

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 202291157 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2022.07.29(22) Дата подачи заявки
2020.10.02(51) Int. Cl. *E06B 3/66* (2006.01)
B32B 17/06 (2006.01)
B32B 17/10 (2006.01)
E06B 5/16 (2006.01)

(54) ОГНЕСТОЙКОЕ ВАКУУМНОЕ ИЗОЛЯЦИОННОЕ ОСТЕКЛЕНИЕ

(31) 19204182.0; 20174653.4

(32) 2019.10.18; 2020.05.14

(33) EP

(86) PCT/EP2020/077749

(87) WO 2021/073904 2021.04.22

(71) Заявитель:

АГК ГЛАСС ЮРОП (BE); АГК ИНК.
(JP); АГК ФЛЭТ ГЛАСС НОРС
АМЕРИКА, ИНК. (US); АГК ВИДРОС
ДО БРАЗИЛ ЛТДА (BR)

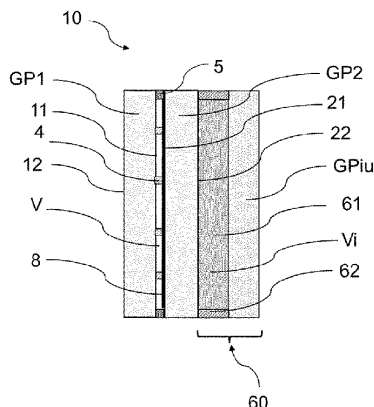
(72) Изобретатель:

Мати Бертран, Леско Томас, Жанфилс
Жульен (BE)

(74) Представитель:

Квашнин В.П. (RU)

- (57) Изобретение относится к узлу огнестойкого вакуумного изоляционного остекления, содержащему:
- i) по меньшей мере один блок вакуумного изоляционного остекления, содержащий: а) первую стеклянную панель GP1, имеющую внутреннюю поверхность панели и наружную поверхность панели, и вторую стеклянную панель GP2, имеющую внутреннюю поверхность панели и наружную поверхность панели; б) набор отдельных подпорок, которые расположены между первой и второй стеклянными панелями, поддерживая расстояние между первой и второй стеклянными панелями; с) герметично соединяющее уплотнение, уплотняющее расстояние между первой и второй стеклянными панелями по их периметру; d) внутренний объем V, определенный первой и второй стеклянными панелями и закрытый герметично соединяющим уплотнением, в котором имеется вакуум с абсолютным давлением менее 0,1 мбар, и при этом внутренние поверхности панелей обращены к внутреннему объему V; и ii) по меньшей мере один блок вспучивания, содержащий слой вспучивающегося материала; стеклянную панель GPiу блока вспучивания; периферийную распорку блока вспучивания, проходящую по периметру стеклянной панели блока вспучивания, при этом стеклянная панель блока вспучивания и периферийная распорка блока вспучивания определяют объем Vi блока вспучивания, окружающий слой вспучивающегося материала, и при этом слой вспучивающегося материала и периферийная распорка блока вспучивания обращены к одной из наружных поверхностей панели, представляющей собой первую или вторую стеклянную панель.



A1

202291157

202291157

A1

ОГНЕСТОЙКОЕ ВАКУУМНОЕ ИЗОЛЯЦИОННОЕ ОСТЕКЛЕНИЕ

1. ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

Настоящее изобретение относится к огнестойким остеклениям с улучшенными тепловыми характеристиками.

2. ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Огнестойкие остекления хорошо известны в данной области техники и проектируются в соответствии с четко определенными спецификациями, включая такие стандарты, как европейские стандарты EN 1363-1 и 1364-1 для стен или 1634-1 для дверей и окон. Разумеется, эти характеристики направлены на свойства огнестойкости, но должны быть добавлены дополнительные технические характеристики для удовлетворения требований пользователей и/или режимов производства.

Один из способов создания огнестойкого остекления состоит в том, чтобы собрать несколько панелей из стекла, разделенных слоями вспучивающихся материалов. Вес и толщина огнестойких остеклений могут быть большими в зависимости от требуемого уровня характеристик огнестойкости, определяющего количество стеклянных панелей и слоев вспучивающегося материала. Последние наиболее часто состоят из гидросиликатов щелочных металлов, но в качестве альтернативы могут использоваться органические гидрогели, как описано, например, в документе WO2014190444. Эти материалы под воздействием тепла расширяются, образуя непрозрачную для инфракрасного излучения пену, которая удерживает стеклянные стенки на месте, даже если последние под действием тепла разрушаются.

Использование гидросиликатов щелочных металлов в производстве огнестойких остеклений в основном осуществляется согласно двум различным способам.

В первом способе, известном как «процесс сушки», слой вспучивающегося материала получают нанесением растворов этих силикатов на стеклянную панель и проведением более или менее продолжительного этапа сушки до получения твердого слоя. Несколько слоев узлов / стеклянных панелей могут быть соединены друг с другом для получения продуктов с требуемыми характеристиками огнестойкости. Последний образованный слой силиката покрывают заключительной стеклянной панелью.

Второй способ, известный как «процесс отливки на месте», относится к продуктам, в которых силикатный раствор модифицируют путем добавления продуктов, определяемых как «отвердители», «сшивающие вещества» или еще каким-либо образом. Такие способности обычно относятся к продуктам, которые способствуют гелеобразованию силикатного раствора. Их тщательно выбирают, чтобы после их добавления к силикатному раствору последний, оставленный в покое, самопроизвольно отвердевал в течение относительно короткого времени без необходимости проведения этапа сушки.

Для этих продуктов перед образованием геля раствор и его возможные добавки заливают в полость между двумя стеклянными панелями. Стеклянные панели соединяют по периферии распоркой, которая удерживает их на расстоянии друг от друга и вместе с двумя стеклянными панелями определяет герметичную полость, в которую заливают раствор. Огнестойкие остекления, полученные с помощью этого второго способа, содержат периферийную распорку, окружающую вспучивающийся слой, и, следовательно, слой вспучивающегося материала не проходит к краям стеклянных панелей.

Продукты, полученные с помощью этого второго способа, обычно характеризуются более толстыми вспучивающимися слоями, имеющими более высокое содержание воды. Следовательно, одним недостатком является плохая устойчивость к низким и высоким температурам полученных продуктов. При низкой температуре, такой как -10°C и менее, обычные огнестойкие материалы (гидросиликаты щелочных металлов) замерзают, что приводит к необратимому нарушению их оптических свойств (появлению пузырьков, трещин) и т. д. При высокой температуре, такой как 40°C и более, стойкость вспучивающихся слоев с высоким содержанием воды склонна ухудшаться, и вспучивающиеся слои склонны оседать под собственным весом, тем самым деформируя огнестойкое остекление. Кроме того, при таких высоких температурах оптические свойства вспучивающихся слоев могут изменяться из-за старения. Следовательно, использование таких огнестойких остеклений ограничено наружными применениями.

Для защиты вспучивающихся материалов от низкой температуры к вспучивающимся материалам обычно добавляют материалы, предохраняющие от замерзания, такие как этиленгликоль или глицерин. Однако их концентрацию необходимо ограничивать, так как их присутствие существенно изменяет характеристики огнестойкости. Как следствие

этого ограничения, использование огнестойких остеклений, полученных способом литья на месте, остается ограниченным при низких температурах.

В настоящее время, чтобы реагировать на изменение климата, текущая рыночная тенденция заключается в повышении тепловых характеристик зданий, важной частью которых является остекление. Следовательно, существует потребность в разработке огнестойких остеклений, демонстрирующих улучшенные тепловые характеристики.

Одним из решений повышения тепловых характеристик является включение огнестойкого остекления в систему двойного остекления. Однако такие системы вызывают ряд технических проблем.

10 Первая проблема при проектировании огнестойкого остекления в виде двойного остекления заключается в том, что это еще больше увеличивает общую толщину и вес остекления. Поэтому становится еще сложнее обрабатывать и обрамлять это остекление.

Более того, конструкция огнестойкого двойного остекления по определению требует использования периферийной распорки двойного остекления. Однако обычные периферийные распорки двойного остекления не являются предпочтительными в огнестойких применениях, где требуются специальные распорки, которые должным образом противостоят условиям пожара, например, распорки из нержавеющей стали. Такие распорки демонстрируют плохую теплоизоляцию и, следовательно, существенно снижают общие тепловые характеристики окна.

20 Было обнаружено, что проектирование огнестойкого остекления в виде двойного остекления не обеспечивает необходимую тепловую защиту слоя вспучивающегося материала.

С другой стороны, вакуумное изоляционное остекление является современной технологией на рынке высокоизоляционных окон. Блоки вакуумного изоляционного остекления рекомендуются из-за их высокоэффективной теплоизоляции. Блок вакуумного изоляционного остекления обычно состоит из по меньшей мере двух стеклянных панелей, разделенных внутренним пространством, в котором был создан вакуум. Как правило, для достижения высокоэффективной теплоизоляции (коэффициент теплопередачи U составляет $U < 1,2 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$) абсолютное давление внутри блока остекления обычно составляет 0,1 мбар или меньше, и, как правило, по меньшей мере одна из двух стеклянных панелей покрыта низкоэмиссионным слоем. Для получения такого давления

внутри блока остекления герметично соединяющее уплотнение размещают на периферии двух стеклянных панелей, и внутри блока остекления с помощью насоса создают вакуум. Для предотвращения вдавливания внутрь блока остекления под действием атмосферного давления (за счет разницы давлений внутри и снаружи блока остекления) отдельные распорки размещают между двумя стеклянными панелями.

Однако известный уровень техники не решает техническую задачу предоставления огнестойкого остекления, демонстрирующего значительно улучшенные тепловые характеристики, позволяющие избегать его тепловой чувствительности при низких и высоких температурах и избегать технических проблем, связанных с двойным остеклением.

3. СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

В связи с этим предлагается узел огнестойкого вакуумного изоляционного остекления, содержащий:

- i) по меньшей мере один блок вакуумного изоляционного остекления, содержащий:
 - a) первую стеклянную панель GP1, имеющую внутреннюю поверхность панели и наружную поверхность панели, и вторую стеклянную панель GP2, имеющую внутреннюю поверхность панели и наружную поверхность панели;
 - b) набор отдельных подпорок, которые расположены между первой и второй стеклянными панелями, поддерживая расстояние между первой и второй стеклянными панелями;
 - c) герметично соединяющее уплотнение, уплотняющее расстояние между первой и второй стеклянными панелями по их периметру;
 - d) внутренний объем V, определенный первой и второй стеклянными панелями и закрытый герметично соединяющим уплотнением, в котором имеется вакуум с абсолютным давлением менее 0,1 мбар, и при этом внутренние поверхности панелей обращены к внутреннему объему V;
- и
- ii) по меньшей мере один блок вспучивания, содержащий:
 - слой вспучивающегося материала;

- стеклянную панель GРiи блока вспучивания;
- периферийную распорку блока вспучивания, проходящую по периметру стеклянной панели блока вспучивания;

5 при этом стеклянная панель блока вспучивания и периферийная распорка блока вспучивания определяют объем V_i блока вспучивания, окружающий слой вспучивающегося материала, и

при этом слой вспучивающегося материала и периферийная распорка блока вспучивания обращены к одной из наружных поверхностей панели, представляющей собой первую или вторую стеклянную панель.

10 Настоящее изобретение также относится к огнестойкому вакуумному изоляционному узлу, в котором слой вспучивающегося материала получен с помощью процесса, включающего следующие этапы:

- получение смеси предшественников вспучивающегося материала,
- необязательно частичную дегидратацию смеси,
- 15 - наливание смеси в объем V_i блока вспучивания,
- обеспечение отвердевания смеси с образованием слоя вспучивающегося материала.

4. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

20 На **фиг. 1** показан вид в сечении огнестойкого вакуумного изоляционного узла согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения, содержащего один блок вакуумного изоляционного остекления и один блок вспучивания.

На **фиг. 2** показан вид в сечении огнестойкого вакуумного изоляционного узла согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения, содержащего один блок вакуумного изоляционного остекления, дополнительную стеклянную панель, наложенную на блок вакуумного изоляционного остекления, и один блок вспучивания.

25 На **фиг. 3** показан вид в сечении огнестойкого вакуумного изоляционного узла согласно дополнительному варианту осуществления настоящего изобретения, содержащего один блок вакуумного изоляционного остекления и два блока вспучивания.

30 На **фиг. 4** показан вид в сечении огнестойкого вакуумного изоляционного узла согласно дополнительному варианту осуществления настоящего изобретения, содержащего один

блок вспучивания и один блок вакуумного изоляционного остекления, защищенный дополнительной стеклянной панелью, наложенной на него с помощью полимерного промежуточного слоя.

5

5. ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Настоящее изобретение относится к «узлу огнестойкого вакуумного изоляционного остекления». Такой объект далее в равной степени именуется в целом как «FR-VIG». Он содержит блок вакуумного изоляционного остекления, далее в равной степени именуемый как «VIG», и один блок вспучивания или несколько блоков вспучивания, далее в равной степени именуемых как «IU».

Целью настоящего изобретения является предоставление огнестойкого остекления, которое демонстрирует улучшенные тепловые характеристики, одновременно минимизируя его вес и толщину и увеличивая его устойчивость к низким и высоким температурам и его долговечность.

Неожиданно было обнаружено, что FR-VIG согласно настоящему изобретению демонстрирует улучшенные тепловые характеристики, не допуская при этом технических недостатков системы двойного остекления. Он позволяет избежать потери тепловых характеристик из-за плохой работы стандартной периферийной распорки двойного остекления, когда используются металлические распорки. Кроме того, он защищает слой вспучивающегося материала от низкой температуры ниже -10°C и еще сильнее защищает от высоких температур свыше 40°C . Действительно, слой вспучивающихся материалов чувствителен к низким температурам и еще более чувствителен к высоким температурам. При высоких температурах, даже в отвердевшем состоянии, стойкость вспучивающихся слоев с высоким содержанием воды склонна ухудшаться, и слои вспучивающегося материала склонны оседать под собственным весом, тем самым деформируя огнестойкое остекление. Это доставляет особенно много проблем при использовании гидросиликатов щелочных металлов. Кроме того, при таких высоких температурах оптические свойства вспучивающихся слоев могут изменяться из-за старения. Неожиданно было обнаружено, что использование вакуумного изоляционного остекления действительно защищает от низкой температуры и еще лучше защищает от высокой температуры, тем самым

предотвращая оседание слоя вспучивающегося материала и обеспечивая улучшенную оптическую стойкость с течением времени. Следовательно, FR-VIG согласно настоящему изобретению позволяет существенно увеличить срок службы огнестойкого остекления, а также расширяет географию использования такого FR-VIG, более не ограничиваясь

5 странами с умеренными температурными профилями.

Кроме того, благодаря значительному уменьшению толщины FR-VIG происходит существенное снижение его веса и облегчение обработки, существенное уменьшение габаритов рамы; все это обеспечивает существенную экономию средств. Кроме того, в некоторых конкретных применениях с очень высокими показателями огнестойкости и/или

10 высокими тепловыми характеристиками в настоящее время не существует совместимых рам. Таким образом, настоящее изобретение предлагает техническое решение для таких специфических FR-VIG. Кроме того, ширина шпунта соответствующей рамы может быть аналогичным образом уменьшена и, следовательно, это улучшает удерживание и сохранение целостности узла остекления при воздействии опасности возгорания.

15 Стекланные панели, подходящие для настоящего изобретения, могут быть любого типа, например, термополированными стекланными панелями или, в качестве альтернативы, литыми или тянутыми стекланными панелями, и могут быть выбраны из числа всех технологий производства стекла, таких как: прозрачное термополированное стекло, сверхпрозрачное или цветное стекло, (частично) матированное кислотой или (частично)

20 подвергнутое пескоструйной обработке стекло и их комбинации. Стекло может представлять собой натриево-известково-силикатное стекло, алюмосиликатное стекло, бесщелочное стекло, боросиликатное стекло и т. п. Оно может представлять собой лист прозрачного, сверхпрозрачного стекла, стекла с низким содержанием железа или цветного стекла. Предпочтительно стекланные панели согласно настоящему изобретению

25 изготовлены из известково-натриевого стекла или из алюмосиликатного стекла. Неограничивающими примерами стекланных панелей являются Planibel® Clear, Linea Azzura®, Dragontrail®, Torex®, Falcon®, Clearvision®, Clearlite®.

Стекланные панели могут быть по меньшей мере частично покрыты. Под частичным покрытием подразумевается, что по меньшей мере часть по меньшей мере одной из их

30 поверхностей может быть покрыта любым подходящим покрытием в зависимости от потребностей, таким как, например, низкоэмиссионное покрытие, солнцезащитное

покрытие, эмаль или любые их комбинации. В частном случае, когда покрытие должно находиться в контакте со слоем вспучивающегося материала, подходящими покрытиями являются покрытия, совместимые со слоем вспучивающегося материала, например, совместимые с сильнощелочным характером композиций гидросиликата щелочного металла.

Можно использовать термически обработанные или химически закаленные стеклянные панели. Термически обработанная стеклянная панель может быть подвергнута любой термической обработке, известной специалисту в данной области техники, такой как термическое упрочнение (в соответствии с EN 1863-1:2011), термическая закалка (в соответствии с EN 12150-2:2015) или термическая закалка и выдержка для прогревания (согласно EN 14179-2:2005). Стеклянная панель, термически обработанная в соответствии с этими стандартами, пригодна в качестве безопасного стекла. Химическая закалка особенно подходит для тонких стеклянных панелей.

Предпочтительно по меньшей мере одна из стеклянных панелей, находящихся в контакте со слоем вспучивающегося материала, является термически обработанной стеклянной панелью, более предпочтительно обе стеклянные панели, находящиеся в контакте со слоем вспучивающегося материала, являются термически обработанными стеклянными панелями.

Узел огнестойкого вакуумного изоляционного остекления содержит VIG, который обычно содержит первую стеклянную панель GP1 и вторую стеклянную панель GP2, которые расположены на расстоянии друг от друга посредством набора отдельных подпорок, герметично соединяющее уплотнение и внутренний объем. Набор отдельных подпорок удерживает указанные панели на определенном расстоянии друг от друга. Это расстояние обычно находится в диапазоне от 50 мкм до 1000 мкм, предпочтительно от 50 мкм до 500 мкм и более предпочтительно от 50 мкм до 150 мкм. Между указанными стеклянными панелями внутренний объем V, в котором имеется вакуум с абсолютным давлением менее 0,1 мбар, закрыт герметично соединяющим уплотнением, размещенным по периферии стеклянных панелей вокруг указанного внутреннего пространства.

Каждая из первой и второй стеклянных панелей имеет внутреннюю поверхность панели и наружную поверхность панели. Каждая внутренняя поверхность панели обращена к внутреннему объему V. В одном варианте осуществления толщина Z1 первой стеклянной

панели идентична толщине Z_2 второй стеклянной панели ($Z_1 = Z_2$). В другом варианте осуществления толщина Z_1 первой стеклянной панели больше или меньше толщины Z_2 второй стеклянной панели ($Z_1 > Z_2$ или $Z_1 < Z_2$). Толщина Z_1 , Z_2 первой и/или второй стеклянных панелей блока VIG обычно равна или больше 2 мм ($Z_1, Z_2 \geq 2$ мм),
 5 предпочтительно равна или больше 3 мм, ($Z_1, Z_2 \geq 3$ мм), более предпочтительно равна или больше 4 мм ($Z_1, Z_2 \geq 4$ мм), более предпочтительно равна или больше 6 мм ($Z_1, Z_2 \geq 6$ мм). Обычно толщина первой и второй стеклянных панелей будет составлять не больше 12 мм, предпочтительно не больше 10 мм, более предпочтительно не больше 8 мм.

VIG согласно настоящему изобретению содержит несколько отдельных подпорок,
 10 зажатых между первой GP1 и второй GP2 стеклянными панелями для поддержания внутреннего объема V. Отдельные подпорки расположены между GP1 и GP2, поддерживая расстояние между ними и образуя массив с шагом λ , составляющим от 10 мм до 100 мм ($10 \text{ мм} \leq \lambda \leq 100 \text{ мм}$). Под шагом подразумевается интервал между отдельными подпорками. В предпочтительном варианте осуществления шаг составляет от 20 мм до
 15 80 мм ($20 \text{ мм} \leq \lambda \leq 80 \text{ мм}$), более предпочтительно от 20 мм до 50 мм ($20 \text{ мм} \leq \lambda \leq 50 \text{ мм}$). Массив обычно представляет собой регулярный массив на основе равносторонней треугольной, квадратной или шестиугольной схемы, предпочтительно на основе квадратной схемы.

Отдельные подпорки могут иметь различную форму, такую как цилиндрическая,
 20 сферическая, нитевидная, форма песочных часов, С-образная, крестообразная, призматическая форма и т. д. Предпочтительно использовать небольшие подпорки, т. е. подпорки, имеющие общую поверхность контакта со стеклянной панелью, определенную их внешней окружностью, равную или меньше 5 мм², предпочтительно равную или меньше 3 мм², более предпочтительно равную или меньше 1 мм². Эти значения могут
 25 обеспечить хорошую механическую прочность, в то же время оставаясь эстетически несвязанными. Отдельные подпорки обычно выполнены из материала, имеющего прочность, способную выдерживать давление, прилагаемое поверхностями стеклянных панелей, способного выдерживать высокотемпературный процесс, такой как
 30 прокаливание и отверждение при нагревании, и незначительно выделяющего газ после изготовления стеклянной панели. Такой материал является предпочтительно твердым металлическим материалом, кварцевым стеклом или керамическим материалом, в

частности металлическим материалом, например, железом, вольфрамом, никелем, хромом, титаном, молибденом, углеродистой сталью, хромовой сталью, никелевой сталью, нержавеющей сталью, никелево-хромистой сталью, марганцевой сталью, хромомарганцевой сталью, хромомолибденовой сталью, кремнистой сталью, нихромом, дюралем или т. п., или керамическим материалом, например, корундом, оксидом алюминия, муллитом, магнезией, оксидом иттрия, нитридом алюминия, нитридом кремния или т. п.

Внутренний объем V, ограниченный между стеклянными панелями GP1, GP2 VIG, закрыт герметично соединяющим уплотнением, размещенным на периферии стеклянных панелей вокруг указанного внутреннего объема. Указанное герметично соединяющее уплотнение является непроницаемым и твердым. Термин «непроницаемый» в данном документе понимается как означающий непроницаемый для воздуха или любого другого газа, присутствующего в атмосфере.

Существуют различные технологии герметично соединяющего уплотнения. Первый тип уплотнения (наиболее распространенный) является уплотнением на основе стеклянного припоя, для которого температура плавления ниже, чем температура плавления стекла стеклянных панелей блока остекления. Использование этого типа уплотнения ограничивает выбор низкоэмиссионных слоев теми слоями, которые не разрушаются в результате теплого цикла, необходимого для изготовления припойного стекла, т. е. теми слоями, которые способны выдерживать температуру, возможно, до 250 °C.

Второй тип уплотнения представляет собой металлическое уплотнение, например, металлическую полоску небольшой толщины (<500 мкм), припаянную по периферии блока остекления с помощью грунтовочного подслоя, покрытого по меньшей мере частично слоем пригодного к пайке материала, например, мягкого оловянного припоя.

Одним существенным преимуществом этого второго типа уплотнения относительно первого типа уплотнения является то, что он способен частично деформироваться для частичного поглощения относительного расширения, создаваемого между двумя стеклянными панелями. Существуют различные типы грунтовочных подслоев на стеклянной панели.

В заявке на патент WO 2011/061208 A1 описан один примерный вариант осуществления периферийного непроницаемого уплотнения второго типа для блока вакуумного

изоляционного остекления. В этом варианте осуществления уплотнением является металлическая полоска, например, выполненная из меди, которая припаяна посредством пригодного к пайке материала к клейкой ленте, предусмотренной на периферии стеклянных панелей.

- 5 Вакуум с абсолютным давлением менее 0,1 мбар, предпочтительно менее 0,01 мбар создается во внутреннем объеме V, определенном GP1 и GP2 и набором отдельных подпорок и закрытом герметично соединяющим уплотнением внутри VIG согласно настоящему изобретению. Перенос энергии через блок вакуумного изоляционного остекления сильно уменьшается из-за вакуума. Для создания вакуума во внутреннем
- 10 пространстве блока остекления на основной поверхности одной из стеклянных панелей обычно предусмотрена полая стеклянная трубка, обеспечивающая сообщение между внутренним пространством и внешней частью. Таким образом, частичный вакуум создается во внутреннем пространстве путем выкачивания газов, находящихся во внутреннем пространстве, с помощью насоса, соединенного с внешним концом
- 15 стеклянной трубки.

- Для поддержания в течение определенного времени заданного уровня вакуума в блоке вакуумного изоляционного остекления газопоглотитель может быть использован в блоке остекления. В частности, внутренние поверхности стеклянных панелей, составляющих блок остекления, могут со временем выделять газы, предварительно абсорбированные
- 20 стеклом, тем самым увеличивая внутреннее давление в панели вакуумного изоляционного остекления и тем самым снижая характеристики вакуума. В целом, такой газопоглотитель выполнен из сплавов циркония, ванадия, железа, кобальта, алюминия и т. д. и нанесен в виде тонкого слоя (толщиной несколько микрон) или выполнен в виде бруска, размещенного между стеклянными панелями панели остекления так, что его не видно
- 25 (например, скрыт внешней эмалью или частью периферийного непроницаемого уплотнения). Газопоглотитель на своей поверхности при комнатной температуре образует пассивирующий слой, и, следовательно, он должен быть нагрет для устранения пассивирующего слоя и, таким образом, активации газопоглощающих свойств его сплава. Газопоглотитель указан как «активируемый при нагревании».

FR-VIG согласно настоящему изобретению содержит по меньшей мере один блок вспучивания, содержащий стеклянную панель IU, обозначенную как GP_{1u}, периферийную распорку IU и слой вспучивающегося материала.

Под вспучивающимся материалом понимают материал, который набухает при нагревании выше температуры 100 °С. Набухание обычно является следствием фазового перехода внутрипоровой воды из жидкой фазы в паровую фазу внутри вспучивающегося материала. Связанное с этим увеличение объема указанной воды приводит к вспениванию геля. Таким образом, толщина слоя геля может увеличиваться в пределах от двух до нескольких десятков раз.

- 10 GP_{1u} и периферийная распорка IU определяют объем IU, обозначенный как V_i. Следует понимать, что V_i представляет собой объем, содержащийся между GP_{1u} и концом периферийной распорки IU напротив GP_{1u}. Другими словами, он представляет собой объем, содержащийся между GP_{1u}, периферийной распоркой IU и поверхностью, параллельной GP_{1u}, содержащей поверхность периферийной распорки, противоположную
- 15 поверхности периферийной распорки, находящейся в контакте с GP_{1u}. V_i окружает слой вспучивающегося материала, обращенный к наружной поверхности панели, представляющей собой GP1 или GP2 VIG. Другими словами, слой вспучивающегося материала не обращен наружу остекления. Кроме того, из-за наличия периферийной распорки IU слой вспучивающегося материала не проходит к краям стеклянной панели IU.
- 20 Блок вспучивания, содержащий периферийную распорку, окружающую слой вспучивающегося материала, обычно получают с помощью процесса литья на месте.

- Слой вспучивающегося материала, подходящий для настоящего изобретения, обычно имеет толщину в диапазоне от 2 до 30 мм. Толщина предпочтительно находится в диапазоне от 3 до 15 мм, более предпочтительно от 3 до 8 мм. При толщине менее 2 мм
- 25 характеристики огнестойкости ограничены, а при толщине свыше 30 мм дополнительная толщина не приводит к существенному улучшению характеристик огнестойкости, а вместо этого может привести к увеличению недостатка в виде оседания.

- Слой вспучивающегося материала может представлять собой слой композиции гидросиликата щелочного металла. В качестве альтернативы он может представлять собой
- 30 слой органического гидрогеля, такой как описанный, например, в документе WO2014190444. В качестве альтернативы слой вспучивающегося материала также может

представлять собой слой, содержащий как органический гидрогель, так и композицию гидросиликата щелочного металла, присутствующие в виде смеси.

В предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения слой вспучивающегося материала представляет собой слой композиции гидросиликата щелочного металла, полученный из гидросиликата щелочного металла на основе смеси предшественников вспучивающегося материала, также в равной степени именуемой смесью предшественников вспучивающегося материала на основе силиката.

Силикаты щелочных металлов, используемые в композициях гидросиликатов щелочных металлов, обычно выбраны из силикатов калия, натрия и/или лития. Возможна смесь этих силикатов в различных количественных соотношениях. Однако предпочтительными являются силикаты калия. Силикаты калия, при идентичном соотношении $\text{SiO}_2/\text{M}_2\text{O}$, обладают лучшим пенообразованием T_g , чем силикаты натрия. Следовательно, их использование способствует огнестойким свойствам. Кроме того, они обеспечивают лучшую прозрачность. Силикаты калия, особенно образованные синтетически путем реакции коллоидного диоксида кремния с гидроксидом калия, остаются довольно прозрачными независимо от содержания воды по сравнению с подобными свойствами силикатов натрия. Следовательно, у силикатов калия более широкие возможности применения. Также возможно использование смесей силикатов калия и натрия. Однако такие смеси приводят к уменьшению пенообразования T_g по сравнению с наблюдаемым у чистых силикатов калия. Смесь с эквивалентными количественными соотношениями силикатов калия и натрия даже может приводить к меньшему T_g , чем у двух силикатов, используемых по отдельности, при этом полагают, что эта смесь образует эвтектическую систему. Предпочтительно силикаты калия составляют по меньшей мере 60 % по весу, более предпочтительно по меньшей мере 80 % по весу всех силикатов. Предпочтительные силикаты щелочных металлов представляют собой смеси щелочных силикатов калия и натрия, более предпочтительно смеси с содержанием более 90 % по весу щелочных силикатов калия и менее 10 % по весу силикатов натрия.

Содержание воды в слое вспучивающегося материала негативно влияет на «отражающие» характеристики слоя и частично обуславливает его огнестойкие свойства. Для улучшения этих отражающих свойств, ослабленных этим содержанием воды, предпочтительно выбирать композиции, в которых молярное соотношение $\text{SiO}_2/\text{M}_2\text{O}$ является

относительно высоким (т. е. выше 4), где М является щелочью, калием, или натрием, или сочетанием двух из них. В предпочтительном варианте осуществления слой вспучивающегося материала основан на гидросиликатах щелочных металлов, предпочтительно с молярным соотношением $\text{SiO}_2/\text{M}_2\text{O}$ от 3 до 8, более предпочтительно от 4 до 6, еще более предпочтительно от 4,5 до 5,3.

Для получения смеси предшественников вспучивающегося материала на основе силикатов предпочтительно начать с суспензий коллоидного диоксида кремния и щелочного гидроксида. Последний имеет форму раствора или по меньшей мере частично имеет форму твердых гранул для того, чтобы как можно больше ограничить содержание воды в смеси.

Если суспензии диоксида кремния, как правило, содержат не более 50 % по весу диоксида кремния, композиции, полученные путем реакции этих суспензий со щелочным гидроксидом, могут иметь существенно меньшее содержание воды, чем у промышленных силикатов, и поэтому имеют намного большие соотношения $\text{SiO}_2/\text{M}_2\text{O}$. Если же по экономическим причинам предпочтительно использовать по меньшей мере частично промышленные силикаты, остается необходимость в их модификации путем добавления существенного количества коллоидного диоксида кремния для получения смесей, обладающих желаемыми молярными соотношениями, без необходимости в удалении излишнего количества воды.

Кроме того, отверждение смесей предшественников вспучивающегося материала на основе силикатов, в которых используется суспензия диоксида кремния, также зависит по меньшей мере частично от размера используемых частиц диоксида кремния. В общем увеличение размера частиц в определенных пределах позволяет замедлить отвердевание смеси. Следовательно, путем увеличения размера частиц диоксида кремния можно получить уменьшенное содержание воды, одновременно поддерживая необходимую вязкость смеси для дальнейшей обработки. Обычное содержание воды для смесей со стандартным размером частиц диоксида кремния составляет 44 %–55 % по весу смесей предшественников вспучивающегося материала. Смеси, содержащие диоксид кремния с частицами большего размера, могут достичь значительно меньшего содержания воды, до 30 % по весу, одновременно сохраняя необходимые реологические свойства.

Очевидно, что увеличение размера частиц ограничено, поскольку за пределами определенного размера смеси уже не обладают требуемыми оптическими свойствами и, в частности, прозрачностью. Слишком большие размеры частиц кремнезема приводят к рассеиванию света и образованию замутнения. На практике частицы диоксида кремния, используемые для образования смеси вспучивающегося материала на основе силиката, имеют средний диаметр не менее 40 нм и предпочтительно не менее 50 нм. Эти частицы также имеют средние размеры, которые преимущественно не превышают 150 нм и предпочтительно не превышают 130 нм. Особенно предпочтительный средний диаметр составляет от 60 нм до 120 нм.

Обычно смесь предшественников вспучивающегося материала на основе силикатов обладает содержанием воды от 44 % до 55 % до последующего необязательного этапа дегидратации. Однако наличие этого относительно избыточного количества воды может привести к отсутствию когезии остекления. При воздействии усилий сдвига в плоскости остекления, стеклянные панели, даже при обычной температуре, скорее всего будут двигаться навстречу друг к другу. Более того, высокое содержание воды также может создавать очень неоднородную «пену», что ухудшает целостность блока вспучивания. Высокое содержание воды в слое вспучивающегося материала может требовать упрочнения защиты краев для того, чтобы предотвратить изменение с течением времени, которое является следствием, например, сушки, поступательно осуществляемой от этих краев.

Следовательно, такая смесь необязательно будет подвергаться этапу частичной дегидратации для достижения уровня содержания воды от 35 % до 48 %, предпочтительно от 40 % до 48 % по весу, более предпочтительно от 42 % до 46 % по весу смеси предшественников вспучивающегося материала на основе силикатов перед наливанием в объем блока вспучивания.

Кроме компонентов силикатов и воды могут использоваться различные добавки, такие как полиолы и, в частности, этиленгликоль или глицерол. Полиолы предназначены для компенсации нехватки пластичности смесей вспучивающихся материалов и для повышения устойчивости к низким температурам слоя композиций гидросиликатов щелочных металлов. Полиолы обычно добавляют в концентрации менее 20 %, предпочтительно менее 10 % по весу, наиболее предпочтительно от 3 % до 8 % по весу

слоя вспучивающегося материала. Предпочтительными полиолами являются гликоли, особенно этиленгликоль и/или глицерин.

Другие добавки могут использоваться в небольших количественных соотношениях, например, вещества для стабилизации силикатов. Они являются азотными продуктами

- 5 (мочевинной, аминами и т. д.), которые стабилизируют структуру силикатов и способствуют образованию однородной пены в случае пожара, или поверхностно-активными веществами, способствующими смачиванию стеклянных панелей, с которыми находится в контакте вспучивающаяся композиция силиката щелочного металла. Преимущественно смесь содержит гидроксид тетраметиламмония (ТМАН), содержание
- 10 которого не превышает 2 % по весу слоя вспучивающегося материала.

Для улучшения приклеивания вспучивающегося слоя к листу стекла также возможно добавить к смеси предшественников вспучивающегося материала на основе силикатов соединения, способствующие склеиванию, например, такие как силаны и функционализированные силаны, такие как аminosиланы.

- 15 Смесь вспучивающихся материалов на основе силикатов обычно стабилизируют путем добавления «отвердителей или сшивающих веществ». Термином «отвердители или сшивающие вещества» обычно обозначают продукты, способствующие образованию геля из смеси предшественников вспучивающегося материала на основе силикатов. В частности, отвердители выбирают таким образом, чтобы после их добавления к смеси
- 20 вспучивающихся материалов на основе силикатов смесь самопроизвольно отвердевала за сравнительно короткий период времени, не требуя сушки. Отсутствие этапа сушки является бесспорным преимуществом, так как слой вспучивающегося материала очевидно сохраняет относительно высокое содержание воды.

- Когда смесь предшественников вспучивающегося материала получена и готова к
- 25 наливанию в объем блока вспучивания, т. е. после необязательной частичной дегидратации, ее композиция по существу идентична композиции слоя вспучивающегося материала, полученного после отвердевания смеси. Действительно, после того как смесь наливают в объем блока вспучивания, она по существу не высыхает. Следовательно, слой вспучивающегося материала, как правило, слой гидросиликата щелочного металла,
- 30 предпочтительно обладает содержанием воды от 35 % до 48 % по весу слоя, более предпочтительно от 40 % до 48 % по весу, наиболее предпочтительно от 42 % до 46 % по

весу. Слой гидросиликата щелочного металла содержит полиолы в количественном соотношении менее 20 % по весу слоя, предпочтительно менее 10 % по весу, более предпочтительно от 3 % до 8 % по весу. Слой гидросиликата щелочного металла имеет молярное соотношение $\text{SiO}_2/\text{M}_2\text{O}$ от 3 до 8, предпочтительно от 4 до 6, более предпочтительно от 4,5 до 5,3.

Блок вспучивания содержит периферийную распорку блока вспучивания. Периферийная распорка IU проходит по периметру GPIu и плотно приклеена к ней. Вместе с GPIu она определяет объем Vi блока вспучивания, который окружает слой вспучивающегося материала. Периферийная распорка IU обычно содержит отверстие, позволяющее

10 налить смесь предшественников вспучивающегося материала в объем блока вспучивания. Это отверстие герметично закрывают в конце процесса изготовления.

Выполняя свою роль поддержания слоя вспучивающегося материала внутри Vi, периферийная распорка IU разумеется должна обеспечивать надлежащие свойства герметичности. Также необходимо, чтобы материал периферийной распорки блока

15 вспучивания не изменялся из-за контакта ни со смесью предшественников вспучивающегося материала, ни со слоем вспучивающегося материала. В частности, он не должен изменяться композицией гидросиликата щелочного металла, которая, как известно, является очень сильным основанием. Периферийная распорка блока вспучивания также должна крепко приклеиваться к стеклянным панелям для того, чтобы

20 сопротивляться возможной деформации FR-VIG, вызванной потенциальным оседанием слоя вспучивающегося материала с течением времени.

Предложены различные решения для образования этих периферийных распорок блока вспучивания. Например, это может быть распорка, изготовленная из материала, обладающего собственными свойствами герметичности и приклеивания, такая как

25 термопластичная распорка или экструдированное бутилкаучуковое уплотнение. Это решение предлагает преимущество, заключающееся в обеспечении хорошего приклеивания к стеклянным панелям и в компенсации неровностей плоскости этих панелей, таким образом обеспечивая хорошее уплотнение. Это решение также предлагает преимущество, заключающееся в приспособливании ко всем возможным формам. Чтобы

30 предоставить таким термопластичным распоркам или экструдированному бутилкаучуковому уплотнению хорошую устойчивость к УФ-излучению и достаточную

жесткость, чтобы поддерживать расстояние между стеклянными панелями, их иногда усиливают различными наполнителями, включая технический углерод, минеральные порошки, такие как стеклянные порошки.

Однако использование таких распорок обычно не полностью предотвращает реакцию с композицией гидросиликата щелочного металла и возможное образование пузырьков, влияющих на качество остекления. Силиконовые каучуки существуют как альтернативы бутилкаучукам для улучшенной химической устойчивости при контакте с силикатами.

Другие подходящие периферийные распорки блока вспучивания этого типа описаны в документе WO2009/007452, где распорка изготовлена из жесткого или полужесткого материала, устойчивого к силикату щелочного металла, и образует профиль, в котором по меньшей мере части, обращенные к стеклянным панелям, покрыты клеем, также устойчивым к силикату щелочного металла.

Другим решением является использование распорок, изготовленных из более жестких материалов, таких как металлические распорки. Однако металлические распорки имеют коэффициент теплового расширения, который существенно отличается от коэффициента теплового расширения стеклянных панелей, и они обладают плохими тепловыми характеристиками. По этой причине также могут использоваться распорки, изготовленные из керамического материала, имеющего коэффициент расширения, подобный коэффициенту расширения стеклянных панелей. Если требуется прозрачность вдоль краев, то жесткая распорка может быть выбрана из прозрачных полимерных распорок, например, изготовленных из полиметилметакрилата (PMMA), поликарбоната, полистирола, полиамида или сложного полиэфира. Такие распорки, изготовленные из жестких материалов, требуют покрытия клеями на основе бутилкаучука, силикона или акриловых смол для плотного приклеивания к стеклянным панелям.

Помимо роли, заключающейся в поддержании слоя вспучиваемого материала внутри объема блока вспучивания, периферийная распорка блока вспучивания также должна защищать слой вспучиваемого материала от внешних воздействий, которые могут изменять свойства, особенно оптические свойства. Компоненты силикатов чувствительны к возможному перемещению воды из внешней атмосферы. Локальное изменение содержания воды в силикате может привести к помутнению периферии остекления. По этой причине край остекления обычно закрывают материалом, предотвращающим

прохождение частиц водяного пара, таким как полиуретан, силикон или полисульфидный материал, который хорошо приклеивается к стеклянным панелям и совместим с другими материалами периферийной распорки IU. Предпочтительно выбирают полисульфид.

Настоящее изобретение, в частности, предусматривает следующие варианты осуществления.

В первом конкретном варианте осуществления настоящего изобретения настоящее изобретение относится к FR-VIG, содержащему один блок вспучивания, в котором слой вспучивающегося материала и периферийная распорка IU обращены к одной из наружных поверхностей (12, 22) панелей, представляющих собой GP1 или GP2, и находятся в контакте с ней. В этом варианте осуществления слой вспучивающегося материала и периферийная распорка IU, таким образом, находятся в контакте с наружной поверхностью панели, представляющей собой GP1, или находятся в контакте с наружной поверхностью панели, представляющей собой GP2.

Используемая в настоящем изобретении формулировка «в контакте с» не исключает наличия покрытия, подобного описанным выше (например, низкоэмиссионного, солнцезащитного покрытия, эмали), или усилителя адгезии на поверхности стеклянной панели, которые в данном документе рассматриваются как часть стеклянной панели.

На **фиг. 1** предоставлена иллюстрация этого варианта осуществления, в котором FR-VIG (10) содержит VIG и один IU (60). VIG содержит GP1, имеющую внутреннюю поверхность (11) панели и наружную поверхность (12) панели, и GP2, имеющую внутреннюю поверхность (21) панели и наружную поверхность (22) панели. На внутренней поверхности (21) панели, представляющей собой GP2, предусмотрено покрытие (8). VIG дополнительно содержит набор отдельных подпорок (4), которые расположены между GP1 и GP2, поддерживая расстояние между ними, и герметично соединяющее уплотнение (5), уплотняющее расстояние между GP1 и GP2 по их периметру. Внутренний объем V определен GP1 и GP2 и закрыт герметично соединяющим уплотнением. Внутренние поверхности (11, 21) панелей обращены к внутреннему объему V. Блок (60) вспучивания содержит слой (61) вспучивающегося материала, который одной стороной находится в контакте с наружной поверхностью (22) панели, представляющей собой GP2, и другой стороной находится в контакте со

стеклянной панелью (GP_{iu}) блока вспучивания. Слой (61) вспучивающегося материала окружен Vi, определенным периферийной распоркой (62) и GP_{iu}.

В вариации этого варианта осуществления FR-VIG дополнительно содержит еще один блок вспучивания, в котором слой вспучивающегося материала и периферийная распорка

5 IU обращены к другой из наружных поверхностей панелей, представляющих собой GP1 или GP2, и находятся в контакте с ней. В этом конкретном случае каждая из наружных поверхностей панелей, представляющих собой GP1 и GP2, находится в контакте со вспучивающимся слоем и периферийной распоркой блока вспучивания. Другими словами, FR-VIG содержит блок вспучивания с каждой стороны VIG.

10 Во втором конкретном варианте осуществления настоящего изобретения слой вспучивающегося материала и периферийная распорка IU отделены от наружной поверхности (12, 22) панели, представляющей собой первую GP1 или вторую GP2 стеклянную панель, дополнительной стеклянной панелью GP3, наложенной с помощью полимерного промежуточного слоя на указанную наружную поверхность панели. Слой

15 вспучивающегося материала по-прежнему обращен к наружной поверхности панели, представляющей собой GP1 или GP2, но в отличие от предыдущего варианта осуществления слой вспучивающегося материала в этом случае отделен от наружной поверхности панели, представляющей собой GP1 или GP2, полимерным промежуточным слоем и GP3.

20 Эта конструкция позволяет соединить существующий компонент VIG с существующим огнестойким остеклением, содержащим вспучивающийся материал между двумя листами стекла (в данном случае GP_{iu} и GP3), необязательно в том же месте, где проходят обработку отдельные компоненты, или в другом месте.

Преимуществом такой конструкции является достижение более высокого класса

25 безопасного остекления за счет механического усиления остекления в соответствии с EN12600 (Европейским стандартом безопасного остекления). Еще одним преимуществом является улучшенное поглощение механического напряжения между компонентами в случае корабления.

Полимерный промежуточный слой, подлежащий использованию в этом варианте

30 осуществления, обычно содержит материал, выбранный из группы, состоящей из этиленвинилацетата (EVA), полиизобутилена (PIB), полиацеталей, например,

- поливинилбутирала (PVB), полиуретана (PU), поливинилхлорида (PVC), сложных полиэфиров, циклоолефиновых полимеров (COP), иономеров и/или активируемых ультрафиолетом клеев и других известных из уровня техники производственных многослойных стекол. Также подходящими могут быть смешанные материалы, в которых
- 5 используется любая совместимая комбинация этих материалов. Предпочтительно полимерный промежуточный слой содержит материал, выбранный из группы, состоящей из этиленвинилацетата и/или поливинилбутирала. Более предпочтительно полимерный промежуточный слой содержит материал, который можно обрабатывать при более низком давлении, такой как этиленвинилацетат.
- 10 Полимерный промежуточный слой действует как «связующий промежуточный слой», поскольку полимерный промежуточный слой и стеклянная панель образуют связь, которая приводит к склеиванию стеклянной панели и полимерного промежуточного слоя. Полимерный промежуточный слой, подлежащий использованию в настоящем изобретении, может представлять собой прозрачный или полупрозрачный полимерный
- 15 промежуточный слой. Однако для декоративных применений полимерный промежуточный слой может быть окрашен или на него может быть нанесен узор. Обычные толщины для полимерного промежуточного слоя составляют от 0,15 мм до 3,5 мм, предпочтительно от 0,30 мм до 1,75 мм, более предпочтительно от 0,5 мм до 1,75 мм. Обычные коммерчески доступные полимерные пленки являются слоями
- 20 поливинилбутирала (PVB), составляющими 0,38 мм и 0,76 мм, 1,52 мм, 2,28 мм и 3,04 мм. Для достижения требуемой толщины могут использоваться одна или несколько из тех пленок.
- Усиленная звукоизоляция может быть обеспечена использованием полимерного промежуточного слоя с конкретными характеристиками звукоизоляции, например,
- 25 конкретных слоев PVB, например, Saflex® – звукоизолирующий промежуточный слой PVB от Eastman или Trosifol® – звукоизолирующий слой PVB от Kuraray.
- За счет соответствующего выбора полимерного промежуточного слоя также может быть обеспечена защита вспучивающегося материала от ультрафиолетового излучения.
- Если в FR-VIG присутствует несколько полимерных промежуточных слоев, они могут
- 30 быть выполнены из одного или разных материалов. По практическим соображениям они предпочтительно выполнены из одного и того же материала.

На **фиг. 2** предоставлена иллюстрация этого варианта осуществления, где FR-VIG (10) содержит VIG, один IU (60), как было описано ранее со ссылкой на фиг. 1, но в этом случае покрытие (8) предусмотрено на внутренней поверхности (11) панели, представляющей собой GP1. FR-VIG также содержит дополнительную стеклянную панель GP3 и полимерный промежуточный слой (7). Стеклянная панель GP3 одной стороной наслонена на наружную поверхность (22) панели, представляющей собой GP2 VIG, и другой стороной находится в контакте со слоем (61) вспучивающегося материала IU и с периферийной распоркой (62) IU. Слой (61) вспучивающегося материала окружен Vi, определенным периферийной распоркой (62) и GP_{1u}.

- 10 В вариации этого второго варианта осуществления FR-VIG дополнительно содержит еще один блок вспучивания, где слой вспучивающегося материала и периферийная распорка IU обращены к другой из наружных поверхностей панелей, представляющих собой GP1 или GP2, и отделены от нее дополнительной стеклянной панелью, наслоненной с помощью полимерного промежуточного слоя на указанную наружную поверхность панели.
- 15 Другими словами, FR-VIG содержит с каждой стороны VIG блок вспучивания, дополнительную стеклянную панель и полимерный промежуточный слой.

Третий конкретный вариант осуществления настоящего изобретения представляет собой комбинацию двух первых вариантов осуществления, где VIG, относящийся к FR-VIG, окружен блоком вспучивания с каждой стороны. С одной стороны наружная поверхность 20 панели, представляющей собой одну из GP1 или GP2, находится в контакте со слоем вспучивающегося материала и с периферийной распоркой первого блока вспучивания, а с другой стороны наружная поверхность панели, представляющей собой другую из GP1 или GP2, отделена от слоя вспучивающегося материала и от периферийной распорки второго блока вспучивания стеклянной панелью, наслоненной с помощью полимерного 25 промежуточного слоя на указанную наружную поверхность панели.

В четвертом конкретном варианте осуществления настоящего изобретения, который также применим к трем предыдущим вариантам, FR-VIG дополнительно содержит по меньшей мере один дополнительный блок вспучивания, при этом вспучивающийся слой и распорка IU дополнительного блока вспучивания обращены к стеклянной панели IU 30 предыдущего блока вспучивания. Дополнительный блок вспучивания может быть обращен к стеклянной панели IU, представляющего собой предыдущий блок вспучивания,

и находиться в контакте с ней, или он может быть обращен к стеклянной панели IU, представляющего собой предыдущий блок вспучивания, и быть отделен от нее дополнительной стеклянной панелью, наложенной с помощью полимерного промежуточного слоя на указанную стеклянную панель IU. FR-VIG в этом варианте может также содержать несколько дополнительных блоков вспучивания. Если FR-VIG состоит из нескольких блоков вспучивания, противопожарные характеристики FR-VIG преимущественно улучшаются с увеличением количества блоков вспучивания, однако толщина и вес FR-VIG также увеличиваются, и в зависимости от потребностей необходимо достичь правильного баланса. В настоящем варианте осуществления количество IU обычно находится в диапазоне от 2 до 6, предпочтительно от 2 до 4.

На **фиг. 3** предоставлена иллюстрация этого варианта осуществления, где FR-VIG (10) содержит VIG, как уже было описано со ссылкой на фиг. 1, и два IU (60, 60b). Каждый IU (60, 60b) содержит слой (61, 61b) вспучиваемого материала, периферийную распорку (62, 62b) IU, стеклянную панель (GP_{Iu}, GP_{Iub}) IU и объем (V_i, V_{ib}) блока вспучивания. Первый блок (60) вспучивания расположен рядом с VIG, и, следовательно, его слой (61) вспучиваемого материала и его периферийная распорка (62) IU обращены к наружной поверхности (22) панели, представляющей собой GP₂, и находятся в контакте с ней. Второй IU (60b) расположен рядом с первым блоком (60) вспучивания, и, следовательно, его слой (61b) вспучиваемого материала и его периферийная распорка (62b) IU также обращены к наружной поверхности (22) панели, представляющей собой GP₂, но находятся в контакте с GP_{Iu} первого блока (60) вспучивания.

В пятом конкретном варианте осуществления настоящего изобретения слой вспучиваемого материала и периферийная распорка IU, относящиеся к FR-VIG, обращены к наружной поверхности (12, 22) панели, представляющей собой GP₁ или GP₂, и находятся в контакте с ней, и FR-VIG дополнительно содержит:

- дополнительную стеклянную панель GP₄;
- дополнительный набор отдельных подпорок, которые расположены между стеклянной панелью блока вспучивания и GP₄, поддерживая некоторое расстояние между ними;

- дополнительное герметично соединяющее уплотнение, уплотняющее расстояние между стеклянной панелью блока вспучивания и дополнительной стеклянной панелью GP4 по их периметру;
- дополнительный внутренний объем V_b , определенный стеклянной панелью блока вспучивания и дополнительной стеклянной панелью GP4, и закрытый другим герметично соединяющим уплотнением, и в котором имеется абсолютный вакуум с давлением менее 0,1 мбар.

В этом варианте осуществления, таким образом, образован второй VIG, содержащий GP4, стеклянную панель IU, дополнительный набор отдельных подпорок, дополнительное герметично соединяющее уплотнение и внутренний объем V_b . Стеклянная панель IU одновременно является стеклянной панелью блока вспучивания и второго VIG.

FR-VIG в этом варианте может быть получен, например, путем соединения двух VIG со слоем вспучивающегося материала и периферийной распоркой блока вспучивания.

В вариантах осуществления настоящего изобретения, где FR-VIG содержит несколько блоков вспучивания, слои вспучивающихся материалов могут быть одинаковыми или разными. Несколькими неисчерпывающими примерами использования различных слоев вспучивающихся материалов являются FR-VIG со слоями гидросиликатов щелочных металлов различных композиций, FR-VIG со слоями органических гидрогелей различных композиций, FR-VIG с некоторыми слоями гидросиликатов щелочных металлов и некоторых органических гидрогелей. При наличии нескольких блоков вспучивания, все слои вспучивающихся материалов предпочтительно окружены периферийной распоркой IU. Все они предпочтительно представляют собой слои композиций гидросиликата щелочного металла с одинаковыми или различными композициями.

В вариантах осуществления настоящего изобретения, где FR-VIG содержит несколько блоков вспучивания, все блоки вспучивания предпочтительно обращены к одной и той же стеклянной панели VIG. Другими словами, VIG не зажат между блоками вспучивания.

Это представляет особый интерес, когда FR-VIG используется для закрытия отверстия в перегородке. Эта перегородка отделяет внешнее пространство от внутреннего пространства, обычно это перегородка, отделяющая внешнюю атмосферу от внутреннего пространства здания. Действительно, в этом случае блок вспучивания должен быть защищен (блоки вспучивания должны быть защищены) от внешней среды и от

экстремальных температур. Следовательно, FR-VIG предпочтительно расположен таким образом, чтобы блоки впучивания были обращены к внутреннему пространству, а VIG был обращен к внешней атмосфере. По той же причине FR-VIG, содержащий один блок впучивания, используемый для закрытия отверстия в перегородке, отделяющей

5 внешней атмосферу от внутреннего пространства здания, предпочтительно располагать так, чтобы блок впучивания был обращен к внутреннему пространству, а VIG был обращен к внешней атмосфере.

FR-VIG согласно настоящему изобретению может также содержать на одном или обоих концах одну или несколько дополнительных стеклянных панелей, наложенных с помощью

10 полимерного промежуточного слоя (полимерных промежуточных слоев). Полимерные промежуточные слои описаны выше. Это является особенно преимущественным для улучшения характеристик безопасности, таких как противовзломные и пуленепробиваемые характеристики, защита от выбрасывания из окна.

На **фиг. 4** предоставлена иллюстрация этого варианта осуществления, где FR-VIG (10)

15 содержит VIG и один IU (60), как было описано ранее со ссылкой на фиг. 1. Наружная поверхность (12) панели, представляющей собой GP1, дополнительно наложена на дополнительную стеклянную панель GP5 с помощью полимерного промежуточного слоя (7). Блок (60) впучивания содержит слой (61) вспучивающегося материала и периферийную распорку (62) IU, которые одной стороной находятся в контакте с

20 наружной поверхностью (22) панели, представляющей собой GP2, и другой стороной находятся в контакте со стеклянной панелью (GP_{iu}) блока впучивания.

В предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения на внутренней поверхности панели, представляющей собой первую и/или вторую стеклянные панели, по меньшей мере одного VIG предусмотрено покрытие, такое как покрытие, отражающее

25 тепловые лучи, или низкоэмиссионное покрытие. Например, это проиллюстрировано покрытием (8) на фиг. 1 и 2.

Количество блоков впучивания FR-VIG обычно находится в диапазоне от 1 до 6 и предпочтительно от 1 до 4.

Слой вспучивающегося материала FR-VIG согласно настоящему изобретению обычно

30 получают с помощью процесса, включающего следующие этапы:

- получение смеси предшественников вспучивающегося материала,

- наливание смеси в объем V_i блока вспучивания,
- обеспечение отвердевания смеси с образованием слоя вспучивающегося материала.

Как описано ранее, смесь предшественников вспучивающегося материала может представлять собой смесь предшественников гидросиликата щелочного металла или смесь предшественников органического гидрогеля. Этот процесс особенно хорошо подходит для смесей предшественников гидросиликата щелочного металла.

Этап получения смеси предшественников вспучивающегося материала может быть выполнен с помощью любого способа, известного специалисту. Композиция смеси предшественников вспучивающегося материала идентична описанному выше. Предшественники можно, например, вводить в смесительный бак через расходомеры.

Процесс необязательно может включать этап частичной дегидратации смеси между этапом получения смеси и этапом ее наливания в объем блока вспучивания. Целью этого этапа является достижение подходящего содержания воды в смеси предшественников вспучивающегося материала, как описано выше.

Смесь после необязательной дегидратации является достаточно стойкой в условиях обычной окружающей температуры. Она при необходимости может храниться в течение нескольких часов или даже дней при охлаждении без риска образования геля. Эту стойкость можно использовать для удаления пузырьков, которые могут появляться во время получения смеси. Удаление пузырьков можно осуществлять просто оставив смесь в покое или любым известным методом, например, таким как использование ультразвука или дегазация под парциальным давлением.

На следующем этапе смесь наливают в объем V_i блока вспучивания, который затем будет окружать слой вспучивающегося материала. Одна сторона периферийной распорки IU плотно приклеивается к GP_{iu} , а ее другая сторона плотно приклеивается к другой стеклянной панели узла, которая может быть, например, первой (GP1) или второй (GP2) стеклянной панелью VIG, или стеклянной панелью IU другого блока вспучивания, или одной из дополнительных стеклянных панелей, в зависимости от конфигурации узла.

Например, на фиг. 1 другой стеклянной панелью является GP2. На фиг. 2 другой стеклянной панелью является дополнительная стеклянная панель GP3.

Обычное расстояние, разделяющее две стеклянные панели, составляет от 2 до 30 мм, предпочтительно от 3 до 15 мм, более предпочтительно от 3 до 8 мм.

Периферийная распорка IU обычно содержит отверстие, позволяющее наливать смесь предшественников вспучивающегося материала в объем блока вспучивания. После введения необходимого количества смесь распределяют или разливают по всему объему блока вспучивания, например, с помощью вращающегося стола. Затем отверстие закрывают и уплотняют.

Затем обеспечивают отвердевание смеси предшественников вспучивающегося материала.

Отвердевание может осуществляться, например, в печи при температуре, обычно составляющей 60–90 °C, в течение нескольких часов для получения геля с достаточной твердостью и образования слоя вспучивающегося материала.

В этом процессе образованный слой вспучивающегося материала окружен периферийной распоркой IU, и, следовательно, слой вспучивающегося материала не проходит вплотную к краям стеклянных панелей.

Специалисту в данной области техники понятно, что настоящее изобретение никоим образом не ограничено предпочтительными вариантами осуществления, описанными выше. Напротив, многие модификации и вариации возможны в пределах объема прилагаемой формулы изобретения. Следует дополнительно отметить, что настоящее изобретение относится ко всем возможным комбинациям признаков и предпочтительным признакам, описанным в данном документе и перечисленным в формуле изобретения.

ССЫЛОЧНЫЕ ПОЗИЦИИ

Ссылочная позиция	Элемент
10	Узел огнестойкого вакуумного изоляционного остекления
11	Внутренняя поверхность панели, представляющей собой первую стеклянную панель
12	Наружная поверхность панели, представляющей собой первую стеклянную панель
21	Внутренняя поверхность панели, представляющей собой вторую стеклянную панель

22	Наружная поверхность панели, представляющей собой вторую стеклянную панель
GP1	Первая стеклянная панель
GP2	Вторая стеклянная панель
GP3, GP4, GP5	Дополнительная стеклянная панель
4	Отдельная подпорка
5	Герметично соединяющее уплотнение
60, 60b	Блок вспучивания
GPIu, GPIub	Стеклянная панель IU
62, 62b	Периферийная распорка IU
61, 61b	Слой вспучивающегося материала
7	Полимерный промежуточный слой
8	Покрытие
V	Внутренний объем
Vi, Vib	Объем блока вспучивания

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Узел (10) огнестойкого вакуумного изоляционного остекления, содержащий:

i) по меньшей мере один блок вакуумного изоляционного остекления, содержащий:

a) первую стеклянную панель (GP1), имеющую внутреннюю поверхность (11) панели и наружную поверхность (12) панели, и вторую стеклянную панель (GP2), имеющую внутреннюю поверхность (21) панели и наружную поверхность (22) панели;

b) набор отдельных подпорок (4), которые расположены между первой и второй стеклянными панелями, поддерживая расстояние между первой и второй стеклянными панелями;

c) герметично соединяющее уплотнение (5), уплотняющее расстояние между первой и второй стеклянными панелями по их периметру;

d) внутренний объем (V), определенный первой и второй стеклянными панелями и закрытый герметично соединяющим уплотнением, в котором имеется вакуум с абсолютным давлением менее 0,1 мбар, и при этом внутренние поверхности панелей обращены к внутреннему объему (V);

и

ii) по меньшей мере один блок (60) вспучивания, содержащий:

- слой (61) вспучивающегося материала;
- стеклянную панель (GPiu) блока вспучивания;
- периферийную распорку (62) блока вспучивания, проходящую по периметру стеклянной панели блока вспучивания;

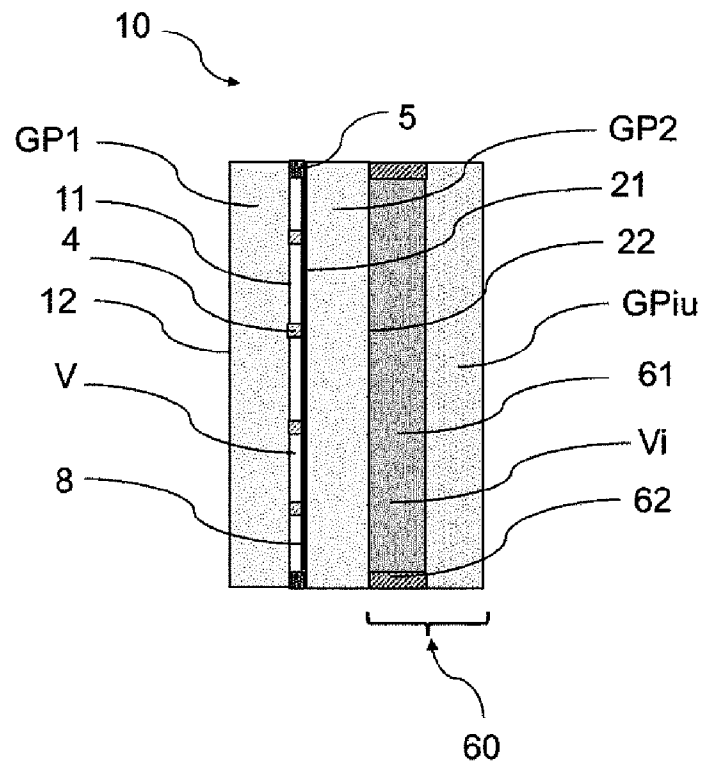
при этом стеклянная панель блока вспучивания и периферийная распорка блока вспучивания определяют объем (Vi) блока вспучивания, окружающий слой вспучивающегося материала, и

при этом слой вспучивающегося материала и периферийная распорка блока вспучивания обращены к одной из наружных поверхностей (12, 22) панели, представляющей собой первую или вторую стеклянную панель.

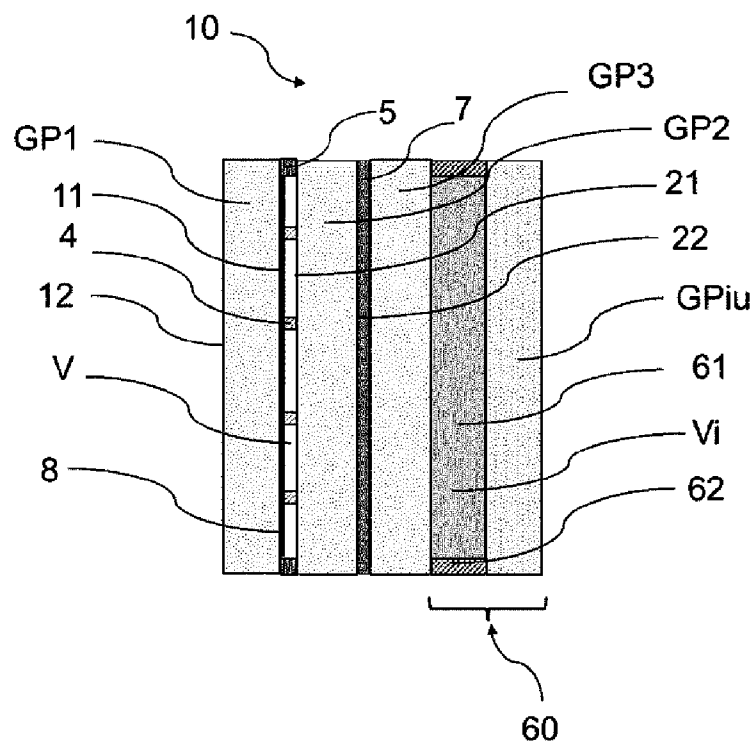
2. Огнестойкий вакуумный изоляционный узел по п. 1, отличающийся тем, что слой вспучивающегося материала и периферийная распорка блока вспучивания находятся в контакте с наружной поверхностью (12, 22) панели.
- 5 3. Огнестойкий вакуумный изоляционный узел по п. 1, отличающийся тем, что слой вспучивающегося материала и периферийная распорка блока вспучивания отделены от наружной поверхности (12, 22) панели дополнительной стеклянной панелью (GP3), наложенной с помощью полимерного промежуточного слоя (7) на указанную наружную поверхность панели.
- 10 4. Огнестойкий вакуумный изоляционный узел по п. 3, отличающийся тем, что полимерный промежуточный слой содержит материал, выбранный из группы, состоящей из этиленвинилацетата (EVA), полиизобутилена (PIB), полиацеталей, например, поливинилбутираля (PVB), полиуретана (PU), поливинилхлорида (PVC),
- 15 сложных полиэфиров, циклоолефиновых полимеров (COP), иономеров и/или активируемых ультрафиолетом клеев.
5. Огнестойкий вакуумный изоляционный узел по п. 2, отличающийся тем, что дополнительно содержит:
- 20 - дополнительную стеклянную панель (GP4);
- дополнительный набор отдельных подпорок (4b), которые расположены между стеклянной панелью (GPiu) блока вспучивания и дополнительной стеклянной панелью (GP4), поддерживая расстояние между ними;
- 25 - дополнительное герметично соединяющее уплотнение (5b), уплотняющее расстояние между стеклянной панелью (GPiu) блока вспучивания и дополнительной стеклянной панелью (GP4) по их периметру;
- дополнительный внутренний объем (Vb), определенный стеклянной панелью (GPiu) блока вспучивания и дополнительной стеклянной панелью (GP4), и закрытый дополнительным герметично соединяющим уплотнением (5b), и в котором имеется абсолютный вакуум с давлением менее 0,1 мбар.
- 30

6. Огнестойкий вакуумный изоляционный узел по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что слой вспучивающегося материала выбран из следующего:
- слоя композиции гидросиликата щелочного металла, или
 - слоя органического гидрогеля, или
- 5 - слоя, содержащего как органический гидрогель, так и композицию гидросиликата щелочного металла, присутствующие в виде смеси.
7. Огнестойкий вакуумный изоляционный узел по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что слой вспучивающегося материала представляет собой слой
- 10 композиции гидросиликата щелочного металла.
8. Огнестойкий вакуумный изоляционный узел по предыдущему пункту, отличающийся тем, что слой вспучивающегося материала обладает содержанием воды от 35 % до 48 % по весу слоя.
- 15
9. Огнестойкий вакуумный изоляционный узел по любому из п. 7 и п. 8, отличающийся тем, что слой вспучивающегося материала имеет молярное соотношение $\text{SiO}_2/\text{M}_2\text{O}$ от 3 до 8.
- 20
10. Огнестойкий вакуумный изоляционный узел по любому из пп. 7–9, отличающийся тем, что слой вспучивающегося материала дополнительно содержит полиолы в количественном соотношении, составляющем менее 20 % по весу слоя.
11. Огнестойкий вакуумный изоляционный узел по любому из пп. 7–10,
- 25 отличающийся тем, что вспучивающийся слой дополнительно содержит по меньшей мере одно вещество для стабилизации силикатов.
12. Огнестойкий вакуумный изоляционный узел по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что слой вспучивающегося материала имеет толщину от 2 до
- 30 30 мм.

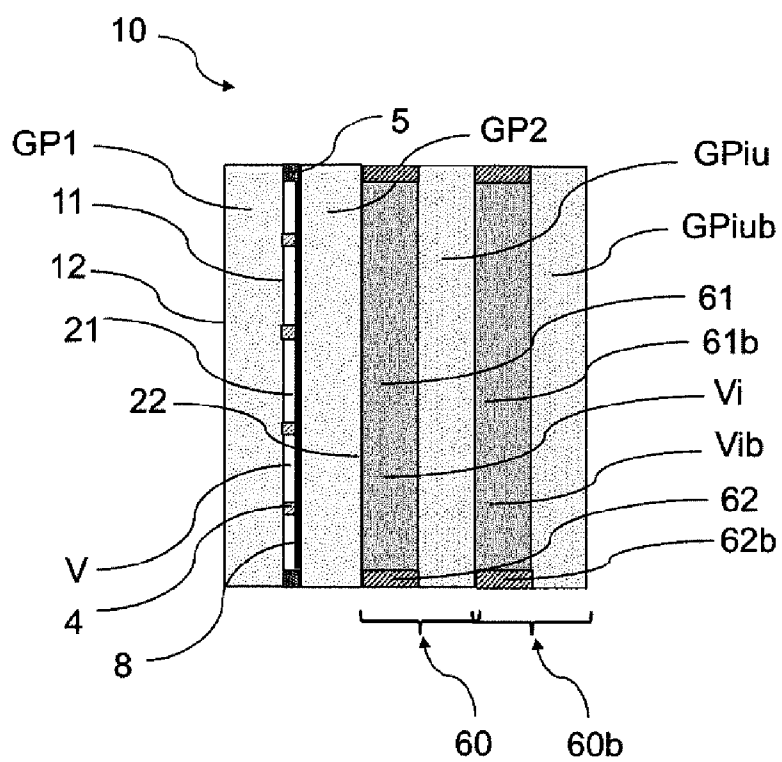
13. Огнестойкий вакуумный изоляционный узел по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что по меньшей мере одна из стеклянных панелей, находящихся в контакте со слоем вспучивающегося материала, является термически обработанной или химически закаленной стеклянной панелью, более предпочтительно обе стеклянные панели, находящиеся в контакте со слоем вспучивающегося материала, являются термически обработанными или химически закаленными стеклянными панелями.
14. Огнестойкий вакуумный изоляционный узел по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что слой вспучивающегося материала получен с помощью процесса, включающего следующие этапы:
- получение смеси предшественников вспучивающегося материала,
 - наливание смеси в объем (Vi) блока вспучивания,
 - обеспечение отвердевания смеси с образованием слоя вспучивающегося материала.
15. Огнестойкий вакуумный изоляционный узел по п. 14, отличающийся тем, что процесс получения слоя вспучивающегося материала дополнительно включает этап частичной дегидратации между этапом получения смеси предшественников вспучивающегося материала и этапом ее наливания в объем блока вспучивания.



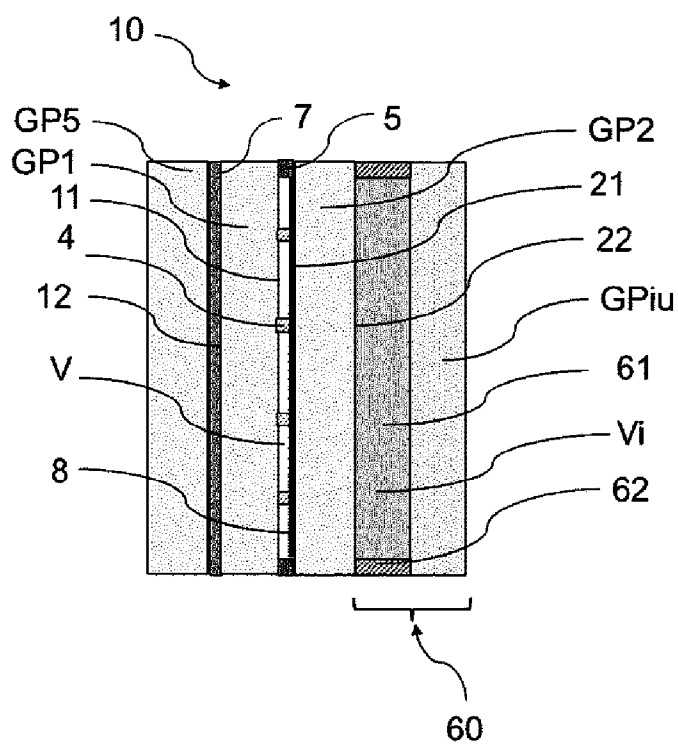
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4