

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **034455**

(13) **B1**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

**(45)** Дата публикации и выдачи патента  
**2020.02.10**

**(21)** Номер заявки  
**201791375**

**(22)** Дата подачи заявки  
**2015.12.02**

**(51)** Int. Cl. **C03C 17/36** (2006.01)  
**B32B 17/10** (2006.01)  
**C03B 33/07** (2006.01)  
**C03C 23/00** (2006.01)  
**H05B 3/84** (2006.01)  
**C03B 33/10** (2006.01)

---

**(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ МНОГОСЛОЙНОГО СТЕКЛА С ЗАЩИЩЕННЫМ ОТ  
КОРРОЗИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ ПОКРЫТИЕМ**

---

**(31)** 14198940.0

**(32)** 2014.12.18

**(33)** EP

**(43)** 2017.10.31

**(86)** PCT/EP2015/078354

**(87)** WO 2016/096435 2016.06.23

**(71)(73)** Заявитель и патентовладелец:  
**СЭН-ГОБЭН ГЛАСС ФРАНС (FR)**

**(56)** US-A1-2005238861  
DE-B3-102008058310  
JP-A-2002182185  
DE-C1-3403682  
DE-A1-102011075328  
US-A1-2004146645  
WO-A1-2014060203  
DE-C1-4404159  
DE-U1-202011110333

**(72)** Изобретатель:  
**Шульц Валентин (DE), Кукки Ирен  
(FR)**

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

---

**(57)** Изобретение относится к способу получения многослойного стекла (100) с функциональным покрытием (3), включающему, по меньшей мере: (a) нанесение функционального покрытия (3) на по меньшей мере часть поверхности (III) базового стеклянного листа (1'), (b) одновременно вырезание из базового стеклянного листа (1') первого стеклянного листа (1) и образование по меньшей мере одной не содержащей покрытия области (9.1, 9.2) в функциональном покрытии, причем не содержащая покрытия область целиком окружает внутреннюю область (11) функционального покрытия (3) и отделяет внутреннюю область (11) от наружного участка (10.1, 10.2), который частично или полностью окружает внутреннюю область (11), и (c) соединение несущей функциональное покрытие поверхности (III) первого стеклянного листа (1) с поверхностью (II) второго стеклянного листа (2) с помощью термопластичного промежуточного слоя (4). Кроме того, изобретение относится к устройству (30) для осуществления способа согласно изобретению.

---

**B1**

**034455**

**034455**

**B1**

Изобретение относится к способу получения многослойного стекла с защищенным от коррозии функциональным покрытием, а также к устройству для осуществления этого способа.

Многослойные стекла, содержащие два или более стеклянных или полимерных листов, используются различными способами в зданиях, мебели или в транспортных средствах для передвижения по земле, воздуху или воде, в частности, в автомобилях, например, в качестве лобового стекла, заднего стекла, бокового стекла и/или стекла в крыше.

Часто на отдельных сторонах стекла помещают одно или несколько функциональных покрытий, которые обладают, например, способностью отражать инфракрасное излучение, имеют противоотражательные свойства или низкую излучательную способность, или которые могут обогреваться током при подаче напряжения. Такие многослойные стекла известны, например, из заявок US 2004/0146645 A1, US 2005/0238861 A1 или WO 2014/060203 A1. Способы обработки и, в частности, удаления покрытий со стеклянных листов с функциональными покрытиями известны, например, из документов DE 34 03682 C1, DE10/2008 058310 B3, DE10/2011 075328 A1 или EP 0517176 A1.

Кроме того, известны также многослойные стекла, содержащие электронагревательный слой, сделанный из прозрачного электропроводящего покрытия, на внутренней поверхности одного из отдельных стеклянных листов. Посредством внешнего источника напряжения через электропроводящее покрытие можно провести электрический ток, который нагревает покрытие и, тем самым, стекло.

Документы WO 2003/024155 A2, US 2007/0082219 A1, US 2007/0020465 A1 и WO 2012/052315 A1 описывают, например, такое обогреваемое электропроводящее покрытие на основе металла, в частности, на основе слоистой структуры из одного или нескольких слоев, содержащих серебро.

Такие функциональные покрытия и, в частности, покрытия на основе металлов и электропроводящие покрытия очень подвержены коррозии и поэтому должны быть герметично закрыты и защищены от влаги. Для этого внутреннее функциональное покрытие удаляют вдоль периферийной области многослойного стекла в форме рамки. Ширина периферийной области в форме рамки обычно составляет от 5 мм до 20 мм и заканчивается у боковой кромки многослойного стекла. Обычно покрытие удаляют сложным и продолжительным способом механического абразивного истирания, например, шлифованием на шлифовальном круге. Не содержащую покрытия область герметично изолируют внутри многослойного стекла термопластичным промежуточным слоем и/или акриловым клеем как барьером от диффузии пара. Благодаря барьеру от диффузии пара чувствительное к коррозии функциональное покрытие защищено от влаги и атмосферного кислорода. Если многослойное стекло предусмотрено для использования в качестве оконного стекла в автомобиле, например, электрообогреваемого лобового стекла, то периферийная область без покрытия действует также как электрическая изоляция между находящимся под напряжением покрытием и кузовом автомобиля.

Задачей настоящего изобретения является разработать улучшенный способ получения многослойного стекла с защищенным от коррозии функциональным покрытием, который может быть осуществлен просто, быстро и, следовательно, экономично.

Задача, стоящая перед настоящим изобретением, решена, согласно изобретению, посредством способа по п.1 формулы изобретения. Предпочтительные варианты осуществления выявляются из зависимых пунктов.

Предлагаемый изобретением способ получения многослойного стекла с функциональным покрытием включает, по меньшей мере, следующие этапы:

(a) нанесение функционального покрытия на по меньшей мере часть поверхности (III) базового стеклянного листа,

(b) вырезание из базового стеклянного листа первого стекла, используя режущий инструмент, и создание по меньшей мере одной не содержащей покрытия области в функциональном покрытии, используя устройство для удаления покрытия, причем не содержащая покрытия область целиком окружает внутреннюю область функционального покрытия,

(c) соединение поверхности (III) первого стеклянного листа, имеющей функциональное покрытие, с поверхностью (II) второго стеклянного листа с помощью термопластичного промежуточного слоя.

Таким образом, не содержащая покрытия область в форме рамки устроена по периферии вокруг внутренней области, и внутренняя область не граничит с боковой кромкой первого стеклянного листа.

Для способа по изобретению особенно важно, чтобы вырезание первого стеклянного листа и удаление покрытия для образования не содержащей покрытия области проводилось в один технологический этап, то есть одновременно.

В способах предшествующего уровня сначала вырезают первый лист из базового стеклянного листа, а на втором технологическом этапе путем механического абразивного истирания удаляют покрытие с широкой площади на кромках. Этот второй технологический этап занимает очень много времени и требует собственного производственного участка, поэтому является очень затратным.

В способе согласно изобретению этот производственный участок не нужен благодаря одновременным резке и удалению покрытия, тем самым процесс ускоряется. При этом особенно предпочтительно, чтобы устройство для удаления покрытия и режущий инструмент были скоординированы друг с другом: так, скорость процесса удаления покрытия должна подбираться в соответствии со скоростью перемеще-

ния режущего инструмента. Особенно хорошие результаты были получены с режущим диском, предпочтительно из твердого металла, в качестве режущего инструмента и лазерным лучом в качестве устройства для удаления покрытия. В частности, выбирая надлежащим образом мощность лазера и ширину области без покрытия, можно легко достичь желаемого соответствия скоростей.

Режущие инструменты, предпочтительно режущий диск или алмазный наконечник, предпочтительно охлаждаются охлаждающей средой. Охлаждающая среда предпочтительно представляет собой стандартную смазочно-охлаждающую жидкость. Охлаждающую жидкость обычно вводят, нагнетают или распыляют между режущей кромкой или наконечником режущего инструмента и поверхностью базового листа, при этом она смачивает часть поверхности базового листа.

В одном предпочтительном варианте осуществления способа согласно изобретению на этапе (b) не содержащую покрытия область образуют так, чтобы внутренняя область функционального покрытия была частично или полностью окружена по меньшей мере одним наружным участком и отделена от него не содержащей покрытия областью.

Далее выражение "базовый стеклянный лист" будет относиться к листу, размеры которого больше, чем у первого стеклянного листа, и из которого получают первый лист после вырезания.

Вырезание первого стеклянного листа из базового стеклянного листа на этапе (b) может также состоять в надрезании или надрубании поверхности базового листа с последующим выламыванием первого стеклянного листа из базового стеклянного листа, например, путем приложения небольшой механической нагрузки. С такими хрупкими материалами как стекло это можно провести особенно точно и быстро.

Нанесение функционального покрытия на технологическом этапе (a) может быть осуществлено известными способами, предпочтительно катодным распылением с поддержкой магнитным полем. Это особенно выгодно с точки зрения простого, быстрого, экономичного и однородного покрытия базового стеклянного листа. Однако функциональное покрытие можно также нанести, например, осаждением из паровой фазы, химическим осаждением из паровой фазы (CVD), плазмохимическим осаждением из паровой фазы (PECVD) или мокрыми химическими способами.

Первый стеклянный лист можно подвергнуть термообработке после технологического этапа (a) и/или после технологического этапа (b). При этом первый лист с функциональным покрытием нагревают до температуры по меньшей мере 200°C, предпочтительно по меньшей мере 300°C. Термообработка может служить для повышения коэффициента пропускания и/или для снижения поверхностного сопротивления функционального покрытия.

Первый стеклянный лист можно подвергнуть гибке после технологического этапа (a) или после технологического этапа (b), типично при температуре от 500 до 700°C. Поскольку технически проще наносить покрытие на плоский лист, этот подход предпочтителен, когда первый лист необходимо гнуть. Однако, альтернативно можно также гнуть базовый стеклянный лист перед технологическим этапом (a), например, если функциональное покрытие не способно выдержать процесс гибки без повреждения.

Удаление части функционального покрытия на технологическом этапе (b) для образования отдельных зон без покрытия предпочтительно осуществляют лазерным лучом. Способы структурирования тонких металлических пленок известны, например, из EP 2200097 A1 или EP 2139049 A1.

Энергию для удаления покрытия с получением не содержащей покрытия области можно внести, в соответствии с изобретением, любым подходящим лазером. Особенно предпочтительно использовать YAG-лазеры, в частности Nd:YAG лазеры (твердотельные лазеры на основе алюмо-иттриевого граната, легированного ионами неодима) с длиной волны в диапазоне 1047-1079 нанометров (нм), предпочтительно 1064 нм. Кроме того, предпочтителен лазер Yb:YAG (твердотельный лазер на основе алюмо-иттриевого граната, легированного ионами иттербия) с длиной волны в диапазоне 1030 нм. В предпочтительных усовершенствованиях можно использовать оба типа лазеров с удвоением или утроением частоты.

В одном альтернативном варианте осуществления изобретения для удаления функционального покрытия используются YAG-лазеры, в частности, с высокой частотой повторения импульсов (в диапазоне пико- и наносекунд). Качество удаления покрытия очень хорошее, и функциональное покрытие удаляется по существу полностью. В частности, при использовании стеклянной основы в качестве первого листа поверхность не содержит микротрещин и имеет низкое рассеяние оптических волн, а также высокую прочность в испытании на двухточечный изгиб.

Альтернативно, особенно подходящими для удаления части функционального покрытия являются CO<sub>2</sub>-лазеры, в частности, CO<sub>2</sub>-лазеры с длиной волны в диапазоне от 9,2 до 11,4 мкм, предпочтительно 10,6 мкм, или CO<sub>2</sub>-лазер с удвоенной частотой. Это может быть импульсный CO<sub>2</sub>-лазер или CO<sub>2</sub>-лазер непрерывного излучения (cw-лазер).

Для осуществления способа согласно изобретению при использовании CO<sub>2</sub>-лазера, подходят, в частности, с точки зрения скорости удаления покрытия, средние мощности лазера, ниже 500 Вт, предпочтительно ниже 300 Вт, особенно предпочтительно ниже 200 Вт. С точки зрения качества удаления покрытия предпочтительны средние мощности лазера ниже 100 Вт, что приводит к хорошему качеству удаления покрытия, но при этом скорость удаления покрытия низкая.

Для осуществления способа согласно изобретению при использовании импульсного CO<sub>2</sub>-лазера предпочтительна средняя частота повторения импульсов лазера  $f_{\text{rep}}$  от 5 до 12 кГц, в частности, средняя частота повторения лазерных импульсов  $f_{\text{rep}}$  от 8 до 10 кГц. Кроме того, при использовании импульсного CO<sub>2</sub>-лазера предпочтительна продолжительность лазерного импульса  $t_p$  от 0,1 до 500 микросекунд (мкс), в частности продолжительность лазерного импульса 1-100 мкс.

Кроме того, предпочтителен также эксимерный лазер, в частности F<sub>2</sub>-лазер (157 нм), ArF-лазер (193 нм), KrF-лазер (248 нм) или Ar-лазер (351 нм). Лазеры этих типов могут использоваться, в зависимости от варианта осуществления изобретения, как импульсные лазеры или лазеры непрерывного излучения.

В одном предпочтительном варианте осуществления способа по изобретению на этапе (b) лазерной абляции лазерный луч направляют прямо на покрытую поверхность III первого стеклянного листа. Это выгодно тем, что режущий инструмент для вырезания первого стеклянного листа из более крупного базового листа можно разместить вблизи лазера и можно перемещать одновременно с ним. Это значительно упрощает устройство для получения многослойного стекла согласно изобретению.

В альтернативном предпочтительном варианте осуществления способа согласно изобретению на этапе (b) лазерной абляции лазерный луч входит в первый стеклянный лист через поверхность, отращенную от покрытой поверхности III первого стеклянного листа и, таким образом, проходит через первый стеклянный лист на функциональное покрытие. Это особенно выгодно тем, что снятый, или испарившийся материал не сможет попасть на путь лазерного луча и, таким образом, не может вызвать его отклонение, рассеяние или ослабление. Это приводит к высокой точности процесса абляции.

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления способа по изобретению режущий инструмент и лазерный луч движутся одновременно. При этом режущий инструмент направляется по поверхности базового стеклянного листа, на которой имеется функциональное покрытие. Лазерный луч входит в базовый стеклянный лист через поверхность, отращенную от покрытой поверхности базового стеклянного листа, и проводится через базовый стеклянный лист на функциональное покрытие. Особенно предпочтительно лазерный луч направляется в область функционального покрытия, покрытую охлаждающей жидкостью. Это особенно выгодно тем, что испарившийся материал функционального покрытия не может свободно перемещаться через устройство и, таким образом, не может оседать на соседних участках базового стеклянного листа. Материал, удаленный с поверхности, увлекается в охлаждающую жидкость и может быть удален с покрытой поверхности первого стеклянного листа вместе с охлаждающей жидкостью, например, обычно на следующем этапе промывки. Этим способом можно получить особенно высококачественные стеклянные листы.

На технологическом этапе (c) первый стеклянный лист размещают так, чтобы одна из его поверхностей, которая снабжена функциональным покрытием, была обращена к термопластичному промежуточному слою. Таким образом, эта поверхность становится внутренней поверхностью первого стеклянного листа.

Термопластичный промежуточный слой может быть образован как единственный промежуточный слой или как два или более промежуточных слоев, которые расположены друг на друге всей площадью.

Соединение первого и второго стеклянного листа на технологическом этапе (c) предпочтительно проводят под действием тепла, вакуума и/или давления. Можно применять способы, известные для получения многослойного стекла.

Например, так называемые автоклавные способы можно осуществлять при повышенном давлении, примерно от 10 до 15 бар и температурах от 130 до 145°C в течение примерно 2 ч. Известные способы вакуумного мешка или вакуумного кольца работают, например, при давлении примерно 200 мбар и температуре 80-110°C. Первый стеклянный лист, термопластичный промежуточный слой и второй стеклянный лист можно также прессовать в каландре между по меньшей мере одной парой валков, чтобы получить многослойное стекло. Такого типа установки для получения многослойных стекол известны и обычно содержат по меньшей мере один нагревательный туннель до узла прессования. Температура в процессе прессования составляет, например, от 40 до 150°C. На практике особенно хорошо показали себя комбинации способов каландрирования и автоклавирувания. Альтернативно можно применять вакуумные ламинаторы. Они состоят из одной или нескольких обогреваемых и вакуумируемых камер, в которых первый стеклянный лист и второй стеклянный лист ламинируют, например, в пределах примерно 60 мин при пониженном давлении от 0,01 до 800 мбар и температурах от 80 до 170°C.

Изобретение относится также к устройству для осуществления способа согласно изобретению. Предлагаемое изобретением устройство содержит по меньшей мере

режущий инструмент для вырезания или надрезания первого стеклянного листа из базового стеклянного листа,

устройство для удаления покрытия для образования не содержащей покрытия области в функциональном покрытии на базовом стеклянном листе и

передвижное устройство для перемещения режущего инструмента и устройства удаления покрытия.

В одном предпочтительном варианте осуществления режущий инструмент включает в себя режущий диск, предпочтительно сделанный из твердого металла, алмазный наконечник или твердый метал-

лический наконечник. Особенно предпочтительно охлаждать режущий инструмент охлаждающей жидкостью, в частности, в зоне контакта с базовым стеклянным листом. В альтернативном предпочтительном варианте осуществления режущий инструмент включает лазерный луч.

Понятно также, что когда базовый стеклянный лист сделан из хрупкого материала, такого как стекло, режущий инструмент только надрезает или надпиливает его, и затем первый стеклянный лист выбивается из базового стеклянного листа, например, путем приложения легкой механической нагрузки.

В следующем предпочтительном варианте осуществления устройство для удаления покрытия включает лазерный луч. Лазерный луч особенно предпочтителен для осуществления полного, быстрого и, следовательно, экономичного удаления покрытия.

В другом предпочтительном варианте осуществления передвижное устройство содержит робот или многоосный манипулятор и предпочтительно двухкоординатный стол. В предпочтительном варианте осуществления устройство для удаления покрытия и режущий инструмент соединены друг с другом или перемещаются одновременно друг с другом посредством одного и того же передвижного устройства. Это делает устройство согласно изобретению особенно простым и экономичным.

В предпочтительном варианте осуществления устройства по изобретению устройство для удаления покрытия содержит лазерный луч. Устройство для удаления покрытия и режущий инструмент размещают на противоположных сторонах плоскости, в которой находится базовый стеклянный лист. Таким образом, устройство выполнено так, чтобы режущий инструмент мог обрабатывать поверхность базового стеклянного листа, а лазерный луч входил в базовый стеклянный лист через противоположную поверхность базового листа и попадал через него на функциональное покрытие. При этом базовый стеклянный лист поверхностью, на которой находится функциональное покрытие, обращен к режущему инструменту, так что лазерный луч может проникать в базовый стеклянный лист через поверхность, отраженную от поверхности с покрытием. Режущий инструмент и лазерный луч направляют так, чтобы лазерный луч после прохождения через базовый стеклянный лист попадал в область функционального покрытия, которая покрыта охлаждающей жидкостью. При этом лазерный луч падает на границу между базовым стеклянным листом и функциональным покрытием, а сторона функционального покрытия, противоположная границе, покрыта охлаждающей жидкостью. Это, как уже отмечалось, особенно выгодно тем, что удаленные компоненты функционального покрытия увлекаются в охлаждающую жидкость и позднее могут быть смыты.

Далее изобретение относится к многослойному стеклу с функциональным покрытием, полученному способом согласно изобретению, причем многослойное стекло имеет, по меньшей мере, следующие характеристики:

первый стеклянный лист с поверхностью III, второй стеклянный лист с поверхностью II и термопластичный промежуточный слой, причем поверхность III первого листа соединена термопластичным промежуточным слоем с поверхностью II второго листа,

по меньшей мере одно функциональное покрытие, нанесенное по меньшей мере на часть внутренней поверхности III первого стеклянного листа,

по меньшей мере одна не содержащая покрытия область, полностью окружающая внутреннюю область функционального покрытия.

В результате внутренняя область не граничит с боковой кромкой первого стеклянного листа.

В одном предпочтительном варианте осуществления не содержащая покрытия область, по меньшей мере частично, а предпочтительно полностью окружена наружным участком функционального покрытия. Таким образом, внутренняя область и не содержащая покрытия область находятся, по меньшей мере, местами, а предпочтительно полностью внутри наружного участка функционального покрытия.

Здесь выражение "полностью окружена" означает, что не содержащая покрытия область полностью окружена имеющим форму рамки периферийным наружным участком функционального покрытия.

В свою очередь, наружный участок функционального покрытия может быть, по меньшей мере частично, а предпочтительно полностью окружен следующей, не содержащей покрытия областью, а она, в свою очередь, другим наружным участком функционального покрытия.

Согласно изобретению, не имеется контакта материала функционального покрытия между внутренней областью и боковой кромкой первого стеклянного листа или между внутренней областью и наружным участком или совокупностью наружных участков. Не содержащая покрытия область и функциональное покрытие во внутренней области герметично закрывается промежуточным слоем в процессе ламинирования для получения многослойного стекла. Таким образом, влага из окружения многослойного стекла больше не может достичь внутренней области функционального покрытия, и функциональное покрытие во внутренней области эффективно защищено от коррозии.

В одном предпочтительном варианте осуществления многослойного стекла согласно изобретению не содержащая покрытия область имеет форму полосы и проходит, по существу, параллельно боковым краям первого стеклянного листа. Это особенно выгодно с точки зрения технологии производства, так как устройство для удаления покрытия можно вести параллельно режущему инструменту и, следовательно, параллельно боковой кромке вдоль всего первого стеклянного листа. Надежная изоляция материала внутренней области от среды, окружающей многослойное стекло, обеспечивается пересечением не

содержащих покрытия областей в угловых участках первого стеклянного листа.

Это означает, что не содержащая покрытия область, по существу, полностью окружена имеющей форму рамки периферийной зоной функционального покрытия наружной области. Кроме того, имеются продлевающие элементы полосовидной области без покрытия, которые соединяют имеющую форму рамки периферийную область без покрытия внутри наружного участка с боковыми кромками первого стеклянного листа. Так как в готовом многослойном стекле эти продлевающие элементы герметично закрыты промежуточным слоем, это не влияет на коррозионную стойкость функционального покрытия.

В другом предпочтительном варианте осуществления многослойного стекла по изобретению ширина  $b$  наружной области или областей составляет от 0,5 до 30 мм, предпочтительно от 3 до 11 мм. При этом ширина определена как размер в направлении перпендикулярно краю внутренней области. Такая ширина  $b$  особенно предпочтительна, поскольку, с одной стороны, она позволяет надежно защитить от коррозии, а с другой стороны, она может быть скрыта черной или декоративной печатью или кузовом автомобиля.

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления многослойного стекла согласно изобретению наружный участок окружает внутреннюю область более чем на 70% и предпочтительно более чем на 90% длины периметра внутренней области. Таким образом, наружный участок отсутствует лишь в нескольких зонах, таких как не содержащие покрытия коммуникационные окна или области подвода питания к шинам.

В другом предпочтительном варианте осуществления многослойного стекла согласно изобретению первая не содержащая покрытия область полностью окружена второй не содержащей покрытия областью. Таким образом, наружный участок с функциональным покрытием находится между первой и второй не содержащими покрытия областями. Особенно предпочтительно, вторая не содержащая покрытия область полностью окружена третьей не содержащей покрытия областью. Другими словами, между второй и третьей не содержащими покрытия областями находится дополнительный второй наружный участок с функциональным покрытием. Благодаря такой второй или третьей области без покрытия получается особенно хорошая защита от влаги и, следовательно, особенно хорошая защита от коррозии.

В другом предпочтительном варианте осуществления многослойного стекла согласно изобретению ширина  $d$  не содержащей покрытия области составляет от 30 мкм до 30 мм, предпочтительно от 100 мкм до 2 мм и особенно предпочтительно от 250 мкм до 1,5 мм, в частности от 250 до 500 мкм. Это особенно выгодно тем, что не содержащие покрытия области такой малой ширины можно получать очень быстро и просто.

Не содержащие покрытия области можно получить любым подходящим технологическим процессом. Особенно предпочтительно удаление покрытия посредством лазерной абляции. Она особенно выгодна тем, что ее можно осуществить недорого, быстро и точно. Благодаря своей точности лазерная абляция особенно хорошо подходит для малых ширин  $d$ .

В принципе, в качестве первого и второго листа годятся любые электроизолирующие основы, которые в условиях получения и применения стекла согласно изобретению являются термически и химически стойкими, а также стабильными по размеру.

Первый стеклянный лист и/или второй стеклянный лист предпочтительно содержат стекло, особенно предпочтительно плоское стекло, флоат-стекло, кварцевое стекло, боросиликатное стекло, известково-натриевое стекло, или бесцветные пластики, предпочтительно жесткие бесцветные пластики, в частности, полиэтилен, полипропилен, поликарбонат, полиметилметакрилат, полистирол, полиамид, полиэфир, поливинилхлорид, и/или их смеси. Первый стеклянный лист и/или второй стеклянный лист предпочтительно являются прозрачными, в частности, для применения стекла в качестве лобового стекла или заднего стекла в транспортном средстве или для другого применения, где желательно высокое светопропускание. В контексте изобретения под "прозрачным" понимается стеклянный лист, имеющий коэффициент пропускания в диапазоне видимого спектра более 70%. Однако для стеклянных листов, которые не находятся в важном для вождения поле зрения водителя, например для оконных стекол в крыше, пропускание может быть намного меньше, например от 5%.

Толщина отдельных стеклянных листов может меняться в широких пределах и, таким образом, может быть идеально адаптирована к требованиям конкретного случая. Предпочтительно использовать стеклянные листы со стандартными толщинами от 1,0 до 25 мм, предпочтительно от 1,4 до 2,5 мм для автомобильных стекол и предпочтительно от 4 до 25 мм для мебели, приборов и зданий, в частности, для электронагревателей. Размер стеклянного листа может варьироваться в широких пределах и определяется размером для применения согласно изобретению. Например, в автомобилестроении и в области архитектуры первый стеклянный лист и, факультативно, второй стеклянный лист обычно имеют площадь от 200 до 20 м<sup>2</sup>.

Многослойное стекло может иметь произвольную трехмерную форму. Предпочтительно трехмерная форма не имеет теневых зон, чтобы на нее можно было нанести покрытие, например, катодным напылением. Предпочтительно основы являются плоскими или слабо или сильно изогнутыми в одном или нескольких пространственных направлениях. В частности, используются плоские основы. Стеклянные листы могут быть бесцветными или окрашенными.

Совокупность отдельных стеклянных листов соединяют друг с другом посредством по меньшей мере одного промежуточного слоя. Промежуточный слой предпочтительно содержит по меньшей мере одну термопластичную пластмассу, предпочтительно поливинилбутираль (PVB), этиленвинилацетат (EVA) и/или полиэтилентерефталат (PET). Однако термопластичный промежуточный слой может также содержать, например, полиуретан (PU), полипропилен (PP), полиакрилат, полиэтилен (PE), поликарбонат (PC), полиметилметакрилат, поливинилхлорид, полиацетатную смолу, литые смолы, акрилаты, фторированные сополимеры этилен-пропилен, поливинилфторид и/или этилентетрафторэтилен, или их сополимеры или смеси. Можно также расположить промежуточные слои с относительно низкими адгезионными свойствами между промежуточными слоями с более хорошими адгезионными свойствами и ламинировать, получая, например, слоистую систему PVB/PET/PVB. Термопластичный промежуточный слой может быть образован из одной или нескольких термопластичных пленок, уложенных друг на друга, причем толщина одной термопластичной пленки предпочтительно составляет от 0,25 до 1 мм, типично 0,38 или 0,76 мм.

В многослойном стекле согласно изобретению, состоящем из первого стеклянного листа, термопластичного промежуточного слоя и второго стеклянного листа, функциональное покрытие наносят непосредственно на первый стеклянный лист. Первый стеклянный лист и второй стеклянный лист имеют, каждый, внутреннюю поверхность и наружную поверхность. Внутренние поверхности первого и второго стеклянных листов обращены к друг к другу и соединены посредством термопластичного промежуточного слоя. Наружные поверхности первого и второго стеклянных листов обращены друг от друга и от термопластичного промежуточного слоя. Функциональное покрытие наносят на внутреннюю поверхность первого стеклянного листа. Конечно, можно также нанести другое функциональное покрытие на внутреннюю поверхность второго стеклянного листа. Даже наружные поверхности листов могут иметь покрытия. Выражения "первый стеклянный лист" и "второй стеклянный лист" используются для различения между двумя листами в многослойном стекле согласно изобретению. С этими выражениями не связано никакой информации об их геометрическом расположении. Если стеклянный лист согласно изобретению предназначен, например, для того, чтобы, будучи помещенным в проем, например, в автомобиле или здании, отделять внутреннее пространство от внешней среды, то первый стеклянный лист может быть обращен как внутрь, так и к наружной среде.

Функциональное покрытие предпочтительно является прозрачным. При этом "прозрачный" означает проникаемый для электромагнитного излучения, предпочтительно электромагнитного излучения с длинами волн от 300 до 1300 нм, в частности, проникаемый для видимого света. Таким образом, в контексте изобретения под "прозрачным" понимается многослойное стекло с функциональным покрытием, имеющее коэффициент пропускания в диапазоне видимого спектра более 70%. Однако для стекол, которые не находятся в важном для вождения поле зрения водителя, например, для оконных стекол в крыше, пропускание может быть намного меньше, например от 5%.

Если функциональное покрытие применяется для электрообогрева многослойного стекла, оно выполнено как электропроводящее функциональное покрытие, предпочтительно как прозрачное электропроводящее функциональное покрытие.

Электропроводящие функциональные покрытия согласно изобретению известны, например, из DE20/2008 017611 U1, EP 0847965 B1 или WO 2012/052315 A1. Они типично содержат один или несколько функциональных слоев, например, два, три или четыре электропроводящих функциональных слоя. Функциональные слои предпочтительно содержат по меньшей мере один металл, например, серебро, золото, медь, никель и/или хром, или металлический сплав. Особенно предпочтительно функциональные слои содержат по меньшей мере 90 вес.% металла, в частности по меньшей мере 99,9 вес.%. Функциональные слои могут состоять из металла или металлического сплава. Особенно предпочтительно, функциональные слои включают серебро или сплав, содержащий серебро. Такие функциональные слои имеют особенно предпочтительную электропроводность при одновременном высоком пропускании в диапазоне видимого спектра. Толщина функционального слоя предпочтительно составляет от 5 до 50 нм, особенно предпочтительно от 8 до 25 нм. В таком диапазоне толщин функционального слоя получают предпочтительно высокое пропускание в видимом диапазоне спектра и особенно предпочтительную электропроводность.

Обычно между двумя соседними функциональными слоями функционального покрытия находится по меньшей мере один диэлектрический слой. Предпочтительно, другой диэлектрический слой находится ниже первого и/или выше последнего функционального слоя. Диэлектрический слой содержит по меньшей мере один элементарный слой из диэлектрического материала, например, содержащего нитрид, как нитрид кремния, или оксид, как оксид алюминия. Однако диэлектрический слой может также содержать несколько элементарных слоев, например, элементарные слои из диэлектрического материала, выравнивающие слои, адаптирующие слои, блокирующие слои и/или противоотражательные слои. Толщина диэлектрического слоя составляет, например, от 10 до 200 нм.

Такую слоистую структуру обычно получают последовательными операциями осаждения, которые осуществляют способами, использующими вакуум, такими как катодное распыление с поддержкой магнитным полем.

Другие подходящие функциональные покрытия предпочтительно включают оксид индия-олова (ITO), легированный фтором оксид олова ( $\text{SnO}_2:\text{F}$ ) или легированный алюминием оксид цинка ( $\text{ZnO}:\text{Al}$ ).

Функциональное покрытие, используемое как электронагревательный слой, в принципе может быть любым покрытием, которое может вступать в электрический контакт. Если стеклянный лист согласно изобретению должен позволять видеть сквозь него, как, например, в случае оконных стекол, функциональное покрытие предпочтительно является прозрачным.

В одном предпочтительном варианте осуществления функциональное покрытие представляет собой единственный слой или слоистую структуру из нескольких элементарных слоев полной толщиной меньше или равной 2 мкм, особенно предпочтительно меньше или равной 1 мкм.

Предпочтительное функциональное покрытие согласно изобретению, которое используется как электронагревательный слой, имеет поверхностное сопротивление от 0,4 до 10 Ом/кв. В одном особенно предпочтительном варианте осуществления функциональное покрытие согласно изобретению имеет поверхностное сопротивление от 0,5 до 1 Ом/кв. Покрытия с таким поверхностным сопротивлением особенно хорошо подходят для обогрева стекла в автомобилях при типичных бортовых напряжениях от 12 до 48 В или в электромобилях с типичными бортовыми напряжениями до 500 В.

В одном предпочтительном варианте осуществления многослойное стекло согласно изобретению содержит по меньшей мере две шины, предусмотренные для подключения к источнику напряжения, которые соединены с электропроводящим функциональным покрытием, предпочтительно с прозрачным электропроводящим функциональным покрытием, таким образом, чтобы между шинами была образована токовая цепь для тока нагрева.

Шины предпочтительно размещают вдоль верхней и нижней боковых кромок внутренней области электропроводящего функционального покрытия. Длина шины по существу равна длине внутренней области, но может быть также и меньше. На электропроводящем функциональном покрытии можно также разместить более двух шин, предпочтительно в кромочной зоне вдоль двух противоположных боковых кромок внутренней области. Равным образом, можно разместить более двух шин на функциональном покрытии, например, чтобы образовать два или более независимых поля нагрева в функциональном покрытии, или когда шина прерывается или заменяется одной или более зонами без покрытия.

В одном предпочтительном варианте осуществления шина согласно изобретению выполнена как печатная и обожженная проводящая структура. Печатная шина предпочтительно содержит по меньшей мере металл, металлический сплав, соединение металла и/или углерод, особенно предпочтительно благородный металл, в частности, серебро. Печатная паста предпочтительно содержит металлические частицы и/или углерод и, в частности, частицы благородного металла, такие, как частицы серебра. Электрическая проводимость предпочтительно достигается благодаря проводящим частицам. Частицы могут находиться в органической и/или неорганической матрице, такой как пасты или чернила, предпочтительно как печатная паста со стеклянной фриттой.

Ширина первой и второй шины предпочтительно составляет от 2 до 30 мм, особенно предпочтительно от 4 до 20 мм, в частности от 10 до 20 мм. Более тонкие шины ведут к слишком высокому электрическому сопротивлению и, следовательно, к чрезмерному нагреву шины во время работы. Кроме того, более тонкие шины сложно получать способами печати, такими как трафаретная печать. Более толстые шины требуют нежелательно высокого расхода материала. Кроме того, они приводят к слишком большому и неэстетичному ограничению обзора сквозь окно. Длина шины определяется размерами электронагревательного слоя. В случае шины, которая типично выполнена в форме полосы, ее более длинный размер называется длиной, а менее длинный размер называется шириной. Третья или дополнительные шины также могут быть выполнены тоньше, предпочтительно толщиной от 0,6 до 5 мм.

Толщина слоя печатной шины предпочтительно составляет от 5 до 40 мкм, особенно предпочтительно от 8 до 20 мкм и в высшей степени предпочтительно от 8 до 12 мкм. Печатные шины с такими толщинами технически легко получать, и они имеют предпочтительную предельно допустимую токовую нагрузку.

Удельное сопротивление  $\rho_a$  шин предпочтительно составляет от 0,8 до 7,0 мкОм·см, особенно предпочтительно от 1,0 до 2,5 мкОм·см. Шины с удельными сопротивлениями в этом диапазоне технически легко получать, и они имеют предпочтительную предельно допустимую токовую нагрузку.

Альтернативно шина может быть выполнена как полоса электропроводящей пленки. В таком случае шина включает в себя, например, по меньшей мере, алюминий, медь, луженую медь, золото, серебро, цинк, вольфрам и/или олово или их сплавы. Полоса предпочтительно имеет толщину от 10 до 500 мкм, особенно предпочтительно от 30 до 300 мкм. Шины, сделанные из электропроводящих пленок с толщинами в этом диапазоне, технически легко получать, и они имеют предпочтительную предельно допустимую токовую нагрузку. Полоса может быть соединена по току с электропроводящей структурой, например, посредством паяного разъема, электропроводящего клея, или путем прямого наложения.

Функциональное покрытие может простираться по всей поверхности первого стеклянного листа. Однако альтернативно функциональное покрытие может распространяться только на часть поверхности первого стеклянного листа. Функциональное покрытие предпочтительно распространяется на по мень-

шей мере 50%, особенно предпочтительно на по меньшей мере 70% и наиболее предпочтительно по меньшей мере на 90% внутренней поверхности первого стеклянного листа. Функциональное покрытие может иметь одну или несколько зон без покрытия во внутренней области и/или на наружном участке. Эти зоны могут быть проницаемыми для электромагнитного излучения, они известны, например, как окна передачи данных или коммуникационные окна.

Линия электропитания предпочтительно выполнена как гибкий проводник из фольги (плоский провод, плоский полосовой проводник). Под этим понимается проводник тока, ширина которого значительно больше, чем его толщина. Такой проводник из фольги представляет собой, например, полосу или ленту, содержащую или состоящую из меди, луженой меди, алюминия, серебра, золота или их сплавов. Проводник из фольги имеет, например, ширину от 2 до 16 мм и толщину от 0,03 до 0,1 мм. Проводник из фольги может иметь изолирующее, предпочтительно полимерное покрытие, например, на основе полиимида. Проводники из фольги, подходящие для контакта с электропроводящими покрытиями в стеклянных листах, имеют полную толщину, например, всего 0,3 мм. Такие тонкие проводники из фольги можно без труда ввести между отдельными стеклянными листами в термопластичный промежуточный слой. В полосовом проводнике из фольги может находиться несколько проводящих слоев, изолированных по току друг от друга.

Альтернативно, в качестве линии электропитания можно использовать тонкую металлическую проволоку. Металлическая проволока содержит, в частности, медь, вольфрам, золото, серебро или алюминий или сплавы по меньшей мере двух этих металлов. Сплавы могут также содержать молибден, рений, осмий, иридий, палладий или платину.

Изобретение относится также к применению полученного способом по изобретению многослойного стекла с функциональным покрытием в зданиях, в частности, в зонах общественного пользования, в окнах, крышах или фасадах, как встроенные детали в мебель и приборы, в транспортных средствах для перемещения по земле, воздуху или воде, в частности, в поездах, кораблях и автомобилях, например, в качестве лобового стекла, заднего стекла, бокового стекла и/или стекла в крыше.

Далее изобретение подробнее поясняется на чертежах и примерах осуществления. Чертежи являются схематическими и выполнены без соблюдения масштаба. Чертежи никоим образом не ограничивают изобретение.

Показано:

фиг. 1А - схематическое перспективное изображение устройства согласно изобретению для осуществления способа по изобретению;

фиг. 1В - вид в сечении по линии E-E' базового стеклянного листа 1' с фиг. 1А;

фиг. 1С - альтернативное устройство согласно изобретению для осуществления способа по изобретению в виде в сечении базового стеклянного листа 1' с фиг. 1А по линии E-E';

фиг. 2 - детализированная блок-схема одного варианта осуществления способа по изобретению;

фиг. 3А - вид в сечении по линии F-F' первого стеклянного листа 1 с фиг. 1А после этапа (b) способа по изобретению;

фиг. 3В - вид в сечении по линии F-F' первого стеклянного листа 1 с фиг. 1А после этапа (c) способа по изобретению;

фиг. 4А - вид сверху одного варианта осуществления многослойного стекла с функциональным покрытием согласно изобретению;

фиг. 4В - сечение по линии В-В' многослойного стекла согласно изобретению, показанного на фиг. 4А;

фиг. 5А - вид сверху альтернативного варианта осуществления многослойного стекла с функциональным покрытием согласно изобретению;

фиг. 5В - сечение по линии разреза А-А' многослойного стекла с фиг. 5А;

фиг. 6А - вид сверху другого варианта осуществления многослойного стекла с функциональным покрытием согласно изобретению;

фиг. 6В - вид в сечении по линии В-В' многослойного стекла согласно изобретению, показанного на фиг. 6А;

фиг. 7А - вид сверху другого варианта осуществления многослойного стекла с функциональным покрытием согласно изобретению;

фиг. 7В - вид в сечении по линии С-С' многослойного стекла согласно изобретению, показанного на фиг. 7А;

фиг. 8А - вид сверху другого варианта осуществления многослойного стекла с функциональным покрытием согласно изобретению;

фиг. 8В - вид в сечении по линии D-D' многослойного стекла согласно изобретению, показанного на фиг. 8А.

Фиг. 1А показывает схематическое перспективное изображение устройства 30 согласно изобретению для осуществления способа по изобретению. Устройство 30 содержит режущий инструмент 18 для вырезания первого стеклянного листа 1 из большего стеклянного листа, который далее будет называться базовым стеклянным листом 1'. Функциональное покрытие 3 находится на базовом листе 1'.

Фиг. 1В показывает вид устройства 30 согласно изобретению с фиг. 1А в поперечном разрезе секущей плоскостью, проходящей параллельно линии разреза E-E' и перпендикулярной базовому стеклянному листу 1'.

Режущим инструментом 18 в этом примере является режущий диск 16, выполненный из твердого металла. Разумеется, можно также использовать и другие режущие инструменты 18, такие как алмазная игла или лазер. Следует понимать также, что режущий инструмент 18 в случае, когда базовый стеклянный лист 1' сделан из стекла, только надрезает или надрубает его, и затем первый стеклянный лист 1 выгибают из базового стеклянного листа 1', например, прикладывая небольшую механическую нагрузку.

Устройство 30 содержит также устройство 17 для удаления покрытия, чтобы создать не содержащую покрытия область 9.1 в функциональном покрытии 3. В данном примере устройство 17 для удаления покрытия является, например, лазерным лучом 15. Лазерный луч 15 направляют на функциональное покрытие 3 на поверхности III базового стеклянного листа 1'. В этом месте функциональное покрытие 3 снимается под действием лазерного луча 15, например, в результате испарения.

Конечно, в качестве устройства 17 для удаления покрытия можно использовать шлифовальный круг или другой подходящий инструмент.

Кроме того, устройство 30 согласно изобретению содержит передвижное устройство 19, с помощью которого можно перемещать режущий инструмент 18 и устройство 17 для удаления покрытия. В данном примере передвижное устройство 19 представляет собой двухкоординатный стол 20, который одновременно смещает инструменты 18, 19 в плоскости базового стеклянного листа 1'. В качестве передвижного устройства 19 можно использовать также любое другое подходящее устройство, например, многоосный манипулятор или робот.

Аналогично, устройство 17 для удаления покрытия и, в частности, лазер, может быть установлено на другой стороне базового стеклянного листа 1', чтобы лазерный луч 15 проходил через первый стеклянный лист 1 и только затем падал на функциональное покрытие 3. Эта конфигурация особенно выгодна тем, что испарившийся материал функционального покрытия 3 не может попасть на траекторию лазерного луча 15, так что луч не рассеивается и не ослабляется и достигается более высокая точность структурирования.

Фиг. 1С показывает альтернативный вариант осуществления устройства по изобретению для осуществления способа по изобретению. В этом случае устройство 17 для удаления покрытия является лазером, который, в отличие от фиг. 1В, размещен на противоположной от режущего инструмента 18 стороне базового стеклянного листа 1', так что лазерный луч проходит через первый стеклянный лист 1 и только затем падает на функциональное покрытие 3. Предпочтительно режущий диск 16 режущего инструмента 18 охлаждается вместе с частью функционального покрытия 3 охлаждающей жидкостью 21, например, смазочно-охлаждающей жидкостью, которая смачивает по меньшей мере один участок функционального покрытия 3. Предпочтительно, лазерный луч 15 проходит через первый стеклянный лист 1 на функциональное покрытие 3, которое смачивается охлаждающей жидкостью 21 на стороне, противоположной первому стеклянному листу 1. При этом лазерный луч 15 может проводиться непосредственно рядом с точкой контакта между режущим диском 16 и функциональным покрытием 3 или направляется по следу, который остается за охлаждающей жидкостью на функциональном покрытии 3 после обработки режущим диском 16. Эта конфигурация особенно выгодна тем, что испаренный материал функционального покрытия 3 связывается охлаждающей жидкостью 21 и, следовательно, не может диффундировать через систему или осаждаться на соседних участках функционального покрытия 3. Обычно охлаждающую жидкость 21, остающуюся на поверхности первого стеклянного листа 1, смывают на другом технологическом этапе и, таким образом, удаляется также снятый материал функционального покрытия 3, увлеченный в охлаждающую жидкость 21.

Фиг. 2 показывает блок-схему примера осуществления предлагаемого изобретением способа получения многослойного стекла 100 с функциональным покрытием 3.

На этапе (а) наносят функциональное покрытие 3 на поверхность III базового стеклянного листа 1', например, катодным напылением.

На этапе (b) первый стеклянный лист 1 вырезают из базового стеклянного листа 1' режущим инструментом 18 или надрезают, и устройством 17 для удаления покрытия создают в функциональном покрытии 3 по меньшей мере одну периферийную не содержащую покрытия область 9.1 в форме рамки, причем на первом стеклянном листе 1 внутренняя область 11 функционального покрытия 3 полностью отделена от наружного участка 10.1 функционального покрытия 3, чтобы внутренняя область 11 не граничила с боковой кромкой 6 первого стеклянного листа 1.

На этапе (с) поверхность III первого стеклянного листа 1 с функциональным покрытием 3 склеивают термопластичным промежуточным слоем 4 с поверхностью II второго стеклянного листа 2.

Фиг. 3А показывает первый стеклянный лист 1 после технологического этапа (b) в виде в сечении по линии F-F'. В не содержащей покрытия области 9.1 функциональное покрытие 3 полностью удалено на ширину  $d_1$ . Таким образом, функциональное покрытие 3 разделено на внутреннюю область 11 и наружный участок 10.1. Это значит, что больше не имеется контакта между материалом функционального покрытия 3 во внутренней области 11 и материалом наружного участка 10.1.

Затем на этапе (с) первый стеклянный лист 1 соединяют со вторым стеклянным листом 2 посредством термопластичного промежуточного слоя 4, применяя обычные способы ламинирования, например, в автоклаве. Фиг. 3В показывает ламинированное многослойное стекло 100, которое было получено способом согласно изобретению.

Фиг. 4А показывает в виде сверху иллюстративный вариант осуществления предлагаемого изобретением многослойного стекла 100 с функциональным покрытием 3. Фиг. 4В показывает вид в сечении по линии В-В' многослойного стекла 100 согласно изобретению, показанного на фиг. 4А. Многослойное стекло 100 содержит первый стеклянный лист 1, второй стеклянный лист 2 и термопластичный промежуточный слой 4, который соединяет поверхность III первого стеклянного листа 1 с поверхностью II второго стеклянного листа 2 по поверхности. Первый лист 1 и второй лист 2 выполнены, например, из известково-натриевого стекла. Толщина первого стеклянного листа 1 составляет, например, 1,6 мм, а толщина второго стеклянного листа 2 составляет 2,1 мм. Термопластичный промежуточный слой 4 выполнен, например, из поливинилбутирала (PVB) и имеет толщину 0,76 мм. Многослойное стекло 100 имеет, например, размер 1 м × 1 м.

На поверхности III первого стеклянного листа 1 нанесено функциональное покрытие 3 из прозрачного электропроводящего материала, которое может служить, например, как слой, отражающий ИК-излучение или как электронагревательный слой. Функциональное покрытие 3 представляет собой слоистую систему, которая включает, например, три электропроводящих слоя из серебра, отделенные друг от друга диэлектрическими слоями.

Функциональное покрытие 3 распространяется, например, на всю поверхность III первого стеклянного листа 1 за исключением не содержащей покрытия области 9.1 в форме рамки, которая полностью отделяет внутреннюю область 11 функционального покрытия 3 от наружного участка 10.1 функционального покрытия 3. Это означает, что внутренняя область 11 не примыкает к боковой кромке 6 первого стеклянного листа 1. В показанном примере периферийная, не содержащая покрытия область 9.1 в форме рамки представляет собой линию без покрытия, замыкающуюся в форме прямоугольника, в данном случае квадрата шириной  $d_1$ , который по всему периметру смещен внутрь стеклянного листа на расстояние  $b_1$  от боковой кромки 6 многослойного стекла 100. В данном примере расстояние  $b_1$  представляет собой ширину наружного участка 10.1 и составляет, например, 5 мм. Ширина  $d_1$  не содержащей покрытия области 9.1 является, например, постоянной и составляет, например, 300 мкм. Эта конфигурация предотвращает примыкание внутренней области 11 функционального покрытия 3 к боковой кромке 6 первого стеклянного листа 1. Таким образом, в многослойном стекле 100 предотвращается прямой доступ функционального покрытия 3 в атмосферу снаружи многослойного стекла 100. В результате ламинирования первого стеклянного листа 1 и второго стеклянного листа 2 с промежуточным слоем 4 не содержащая покрытия область 9.1 полностью заполняется материалом промежуточного слоя 4, и внутренняя область 11 герметично изолируется. Таким образом, функциональное покрытие 3 во внутренней области 11 эффективно защищено от влаги и, тем самым, от коррозии. Проведенные авторами изобретения исследования неожиданно выявили, что ширины  $d_1$  всего 30 мкм достаточно для защиты от коррозии функционального покрытия 3 во внутренней области 11. Конечно, в функциональном покрытии 3 могут иметься и другие участки, не содержащие покрытия, во внутренней области 11 или на наружном участке 10.1, что не имеет негативных последствий для вышеописанного эффекта защиты от коррозии согласно изобретению. Узкая не содержащая покрытия область 9.1 может быть получена, например, путем удаления покрытия с функционального покрытия 3 лазером. Это особенно выгодно тем, что многослойное стекло 100 согласно изобретению можно получить быстро и экономично.

Фиг. 5А показывает в виде сверху альтернативный вариант осуществления многослойного стекла 101 согласно изобретению. Фиг. 5В показывает вид многослойного стекла с фиг. 5А в поперечном сечении по линии А-А'. Основная структура многослойного стекла 101 с точки зрения материалов и размеров соответствует многослойному стеклу 100 согласно изобретению, показанному на фиг. 4А и 4В. Многослойное стекло 101 также имеет функциональное покрытие 3, которое находится на поверхности III первого стеклянного листа 1.

В отличие от многослойного стекла 100 согласно изобретению, показанного на фиг. 4А и 4В, многослойное стекло 101 имеет в кромочной зоне 12 первого стеклянного листа 1 не содержащую покрытия область 9.1 шириной  $d_1$  15 мм, которая простирается вплоть до кромки 6 стеклянного листа. Другими словами, многослойное стекло 101 не имеет наружного участка 9.1 с функциональным покрытием 3.

Фиг. 6А показывает в виде сверху альтернативный вариант осуществления многослойного стекла 100 согласно изобретению с функциональным покрытием 3. Фиг. 6В показывает вид многослойного стекла 100 по изобретению, показанного на фиг. 6А, в сечении по линии В-В'. Структура многослойного стекла 100 с фиг. 6А и фиг. 6В в основном соответствует структуре многослойного стекла 100 с фиг. 4А и 4В, поэтому ниже будут описаны только различия между этими двумя многослойными стеклами 100.

Как и в примере с фиг. 4А функциональное покрытие 3 распространяется на всю поверхность III первого стеклянного листа 1, кроме периферийной, не содержащей покрытия области 9.1 в форме рамки, которая полностью отделяет внутреннюю область 11 функционального покрытия 3 от наружного участка 10.1 функционального покрытия 3, так что внутренняя область 11 не граничит с боковой кромкой 6 пер-

вого стеклянного листа 1. В отличие от фиг. 4А в примере, показанном на фиг. 6А, не содержащая покрытия область 9.1 образована в виде полос, которые идут параллельно боковым кромкам 6 первого стеклянного листа 1. Эти полосы пересекаются в угловых участках первого стеклянного листа 1. Эти пересекающиеся полосы образуют периферийную рамочную область, соответствующую не содержащей покрытия области 9.1, и полностью отделяют функциональное покрытие 3 от боковой кромки 6 первого стеклянного листа 1. Таким образом, в готовом многослойном стекле 100 функциональное покрытие 3 во внутренней области герметично изолировано от окружения многослойного стекла 100 и защищено от проникновения влаги снаружи. В отличие от примера осуществления, показанного на фиг. 4А, не содержащая покрытия область 9.1 на фиг. 6А имеет продлевающие элементы 22, которые в угловых участках первого стеклянного листа продлевают не содержащую покрытия область 9.1 до боковой кромки 6. Поскольку эта область также будет герметично изолирована после ламинирования с термопластичным промежуточным слоем 4, влага и в этом случае не сможет достичь функционального покрытия 3 во внутренней области 11. Не содержащие покрытия области 9.1, образованные из таких параллельных полос, особенно просто получать с точки зрения технологии производства, например, путем параллельного протравливания устройства для удаления покрытия, например, лазера, для снятия покрытия в области 9.1, до другого устройства, которое вырезает первый стеклянный лист 1 из более крупного базового стеклянного листа или надсекает его для отделения.

Фиг. 7А показывает в виде сверху альтернативный вариант осуществления многослойного стекла 100 согласно изобретению, содержащего функциональное покрытие 3. Фиг. 7В показывает многослойное стекло 100 с фиг. 7А в виде сечения по линии С-С. Структура многослойного стекла 100 с фиг. 7А и 7В в основном соответствует структуре многослойного стекла 100 с фиг. 6А и 6В, поэтому в дальнейшем будут описаны только различия между этими двумя многослойными стеклами 100. Позиции 10.1 и 10.2 относятся к наружному участку.

Многослойное стекло 100, показанное в данном примере имеет, помимо не содержащей покрытия области 9.1, другие не содержащие покрытия области 9.2, которые в форме рамки окружают не содержащую покрытия область 9.1. Не содержащая покрытия область 9.2 имеет, например, ширину  $d_2$  100 мкм и отстоит от не содержащей покрытия области 9.1 на расстояние  $b_2$  2 мм. Обе не содержащие покрытия области 9.1, 9.2 образованы полосами, параллельными боковой кромке 6 первого стеклянного листа 1, которые пересекаются в углах первого стеклянного листа 1 и имеют продлевающие элементы 22. Это означает, что внутренняя область 11 функционального покрытия 3 первого стеклянного листа 1 отделена от боковой кромки 6, по меньшей мере, не содержащей покрытия областью 9.1 шириной  $d_1$  и не содержащей покрытия областью 9.2 шириной  $d_2$ . В готовом многослойном стекле 1 это приводит к более широкому и, таким образом, лучшему отделению внутренней области 11 от атмосферы, окружающей многослойное стекло 100 и, следовательно, к лучшей защите от влаги и, тем самым, от коррозии.

Фиг. 8А показывает в виде сверху другой пример осуществления многослойного стекла 100 по изобретению с функциональным покрытием 3 в форме электронагревательного слоя. Многослойное стекло 100 содержит первый стеклянный лист 1 и второй стеклянный лист 2, которые соединены друг с другом термопластичным промежуточным слоем 4. Многослойное стекло 100 представляет собой, например, стекло для транспортного средства, в частности лобовое стекло легкового автомобиля. Предполагается, например, что первый стеклянный лист 1 в установленном положении будет обращен внутрь. Первый лист 1 и второй лист 2 сделаны из известково-натриевого стекла. Толщина первого стеклянного листа 1 составляет, например, 1,6 мм, а толщина второго стеклянного листа 2 составляет 2,1 мм. Термопластичный промежуточный слой 4 состоит из поливинилбутирала (PVB) и имеет толщину 0,76 мм. На внутренней поверхности III первого стеклянного листа 1 находится функциональное покрытие 3, являющееся электропроводящим, его можно использовать как электронагревательный слой.

Функциональное покрытие 3 является многослойной системой, которая включает, например, три электропроводящих слоя из серебра, отделенные друг от друга диэлектрическими слоями. Когда ток течет через это электропроводящее функциональное покрытие 3, покрытие нагревается из-за его электрического сопротивления и выделения джоулева тепла. Таким образом, функциональное покрытие 3 можно применять для активного нагрева многослойного стекла 100.

Функциональное покрытие 3 простирается, например, на всю поверхность III первого стеклянного листа 1, кроме не содержащей покрытия периферийной рамочной области 9.1 шириной  $d_1$  100 мкм. Не содержащая покрытия область 9.1 смещена внутрь стеклянного листа на расстояние  $b_1$ , например 5 мм от края 6 листа. В данном примере не содержащая покрытия область 9.1 несет две технические функции: она служит для электрической изоляции между кузовом машины и функциональным покрытием 3, находящимся под напряжением, когда оно нагревается током. Кроме того, не содержащая покрытия область 9.1 герметично изолирована в результате склеивания с промежуточным слоем 4 и защищает функциональное покрытие 3 во внутренней области 11 от повреждений и влаги и, тем самым, от коррозии.

Для электрического контакта функционального покрытия 3, служащего электронагревательным слоем, на функциональном покрытии 3 размещают первую шину 5.1 в нижней кромочной зоне и вторую шину 5.2 в верхней кромочной зоне внутренней области 11. Шины 5.1, 5.2 содержат, например, частицы серебра и были нанесены способом трафаретной печати и затем подвергнуты обжигу. Длина шин 5.1, 5.2

примерно соответствует размеру внутренней области 11 функционального покрытия 3.

Когда на шины 5.1 и 5.2 подается электрическое напряжение, через электропроводящее функциональное покрытие 3 между шинами 5.1,5.2 течет однородный ток. Приблизительно по центру каждой шины 5.1,5.2 находится подвод 7. Подвод 7 является проводником из фольги, который сам по себе известен. Подвод 7 соединен по току с шинами 5.1, 5.2 через контактную поверхность, образованную, например, с использованием паяного соединения, электропроводящего адгезива или просто наложением и придавливанием, внутри многослойного стекла 100. Проводник из фольги содержит, например, луженую медную фольгу шириной 10 мм и толщиной 0,3 мм. Через подвод 7 шины 5.1, 5.2 соединены соединительными кабелями 13 с источником напряжения 14, который обеспечивает типичное для автомобилей бортовое напряжение, предпочтительно от 12В до 15В, например примерно 14В. Альтернативно, источник напряжения 14 может также иметь более высокое напряжение, например, от 35В до 50В, в частности 42В или 48В.

Само собой разумеется, функциональное покрытие 3 может также, в дополнение к функции нагрева, нести и другие функции, например, отражение инфракрасного излучения, или иметь низкий коэффициент излучения.

В многослойном стекле 100 примерно в центре ширины стеклянного листа устроена зона 8 без покрытия. Зона 8 без покрытия не содержит электропроводящего материала функционального покрытия 3. При этом не имеющая покрытия зона 8, например, полностью окружена функциональным покрытием 3. Альтернативно, не имеющая покрытия зона 8 может быть устроена на краю функционального покрытия 3. Площадь не содержащей покрытия зоны 8 составляет, например, 1,5 дм<sup>2</sup>. На своем нижнем конце зона 8 без покрытия граничит с дополнительной шиной 5.3, которая окаймляет зону 8 снизу. Зона 8 без покрытия служит, например, как коммуникационное окно, окошко датчика или камеры.

Шины 5.1, 5.2, 5.3 в показанном примере имеют постоянную толщину, например, около 10 мкм, и постоянное удельное сопротивление, например, 2,3 мкОм·см.

Многослойные стекла 100,101, полученные способом согласно изобретению, подвергали обычным испытаниям на коррозию:

а) испытание на влагостойкость при температуре 70°C и относительной влажности 100% в течение 300 ч, а также

б) климатическое испытание с 20 циклами продолжительностью 12 ч каждый при относительной влажности воздуха 85% и перепаде температур от 85 до -40°C,

с) испытания на стойкость к соляному туману при температуре 35°C в течение 960 ч с водным раствором хлорида натрия.

Все многослойные стекла 100, 101, полученные в соответствии с изобретением, демонстрируют очень хорошую коррозионную стойкость в вышеупомянутых испытаниях на коррозию.

#### Список позиций

- 1 - первый стеклянный лист
- 2 - второй стеклянный лист
- 3 - функциональное покрытие
- 4 - термопластичный промежуточный слой
- 5.1, 5.2, 5.3 - шина
- 6 - боковая кромка первого стеклянного листа 1
- 7 - подвод питания
- 8 - зона без покрытия, коммуникационное окно
- 9.1, 9.2 - не содержащая покрытия область
- 10.1, 10.2 - наружный участок
- 11 - внутренняя область
- 12 - кромочная зона
- 13 - соединительный кабель
- 14 - источник напряжения
- 15 - лазерный луч
- 16 - режущий диск
- 17 - устройство для удаления покрытия
- 18 - режущий инструмент
- 19 - передвижное устройство
- 20 - двухкоординатный стол
- 21 - охлаждающая жидкость
- 22 - продлевающий элемент
- 30 - устройство согласно изобретению
- 100, 101 - многослойное стекло согласно изобретению
- II - поверхность второго стеклянного листа 2
- III - внутренняя поверхность первого стеклянного листа 1
- IV - наружная поверхность первого стеклянного листа 1

A-A', B-B', C-C', D-D', E-E', F-F' - линии сечения  
 b1, b2 - ширина наружного участка 10.1, 10.2  
 d1, d2 - ширина не содержащей покрытия области 9.1, 9.2  
 x, y - направление

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ получения многослойного стекла (100), имеющего функциональное покрытие (3), включающий:

(а) нанесение функционального покрытия (3) по меньшей мере на часть поверхности (III) базового стеклянного листа (1'),

(б) вырезание из базового стеклянного листа (1') первого стеклянного листа (1) и одновременное формирование по меньшей мере одной не содержащей покрытия области (9.1, 9.2) в функциональном покрытии (3), причем не содержащая покрытия область целиком окружает внутреннюю область (11) функционального покрытия (3) и отделяет внутреннюю область (11) от наружного участка (10.1, 10.2), причем внутренняя область (11) и не содержащая покрытия область (9.1, 9.2) расположены частично или полностью внутри наружного участка (10.1, 10.2), и

(с) соединение поверхности (III) первого стеклянного листа (1), имеющей функциональное покрытие (3), с поверхностью (II) второго стеклянного листа (2) с помощью термопластичного промежуточного слоя (4),

причем для формирования не содержащей покрытия области (9.1, 9.2) применяют устройство (17) для удаления покрытия лазерным лучом (15), а для вырезания применяют режущий инструмент (18) с режущим диском (16) и охлаждающей жидкостью (21),

причем на этапе (б) режущий диск (16) направляют непосредственно на покрытую поверхность (III) первого стеклянного листа (1) и лазерный луч (15) выпускают в первый стеклянный лист (1) через поверхность (IV), противоположную покрытой поверхности (III) первого стеклянного листа (1), и проводят через первый стеклянный лист (1) на функциональное покрытие (3),

причем режущий инструмент (18) и устройство (17) для удаления покрытия перемещают одновременно и лазерный луч (15) направляют на функциональное покрытие (3) в область, покрытую охлаждающей жидкостью (21).

2. Устройство (30) для осуществления способа по п.1, содержащее

режущий инструмент (18) для вырезания или надрезания первого стеклянного листа (1) из базового стеклянного листа (1'),

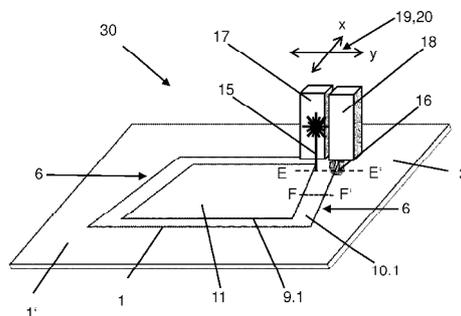
устройство (17) для удаления покрытия для формирования не содержащей покрытия области (9.1, 9.2) в функциональном покрытии (3) на базовом стеклянном листе (1') и

передвижное устройство (19) для перемещения режущего инструмента (18) и устройства (17) для удаления покрытия,

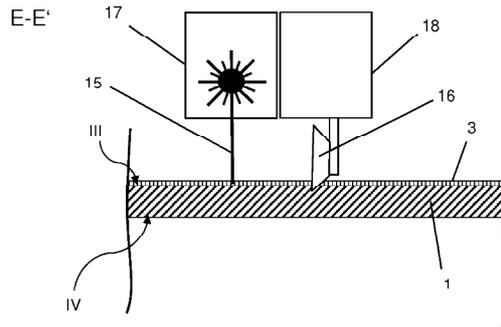
причем режущий инструмент (18) охлаждается охлаждающей жидкостью (21) и содержит режущий диск (16) или алмазный наконечник, а устройство (17) для удаления покрытия содержит лазерный луч (15),

причем устройство (17) для удаления покрытия и режущий инструмент (18) размещены на противоположных сторонах плоскости, в которой размещен базовый стеклянный лист (1').

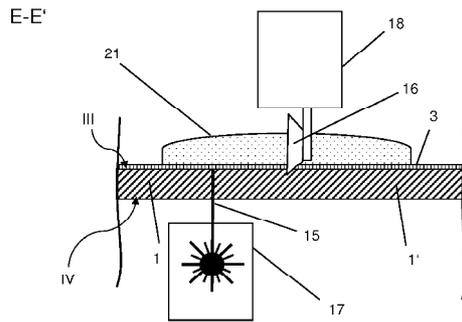
3. Устройство (30) по п.2, причем передвижное устройство (19) содержит робот или многоосный манипулятор, или двухкоординатный стол (20).



Фиг. 1А



Фиг. 1В



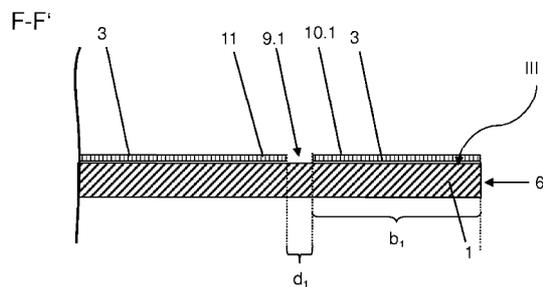
Фиг. 1С

Нанесение функционального покрытия (3) на поверхность (III) базового стеклянного листа (1'), например, катодным напылением

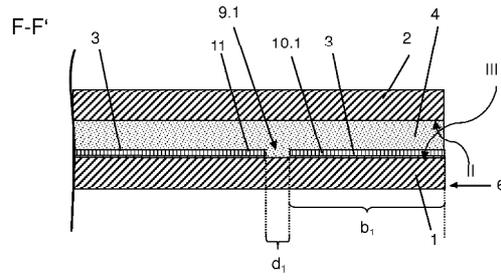
Выделение первого стеклянного листа (1) из базового стеклянного листа (1') режущим инструментом (18) и создание в функциональном покрытии (3) по меньшей мере одной периферийной не содержащей покрытия области (9.1) в виде рамки с помощью устройства (17) для удаления покрытия, причем внутренняя область (11) функционального покрытия (3) полностью отделена от наружного участка (9.1) функционального покрытия (3), так что внутренняя область (11) не примыкает к боковой кромке (6) первого стеклянного листа (1)

Соединение несущей функциональное покрытие поверхности (III) первого стеклянного листа (1) с поверхностью (II) второго стеклянного листа (2) посредством термопластичного промежуточного слоя (4) под действием тепла, вакуума и/или давления

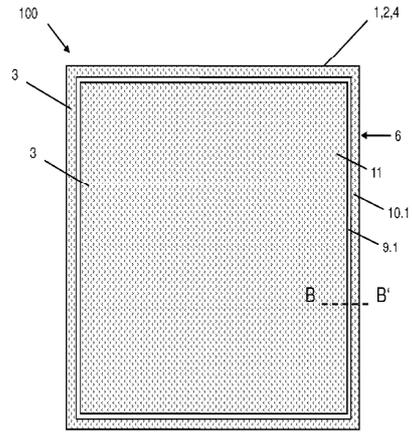
Фиг. 2



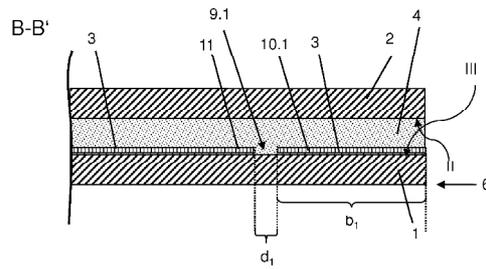
Фиг. 3А



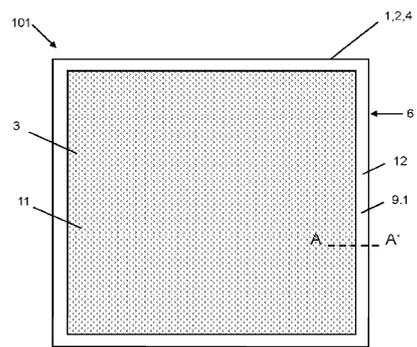
Фиг. 3В



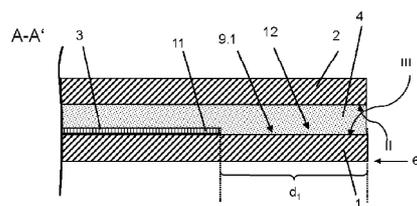
Фиг. 4А



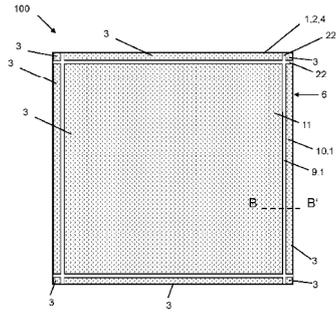
Фиг. 4В



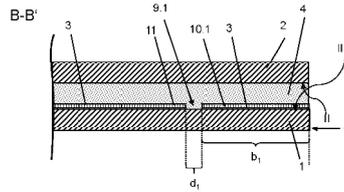
Фиг. 5А



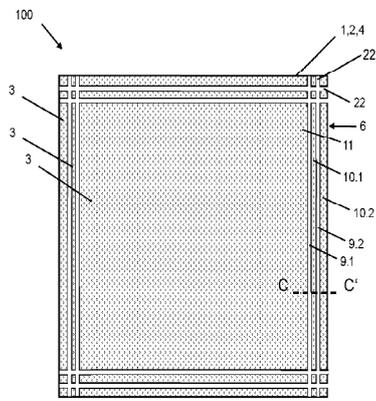
Фиг. 5В



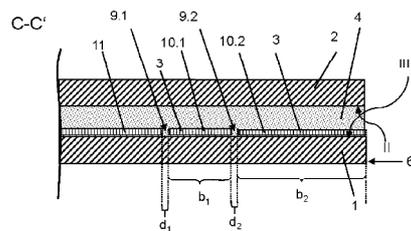
Фиг. 6А



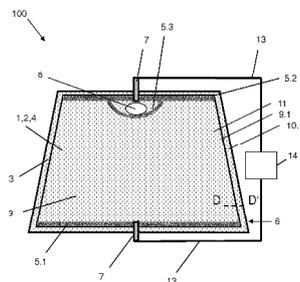
Фиг. 6В



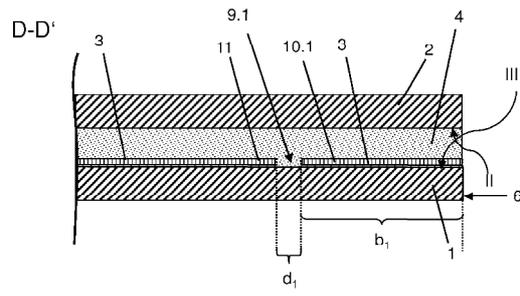
Фиг. 7А



Фиг. 7В



Фиг. 8А



Фиг. 8B

