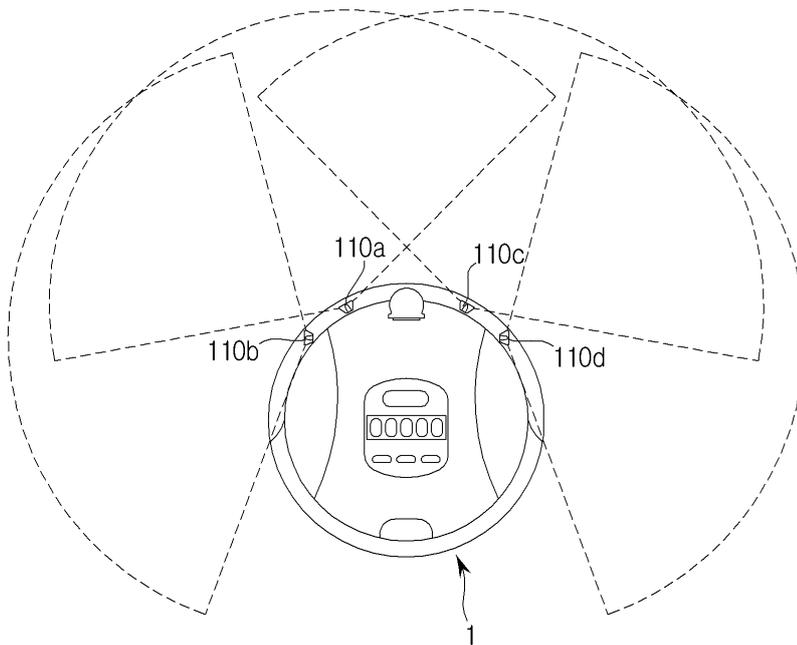
ФИГ.4b



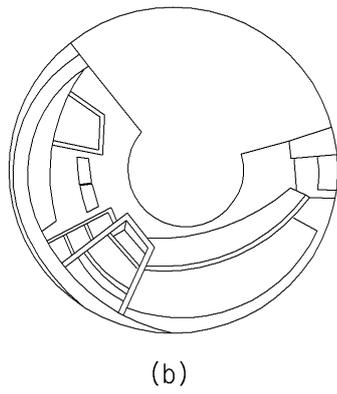
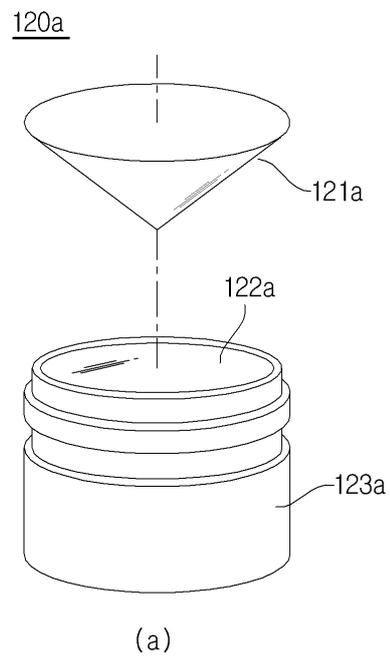
ФИГ.4с



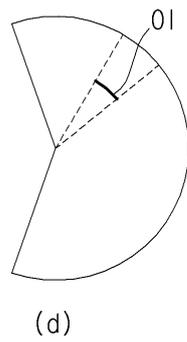
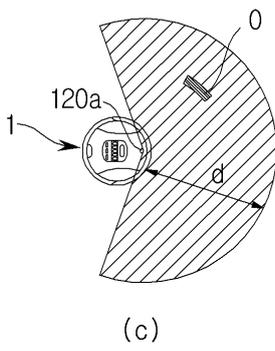
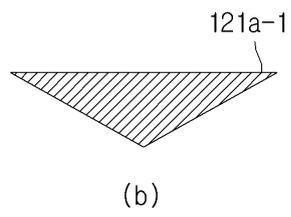
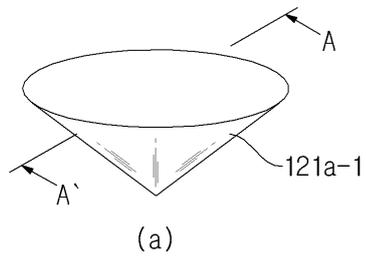
ФИГ.4d



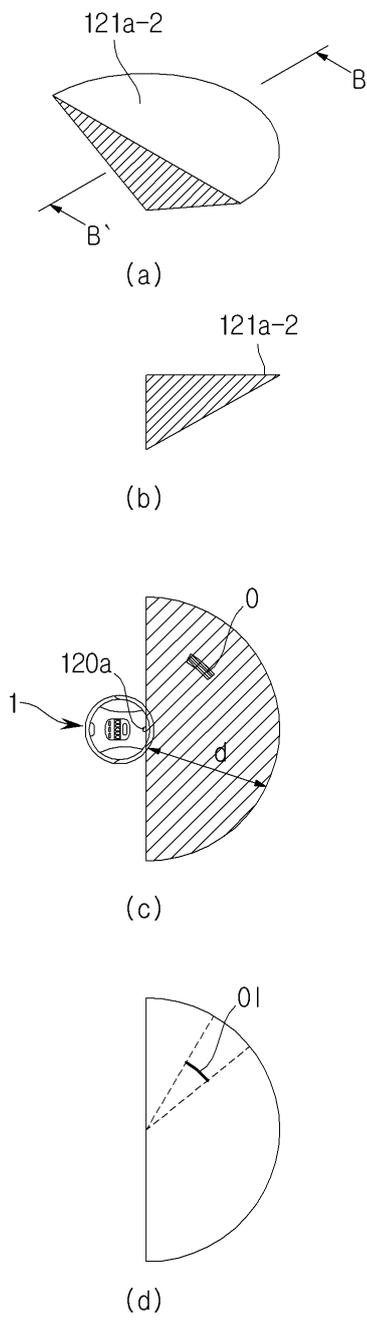
ФИГ.5а



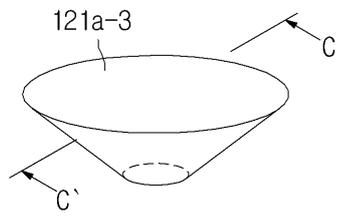
ФИГ.5b



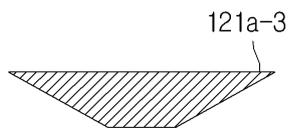
ФИГ.5с



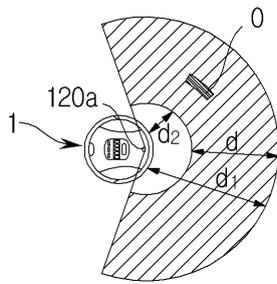
ФИГ.5d



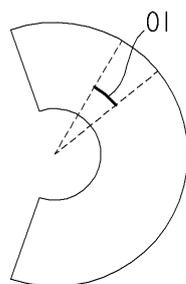
(a)



(b)

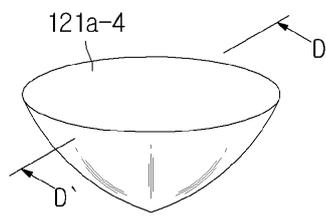


(c)

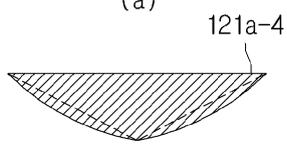


(d)

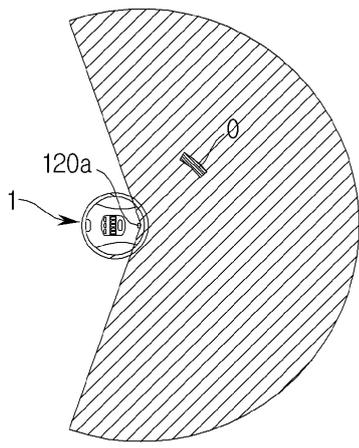
ФИГ.5е



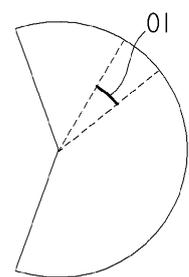
(a)



(b)

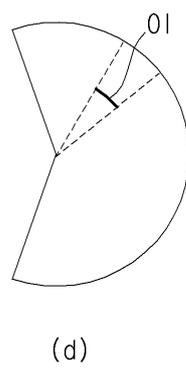
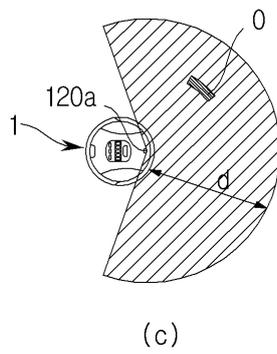
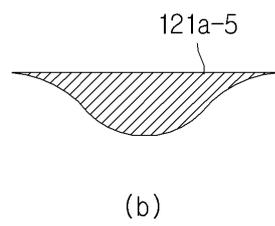
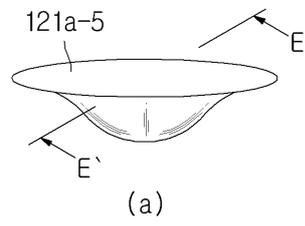


(c)

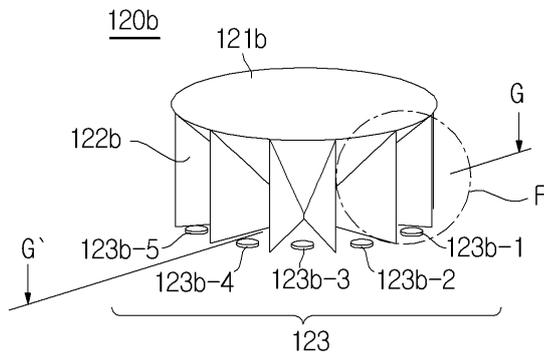


(d)

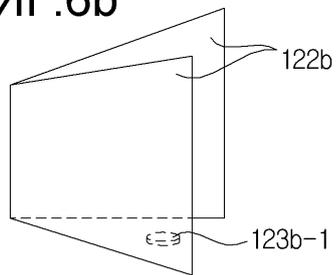
ФИГ.5f



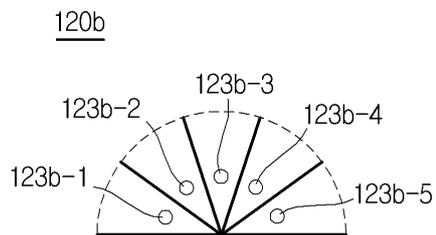
ФИГ.6а



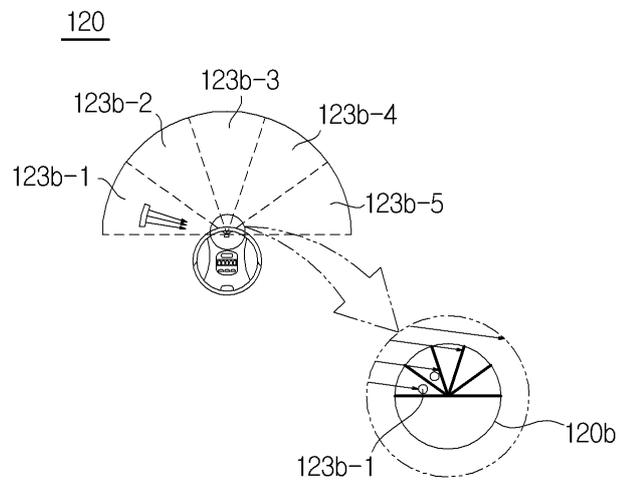
ФИГ.6b



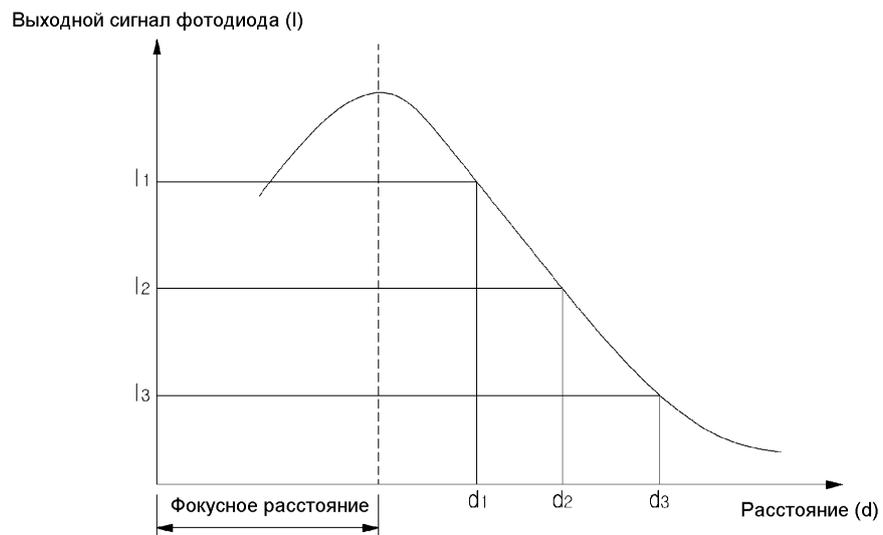
ФИГ.6c



ФИГ.6d

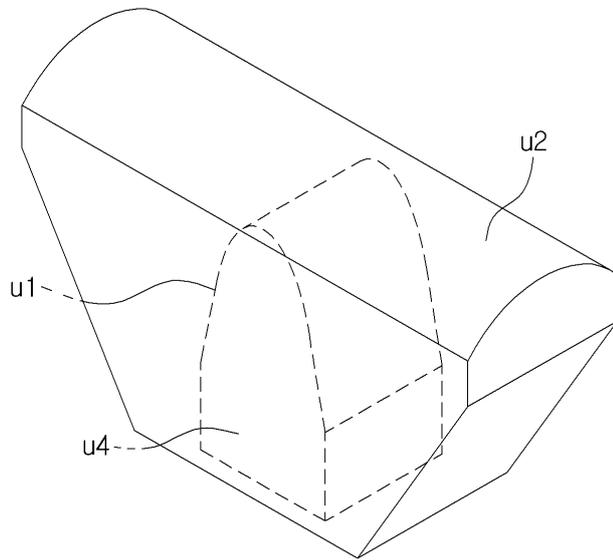


ФИГ.6e



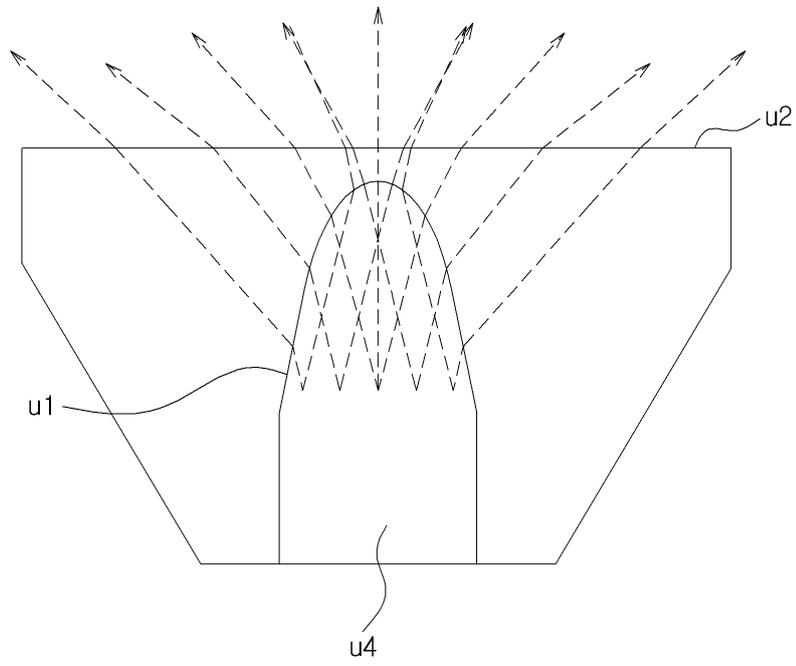
ФИГ.7а

111a

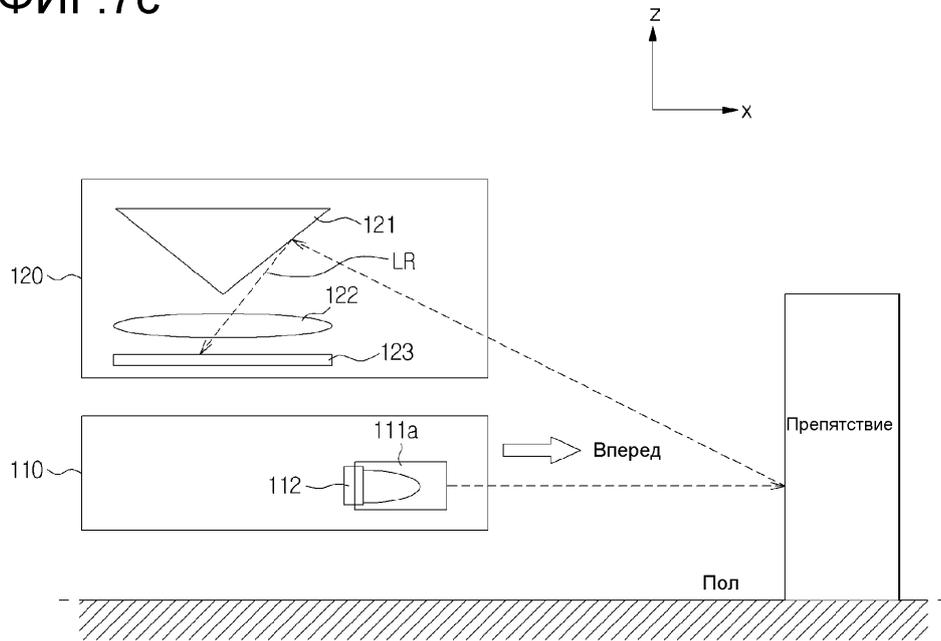


ФИГ.7b

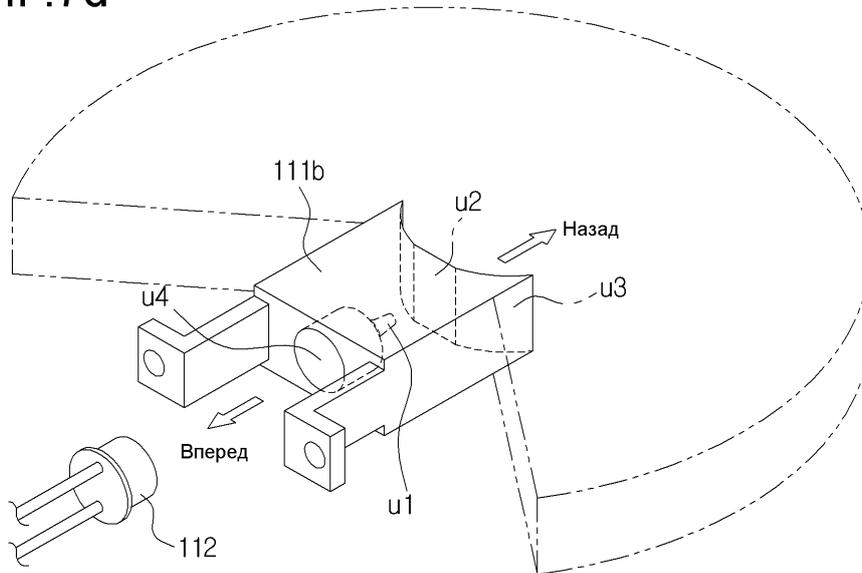
111a



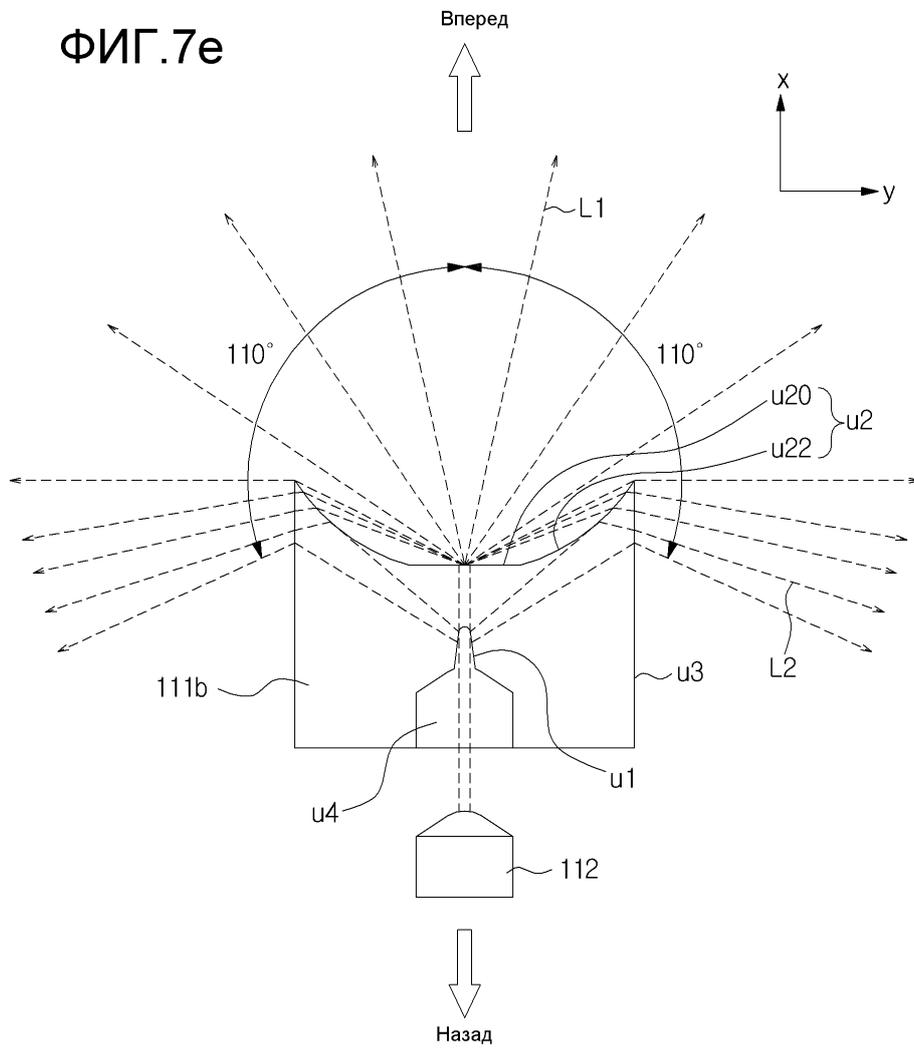
ФИГ.7с



ФИГ.7d

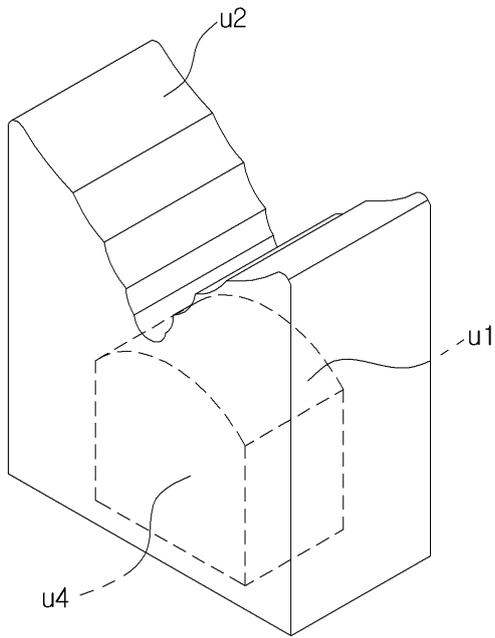


ФИГ.7е



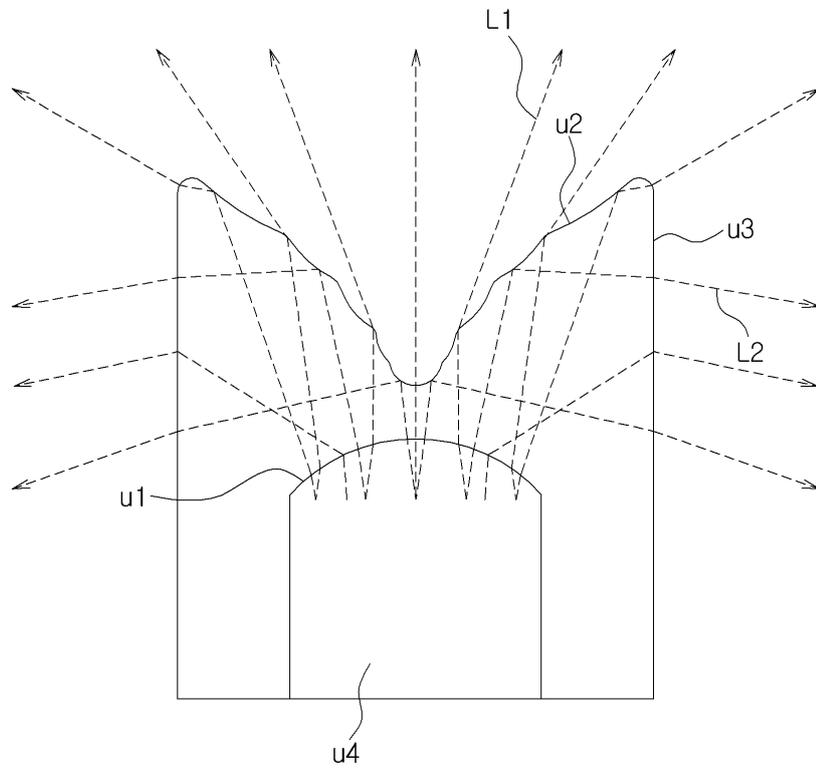
ФИГ.7f

111c

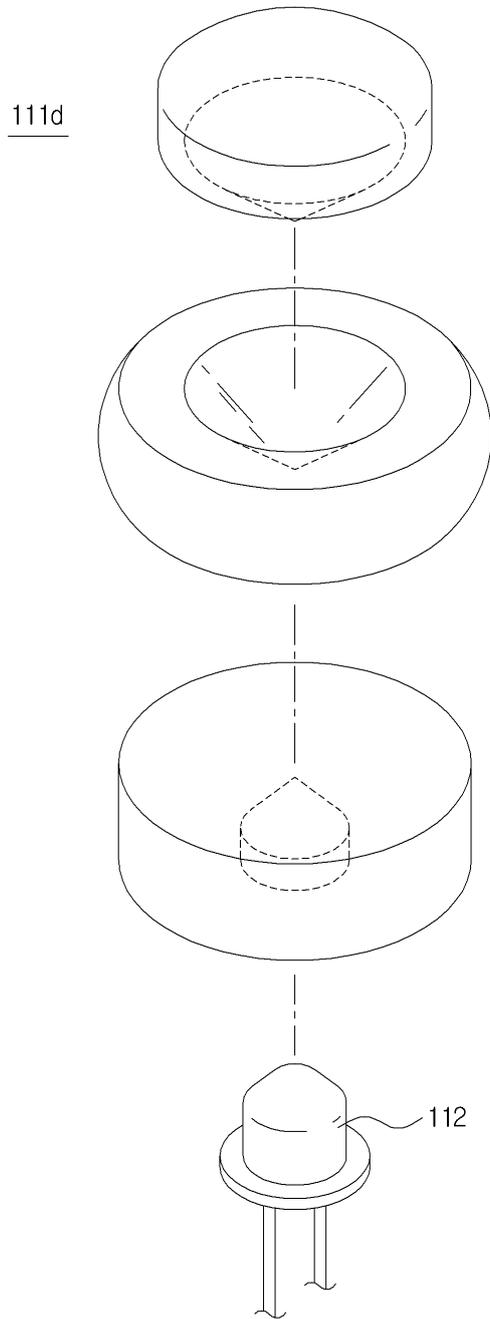


ФИГ.7g

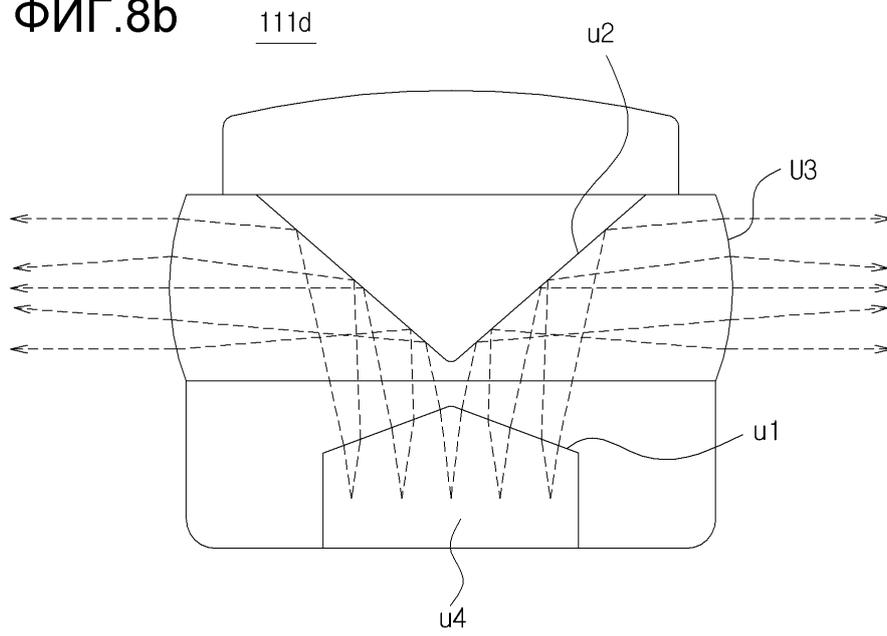
111c



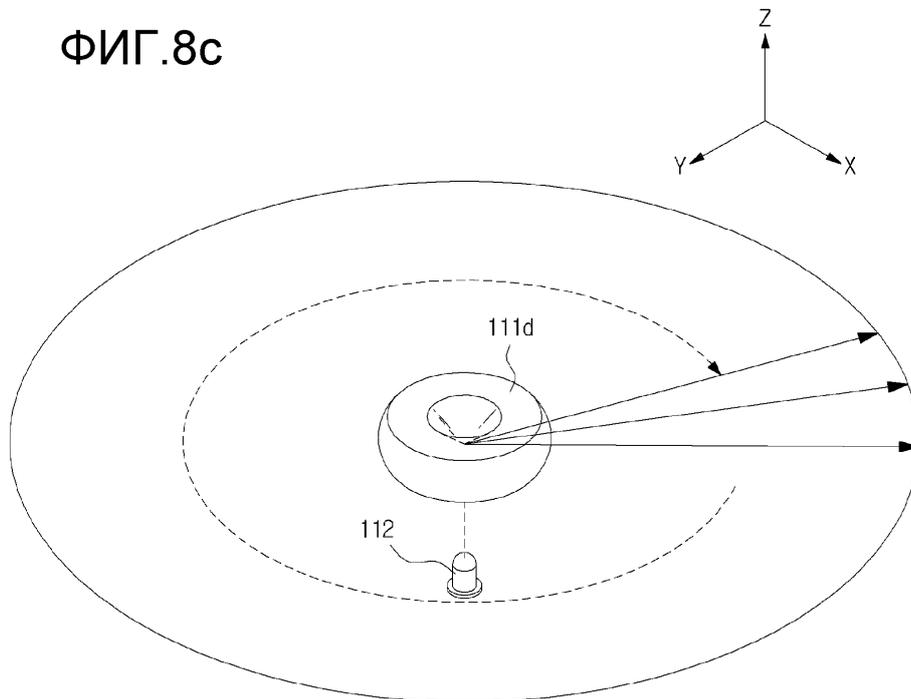
ФИГ.8а



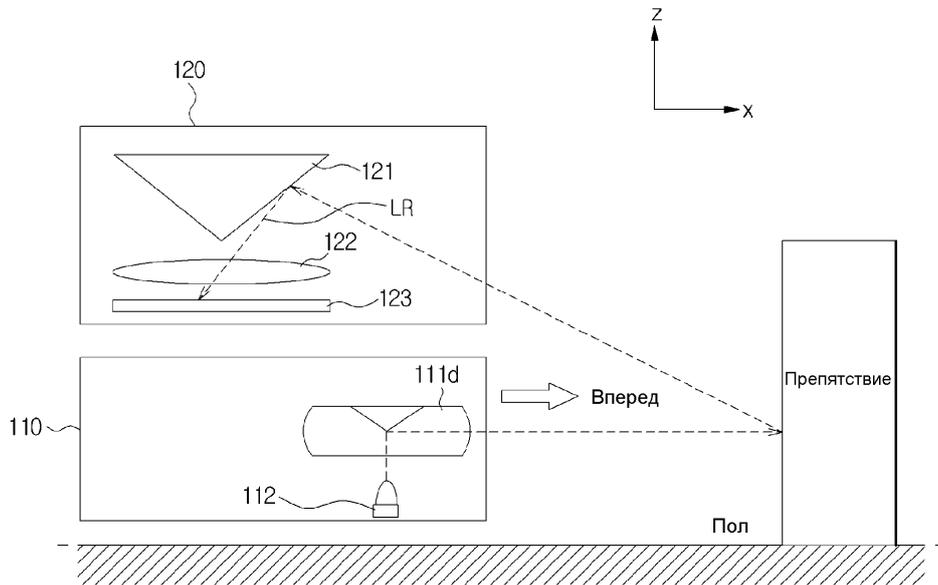
ФИГ.8b



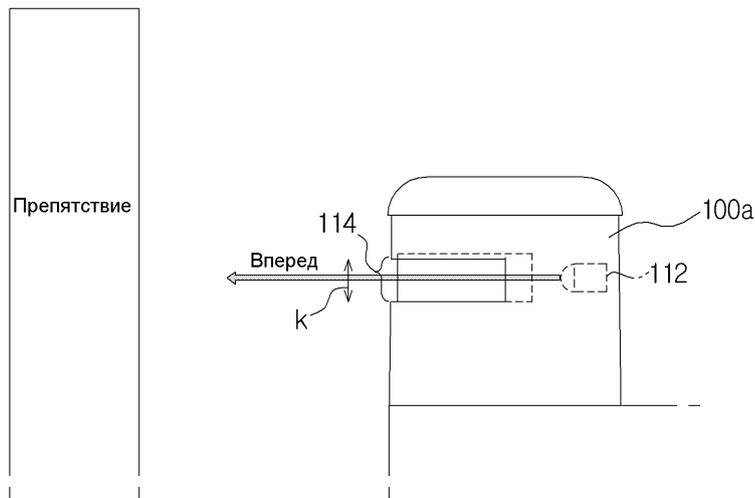
ФИГ.8c



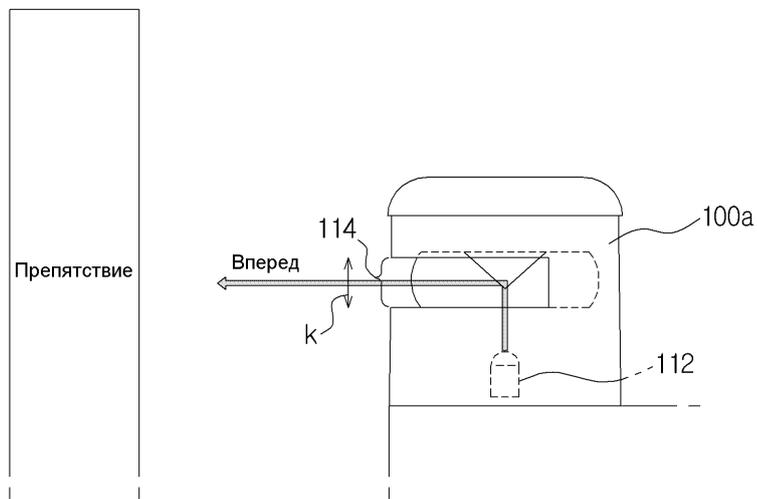
ФИГ.8d



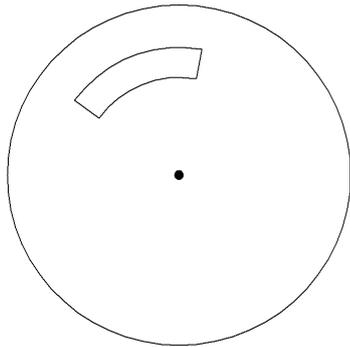
ФИГ.9а



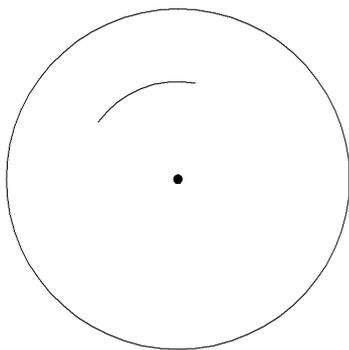
ФИГ.9b



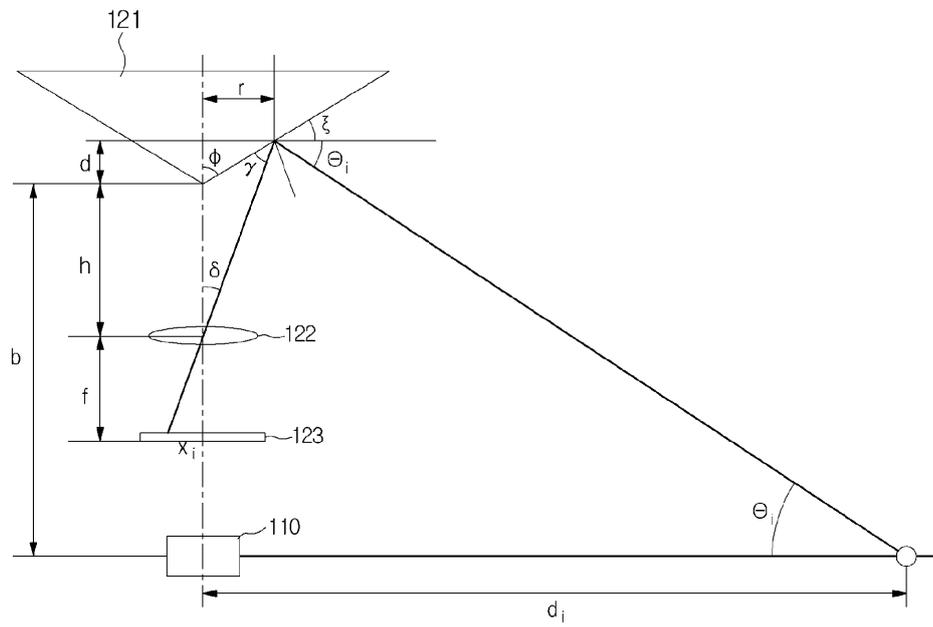
ФИГ.10a



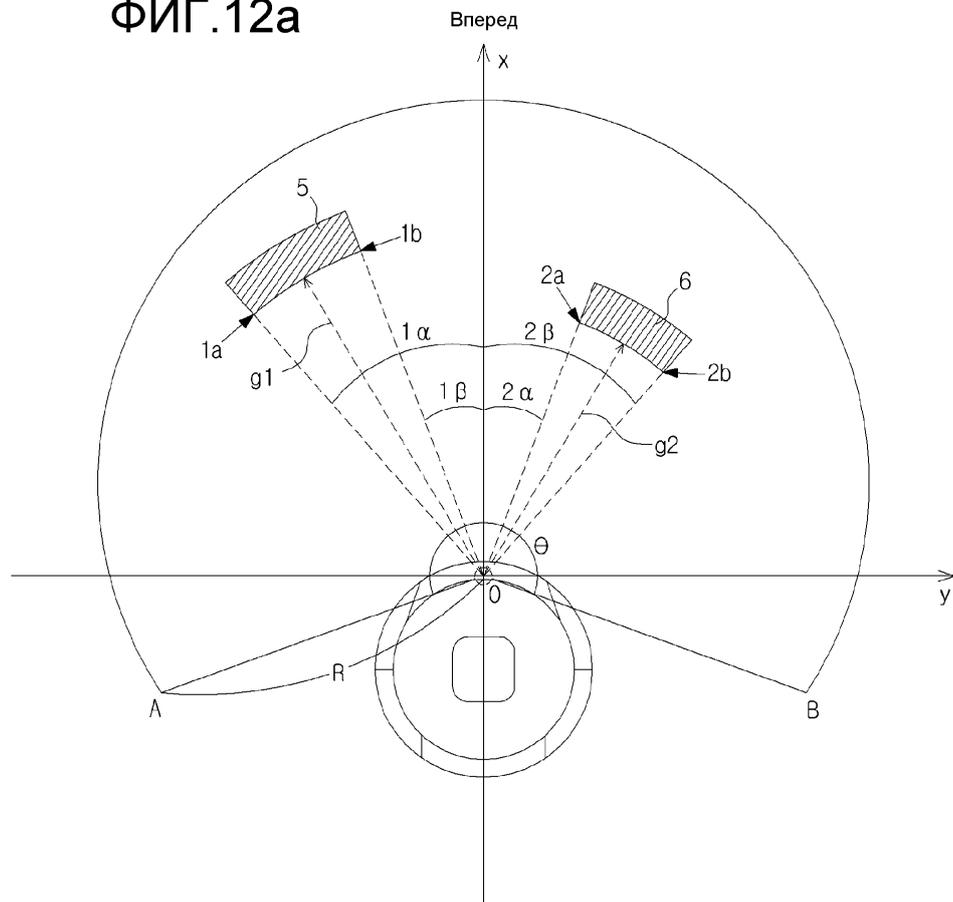
ФИГ.10b



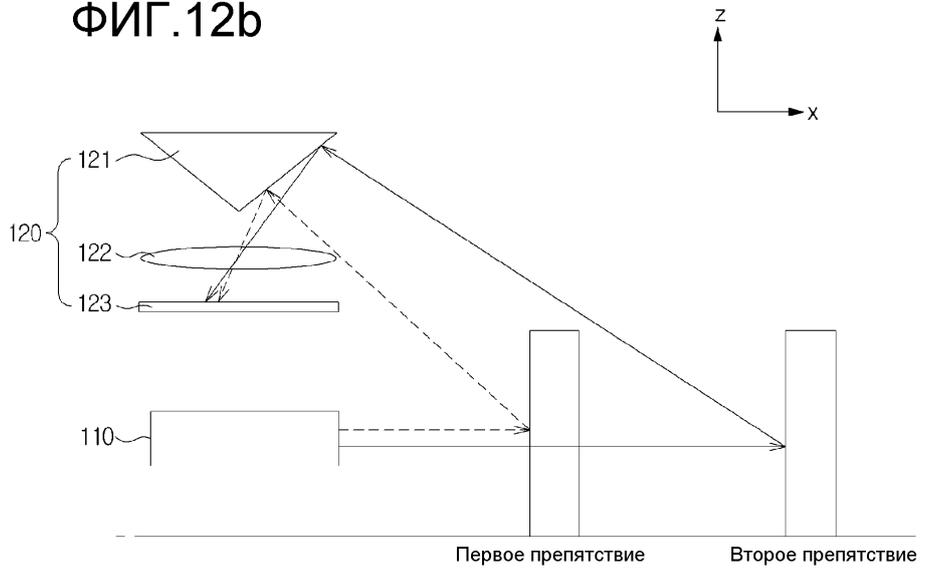
ФИГ.11



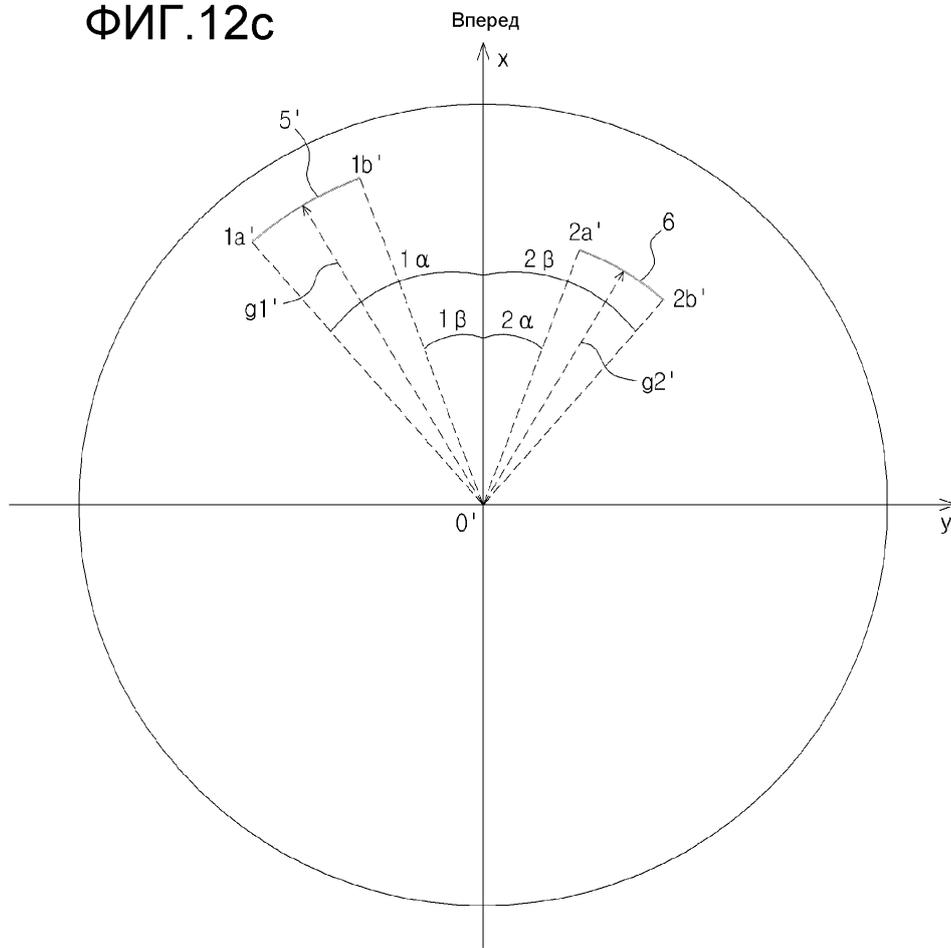
ФИГ.12а



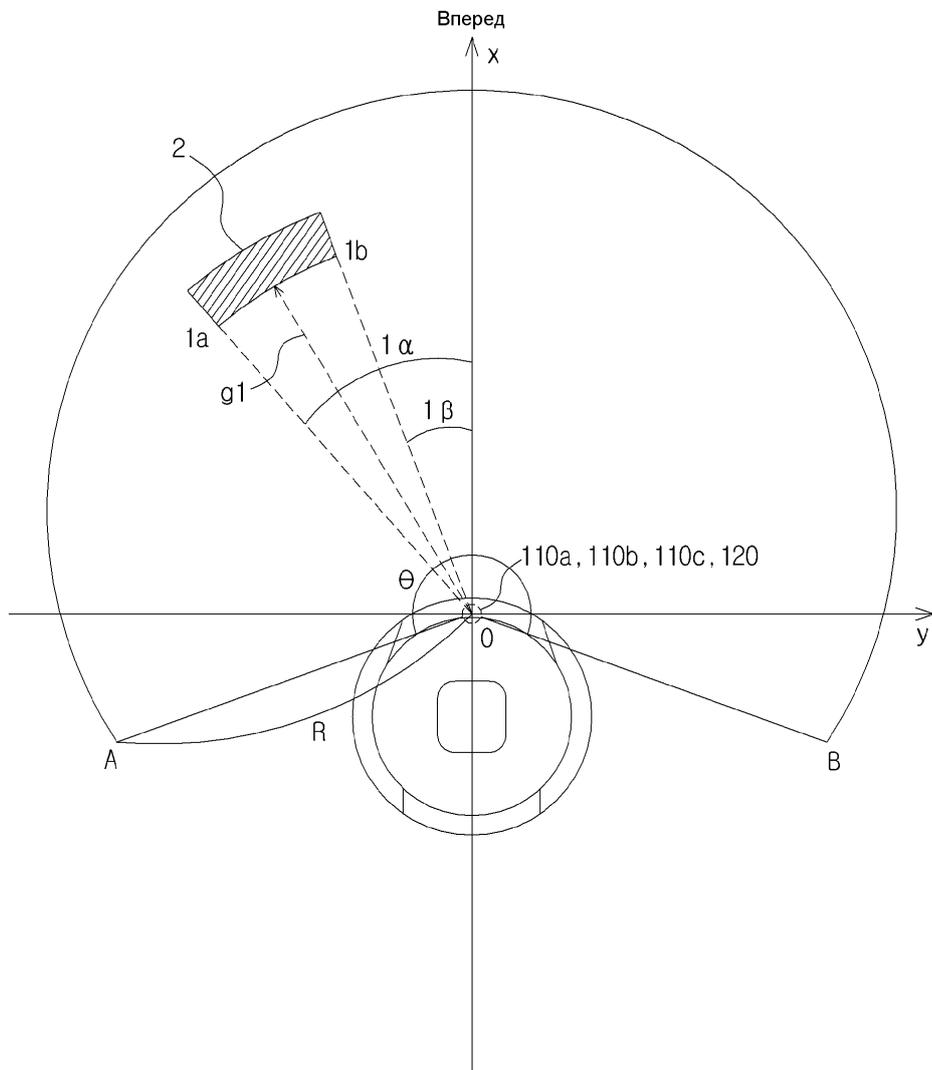
ФИГ.12b



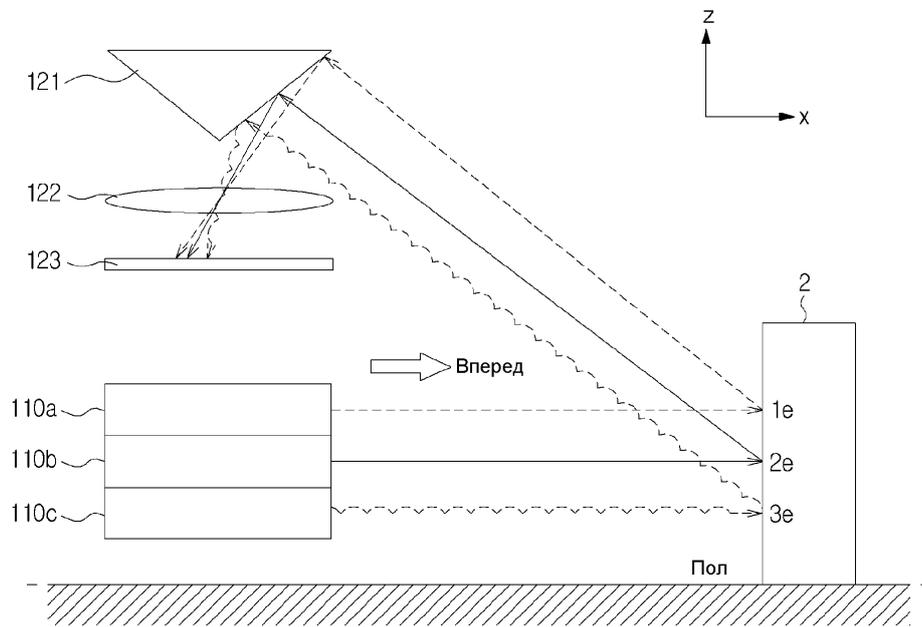
ФИГ.12с



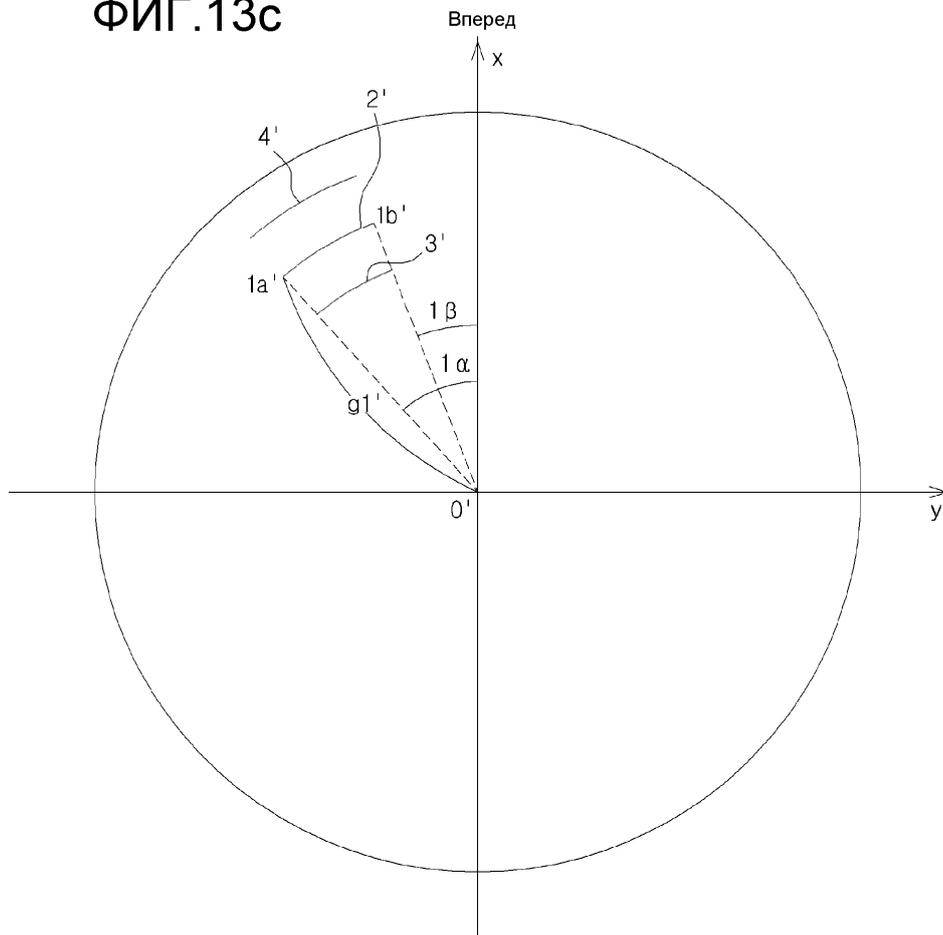
ФИГ.13а



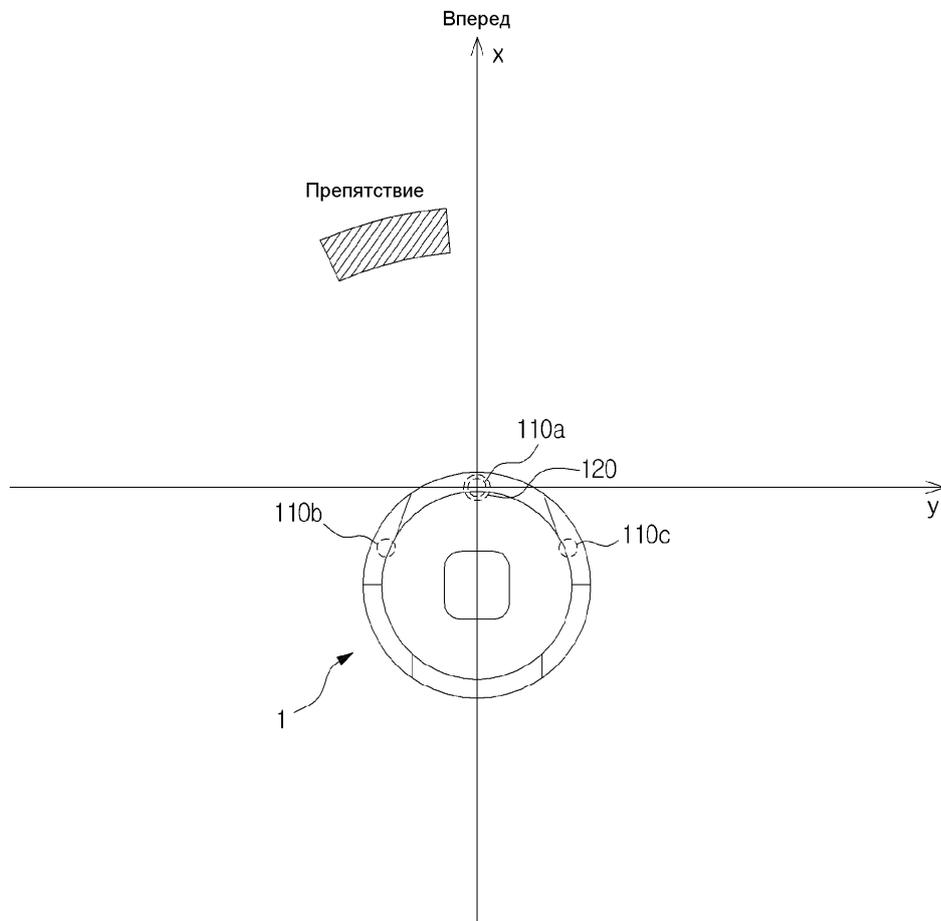
ФИГ.13b



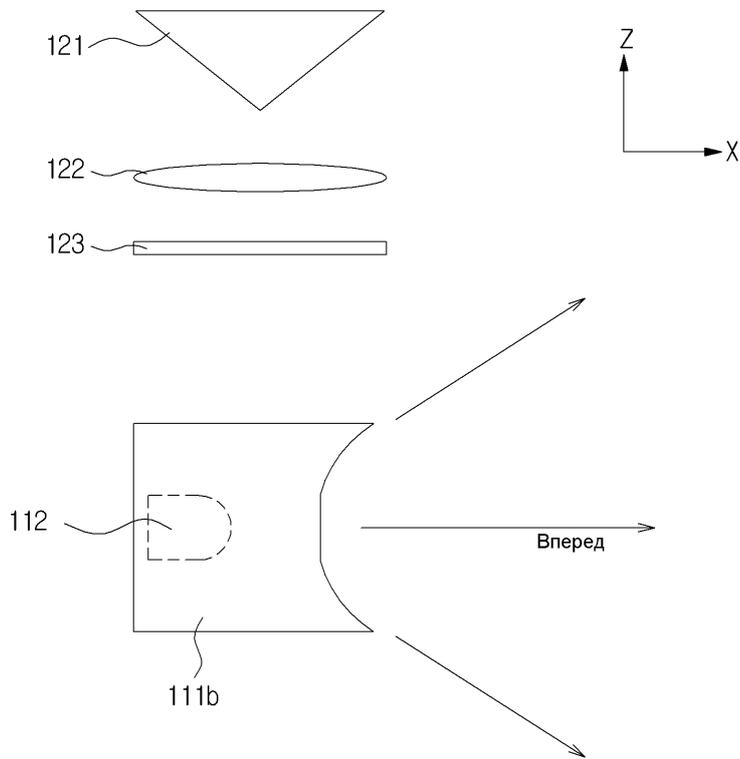
ФИГ.13с



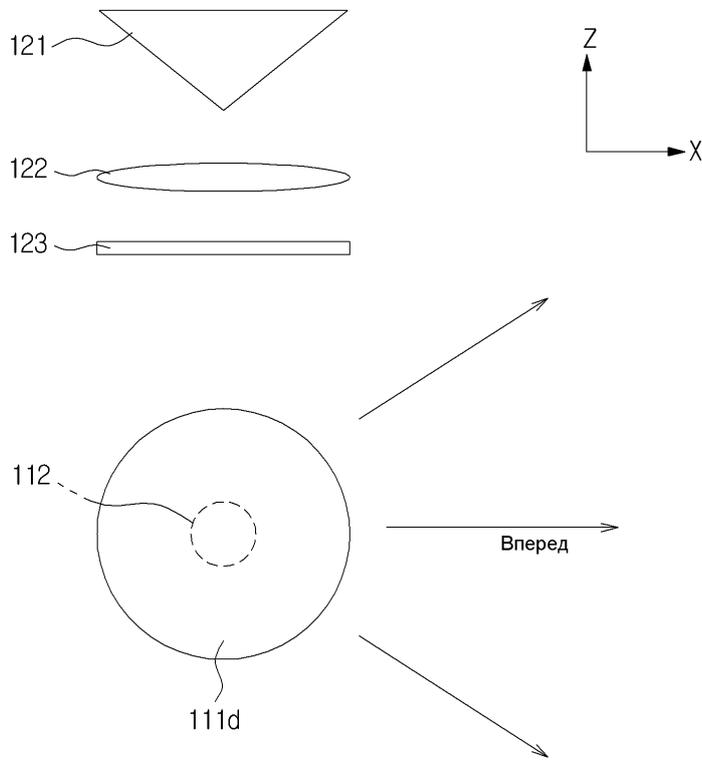
ФИГ.14



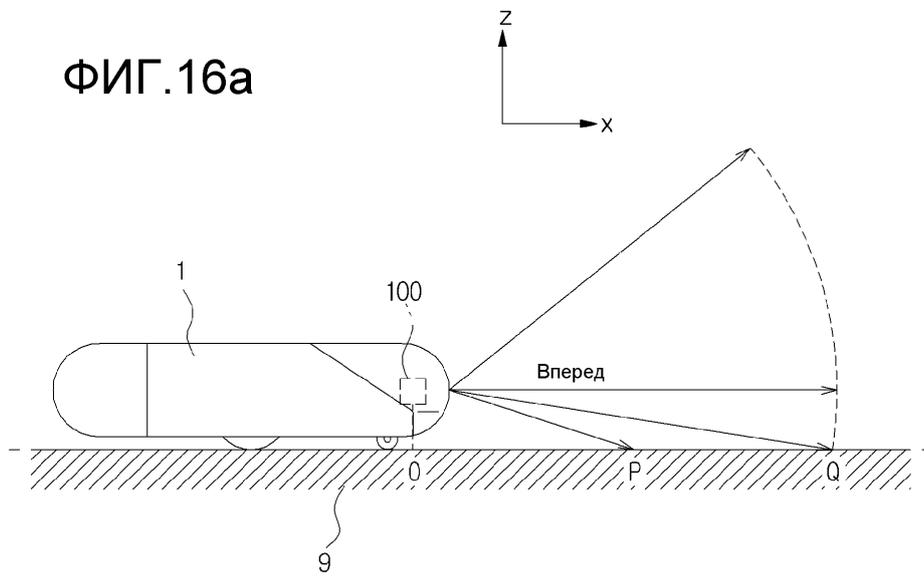
ФИГ.15а



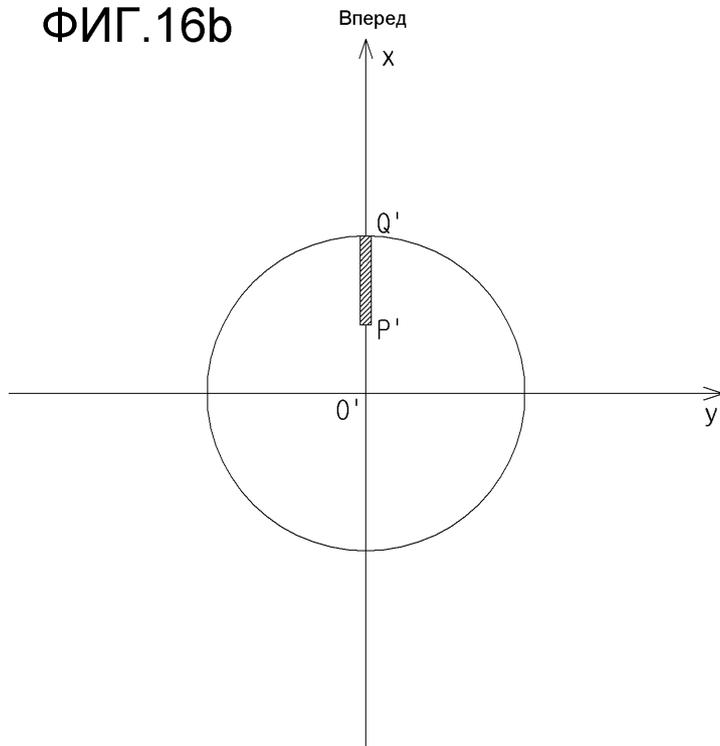
ФИГ.15b



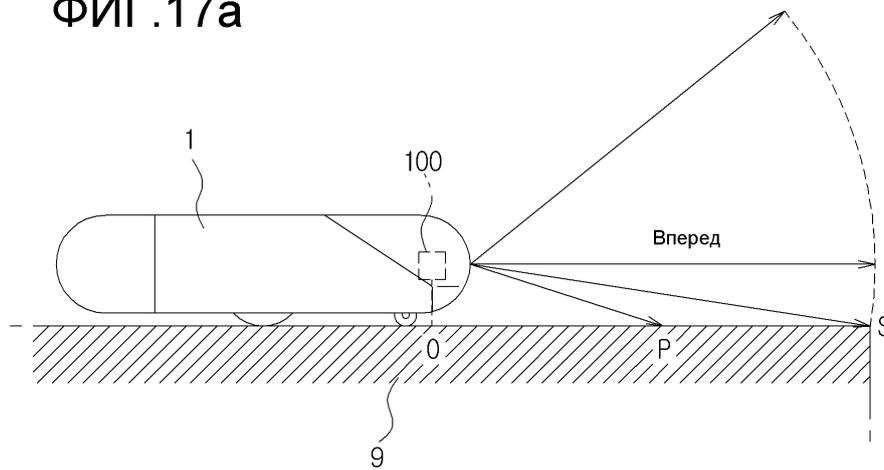
ФИГ.16а



ФИГ.16b



ФИГ.17a



ФИГ.17b

