

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **047644**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2024.08.19

(21) Номер заявки
202292534

(22) Дата подачи заявки
2021.03.31

(51) Int. Cl. **G01R 33/02** (2006.01)
G01R 33/09 (2006.01)
G01N 27/72 (2006.01)

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МАГНИТНОГО ОТКЛИКА, СИСТЕМА ДЛЯ ПРОВЕРКИ БЕЗОПАСНОСТИ И СПОСОБ ВИЗУАЛИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МАГНИТНОГО ОТКЛИКА

(31) 2020-069616

(32) 2020.04.08

(33) JP

(43) 2023.03.22

(86) PCT/JP2021/014014

(87) WO 2021/205966 2021.10.14

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ИНТЕГРАЛ ДЖИОМЕТРИ САЙЕНС
ИНК. (JP)**

(72) Изобретатель:
**Кимура Нориаки, Кимура Кендзиро,
Мима Юки, Судзуки Сого (JP)**

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

(56) SUZUKI, Shogo, MATSUDA, Seiju, KIMURA, Kenjiro et al., "Development of buried-type security gate system based on highly-sensitive magnetic field detection and image reconstruction theor", Abstracts of the JSAP Spring Meeting, 2019, 11p-M116-13, entire text, all drawings

MIMA, Yuki, KIMURA, Kenjiro, "Failure analysis of electric circuit board by high resolution magnetic field microscopy", 2013, 3rd IEEE CPMT Symposium Japan, 2014, entire text, all drawings

US-A-5493517

JP-A-200174852

KIMURA, Kenjiro, "R & D project name: Development of Super Security Gate", JST-Mirai Program Year-End Report 2019, Japan Science and Technology Agency, 2020, pp. 1-3, https://www.jst.go.jp/mirai/jp/uploads/final2019/JPMJM17D2_end.pdf, entire text, all drawings

(57) В изобретении устройство (100) для визуализации распределения магнитного отклика включает в себя контур (112) возбуждения, который возбуждает составляющую магнитного поля снаружи движущегося объекта; датчик (113), который измеряет напряженность и фазу магнитного поля во множестве моментов времени снаружи движущегося объекта; и схему (124) обработки информации, которая вычисляет напряженность и фазу магнитного поля в ближнем положении, находящемся ближе к движущемуся объекту, чем датчик (113), на основе результата измерения напряженности и фазы магнитного поля, скорости движения движущегося объекта и основного уравнения для магнитного поля, и формирует изображение распределения магнитного отклика, которое представляет собой изображение, которое указывает распределение отклика движущегося объекта относительно составляющей магнитного поля, возбужденной контуром (112) возбуждения, и является изображением, используемым для контроля безопасности, на основе результата вычисления напряженности и фазы магнитного поля.

B1

047644

047644

B1

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к устройству для визуализации распределения магнитного отклика и подобному устройству, которое формирует изображение, представляющее распределение отклика на внешнее поле.

Уровень техники изобретения

В настоящее время, досмотры службы безопасности в аэропортах и других местах проводят с использованием техники миллиметровых волн. Патентный документ (PTL) 1 предлагает, например, аппаратуру для формирования изображения посредством трехмерного голографического сканирования в миллиметровом диапазоне, которая может повысить скорость и точность сканирования.

Список литературы

Патентная литература

PTL 1 Публикация нерассмотренной заявки на патент Японии № 2015-36679.

Сущность изобретения

Техническая проблема.

Однако присутствие многочисленных препятствий, которые блокируют миллиметровые волны, таких как живые объекты и металлические кейсы, могут затруднять правильное обнаружение целевых объектов.

С учетом вышеизложенного, настоящее изобретение предлагает устройство для визуализации распределения магнитного отклика, которое может формировать изображение, представляющее распределение отклика движущегося объекта на внешнее поле с высокой точностью в виде изображения, подлежащего использованию для проверки безопасности.

Решение проблемы.

Устройство для визуализации распределения магнитного отклика в соответствии с одним аспектом настоящего изобретения включает в себя контур возбуждения, который возбуждает, снаружи движущегося объекта, составляющую магнитного поля, которая является составляющей магнитного поля, которое удовлетворяет фундаментальному (основному) уравнению для магнитных полей; датчик, который измеряет напряженность и фазу магнитного поля, включающего в себя составляющую магнитного поля, изменяемую движущимся объектом, во множестве моментов времени снаружи движущегося объекта; и схему обработки информации, которая, на основе результата измерения напряженности и фазы магнитного поля, скорости движения движущегося объекта и фундаментального уравнения для магнитных полей, вычисляет напряженность и фазу магнитного поля в смежном положении, находящемся ближе к движущемуся объекту, чем датчик, и формирует, на основе результата вычисления напряженности и фазы магнитного поля, изображение распределения магнитного отклика, которое представляет распределение отклика движущегося объекта на составляющую магнитного поля, возбужденную контуром возбуждения, и используется для проверки безопасности.

Данные общий или специальные аспекты могут быть реализованы в виде системы, устройства или аппаратуры, способа, интегральной схемы, компьютерной программы или некратковременного компьютерно-читаемого носителя, такого как CD-ROM (компакт-диск постоянной памяти), или любой комбинации из перечисленного.

Полезные эффекты изобретения

В соответствии с одним аспектом настоящего изобретения можно формировать изображение, представляющее распределение отклика движущегося объекта на внешнее поле с высокой точностью в виде изображения, подлежащего использованию для проверки безопасности.

Краткое описание чертежей

Фиг. 1 - схематическое представление устройства для визуализации распределения магнитного отклика в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 2 - схематическое представление боковой поверхности прохода системы безопасности в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 3 - изображение процесса реконструкции в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 4 - схематическое представление плоскостей измерения и реконструируемой плоскости в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 5 - схематическое представление схемы обработки информации в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 6 - схематическое представление, поясняющее пример совмещения изображений в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 7 - схематическое представление, поясняющее вариант контура возбуждения в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 8 - схематическое представление, поясняющее первый вариант устройства для визуализации распределения магнитного отклика в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 9 - схематическое представление, поясняющее второй вариант устройства для визуализации распределения магнитного отклика в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 10 - схематическое представление, поясняющее третий вариант устройства для визуализации распределения магнитного отклика в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 11 - схематическое представление, поясняющее первый пример расположения контуров возбуждения и магнитных датчиков в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 12 - схематическое представление, поясняющее второй пример расположения контуров возбуждения и магнитных датчиков в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 13 - схематическое представление, поясняющее третий пример расположения контура возбуждения и магнитных датчиков в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 14 - схематическое представление, поясняющее четвертый пример расположения контуров возбуждения и магнитных датчиков в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 15 - схематическое представление, поясняющее пример информации, отображаемой на внешнем терминале в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 16 - схематическое представление примера системы для проверки безопасности в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 17 - схематическое представление, поясняющее четвертый вариант устройства для визуализации распределения магнитного отклика в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 18 - схематическое представление, поясняющее изображение, полученное в соответствии со справочным примером, и изображение, полученное в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 19 - блок-схема последовательности операций, представляющая работу устройства для визуализации распределения магнитного отклика в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

Описание вариантов осуществления

В настоящее время, досмотры службы безопасности в аэропортах и других местах проводят с использованием техники миллиметровых волн. Поскольку рентгеновское излучение нельзя применять вследствие радиационного облучения, то рассматривается возможность применения электромагнитных волн меньшей энергии для проникания сквозь, например, одежду.

По данным полиции, ножи и другое оружие скрывают не только под одеждой, но также внутри жилых объектов и глубоко внутри багажа или других объектов. Оружие трудно обнаруживать с применением техники миллиметровых волн вследствие большого числа препятствий, в том числе багажа. Существуют проходные устройства для проверки безопасности, но на практике, из-за проблем с отношением сигнал-шум, человек, подлежащий проверке, должен быть почти неподвижным. Кроме того, существуют многочисленные проблемы с современной технологией проверки безопасности по изображению, например, невозможность обнаружения внутри багажа, если он скрыт под рукой человека, и т.п., и необходимость отдельного рентгеновского контроля багажа, когда внутреннее содержимое багажа невозможно обнаружить.

Для обнаружения оружия в багаже, таком как небольшой металлический кейс, с физической точки зрения и с учетом проникаемости можно использовать высокоэнергетическое излучение, или напротив, статическое магнитное поле. С точки зрения радиационного облучения желательно использовать статическое магнитное поле. Однако, магнитное поле, создаваемое оружием, является разнесенным в пространстве, что осложняет получение четкого изображения.

В связи с этим, например, устройство для визуализации распределения магнитного отклика в соответствии с одним аспектом настоящего изобретения включает в себя: контур возбуждения, который возбуждает, снаружи движущегося объекта, составляющую магнитного поля, которая является составляющей магнитного поля, которое удовлетворяет фундаментальному уравнению для магнитных полей; датчик, который измеряет напряженность и фазу магнитного поля, включающего в себя составляющую магнитного поля, изменяемую движущимся объектом, во множестве моментов времени снаружи движущегося объекта; и схему обработки информации, которая, на основе результата измерения напряженности и фазы магнитного поля, скорости движения движущегося объекта и фундаментального уравнения для магнитных полей, вычисляет напряженность и фазу магнитного поля в смежном положении, находящемся ближе к движущемуся объекту, чем датчик, и формирует, на основе результата вычисления напряженности и фазы магнитного поля, изображение распределения магнитного отклика, которое представляет распределение отклика движущегося объекта на составляющую магнитного поля, возбужденную контуром возбуждения, и используется для проверки безопасности.

При этом, устройство для визуализации распределения магнитного отклика может соответствующим образом вычислять напряженность и фазу магнитного поля вблизи от движущегося объекта на основе: положений датчика, заданных соответственно во множестве моментов времени, исходя из скорости движения; результата измерения напряженности и фазы магнитного поля; и фундаментального уравнения для магнитных полей. Устройство для визуализации распределения магнитного отклика может формировать изображение распределения магнитного отклика с высокой точностью на основе результата вычисления напряженности и фазы магнитного поля.

Иначе говоря, устройство для визуализации распределения магнитного отклика может формировать изображение, представляющее распределение отклика движущегося объекта на внешнее поле с высокой точностью в виде изображения, подлежащего использованию для проверки безопасности.

Например, схема обработки информации: определяет, в каждый из множества моментов времени, положение измерения, заданное как положение датчика относительно движущегося объекта, исходя из скорости движения, чтобы определить множество положений измерения датчика относительно движущегося объекта во множестве моментов времени; и вычисляет напряженность и фазу магнитного поля в смежном положении с использованием изменений во времени результата измерения на протяжении множества моментов времени в качестве изменений в пространстве результата измерений по всему множеству положений измерения.

Это дает возможность устройству для визуализации распределения магнитного отклика использовать изменения во времени результатов измерений в качестве изменений в пространстве. Поэтому устройство для визуализации распределения магнитного отклика может соответствующим образом вычислять пространственное распределение и может соответственно вычислять напряженность и фазу магнитного поля в смежном положении вблизи движущегося объекта.

Например, схема обработки информации определяет, включает ли движущийся объект в себя целевой объект обнаружения, по изображению распределения магнитного отклика и, когда определяется, что движущийся объект включает в себя целевой объект обнаружения, выводит информацию, указывающую на местоположение целевого объекта обнаружения или местоположение движущегося объекта, на внешний терминал.

Это дает возможность устройству для визуализации распределения магнитного отклика извещать о местоположении конкретного целевого объекта обнаружения или местоположении движущегося объекта, включающего в себя конкретный целевой объект обнаружения.

Например, устройство для визуализации распределения магнитного отклика дополнительно включает в себя прибор, который измеряет скорость движения.

Это дает возможность устройству для визуализации распределения магнитного отклика соответствующим образом получать скорость движения движущегося объекта.

Например, составляющая магнитного поля, возбужденная контуром возбуждения, является периодически изменяющейся составляющей магнитного поля, и схема обработки информации обнаруживает, по результату измерения, составляющую магнитного поля, имеющую такую же частоту, как частота периодически изменяющейся составляющей магнитного поля, и вычисляет напряженность и фазу магнитного поля в смежном положении, исходя из обнаруженной составляющей магнитного поля, скорости движения и фундаментального уравнения для магнитных полей.

Это дает возможность устройству для визуализации распределения магнитного отклика соответствующим образом получать отклик на составляющую магнитного поля, возбужденную контуром возбуждения. Иначе говоря, устройство для визуализации распределения магнитного отклика может подавлять шум. Следовательно, устройство для визуализации распределения магнитного отклика может формировать изображение распределения магнитного отклика с высокой точностью.

Например, составляющая магнитного поля, возбужденная контуром возбуждения, содержит первую составляющую магнитного поля, которая имеет первую частоту и проникает сквозь экранирование в движущемся объекте, и вторую составляющую магнитного поля, которая имеет вторую частоту, выше первой частоты, и экранируется экранированием в движущемся объекте, и схема обработки информации формирует изображение распределения магнитного отклика посредством формирования первого изображения, представляющего распределение отклика движущегося объекта на первую составляющую магнитного поля, возбужденную контуром возбуждения, и второе изображение, представляющее распределение отклика движущегося объекта на вторую составляющую магнитного поля, возбужденную контуром возбуждения, и объединения первого изображения и второго изображения.

Это дает возможность устройству для визуализации распределения магнитного отклика формировать, в качестве изображения распределения магнитного отклика, составное изображение из двух изображений, полученных для составляющих магнитного поля, имеющих две разные частоты. Данное составное изображение может показывать как то, что находится за экранированием, так и само экранирование. Иначе говоря, данное составное изображение может надлежащим образом показывать местоположение объекта, скрытого экранированием. Следовательно, устройство для визуализации распределения магнитного отклика может формировать изображение распределения магнитного отклика, которое является эффективным для проверки безопасности.

Например, датчик содержит множество датчиков, расположенных на прямой.

Это дает возможность устройству для визуализации распределения магнитного отклика измерять напряженность и фазу магнитного поля с использованием одномерной матрицы датчиков. Это позволяет уменьшить пространство, требуемое для обеспечения датчиков.

Например, датчик содержит множество датчиков, расположенных на первой прямой, и множество датчиков, расположенных на второй прямой, которая параллельна первой прямой и находится дальше от движущегося объекта, чем первая прямая.

Это дает возможность устройству для визуализации распределения магнитного отклика измерять напряженность и фазу магнитного поля с использованием двух одномерных матриц датчиков и измерять напряженность и фазу магнитного поля в положениях измерения на разных расстояниях от движущегося объекта.

Например, контур возбуждения содержит множество контуров возбуждения, расположенных на прямой.

Это дает возможность устройству для визуализации распределения магнитного отклика возбуждать составляющую магнитного поля с использованием одномерной матрицы контуров возбуждения. Это позволяет уменьшить пространство, требуемое для обеспечения контуров возбуждения.

Например, датчик содержит множество датчиков, расположенных на плоскости.

Это дает возможность устройству для визуализации распределения магнитного отклика измерять напряженность и фазу магнитного поля с использованием двумерной матрицы датчиков. Это дает возможность устройству для визуализации распределения магнитного отклика получать результат двумерного измерения одновременно. Следовательно, устройству для визуализации распределения магнитного отклика может объединять результаты двумерных измерений, полученных во множестве моментов времени, чтобы подавлять шум.

Например, датчик содержит множество датчиков, расположенных на первой плоскости, и множество датчиков, расположенных на второй плоскости, которая параллельна первой плоскости и находится дальше от движущегося объекта, чем первая плоскость.

Это дает возможность устройству для визуализации распределения магнитного отклика измерять напряженность и фазу магнитного поля с использованием двумерной матрицы датчиков и измерять напряженность и фазу магнитного поля в положениях измерения на разных расстояниях от движущегося объекта.

Например, контур возбуждения содержит множество контуров возбуждения, расположенных на плоскости.

Это дает возможность устройству для визуализации распределения магнитного отклика равномерно возбуждать составляющую магнитного поля с использованием двумерной матрицы контуров возбуждения.

Например, контур возбуждения и датчик располагаются с противоположных сторон пути движения движущегося объекта.

Это дает возможность устройству для визуализации распределения магнитного отклика измерять напряженность и фазу магнитного поля на датчике, который располагается с противоположной стороны от движущегося объекта относительно контура возбуждения. При этом, при измерении напряженности и фазы магнитного поля с использованием датчика, устройство для визуализации распределения магнитного отклика может подавлять влияние прямых составляющих магнитного поля, возбужденных контуром возбуждения, которые не испытали влияния со стороны движущегося объекта, таких как составляющие магнитного поля окружающего магнитного поля.

Например, контур возбуждения и датчик расположены с одной стороны от пути движения движущегося объекта, а не с противоположных сторон от пути движения.

Это дает возможность устройству для визуализации распределения магнитного отклика измерять напряженность и фазу магнитного поля на датчике, который располагается с той же стороны от движущегося объекта, что и контур возбуждения. Следовательно, можно уменьшить пространство, требуемое для обеспечения контура возбуждения и датчика.

Например, контур возбуждения содержит множество контуров возбуждения, расположенных с первой и второй противоположных сторон от пути движения движущегося объекта, датчик содержит множество датчиков, расположенных с первой стороны и второй стороны, и схема обработки информации переключается между первой операцией, в ходе которой один или более из множества контуров возбуждения, расположенных с первой стороны, возбуждают составляющую магнитного поля, и один или более из множества датчиков, расположенных со второй стороны, измеряют напряженность и фазу магнитного поля, и второй операцией, в ходе которой один или более из множества контуров возбуждения, расположенных со второй стороны, возбуждают составляющую магнитного поля, и один или более из множества датчиков, расположенных с первой стороны, измеряют напряженность и фазу магнитного поля.

Это дает возможность устройству для визуализации распределения магнитного отклика измерять напряженность и фазу магнитного поля с использованием временного разделения на обе стороны, что позволяет получать большой объем информации.

Например, схема обработки информации выбирает, в качестве изображения распределения магнитного отклика, либо первое изображение распределения магнитного отклика, сформированное на основе результатов первой операции, либо второе изображение распределения магнитного отклика, сформированное на основе результатов второй операции.

Это дает возможность устройству для визуализации распределения магнитного отклика адаптивно использовать одно из двух изображений распределения магнитных откликов, соответствующих обеим сторонам.

Например, система для проверки безопасности в соответствии с одним аспектом настоящего изобретения включает в себя: вышеописанное устройство для визуализации распределения магнитного отклика; и термографическое устройство для выполнения диагностической визуализации человека, соответствующего движущемуся объекту.

Это дает возможность системе для проверки безопасности формировать изображение, представляющее распределение отклика движущегося объекта на внешнее поле с высокой точностью, в виде изображения, подлежащего использованию для проверки безопасности, и выполнять диагностическую визуализацию человека, который может быть носителем вируса.

Например, способ визуализации распределения магнитного отклика в соответствии с одним аспектом настоящего изобретения включает в себя этапы, на которых: возбуждают, снаружи движущегося объекта, составляющую магнитного поля, которая является составляющей магнитного поля, которое удовлетворяет фундаментальному уравнению для магнитных полей, с использованием контура возбуждения; измеряют, с использованием датчика, напряженность и фазу магнитного поля, включающего в себя составляющую магнитного поля, изменяемую движущимся объектом, во множестве моментов времени снаружи движущегося объекта; и вычисляют напряженность и фазу магнитного поля в смежном положении, находящемся ближе к движущемуся объекту, чем датчик, на основе результата измерения напряженности и фазы магнитного поля, скорости движения движущегося объекта и фундаментального уравнения для магнитных полей, и формируют, по результату вычисления напряженности и фазы магнитного поля, изображение распределения магнитного отклика, которое представляет распределение отклика движущегося объекта на составляющую магнитного поля, возбужденную контуром возбуждения, и используется для проверки безопасности.

При этом, можно соответствующим образом вычислять напряженность и фазу магнитного поля вблизи от движущегося объекта на основе: положений датчика, заданных соответственно во множестве моментов времени, исходя из скорости движения; результата измерения напряженности и фазы магнитного поля; и фундаментального уравнения для магнитных полей. Устройство для визуализации распределения магнитного отклика может формировать изображение распределения магнитного отклика с высокой точностью на основе результата вычисления напряженности и фазы магнитного поля.

Иначе говоря, устройство для визуализации распределения магнитного отклика может формировать изображение, представляющее распределение отклика движущегося объекта на внешнее поле с высокой точностью, в виде изображения, подлежащего использованию для проверки безопасности.

Далее в настоящем документе будут описаны варианты осуществления со ссылкой на чертежи. Каждый из следующих вариантов осуществления описывает общие или конкретные примеры. Числовые значения, формы, материалы, элементы, расположение и соединение элементов, этапы, порядок этапов и т.п., представленных в следующих вариантах осуществления являются всего лишь примерами и не ограничивают объем охраны формулы изобретения.

Далее в настоящем документе будет описано, в основном, устройство для визуализации распределения магнитного отклика, которое использует магнитное поле, в качестве одного примера устройства для визуализации распределения магнитного отклика. Нижеописанные составляющие магнитного поля являются составляющими, которые образуют магнитное поле. Составляющие магнитного поля могут состоять, каждая, из нескольких магнитных полей, накладывающихся на общее магнитное поле.

Вариант осуществления

Фиг. 1 схематически представляет устройство для визуализации распределения магнитного отклика в соответствии с настоящим вариантом осуществления. Устройство 100 для визуализации распределения магнитного отклика, изображенное на фиг. 1, включает в себя, например, контур 112 возбуждения, магнитный датчик 113, камеру 114, инфракрасный датчик 115, лазерное устройство 116, предусилитель 121, переключатель 122, аналого-цифровой (АЦ) преобразователь 123, схему 124 обработки информации, цифро-аналоговый (ЦА) преобразователь 125 и усилитель 126.

Устройство 100 для визуализации распределения магнитного отклика не нуждается в содержании каждого элемента из камеры 114, инфракрасного датчика 115 и лазерного устройства 116; устройство 100 для визуализации распределения магнитного отклика может включать в себя только что-то одно из камеры 114, инфракрасного датчика 115 и лазерного устройства 116. Устройство 100 для визуализации распределения магнитного отклика может включать в себя множество контуров 112 возбуждения, множество магнитных датчиков 113, множество камер 114, множество инфракрасных датчиков 115 и множество лазерных устройств 116.

В примере на фиг. 1, множество контуров 112 возбуждения и множество магнитных датчиков 113 содержатся внутри в проходе (воротах) 111 системы безопасности. В частности, в направлении по высоте, т.е. вертикально, расположено множество групп, каждая из которых включает в себя один контур 112 возбуждения и два магнитных датчика 113, расположенных с каждой стороны от одного контура 112 возбуждения.

Устройство 100 для визуализации распределения магнитного отклика формирует изображение, представляющее распределение магнитного отклика движущегося объекта, проходящего через проход (ворота) 111 системы безопасности. Данное изображение может показывать напряженность и фазу маг-

нитного поля. Данное изображение может показывать магнитный материал, в частности ферромагнитный материал, содержащийся в движущемся объекте. Примеры движущихся объектов включают в себя человека и ручную кладь, носимую человеком. Следовательно, изображение, сформированное устройством 100 для визуализации распределения магнитного отклика, может показать оружие или другой объект, скрываемый человеком.

Хотя на фиг. 1 и не показано, камера 114, инфракрасный датчик 115 и лазерное устройство 116 подсоединены к схеме 124 обработки информации. Все магнитные датчики 113 подсоединены к предусилителю 121. Все контуры 112 возбуждения подсоединены к усилителю 126.

Контур 112 возбуждения является электрической схемой, которая возбуждает составляющую магнитного поля. Контур 112 возбуждения является, например, катушкой, которая возбуждает составляющую магнитного поля с индукцией не более нескольких мТесла. Контур 112 возбуждения может быть, например, токоведущим проводом или печатным монтажом. Например, переменный ток в контур 112 возбуждения подается схемой 124 обработки информации через ЦА преобразователь 125 и усилитель 126. Данный ток возбуждает составляющую магнитного поля от переменного тока. Составляющая магнитного поля, возбужденная контуром 112 возбуждения, изменяется вследствие влияния движущегося объекта.

Вышеупомянутый переменный ток является переменным током низкой частоты не выше 100 кГц. Поэтому вышеупомянутая составляющая магнитного поля от переменного тока является медленно изменяющейся составляющей магнитного поля. В таких случаях, когда применяется переменный ток высокой частоты, генерация вихревого тока затрудняет определение изменений составляющей магнитного поля в, например, объекте с кейсом из металла с высокой проводимостью. С другой стороны, если применяется постоянный ток, то подавление шума затруднительно. Поэтому применяется переменный ток низкой частоты.

В примере на фиг. 1, множество контуров 112 возбуждения расположено вертикально в одном направлении с правой и левой сторон от прохода 111 системы безопасности.

Магнитный датчик 113 является датчиком, который измеряет магнитные характеристики. Магнитный датчик 113 может быть туннельным магнитно-резистивным (TMR) элементом, супермагнитно-резистивным (GMR) элементом, сверхпроводящим квантовым интерферометрическим (SQUID) элементом или магнито-импедансным (MI) элементом.

В частности, магнитный датчик 113 измеряет магнитные характеристики в магнитном поле, которое включает в себя составляющую магнитного поля, изменяемую движущимся объектом. Например, магнитный датчик 113 измеряет магнитные характеристики с точностью до нТесла или пТесла. Магнитный датчик 113 выдает сигнал магнитного датчика в качестве результата измерения. В контексте настоящего документа, термин "измерять" можно также выразить как "замерять".

В примере на фиг. 1, множество магнитных датчиков 113 выстроено вертикально с правой и левой сторон от прохода 111 системы безопасности. Кроме того, с каждой стороны от прохода 111 системы безопасности, множество магнитных датчиков 113 расположено вдоль прямой, проходящей ближе к внутренней стороне прохода 111 системы безопасности, и вдоль прямой, проходящей дальше от внутренней стороны прохода 111 системы безопасности.

Камера 114 является устройством визуализации, которое снимает изображения субъекта. В частности, камера 114 снимает изображения движущегося объекта, проходящего через проход 111 системы безопасности. Камера 114 может быть кинокамерой, которая измеряет скорость движения движущегося объекта, проходящего через проход 111 системы безопасности.

Инфракрасный датчик 115 является датчиком, который измеряет в инфракрасном излучении. Инфракрасный датчик 115 воспринимает инфракрасное излучение, испускаемое или отраженное движущимся объектом, проходящим через проход 111 системы безопасности.

Лазерное устройство 116 является устройством, которое испускает лазерное излучение. Лазерное устройство 116 является, например, полупроводниковым лазером. В частности, лазерное устройство 116 испускает лазерное излучение и принимает лазерное излучение, отраженное от движущегося объекта, проходящего через проход 111 системы безопасности, чтобы измерять движущийся объект. Расстояние до движущегося объекта может быть получено в соответствии с результатом измерения движущегося объекта.

Допустима также конфигурация, в которой каждое из множества лазерных устройств 116, расположенных на расстоянии друг от друга, измеряет движущийся объект. Тогда скорость движения может быть получена в соответствии с результатами измерений движущегося объекта посредством множества лазерных устройств 116.

Предусилитель 121 является схемой, которая усиливает слабые сигналы. Это обеспечивает сигналы, которые можно использовать в схемах последующих каскадов (таких как АЦ преобразователь 123 и схема 124 обработки информации). Например, предусилитель 121 усиливает сигнал магнитного датчика, выдаваемый магнитным датчиком 113, и выдает усиленный сигнал магнитного датчика. Предусилитель 121 может быть предусмотрен для каждого из множества магнитных датчиков 113.

Переключатель 122 является схемой для переключения электрических путей. В частности, пере-

ключатель 122 последовательно вводит сигналы магнитных датчиков, полученные из множества магнитных датчиков 113, через предусилитель 121 в АЦ преобразователь 123.

АЦ преобразователь 123 является аналого-цифровым преобразователем для преобразования аналогового сигнала в цифровой сигнал. АЦ преобразователь 123 получает сигнал магнитного датчика, подаваемый из магнитного датчика 113 через предусилитель 121 и переключатель 122, в форме аналогового сигнала и преобразует сигнал магнитного датчика, полученный в форме аналогового сигнала, в цифровой сигнал. Затем АЦ преобразователь 123 посылает сигнал магнитного датчика, преобразованный в цифровой сигнал, на вход схемы 124 обработки информации.

Схема 124 обработки информации является электрической схемой, которая выполняет обработку информации. Схема 124 обработки информации может быть, например, компьютером или процессором компьютера.

В частности, схема 124 обработки информации получает сигнал магнитного датчика в качестве результата измерения магнитных характеристик. Схема 124 обработки информации получает скорость движения движущегося объекта на основе информации, полученной из камеры 114, инфракрасного датчика 115, лазерного устройства 116 или их комбинации.

Затем схема 124 обработки информации вычисляет напряженность и фазу магнитного поля в смежном положении вблизи движущегося объекта на основе результата измерения магнитных характеристик, скорости движения движущегося объекта и уравнения Лапласа, которое является фундаментальным уравнением, которому удовлетворяет поле (в частности, статическое магнитное поле). Иначе говоря, схема 124 обработки информации реконструирует напряженность и фазу магнитного поля.

Затем схема 124 обработки информации формирует изображение, представляющее распределение магнитного отклика движущегося объекта, по вычисленным напряженности и фазе магнитного поля. Схема 124 обработки информации может отображать изображение на дисплее путем вывода изображения на дисплей. В качестве альтернативы, схема 124 обработки информации может распечатывать изображение на принтере путем вывода изображения на принтер. В качестве альтернативы, схема 124 обработки информации может передавать изображение в форме электронных данных в другое устройство с помощью средств проводной или беспроводной связи.

Схема 124 обработки информации подает управляющий сигнал на вход ЦА преобразователя 125. Данный входной сигнал подает ток в контур 112 возбуждения через ЦА преобразователь 125 и усилитель 126. Например, схема 124 обработки информации подает переменный ток в контур 112 возбуждения через ЦА преобразователь 125 и усилитель 126.

ЦА преобразователь 125 является преобразователем для преобразования цифрового сигнала в аналоговый сигнал. В частности, ЦА преобразователь 125 получает входной управляющий сигнал из схемы 124 обработки информации в форме цифрового сигнала и преобразует управляющий сигнал, полученный в форме цифрового сигнала, в аналоговый сигнал. Затем ЦА преобразователь 125 подает управляющий сигнал, преобразованный в аналоговый сигнал, на вход усилителя 126.

Усилитель 126 вводит ток, соответствующий управляющему сигналу, преобразованному в аналоговый сигнал, в контур 112 возбуждения. Например, усилитель 126 вводит переменный ток в контур 112 возбуждения.

Например, составляющая магнитного поля возбуждается контурами 112 возбуждения с правой стороны от прохода 111 системы безопасности. Составляющая магнитного поля, возбуждаемая контурами 112 возбуждения с правой стороны, изменяется вследствие влияния движущегося объекта. По сути, составляющая магнитного поля значительно изменяется вследствие влияния магнитного материала, в частности, ферромагнитного материала, содержащегося в движущемся объекте. Затем магнитные характеристики в магнитном поле, включающем в себя измененную составляющую магнитного поля, измеряются магнитными датчиками 113 с левой стороны от прохода 111 системы безопасности.

Операции, выполняемые с левой и правой сторон, переключаются так, чтобы выполняться попеременно, например, посредством переключателя, который не показан на чертеже. Иначе говоря, операция, в ходе которой составляющая магнитного поля возбуждается с правой стороны, и магнитные характеристики измеряются с левой стороны, и операция, в ходе которой составляющая магнитного поля возбуждается с левой стороны, и магнитные характеристики измеряются с правой стороны, переключаются так, чтобы выполняться попеременно.

Затем схема 124 обработки информации вычисляет напряженность и фазу магнитного поля в смежном положении вблизи движущегося объекта с использованием результатов измерений с левой и правой сторон в качестве граничных условий Неймана и Дирихле. Затем схема 124 обработки информации формирует изображение, представляющее распределение магнитного отклика движущегося объекта, на основе результата вычисления.

Фиг. 1 является схематическим представлением. Число и размер множества контуров 112 возбуждения, и число и размер множества магнитных датчиков 113 может отличаться от примера на фиг. 1. Большее число контуров 112 возбуждения меньшего размера можно расположить плотнее, и большее число магнитных датчиков 113 меньшего размера можно расположить плотнее. То же самое относится также к другим схематическим представлениям.

Каждое устройство из камеры 114, инфракрасного датчика 115 и лазерного устройства 116 может также служить прибором, который измеряет скорость движения движущегося объекта, проходящего через проход 111 системы безопасности.

Фиг. 2 схематически представляет боковую поверхность прохода 111 системы безопасности, изображенного на фиг. 1. Множество контуров 112 возбуждения и множество магнитных датчиков 113 выставлено перпендикулярно к направлению движения движущегося объекта.

Множество контуров 112 возбуждения, которые расположены в одном направлении, перпендикулярном к направлению движения движущегося объекта, может сканировать в одном направлении, в направлении, противоположном направлению движения движущегося объекта, относительно движущегося объекта, в результате прохождения движущегося объекта через проход 111 системы безопасности. В то же время, множество магнитных датчиков 113, которые расположены в одном направлении, перпендикулярном к направлению движения движущегося объекта, может сканировать в одном направлении, в направлении, противоположном направлению движения движущегося объекта, относительно движущегося объекта, в результате прохождения движущегося объекта через проход 111 системы безопасности.

Это позволяет множеству магнитных датчиков 113 сканировать вдоль плоскости, которая связана с движущимся объектом и параллельна направлению движения движущегося объекта. Составляющая магнитного поля возбуждается контурами 112 возбуждения с противоположной стороны от движущегося объекта относительно множества магнитных датчиков 113, которые измеряют магнитные характеристики в это же время. Затем магнитные характеристики магнитного поля, включающего в себя составляющую магнитного поля, изменяемую движущимся объектом, измеряются множеством магнитных датчиков 113. При этом, может быть получен результат измерения магнитных характеристик на такой плоскости.

Устройство 100 для визуализации распределения магнитного отклика может также получать скорость движения движущегося объекта. Затем устройство 100 для визуализации распределения магнитного отклика может определить положение каждого магнитного датчика 113 относительно движущегося объекта в многочисленные моменты времени, исходя из скорости движения движущегося объекта. Иначе говоря, устройство 100 для визуализации распределения магнитного отклика может определять информацию в каждом положении, в котором получен результат измерения, и может соответствующим образом реконструировать напряженность и фазу магнитного поля на основе результатов измерений в установленных положениях.

Как показано на фиг. 1, существует множество магнитных датчиков 113, которые находятся сравнительно близко к движущемуся объекту, и множество магнитных датчиков 113, которые находятся сравнительно далеко от движущегося объекта. При этом, результат измерения магнитных характеристик может быть получен в двух плоскостях.

Фиг. 3 изображает процесс реконструкции, выполняемый схемой 124 обработки информации, изображенной на фиг. 1. Две плоскости измерения, изображенные на фиг. 3, представляют собой две плоскости, из которых получают результаты измерений магнитных характеристик. Хотя на фиг. 3 и не показано, объект намагничивается составляющими магнитного поля, возбуждаемыми контуром 112 возбуждения. Магнитный датчик 113 измеряет магнитные характеристики магнитного поля, включая составляющую магнитного поля, наведенную намагниченным объектом.

Например, фундаментальное уравнение для поля в свободном пространстве, не содержащем магнитного излучателя, выражается уравнением Лапласа. В частности, следующее уравнение (1) является верным в отношении $H_z(x, y, z)$, что представляет вектор z-компоненты магнитного поля в прямоугольной системе координат x, y, z .

Уравнение 1

$$\Delta H_z = 0$$

$$\dots (1)$$

Общее решение уравнения (1) выражается, как показано в уравнении (2) ниже.

Уравнение 2

$$H_z(x, y, z) = \frac{1}{(2\pi)^2} \iint e^{ik_x x + ik_y y} \left\{ a(k_x, k_y) e^{z\sqrt{k_x^2 + k_y^2}} + b(k_x, k_y) e^{-z\sqrt{k_x^2 + k_y^2}} \right\} dk_x dk_y$$

$$\dots (2)$$

В вышеприведенном уравнении (2), k_x и k_y представляют волновые числа в x- и y-направлениях, соответственно. Кроме того, $a(k_x, k_y)$ и $b(k_x, k_y)$ являются функциями, выраженными через k_x и k_y . Например, измерение дает z-компоненту $H_z(x, y, 0)$ вектора магнитного поля в плоскости $z=0$, и градиент $\partial/\partial z H_z(x, y, z)|_{z=0}$ в z-направлении для z-компоненты вектора магнитного поля. С их использованием, $a(k_x, k_y)$ и $b(k_x, k_y)$ в уравнении (2) можно получить, как показано ниже в уравнениях (3) и (4), соответственно.

Уравнение 3

$$a(k_x, k_y) = \frac{1}{2} \left[f(k_x, k_y) + \frac{g(k_x, k_y)}{\sqrt{k_x^2 + k_y^2}} \right]$$

• • • (3)

Уравнение 4

$$b(k_x, k_y) = \frac{1}{2} \left[f(k_x, k_y) - \frac{g(k_x, k_y)}{\sqrt{k_x^2 + k_y^2}} \right]$$

• • • (4)

В уравнениях (3) и (4), $f(k_x, k_y)$ является двумерным Фурье-образом функции $H_z(x, y, 0)$, и $g(k_x, k_y)$ является двумерным Фурье-образом функции $\partial/\partial z H_z(x, y, z)|_{z=0}$. Путем подстановки уравнений (3) и (4) в уравнение (2) можно получить H_z , как показано ниже в уравнении (5).

Уравнение 5

$$\begin{aligned} H_z(x, y, z) &= \frac{1}{(2\pi)^2} \iint e^{ik_x x + ik_y y} \left\{ \frac{1}{2} \left(f(k_x, k_y) + \frac{g(k_x, k_y)}{\sqrt{k_x^2 + k_y^2}} \right) e^{z\sqrt{k_x^2 + k_y^2}} \right. \\ &\quad \left. + \frac{1}{2} \left(f(k_x, k_y) - \frac{g(k_x, k_y)}{\sqrt{k_x^2 + k_y^2}} \right) e^{-z\sqrt{k_x^2 + k_y^2}} \right\} dk_x dk_y \end{aligned}$$

• • • (5)

С помощью вышеописанного способа можно получить $H_z(x, y, z)$, при любой z -координате в пространстве, не содержащем магнитного излучателя, с использованием функции $H_z(x, y, 0)$, которая является граничным условием Дирихле, и функции $\partial/\partial z H_z(x, y, z)|_{z=0}$, которая является граничным условием Неймана. Это означает, что магнитное поле в реконструируемой плоскости, близкой к объекту, может быть реконструировано по магнитному полю в плоскости измерения, которое является плоскостью x, y , при $z=0$, и плоскости измерения в его окрестности.

В частности, $H_z(x, y, 0)$ получают как результат измерения в плоскости измерения, при $z=0$. $\partial/\partial z H_z(x, y, z)|_{z=0}$ вычисляют на основе результатов измерений в двух плоскостях измерения. Например, получают результат измерения в плоскости измерения, при $z=0$, и результат измерения в плоскости измерения, при $z=d$. Затем $\partial/\partial z H_z(x, y, z)|_{z=0}$ можно аппроксимировать путем деления разности между результатом измерения в плоскости измерения, при $z=0$, и результатом измерения в плоскости измерения, при $z=d$, на d , которое является расстоянием между данными двумя плоскостями измерения.

Затем получают $f(k_x, k_y)$ и $g(k_x, k_y)$ путем выполнения двумерного Фурье-преобразования $H_z(x, y, 0)$ и $\partial/\partial z H_z(x, y, z)|_{z=0}$, полученных из результатов измерений, по x и y . Затем, подстановкой функций $f(k_x, k_y)$ и $g(k_x, k_y)$, полученных двумерным Фурье-преобразованием в уравнение (5), получают $H_z(x, y, z)$ при любой z -координате в пространстве, не содержащем магнитного излучателя. Это дает возможность получать точную информацию о магнитном поле в плоскости реконструкции.

При этом, данные измерений, соответствующие результатам измерений, являются двумерной матрицей данных z -компонент вектора магнитного поля в качестве элементов. Однако, реконструкция может быть выполнена таким же образом, даже если матрица данных является двумерной матрицей данных, включающей в себя производные высшего порядка z -компонент вектора магнитного поля в z -направлении в качестве элементов.

Следует отметить, что $H_z(x, y, 0)$, полученная как результат измерения, соответствует напряженности и фазе магнитного поля в положении $(x, y, 0)$. Аналогично, $H_z(x, y, z)$, полученная как результат вычисления, соответствует напряженности и фазе магнитного поля в положении (x, y, z) .

Фиг. 4 схематически представляет плоскости измерения и реконструируемую плоскость, изображенные на фиг. 3, в устройстве 100 для визуализации распределения магнитного отклика, изображенном на фиг. 1.

Устройство 100 для визуализации распределения магнитного отклика может формировать изображение, представляющее магнитное поле в реконструируемой плоскости на основе результатов измерений в двух плоскостях измерения, соответствующих двум рядам магнитных датчиков 113 с левой стороны, которое показывает распределение магнитного отклика движущегося объекта. Аналогично, устройство 100 для визуализации распределения магнитного отклика может формировать изображение, представляющее магнитное поле в реконструируемой плоскости на основе результатов измерений в двух

плоскостях измерения, соответствующих двум рядам магнитных датчиков 113 с правой стороны, которое показывает распределение магнитного отклика движущегося объекта.

Схема 124 обработки информации устройства 100 для визуализации распределения магнитного отклика может использовать одно изображение из изображения, сформированного на основе результатов измерений с левой стороны, и изображения, сформированного на основе результатов измерений с правой стороны.

Например, схема 124 обработки информации может определить, находится ли движущийся объект близко к левой стороне или близко к правой стороне, на основе информации, полученной из камеры 114, инфракрасного датчика 115, лазерного устройства 116 или их комбинации. Если движущийся объект находится близко к левой стороне, то можно использовать изображение, сформированное на основе результатов измерений с левой стороны. Если движущийся объект находится близко к правой стороне, то можно использовать изображение, сформированное на основе результатов измерений с правой стороны.

Из изображения, сформированного на основе результатов измерений с левой стороны, и изображения, сформированного на основе результатов измерений с правой стороны, можно использовать изображение с более высоким контрастом.

Схема 124 обработки информации может определить положение реконструируемой плоскости на основе информации, полученной из камеры 114, инфракрасного датчика 115, лазерного устройства 116 или их комбинации. Например, схема 124 обработки информации может определить положение движущегося объекта на основе информации, полученной из камеры 114, инфракрасного датчика 115, лазерного устройства 116 или их комбинации. Затем схема 124 обработки информации может определить положение движущегося объекта или положение вблизи положения движущегося объекта в качестве положения плоскости реконструкции.

В качестве альтернативы, схема 124 обработки информации может сформировать множество реконструированных изображений, соответствующих множеству плоскостей реконструкции и использовать реконструированное изображение с максимальным контрастом из множества реконструированных изображений в качестве окончательного реконструированного изображения.

Фиг. 5 схематически представляет операции, выполняемые схемой 124 обработки информации, изображенной на фиг. 1. Схема 124 обработки информации получает сигнал магнитного датчика из магнитного датчика 113, например, через предусилитель 121. Затем схема 124 обработки информации выполняет фазовое детектирование. В частности, схема 124 обработки информации сначала перемножает сигнал магнитного датчика с эталонным сигналом. Эталонный сигнал является сигналом переменного тока, отражающим переменный ток, подаваемый в контур 112 возбуждения. Постоянная составляющая сигнала после перемножения, получаемого перемножением, соответствует составляющей магнитного поля, имеющей такую же частоту, как частота переменного тока, подаваемого в контур 112 возбуждения.

Затем схема 124 обработки информации обрабатывает низкочастотным фильтром сигнал после перемножения, чтобы заблокировать переменную составляющую сигнала после перемножения, и пропускать постоянную составляющую сигнала после перемножения. При этом получают детектированный сигнал, соответствующий составляющей магнитного поля, имеющей такую же частоту, как частота переменного тока, подаваемого в контур 112 возбуждения. Данный детектированный сигнал можно использовать как результат измерения. Иначе говоря, результат измерения, который, например, прошел обработку в предусилителе 121 и обработку фазового детектирования, можно использовать в процессе реконструкции.

Например, схема 124 обработки информации выполняет обработку фазового детектирования в цифровой схеме как цифровую обработку сигналов в отношении сигнала магнитного датчика, преобразованному в цифровой сигнал в АЦ преобразователе 123. В качестве альтернативы, схема 124 обработки информации может получать сигнал магнитного датчика в форме аналогового сигнала без пропускания через АЦ преобразователь 123. В таком случае схема 124 обработки информации может выполнять обработку фазового детектирования сигнала магнитного датчика, получаемого в форме аналогового сигнала в аналоговой схеме как аналоговую обработку сигналов.

Затем схема 124 обработки информации выполняет процесс реконструкции, как описано со ссылкой на фиг. 3. Это дает, в результате, реконструированное изображение, представляющее напряженность и фазу магнитного поля в реконструируемой плоскости, которое показывает распределение магнитного отклика движущегося объекта.

Затем схема 124 обработки информации сопоставляет реконструированное изображение с образцом данных, содержащимся в базе данных, и выполняет процесс распознавания для реконструированного изображения. Сопоставление реконструированного изображения с образцом данных может выполняться с использованием перемножения реконструированного изображения и образца данных.

Если в результате процесса распознавания распознается оружие, то схема 124 обработки информации отображает координаты прохода 111 системы безопасности в картографическую информацию, содержащуюся в базе данных. Например, схема 124 обработки информации формирует изображение с привязкой к системе координат прохода 111 системы безопасности на карте, с записанной на нем оценкой риска. Затем схема 124 обработки информации передает сформированное изображение во внешний терминал 200.

Внешний терминал 200 может быть универсальным компьютерным устройством, контрольным

устройством, сотовым телефоном, портативным терминалом, смартфоном или планшетным компьютером и т.п.

Например, полиция непрерывно контролирует координаты прохода 111 системы безопасности, в которой распознается оружие, среди множества проходов 111 системы безопасности и принимает меры для захвата представляющего опасность человека. Схема 124 обработки информации может также определять маршрут движения представляющего опасность человека, через множество проходов 111 системы безопасности, установленных в различных местах. При этом, информация, относящаяся к сотовому телефону, носимому представляющим опасность человеком, может собираться и применяться для определения маршрута движения. В таком случае, информация об оптимальном маршруте эвакуации может сообщаться широкой публике в пределах, например, 1-км периметра.

Схема 124 обработки информации может выдавать такую информацию, как вышеупомянутое изображение, с представлением координат прохода 111 системы безопасности, в котором распознается оружие, маршрута движения представляющего опасность человека и оптимального маршрута эвакуации к внешнему терминалу 200 с помощью средств проводной или беспроводной связи. Схема 124 обработки информации может также получать изображения представляющего опасность человека, из камеры 114 и выводить их на внешний терминал 200.

Схема 124 обработки информации может также получать скорость движения представляющего опасность человека на основе информации, полученной из камеры 114, инфракрасного датчика 115, лазерного устройства 116 или их комбинации, и отображать скорость движения представляющего опасность человека по маршруту движения представляющего опасность человека.

Схема 124 обработки информации может обнаруживать человека, проходящего через проход 111 системы безопасности, на основе информации, полученной из камеры 114, инфракрасного датчика 115, лазерного устройства 116 или их комбинации. Затем схема 124 обработки информации может выполнять вышеописанные операции, когда человек обнаруживается при проходе через проход 111 системы безопасности.

Вышеописанные контуры 112 возбуждения и магнитные датчики 113 входят в состав прохода 111 системы безопасности, но контуры 112 возбуждения и магнитные датчики 113 могут быть включены в стойку или аналогичную конструкцию для блокировки проезда транспортного средства.

Устройство 100 для визуализации распределения магнитного отклика в соответствии с настоящим вариантом осуществления может надлежащим вычислять напряженность и фазу магнитного поля вблизи от движущегося объекта на основе положения магнитного датчика 113, установленного относительно движущегося объекта, исходя из скорости движения, результата измерения магнитных характеристик и фундаментального уравнения для поля. Затем устройство 100 для визуализации распределения магнитного отклика может сформировать изображение, представляющее распределение магнитного отклика с высокой точностью, в виде изображения, подлежащего использованию для проверок безопасности, на основе результата вычисления напряженности и фазы магнитного поля.

Магнитный отклик объекта, обычно носимого человеком, предположительно является слабым, тогда как магнитный отклик оружия предположительно является значительным вследствие ферромагнитных характеристик оружия. Например, магнитный отклик алюминия и меди, применяемых в электрических изделиях, обычно носимых человеком, является слабым. С другой стороны, магнитный отклик железа, применяемого в конструкции оружия, является значительным. Поэтому изображения, представляющие распределения магнитного отклика, особенно полезны для проверок безопасности.

Распределение металла у нарушителя и распределение отклика магнитного поля можно наблюдать по отдельности, например, посредством повышения частоты магнитного поля, создаваемого контуром 112 возбуждения, который является, например, катушкой, и с помощью экранирования из такого металлического материала, как алюминий. Это допускает повышение точности определения оружия.

Фиг. 6 схематически представляет пример совмещения изображений в соответствии с настоящим вариантом осуществления. В примере на фиг. 6, в алюминиевом кейсе хранится железное ружье. Сначала, возбуждается низкочастотная составляющая магнитного поля посредством, например, контура 112 возбуждения. Низкочастотная составляющая магнитного поля проникает сквозь алюминиевый кейс. Иначе говоря, низкочастотная составляющая магнитного поля не экранируется алюминиевым кейсом. Поэтому изображение, создаваемое на низких частотах, показывает железное ружье, хранящееся в алюминиевом кейсе.

Затем возбуждается высокочастотная составляющая магнитного поля посредством, например, контура 112 возбуждения. Высокочастотная составляющая магнитного поля наводит вихревые токи в алюминиевом кейсе и не проникает сквозь алюминиевый кейс. Иначе говоря, высокочастотная составляющая магнитного поля экранируется алюминиевым кейсом. Поэтому изображение, создаваемое на высоких частотах, не показывает железного ружья, хранящегося в алюминиевом кейсе, но показывает сам алюминиевый кейс.

Схема 124 обработки информации может объединять изображение, сформированное на низких частотах, с изображением, сформированным на высоких частотах. Например, схема 124 обработки информации может объединять изображение, сформированное на низких частотах, с изображением, сформиро-

ванными на высоких частотах, путем усреднения двух изображений. Полученное составное изображение может представлять как пистолет из железа, хранящийся в алюминиевом кейсе, так и сам алюминиевый кейс. Иначе говоря, полученное составное изображение может отчетливо показывать, что в алюминиевом кейсе хранится пистолет из железа.

Следовательно, схема 124 обработки информации может формировать составное изображение, которое является эффективным для проверки безопасности.

Контур 112 возбуждения может возбуждать как низкочастотную, так и высокочастотную составляющие магнитного поля одновременно или возбуждать низкочастотную и высокочастотную составляющие магнитного поля в разные периоды времени. Для каждой из низкочастотной и высокочастотной составляющих магнитного поля, магнитный датчик 113 измеряет магнитные характеристики синхронно с возбуждением составляющей магнитного поля, и схема 124 обработки информации формирует изображение.

Фиг. 7 схематически представляет вариант контура 112 возбуждения, изображенного на фиг. 1. В примере на фиг. 1, множество контуров 112 возбуждения расположено с каждой стороны от прохода 111 системы безопасности, а в примере на фиг. 7, с каждой стороны расположен один контур 112 возбуждения.

Иначе говоря, устройство 100 для визуализации распределения магнитного отклика может включать в себя один большой контур 112 возбуждения с каждой стороны от прохода 111 системы безопасности или множество контуров 112 возбуждения с каждой стороны от прохода 111 системы безопасности. Например, устройство 100 для визуализации распределения магнитного отклика может включать в себя одну большую катушку с каждой стороны от прохода 111 системы безопасности в качестве контура 112 возбуждения или множество катушек с каждой стороны от прохода 111 системы безопасности в качестве множества контуров 112 возбуждения.

Фиг. 8 схематически представляет первый вариант устройства 100 для визуализации распределения магнитного отклика, изображенного на фиг. 1. В примере на фиг. 8, проход 111 системы безопасности состоит только из одной стороны, т.е. является односторонним проходом. Например, составляющая магнитного поля, возбужденная контуром 112 возбуждения, намагничивает оружие. Это приводит к тому, что оружие наводит вторичную составляющую магнитного поля. Магнитный датчик 113, который располагается на одной стороне с контуром 112 возбуждения, измеряет магнитные характеристики магнитного поля, включающего в себя вторичную составляющую магнитного поля, наведенную оружием.

Иначе говоря, составляющая магнитного поля, возбужденного контуром 112 возбуждения, изменяется при намагничивании оружия, и измененная составляющая магнитного поля измеряется магнитным датчиком 113 с той же стороны, с которой находится контур 112 возбуждения. Такое исполнение можно назвать отражательным исполнением.

Даже в отражательном исполнении магнитный датчик 113 может правильно измерять магнитные характеристики в магнитном поле, включающем в себя составляющую магнитного поля, которая изменяет намагничивание оружия. Соответственно, устройство 100 для визуализации распределения магнитного отклика может соответствующим образом формировать изображение, представляющее распределение магнитного отклика.

Фиг. 9 схематически представляет второй вариант устройства 100 для визуализации распределения магнитного отклика, изображенного на фиг. 1. В примере на фиг. 9, контур 112 возбуждения и магнитный датчик 113 встроены в пол. При этом, устройство 100 для визуализации распределения магнитного отклика может формировать изображение, представляющее распределение магнитного отклика, незаметно для представляющего опасность человека с оружием. Исполнение в примере на фиг. 9 также является почти таким же отражательным исполнением, как пример на фиг. 8.

Фиг. 10 схематически представляет третий вариант устройства 100 для визуализации распределения магнитного отклика, изображенного на фиг. 1. Магнитный датчик 113 измеряет магнитные характеристики, обусловленные не только движущимися объектами, проходящими внутри прохода 111 системы безопасности, но также предметами, присутствующими снаружи прохода 111 системы безопасности. Такие магнитные характеристики составляют шумы, а не информацию, касающуюся распределения магнитного отклика движущегося объекта.

В примере на фиг. 1, каждая сторона прохода 111 системы безопасности включает в себя два ряда множества магнитных датчиков 113. При этом, множество магнитных датчиков 113 может измерять напряженность и фазу магнитного поля в двух положениях на разных расстояниях от движущегося объекта, проходящего через проход 111 системы безопасности. Поэтому устройство 100 для визуализации распределения магнитного отклика может получать результаты измерений в двух плоскостях измерения и может получать градиент результатов измерений.

Тогда схема 124 обработки информации устройства 100 для визуализации распределения магнитного отклика может вычислять напряженность и фазу магнитного поля в смежном положении вблизи движущегося объекта с использованием способа, описанного со ссылкой на фиг. 3. При этом, схема 124 обработки информации путем вычислений подавляет шум, составленный из магнитных характеристик, обусловленных предметами снаружи прохода 111 системы безопасности.

В примере на фиг. 10, каждая сторона прохода 111 системы безопасности включает в себя один ряд из множества магнитных датчиков 113. В данной конфигурации схема 124 обработки информации устройства 100 для визуализации распределения магнитного отклика также может вычислять напряженность и фазу магнитного поля в смежном положении вблизи движущегося объекта с использованием способа, аналогичного способу, описанному со ссылкой на фиг. 3.

В частности, в уравнении (2), представленном как общее решение уравнения Лапласа, предполагается, что магнитные характеристики определяются как с прямого, так и с обратного z -направлений и включают в себя член, который экспоненциально возрастает в z -направлении, и член, который экспоненциально убывает в z -направлении. Если предполагается, что магнитные характеристики определяются с одной стороны по z -направлению, то общее решение уравнения Лапласа можно выразить с использованием одного члена из члена, который экспоненциально возрастает в z -направлении, и члена, который экспоненциально убывает в z -направлении. Таким образом, в данном случае, число неизвестных членов сокращается до одного.

Поэтому, уравнение Лапласа можно решить с использованием граничного условия Дирихле, $H_z(x, y, 0)$, без использования граничного условия Неймана, $\partial/\partial z H_z(x, y, z)|_{z=0}$. Иначе говоря, даже когда множество магнитных датчиков 113 сконфигурировано в один ряд с каждой стороны, схема 124 обработки информации может вычислить напряженность и фазу магнитного поля в смежном положении вблизи движущегося объекта.

Следует отметить, что это не подавляет шум, составленный из магнитных характеристик, обусловленных предметом снаружи прохода 111 системы безопасности. Однако, в случаях, в которых можно предположить, что шум, составленный из магнитных характеристик, обусловленных предметом снаружи прохода 111 системы безопасности, не оказывает влияния, то действителен также пример на фиг. 10.

Фиг. 11 схематически представляет пример боковой поверхности прохода 111 системы безопасности, изображенного на фиг. 1, и первый пример расположения контуров 112 возбуждения и магнитных датчиков 113. Пример на фиг. 11 является точно таким же, как пример на фиг. 2. Множество контуров 112 возбуждения и множество магнитных датчиков 113 выставлены перпендикулярно к направлению движения движущегося объекта.

Иначе говоря, с одной стороны прохода 111 системы безопасности одномерно размещены группы, каждая из которых включает в себя один контур 112 возбуждения и один или два магнитных датчика 113. Иначе говоря, множество данных групп формирует одномерную матрицу.

Множество контуров 112 возбуждения, одномерно расположенных с одной стороны прохода 111 системы безопасности, и множество магнитных датчиков 113, одномерно расположенных с другой стороны прохода 111 системы безопасности, сканируют так, чтобы помещать движущийся объект между ними. В качестве альтернативы, подобно тому, как в примере отражательного исполнения, множество контуров 112 возбуждения и множество магнитных датчиков 113 могут сканировать движущийся объект только с одной стороны. Множество магнитных датчиков 113 измеряет магнитные характеристики во множество моментов времени.

Например, скорость движения движущегося объекта измеряется множеством лазерных устройств 116. При этом, изменения во времени в результате измерения заменяются на изменения в пространстве в результате измерения путем сдвига положения, исходя из скорости движения. При этом можно получить результат двумерного измерения. Затем результат двумерного измерения применяется как граничное условие для процесса реконструкции.

Фиг. 12 схематически представляет пример боковой поверхности прохода 111 системы безопасности, изображенного на фиг. 1, и второй пример расположения контура 112 возбуждения и магнитного датчика 113.

В примере, изображенном на фиг. 12, с одной стороны прохода 111 системы безопасности двумерно размещены группы, каждая из которых включает в себя один контур 112 возбуждения и один или два магнитных датчика 113. Иначе говоря, множество данных групп формирует двумерную матрицу.

Множество контуров 112 возбуждения, двумерно расположенных с одной стороны прохода 111 системы безопасности, и множество магнитных датчиков 113, двумерно расположенных с другой стороны прохода 111 системы безопасности, сканируют так, чтобы помещать движущийся объект между ними. В качестве альтернативы, подобно тому, как в примере отражательного исполнения, множество контуров 112 возбуждения и множество магнитных датчиков 113 могут сканировать движущийся объект только с одной стороны. Магнитные характеристики измеряются во множество моментов времени, и в каждый момент получают результат двумерного измерения.

Например, скорость движения движущегося объекта измеряется множеством лазерных устройств 116. Затем результаты двумерных измерений, полученных во множество моментов времени, совмещаются, исходя из скорости движения, и шум и искажение устраняются. Затем объединенные результаты двумерных измерений используются как граничное условие для процесса реконструкции.

Фиг. 13 схематически представляет пример боковой поверхности прохода 111 системы безопасности, изображенного на фиг. 1, и третий пример расположения контура 112 возбуждения и магнитного датчика 113. Пример на фиг. 13 аналогичен примеру на фиг. 11, но, в частности, соответствует примеру

на фиг. 7. Иначе говоря, с каждой стороны располагается один большой контур 112 возбуждения. Один большой контур 112 возбуждения является, например, одной большой катушкой.

Иначе говоря, вместо множества контуров 112 возбуждения, которые расположены одномерно в примере, изображенном на фиг. 11, можно использовать один большой контур 112 возбуждения, как в примере, изображенном на фиг. 13. Один такой большой контур 112 возбуждения способен выполнять такую же функцию, как множество контуров 112 возбуждения, которые одномерно расположены в примере, изображенном на фиг. 11.

Один большой контур 112 возбуждения может быть расположен с каждой, правой и левой сторон прохода 111 системы безопасности или, подобно тому, как в примере отражательного исполнения, один большой контур 112 возбуждения может быть расположен только с одной стороны.

Фиг. 14 схематически представляет пример боковой поверхности прохода 111 системы безопасности, изображенного на фиг. 1, и четвертый пример расположения контура 112 возбуждения и магнитного датчика 113. Пример на фиг. 14 подобен примеру на фиг. 12, но в примере на фиг. 14 обеспечен один контур 112 возбуждения вдоль каждой вертикали. В частности, по горизонтали выставлено множество вертикально удлиненных контуров 112 возбуждения.

Иначе говоря, вместо множества контуров 112 возбуждения, которые располагаются двумерно, в примере, изображенном на фиг. 12, можно применить множество вертикально удлиненных контуров 112 возбуждения, как в примере, изображенном на фиг. 14. Такие вертикально удлиненные контуры 112 возбуждения способны выполнять такую же функцию, как и множество контуров 112 возбуждения, которые располагаются двумерно в примере, изображенном на фиг. 12.

В примере на фиг. 14 обеспечен один контур 112 возбуждения вдоль каждой вертикали, но может быть обеспечен один контур 112 возбуждения вдоль каждой горизонтали. В частности, по вертикали может быть выставлено множество горизонтально удлиненных контуров 112 возбуждения. Такие горизонтально удлиненные контуры 112 возбуждения способны также выполнять такую же функцию, как и множество контуров 112 возбуждения, которые располагаются двумерно в примере, изображенном на фиг. 12.

Фиг. 15 схематически представляет пример информации, отображаемой на внешнем терминале 200, изображенном на фиг. 5. В примере, изображенном на фиг. 15, внешний терминал 200 является смартфоном, принадлежащим полицейскому или гражданскому лицу.

Например, схема 124 обработки информации устройства 100 для визуализации распределения магнитного отклика формирует изображение, представляющее распределение магнитного отклика на основе результатов измерений, полученных из множества магнитных датчиков 113 в каждом из множества проходов 111 системы безопасности. Если на изображении распознается оружие, схема 124 обработки информации определяет местоположение прохода 111 системы безопасности, который является источником изображения, на котором распознано оружие, из множества проходов 111 системы безопасности.

Схема 124 обработки информации может передавать местоположение установленного прохода 111 системы безопасности на внешний терминал 200 в качестве местоположения представляющего опасность человека с оружием. Внешний терминал 200 может принимать информацию, указывающую на местоположение представляющего опасность человека и отображать местоположение представляющего опасность человека.

В качестве альтернативы, схема 124 обработки информации может дополнительно определить местоположение представляющего опасность человека на основе местоположения установленного прохода 111 системы безопасности и скорости движения, полученной лазерным устройством 116 и т.п., находящимися в окрестности. В частности, схема 124 обработки информации может определять местоположение представляющего опасность человека путем сдвига от местоположения прохода 111 системы безопасности на расстояние, вычисленное умножением разности между моментом времени измерения и текущим моментом времени на скорость движения. Затем схема 124 обработки информации может передать установленное местоположение на внешний терминал 200.

При этом, направление движения может быть определено по такому правилу, как движение в одном направлении, или может быть получено посредством, например, камеры 114, инфракрасного датчика 115 или лазерного устройства 116.

Схема 124 обработки информации может также передавать информацию, указывающую скорость движения, полученную, например, лазерным устройством 116, на внешний терминал 200. Внешний терминал 200 может принимать информацию и отображать скорость движения, указанную принятой информацией, как скорость движения представляющего опасность человека.

Внешний терминал 200 может отображать вышеописанную разнотипную информацию в виде изображений дополненной реальности (AR).

Фиг. 16 схематически представляет пример системы для проверки безопасности, которая использует устройство 100 для визуализации распределения магнитного отклика, изображенное на фиг. 1.

Например, система 900 для проверки безопасности, изображенная на фиг. 16, включает в себя устройство 100 для визуализации распределения магнитного отклика. Система 900 для проверки безопасности измеряет квазистатическое магнитное поле, аналитически решает обратную задачу и реконструирует

изображение поля. Это дает возможность системе 900 для проверки безопасности неинвазивно, в реальном времени визуализировать такое оружие, как ножи или огнестрельное оружие, спрятанное в сумках, одежде, между одеждой и телом или внутри тела и т.п.

Система 900 для проверки безопасности дополнительно включает в себя анализатор 910 газофазного химического агента и трубку 920, чтобы в реальном времени выполнять анализ на бензин или отравляющий газ. Например, в поверхности стенки сформированы микроскопические отверстия в одном или двух измерениях, и окружающий воздух всасывается в многочисленные каналы. Всасываемый воздух направляется в анализатор 910 газофазного химического агента по трубке 920.

Например, анализатор 910 газофазного химического агента может включать в себя газохроматограф, масс-спектрометр, анализатор ионной подвижности или комбинацию из двух или более упомянутых средств и может быть также назван детектором для классификации газов. Анализатор 910 газофазного химического агента определяет воздух, подаваемый в анализатор 910 газофазного химического агента, и анализирует риск.

Анализатор 910 газофазного химического агента распространяет информацию по сети связи о человеке, имеющем при себе отравляющий газ в точности, как информацию о человеке, имеющем при себе оружие, например, нож или огнестрельное оружие, как описано выше. Анализатор 910 газофазного химического агента может отправить доклад о таком представляющем опасность человеке в полицию или другой команде по управлению действиями в кризисной ситуации и может включить такую информацию о представляющем опасность человеке в команды по маршрутам эвакуации граждан, находящихся поблизости.

Следует отметить, что фиг. 16 является просто схематическим представлением, и число и размеры отверстий, ведущих к анализатору 910 газофазного химического агента по трубе 920, может отличаться от примера на фиг. 16. Возможно формирование большего числа плотнее расположенных, более мелких отверстий.

Анализатор 910 газофазного химического агента и трубка 920 могут быть также включены в конструкцию прохода 111 системы безопасности, изображенного на фиг. 1. Анализатор 910 газофазного химического агента и трубка 920 могут также содержаться с каждой стороны прохода 111 системы безопасности, только с одной стороны, в полу или в стойке.

Система 900 для проверки безопасности может включать в себя термографическое устройство. Система 900 для проверки безопасности может включать в себя оборудование для выполнения, в реальном времени, диагностической визуализации человека, который может быть носителем вируса, например коронавируса, на основе результатов измерений, полученных из термографического устройства. В частности, выполняется диагностическая визуализация человека, проходящего через проход 111 системы безопасности.

Устройство 100 для визуализации распределения магнитного отклика может действовать как оборудование для выполнения такой диагностической визуализации. Кроме того, функцию оборудования для выполнения такой диагностической визуализации может выполнять термографическое устройство. Устройство 100 для визуализации распределения магнитного отклика может включать в себя термографическое устройство. Кроме того, термографическое устройство может быть включено в состав камеры 114 и подобных устройств.

Например, схема 124 обработки информации может формировать и выводить изображения для диагностической визуализации путем отражения скорости движения движущегося объекта в результатах измерений, полученных из термографического устройства в каждый момент времени, в точности, как в результатах измерений, получаемых из магнитного датчика 113 в каждый момент времени.

Фиг. 17 схематически представляет четвертый вариант устройства 100 для визуализации распределения магнитного отклика, изображенного на фиг. 1. В примере на фиг. 17, устройство 100 для визуализации распределения магнитного отклика применяется для проверки ручной клади в, например, аэропорту. В примере на фиг. 1 движущийся объект является человеком, ручной кладью и т.п., переносимой человеком, но в примере на фиг. 17 движущийся объект является ручной кладью.

Например, ручная кладь пересекает внутреннее пространство рамки 117 на транспортной ленте 118. Устройство 100 для визуализации распределения магнитного отклика формирует изображение, представляющее распределение магнитного отклика ручной клади. Принцип формирования изображения, представляющего распределение магнитного отклика, является таким же, как в примере на фиг. 1.

В этом примере также можно использовать скорость движения, получаемую лазерным устройством 116. Вместо лазерного устройства 116, скорость движения может быть получена с помощью камеры 114 или инфракрасного датчика 115 и т.п., как показано на фиг. 1. В качестве альтернативы, можно использовать скорость движения, определяемую характеристиками транспортной ленты 118. Если использовать скорость движения, определяемую характеристиками транспортной ленты 118, то устройство 100 для визуализации распределения магнитного отклика не нуждается во включении в состав, например, лазерного устройства 116.

Лазерное устройство 116 и т.п. является особенно эффективным в тех случаях, когда транспортная лента 118 не используется, и человек переносит ручную кладь, или когда рабочая скорость транспортной

ленты 118 является неопределенной.

Множество контуров 112 возбуждения и множество магнитных датчиков 113 могут быть расположены одномерно, как на фиг. 11, или двумерно, как на фиг. 12. Когда множество контуров 112 возбуждения и множество магнитных датчиков 113 расположены одномерно, результат двухмерного измерения получается по мере того, как множество контуров 112 возбуждения и множество магнитных датчиков 113 сканируют движущуюся ручную кладь относительно друг друга. Тогда, путем использования результата двумерного измерения в качестве граничного условия вычисляются напряженность и фаза магнитного поля в положении, смежном с ручной кладью, и формируется изображение, представляющее распределение магнитного отклика ручной клади.

Множество контуров 112 возбуждения и множество магнитных датчиков 113 могут быть предусмотрены только с одной стороны, как на фиг. 8. В данной конфигурации также возможно формирование изображений, представляющих распределение магнитного отклика ручной клади. Множество магнитных датчиков 113 может быть расположено в одной стойке с каждой стороны, как на фиг. 10.

Фиг. 18 схематически представляет изображение, полученное в соответствии со справочным примером, и изображение, полученное в соответствии с настоящим вариантом осуществления.

Например, для проверки ручной клади иногда применяют рентгеновское излучение, например, в аэропортах. Изображение, полученное в рентгеновском излучении, выявляет все металлы. В частности, изображение выявляет электронные изделия, такие как сотовые телефоны, портативные терминалы, смартфоны или планшетные компьютеры, которые обычно переносятся человеком (смотри "справочный пример" на фиг. 18). Поэтому обнаружение оружия затрудняется. Искусственный интеллект (ИИ) также неэффективно работает с низкоконтрастными изображениями.

Изображение в соответствии с настоящим вариантом осуществления не показывает электронные изделия, но выявляет оружие (смотри "вариант осуществления" на фиг. 18). Поэтому данное изображение эффективно для предотвращения ошибок, например, в аэропортах.

Как описано выше, устройство 100 для визуализации распределения магнитного отклика в соответствии с каждым примером настоящего варианта осуществления может соответственно вычислять напряженность и фазу магнитного поля вблизи от движущегося объекта, исходя из скорости движения движущегося объекта, результата измерения магнитных характеристик и фундаментального уравнения для поля. Затем устройство 100 для визуализации распределения магнитного отклика может формировать изображение, представляющее распределение магнитного отклика с высокой точностью, в виде изображения, подлежащего использованию для проверок безопасности, на основе результата вычисления напряженности и фазы магнитного поля.

Одна из левой и правой сторон прохода 111 системы безопасности может включать в себя множество контуров 112 возбуждения, и другая сторона может включать в себя множество магнитных датчиков 113. Составляющая магнитного поля может всегда возбуждаться с одной стороны, и магнитные характеристики могут измеряться с другой стороны, без необходимости переключения между операциями с левой и правой сторон. Это можно применить в примере проверки ручной клади, изображенном на фиг. 17. Операции в отражательном исполнении могут переключаться между левой и правой сторонами.

Вышеописанный проход 111 системы безопасности может быть устроен в стене. Иначе говоря, обе стороны прохода могут содержать множество контуров 112 возбуждения и множество магнитных датчиков 113, или только одна сторона прохода может содержать множество контуров 112 возбуждения и множество магнитных датчиков 113.

Хотя в вышеприведенном описании рассматривается, в качестве примера, магнитное поле, концепции настоящего изобретения применимы к любому полю, которое удовлетворяет уравнению Лапласа, которое является фундаментальным уравнением для поля. По сути, концепции настоящего изобретения применимы к статическим или квазистатическим полям. Квазистатическое поле может быть, по существу, статическим полем, например, электромагнитным полем с частотой не выше 100 кГц, которое можно рассматривать как не имеющее волновых свойств. В частности, вместо магнитного поля можно использовать электрическое поле. Сферу применения концепций настоящего изобретения можно распространить на температурное поле, поле давления и т.п.

Поэтому, вышеприведенное устройство (100) для визуализации распределения магнитного отклика можно описать как устройство (100) для визуализации распределения отклика на внешнее поле. Например, устройство (100) для визуализации распределения отклика на внешнее поле формирует изображение, представляющее распределение отклика на внешнее поле, которое является распределением откликов на внешнее поле. Вышеописанный магнитный датчик (113) может быть датчиком (113), который измеряет напряженность и фазу поля. Вместо напряженности магнитного поля можно использовать напряженность и фазу поля.

Иначе говоря, выражение "магнитное поле" в вышеприведенном описании можно заменить просто "полем", и выражение "распределение магнитного отклика" можно заменить "распределением отклика на внешнее поле".

Фиг. 19 является блок-схемой последовательности операций, представляющей работу устройства (100) для визуализации распределения магнитного отклика в соответствии с настоящим вариантом осу-

ществления.

Например, контур (112) возбуждения возбуждает, снаружи движущегося объекта, составляющую магнитного поля, которое является составляющей магнитного поля, которое удовлетворяет фундаментальному уравнению для магнитных полей (этап S101). Датчик (113) измеряет напряженность и фазу магнитного поля, включающего в себя составляющую магнитного поля, изменяемую движущимся объектом, во множество моментов времени снаружи движущегося объекта (этап S102).

Схема (124) обработки информации определяется напряженность и фазу магнитного поля в смежном положении, находящемся ближе к движущемуся объекту, чем датчик (113), на основе результата измерения напряженности и фазы магнитного поля, скорости движения движущегося объекта и фундаментального уравнения для магнитных полей. Схема (124) обработки информации формирует, на основе результата вычисления напряженности и фазы магнитного поля, изображение распределения магнитного отклика, которое представляет распределение отклика движущегося объекта на составляющую магнитного поля, возбужденную контуром (112) возбуждения, и используется для проверки безопасности (этап S103).

При этом устройство (100) для визуализации распределения магнитного отклика может соответственно вычислять напряженность и фазу магнитного поля вблизи от движущегося объекта на основе: положений датчика (113), заданных соответственно во множестве моментов времени, исходя из скорости движения; результата измерения напряженности и фазы магнитного поля; и фундаментального уравнения для магнитных полей. Устройство для визуализации распределения магнитного отклика (100) может формировать изображение распределения магнитного отклика с высокой точностью на основе результата вычисления напряженности и фазы магнитного поля.

Иначе говоря, устройство (100) для визуализации распределения магнитного отклика может формировать изображение, представляющее распределение отклика движущегося объекта на внешнее поле с высокой точностью, в виде изображения, подлежащего использованию для проверки безопасности.

Например, схема (124) обработки информации может определять, в каждый из множества моментов времени, положение измерения, определяемое как положение датчика (113) относительно движущегося объекта, исходя из скорости движения, чтобы определять множество положений измерения датчика (113) относительно движущегося объекта во множество моментов времени. Схема (124) обработки информации может вычислять напряженность и фазу магнитного поля в смежном положении с использованием изменений во времени результата измерения на протяжении множества моментов времени, в качестве изменений в пространстве в результате измерения по всему множеству положений измерения.

Это дает возможность устройству (100) для визуализации распределения магнитного отклика использовать изменения во времени результатов измерений в качестве изменений в пространстве. Следовательно, устройство (100) для визуализации распределения магнитного отклика может соответствующим образом вычислять пространственное распределение и может соответственно вычислять напряженность и фазу магнитного поля в смежном положении вблизи движущегося объекта.

Например, схема (124) обработки информации может определять, включает ли в себя движущийся объект целевой объект обнаружения, по изображению распределения магнитного отклика. Когда схема (124) обработки информации определяет, что движущийся объект включает в себя целевой объект обнаружения, схема (124) обработки информации может выдавать информацию, указывающую на местоположение целевого объекта обнаружения или местоположение движущегося объекта, на внешний терминал (200). Это дает возможность устройству (100) для визуализации распределения магнитного отклика извещать о местоположении конкретного целевого объекта обнаружения или местоположении движущегося объекта, включающего в себя конкретный целевой объект обнаружения.

Например, устройство для визуализации распределения магнитного отклика (100) может дополнительно включать в себя прибор (114, 115, 116), который измеряет скорость движения. Это дает возможность устройству (100) для визуализации распределения магнитного отклика соответствующим образом получать скорость движения движущегося объекта.

Например, составляющая магнитного поля, возбужденная контуром (112) возбуждения, может быть периодически изменяющейся составляющей магнитного поля. Схема (124) обработки информации может обнаруживать, по результату измерения, составляющую магнитного поля, имеющей такую же частоту, как частота периодически изменяющейся составляющей магнитного поля. Схема (124) обработки информации может вычислять напряженность и фазу магнитного поля в смежном положении, исходя из обнаруженной составляющей магнитного поля, скорости движения и фундаментального уравнения для магнитных полей.

Это дает возможность устройству (100) для визуализации распределения магнитного отклика соответствующим образом получать отклик на составляющую магнитного поля, возбужденную контуром (112) возбуждения. Иначе говоря, устройство (100) для визуализации распределения магнитного отклика может подавлять шум. Следовательно, устройство (100) для визуализации распределения магнитного отклика может формировать изображение распределения магнитного отклика с высокой точностью.

Например, составляющая магнитного поля, возбужденная контуром (112) возбуждения, может содержать первую составляющую магнитного поля и вторую составляющую магнитного поля. Первая составляющая магнитного поля имеет первую частоту и проникает сквозь экранирование в движущемся

объекте. Вторая составляющая магнитного поля имеет вторую частоту выше первой частоты и экранируется экранированием в движущемся объекте.

Схема (124) обработки информации может формировать первое изображение, представляющее распределение отклика движущегося объекта на первую составляющую магнитного поля, возбужденную контуром (112) возбуждения, и второе изображение, представляющее распределение отклика движущегося объекта на вторую составляющую магнитного поля, возбужденную контуром (112) возбуждения. Схема (124) обработки информации может формировать изображение распределения магнитного отклика посредством объединения первого изображения и второго изображения.

Это дает возможность устройству (100) для визуализации распределения магнитного отклика формировать, в качестве изображения распределения магнитного отклика, составное изображение из двух изображений, полученных для составляющих магнитного поля, имеющих две разные частоты. Данное составное изображение может показывать как то, что находится за экранированием, так и само экранирование. Иначе говоря, данное составное изображение может надлежащим образом показывать местоположение объекта, скрытого экранированием. Следовательно, устройство (100) для визуализации распределения магнитного отклика может формировать изображение распределения магнитного отклика, которое является оптимальным для проверки безопасности.

Например, датчик (113) может содержать множество датчиков (113), расположенных на прямой. Это дает возможность устройству (100) для визуализации распределения магнитного отклика измерять напряженность и фазу магнитного поля с использованием одномерной матрицы датчиков. Это позволяет уменьшить пространство, требуемое для обеспечения датчиков (113).

Например, датчик (113) может содержать множество датчиков (113), расположенных на первой прямой, и множество датчиков (113), расположенных на второй прямой, которая параллельна первой прямой и находится дальше от движущегося объекта, чем первая прямая. Это дает возможность устройству (100) для визуализации распределения магнитного отклика измерять напряженность и фазу магнитного поля с использованием двух одномерных матриц датчиков, и измерять напряженность и фазу магнитного поля в положениях измерения на разных расстояниях от движущегося объекта.

Например, контур (112) возбуждения может содержать множество контуров (112) возбуждения, расположенных на прямой. Это дает возможность устройству (100) для визуализации распределения магнитного отклика возбуждать составляющую магнитного поля с использованием одномерной матрицы контуров возбуждения. Это позволяет уменьшить пространство, требуемое для обеспечения контуров (112) возбуждения.

Например, датчик (113) может содержать множество датчиков (113), расположенных на плоскости. Это дает возможность устройству (100) для визуализации распределения магнитного отклика измерять напряженность и фазу магнитного поля с использованием двумерной матрицы датчиков. Это дает возможность устройству (100) для визуализации распределения магнитного отклика получать результат двумерного измерения одновременно. Следовательно, устройство (100) для визуализации распределения магнитного отклика может объединять результаты двумерных измерений, полученные во множество моментов времени, чтобы подавлять шум.

Например, датчик (113) может содержать множество датчиков (113), расположенных на первой плоскости, и множество датчиков (113), расположенных на второй плоскости, которая параллельна первой плоскости и находится дальше от движущегося объекта, чем первая плоскость. Это дает возможность устройству (100) для визуализации распределения магнитного отклика измерять напряженность и фазу магнитного поля с использованием двумерной матрицы датчиков и измерять напряженность и фазу магнитного поля в положениях измерения на разных расстояниях от движущегося объекта.

Например, контур (112) возбуждения может содержать множество контуров (112) возбуждения, расположенных на плоскости. Это дает возможность устройству (100) для визуализации распределения магнитного отклика равномерно возбуждать составляющую магнитного поля с использованием двумерной матрицы контуров возбуждения.

Например, контур (112) возбуждения и датчик (113) могут быть расположены с противоположных сторон от пути движения движущегося объекта. Это дает возможность устройству (100) для визуализации распределения магнитного отклика измерять напряженность и фазу магнитного поля на датчике (113), который располагается с противоположной стороны от движущегося объекта относительно контура (112) возбуждения. При этом, при измерении напряженности и фазы магнитного поля с использованием датчика (113), устройство (100) для визуализации распределения магнитного отклика может подавлять влияние прямых составляющих магнитного поля, возбужденных контуром (112) возбуждения, которые не испытали влияния со стороны движущегося объекта.

Например, контур (112) возбуждения и датчик (113) могут быть размещены с одной стороны от пути движения движущегося объекта, а не с противоположных сторон от пути движения. Это дает возможность устройству (100) для визуализации распределения магнитного отклика измерять напряженность и фазу магнитного поля на датчике (113), который располагается с той же стороны от движущегося объекта, что и контур (112) возбуждения. Поэтому пространство, необходимое для размещения контура (112) возбуждения и датчика (113), можно уменьшить.

Например, контур (112) возбуждения может содержать множество контуров (112) возбуждения,

расположенных с первой и второй противоположных сторон от пути движения движущегося объекта. Датчик (113) может содержать множество датчиков (113), расположенных с первой стороны и второй стороны.

Схема (124) обработки информации может переключаться между первой операцией и второй операцией. В данном случае, первая операция является операцией, на которой один или более из множества контуров (112) возбуждения, расположенных с первой стороны, возбуждают составляющую магнитного поля, и один или более из множества датчиков (113), расположенных со второй стороны, измеряют напряженность и фазу магнитного поля. Вторая операция является операцией, на которой один или более из множества контуров (112) возбуждения, расположенных со второй стороны, возбуждают составляющую магнитного поля, и один или более из множества датчиков (113), расположенных с первой стороны, измеряют напряженность и фазу магнитного поля.

Это дает возможность устройству (100) для визуализации распределения магнитного отклика измерять напряженность и фазу магнитного поля с использованием временного разделения на обе стороны, что позволяет получать большой объем информации.

Например, схема (124) обработки информации может выбрать, в качестве изображения распределения магнитного отклика, либо первое изображение распределения магнитного отклика, сформированное на основе первой операции, либо второе изображение распределения магнитного отклика, сформированное на основе второй операции. Это дает возможность устройству (100) для визуализации распределения магнитного отклика адаптивно использовать одно из двух изображений распределения магнитных откликов, соответствующих обоим сторонам.

Например, система (900) для проверки безопасности может включать в себя: устройство (100) для визуализации распределения магнитного отклика; и термографическое устройство для выполнения диагностической визуализации человека, соответствующего движущемуся объекту. Это дает возможность системе (100) проверки безопасности формировать изображение, представляющее распределение отклика движущегося объекта на внешнее поле с высокой точностью, в виде изображения, подлежащего использованию для проверки безопасности, и выполнять диагностическую визуализацию человека, который может быть носителем вируса.

Например, фаза магнитного поля является фазой, зависимой от периодического изменения магнитного поля. В вышеприведенном описании, фаза магнитного поля учитывается, однако учет фазы магнитного поля не обязателен. Иначе говоря, фазой магнитного поля можно пренебречь. Яркость реконструированного изображения может соответствовать напряженности магнитного поля. Напряженность и фазу магнитного поля можно заменить значением магнитного поля или информацией о магнитном поле и т.п.

Выше, аспект устройства для визуализации распределения магнитного отклика был описан на основе вариантов осуществления, однако аспекты устройства для визуализации распределения магнитного отклика не ограничены данными вариантами осуществления. В варианты осуществления могут быть внесены различные модификации, возможные, по мнению специалистов, в данной области техники, и элементы в вариантах осуществления объединять по усмотрению.

Например, процесс, выполняемый конкретным элементом в варианте осуществления, может выполняться вместо него другим элементом. Кроме того, порядок выполнения процессов можно изменить, и процессы могут выполняться параллельно. Множество вариантов можно также применить в сочетании. Порядковые числительные, используемые в описании, такие как первый, второй и т.п., можно заменять по обстоятельствам. Порядковый номер может быть назначен иначе или исключен из названий и т.п. элементов.

Способ визуализации распределения магнитного отклика, включающий в себя этапы, выполняемые элементами, содержащимися в устройстве для визуализации распределения магнитного отклика, может выполняться произвольным(ой) устройством или системой. Например, часть способа или весь способ визуализации распределения магнитного отклика может выполняться компьютером, включающим в себя, например, процессор, память и схему ввода/вывода. В таких случаях, способ визуализации распределения магнитного отклика может выполняться программой для назначения компьютеру задания выполнять способ визуализации распределения магнитного отклика, выполняемый компьютером.

Программа может быть записана на некрatkовременном компьютерно-читаемом носителе.

Каждый из элементов устройства для визуализации распределения магнитного отклика может быть выполнен в форме специального аппаратного средства, в форме универсального аппаратного средства, которое выполняет вышеупомянутую или подобную программу, или в форме любой их комбинации. Например, универсальное аппаратное средство может быть выполнено в форме памяти, на которой записана программа, и универсального процессора, который считывает программу из памяти и выполняет программу. При этом, память может быть полупроводниковой памятью или жестким диском, и универсальный процессор может быть центральным процессором (ЦП) или чем-то подобным.

Специальное аппаратное средство может быть выполнено в форме памяти и специализированного процессора или чего-то подобного. Например, специализированный процессор может обращаться к памяти для записи данных измерений и выполнять вышеописанный способ визуализации распределения магнитного отклика.

Каждый из элементов устройства для визуализации распределения магнитного отклика может быть

электрической схемой. Электрические схемы могут совместно формировать одну электрическую схему и, в качестве альтернативы, могут формировать отдельные электрические схемы. Данные электрические схемы могут соответствовать специальному аппаратному средству или универсальному аппаратному средству, которое выполняет, например, вышеописанную программу.

Устройство для визуализации распределения магнитного отклика может быть также описано как устройство формирования изображений. Устройство для визуализации распределения магнитного отклика может быть устройством для проверки безопасности, таким как досмотровый сканер или устройство для проверки ручной клади, или может быть включено в состав устройства для проверки безопасности. Устройство для визуализации распределения магнитного отклика может состоять из множества рассредоточенных устройств. Устройство для визуализации распределения магнитного отклика можно также описать как систему визуализации распределения магнитного отклика.

Промышленная применимость

Один аспект настоящего изобретения является полезным для устройств для визуализации распределения магнитного отклика, которые формируют изображения, представляющие распределение магнитного отклика, и применимым в досмотровых сканерах, устройствах для проверки ручной клади и устройствах для проверки безопасности.

Список условных обозначений:

- 100 - устройство для визуализации распределения магнитного отклика (устройство для визуализации распределения отклика на внешнее поле),
- 111 - проход системы безопасности,
- 112 - контур возбуждения,
- 113 - магнитный датчик (датчик),
- 114 - камера,
- 115 - инфракрасный датчик,
- 116 - лазерное устройство,
- 117 - рамка,
- 118 - транспортная лента,
- 121 - предусилитель,
- 122 - переключатель,
- 123 - АЦ преобразователь,
- 124 - схема обработки информации,
- 125 - ЦА преобразователь,
- 126 - усилитель,
- 200 - внешний терминал,
- 900 - система для проверки безопасности,
- 910 - анализатор газофазного химического агента,
- 920 - трубка.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство для визуализации распределения магнитного отклика, содержащее контур возбуждения, который возбуждает снаружи движущегося объекта составляющую магнитного поля, которая является составляющей магнитного поля, которое удовлетворяет фундаментальному уравнению для магнитных полей;

датчик, который измеряет напряженность и фазу магнитного поля, содержащего составляющую магнитного поля, изменяемую движущимся объектом, во множестве моментов времени снаружи движущегося объекта;

прибор, который измеряет скорость движения движущегося объекта; и

схему обработки информации, которая, на основе результата измерения напряженности и фазы магнитного поля, скорости движения и фундаментального уравнения для магнитных полей вычисляет напряженность и фазу магнитного поля в смежном положении, заданном в качестве положения, находящегося ближе к движущемуся объекту, чем датчик, и формирует на основе результата вычисления напряженности и фазы магнитного поля изображение распределения магнитного отклика, которое представляет распределение отклика движущегося объекта на составляющую магнитного поля, возбужденную контуром возбуждения, и используется для проверки безопасности,

причем при вычислении напряженности и фазы магнитного поля схема обработки информации

определяет в каждый из множества моментов времени положение измерения, заданное как положение датчика относительно движущегося объекта, исходя из скорости движения, чтобы определить множество положений измерения датчика относительно движущегося объекта во множество моментов времени;

получает результат измерения, соответствующий множеству положений измерения, посредством замены результата измерения, соответствующего множеству моментов времени, результатом измерения, соответствующим множеству положений измерения; и

вычисляет на основе результата измерения, соответствующего множеству положений измерения,

напряженность и фазу магнитного поля в смежном положении ближе к движущемуся объекту, чем множество положений измерения датчика, с использованием следующего в качестве уравнения на основе фундаментального уравнения для магнитных полей:

$$H_z(x, y, z) =$$

$$= \frac{1}{(2\pi)^2} \iint e^{ik_x x + ik_y y} \left\{ \frac{1}{2} \left(f(k_x, k_y) + \frac{g(k_x, k_y)}{\sqrt{k_x^2 + k_y^2}} \right) e^{z\sqrt{k_x^2 + k_y^2}} + \frac{1}{2} \left(f(k_x, k_y) - \frac{g(k_x, k_y)}{\sqrt{k_x^2 + k_y^2}} \right) e^{-z\sqrt{k_x^2 + k_y^2}} \right\} dk_x dk_y$$

где $H_z(x, y, z)$ соответствует результату вычисления, $f(k_x, k_y)$ является двумерным Фурье-образом функции $H_z(x, y, 0)$, $g(k_x, k_y)$ является двумерным Фурье-образом функции $\partial/\partial z H_z(x, y, z)|_{z=0}$, k_x и k_y представляют волновые числа в x - и y -направлениях соответственно, а $H_z(x, y, 0)$ соответствует результату измерения.

2. Устройство для визуализации распределения магнитного отклика по п.1, в котором схема обработки информации определяет, содержит ли движущийся объект целевой объект обнаружения на основе изображения распределения магнитного отклика, и когда определяется, что движущийся объект содержит целевой объект обнаружения, выводит информацию, указывающую на местоположение целевого объекта обнаружения или местоположение движущегося объекта, на внешний терминал.

3. Устройство для визуализации распределения магнитного отклика по п.1 или 2, в котором составляющая магнитного поля, возбужденная контуром возбуждения, является периодически изменяющейся составляющей магнитного поля, и

схема обработки информации обнаруживает по результату измерения составляющую магнитного поля, имеющую такую же частоту, как частота периодически изменяющейся составляющей магнитного поля, и вычисляет напряженность и фазу магнитного поля в смежном положении на основе обнаруженной составляющей магнитного поля, скорости движения и фундаментального уравнения для магнитных полей.

4. Устройство для визуализации распределения магнитного отклика по п.3, в котором составляющая магнитного поля, возбужденная контуром возбуждения, содержит первую составляющую магнитного поля, которая имеет первую частоту и проникает сквозь экранирование в движущемся объекте, и вторую составляющую магнитного поля, которая имеет вторую частоту, выше первой частоты, и экранируется экранированием в движущемся объекте, и

схема обработки информации формирует изображение распределения магнитного отклика посредством формирования первого изображения, представляющего распределение отклика движущегося объекта на первую составляющую магнитного поля, возбужденную контуром возбуждения, и второго изображения, представляющего распределение отклика движущегося объекта на вторую составляющую магнитного поля, возбужденную контуром возбуждения, и объединения первого изображения и второго изображения.

5. Устройство для визуализации распределения магнитного отклика по п.1 или 2, в котором датчик содержит множество датчиков, расположенных на прямой.

6. Устройство для визуализации распределения магнитного отклика по п.1 или 2, в котором датчик содержит множество датчиков, расположенных на первой прямой, и множество датчиков, расположенных на второй прямой, которая параллельна первой прямой и находится дальше от движущегося объекта, чем первая прямая.

7. Устройство для визуализации распределения магнитного отклика по п.5, в котором контур возбуждения содержит множество контуров возбуждения, расположенных на прямой.

8. Устройство для визуализации распределения магнитного отклика по п.1 или 2, в котором датчик содержит множество датчиков, расположенных на плоскости.

9. Устройство для визуализации распределения магнитного отклика по п.1 или 2, в котором датчик содержит множество датчиков, расположенных на первой плоскости, и множество датчиков, расположенных на второй плоскости, которая параллельна первой плоскости и находится дальше от движущегося объекта, чем первая плоскость.

10. Устройство для визуализации распределения магнитного отклика по п.9, в котором контур возбуждения содержит множество контуров возбуждения, расположенных на плоскости.

11. Устройство для визуализации распределения магнитного отклика по п.1 или 2, в котором контур возбуждения и датчик располагаются с противоположных сторон от пути движения движущегося объекта.

12. Устройство для визуализации распределения магнитного отклика по п.1 или 2, в котором контур возбуждения и датчик расположены с одной стороны от пути движения движущегося объекта, а не с противоположных сторон от пути движения.

13. Устройство для визуализации распределения магнитного отклика по п.1 или 2, в котором контур возбуждения содержит множество контуров возбуждения, расположенных с первой и второй противоположных сторон от пути движения движущегося объекта,

датчик содержит множество датчиков, расположенных с первой стороны и второй стороны; и

схема обработки информации переключается между первой операцией, в которой один или более из множества контуров возбуждения, расположенных с первой стороны, возбуждают составляющую магнитного поля, и один или более из множества датчиков, расположенных со второй стороны, измеряют напряженность и фазу магнитного поля, и второй операцией, в которой один или более из множества контуров возбуждения, расположенных со второй стороны, возбуждают составляющую магнитного поля, и один или более из множества датчиков, расположенных с первой стороны, измеряют напряженность и фазу магнитного поля.

14. Устройство для визуализации распределения магнитного отклика по п.13, в котором схема обработки информации выбирает, в качестве изображения распределения магнитного отклика, либо первое изображение распределения магнитного отклика, сформированное на основе первой операции, либо второе изображение распределения магнитного отклика, сформированное на основе второй операции.

15. Система проверки безопасности, содержащая устройство для визуализации распределения магнитного отклика по п.1 или 2 и термографическое устройство для выполнения диагностической визуализации человека, соответствующего движущемуся объекту.

16. Способ визуализации распределения магнитного отклика, содержащий этапы, на которых возбуждают снаружи движущегося объекта составляющую магнитного поля, которая является составляющей магнитного поля, которое удовлетворяет фундаментальному уравнению для магнитных полей, с использованием контура возбуждения;

измеряют с использованием датчика напряженность и фазу магнитного поля, содержащего составляющую магнитного поля, изменяемую движущимся объектом, во множестве моментов времени снаружи движущегося объекта;

измеряют скорость движения движущегося объекта и

на основе результата измерения напряженности и фазы магнитного поля, скорости движения и фундаментального уравнения для магнитных полей вычисляют напряженность и фазу магнитного поля в смежном положении, заданном в качестве положения, находящегося ближе к движущемуся объекту, чем датчик, и формируют на основе результата вычисления напряженности и фазы магнитного поля изображение распределения магнитного отклика, которое представляет распределение отклика движущегося объекта на составляющую магнитного поля, возбужденную контуром возбуждения, и используется для проверки безопасности,

причем вычисление напряженности и фазы магнитного поля включает в себя этапы, на которых

определяют в каждый из множества моментов времени положение измерения, заданное как положение датчика относительно движущегося объекта, исходя из скорости движения, чтобы определить множество положений измерения датчика относительно движущегося объекта во множество моментов времени;

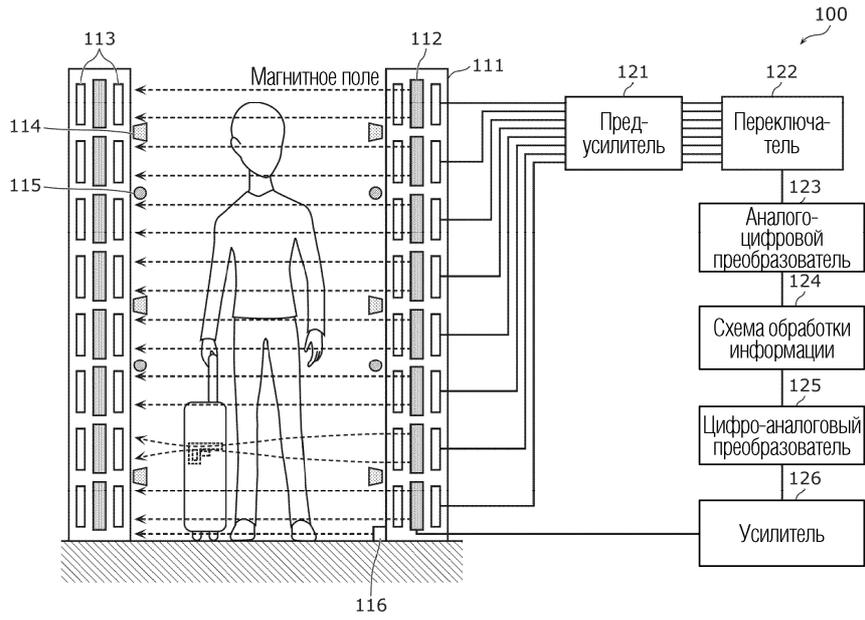
получают результат измерения, соответствующий множеству положений измерения, посредством замены результата измерения, соответствующего множеству моментов времени, результатом измерения, соответствующим множеству положений измерения; и

вычисляют на основе результата измерения, соответствующего множеству положений измерения, напряженность и фазу магнитного поля в смежном положении ближе к движущемуся объекту, чем множество положений измерения датчика, с использованием следующего в качестве уравнения на основе фундаментального уравнения для магнитных полей:

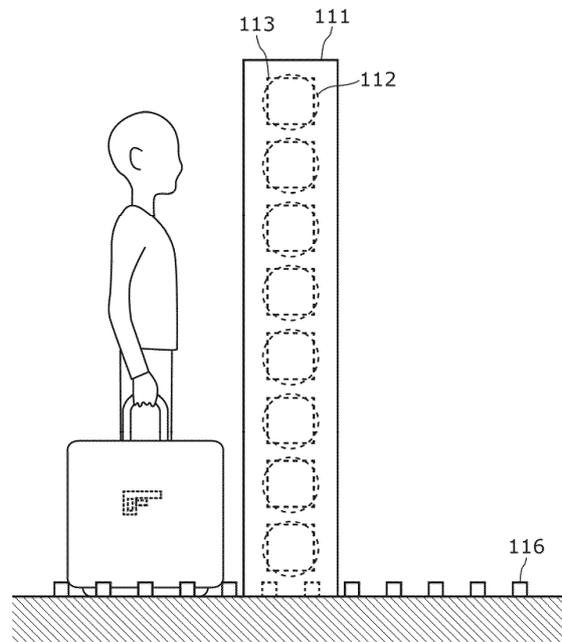
$$H_z(x, y, z) =$$

$$= \frac{1}{(2\pi)^2} \iint e^{ik_x x + ik_y y} \left\{ \frac{1}{2} \left(f(k_x, k_y) + \frac{g(k_x, k_y)}{\sqrt{k_x^2 + k_y^2}} \right) e^{z\sqrt{k_x^2 + k_y^2}} + \frac{1}{2} \left(f(k_x, k_y) - \frac{g(k_x, k_y)}{\sqrt{k_x^2 + k_y^2}} \right) e^{-z\sqrt{k_x^2 + k_y^2}} \right\} dk_x dk_y$$

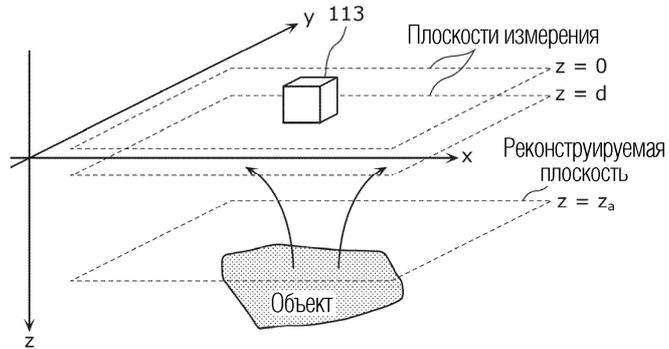
где $H_z(x, y, z)$ соответствует результату вычисления, $f(k_x, k_y)$ является двумерным Фурье-образом функции $H_z(x, y, 0)$, $g(k_x, k_y)$ является двумерным Фурье-образом функции $\partial/\partial z H_z(x, y, z)|_{z=0}$, k_x и k_y представляют волновые числа в x - и y -направлениях соответственно, а $H_z(x, y, 0)$ соответствует результату измерения.



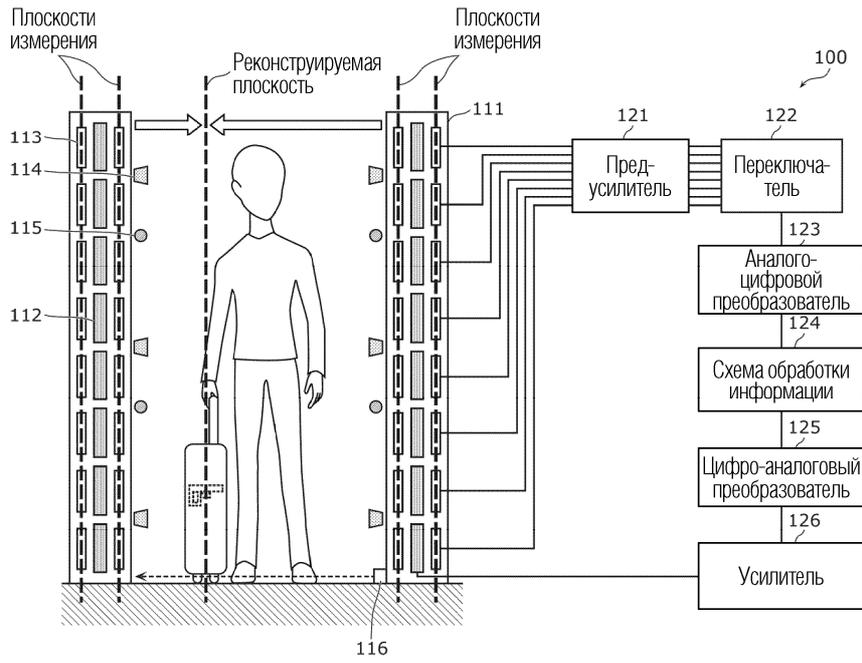
Фиг. 1



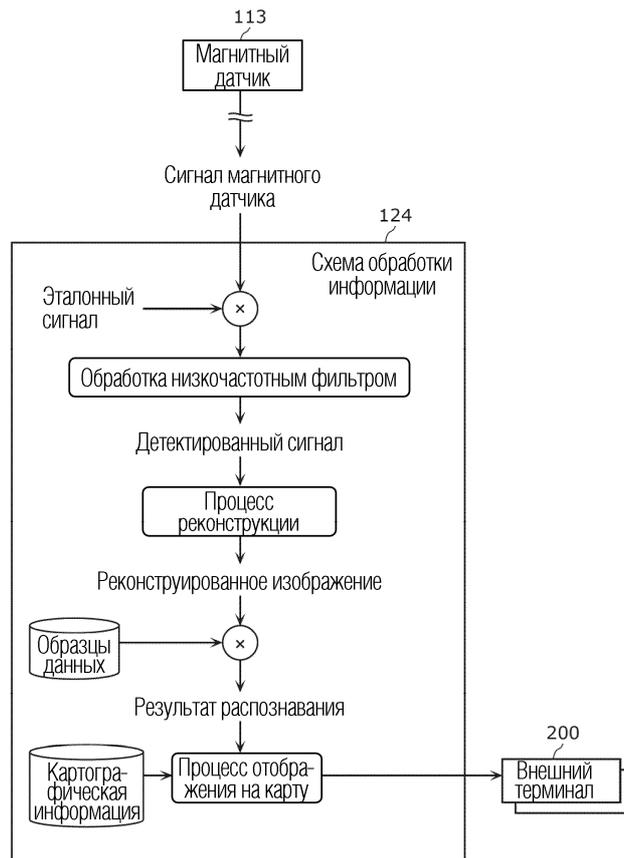
Фиг. 2



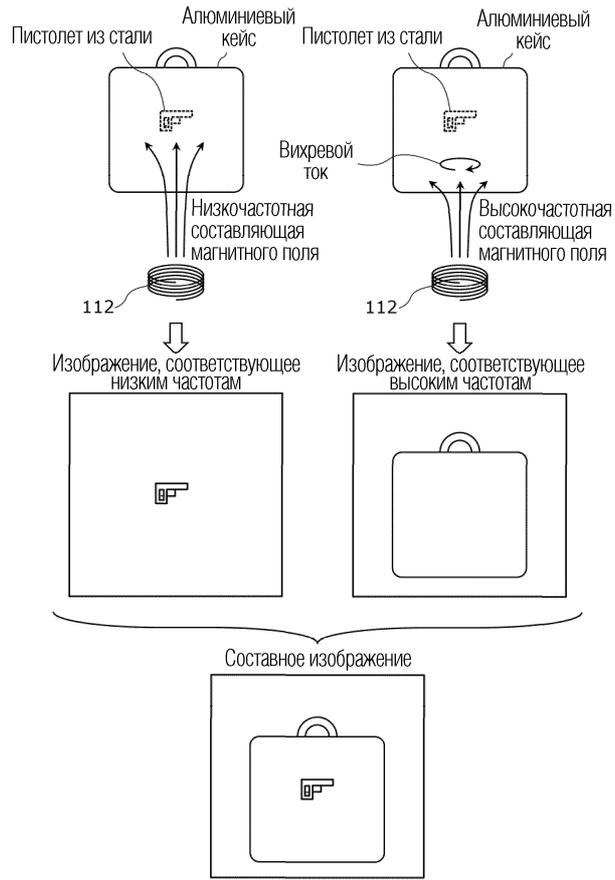
Фиг. 3



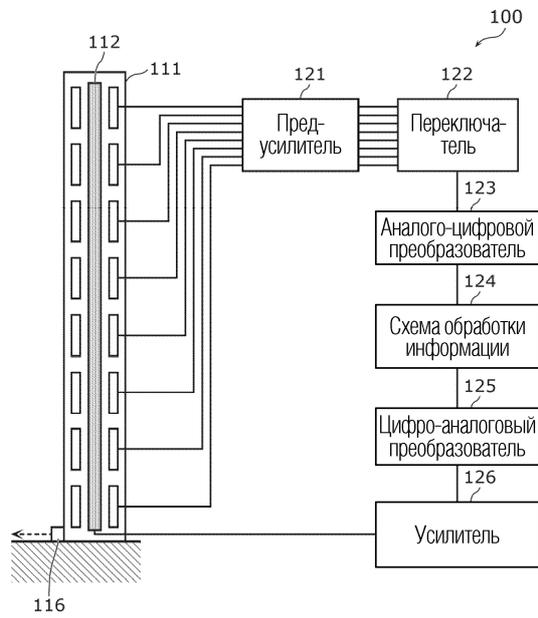
Фиг. 4



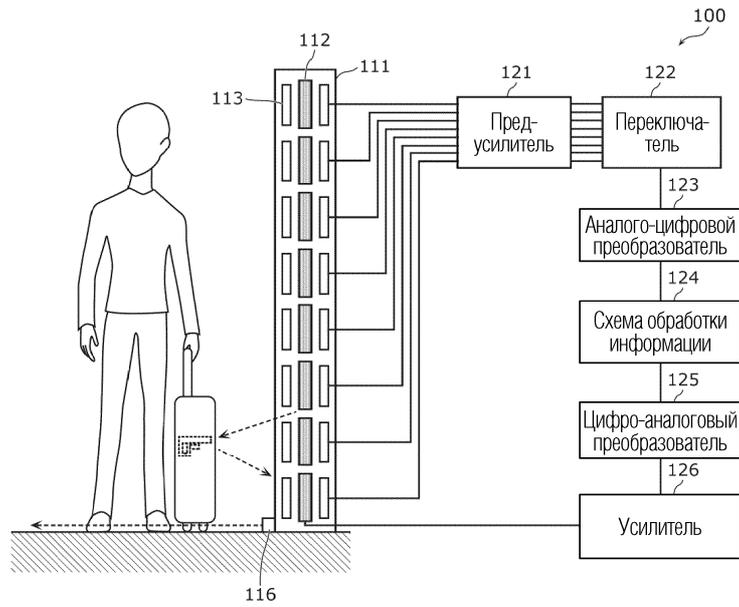
Фиг. 5



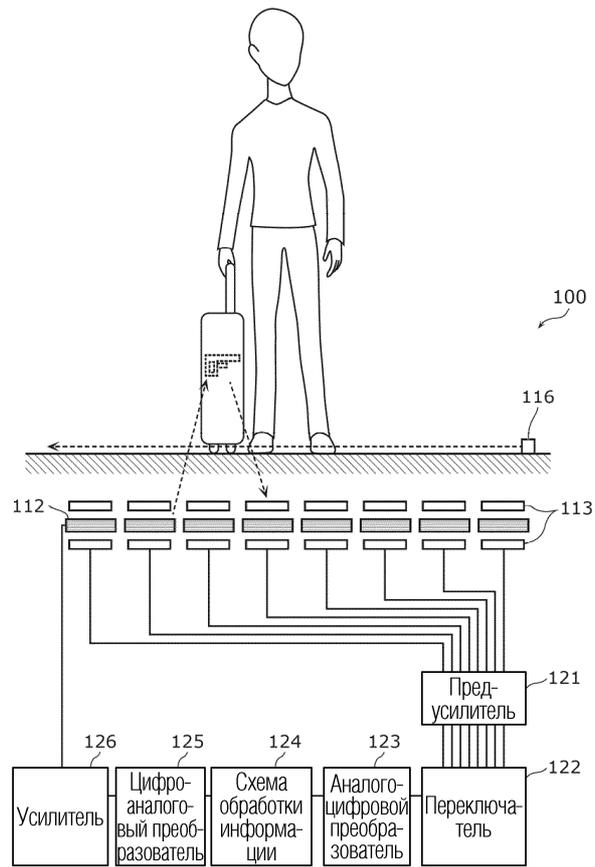
Фиг. 6



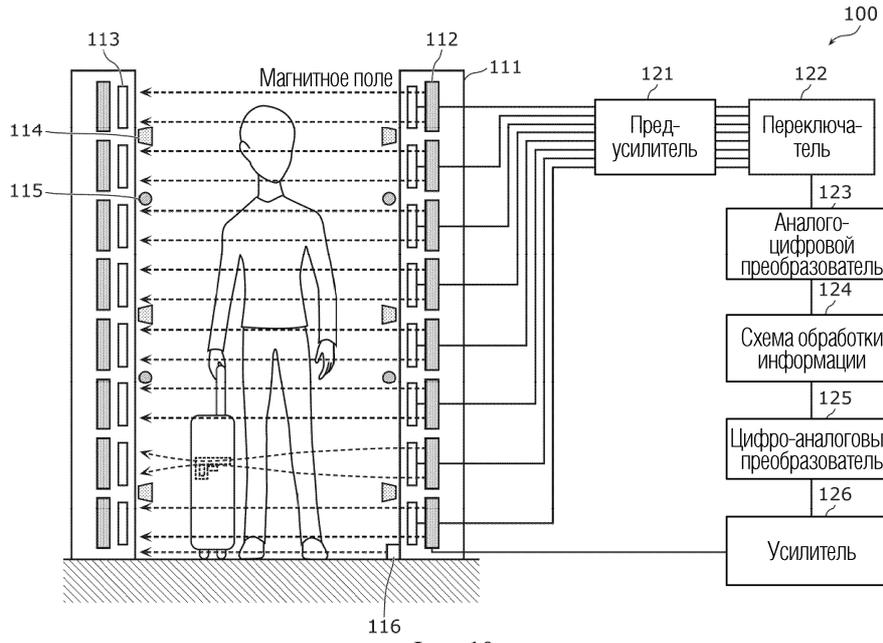
Фиг. 7



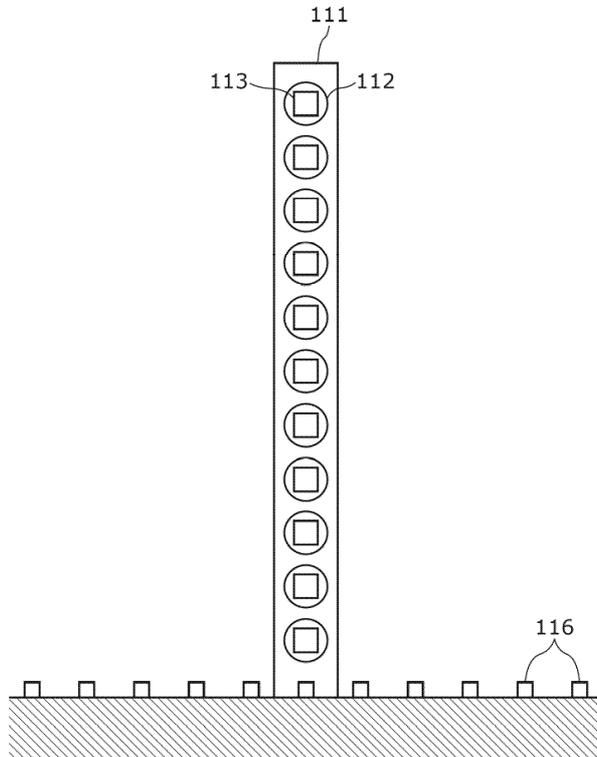
Фиг. 8



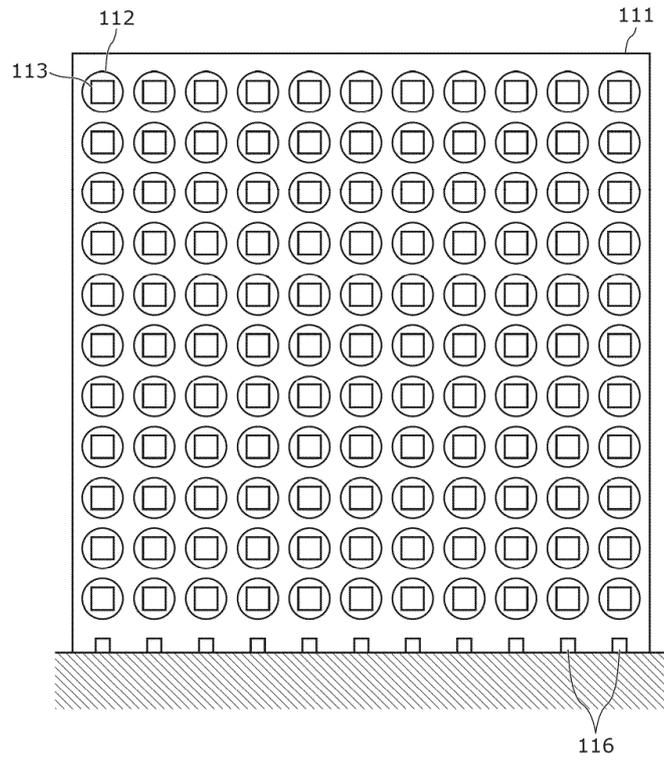
Фиг. 9



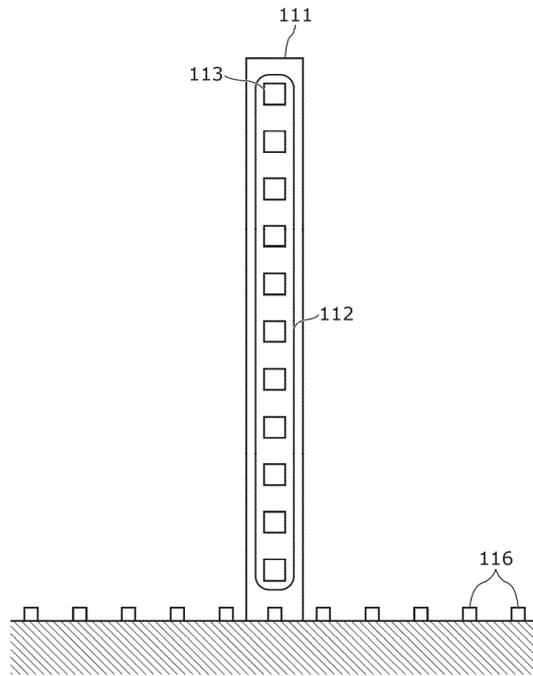
Фиг. 10



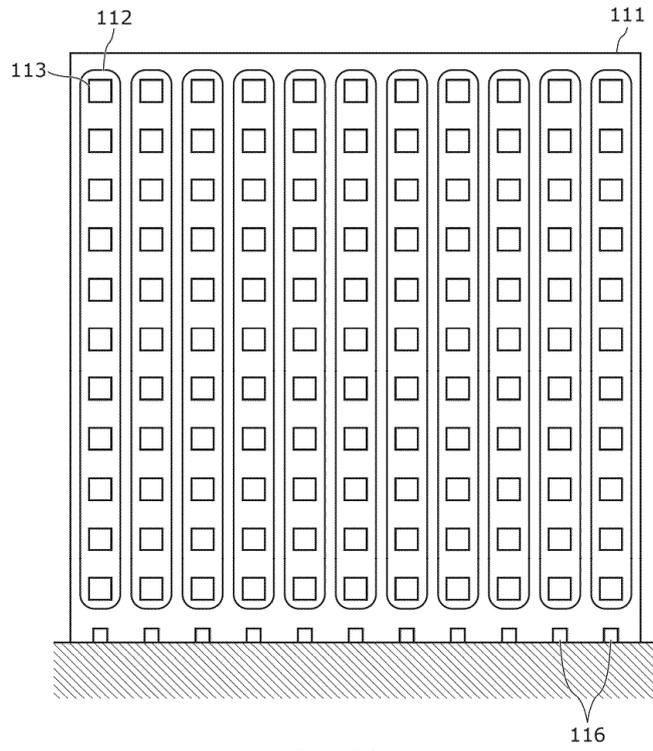
Фиг. 11



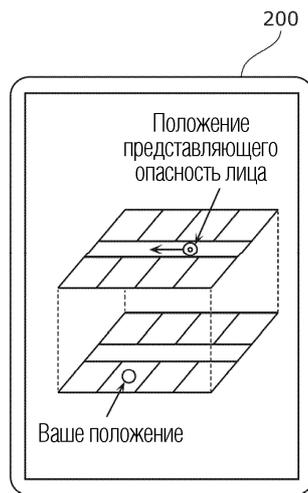
Фиг. 12



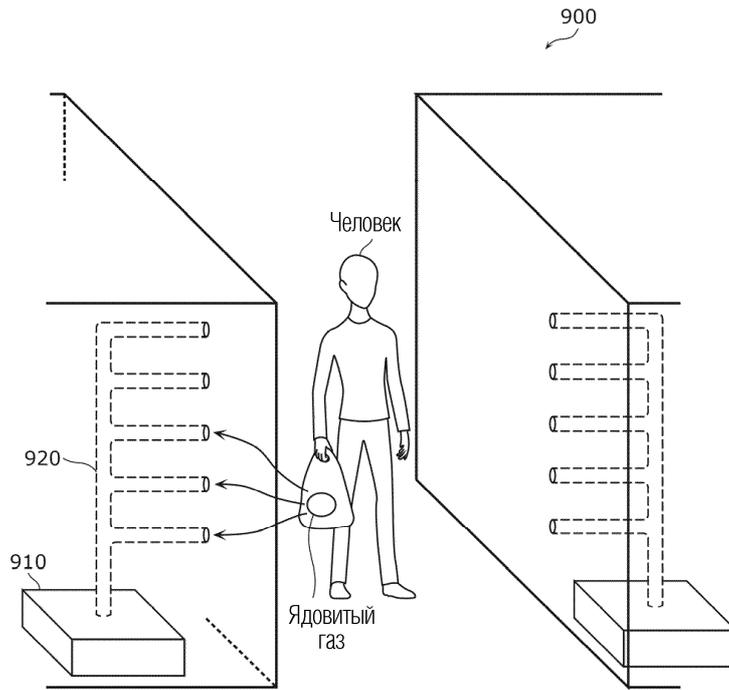
Фиг. 13



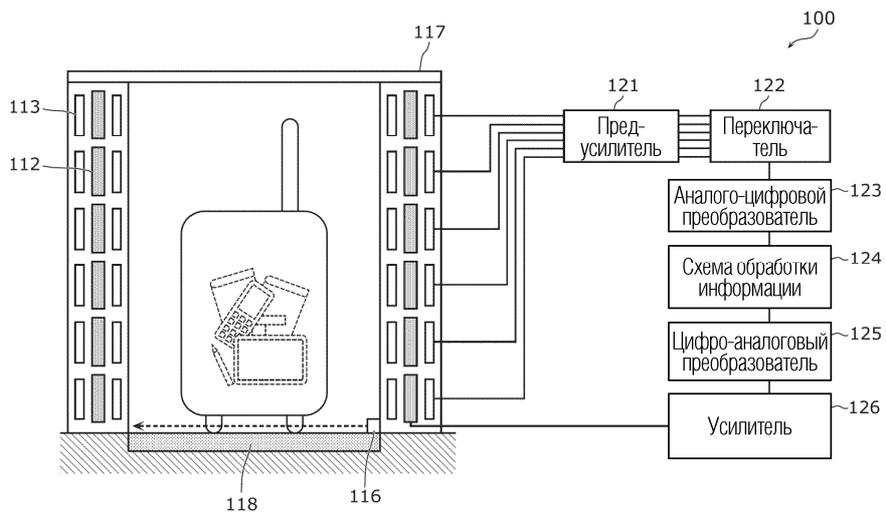
Фиг. 14



Фиг. 15



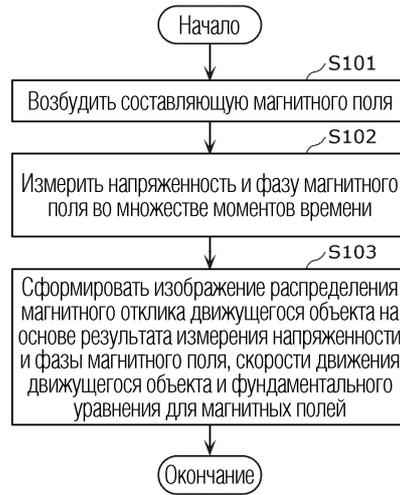
Фиг. 16



Фиг. 17



Фиг. 18



Фиг. 19