

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **040583**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.06.29

(21) Номер заявки
202090403

(22) Дата подачи заявки
2018.08.01

(51) Int. Cl. **H01Q 1/22** (2006.01)
C03C 17/23 (2006.01)
E06B 3/67 (2006.01)
H01Q 1/32 (2006.01)

(54) АНТЕННЫЙ БЛОК ДЛЯ СТЕКЛА, СТЕКЛЯННЫЙ ЛИСТ С АНТЕННОЙ И СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ АНТЕННОГО БЛОКА ДЛЯ СТЕКЛА

(31) 2017-150241

(32) 2017.08.02

(33) JP

(43) 2020.04.29

(86) PCT/JP2018/028866

(87) WO 2019/026963 2019.02.07

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ЭйДжиСи ИНК.; НТТ ДОКОМО,
ИНК. (JP)**

(72) Изобретатель:
**Хирамацу Тецуя, Сонода Риута, Кагая
Осаму, Ока Кентаро, Саито Акира,
Мияти Кенсукэ, Уеда Акинобу, Кавано
Йосиюки, Андоу Дзун, Ямазаки Таку
(JP)**

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

(56) JP-A-09502073

JP-A-09162619

Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 099087/1975 (Laid-open No. 013752/1977) (NISSAN MOTOR CO., LTD.), 31 January 1977, page 4 (Family: none)

Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 081603/1988 (Laid-open No. 004306/1990) (NISSAN MOTOR CO., LTD.), 11 January 1990, page 4 (Family: none)

EP-B1-1559167

(57) Антенный блок для стекла согласно настоящему изобретению установлен на внутренней стороне стеклянного листа и передает и принимает электромагнитные волны с внутренней стороны через стеклянный лист.

B1

040583

040583

B1

1. Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к антенному блоку для стекла, к стеклянному листу с антенной и к способу изготовления антенного блока для стекла.

2. Описание уровня техники

В прошлом были разработаны различные системы связи, использующие беспроводную технологию, такие как мобильный телефон, интернет-связь, радиовещание и GPS (Global Positioning System, глобальная система позиционирования). Поддержка этих систем связи требует наличия антенны, которая может передавать и принимать электромагнитные волны, используемые соответствующими системами связи.

В качестве антенного блока, применяемого путем установки на наружной стене здания, предложен например, антенный блок, использующий передающую радиоволны конструкцию, которая содержит три слоя с заданной толщиной каждого слоя, причем каждый из них обладает разной относительной диэлектрической проницаемостью, и которая обеспечивает хорошую характеристику передачи радиоволн (см., например, патентный документ 1).

Документы уровня техники

Патентные документы

Патентный документ 1: Японский патент JP 3437993

Сущность изобретения

Техническая задача

Передающие радиоволны конструкции, описанные в патентном документе 1, содержат материал с чистовой отделкой поверхности, такой как стекло, в качестве первого слоя, являющегося самым внешним слоем, воздух или т.п. в качестве второго слоя внутри от самого внешнего слоя и пористую среду, акриловую смолу или т.п. в качестве третьего слоя внутри от второго слоя. Относительная диэлектрическая проницаемость передающей радиоволны конструкции уменьшается в следующем порядке: первый слой, третий слой и второй слой.

Один аспект настоящего изобретения имеет своей целью разработать антенный блок для стекла, который может передавать и принимать электромагнитные волны через стеклянный лист.

Решение задачи

Антенный блок для стекла в соответствии с одним аспектом настоящего изобретения устанавливается на внутренней стороне стеклянного листа и передает и принимает электромагнитные волны на внутренней стороне через стеклянный лист.

Антенный блок для стекла в соответствии с еще одним аспектом настоящего изобретения представляет собой антенный блок, который закреплен на стеклянном листе и который предпочтительно содержит крепежный элемент для закрепления антенны на стеклянном листе таким образом, чтобы между стеклянным листом и антенной образовался промежуток, в котором может течь воздух.

Выгодные эффекты изобретения

Антенный блок для стекла согласно аспекту настоящего изобретения может передавать и принимать электромагнитные волны через стеклянный лист.

Краткое описание чертежей

Фиг. 1 является видом в перспективе, показывающим состояние, в котором антенный блок для стекла прикреплен к стеклянному листу;

фиг. 2 является видом в перспективе антенного блока для стекла;

фиг. 3 является видом в перспективе показанного на фиг. 1 антенного блока, рассматриваемого через стеклянный лист;

фиг. 4 является видом в перспективе, иллюстрирующим пример другого варианта осуществления крепежного элемента;

фиг. 5 является видом в разрезе, показывающим пример другого варианта осуществления антенного блока для стекла;

фиг. 6 является видом в разрезе, показывающим пример другого варианта осуществления антенного блока для стекла;

фиг. 7 является видом в перспективе, показывающим стеклянный лист с антенной;

фиг. 8 является видом в частичном разрезе по линии А-А на фиг. 7;

фиг. 9 является графиком, иллюстрирующим соотношение между расстоянием антенного блока от внутренней стороны оконной рамы и отношением максимальных растягивающих напряжений;

фиг. 10 является рисунком, показывающим пример состояния, в котором в слое покрытия образован открытый участок;

фиг. 11 является рисунком, показывающим другой пример состояния, в котором в слое покрытия образован открытый участок;

фиг. 12 является видом в частичном разрезе, показывающим пример другого варианта осуществления стеклянного листа с антенной;

фиг. 13 является рисунком, показывающим часть процедуры способа установки антенного блока для стекла;

фиг. 14 является рисунком, показывающим местоположение стеклянного листа при измерении;

фиг. 15 является графиком, показывающим результат измерения потерь при передаче ТЕ волн в примере 3-1;

фиг. 16 является графиком, показывающим результат измерения потерь при передаче ТМ волн в примере 3-1;

фиг. 17 является графиком, показывающим результат измерения потерь при передаче ТЕ волн в примере 3-2;

фиг. 18 является графиком, показывающим результат измерения потерь при передаче ТМ волн в примере 3-2; и

фиг. 19 является графиком, показывающим результат измерения потерь при передаче электромагнитных волн в примере 4.

Подробное описание предпочтительных вариантов осуществления

Далее будут подробно описаны варианты осуществления настоящего изобретения. На чертежах масштаб каждого элемента может отличаться от реального масштаба для облегчения понимания. В настоящем описании используется трехмерная ортогональная система координат (т.е. направление по оси X, направление по оси Y и направление по оси Z), причем направление по оси X определено как направление по ширине стеклянного листа, направление по оси Y определено как направление по глубине, а направление по оси Z определено как направление по высоте. Направление снизу вверх стеклянного листа определено как направление по оси +Z, а противоположное направление - как направление по оси -Z. В дальнейшем описании направление по оси +Z может называться направлением вверх, а направление по оси -Z может называться направлением вниз.

Антенный блок для стекла

Будет описан антенный блок для стекла согласно одному варианту осуществления (в дальнейшем может называться просто антенным блоком). Термин "для стекла" в понятии "антенный блок для стекла" означает, что антенный блок используется для передачи и приема электромагнитных волн через стекло.

На фиг. 1 приведен вид в перспективе, показывающий состояние, в котором антенный блок для стекла прикреплен к стеклянному листу, на фиг. 2 - вид в перспективе антенного блока для стекла, а на фиг. 3 - вид в перспективе показанного на фиг. 1 антенного блока, рассматриваемого через стеклянный лист.

Как показано на фиг. 1-3, антенный блок 10 содержит антенну 11, плоскую пластину 12, на которой установлена антенна 11 (т.е. пластина для установки антенны), и крепежный элемент 13А, прикрепленный к пластине 12 для установки антенны. Антенный блок 10 закреплен на стеклянном листе 20 посредством крепежного элемента 13А таким образом, чтобы между пластиной 12 для установки антенны и стеклянным листом 20 образовался промежуток S. Когда стеклянный лист 20 представляет собой оконное стекло, стеклянный лист 20 поддерживается в состоянии, в котором наружная кромка стеклянного листа 20 удерживается в оконной раме 21. На фиг. 1 антенный блок 10 прикреплен к одной главной поверхности внутренней стороны стеклянного листа 20. Другая главная поверхность, противоположная внутренней стороне стеклянного листа 20, облучается солнечным светом или тому подобным.

В этом варианте осуществления антенный блок 10 прикреплен к стеклянному листу 20 (т.е. оконному стеклу) посредством крепежного элемента 13А, как показано на фиг. 2, однако настоящее изобретение этим не ограничено. Например, антенный блок 10 может свисать с потолка или может быть закреплен к выступающей части, имеющейся вокруг стеклянного листа 20 (т.е. оконного стекла), такой как оконная рама 21 и створка окна.

Антенна 11 предусмотрена на первой главной поверхности 121 пластины 12 для установки антенны. Антенна 11 может быть образована путем печати металлического материала, перекрывающего по меньшей мере часть керамического слоя 14, предусмотренного на первой главной поверхности 121 пластины 12 для установки антенны. Следовательно, антенна 11 предусмотрена поперек зоны, в которой образован керамический слой 14, и зоны, где керамический слой 14 не образован, на первой главной поверхности 121 пластины 12 для установки антенны.

В качестве металлического материала, образующего антенну 11, можно использовать проводящий материал, такой как золото, серебро, медь и платина. В качестве антенны 11 можно использовать, например, патч-антенну или дипольную антенну.

Другим материалом, образующим антенну 11, может быть, например, легированный фтором оксид олова (FTO) или оксид индия-олова (ITO).

Керамический слой 14 может быть сформирован на первой главной поверхности 121 пластины 12 для установки антенны, например, путем печати. Сформированный керамический слой 14 позволяет скрыть соединенную с антенной 11 проводку, что не показано, и улучшить дизайн. Согласно варианту осуществления изобретения керамический слой 14 может быть предусмотрен не на первой главной поверхности 121, а на второй главной поверхности 122 пластины 12 для установки антенны. Предпочтительно, чтобы керамический слой 14 был предусмотрен на первой главной поверхности 121 пластины 12 для установки антенны, так как в этом случае антенну 11 и керамический слой 14 можно обеспечить на пластине 12 для установки антенны путем печати за одну операцию.

Материал керамического слоя может представлять собой, например, стеклянную фритту, а его тол-

щина предпочтительно составляет от 1 до 20 мкм.

В соответствии с вариантом осуществления изобретения антенна 11 предусмотрена на первой главной поверхности 121 пластины 12 для установки антенны, но она может быть предусмотрена внутри пластины 12 для установки антенны. В этом случае антенна 11 может быть выполнена, например, в форме катушки внутри пластины 12 для установки антенны.

Когда пластина для установки антенны представляет собой многослойное стекло, которое содержит два стеклянных листа и полимерный слой, размещенный между этими двумя стеклянными листами, антенна 11 может быть предусмотрена между стеклянным листом и полимерным слоем, входящими в состав многослойного стекла.

Сама антенна 11 может быть выполнена в виде плоской пластины. В этом случае антенна в виде плоской пластины может быть прикреплена непосредственно к крепежному элементу 13А без использования пластины 12 для установки антенны.

Антенна 11 может быть предусмотрена внутри корпуса вместо пластины 12 для установки антенны. В этом случае антенна 11, образованная как плоская пластина, может быть установлена, например, внутри корпуса. Форма корпуса не ограничена и может быть прямоугольником.

Антенна 11 предпочтительно обладает оптической прозрачностью. Если антенна 11 обладает оптической прозрачностью, то может быть улучшен дизайн и может быть снижен средний коэффициент поглощения солнечного излучения. Коэффициент пропускания видимого света антенной 11 предпочтительно больше или равен 40%, а предпочтительнее больше или равен 60%, чтобы поддерживать функцию оконного стекла в отношении прозрачности. Коэффициент пропускания видимого света можно определить согласно стандарту JIS R 3106 (1998).

Чтобы быть оптически прозрачной, антенна предпочтительно выполнена в форме сетки. Сетчатая форма представляет собой состояние, в котором в плоскости антенны 11 образованы сетевидные сквозные отверстия.

Когда антенна 11 образована в форме сетки, ячейки сетки могут иметь форму квадрата или ромба. Ширина линии сетки предпочтительно составляет от 5 до 30 мкм, более предпочтительно от 6 до 15 мкм. Интервал между линиями сетки предпочтительно составляет от 50 до 500 мкм, более предпочтительно от 100 до 300 мкм.

Относительный размер апертуры антенны 11 предпочтительно больше или равен 80%, предпочтительнее больше или равен 90%. Относительный размер апертуры антенны 11 представляет собой отношение площади открытого участка, включая открытый участок слоя 16 электромагнитного экранирования, ко всей площади. Чем больше относительный размер апертуры антенны 11, тем выше может быть коэффициент пропускания видимого света антенной 11.

Толщина антенны 11 предпочтительно меньше или равна 400 нм, более предпочтительно меньше или равна 300 нм. Минимальная толщина антенны 11 не ограничена конкретным значением и может быть меньше или равна 2 нм, 10 нм или 30 нм.

Когда антенна 11 образована в виде сетки, толщина антенны 11 может составлять от 2 мкм до 40 мкм. В случае сетчатой формы антенны 11 коэффициент пропускания видимого света может быть высоким, несмотря на большую толщину антенны 11.

Пластина 12 для установки антенны предусмотрена параллельно стеклянному листу 20. Пластина 12 для установки антенны выполнена с прямоугольной формой на виде сверху и имеет первую главную поверхность 121 и вторую главную поверхность 122. Первая главная поверхность 121 предусмотрена так, что первая главная поверхность 121 обращена к главной поверхности стеклянного листа 20, к которой она должна быть прикреплена, а вторая главная поверхность 122 предусмотрена так, чтобы вторая главная поверхность 122 обращена в противоположную сторону от главной поверхности стеклянного листа 20.

В соответствии с вариантом осуществления изобретения пластина 12 для установки антенны может быть предусмотрена под заданным углом к стеклянному листу 20 (например, оконному стеклу). Антенный блок 10 может испускать электромагнитные волны под наклонным углом в направлении, которое образует угол с направлением нормали к поверхности антенного блока 10 (т.е. направлении по оси +Y). Это, например, имеет место, когда антенный блок 10 установлен над землей, например, на оконном стекле здания, и испускает электромагнитные волны к земле для того, чтобы сформировать некую зону на земле. Угол между пластиной 12 для установки антенны и стеклянным листом 20 (например, оконным стеклом) может быть больше или равен 0 градусов, 5 градусов или 10 градусов с тем, чтобы можно было достичь хорошего направления для передачи радиоволн. Угол между пластиной 12 для установки антенны и стеклянным листом 20 (оконным стеклом) может быть меньше или равен 50, 30 или 20° для того, чтобы передавать радиоволны наружу помещения.

Материал, образующий пластину 12 для установки антенны, разработан в соответствии с характеристиками антенны, требующимися для антенны 11, такими как мощность и направленность, и можно использовать, например, стекло, полимер или металл. Пластина 12 для установки антенны может быть выполнена с оптической прозрачностью, если использовать, например, полимер. Выполнение пластины 12 для установки антенны из материала с оптической прозрачностью позволяет видеть стеклянный лист

20 сквозь пластину 12 для установки антенны, что уменьшает блокировку обзора через стеклянный лист 20.

Когда в качестве пластины 12 для установки антенны используется стекло, материалом стекла может быть, например, натриево-кальцево-силикатное (известково-натриевое) стекло, боросиликатное стекло, алюмосиликатное стекло или бесщелочное стекло.

Стеклянный лист, используемый в качестве пластины 12 для установки антенны, может быть получен общеизвестным способом изготовления, таким как флоат-способ, способ плавления, способ вытяжки в два перехода, способ штамповки или способ наращивания. Предпочтительным способом получения стеклянного листа 31 является флоат-способ с точки зрения лучшей производительности и стоимости.

На виде сверху стеклянный лист выполнен в форме прямоугольника. Способ резки стеклянного листа может представлять собой способ резки посредством испускания лазерного излучения на поверхность стеклянного листа и перемещения облучаемой лазерным излучением зоны на поверхности стеклянного листа, или способом механической резки с использованием, например, отрезного диска.

В варианте осуществления изобретения понятие «прямоугольник», помимо просто прямоугольника и квадрата, включает также форму с закругленными углами прямоугольника и квадрата. Форма стеклянного листа на виде сверху не ограничена прямоугольником и может быть, например, кругом. Стеклянный лист не ограничен одинарной панелью и может представлять собой многослойное стекло или стеклопакет.

Когда в качестве пластины 12 для установки антенны используется полимер, полимером предпочтительно является прозрачный полимер, такой как жидкокристаллический полимер (LCP), полиимид (PI), простой полифениленовый эфир (PPE), поликарбонат, акриловый полимер или фторполимер. Фторполимер является предпочтительным с точки зрения низкой диэлектрической проницаемости.

Фторполимером может быть, например, этилентетрафторэтилен (ниже обозначаемый также ETFE), сополимер гексафторпропилена-тетрафторэтилена (ниже обозначаемый также FEP), сополимер тетрафторэтилена-пропилена, сополимер тетрафторэтилена-гексафторпропилена-пропилена, сополимер перфторалкилвинилового эфира-тетрафторэтилена (ниже обозначаемый также PFA), сополимер тетрафторэтилена-гексафторпропилена-винилиденфторида (ниже обозначаемый также THV), поливинилиденфторид (ниже обозначаемый также PVDF), сополимер винилиденфторида-гексафторпропилена, поливинилфторид, полимер хлортрифторэтилена, сополимер этилена-хлортрифторэтилена (ниже обозначаемый также ECTFE) или политетрафторэтилен. Любой из них может использоваться по отдельности, или же два или более из них могут использоваться в комбинации.

Фторполимер предпочтительно представляет собой по меньшей мере один, выбранный из группы, включающей ETFE, FEP, PFA, PVDF, ECTFE и THV, особенно предпочтительным является ETFE с точки зрения лучшей прозрачности, обрабатываемости и устойчивости к атмосферному воздействию.

В качестве фторполимера может использоваться AFLEX (зарегистрированный товарный знак).

Толщина пластины 12 для установки антенны предпочтительно составляет от 25 до 10 мм. Толщина пластины 12 для установки антенны может быть спроектирована подходящей в соответствии с тем местом, где устанавливается антенна 11.

Когда пластина 12 для установки антенны выполнена из полимера, предпочтителен полимер, выполнен в виде пленки или листа. Толщина пленки или листа предпочтительно составляет от 25 до 1000 мкм, более предпочтительно от 100 до 800 мкм, а еще более предпочтительно от 100 до 500 мкм с точки зрения прочности удержания антенны.

Когда пластина 12 для установки антенны выполнена из стекла, толщина пластины для установки антенны предпочтительно составляет от 1,0 до 10 мм с точки зрения прочности удержания антенны.

Среднеарифметическая шероховатость R_a первой главной поверхности 121 пластины 12 для установки антенны предпочтительно составляет 1,2 мкм или менее. Это объясняется тем, что когда среднеарифметическая шероховатость R_a первой главной поверхности 121 составляет 1,2 мкм или менее, воздух легко может поступать в промежуток S, образованный между пластиной 12 для установки антенны и стеклянным листом 20, как будет описано позднее. Среднеарифметическая шероховатость R_a первой главной поверхности 121 более предпочтительно составляет 0,6 мкм или менее, еще более предпочтительно 0,3 мкм или менее. Минимальное значение средней шероховатости R_a не ограничено конкретным значением, но оно составляет, например, 0,001 мкм или более.

Среднеарифметическая шероховатость R_a может быть измерена на основе японского промышленного стандарта JIS B0601:2001.

Когда антенна 11 является антенной в плоской пластине, среднеарифметическая шероховатость R_a главной поверхности, обращенной к стеклянному листу, антенны 11 предпочтительно равна 1,2 мкм или менее, более предпочтительно равна 0,6 мкм или менее, а еще более предпочтительно равна 0,3 мкм или менее. Когда антенна 11 предусмотрена внутри корпуса, среднеарифметическая шероховатость R_a главной поверхности корпуса, обращенной к стеклянному листу, предпочтительно равна 1,2 мкм или менее, более предпочтительно равна 0,6 мкм или менее, а еще более предпочтительно равна 0,3 мкм или менее. Минимальное значение средней шероховатости не ограничено конкретным значением, но оно составля-

ет, например, 0,001 мкм или более.

Крепежный элемент 13А образует промежуток S, где может течь воздух между стеклянным листом 20 и пластиной 12 для установки антенны, и прикрепляет пластину 12 для установки антенны к стеклянному листу 20. Крепежный элемент 13А крепится к первой главной поверхности 121 пластины 12 для установки антенны. В соответствии с вариантом осуществления изобретения, крепежный элемент 13А с прямоугольной формой предусмотрен на обоих концах в направлении по оси X вдоль направления по оси Z пластины 12 для установки антенны. В соответствии с вариантом осуществления изобретения, между стеклянным листом 20 и пластиной 12 для установки антенны образован промежуток S, где может течь воздух, чтобы подавить локальное повышение температуры поверхности стеклянного листа 20, обращенной к пластине 12 для установки антенны. Солнечный свет светит на главную поверхность снаружи стеклянного листа 20, что нагревает стеклянный лист 20. Одновременно, если поток воздуха вблизи антенного блока 10 будет блокирован и температура антенного блока 10 повысится, температура поверхности стеклянного листа 20, к которой прикреплен антенный блок 10, обычно будет повышаться больше, чем температура другой поверхности стеклянного листа 20. Чтобы подавить такое повышение температуры, между стеклянным листом 20 и пластиной 12 для установки антенны образован промежуток S. Подробнее этот вопрос будет обсуждаться ниже.

Материал, образующий крепежный элемент 13А, особо не ограничен при условии, что этот материал позволяет прикрепить крепежный элемент 13А к контактным поверхностям пластины 12 для установки антенны и стеклянному листу 20, и можно использовать, например, клей или эластичный герметик. В качестве материала, образующего клей и герметик, можно использовать общеизвестные смолы, такие как силиконовая смола, полисульфидная смола или акриловая смола. Крепежный элемент 13А может представлять собой распорку, выполненную из металла, такого как алюминий, или из полимера, такого как сополимер акрилонитрила-этилена-стирола (AES). Когда используется распорка, распорка крепится к контактным поверхностям пластины 12 для установки антенны и стеклянному листу 20 с помощью адгезива, такого, например, как силиконовый герметик.

Средняя толщина t крепежного элемента 13А предпочтительно составляет от 0,5 до 100 мм. Если средняя толщина t будет слишком малой, толщина промежутка S, образованного между пластиной 12 для установки антенны и стеклянным листом 20, будет малой (т.е. промежуток будет тонким), и воздух не сможет равномерно поступать в промежуток S. Отметим, что хотя толщина промежутка S между пластиной 12 для установки антенны и стеклянным листом 20 будет малой, если сделать промежуток S малым, промежуток S может действовать как теплоизоляционный слой. Кроме того, некоторое количество воздуха может поступать, даже если толщина промежутка S мала. Когда солнечный свет освещает стеклянный лист 20, температура стеклянного листа 20 повышается, и температура воздуха в промежутке S также повышается. Чем выше температура воздуха, тем больше он расширяется, и воздух поднимается в верхнюю часть промежутка S и вытекает наружу с верхней стороны промежутка S. Воздух в нижней части промежутка S последовательно поднимается. Таким образом, даже если толщина промежутка S мала, воздух стремится течь по мере того, как температура воздуха в промежутке S повышается.

Когда средняя толщина t крепежного элемента 13А большая, промежуток S также является большим (т.е. толстым), и воздух хорошо поступает в промежуток S. Однако расстояние между главной поверхностью стеклянного листа 20 и пластиной 12 для установки антенны широкое (т.е. большое), что может ухудшать характеристику передачи электромагнитных волн. Так как антенный блок 10 выступает из главной поверхности стеклянного листа 20, антенный блок 10 становится препятствием к стеклянному листу 20.

Когда средняя толщина t крепежного элемента 13А находится в описанном выше диапазоне, воздух, поступающий в промежуток S, может течь через промежуток S с малым повышением температуры. Это может предотвратить нагрев стеклянного листа 20 текущим в промежутке S воздухом, что позволяет предотвратить чрезмерное повышение температуры первой главной поверхности 121 пластины 12 для установки антенны.

Средняя толщина t крепежного элемента 13А более предпочтительно составляет от 2 до 16 мм, еще более предпочтительно от 4 до 14 мм, а особенно предпочтительно от 6 до 12 мм. Чтобы избежать термического разрушения, средняя толщина t крепежного элемента 13А может быть равной 2 мм или более, 4 мм или более, 6 мм или более, 15 мм или более, 20 мм или более, 30 мм или более, или же 50 мм или более. Средняя толщина t крепежного элемента 13А может быть равной 80 мм или менее, 60 мм или менее, или же 55 мм или менее, чтобы улучшить дизайн.

В соответствии с вариантом осуществления изобретения толщина указывает протяженность в перпендикулярном крепежному элементу 13А направлении (направлении по оси Y) по отношению к контактным поверхностям пластины 12 для установки антенны и стеклянного листа 20. В соответствии с вариантом осуществления изобретения средняя толщина t крепежного элемента 13А указывает среднее значение толщины крепежного элемента 13А. Например, при измерении толщины в поперечном сечении крепежного элемента 13А в нескольких заданных местах (например, примерно в трех местах) в направлении по оси Z, средняя толщина t указывает среднее значение толщин, измеренных в данных местах.

Когда пластина 12 для установки антенны образует некоторый угол со стеклянным листом 20 (на-

пример, оконным стеклом), крепежный элемент 13А может иметь форму трапеции в поперечном сечении.

Когда пластина 12 для установки антенны образует некоторый угол по отношению к стеклянному листу 20 (например, оконному стеклу), минимальное значение толщины крепежного элемента 13А предпочтительно составляет от 0,5 до 100 мм. Минимальное значение толщины крепежного элемента 13А может быть равным 2 мм или более, 4 мм или более, 6 мм или более, 15 мм или более, 20 мм или более, 30 мм или более, или 50 мм или более, чтобы избежать термического разрушения. С точки зрения улучшения дизайна минимальное значение толщины может составлять 80 мм или менее, 60 мм или менее или 55 мм или менее.

Как описано выше, крепежным элементом 13А образован промежуток S между стеклянным листом 20 и пластиной 12 для установки антенны, и в этот промежуток может поступать воздух. Таким образом, толщина промежутка S почти равна средней толщине t крепежного элемента 13А.

Когда главная поверхность стеклянного листа 20 находится в таких условиях, что вблизи стеклянного листа 20 имеется источник тепла в дополнение к солнечному свету, например, количество воздуха, протекающего естественным образом через промежуток S, может быть недостаточным для предотвращения повышения температуры. В этом случае воздух можно нагнетать в промежуток S принудительно. Объем текущего в промежутке S воздушного потока на единицу площади пластины 12 для установки антенны (который ниже будет называться просто объемом воздушного потока) предпочтительно составляет $2 \text{ м}^3/\text{ч}$ (час) или более. При объеме воздушного потока в $2 \text{ м}^3/\text{ч}$ или более можно уменьшить повышение температуры главной поверхности стеклянного листа 20, обращенной к пластине 12 для установки антенны. Более предпочтительно объем воздушного потока составляет $5 \text{ м}^3/\text{ч}$ или более. Максимальный объем воздушного потока не ограничен и может составлять, например, $10 \text{ м}^3/\text{ч}$. В качестве средства принудительного нагнетания воздуха в промежуток S можно использовать, например, вентилятор.

Как описано выше, антенный блок 10 может снижать средний коэффициент поглощения солнечного излучения первой главной поверхности 121 пластины 12 для установки антенны благодаря образованию промежутка S. Это может предотвратить повышение температуры поверхности стеклянного листа 20. Средний коэффициент поглощения солнечного излучения первой главной поверхности 121 пластины 12 для установки антенны зависит от размера пластины 12 для установки антенны и толщины промежутка S и, например, предпочтительно составляет 60% или менее, более предпочтительно 40% или менее, а еще более предпочтительно 25% или менее.

В соответствии с вариантом осуществления изобретения средний коэффициент поглощения солнечного излучения представляет собой среднее значение коэффициента поглощения солнечного излучения первой главной поверхности 121 пластины 12 для установки антенны. Например, среднее значение коэффициента поглощения солнечного излучения можно получить, найдя площадь того участка, где имеется антенна, и того участка, где антенна отсутствует, и измерив коэффициент поглощения солнечного излучения в нескольких произвольных местах (например, в трех положениях) для каждого участка. Коэффициент поглощения солнечного излучения можно измерить в соответствии со стандартом JIS R 3106 (1998).

Когда антенна 11 является антенной, образованной в виде плоской пластины, средний коэффициент поглощения солнечного излучения обращенной к стеклянному листу главной поверхностью антенны 11 предпочтительно составляет 60% или менее, более предпочтительно 40% или менее, а еще более предпочтительно 25% или менее. Когда антенна 11 предусмотрена в корпусе, средний коэффициент поглощения солнечного излучения обращенной к стеклянному листу главной поверхностью корпуса предпочтительно составляет 60% или менее, более предпочтительно 40% или менее, а еще более предпочтительно 25% или менее.

В антенном блоке 10 воздух поступает в промежуток S снизу пластины 12 для установки антенны (т.е. в направлении по оси -Z). Воздух, поступивший в промежуток S, может свободно течь внутри промежутка S кверху пластины 12 для установки антенны (т.е. в направлении по оси +Z). Воздух, который поступает в промежуток S, вытекает наружу сверху пластины 12 для установки антенны (т.е. в направлении по оси +Z), контактируя с главной поверхностью стеклянного листа 20, обращенной к пластине 12 для установки антенны. Чрезмерное повышение температуры главной поверхности стеклянного листа 20, обращенной к пластине 12 для установки антенны, вызванное, например, наружным воздухом и солнечным светом, можно подавить благодаря контакту воздуха в промежутке S с главной поверхностью стеклянного листа 20, обращенной к пластине 12 для установки антенны. Так как крепежные элементы 13А образованы непрерывно в вертикальном направлении, разница температур между верхней зоной и нижней зоной промежутка S соответственно возрастает. В результате явление, называемое самотягой, может повысить расход воздуха, текущего в промежутке S.

Антенный блок 10 предусматривает наличие крепежного элемента 13А на пластине 12 для установки антенны с тем, чтобы образовать промежуток S между стеклянным листом 20 и пластиной 12 для установки антенны, через который может течь воздух. Это может предотвратить чрезмерное повышение температуры главной поверхности стеклянного листа 20, обращенной к пластине 12 для установки антенны, даже если стеклянный лист 20 нагревается, например, наружным воздухом и солнечным светом.

Это может снизить вероятность термического разрушения стеклянного листа 20 напротив пластины 12 для установки антенны. Как результат, антенный блок 10 можно установить на стеклянном листе 20 в стабильных условиях без повреждения стеклянного листа 20.

Далее будет описан другой вариант осуществления антенного блока 10.

Выше был описан вариант осуществления, в котором крепежные элементы 13А предусмотрены в двух положениях пластины 12 для установки антенны, но вариант осуществления крепежных элементов 13А этим не ограничен, при условии, что воздух может течь в промежутке S. На фиг. 4 показан один пример другого варианта осуществления крепежных элементов 13А. Фиг. 4 является видом в перспективе, показывающим пример другого варианта осуществления крепежных элементов 13А. Как показано на фиг. 4, крепежные элементы 13В могут быть предусмотрены на обоих концах первой главной поверхности пластины 12 для установки антенны в направлении по оси X и на обоих концах в направлении по оси Z, и закреплять пластину 12 для установки антенны в четырех положениях. Из четырех крепежных элементов 13В два крепежных элемента, предусмотренных в направлении по оси -Z, могут быть заменены одним крепежным элементом около центра нижней части пластины 12 для установки антенны, и пластина 12 для установки антенны может быть закреплена на стеклянном листе 20 посредством трех крепежных элементов 13В. Четыре крепежных элемента 13В могут быть заменены двумя диагональными крепежными элементами, и пластина 12 для установки антенны может быть закреплена на стеклянном листе 20 посредством двух крепежных элементов 13В.

Крепежный элемент может быть предусмотрен на всей боковой стороне пластины 12 для установки антенны, как показано на фиг. 3, или может быть предусмотрен на части боковой стороны пластины 12 для установки антенны, как показано на фиг. 4.

На фиг. 3 крепежные элементы 13А предусмотрены в прямоугольной форме вдоль направления по оси Z на обоих концах пластины 12 для установки антенны в направлении по оси X, но они могут быть предусмотрены в трех положениях из обоих концов в направлении по оси X и в направлении по оси Z пластины 12 для установки антенны, при условии, что воздух может течь в промежутке S. Когда крепежные элементы 13А предусмотрены, например, в трех положениях, воздух может течь в промежутке S в результате принудительного нагнетания воздуха через промежуток S вентилятором. Когда крепежные элементы предусмотрены в форме рамки вдоль четырех боковых сторон пластины 12 для установки антенны, воздух не может затекать в промежуток S, но описанные выше варианты осуществления позволяют воздуху течь в промежутке S.

В соответствии с вариантом осуществления изобретения антенный блок 10 образует промежуток S только между стеклянным листом 20 и первой главной поверхностью пластины 12 для установки антенны, но не ограничен этим. Фиг. 5 показывает вид в разрезе одного примера другого варианта осуществления антенного блока. Как показано на фиг. 5, антенный блок 10 может дополнительно включать диэлектрический слой 15 на первой главной поверхности 121, обращенной к стеклянному листу, пластины 12 для установки антенны. Даже в этом случае между стеклянным листом 20 и диэлектрическим слоем 15 образуется промежуток S. Диэлектрический слой 15 может покрывать всю плоскость первой главной поверхности 121 или покрывать только часть пластины 12 для установки антенны. Диэлектрический слой 15 предусмотрен на первой главной поверхности 121 пластины 12 для установки антенны, что позволяет повысить характеристику передачи электромагнитных волн. Диэлектрический слой 15 может быть единственным слоем или множественными слоями.

Диэлектрический слой 15 предпочтительно имеет относительную диэлектрическую проницаемость между пластиной 12 для установки антенны и промежуток S, и относительная диэлектрическая проницаемость диэлектрического слоя 15 предпочтительно составляет, например, 5,0 или менее, более предпочтительно 3,5 или менее. Материал, образующий диэлектрический слой 15, может быть любым материалом, имеющим относительную диэлектрическую проницаемость между пластиной 12 для установки антенны и промежуток S, таким как акриловая смола (или метакриловая смола), поликарбонатная смола, поливинилхлоридная смола, фторполимер или армированный волокнами пластик (FRP). Диэлектрический слой 15 может быть образован общеизвестным способом, таким как, например, способ приклепления адгезивом.

Толщина диэлектрического слоя 15 предпочтительно составляет, например, от 0,2 до 1,5 мм, более предпочтительно от 0,3 до 1,3 мм, еще более предпочтительно от 0,7 до 1,2 мм, чтобы диэлектрический слой 15 можно было разместить между стеклянным листом 20 и пластиной 12 для установки антенны. В этом случае толщина крепежного элемента 13А составляет от 0,7 до 100 мм, чтобы образовывался промежуток S.

Когда диэлектрический слой 15 присутствует на первой главной поверхности 121 пластины 12 для установки антенны, среднеарифметическая шероховатость R_a диэлектрического слоя 15 предпочтительно сходна со среднеарифметической шероховатостью первой главной поверхности 121 пластины 12 для установки антенны. Максимальное значение среднеарифметической шероховатости диэлектрического слоя 15 предпочтительно равно 1,2 мкм или менее, более предпочтительно 0,6 мкм или менее, еще более предпочтительно 0,3 мкм или менее. Минимальное значение среднеарифметической шероховатости диэлектрического слоя особо не ограничено и предпочтительно равно 0,001 мкм или более. В этом случае

среднеарифметическая шероховатость первой главной поверхности 121 стеклянного листа 20 особо не ограничивается.

В соответствии с вариантом осуществления изобретения, показанным на фиг. 6, антенный блок 10 может содержать слой 16 электромагнитного экранирования, предусмотренный на второй главной поверхности 122, которая обращена в противоположном стеклянному листу 20 направлении, пластины 12 для установки антенны. Слой 16 электромагнитного экранирования может снижать электромагнитную интерференцию между электромагнитными волнами и электромагнитными волнами, переданными внутренними электронными приборами. Слой 16 электромагнитного экранирования может представлять собой единственный слой или множественные слои. Слой 16 электромагнитного экранирования может быть выполнен из общеизвестного материала, такого как металлическая пленка из меди или вольфрама, или прозрачная подложка с использованием прозрачной проводящей пленки.

В качестве прозрачной проводящей пленки можно использовать оксид индия-олова (ITO), легированный фтором оксид олова (FTO), оксид индия-цинка (IZO), оксид индия-олова-кремния (ITSO), оксид цинка (ZnO) или оптически прозрачный проводящий материал, такой как соединение Si, содержащее P или B.

Слой 16 электромагнитного экранирования предпочтительно следует выполнять в форме сетки, чтобы он имел оптическую прозрачность. Форма сетки представляет собой состояние, в котором на плоскости слоя 16 электромагнитного экранирования образованы сетевидные сквозные отверстия. Когда слой 16 электромагнитного экранирования выполнен в форме сетки, форма ячеек сетки может быть квадратной или ромбической. Ширина линии сетки предпочтительно составляет от 5 до 30 мкм, более предпочтительно от 6 до 15 мкм. Интервал между линиями сетки предпочтительно составляет от 50 до 500 мкм, а более предпочтительно от 100 до 300 мкм.

Слой 16 электромагнитного экранирования может быть образован общеизвестным способом, таким как способ катодного распыления и способ осаждения из паровой фазы.

Удельное поверхностное сопротивление слоя 16 электромагнитного экранирования предпочтительно равно 20 Ом/квадрат или менее, более предпочтительно 10 Ом/квадрат или менее, еще более предпочтительно 5 Ом/квадрат или менее. Размер слоя 16 электромагнитного экранирования предпочтительно больше или равен размеру пластины 12 для установки антенны. Размещая слой 16 электромагнитного экранирования на второй главной поверхности 122 пластины 12 для установки антенны, можно подавить пропускание радиоволн в помещение. Удельное поверхностное сопротивление слоя 16 электромагнитного экранирования зависит от толщины, материала и относительного размера апертуры слоя 16 электромагнитного экранирования. Относительный размер апертуры представляет собой отношение площади открытого участка к площади слоя 16 электромагнитного экранирования, включающей открытый участок.

Коэффициент пропускания видимого света слоем 16 электромагнитного экранирования предпочтительно равен 40% или более, более предпочтительно 60% или более. Коэффициент пропускания видимого света слоем 16 электромагнитного экранирования предпочтительно равен 90% или менее, более предпочтительно 80% или менее, чтобы подавить пропускание радиоволн в помещение.

Чем больше относительный размер апертуры слоя 16 электромагнитного экранирования, тем выше коэффициент пропускания видимого света. Относительный размер апертуры слоя 16 электромагнитного экранирования предпочтительно составляет 80% или более, более предпочтительно 90% или более. Относительный размер апертуры слоя 16 электромагнитного экранирования предпочтительно составляет 95% или менее, чтобы подавить пропускание радиоволн в помещение.

Толщина слоя 16 электромагнитного экранирования предпочтительно равна 400 нм или менее, более предпочтительно 300 нм или менее. Минимальная толщина слоя 16 электромагнитного экранирования особо не ограничена и может составлять 2 нм или более, 10 нм или более или 30 нм или более.

Когда слой 16 электромагнитного экранирования образован в форме сетки, толщина слоя 16 электромагнитного экранирования может составлять от 2 до 40 мкм. Коэффициент пропускания видимого света может быть высоким в случае формирования слоя 16 электромагнитного экранирования сетчатой формы, хотя слой 16 электромагнитного экранирования является толстым.

Слой 16 электромагнитного экранирования не ограничен примером, в котором слой 16 электромагнитного экранирования предусмотрен на второй главной поверхности. Например, антенный блок 10 устанавливает угол наклона в направлении, образующем угол с направлением нормали к поверхности антенного блока 10 (т.е. направлении по оси +Y). В этом случае часть излученных электромагнитных волн отражается от поверхности раздела между стеклянным листом 20 и окружением помещения, образуя угол с направлением нормали к поверхности раздела (например, направлением по оси -Y). Например, отраженные волны, образующие угол с направлением по оси -Y, могут пропускаться внутрь помещения из области, отличной от той области, где предусмотрен антенный блок 10 на поверхности внутренней стороны (т.е. направлении по оси -Y) стеклянного листа 20. Чтобы предотвратить такое пропускание отраженных волн внутрь помещения, можно предусмотреть слой 16 электромагнитного экранирования в другой области на внутренней стороне стеклянного листа 20, отличной от той области, где предусмотрен антенный блок 10. Например, слой 16 электромагнитного экранирования может быть предусмотрен в

области на внутренней стороне стеклянного листа 20, сдвинутой в направлении по оси $+Z$ и/или в направлении по оси $-Z$ от той области, где предусмотрен антенный блок 10. Место и/или область, в которой на стеклянном листе 20 предусмотрен слой 16 электромагнитного экранирования, можно определить в соответствии с высотой, на которой предусмотрен антенный блок 10, зоной, где образован антенный блок 10, или направлением излучения (например, углом наклона) антенного блока 10, или любой их комбинацией.

Когда слой 16 электромагнитного экранирования предусмотрен на внутренней стороне стеклянного листа 20, между стеклянным листом 20 и слоем 16 электромагнитного экранирования может быть образован промежуток, подобный промежутку S.

Вместо слоя 16 электромагнитного экранирования на второй главной поверхности 122 можно предусмотреть структуру, подавляющую пропускание электромагнитных волн в помещение при сохранении оптической прозрачности. Например, на второй главной поверхности 122 можно предусмотреть один или более поглощающих электромагнитные волны элементов. Поглощающий электромагнитные волны элемент включает структуру, в которой металл образован в форме линии, например (или с удлинённой формой).

Поглощающий электромагнитные волны элемент не ограничен металлом и может быть материалом, в котором смешано несколько исходных материалов. Например, этими несколькими исходными материалами могут быть металл, сплав, углерод и/или различные органические вещества, и проводимость этих нескольких исходных материалов может быть соответственно разная. Поглощающий электромагнитные волны элемент может быть выполнен из материала с оптической прозрачностью.

Например, на второй главной поверхности 122 может быть размещено множество поглощающих электромагнитные волны элементов, так что это множество поглощающих электромагнитные волны элементов ориентированы в одном и том же направлении относительно продольного направления каждого элемента и размещены с заданным интервалом в направлении, ортогональном продольному направлению. Например, множество поглощающих электромагнитные волны элементов может быть размещено так, что продольное направление этого множества поглощающих электромагнитные волны элементов проходит вдоль направления плоскостей поляризации электромагнитных волн, испускаемых антенным блоком 10.

Поглощающие электромагнитные волны элементы не ограничены примером, в котором эти элементы предусмотрены на второй главной поверхности 122, и например, поглощающие электромагнитные волны элементы могут быть предусмотрены в зоне внутренней стороны стеклянного листа 20, отличной от той зоны, где предусмотрен антенный блок 10. Положение и/или диапазон, в котором предусмотрены поглощающие электромагнитные волны элементы, могут быть определены в соответствии с высотой, на которой предусмотрен антенный блок 10, зоной, на которой образован антенный блок 10, или направлением излучения (например, углом наклона) антенного блока 10, или любой их комбинацией.

В соответствии с вариантом осуществления изобретения антенный блок 10 прикреплен к стеклянному листу 20 в состоянии, при котором пластина 12 для установки антенны и крепежные элементы 13A объединены, но вариант осуществления изобретения этим не ограничивается. Например, пластина 12 для установки антенны может быть прикреплена к крепежному элементу 13A только после того, как крепежные элементы 13A были заранее прикреплены к стеклянному листу 20, и антенный блок 10 может быть установлен на стеклянном листе 20.

Стеклянный лист с антеннами

Далее будет описан стеклянный лист с антеннами, в котором применяется антенный блок для стекла согласно вариантам осуществления изобретения. На фиг. 7 приведен вид в перспективе, показывающий стеклянный лист с антенной, а на фиг. 8 показан вид в разрезе по линии А-А на фиг. 7. Как показано на фиг. 7 и фиг. 8, стеклянный лист с антенной 30 содержит описанный выше антенный блок 10 и стеклянный лист 31, и антенный блок 10 закреплен на стеклянном листе 31.

Стеклянный лист 31 представляет собой общеизвестный стеклянный лист, такой как стеклянные листы, использующиеся для окон здания. На виде сверху стеклянный лист 31, показанный на фиг. 7 и фиг. 8, выполнен в форме прямоугольника и содержит первую главную поверхность 311 и вторую главную поверхность 312. Толщина стеклянного листа 31 выбирается, например, на основе требований к зданиям. В соответствии с вариантом осуществления изобретения, первая главная поверхность 311 стеклянного листа 31 является наружной стороной, а вторая главная поверхность 312 является внутренней стороной. В варианте осуществления изобретения первая главная поверхность 311 и вторая главная поверхность 312 могут называться просто главными поверхностями. В варианте осуществления изобретения понятие "прямоугольник", помимо просто прямоугольника и квадрата, включает также форму с закругленными углами прямоугольника и квадрата. Форма стеклянного листа 31 на виде сверху не ограничена прямоугольником и может представлять собой, например, круг. Стеклянный лист 31 не ограничен одной панелью и может представлять собой многослойное стекло или стеклопакет.

Материалом стеклянного листа 31 может быть, например, натриево-кальцевое-силикатное (известково-натриевое) стекло, боросиликатное стекло, алюмосиликатное стекло или бесщелочное стекло.

Стеклянный лист 31 может быть изготовлен общеизвестным способом получения, таким как флоат-

способ, способ плавления, способ вытяжки в два перехода, способ штамповки или способ наращивания. С точки зрения лучшей производительности и стоимости предпочтительным способом получения стеклянного листа 31 является флоат-способ.

На виде сверху стеклянный лист 31 выполнен, например, в форме прямоугольника. Способ резки стеклянного листа 31 может представлять собой способ резки посредством испускания лазерного излучения на поверхность стеклянного листа 31 и перемещения облучаемой лазерным излучением зоны на поверхности стеклянного листа 31, или способом механической резки с использованием, например, отрезного диска.

Стеклянный лист 31 поддерживается в состоянии, в котором наружный край стеклянного листа 31 удерживается оконной рамой 33. Стеклянный лист 31 может удерживаться оконной рамой 33 благодаря использованию клея на наружной кромке стеклянного листа 31. В качестве материала, образующего оконную раму 33, можно использовать общеизвестные материалы, и можно использовать металлические материалы, такие как нержавеющая сталь и алюминий.

На виде сверху антенный блок 10 предусмотрен в положении, которое предпочтительно удалено от оконной рамы 33 на заданную длину L или более. Заданная длина L предпочтительно составляет 20 мм. Например, когда оконное стекло подвергается прямому воздействию солнечного света, температура стеклянного листа 31 повышается и становится высокой. Поскольку оконная рама 33 находится при более низкой температуре, чем стеклянный лист 31, находящаяся внутри оконной рамы 33 часть стеклянного листа становится с более низкой температурой, чем оконная рама 33. Часть стеклянного листа 31, которая обращена к антенному блоку 10, имеет более высокую температуру, чем находящаяся внутри оконной рамы 33 часть стеклянного листа 31. Это приводит к большой разнице теплового расширения между обращенной к антенному блоку 10 частью стеклянного листа 31 и находящейся внутри оконной рамы 33 частью стеклянного листа 31, и поэтому возникает большое термическое напряжение на обращенной к антенному блоку 10 части стеклянного листа 31. В зависимости от обстоятельств на или вблизи обращенной к антенному блоку 10 части стеклянного листа 31 может произойти тепловое разрушение.

В частности, антенный блок 10 прикреплен ко второй главной поверхности 312 стеклянного листа 31, что блокирует поток воздуха на вторую главную поверхность 312 стеклянного листа 31. В этом случае температура обращенной к антенному блоку 10 части стеклянного листа 31 выше. Как результат, термическое напряжение, возникающее на или вблизи обращенной к антенному блоку 10 части стеклянного листа 31, может быть большим.

На фиг. 9 показан пример соотношения между расстоянием от того места, где предусмотрен антенный блок 10, до внутренней стороны оконной рамы, и напряжением, возникающим в стеклянном листе 31 (т.е. максимальным растягивающим напряжением). На фиг. 9 размер антенного блока 10 составляет 400 мм в ширину (в направлении по оси X) на 400 мм в высоту (в направлении по оси Z). Средний коэффициент поглощения солнечного излучения пластины 12 для установки антенны составляет примерно 90%. Стеклянный лист 31 представляет собой лист FL-8 (производства AGC Inc.). Максимальное растягивающее напряжение, возникающее в стеклянном листе 31, оценивается по отношению максимального растягивающего напряжения, возникшего на той части стеклянного листа 31, к которой прикреплен антенный блок 10, и максимального растягивающего напряжения, возникающего на той части стеклянного листа 31, где антенный блок 10 не прикреплен (т.е. по отношению максимальных растягивающих напряжений). По вертикальной оси на фиг. 9 отложено отношение максимальных растягивающих напряжений стеклянного листа 31. По горизонтальной оси на фиг. 9 отложено расстояние между внутренней стороной оконной рамы 33 и антенным блоком 10.

Как видно на фиг. 9, когда антенный блок 10 находится на расстоянии примерно 20 мм от внутренней стороны оконной рамы 33, отношение максимальных растягивающих напряжений является наибольшим (т.е. около 1,4), и возникшее в стеклянном листе 31 термическое напряжение является наибольшим. Отношение максимальных растягивающих напряжений склонно уменьшаться по мере удаления положения установки антенного блока 10 более чем на 20 мм от внутренней стороны оконной рамы 33. Следовательно, когда антенный блок 10 установлен в положении более чем в 20 мм от внутренней стороны оконной рамы 33, возникающее в стеклянном листе 31 термическое напряжение мало. Антенный блок 10 предпочтительно находится более чем в 20 мм от внутренней стороны оконной рамы 33, так как антенный блок 10 удален от оконной рамы 33 и легко монтируется.

В соответствии с вариантом осуществления изобретения антенный блок 10 предусмотрен в положении 20 мм или более от оконной рамы 33, что позволяет уменьшить градиент температуры между обращенной к антенному блоку 10 частью стеклянного листа 31 и частью стеклянного листа 31 внутри оконной рамы 33. Кроме того, это вызывает поток воздуха в промежутке S, образованном между пластиной 12 для установки антенны антенного блока 10 и стеклянным листом 31. Благодаря этому градиент температуры между обращенной к антенному блоку 10 частью стеклянного листа 31 и частью стеклянного листа 31 внутри оконной рамы 33 может быть меньшим.

Заданная длина L более предпочтительно составляет 25 мм, еще более предпочтительно 30 мм, особенно предпочтительно 40 мм, а наиболее предпочтительно 50 мм. Таким образом, на виде сверху антенный блок 10 более предпочтительно отстоит на 25 мм или более от оконной рамы 33, еще более предпоч-

тительно на 30 мм или более, особенно предпочтительно на 40 мм или более, а наиболее предпочтительно на 50 мм или более.

Стекланный лист с антенной 30 содержит антенный блок 10, который может снизить вероятность вызывания термического разрушения на обращенной к антенному блоку 10 части стекланный листа 31. Таким образом, стекланный лист с антенной 30 можно с успехом использовать, например, в качестве стекланный листа для оконного стекла существующего или нового здания или дома.

Стекланный лист с антенной 30 может предусматривать антенный блок 10 на второй главной поверхности 312, являющейся внутренней стороной стекланный листа 31. Это может предотвратить ухудшение внешнего вида здания из-за антенного блока 10 и может предотвратить воздействие на антенный блок 10 наружного воздуха, что может повысить долговечность. Кроме того, стекланный лист с антенной 30 предусматривает антенный блок 10 на верхней стороне стекланный листа 31 и либо с правого края, либо с левого края стекланный листа 31. Следовательно, провода, соединенные с пластиной 12 для установки антенны антенного блока 10, можно проложить по потолку и стене от стекланный листа 31, что позволяет уменьшить количество нескрытых проводов на стекланный листе 20 и внутренней стене здания.

Стекланный лист с антенной 30 предусматривает антенный блок 10 на стекланный листе 31, и не нужно, например, размещать антенный блок 10 на крыше здания. Таким образом, стекланный лист с антенной 30 не требует монтажных работ на высоте, например, на крыше здания, и его можно легко установить в здании. Кроме того, если, например, антенный блок 10 разобьется и потребуются его замена, антенный блок 10 можно легко заменить за короткое время.

Стекланный лист с антенной 30 может предусматривать множественные антенные блоки 10 на стекланный листе 31. Даже в этом случае, так как антенные блоки 10 предусмотрены на второй главной поверхности 312, являющейся внутренней стороной стекланный листа 31, стекланный лист с антенной 30 может уменьшить ущерб внешнему виду здания, несмотря на наличие множественных антенных блоков 10 на стекланный листе 31. Кроме того, стекланный лист с антенной 30 может стабильно передавать и принимать электромагнитные волны посредством множественных антенных блоков 10, предусмотренных на стекланный листе 31.

Антенна может быть установлена внутри здания, поскольку размер антенны был уменьшен. Когда антенну монтируют в здании, антенну устанавливают, выбирая подходящее место для установки так, чтобы можно было стабильно передавать и принимать электромагнитные волны без ущерба для внешнего вида здания.

Чтобы повысить скорость и пропускную способность беспроводной связи, используемый диапазон частот был увеличен и сделан более широким, как частотный диапазон для систем мобильной связи пятого поколения (5G). По этой причине, когда для мобильных телефонов и интернет-сообщений используются высокочастотные электромагнитные волны в широком диапазоне частот, важно установить больше антенн, чем раньше, чтобы можно было стабильно передавать и принимать электромагнитные волны. Частотный диапазон 5G охватывает частоты от 3,6 до 29,5 ГГц, что включает полосу 3,7 ГГц (от 3,6 до 4,2 ГГц), полосу 4,5 ГГц (от 4,4 до 4,9 ГГц) и полосу 28 ГГц (от 27,5 до 29,5 ГГц).

В соответствии с вариантом осуществления изобретения, стекланный лист с антенной 30 может стабильно передавать и принимать электромагнитные волны со сниженным ущербом для внешнего вида здания за счет наличия множественных антенных блоков 10 на стекланный листе 31. Это позволяет стабильно передавать и принимать высокочастотные электромагнитные волны в широкой полосе частот, и при этом можно поддерживать более высокую скорость и большую пропускную способность беспроводной связи.

Другой вариант осуществления

Далее будет описан другой вариант осуществления стекланный листа с антенной 30.

В соответствии с вариантом осуществления изобретения, как показано на фиг. 10, стекланный лист с антенной 30 может предусматривать слой покрытия 35, который выполняет, например, теплоотражающую функцию, на второй главной поверхности 312, являющейся внутренней стороной стекланный листа 31. В этом случае слой покрытия 35 предпочтительно содержит открытый участок 351А в положении, обращенном к пластине 12 для установки антенны антенного блока 10 или антенне, образованной как плоская пластина. Это позволяет стекланный листу с антенной 30 предотвратить ухудшение характеристики передачи радиоволн.

Открытый участок 351А предпочтительно имеет, по меньшей мере, такой же размер, что и пластина 12 для установки антенны или антенна, образованная как плоская пластина.

Когда антенна предусмотрена внутри корпуса, слой покрытия 35 предпочтительно включает открытый участок 351А в положении, обращенном к корпусу антенного блока 10, и открытый участок 351А предпочтительно имеет, по меньшей мере, такой же размер, что и корпус.

В качестве слоя покрытия 35 можно использовать, например, проводящую пленку. В качестве проводящей пленки можно использовать слоистую пленку, в которой последовательно наложены прозрачный диэлектрик, металлическая пленка и прозрачный диэлектрик, например, можно использовать, ИТО или легированный фтором оксид олова (FTO). В качестве металлической пленки можно использовать,

например, пленку, в которой основным компонентом является по меньшей мере один, выбранный из группы, включающей Ag, Au, Cu и Al.

Площадь открытого участка 351A предпочтительно больше или равна значению, полученному по следующему выражению (1). Это позволяет подавить ухудшение характеристики передачи радиоволн стеклянным листом с антенной 30.

$$a \times b \quad (1)$$

В выражении (1) переменная a - длина одной стороны пластины 12 для установки антенны, антенны на плоской пластине или корпуса, а переменная b - длина другой стороны пластины 12 для установки антенны, антенны на плоской пластине или корпуса.

Переменные a и b в приведенном выше выражении (1) определены для случая, когда пластина 12 для установки антенны, антенна на плоской пластине или корпус являются прямоугольными на виде сверху, но вариант осуществления изобретения этим не ограничен. Когда пластина 12 для установки антенны представляет собой круг на виде сверху, переменные a и b в приведенном выше выражении (1) могут быть диаметром пластины 12 для установки антенны, антенны на плоской пластине или корпуса и могут иметь одинаковое значение. Когда пластина 12 для установки антенны представляет собой эллипс на виде сверху, переменная a в приведенном выше выражении (1) может быть малой осью пластины 12 для установки антенны, антенны на плоской пластине или корпуса, а переменная b может быть большой осью.

Когда антенна 11 предусмотрена внутри пластины 12 для установки антенны, то, аналогично описанному выше, переменная a в приведенном выше выражении (1) означает длину одной стороны пластины 12 для установки антенны, а переменная b - длину другой стороны пластины 12 для установки антенны. Аналогично, когда антенна 11 предусмотрена внутри корпуса, имеющего плоскость, параллельную стеклянному листу 20, переменная a в приведенном выше выражении (1) представляет собой длину одной стороны корпуса, а переменная b - длину другой стороны корпуса. Когда антенна 11 образована как плоская пластина, переменная a в приведенном выше выражении (1) представляет собой длину одной стороны антенны, образованной как плоская пластина, а переменная b - длину другой стороны антенны, образованной как плоская пластина.

Открытый участок 351A имеет размер, соответствующий антенному блоку 10, но часть открытого участка 351A может оставаться свободной. На фиг. 11 показан пример другого варианта осуществления открытого участка 351A. Как показано на фиг. 11, слой покрытия 35 может включать открытый участок 351B, образованный в форме щелей. И в этом случае можно подавить ухудшение характеристики передачи радиоволн стеклянным листом с антенной 30. Размер открытого участка 351B выполнен таким, чтобы крепежные элементы антенного блока 10 были расположены с внешней стороне от открытого участка 351B.

Ширина такого щелевидного открытого участка 351B предпочтительно составляет $\lambda/200$ или более. Щелевидный открытый участок 351B не обязательно должен иметь периодическую структуру, и интервал между проемами щелевидного открытого участка 351B предпочтительно составляет $\lambda/2$ или менее. Щелевидный открытый участок 351B предпочтительно образован в направлении, ортогональном направлению электрического поля электромагнитной волны. Это позволяет стеклянному листу с антенной 30 более стабильно подавлять ухудшение характеристики передачи радиоволн.

Когда используются как горизонтально поляризованные электромагнитные волны, так и вертикально поляризованные электромагнитные волны, открытый участок 351B предпочтительно выполнен в форме решетки. Это позволяет стеклянному листу с антенной 30 более стабильно подавлять ухудшение характеристики передачи радиоволн. Когда слой покрытия 35 удаляется в неопределенной форме, интервалы между проемами щелевидного открытого участка 351B предпочтительно не повторяются с шагом $\lambda/2$ в направлении электрического поля. Это позволяет стеклянному листу с антенной 30 стабильно подавлять ухудшение характеристики передачи радиоволн.

Как показано на фиг. 12, стеклянный лист с антенной 30 может содержать водоотталкивающий слой 36 на первой главной поверхности 311 стеклянного листа 31, являющейся противоположной антенному блоку 10 стороной (т.е. наружной стороной). Наличие водоотталкивающего слоя 36 на первой главной поверхности 311 может улучшить характеристику передачи радиоволн.

Способ установки и способ изготовления антенного блока для стекла

Будет описан способ установки и способ изготовления антенного блока для стекла в соответствии с одним вариантом осуществления. Описанные здесь способ установки и способ изготовления антенного блока для стекла могут применяться к оконному стеклу (т.е. стеклянному листу) здания после строительства и к оконному стеклу (т.е. стеклянному листу) нового строящегося здания.

Сначала проверяют место установки антенного блока 10 на оконном стекле здания. Для проверки места установки, после того как выбран тип стекла и проверена ориентация места установки, проверяют, например, радиохарактеристики оконного стекла 40 здания. Проверив место установки, определяют, например, положение, где прикрепляются крепежные элементы 13A, или толщину крепежных элементов 13A (т.е. толщину промежутка S).

Далее, как показано на фиг. 13, антенный блок 10 прикрепляют к оконному стеклу 40 посредством крепежного элемента 13А таким образом, чтобы между оконным стеклом 40 и пластиной 12 для установки антенны образовался промежуток S, в котором может течь воздух.

Как результат, антенный блок 10, показанный на фиг. 2, можно установить на оконное стекло 40 существующего здания.

Кроме того, способ установки и способ изготовления антенного блока 10 могут применяться к стеклянному листу 31, снабженному слоем покрытия 35 (который показан на фиг. 10), выполняющим теплоотражающую функцию, например, на второй главной поверхности 312, которая является внутренней стороной стеклянного листа 31. В этом случае, как показано на фиг. 10 и фиг. 11, удаляют по меньшей мере часть слоя покрытия 35, которая соответствует пластине 12 для установки антенны антенного блока 10. Предпочтительно, формируют открытый участок 351А, показанный на фиг. 10, или щелевидный открытый участок 351В, показанный на фиг. 11. При этом открытый участок 351А или открытый участок 351В имеют, по меньшей мере, такой же размер, как и антенный блок 10, что позволяет предотвратить ухудшение эффективности передачи радиоволн стеклянным листом с антенной 30.

Выбор времени для формирования открытого участка 351А и открытого участка 351В особо не ограничен, и, например, открытый участок 351А и открытый участок 351В предпочтительно формируют до прикрепления антенного блока 10 к оконному стеклу 40 здания с учетом облегчения выполнения открытого участка 351А и открытого участка 351В.

Слой покрытия 35 можно удалить общеизвестным способом, таким как полировка или лазер.

Как описано выше, открытый участок 351А и открытый участок 351В предпочтительно формируют так, чтобы площадь открытого участка 351А и открытого участка 351В была больше или равна значению, полученному из приведенного выше выражения (1). Это позволяет подавить ухудшение характеристики передачи радиоволн стеклянным листом с антенной 30.

Способ изготовления стеклянного листа с антенной

Далее будет описан способ изготовления стеклянного листа с антенной. Сначала готовят антенный блок 10 и стеклянный лист 31 с прямоугольными главными поверхностями. Стеклянному листу 31 можно придать форму прямоугольника на виде сверху, применяя общеизвестный способ резки стеклянной исходной панели, полученной общеизвестным способом изготовления.

Затем антенный блок 10 прикрепляют к стеклянному листу 31 посредством крепежного элемента 13А таким образом, чтобы между стеклянным листом 31 и пластиной 12 для установки антенны образовался промежуток S, в котором может течь воздух.

В результате, можно получить такой стеклянный лист с антенной 30, какой показан на фиг. 7.

Дополнительно на второй главной поверхности 312 стеклянного листа 31 может быть предусмотрен слой покрытия 35 (показанный на фиг. 10). В этом случае открытый участок 351А, показанный на фиг. 10, или щелевидный открытый участок 351В, показанный на фиг. 11, предпочтительно формируют в месте слоя покрытия 35 напротив пластины 12 для установки антенны антенного блока 10.

Примеры вариантов осуществления

Далее будут описаны примеры, в которых изготавливают антенный блок и оценивают стеклянный лист с антенной в следующих условиях. Примеры с 1-1 по 1-14 являются примерами вариантов осуществления изобретения, а примеры с 1-15 по 1-17 являются сравнительными примерами.

Пример 1.

Пример 1-1.

Размер пластины 12 для установки антенны (см. фиг. 2) антенного блока 10 составляет 400 мм в ширину (в направлении по оси X) на 400 мм в высоту (в направлении по оси Z), а средняя толщина крепежного элемента 13А (см. фиг. 2) составляет 1,0 мм, и промежуток S (см. фиг. 2) образован так, чтобы воздух мог течь в промежутке S естественным образом. Это дает стеклянный лист с антенной 30, показанный на фиг. 7. Были приготовлены пластины 12 для установки антенны (см. фиг. 2), первые главные поверхности 121 которых имеют средний коэффициент поглощения солнечного излучения 20, 40, 60 и 90%. Количество солнечного света, падающего на стеклянный лист с антенной 30, равно 825 Вт/м^2 , и температура снаружи здания, где установлен стеклянный лист с антенной 30, составляет примерно 5°C , температура в помещении составляет примерно 20°C , коэффициент теплопередачи от внешней стороны здания составляет $15,1 \text{ Вт/м}^2\text{K}$, коэффициент теплопередачи от внутренней стороны здания составляет $8,0 \text{ Вт/м}^2\text{K}$, а температура оконной рамы 33 стеклянного листа с антенной 30 составляет примерно $10,2^\circ\text{C}$. Для каждой пластины с размещенной антенной измеряют температуру второй главной поверхности 312, которая обращена к пластине 12 для установки антенны, объем протекающего в промежутке S воздушного потока на единицу площади пластины 12 для установки антенны и напряжение, возникающее на краю стеклянного листа 31.

Напряжение, возникающее на краю стеклянного листа 31, рассчитывают на основе технических данных общего каталога архитектурного стекла фирмы AGC ("AGC Architectural Glass General Catalog Technical Data"). Таким образом, на каждой пластине для установки антенны измеряют температуру t_g в центре стеклянного листа 31, как показано на фиг. 14, и температуру t_s оконной рамы 33. Затем рассчи-

тывают различные коэффициенты (коэффициент основного напряжения k_0 , коэффициент затенения k_1 , коэффициент тени от шторы k_2 , коэффициент площади k_3 и краевой температурный коэффициент f).

Эти разные коэффициенты определены следующим образом.

Коэффициент основного напряжения $k_0=0,47$ МПа/°С.

Когда солнечный свет не светит на поверхность стекла равномерно, а часть поверхности стекла находится в тени, распределение температуры внутри листа стекла изменяется и увеличивается термическое напряжение по сравнению с термическим напряжением, возникающим в отсутствие тени. Коэффициент затенения k_1 указывает отношение повышения термического напряжения к термическому напряжению, возникающему в отсутствие тени.

Хотя количество солнечного света одинаковое, но поскольку шторы или жалюзи с внутренней стороны от стекла усиливают отражение солнечного света и вторичного теплового излучения, температура в центре стекла повышается по сравнению с температурой, измеренной в отсутствие штор и жалюзи, и разница в температуре увеличивается. Это соотношение указывается коэффициентом тени от шторы k_2 .

При одинаковой разнице температур чем больше площадь стекла, тем больше абсолютное значение теплового расширения, и термическое напряжение повышается по сравнению с термическим напряжением стекла малой площади. Это учитывается через коэффициент площади k_3 , который определен как отношение на $1,0 \text{ м}^2$ площади стекла.

Краевой температурный коэффициент f определяется нижеприведенным выражением (i).

$$f=(t_g-t_c)/(t_g-t_s) \text{ (i)}$$

Различные коэффициенты выбираются из значений, определенных в основном на основе экспериментальных результатов с учетом условий стеклянного листа 31 от времени. Затем, используя температуру t_g в центре стеклянного листа 31, температуру t_s оконной рамы 33 и различные коэффициенты, на основе нижеприведенного выражения (ii) рассчитывают напряжение σ , создаваемое на краю стеклянного листа 31.

$$\sigma=k_0 \times k_1 \times k_2 \times k_3 \times f \times (t_g-t_s) \text{ (ii)}$$

Пример 1-2 и пример 1-3.

Стеклянный лист с антенной 30, показанный на фиг. 7, изготавливают в тех же условиях, что и в примере 1-1, за исключением того, что средняя толщина крепежного элемента 13А изменена в примере 1-1 на 2,0 или 3,0 мм. При среднем коэффициенте поглощения солнечного излучения пластиной с размещенной антенной 20, 40, 60 и 90% измеряют температуру T_g второй главной поверхности 312 стеклянного листа 31, обращенной к пластине 12 для установки антенны, объем протекающего в промежутке S воздушного потока на единицу площади пластины 12 для установки антенны и напряжение, возникшее на краю стеклянного листа 31.

Пример 1-4.

Стеклянный лист с антенной 30, показанный на фиг. 7, изготавливают в тех же условиях, что и в примере 1-1, за исключением того, что размер пластины 12 для установки антенны составлял 400 мм в ширину (в направлении по оси X) на 800 мм в высоту (в направлении по оси Z), а средняя толщина крепежного элемента 13А изменена в примере 1-1 на 6,0 мм. При среднем коэффициенте поглощения солнечного излучения пластиной с размещенной антенной 20, 40, 60 и 90% измеряют температуру T_g второй главной поверхности 312 стеклянного листа 31, обращенной к пластине 12 для установки антенны, объем протекающего в промежутке S воздушного потока на единицу площади пластины 12 для установки антенны и напряжение, возникшее на краю стеклянного листа 31.

Пример 1-5.

Стеклянный лист с антенной 30, показанный на фиг. 7, изготавливают в тех же условиях, что и в примере 1-1, за исключением того, что размер пластины 12 для установки антенны составлял 100 мм в ширину (в направлении по оси X) на 100 мм в высоту (в направлении по оси Z), а средняя толщина крепежного элемента 13 А изменена в примере 1-1 на 0,5 мм. При среднем коэффициенте поглощения солнечного излучения пластиной с размещенной антенной 20, 40, 60 и 90% измеряют температуру T_g второй главной поверхности 312 стеклянного листа 31, обращенной к пластине 12 для установки антенны, объем протекающего в промежутке S воздушного потока на единицу площади пластины 12 для установки антенны и напряжение, возникшее на краю стеклянного листа 31.

Пример 1-6.

Стеклянный лист с антенной 30, показанный на фиг. 7, изготавливают в тех же условиях, что и в примере 1-1, за исключением того, что размер пластины 12 для установки антенны составлял 100 мм в ширину (в направлении по оси X) на 100 мм в высоту (в направлении по оси Z), в отличие от примера 1-1. При среднем коэффициенте поглощения солнечного излучения пластиной с размещенной антенной 20, 40, 60 и 90% измеряют температуру T_g второй главной поверхности 312 стеклянного листа 31, обращенной к пластине 12 для установки антенны, объем протекающего в промежутке S воздушного потока на единицу площади пластины 12 для установки антенны и напряжение, возникшее на краю стеклянного листа 31.

Пример 1-7 и пример 1-8.

Стекланный лист с антенной 30, показанный на фиг. 7, изготавливают в тех же условиях, что и в примере 1-1, за исключением того, что размер пластины 12 для установки антенны составлял 100 мм в ширину (в направлении по оси X) на 100 мм в высоту (в направлении по оси Z), а средняя толщина крепежного элемента 13 А изменена в примере 1-1 на 2,0 мм или 3,0 мм. При среднем коэффициенте поглощения солнечного излучения пластиной с размещенной антенной 20, 40, 60 и 90% измеряют температуру T_g второй главной поверхности 312 стекланный листа 31, обращенной к пластине 12 для установки антенны, объем протекающего в промежутке S воздушного потока на единицу площади пластины 12 для установки антенны и напряжение, возникшее на краю стекланный листа 31.

Примеры с 1-9 по 1-11.

Стекланный лист с антенной 30, показанный на фиг. 7, изготавливают в тех же условиях, что и в примере 1-1, за исключением того, что в промежуток S принудительно нагнетают воздух вентилятором и объем воздушного потока изменен по сравнению с примером 1-1. При среднем коэффициенте поглощения солнечного излучения пластиной с размещенной антенной 20, 40, 60 и 90% измеряют температуру T_g второй главной поверхности 312 стекланный листа 31, обращенной к пластине 12 для установки антенны, объем протекающего в промежутке S воздушного потока на единицу площади пластины 12 для установки антенны и напряжение, возникшее на краю стекланный листа 31.

Примеры с 1-12 по 1-14.

Стекланный лист с антенной 30, показанный на фиг. 7, изготавливают в тех же условиях, что и в примере 1-1, за исключением того, что средняя толщина крепежного элемента 13А изменена в примере 1-1 на 5,0, 15,0 или 25,0 мм. При среднем коэффициенте поглощения солнечного излучения пластиной с размещенной антенной 20, 40, 60 и 90% измеряют температуру T_g второй главной поверхности 312 стекланный листа 31, обращенной к пластине 12 для установки антенны, объем протекающего в промежутке S воздушного потока на единицу площади пластины 12 для установки антенны и напряжение, возникшее на краю стекланный листа 31.

Пример 1-15.

Пример 1-15 является примером, в котором пластина 12 для установки антенны предусмотрена прямо на стекланный листе 31. Стекланный лист с антенной 30 изготавливают в тех же условиях, что и в примере 1-1, за исключением того, что средняя толщина крепежного элемента 13А изменена в примере 1-1 на 0,0 мм. При среднем коэффициенте поглощения солнечного излучения пластиной с размещенной антенной 20, 40, 60 и 90%, измеряют температуру T_g второй главной поверхности 312 стекланный листа 31, обращенной к пластине 12 для установки антенны, объем протекающего в промежутке S воздушного потока на единицу площади пластины 12 для установки антенны и напряжение, возникшее на краю стекланный листа 31.

Пример 1-16.

Пример 1-16 является примером, в котором промежуток S, образованный между стекланным листом 31, пластиной 12 для установки антенны и стеклом, герметизирован. Стекланный лист с антенной 30 изготавливают в тех же условиях, что и в примере 1-1, за исключением того, что промежуток S герметизирован так, что воздух не мог течь через промежуток S, в отличие от примера 1-1. При среднем коэффициенте поглощения солнечного излучения пластиной с размещенной антенной 20, 40, 60 и 90%, измеряют температуру T_g второй главной поверхности 312 стекланный листа 31, обращенной к пластине 12 для установки антенны, объем протекающего в промежутке S воздушного потока на единицу площади пластины 12 для установки антенны и напряжение, возникшее на краю стекланный листа 31.

Пример 1-17.

Пример 1-17 является примером, в котором промежуток S, образованный между стекланным листом 31, пластиной 12 для установки антенны и стеклом, герметизирован. Стекланный лист с антенной 30 изготавливают в тех же условиях, что и в примере 1-1, за исключением того, что средняя толщина крепежного элемента 13А составляет 6,0 мм, а промежуток S герметизирован так, что воздух не мог течь через промежуток S, в отличие от примера 1-1. При среднем коэффициенте поглощения солнечного излучения пластиной с размещенной антенной 20, 40, 60 и 90% измеряют температуру T_g второй главной поверхности 312 стекланный листа 31, обращенной к пластине 12 для установки антенны, объем протекающего в промежутке S воздушного потока на единицу площади пластины 12 для установки антенны и напряжение, возникшее на краю стекланный листа 31.

В табл. 1 для каждого примера приводятся размер пластины 12 для установки антенны, средняя толщина крепежного элемента 13А, наличие вентиляции в промежутке S, температура второй главной поверхности 312 стекланный листа 31, которая обращена к пластине 12 для установки антенны, объем протекающего в промежутке S воздушного потока на единицу площади пластины 12 для установки антенны и напряжение, возникшее на краю стекланный листа 31. Заштрихованные места в табл. 1 указывают, что может произойти термическое разрушение стекланный листа 31. За напряжение, которое может вызвать термическое разрушение стекланный листа 31, принято значение 17,7 МПа, являющееся напряжением, которое стекланный лист 31 может выдерживать короткое время.

Таблица 1

Пример	Размер пластины для установки антенны (в направлении по оси X x в направлении по оси Z) (мм)	Крепежный элемент	Промежуток	Температура на главной поверхности пластины для установки антенны со стороны стеклянного листа (°C)				Объем протекающего в промежутке S воздуха (м³/ч)				Напряжение, возникшее на краях стеклянного листа (МПа)			
				Средний коэффициент поглощения солнечного излучения пластиной для установки антенны				Средний коэффициент поглощения солнечного излучения пластиной для установки антенны				Средний коэффициент поглощения солнечного излучения пластиной для установки антенны			
				20%	40%	60%	80%	20%	40%	60%	80%	20%	40%	60%	80%
Пример 1-1	400×400	1,0	вентилируемый (естественно)	22,9	26,4	29,9	35,2	0,3	0,4	0,5	0,6	11,1	14,2	17,2	21,8
Пример 1-2	400×400	2,0	вентилируемый (естественно)	22,7	26,0	29,2	33,9	0,6	0,8	0,9	1,1	10,9	13,8	16,6	20,7
Пример 1-3	400×400	3,0	вентилируемый (естественно)	22,6	25,6	28,6	32,9	0,8	1,1	1,3	1,6	10,8	13,5	18,0	19,8
Пример 1-4	400×800	6,0	вентилируемый (естественно)	22,5	25,3	28,1	32,2	2,3	3,1	3,6	4,3	10,7	13,2	15,6	19,1
Пример 1-5	100×100	0,5	вентилируемый (естественно)	22,9	26,3	29,8	34,9	0,0	0,0	0,0	0,0	11,0	14,1	17,1	21,6
Пример 1-6	100×100	1,0	вентилируемый (естественно)	22,7	25,9	29,1	33,7	0,0	0,0	0,1	0,1	10,9	13,7	16,4	20,5
Пример 1-7	100×100	2,0	вентилируемый (естественно)	22,4	25,3	28,0	32,1	0,1	0,1	0,1	0,1	10,7	13,1	15,6	19,1
Пример 1-8	100×100	3,0	вентилируемый (естественно)	22,2	24,8	27,4	31,1	0,1	0,1	0,2	0,2	10,5	12,8	15,0	18,2
Пример 1-9	400×400	1,0	вентилируемый (принудительно)	22,4	25,5	28,5	33,1	2,0	2,0	2,0	2,0	10,7	13,3	16,0	20,0
Пример 1-10	400×400	1,0	вентилируемый (принудительно)	22,0	24,5	26,9	30,5	5,0	5,0	5,0	5,0	10,3	12,4	14,6	17,7
Пример 1-11	400×400	1,0	вентилируемый (принудительно)	21,5	23,5	25,4	28,1	10,0	10,0	10,0	10,0	9,9	11,6	13,2	15,6
Пример 1-12	400×400	5,0	вентилируемый (естественно)	22,6	24,6	26,6	28,5	1,4	1,8	2,0	2,2	10,9	12,7	14,4	16,1
Пример 1-13	400×400	15,0	вентилируемый (естественно)	22,0	23,5	25,0	26,4	3,5	4,3	4,9	5,4	10,3	11,7	13,0	14,2
Пример 1-14	400×400	25,0	вентилируемый (естественно)	21,7	23,0	24,3	25,6	5,3	6,5	7,3	8,0	10,1	11,2	12,4	13,5
Пример 1-15	400×400	0,0	герметизированный	26,6	33,0	39,2	48,2	0,0	0,0	0,0	0,0	14,3	19,9	25,3	31,1
Пример 1-16	400×400	1,0	герметизированный	24,6	29,7	34,6	41,8	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	17,0	21,3	27,5
Пример 1-17	400×400	6,0	герметизированный	23,1	26,9	30,5	35,8	0,0	0,0	0,0	0,0	11,3	14,6	17,7	22,3

Как четко видно из табл. 1, в примерах с 1-12 по 1-14, когда средний коэффициент поглощения солнечного излучения пластины 12 для установки антенны составляет от 40 до 90%, напряжение, возникающее на краю стеклянного листа 31, велико, и вероятность термического разрушения стеклянного листа 31 высокая. Таким образом, такой стеклянный лист с антенной, как в примерах с 1-12 по 1-14, требует мер по предотвращению термического разрушения.

В отличие от примеров с 1-15 по 1-17 в примерах с 1-1 по 1-14 температура стеклянного листа 31 снижена полностью и напряжение, возникающее на краю стеклянного листа 31, низкое. Считается, что поскольку промежуток S образован между стеклянным листом 31 и пластиной 12 для установки антенны так, что в промежутке S может течь воздух, который может снизить температуру стеклянного листа 31. В частности, когда средний коэффициент поглощения солнечного излучения пластины 12 для установки антенны меньше 90%, напряжение, возникающее на краю стеклянного листа 31, является меньшим, чем напряжение, которое стеклянный лист 31 может выдержать короткое время (17,7 МПа), и вероятность вызвать термическое разрушение стеклянного листа 31 снижается.

В примерах с 1-9 по 1-11 температура стеклянного листа 31 снижается и напряжение, возникающее на краю стеклянного листа 31, является меньшим. Это связано с тем, что температура стеклянного листа 31 может быть снижена благодаря принудительному течению воздуха в промежутке S.

Пример 2.

Пример 2-1.

Изготавливают антенный блок 10, который предусматривает диэлектрический слой 15 на обращенной к стеклянному листу 31 первой главной поверхности 121 пластины 12 для установки антенны. Стеклянный лист с антенной изготавливают, прикрепляя антенный блок 10 к стеклу посредством крепежного элемента 13А, и при этом первый слой представляет собой стеклянный лист 31, второй слой - промежуток S, а третий слой - диэлектрический слой 15. Стеклянный лист 31 выполнен с использованием известково-натриевого стекла, а диэлектрический слой образован с использованием поликарбонатной смолы. Толщина стеклянного листа 31 составляет примерно 8,0 мм, толщина промежутка S - примерно 0,5 мм, а толщина диэлектрического слоя - примерно 10 мм. Потери при передаче (TL) электромагнитных волн измеряют, передавая электромагнитные волны, падающие на изготовленный стеклянный лист 31с направления, противоположного антенному блоку 10 стеклянного листа 31. В качестве электромаг-

нитных волн измеряют ТЕ волны (поперечные электрические волны) и ТМ волны (поперечные магнитные волны). На фиг. 15 показан результат измерения потерь при передаче ТЕ волн, а фиг. 16 показывает результат измерения потерь при передаче ТМ волн. На фиг. 15 и фиг. 16 кривая "стеклянный лист (60°)" показывает потери при передаче для стеклянного листа 31. Относительная диэлектрическая проницаемость известково-натриевого стекла составляет $7-j0,1$, относительная диэлектрическая проницаемость воздуха равна 1,0, и относительная диэлектрическая проницаемость диэлектрического слоя составляет $2,8-j0,017$.

Пример 2-2.

В примере 2-1 изготовили антенный блок 10, который предусматривает диэлектрический слой 15 на обращенной к стеклянному листу 31 первой главной поверхности 121 пластины 12 для установки антенны. Характеристику передачи электромагнитных волн для стеклянного листа с антенной измеряют в тех же условиях, что и в примере 2-1, за исключением того, что антенный блок 10 был прикреплен прямо к стеклянному листу 31 без крепежного элемента 13А. Фиг. 17 показывает результат измерения потерь при передаче ТЕ волн, а фиг. 18 показывает результат измерения потерь при передаче ТМ волн.

В табл. 2 указаны типы и толщины первого-третьего слоев в примере 2-1 и примере 2-2.

Таблица 2

Пример	Первый слой		Второй слой		Третий слой	
	тип	толщина (мм)	тип	толщина (мм)	тип	толщина (мм)
Пример 2-1	стеклянная основа	8,0	промежуток	0,5	диэлектриче ский слой	1,0
Пример 2-2	стеклянная основа	8,0	диэлектриче ский слой	1,0	-	-

Как четко показано на фиг. 15-18, пример 2-1 демонстрирует меньший диапазон потерь при передаче, чем пример 2-2, и характеристика потерь при передаче улучшается. Таким образом, характеристику передачи электромагнитных волн можно улучшить, предусмотрев промежуток между стеклянным листом 31 и пластиной 12 для установки антенны.

Пример 3.

На второй главной поверхности 122, которая обращена в противоположную стеклянному листу 20 сторону, пластины 12 для установки антенны сформировали слой 16 электромагнитного экранирования и получали антенный блок 10, показанный на фиг. 6. Антенный блок 10 прикрепили к стеклянному листу 31 посредством крепежного элемента 13А и получили стеклянный лист с антенной. Слой 16 электромагнитного экранирования представляет собой стеклянный лист толщиной 6 мм, образованный с прозрачной проводящей пленкой, и удельное поверхностное сопротивление слоя 16 электромагнитного экранирования составляло 50 Ом/квadrat, 20 Ом/квadrat, 10 Ом/квadrat, 5,0 Ом/квadrat и 3,0 Ом/квadrat. Потери при передаче (TL) электромагнитных волн измеряли путем передачи электромагнитных волн ортогонально полученному слою 16 электромагнитного экранирования. На фиг. 19 приведены результаты измерения потерь при передаче (TL) электромагнитных волн, падающих на слой 16 электромагнитного экранирования. Как следует из фиг. 19, когда удельное поверхностное сопротивление слоя 16 электромагнитного экранирования составляет 10 Ом/квadrat или менее, установлено, что потери при передаче могут составлять примерно 20 дБ или более.

Выше были описаны варианты осуществления изобретения, однако эти варианты осуществления были представлены исключительно в качестве примеров, и объем настоящего изобретения не ограничен этими вариантами осуществления. Описанные выше варианты осуществления могут быть воплощены во множестве других форм, и в форме вариантов осуществления могут быть проделаны различные комбинации, исключения, замещения и изменения без отклонения от сущности изобретения. Эти варианты осуществления и их модификации входят в объем и сущность изобретения и охватываются объемом заявленного изобретения и его эквивалентов.

Данная заявка основана на и испрашивает приоритет предшествующей заявки на патент Японии № 2017-150241, поданной 2 августа 2017 г. в патентное ведомство Японии, полное содержание которой введено в настоящий документ по ссылке.

Список ссылочных позиций

10	антенный блок для стекла (антенный блок)
11	антенна
12	плоская пластина (пластина для установки антенны)
13A, 13B	крепежный элемент
15	диэлектрический слой
16	слой электромагнитного экранирования
20, 31	стеклянный лист
121, 311	первая главная поверхность
122, 312	вторая главная поверхность
21, 33	оконная рама
30	стеклянный лист с антенной
35	слой покрытия
351A, 351B	открытый участок
36	водоотталкивающий слой
t	средняя толщина
L	заданная длина
S	промежуток

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Окно, содержащее оконную раму, стеклянный лист и антенный блок, при этом антенный блок установлен на внутренней стороне стеклянного листа и выполнен с возможностью передавать и принимать электромагнитные волны на внутренней стороне через стеклянный лист, причем антенный блок включает в себя антенну и крепежный элемент, который прикрепляет антенну к стеклянному листу таким образом, что между стеклянным листом и антенной образуется промежуток, в котором может течь воздух между стеклянным листом и антенной, причем толщина крепежного элемента составляет от 0,5 до 100 мм и причем антенный блок предусмотрен в положении 20 мм или более от оконной рамы на виде сверху.

2. Окно по п.1, дополнительно содержащее вентилятор, который продувает воздух между стеклянным листом и антенной с расходом $2 \text{ м}^3/\text{ч}$ или более.

3. Окно по п.1 или 2, причем антенна является плоской антенной или антенной, предусмотренной на плоской пластине.

4. Окно по п.3, причем средний коэффициент поглощения солнечного излучения обращенной к стеклянному листу главной поверхности плоской антенны или плоской пластины составляет 60% или менее.

5. Окно по п.3 или 4, причем среднеарифметическая шероховатость R_a обращенной к стеклянному листу главной поверхности плоской антенны или плоской пластины составляет 1,2 мкм или менее.

6. Окно по любому из пп.3-5, дополнительно содержащее диэлектрический слой, образованный на обращенной к стеклянному листу главной поверхности плоской антенны или плоской пластины.

7. Окно по п.6, причем среднеарифметическая шероховатость R_a обращенной к стеклянному листу главной поверхности диэлектрического слоя составляет 1,2 мкм или менее.

8. Окно по любому из пп.3-7, дополнительно содержащее слой электромагнитного экранирования, образованный на обращенной в противоположном стеклянному листу направлении главной поверхности плоской антенны или плоской пластины.

9. Окно по любому из пп.3-8, дополнительно содержащее один или более поглощающих электромагнитные волны элементов, образованных на обращенной в противоположном стеклянному листу направлении главной поверхности плоской пластины.

10. Окно по любому из пп.1-9, причем коэффициент пропускания видимого света антенной составляет 40% или более.

11. Окно по любому из пп.1-10, причем антенна предусмотрена в корпусе.

12. Окно по любому из пп.1-11, дополнительно содержащее слой покрытия, образованный на обращенной к антенному блоку главной поверхности стеклянного листа, причем антенна антенного блока является плоской антенной или антенной, предусмотренной на плоской пластине, а слой покрытия включает открытый участок в положении, соответствующем плоской антенне или плоской пластине, размер которого больше или равен размеру плоской антенны или плоской пластины.

13. Окно по п.12, причем на виде сверху плоская антенна или плоская пластина выполнена в виде прямоугольника и площадь открытого участка больше или равна значению, полученному по следующему выражению (1):

$$a \times b(1),$$

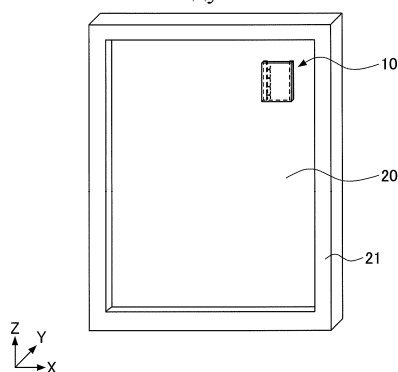
причем в выражении (1) переменная a - длина одной стороны плоской антенны или плоской пластины, а

переменная b - длина другой стороны плоской антенны или плоской пластины.

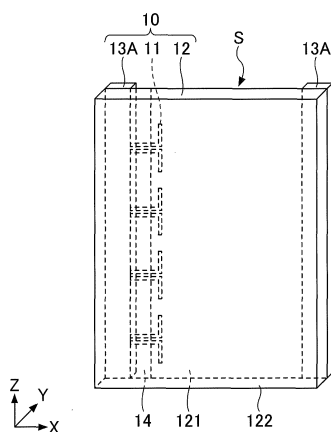
14. Окно по любому из пп.1-13, дополнительно содержащее водоотталкивающий слой, образованный на главной поверхности стеклянного листа, которая обращена в противоположном антенному блоку направлении.

15. Окно по любому из пп.1-14, дополнительно содержащее слой электромагнитного экранирования, образованный в области, отличной от той области, где предусмотрен антенный блок, на обращенной к антенному блоку главной поверхности стеклянного листа.

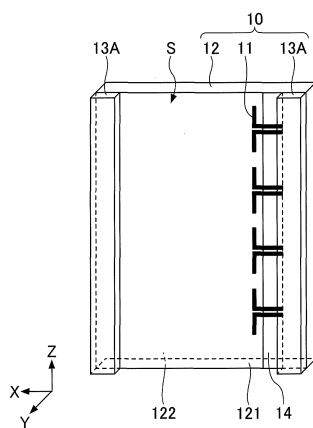
16. Способ изготовления окна по любому из пп.1-15, включающий прикрепление антенного блока, содержащего антенну и крепежный элемент, предусмотренный на части антенны, к стеклянному листу посредством крепежного элемента таким образом, что между стеклянным листом и антенной образуется упомянутый промежуток, в котором может течь воздух.



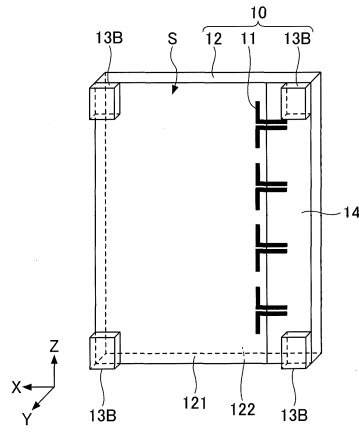
Фиг. 1



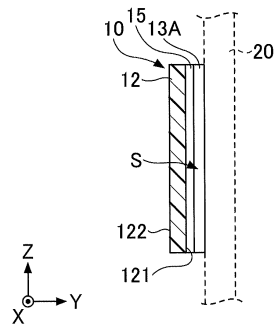
Фиг. 2



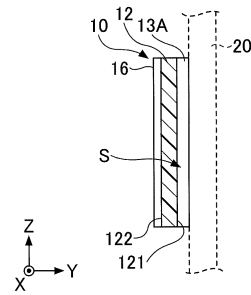
Фиг. 3



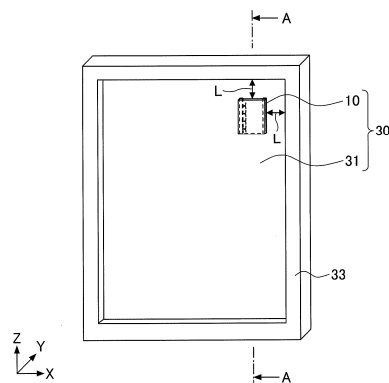
Фиг. 4



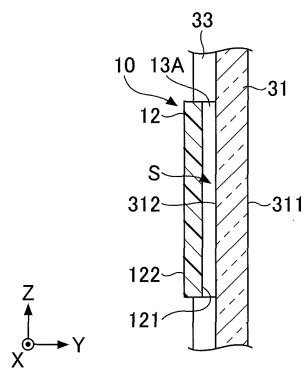
Фиг. 5



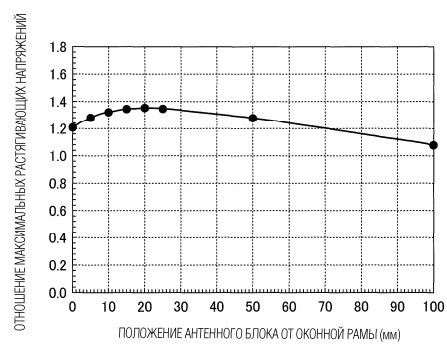
Фиг. 6



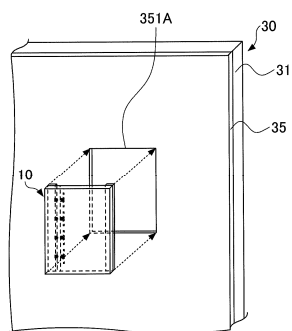
Фиг. 7



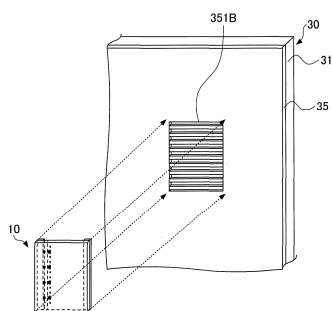
Фиг. 8



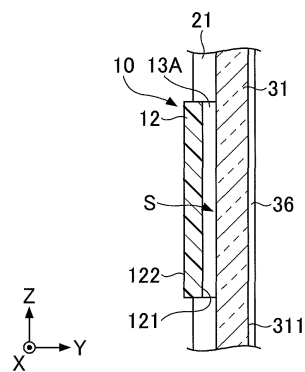
Фиг. 9



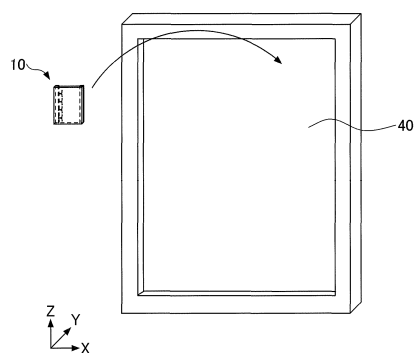
Фиг. 10



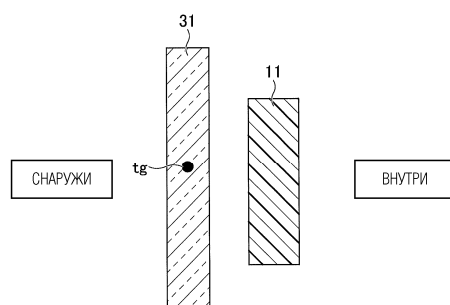
Фиг. 11



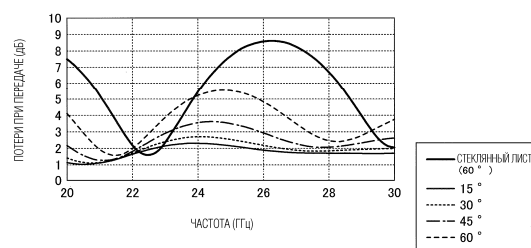
Фиг. 12



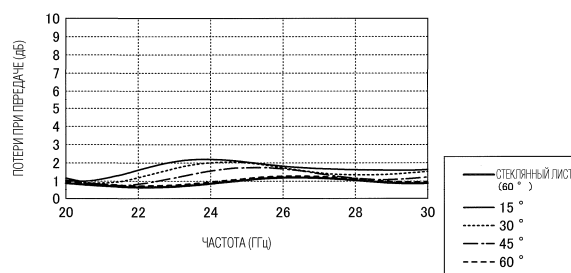
Фиг. 13



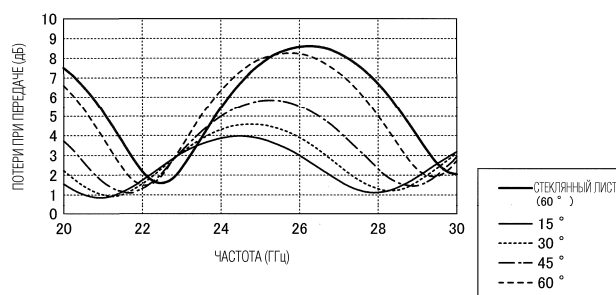
Фиг. 14



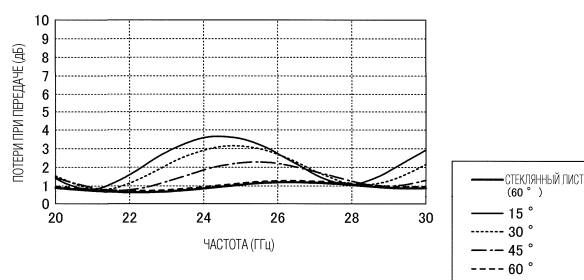
Фиг. 15



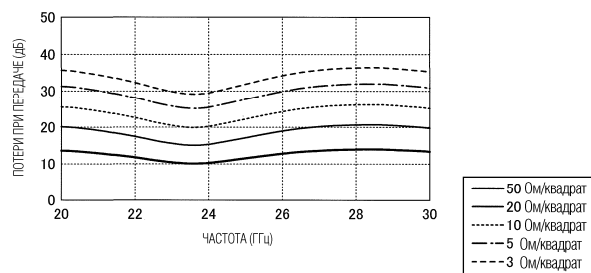
Фиг. 16



Фиг. 17



Фиг. 18



Фиг. 19

