

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **034551**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.02.19

(51) Int. Cl. **C03C 3/087** (2006.01)
C03C 4/00 (2006.01)

(21) Номер заявки
201792311

(22) Дата подачи заявки
2016.06.03

(54) ЛИСТ СТЕКЛА С ВЫСОКОЙ СВЕТОПРОНИЦАЕМОСТЬЮ И С АХРОМАТИЧЕСКИМИ КРАЯМИ

(31) 15172778.1

(56) KR-A-20090128674
JP-A-H11228176
JP-A-H06345483
US-A1-2010297415
US-A-5030593

(32) 2015.06.18

(33) EP

(43) 2018.05.31

(86) PCT/EP2016/062589

(87) WO 2016/202605 2016.12.22

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
АГК ГЛАСС ЮРОП (BE)

(72) Изобретатель:
Ламбрихт Томас, Догимон Одри,
Деган Алин (BE)

(74) Представитель:
Квашнин В.П. (RU)

(57) Предлагаемое изобретение относится к листу стекла, имеющему состав, который предусматривает следующее в вес.% в пересчете на общий вес стекла: общее содержание железа (в пересчете на форму Fe₂O₃) - 0,002-0,15; селен (в пересчете на форму Se) - 0,0003-0,005; кобальт (в пересчете на форму Co) - 0,00005-0,0015; при этом лист стекла отличается тем, что $N \leq 10,3 * Fe_2O_3 + 0,11$; при этом N определяется как $N = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$. Такой лист стекла обладает высокой светопрозрачностью и имеет бесцветные/ахроматические края (очень нейтральные по цвету). Настоящее изобретение особенно пригодно в связи с его эстетическими свойствами в качестве строительного стекла или интерьерного стекла, например, в применениях в области производства мебели.

B1

034551

034551

B1

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к листу стекла, который характеризуется высокой светопрозрачностью и который имеет бесцветные/ахроматические края (очень нейтральные по цвету). Настоящее изобретение особенно пригодно в связи с его эстетическими свойствами в качестве строительного стекла или интерьерного стекла, например, в применениях в области производства мебели.

Описание предшествующего уровня техники

В данной области техники "ультрабелые" или "сверхпрозрачные" стекла известны уже много лет в области солнечной энергетики или строительства вследствие их высокой свето- и/или энергопрозрачности. Данные стекла содержат малое количество железа и, следовательно, их также часто называют "стеклами с низким содержанием железа".

Железо в стекле находится в форме ионов трехвалентного железа Fe^{3+} и ионов двухвалентного железа Fe^{2+} . Присутствие ионов трехвалентного железа придает стеклу небольшое поглощение видимого света с короткой длиной волны и более высокое поглощение в ближней ультрафиолетовой области (полоса поглощения с центром при 380 нм), тогда как присутствие ионов двухвалентного железа (иногда представленных в виде оксида FeO) обеспечивает сильное поглощение в ближней инфракрасной области (полоса поглощения с центром при 1050 нм). Ионы трехвалентного железа обеспечивают светло-желтое окрашивание, тогда как ионы двухвалентного железа придают выраженный сине-зеленый цвет. Таким образом, повышение общего содержания железа (в обеих формах) усиливает поглощение в видимой области в ущерб светопрозрачности.

Стекла с низким содержанием железа обычно характеризуются общим количеством железа, составляющим менее 0,04 вес.% или даже 0,02 вес.% в пересчете на Fe_2O_3 , и обычно рассматриваются как по сути бесцветные. Тем не менее, известно, что даже если такие стекла в форме листов могут считаться бесцветными при взгляде через их основные поверхности, их края кажутся значительно окрашенными (вследствие удлиненного пути просмотра). При рассмотрении листов классического солнцезащитного стекла с низким содержанием железа, например стекла Sunmax® от компании AGC Glass Europe, можно наблюдать независимо от толщины листа зеленовато-желтоватый тон краев стекла.

Даже если окрашенные края стекла приемлемы для многих областей применения (например, для применения в солнечных установках), часто возникают эстетические проблемы с зеленым/желтым оттенком, в частности, в следующих случаях:

цвет края должен сочетаться с внутренним оформлением помещения или с другими частями мебели, частью которой является стекло; или

если стекло расположено непосредственно вблизи объектов различных цветов, например в предметах мебели; или

если листы стекла, такие как, например, рабочие поверхности столов, расположены таким образом, что их края находятся в непосредственном поле зрения наблюдателя.

Для решения данных по сути эстетических проблем одним известным решением для избежания окрашивания сверхпрозрачного стекла является дополнительное снижение общего содержания железа в составе листа стекла. Тем не менее, данное решение существенно увеличивает конечную стоимость стекла, поскольку для обеспечения очень низкого содержания железа требуются дорогостоящие очень чистые исходные материалы и/или, кроме того, их очистка. Более того, оно ограничено минимальным уровнем железа в целях обработки (износ печи сильно ускорен, проблемы качества, снижение выхода, более высокий расход в связи с производством с низким содержанием железа).

Помимо этого, было предложено также избегать нежелательного зеленого/желтого оттенка краев листов классического сверхпрозрачного стекла путем получения более приятного цвета (например, лазурного/синего оттенка), который преобладает над исходным зеленым/желтым цветом.

Для получения краев с оптимизированным/необходимым цветом в листах стекла с низким содержанием железа было описано несколько решений.

В EP 0463607 B1 предложено помимо сведения к минимуму содержания железа в стекле до менее 0,02 вес.% Fe_2O_3 (общее содержание железа), чтобы окислительно-восстановительное отношение было повышенным (другими словами, повышение количества ионов двухвалентного железа Fe^{2+}) и, в частности, было отрегулировано по меньшей мере до 0,44 для получения краев с лазурным оттенком. Тем не менее, такие окислительно-восстановительные значения непросто достичь в обычных печах для варки листового стекла и при обычных условиях плавления для получения улучшенного сульфатом натриево-известково-силикатного стекла. Достижение таких окислительно-восстановительных значений возможно только с помощью использования особых очень дорогостоящих дополнительных исходных материалов для производства стекла и соответствующей модификации способа плавления. Более того, такое решение обеспечивает листы стекла с синева-зеленоватыми краями.

В EP 0463606 B1 описано, при низком содержании железа менее 0,02 вес.% Fe_2O_3 (общее содержание железа), что можно добавлять селен в очень малых количествах (0,3-2 ppm) с целью получения листа стекла с краями медового цвета, весьма подходящего/сочетающегося с деревянной мебелью. Можно необязательно добавлять кобальт, при необходимости, в количестве не более 3 ppm (CoO) с получением краев более нейтрального цвета, приближающегося к серому. К сожалению, такие малые количества се-

лена, который известен как очень летучее соединение при производстве стекла, создают серьезные проблемы устойчивости в отношении поддержания текучести и, следовательно, цветостойкости конечной стекольной продукции. Более того, такие раскрытые составы представляют собой лишь попытки достичь нейтрального цвета краев, но на самом деле его не достигают.

В US 6218323 B1 также предложено обеспечение синего оттенка краев листа стекла путем введения кобальта в количестве в диапазоне 0,1-1 ppm (в виде CoO) в натриево-известково-силикатное стекло при общем содержании железа менее 0,03 вес.% (в виде Fe₂O₃). Полученный в результате лист стекла демонстрирует окислительно-восстановительный потенциал ниже 0,4 и высокую светопрозрачность, составляющую по меньшей мере 89% (TLD4). Тем не менее, такое решение имеет несколько недостатков: при промышленном производстве листа стекла, содержащего от 0,1 до 1 ppm CoO (несколько сотен тонн/день) может возникать следующая проблема: однородное смешивание и диспергирование таких малых количеств содержащих кобальт исходных материалов в стекольной шихте/стекольном расплаве являются настолько непростыми, что колебание содержания кобальта в стекле является существенным. Более того, такие раскрытые составы обеспечивают края синего, не нейтрального, цвета.

Другие решения для получения листа стекла с синими краями с высокой светопрозрачностью заключаются в добавлении неодима и/или эрбия вместо кобальта. Содержащие эрбий прозрачные стекла известны, например, из WO 2005082799 A2, где раскрыты составы с общим содержанием железа (в пересчете на Fe₂O₃) от 0,01 до 0,30 вес.% и оксида эрбия (в виде Er₂O₃) от 0,01 до 0,30 вес.%. Содержащие неодим стекла известны, например, из US 2004043886 A1, где раскрыты составы с оксидом неодима (в виде Nd₂O₃) от 0,001 до 0,1 вес.%. К сожалению, добавление эрбия и/или неодима приводит к значительному повышению стоимости стекла в связи с высокой стоимостью исходных материалов эрбия и неодима. Более того, такие раскрытые составы обеспечивают края синего, не нейтрального, цвета.

Листы стекла с высоким коэффициентом пропускания видимого света в сочетании с эстетически приятным синим цветом краев по-прежнему получают положительное признание на рынке стекла. Тем не менее, в предшествующем уровне техники не представлено никакого решения для получения листа прозрачного стекла или листа стекла с низким содержанием железа с высокой светопрозрачностью и с краями, которые являются бесцветными/ахроматическими/нейтральными. Тем не менее, большой интерес в области строительства или внутренней отделки представляет получение такого вида стекла без значительного видимого цвета либо на основных поверхностях, либо на краях, поскольку оно является полностью нейтральным с эстетической точки зрения и, таким образом, не изменяет общую эстетику/цветопередачу и его легко применять в/с любым объектом/элементом (мебелью, строением, краской, покрытием и т.д.) независимо от его цвета. Безусловно, в таком случае, больше не будет необходимости в поиске сочетания цветов между краями листов стекла и объектом, включающим его или связанным с ним.

Нейтральность/ахроматичность листа стекла и, следовательно, его краев в целом оценивают по его близости к источнику света (координата 0;0 в системе a*b*).

Цели изобретения

Настоящее изобретение имеет целью преодоление приведенных недостатков предшествующего уровня техники.

Более точно одной целью настоящего изобретения является получение листа стекла с высокой светопрозрачностью и с краями, которые являются бесцветными/ахроматическими.

Другой целью настоящего изобретения является получение листа стекла с высокой светопрозрачностью и с краями, которые являются бесцветными/ахроматическими, при этом стекло является легко получаемым с помощью простых традиционных способов плавления/изготовления.

Еще одной целью настоящего изобретения является получение листа стекла с высокой светопрозрачностью и с краями, которые являются бесцветными/ахроматическим, при этом стекло является получаемым без значительных проблем с цветостойкостью.

Следующей целью настоящего изобретения является получение листа стекла с высокой светопрозрачностью и с краями, которые являются бесцветными/ахроматическими, без необходимости в очень малом количестве железа (сверхпрозрачное/ультра-белое стекло).

Другой целью настоящего изобретения является обеспечение решения недостатков предшествующего уровня техники, которое является простым и экономичным.

Подробное описание изобретения

Настоящее изобретение относится к листу стекла, имеющему состав, который предусматривает следующее в вес.% в пересчете на общий вес стекла:

общее содержание железа (в пересчете на форму Fe₂O₃) - 0,002-0,15;

селен (в пересчете на форму Se) - 0,0003-0,005;

кобальт (в пересчете на форму Co) - 0,00005-0,0015;

при этом лист стекла характеризуется тем, что $N \leq 10,3 * Fe_2O_3 + 0,11$; N определяется как $N = \sqrt{a^2 + b^2}$, Fe₂O₃ представляет собой общее содержание железа, выраженное в вес.%.

Следовательно, изобретение основано на новом и изобретательском подходе, поскольку оно позволяет найти решение недостатков предшествующего уровня техники. Авторы настоящего изобретения

действительно неожиданно обнаружили, что объединение кобальта и селена в стеклянной матрице от сверхпрозрачной до прозрачной (общее содержание железа от 0,002 до 0,15 вес.%) в конкретных количествах (значительно больших для селена, чем в известных стеклах с низким содержанием железа) обеспечивает получение листа стекла с очень высокой светопрозрачностью и с практически полной или полной нейтральностью (и, следовательно, с ахроматическими краями).

В данной области техники селен представляет собой краситель для стекла, который обычно не применяют в стеклянной матрице от сверхпрозрачной до прозрачной, поскольку до настоящего времени было установлено, он вызывает нежелательное сильное отклонение по цвету и значительное снижение светопрозрачности. Селен в основном известен в качестве красителя в сильно окрашенном стекле (т.е. в серо-бронзовом стекле, как, например, Planibel® серое и Planibel® темно-серое) с большим содержанием железа (т.е. значительно выше 0,3 вес.%), но с очень низкой светопрозрачностью (ниже 60% или даже ниже 20% для темного варианта). Как уже объяснялось выше, кобальт известен как краситель для стекла в стеклянной матрице с низким содержанием железа, но его добавляют лишь в чрезвычайно малых количествах (менее 1 или 0,5 ppm) вследствие его сильной окрашивающей способности. Тем не менее, комбинация кобальта и селена в очень малых количествах была описана для стеклянной матрицы с низким содержанием железа, но полученное в результате стекло не обладает полной нейтральностью, а лишь приближается к ней.

Авторы настоящего изобретения обнаружили, что окрашивающий характер селена в стекле (ориентация и длина/интенсивность его окрашивающего вектора) связан с количеством железа, присутствующего в данном стекле, тогда как окрашивающий характер кобальта остается стабильным независимо от содержания железа в стекле. Более того, автор настоящего изобретения обнаружил, что добавление селена является все более и более эффективным в его комбинации с кобальтом с целью получения в значительной степени нейтрального стекла при понижении содержания железа в стекле. Как изображено на фиг. 1, длина окрашивающего вектора селена снижается и его ориентация изменяется при переходе от стекла с высоким содержанием железа до стекла с низким содержанием железа. На данной фигуре также в качестве иллюстрации показан окрашивающий вектор кобальта (пунктирная линия). На фиг. 1, в частности, можно увидеть, что

введение селена в матрицу с высоким содержанием железа приводит к повышению a^* и сопутствующему значительному повышению b^* (окрашивающий вектор селена при высоком содержании железа);

введение селена в матрицу от сверхпрозрачной до прозрачной с достижением того же повышения a^* , что и в матрице с высоким содержанием железа приведет к меньшему повышению b^* .

Более того, как изображено на фиг. 2, может требоваться меньшее количество кобальта, например, в матрице со средним содержанием железа (общее содержание железа 0,043 вес.%) по сравнению с тем, которое можно ожидать на основании известного окрашивающего вектора селена при высоком содержании железа, с целью достижения полной нейтральности (т.е. в три раза меньше кобальта на фиг. 2). Поскольку известно, что кобальт неблагоприятно снижает светопрозрачность стекла (см. фиг. 3), особенно преимущественным является получение нейтрального стекла с низким уровнем кобальта и, таким образом, высоким уровнем светопрозрачности.

Кроме того, окрашивающий эффект селена в стеклянной матрице от сверхпрозрачной до прозрачной неожиданно оказался менее сильным, чем в окрашенном стекле с высоким содержанием железа (см. фиг. 1), так что для настоящего изобретения требуются значительно большие количества селена (≥ 3 ppm) по сравнению с тем, которое известно для такой стеклянной матрицы (обычно менее 1 ppm), и по сравнению с тем, которое можно ожидать на основании известного окрашивающего вектора селена при высоком содержании железа. Это особенно неожиданно, поскольку в стекле от сверхпрозрачного до прозрачного, если, например, необходим незначительный цвет краев, обычно добавляют лишь очень малое количество красителей. Такие большие количества селена в соответствии с настоящим изобретением по сравнению с другими содержащими селен стеклами с низким содержанием железа являются преимущественными также с целью обеспечения цветостойкости в ходе получения стекла. Действительно, чувствительность цвета к изменениям количества селена в конечном стекле (которые могут возникать в связи с летучестью селена) будет снижена. Наконец, поскольку окрашивающий эффект селена является менее сильным, чем в стекле с высоким содержанием железа, его воздействие на светопрозрачность снижено даже при больших количествах селена в соответствии с настоящим изобретением. Это можно видеть на фиг. 3, где изображено снижение светопрозрачности в зависимости от количества селена, добавленного в составы стекла с различным содержанием железа (высокое содержание железа: 0,7 вес.%; прозрачное: 0,068 вес.%; среднее содержание железа: 0,04 вес.%; низкое содержание железа: 0,01 вес.%). На данной фигуре также показано снижение светопрозрачности в зависимости от добавленного количества кобальта, но данное снижение не зависит от содержания железа в стекле.

В настоящем описании и формуле изобретения для оценки отсутствия цвета или степени нейтральности/ахроматичности листа стекла (и, таким образом, нейтральности/ахроматичности его краев) учитывают значения CIELab: a^* и b^* (измеренные для листа толщиной 5 мм при прохождении света от источ-

ника D65, 10°, SCI). Более точно, в настоящем описании и формуле изобретения нейтральность листа стекла (и, следовательно, его краев) оценивают по его близости к источнику света (координата 0;0 в системе $a*b^*$) и, в частности, ее рассчитывают посредством "N-фактора", определяемого как $N = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$, который необходимо снижать настолько это возможно для обеспечения нейтральности. Согласно настоящему изобретению достижение нейтральности должно быть определено в соответствии с общим содержанием железа в составе. Действительно, с одной стороны, классический состав прозрачного стекла далек от полной нейтральности (0;0 в системе $a*b^*$), тогда как, с другой стороны, классический состав стекла с низким содержанием железа ближе к ней. Обеспечение большей нейтральности состава стекла в соответствии с настоящим изобретением зависит от общего содержания железа. Следовательно, лист стекла по настоящему изобретению характеризуется тем, что $N \leq 10,3*Fe_2O_3 + 0,11$.

Другие свойства и преимущества настоящего изобретения будут более понятны из следующего описания предпочтительных вариантов осуществления и фигур, приведенных лишь в качестве иллюстративных и не ограничивающих примеров.

В настоящем тексте при указании диапазона включены крайние точки за исключением случаев, когда явно указано иное. Кроме того, все целые и дробные значения в числовом диапазоне прямо включены, как в случае явного указания. Также в настоящем тексте значения содержания приведены в процентах, за исключением явного указания иного (т.е. в ppm). Более того, также в настоящем тексте значения содержания в процентах представлены в вес.% в пересчете на общий вес стекла. Более того, если приведен состав стекла, это относится к общему составу стекла.

В настоящем описании и формуле изобретения для измерения светопропускаемости листа стекла рассматривается полная светопропускаемость с источником света D65 (TLD) для листа толщиной 4 мм (TLD4) при пространственном угле обзора 2° (в соответствии со стандартом ISO 9050). Светопропускаемость представляет собой процент светового потока, испускаемого с длинами волн от 380 до 780 нм, который проходит через лист стекла.

Предпочтительно лист стекла по настоящему изобретению характеризуется TLD4 выше 65, 70, 75, 80, 85, 87, 88, 89 или даже выше 90%, или предпочтительно выше 90,5, 90,75%, или предпочтительнее выше 91%.

Лист стекла по настоящему изобретению может иметь различные и относительно большие размеры. Он может иметь размеры, например, в диапазоне не более 3,21×6 м, или 3,21×5,50 м, или 3,21×5,10 м, или 3,21×4,50 м (лист стекла "PLF"), или также, например, 3,21×2,55 м или 3,21×2,25 м (лист стекла "DLF"). Лист стекла по настоящему изобретению может иметь различную толщину от 0,1 до 25 мм.

Предпочтительно лист стекла характеризуется тем, что: $N \leq 9,2*Fe_2O_3 + 0,1$; N представляет собой N-фактор, определенный ранее в настоящем описании. Более предпочтительно лист стекла характеризуется тем, что $N \leq 7,1*Fe_2O_3 + 0,07$. Наиболее предпочтительно лист стекла характеризуется тем, что: $N \leq 4,8*Fe_2O_3 + 0,05$. Данный последний вариант осуществления является особенно преимущественным, поскольку он обеспечивает составы стекла со средним содержанием железа в соответствии с настоящим изобретением с такой же нейтральностью, что и классические стекла с низким содержанием железа из предшествующего уровня техники (т.е. Sunmax или Clearvision). Также более предпочтительно лист стекла характеризуется тем, что $N \leq 3,6*Fe_2O_3 + 0,04$. Данный последний вариант осуществления является особенно преимущественным, поскольку он обеспечивает составы прозрачного стекла (общее содержание железа 0,08 вес.%) в соответствии с настоящим изобретением с такой же нейтральностью, что и классические стекла с низким содержанием железа из предшествующего уровня техники (т.е. Sunmax или Clearvision). В наиболее предпочтительном варианте осуществления лист стекла характеризуется тем, что $N \leq 2,5*Fe_2O_3 + 0,02$, или предпочтительно $N \leq 1,9*Fe_2O_3 + 0,02$, или еще более предпочтительно $N \leq 1,2*Fe_2O_3 + 0,01$. Данные варианты осуществления являются особенно преимущественными, поскольку они обеспечивают составы прозрачного стекла (общее содержание железа 0,15 вес.%) в соответствии с настоящим изобретением с такой же и даже большей нейтральностью, чем классические стекла с низким содержанием железа из предшествующего уровня техники.

В соответствии с другим вариантом осуществления лист стекла характеризуется тем, что: $N \leq 0,25$; $\leq 0,20$; $\leq 0,15$; $\leq 0,10$; $\leq 0,05$ или даже $\leq 0,025$. Данные варианты осуществления обеспечивают достижение все большей и большей нейтральности независимо от общего содержания железа.

В соответствии с настоящим изобретением состав в соответствии с настоящим изобретением предусматривает следующее общее содержание железа (в пересчете на Fe_2O_3): 0,002-0,15 вес.%. В настоящем описании, когда речь идет об общем содержании железа в составе стекла, "общее содержание железа" и " Fe_2O_3 " используются в равной степени. Минимальное значение 0,002 вес.% позволяет не нанести чрезмерный ущерб в отношении стоимости стекла, поскольку для обеспечения таких низких значений содержания железа часто требуются дорогостоящие очень чистые исходные материалы, а также их очистка. В соответствии с одним вариантом осуществления состав предусматривает следующее общее содержание железа: 0,002-0,1 вес.%. Предпочтительно состав предусматривает следующее общее содержание железа: 0,002-0,06 вес.%. Более предпочтительно состав предусматривает следующее общее содержание железа: 0,002-0,04 вес.% или даже 0,002-0,035 вес.%. В более предпочтительном варианте осуществе-

ствления состав предусматривает следующее общее содержание железа: 0,002-0,02 вес.% или даже 0,002-0,015 вес.%. В наиболее предпочтительном варианте осуществления состав предусматривает следующее общее содержание железа: 0,002-0,01 вес.%. Снижение максимального значения общего содержания железа обеспечивает достижение все более и более высоких значений светопрозрачности.

В качестве альтернативы состав в соответствии с настоящим изобретением предпочтительно предусматривает следующее общее содержание железа (в пересчете на Fe_2O_3): 0,01-0,08 вес.%. Более предпочтительно состав в соответствии с настоящим изобретением предусматривает следующее общее содержание железа (в пересчете на Fe_2O_3): 0,01-0,06 вес.%, или даже 0,01-0,04 вес.%, или даже более предпочтительно 0,01-0,03 вес.%. Наиболее предпочтительно состав в соответствии с настоящим изобретением предусматривает следующее общее содержание железа (в пересчете на Fe_2O_3): 0,01-0,02 вес.%.

В качестве альтернативы состав в соответствии с настоящим изобретением предпочтительно предусматривает следующее общее содержание железа (в пересчете на Fe_2O_3): 0,02-0,08 вес.%. Более предпочтительно состав в соответствии с настоящим изобретением предусматривает следующее общее содержание железа (в пересчете на Fe_2O_3): 0,02-0,06 вес.%, или даже 0,02-0,04 вес.%, или даже более предпочтительно 0,02-0,03 вес.%.

Также в качестве альтернативы состав в соответствии с настоящим изобретением предпочтительно предусматривает следующее общее содержание железа (в пересчете на Fe_2O_3): 0,04-0,1 вес.%. Более предпочтительно состав в соответствии с настоящим изобретением предусматривает следующее общее содержание железа (в пересчете на Fe_2O_3): 0,04-0,08 вес.%, или даже 0,04-0,06 вес.%, или даже более предпочтительно 0,05-0,06 вес.%.

В настоящем изобретении состав в соответствии с настоящим изобретением предусматривает кобальт (в пересчете на форму Co) в следующем количестве: 0,00005-0,0015 вес.%. Предпочтительно состав предусматривает кобальт в следующем количестве: 0,00005-0,001 вес.%. Это является преимуществом в целях ограничения снижения светопрозрачности при сохранении нейтральности.

В соответствии с настоящим изобретением состав в соответствии с настоящим изобретением предусматривает селен (в пересчете на форму Se) в следующем количестве: 0,0003-0,005 вес.%. Предпочтительно состав преимущественно предусматривает селен в следующем количестве: 0,0004-0,005 вес.% или предпочтительно 0,0005-0,005 вес.%. Повышение минимального значения обеспечивает еще большее приближение к полной нейтральности. Более предпочтительно состав предусматривает селен в следующем количестве: 0,0005-0,003 вес.%. В наиболее предпочтительном варианте осуществления состав предусматривает селен в следующем количестве: 0,0005-0,002 вес.% или еще более предпочтительно 0,0005-0,0015 вес.%.

Также в качестве альтернативы состав предпочтительно предусматривает селен в следующем количестве: 0,0003-0,003 вес.% и более предпочтительно 0,0003-0,002 вес.%. Данные сниженные максимальные значения обеспечивают снижение затрат, а также ограничивают снижение светопрозрачности, при этом сохраняя нейтральность. В наиболее предпочтительном варианте осуществления состав предусматривает селен в следующем количестве: 0,0003-0,0015 вес.%.

В качестве альтернативы состав предпочтительно предусматривает селен в следующем количестве: 0,0004-0,003 вес.% и более предпочтительно 0,0004-0,002 вес.%. Данные сниженные максимальные значения обеспечивают снижение затрат, а также ограничивают снижение светопрозрачности, при этом сохраняя нейтральность. В наиболее предпочтительном варианте осуществления состав предусматривает селен в следующем количестве: 0,0004-0,0015 вес.%.

В соответствии с преимущественным вариантом осуществления настоящего изобретения, особенно из соображений низких затрат на производство, состав стекла представляет собой стекло натриево-кальциево-силикатного типа. В соответствии с данным вариантом осуществления под "стеклом натриево-кальциево-силикатного типа" подразумевают, что основная стеклянная матрица состава содержит следующее в вес.% в пересчете на общий вес стекла:

| | |
|-------------------------|-------|
| SiO_2 | 60-78 |
| Al_2O_3 | 0-8 |
| B_2O_3 | 0-4 |
| CaO | 0-15 |
| MgO | 0-10 |
| Na_2O | 5-20 |
| K_2O | 0-10 |
| BaO | 0-5 |

В соответствии с данным вариантом осуществления предпочтительно основная стеклянная матрица состава содержит следующее в вес.% в пересчете на общий вес стекла:

| | |
|--------------------------------|-------|
| SiO ₂ | 60-78 |
| Al ₂ O ₃ | 0-6 |
| B ₂ O ₃ | 0-1 |
| CaO | 5-15 |
| MgO | 0-8 |
| Na ₂ O | 10-20 |
| K ₂ O | 0-5 |
| BaO | 0-1 |

В предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения состав предусматривает следующее в вес.% в пересчете на общий вес стекла:

$$65 \leq \text{SiO}_2 \leq 78$$

$$5 \leq \text{Na}_2\text{O} \leq 20$$

$$0 \leq \text{K}_2\text{O} < 5$$

$$1 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 < 6$$

$$0 \leq \text{CaO} < 4,5$$

$$4 \leq \text{MgO} \leq 12$$

а также соотношение $(\text{MgO}/(\text{MgO}+\text{CaO})) \geq 0,5$.

В соответствии с данным вариантом осуществления предпочтительно состав предусматривает следующее: $1 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 < 5$ вес.% или даже $1 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 < 4$ вес.%. Более предпочтительно состав листа термополированного стекла предусматривает $1 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 3$ вес.%. В качестве альтернативы состав листа термополированного стекла предусматривает $2 < \text{Al}_2\text{O}_3 < 6$ вес.%. Предпочтительно состав предусматривает следующее: $2 < \text{Al}_2\text{O}_3 < 5$ вес.% или даже $2 < \text{Al}_2\text{O}_3 < 4$ вес.%. Более предпочтительно состав предусматривает следующее: $2 < \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 3$ вес.%. Преимущественно и также в качестве альтернативы $3 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 < 6$ вес.%. Предпочтительно состав предусматривает следующее: $3 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 < 5$ вес.% или даже $3 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 < 4$ вес.%. Более предпочтительно состав предусматривает следующее: $4 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 < 6$ вес.% или даже $4 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 < 5$ вес.%. Также в соответствии с указанным вариантом осуществления предпочтительно состав предусматривает следующее: $0 \leq \text{CaO} < 4$ вес.% и более предпочтительно $0 \leq \text{CaO} < 3,5$ вес.%. В особенно предпочтительном варианте осуществления состав предусматривает следующее: $0 \leq \text{CaO} < 3$ вес.%. В наиболее предпочтительном варианте осуществления состав предусматривает следующее: $0 \leq \text{CaO} < 2$ вес.%. Также в соответствии с указанным вариантом осуществления предпочтительно состав предусматривает следующее: $5,5 \leq \text{MgO} \leq 10$ вес.% и более предпочтительно $6 \leq \text{MgO} \leq 10$ вес.%. Также в соответствии с указанным вариантом осуществления предпочтительно состав предусматривает следующее: $0 \leq \text{K}_2\text{O} < 4$ вес.%, более предпочтительно $0 \leq \text{K}_2\text{O} < 3$ вес.% и наиболее предпочтительно $0 \leq \text{K}_2\text{O} < 2$ вес.%. Также в соответствии с указанным вариантом осуществления предпочтительно состав листа термополированного стекла предусматривает следующее: $0,5 \leq [\text{MgO}/(\text{MgO}+\text{CaO})] < 1$. Предпочтительно состав предусматривает следующее: $0,6 \leq [\text{MgO}/(\text{MgO}+\text{CaO})] < 1$. Более предпочтительно состав предусматривает следующее: $0,75 \leq [\text{MgO}/(\text{MgO}+\text{CaO})] < 1$. В качестве альтернативы состав предусматривает следующее: $0,5 \leq [\text{MgO}/(\text{MgO}+\text{CaO})] < 0,95$ или более предпочтительно $0,5 \leq [\text{MgO}/(\text{MgO}+\text{CaO})] < 0,85$. Более предпочтительно состав предусматривает следующее: $0,75 \leq [\text{MgO}/(\text{MgO}+\text{CaO})] < 0,85$. В соответствии с особенно предпочтительным вариантом осуществления состав предусматривает следующее: $0,88 \leq [\text{MgO}/(\text{MgO}+\text{CaO})] < 1$. Предпочтительно состав предусматривает следующее: $0,9 \leq [\text{MgO}/(\text{MgO}+\text{CaO})] < 1$. В качестве альтернативы состав предусматривает следующее: $0,88 \leq [\text{MgO}/(\text{MgO}+\text{CaO})] \leq 0,98$. Более предпочтительно состав предусматривает следующее: $0,90 \leq [\text{MgO}/(\text{MgO}+\text{CaO})] \leq 0,98$, или еще более предпочтительно $0,92 \leq [\text{MgO}/(\text{MgO}+\text{CaO})] \leq 0,98$, или даже более предпочтительно $0,92 \leq [\text{MgO}/(\text{MgO}+\text{CaO})] \leq 0,95$.

В соответствии с особенно предпочтительным вариантом осуществления состав в соответствии с настоящим изобретением предусматривает следующее в вес.% в пересчете на общий вес стекла:

$$65 \leq \text{SiO}_2 \leq 78$$

$$10 \leq \text{Na}_2\text{O} \leq 20$$

$$0 \leq \text{K}_2\text{O} < 4$$

$$2 < \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 3$$

$$0 < \text{CaO} < 3,5$$

$$4 \leq \text{MgO} \leq 12$$

$$0,5 \leq [\text{MgO}/(\text{MgO}+\text{CaO})] < 1.$$

В соответствии с данным последним вариантом осуществления состав в соответствии с настоящим

изобретением более предпочтительно предусматривает следующее:

$$\begin{aligned} 65 &\leq \text{SiO}_2 \leq 78 \\ 10 &\leq \text{Na}_2\text{O} \leq 20 \\ 0 &\leq \text{K}_2\text{O} < 3 \\ 2 &< \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 3 \\ 0 &< \text{CaO} < 3,5 \\ 6 &\leq \text{MgO} \leq 10 \\ 0,75 &\leq [\text{MgO}/(\text{MgO}+\text{CaO})] < 1. \end{aligned}$$

В качестве альтернативы состав в соответствии с настоящим изобретением преимущественно предусматривает следующее:

$$\begin{aligned} 65 &\leq \text{SiO}_2 \leq 78 \\ 10 &\leq \text{Na}_2\text{O} \leq 20 \\ 0 &\leq \text{K}_2\text{O} < 3 \\ 4 &\leq \text{Al}_2\text{O}_3 < 5 \\ 0 &< \text{CaO} < 3,5 \\ 6 &\leq \text{MgO} \leq 10 \\ 0,88 &\leq [\text{MgO}/(\text{MgO}+\text{CaO})] < 1. \end{aligned}$$

В другом предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения состав предусматривает следующее в вес.% в пересчете на общий вес стекла:

$$\begin{aligned} 65 &\leq \text{SiO}_2 \leq 78 \\ 5 &\leq \text{Na}_2\text{O} \leq 20 \\ 1 &\leq \text{K}_2\text{O} < 8 \\ 1 &\leq \text{Al}_2\text{O}_3 < 6 \\ 2 &\leq \text{CaO} < 10 \\ 0 &\leq \text{MgO} \leq 8 \end{aligned}$$

соотношение $\text{K}_2\text{O}/(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})$ от 0,1 до 0,7.

В соответствии с данным последним вариантом осуществления предпочтительно состав предусматривает следующее: $1 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 < 5$ вес.% или даже $1 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 < 4$ вес.%. Более предпочтительно состав предусматривает следующее: $1 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 3$ вес.%. В качестве альтернативы состав предусматривает следующее: $2 < \text{Al}_2\text{O}_3 < 6$ вес.%. Предпочтительно состав предусматривает следующее: $2 < \text{Al}_2\text{O}_3 < 5$ вес.% или даже $2 < \text{Al}_2\text{O}_3 < 4$ вес.%. Более предпочтительно состав предусматривает следующее: $2 < \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 3$ вес.%. Преимущественно и также в качестве альтернативы $3 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 < 6$ вес.%. Предпочтительно состав предусматривает следующее: $3 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 < 5$ вес.% или даже $3 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 < 4$ вес.%. В качестве альтернативы состав предусматривает следующее: $4 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 < 6$ вес.% или даже $4 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 < 5$ вес.%. Также в соответствии с данным последним вариантом осуществления предпочтительно состав предусматривает следующее: $3 \leq \text{CaO} < 10$ вес.% и более предпочтительно $4 \leq \text{CaO} < 10$ вес.%. В особенно предпочтительном варианте осуществления состав предусматривает следующее: $5 \leq \text{CaO} < 10$ вес.%. В наиболее предпочтительном варианте осуществления состав предусматривает следующее: $6 \leq \text{CaO} < 10$ вес.%. Также в соответствии с данным последним вариантом осуществления предпочтительно состав предусматривает следующее: $0 \leq \text{MgO} \leq 7$ вес.% и более предпочтительно $0 \leq \text{MgO} \leq 6$ вес.%. В наиболее предпочтительном варианте осуществления состав предусматривает следующее: $0 \leq \text{MgO} < 5$ вес.%. Также в соответствии с данным последним вариантом осуществления предпочтительно состав предусматривает следующее: $1 \leq \text{K}_2\text{O} < 7$ вес.% и более предпочтительно $1 \leq \text{K}_2\text{O} < 6$ вес.%. В особенно предпочтительном варианте осуществления состав предусматривает следующее: $1 \leq \text{K}_2\text{O} < 5$ вес.%. В качестве альтернативы состав предусматривает следующее: $2 \leq \text{K}_2\text{O} \leq 6$ вес.% или еще более предпочтительно $3 \leq \text{K}_2\text{O} \leq 6$ вес.%. В наиболее предпочтительном варианте осуществления состав предусматривает следующее: $2 \leq \text{K}_2\text{O} \leq 4$ вес.%. Также в соответствии с данным последним вариантом осуществления предпочтительно состав предусматривает соотношение $\text{K}_2\text{O}/(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})$ от 0,1 до 0,6. Более предпочтительно состав предусматривает соотношение $\text{K}_2\text{O}/(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})$ от 0,2 до 0,6. В качестве альтернативы состав листа стекла предусматривает соотношение $\text{K}_2\text{O}/(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})$ от 0,1 до 0,5. В особенно предпочтительном варианте осуществления состав предусматривает соотношение $\text{K}_2\text{O}/(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})$ от 0,2 до 0,5. В наиболее предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения состав предусматривает соотношение $\text{K}_2\text{O}/(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})$ от 0,2 до 0,4.

В соответствии с особенно предпочтительным вариантом осуществления состав в соответствии с настоящим изобретением предусматривает следующее в вес.% в пересчете на общий вес стекла:

$$65 \leq \text{SiO}_2 \leq 78$$

$$8 \leq \text{Na}_2\text{O} \leq 15$$

$$1 \leq \text{K}_2\text{O} < 6$$

$$1 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 < 3$$

$$4 \leq \text{CaO} < 10$$

$$0 \leq \text{MgO} \leq 6$$

соотношение $\text{K}_2\text{O}/(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})$, которое находится в диапазоне от 0,1 до 0,5.

В соответствии с данным последним вариантом осуществления состав в соответствии с настоящим изобретением более предпочтительно предусматривает следующее:

$$65 \leq \text{SiO}_2 \leq 78$$

$$8 \leq \text{Na}_2\text{O} \leq 15$$

$$2 \leq \text{K}_2\text{O} < 6$$

$$1 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 < 3$$

$$6 \leq \text{CaO} < 10$$

$$0 \leq \text{MgO} \leq 6$$

соотношение $\text{K}_2\text{O}/(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})$, которое находится в диапазоне от 0,2 до 0,5.

В особенно предпочтительном способе состав в соответствии с настоящим изобретением предусматривает следующее:

$$65 \leq \text{SiO}_2 \leq 78$$

$$8 \leq \text{Na}_2\text{O} \leq 15$$

$$2 \leq \text{K}_2\text{O} < 4$$

$$1 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 < 3$$

$$6 \leq \text{CaO} < 10$$

$$0 \leq \text{MgO} \leq 5$$

соотношение $\text{K}_2\text{O}/(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})$, которое находится в диапазоне от 0,2 до 0,4.

В соответствии с особенно предпочтительным вариантом осуществления состав представляет собой следующее: $0,003 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \leq \text{Co} \leq 0,03 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$; где Fe_2O_3 представляет собой общее содержание железа в пересчете на Fe_2O_3 в вес.% и Co представляет собой содержание кобальта в пересчете на Co в вес.%. Более предпочтительно состав представляет собой следующее: $0,005 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \leq \text{Co} \leq 0,025 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ или предпочтительно $0,006 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \leq \text{Co} \leq 0,02 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$. В наиболее предпочтительном варианте осуществления состав представляет собой следующее: $0,007 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \leq \text{Co} \leq 0,015 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$. Такая связь между содержанием железа и кобальта обеспечивает достижение даже более полной нейтральности листа стекла и его краев.

Большинство классических составов стекла натриево-кальциево-силикатного типа от сверхпрозрачного до прозрачного не предусматривает значительного количества других красителей, кроме железа, в качестве примесей. Тем не менее, некоторые конкретные составы могут предусматривать некоторые другие красители в качестве примесей, в основном в связи с отдельными загрязненными исходными материалами. В таком случае соотношение кобальта и железа может быть адаптировано для обеспечения нейтральности. Например, некоторые составы могут предусматривать никель в качестве примеси в значительном количестве (т.е. не более 0,002 вес.%). В таком случае, в другом предпочтительном варианте осуществления состав представляет собой следующее: $0,003 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \leq (\text{Co} - 0,2 \cdot \text{Ni}) \leq 0,03 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$; где Fe_2O_3 представляет собой общее содержание железа в пересчете на Fe_2O_3 , Co представляет собой содержание кобальта в пересчете на Co в вес.%, и Ni представляет собой содержание никеля, в пересчете на Ni . Более предпочтительно состав представляет собой следующее: $0,005 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \leq (\text{Co} - 0,2 \cdot \text{Ni}) \leq 0,025 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ или предпочтительно $0,006 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \leq (\text{Co} - 0,2 \cdot \text{Ni}) \leq 0,02 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$. В наиболее предпочтительном варианте осуществления состав представляет собой следующее: $0,007 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \leq (\text{Co} - 0,2 \cdot \text{Ni}) \leq 0,015 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$.

В соответствии с вариантом осуществления состав в соответствии с настоящим изобретением может предусматривать эрбий (в пересчете на Er_2O_3) в следующих вес.% в пересчете на общий вес стекла: $\text{Er}_2\text{O}_3 \leq 0,3$ вес.%, или даже $\leq 0,15$ вес.%, или даже более предпочтительно $\leq 0,1$ вес.%. Более предпочтительно состав предусматривает эрбий (в пересчете на Er_2O_3) в следующих вес.% в пересчете на общий вес стекла: $\text{Er}_2\text{O}_3 \leq 0,075$ вес.%, или $\leq 0,05$ вес.%, или даже $\leq 0,03$ вес.%, или даже более предпочтительно $\leq 0,02$ вес.%. Это может быть предпочтительно в комбинации с кобальтом и селеном, поскольку это обеспечивает достижение нейтральности, но без снижения светопрозрачности.

Преимущественно лист стекла по настоящему изобретению может быть закален, механически или химически. Он также может быть согнут/закруглен или в общем случае деформирован для достижения какой-либо необходимой конфигурации (посредством гнутья в холодном состоянии, термоформования и т.д.). Он также может быть многослойным.

В соответствии с одним вариантом осуществления настоящего изобретения лист стекла покрывают по меньшей мере одним прозрачным и электропроводящим тонким слоем. Прозрачный и проводящий тонкий слой в соответствии с настоящим изобретением может, например, представлять собой слой на основе $\text{SnO}_2\cdot\text{F}$, $\text{SnO}_2\cdot\text{Sb}$ или ИТО (оксид индия и олова), $\text{ZnO}\cdot\text{Al}$ или также $\text{ZnO}\cdot\text{Ga}$.

В соответствии с другим преимущественным вариантом осуществления настоящего изобретения лист стекла покрывают по меньшей мере одним антиотражающим слоем. Данный вариант осуществления, очевидно, является преимущественным в случае применения листа стекла по настоящему изобретению в качестве передней поверхности экрана. Антиотражающий слой в соответствии с настоящим изобретением может, например, представлять собой слой на основе пористого оксида кремния с низким показателем преломления или он может состоять из нескольких слоев (пакет), в частности, пакет слоев диэлектрического материала с чередованием слоев с низкими и высокими показателями преломления и конечным слоем с низким показателем преломления.

В соответствии с другим вариантом осуществления лист стекла покрывают по меньшей мере одним слоем против отпечатков пальцев или обрабатывают для снижения или предотвращения фиксирования отпечатков пальцев. Данный вариант осуществления также является преимущественным в случае применения листа стекла по настоящему изобретению в качестве передней поверхности сенсорного экрана. Такой слой или такая обработка могут быть объединены с прозрачным и электропроводящим тонким слоем, нанесенным на противоположную сторону. Такой слой можно объединять с антиотражающим слоем, нанесенным на ту же поверхность, при этом слой против отпечатков пальцев расположен на внешней стороне пакета и покрывает, таким образом, антиотражающий слой.

В соответствии с другим вариантом осуществления лист стекла покрывают по меньшей мере одним слоем или обрабатывают для снижения или предотвращения блеска и/или сверкания. Данный вариант осуществления, само собой, является преимущественным в случае применения листа стекла по настоящему изобретению в качестве передней поверхности устройства отображения. Такая обработка против блеска или против сверкания, например, представляет собой кислотное травление с получением особой шероховатости обработанной поверхности листа стекла.

В соответствии с еще одним вариантом осуществления лист стекла обрабатывали с получением антибактериальных свойств (т.е. посредством известной обработки серебром). Такая обработка также является преимущественной в случае применения листа стекла по настоящему изобретению в качестве передней поверхности устройства отображения.

В соответствии с еще одним вариантом осуществления лист стекла покрывают по меньшей мере одним слоем краски, в том числе эмалью, органической краской, лаком и т.д. Данный слой краски преимущественно может быть окрашенным в определенный цвет или белым. В соответствии с данным вариантом осуществления лист стекла может быть покрыт по меньшей мере на одной поверхности полностью или только частично.

В соответствии с необходимыми областями применения и/или свойствами другой слой(слои)/обработка(обработки) могут быть нанесены/выполнены на одной и/или другой поверхности листа стекла по настоящему изобретению.

Листы стекла по настоящему изобретению представляют особый интерес при включении в/связи с/применении в качестве различных объектов, таких как мебель (столы, полки, стулья, двери и т.д.), электронные устройства, электроприборы, лекционные доски, комоды, двери душевых, стенные панели, фасады, внутренние перегородки, освещение и т.д.

Далее варианты осуществления настоящего изобретения будут дополнительно описаны только в качестве примеров вместе с некоторыми сравнительными примерами, не в соответствии с настоящим изобретением. Следующие примеры представлены в целях иллюстрации и не предназначены для ограничения объема настоящего изобретения.

Примеры

Различные листы стекла по настоящему изобретению получали или рассчитывали/моделировали в виде 4 групп примеров с различными значениями общего содержания железа, содержания селена и кобальта.

Для получения листов стекла для примеров выполняли следующее.

Порошкообразные исходные материалы смешивали вместе и помещали в плавильные тигли в соответствии с одним и тем же основным составом, указанным в таблице ниже, к которому при этом добавляли исходные материалы, содержащие кобальт, селен и железо в различных количествах в зависимости от значений содержания, упомянутых в конечном составе (следует отметить, что железо уже, по меньшей мере частично, присутствует в исходных материалах основного состава в качестве примеси). Смесь исходных материалов затем нагревали в электрической печи до температуры, обеспечивающей полное расплавление исходного материала.

| Основной состав | Количество [вес. %] |
|--------------------------------|----------------------------|
| SiO ₂ | 72,01 |
| CaO | 7,93 |
| K ₂ O | 0,02 |
| Na ₂ O | 13,92 |
| SO ₃ | 0,31 |
| TiO ₂ | 0,02 |
| Al ₂ O ₃ | 1,33 |
| MgO | 4,46 |

Оптические свойства каждого полученного листа стекла определяли на спектрофотометре Perkin Elmer Lambda 950, оснащенного интегрирующей сферой диаметром 150 мм и, в частности, светопрозрачность TLD4 определяли в соответствии со стандартом ISO 9050 относительно толщины 4 мм с пространственным углом обзора 2° (источник света D65) и для диапазона длин волн от 380 до 780 нм;

параметры CIE L* a*b* определяли при прохождении со следующими параметрами: источник освещения D65, 10°, толщина 5 мм.

Для моделирования/расчета листов стекла для примеров выполняли следующее: оптические свойства некоторых листов стекла рассчитывали на основании оптических свойств различных красителей для стекла (с применением их окрашивающих векторов в различных стеклянных матрицах).

Оптические свойства из примеров EX4, EX7, EX14 исходят из моделирования. Измеряли оптические свойства для всех других примеров (EX1-3, EX5-6, EX7b, EX8-13).

Группа 1.

Примеры EX1 и EX2 (сравнительные) соответствуют классическим и серийно производимым листам прозрачного стекла (реализуемым на рынке как "Planibel® Clear"), без добавленного кобальта или селена. Пример EX3 (сравнительный) соответствует серийно производимому листу прозрачного стекла с синими краями (реализуемому на рынке как "Planibel® Linea Azzura"), в который добавлено лишь некоторое количество кобальта. Пример EX4 соответствует листу стекла по настоящему изобретению, содержащему общее количество железа, подобное таковому в классическом прозрачном стекле из предшествующего уровня техники, и в котором кобальт и селен добавляли в соответствии с настоящим изобретением.

В табл. 1 показаны оптические свойства для примеров EX1-4 и их соответствующие общее содержание железа, количества селена и кобальта.

Таблица 1

| | Fe₂O₃ (ppm) | Se (ppm) | Co (ppm) | TLD4 (%) | a* | b* | N-фактор |
|--|--|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|-------------|-----------------|
| EX1 (сравн.) | 800 | 0 | 0 | 89,87 | -0,98 | 0,48 | 1,09 |
| EX2 (сравн.) | 1100 | 0 | 0 | 89,42 | -1,49 | 0,27 | 1,51 |
| EX3 (сравн.) | 1210 | 0 | 2 | 88,97 | -1,76 | -0,05 | 1,76 |
| EX4 (по настоящему изобретению) | 800 | 5 | 18 | 87,42 | 0,01 | 0,18 | 0,18 |

Результаты для EX3 при сравнении с результатами для EX2 демонстрируют влияние добавления кобальта в малых количествах в прозрачную стеклянную матрицу: EX3 является более синеватым (более низкое значение b*), как известно и представлено коммерчески, и менее нейтральным (более отдаленным от 0;0 в диаграмме a*, b* или с повышенным N-фактором), чем EX2.

Более того, также можно наблюдать, что пример EX4 обеспечивает достижение целей настоящего изобретения в прозрачной стеклянной матрице, а именно высокой светопрозрачности, очень близкой к светопрозрачности классического прозрачного стекла, и высокой нейтральности по цвету: значения a* и b* очень близки к 0;0 в цветовой диаграмме, и N-фактор значительно снижен (даже ниже значений классических стекол с низким содержанием железа, см. EX8 и EX9).

Группа 2.

Пример EX5 (сравнительный) соответствует классическому листу стекла со средним содержанием железа из предшествующего уровня техники без добавления кобальта или селена. Пример EX6 (сравнительный) соответствует листу стекла со средним содержанием железа, в которое добавлен только селен. Примеры EX7 и EX7b соответствуют листам стекла по настоящему изобретению с общим содержанием железа, подобным содержанию в стеклах со средним содержанием железа из предшествующего уровня техники, и в которые были добавлены кобальт и селен в соответствии с настоящим изобретением.

В табл. 2 показаны оптические свойства для EX5-7 и их соответствующие значения общего содержания железа, содержания селена и кобальта.

Таблица 2

| | Fe₂O₃ (ppm) | Se (ppm) | Co (ppm) | TLD4 (%) | a* | b* | N- факто р |
|---|--|---------------------|---------------------|---------------------|--------------|-------------|---------------------------|
| EX5 (сравн.) | 430 | 0 | 0 | 90,95 | -0,45 | 0,40 | 0,60 |
| EX6 (сравн.) | 430 | 30 | 0 | 88,77 | 1,51 | 1,36 | 2,03 |
| EX7 (по настояще му изобрете нию) | 430 | 14 | 2 | 90,00 | -0,03 | 0,19 | 0,19 |
| EX7b (по настояще му изобрете нию) | 410 | 3 | 2 | 89,07 | -0,1 | 0,2 | 0,21 |

Результаты для EX6 при сравнении с результатами для EX5 демонстрируют влияние добавления селена в стеклянную матрицу со средним содержанием железа: это известным способом вызывает снижение светопропускаемости, а также увеличивает расстояние от нейтральности (0;0 в диаграмме a*b*).

Результаты для EX7 и EX7b при сравнении с результатами для EX5 и EX6 демонстрируют влияние добавления кобальта и селена в стеклянную матрицу со средним содержанием железа в соответствии с настоящим изобретением: можно наблюдать, что примеры EX7 и EX7b обеспечивают достижение целей настоящего изобретения в стеклянной матрице со средним содержанием железа, а именно высокой светопропускаемости и высокой нейтральности по цвету: значения a* и b* близки к 0;0 в цветовой диаграмме, и N-фактор значительно снижен (даже ниже значений классического стекла с низким содержанием железа - см. EX8 и EX9).

Группа 3.

Пример EX8 (сравнительный) соответствует классическому и серийно производимому листу "сверхпрозрачного" стекла без добавления кобальта или селена (реализуемому на рынке как "Sunmax® Premium"). Пример EX9 (сравнительный) соответствует серийно производимому листу стекла с синими краями и с низким содержанием железа (реализуемому на рынке как "Planibel Clearvision®"), в которое добавлено только некоторое количество кобальта. Пример EX10 (сравнительный) соответствует листу стекла с низким содержанием железа, в которое добавлен только селен. Примеры EX11 и EX12 соответствуют листам стекла по настоящему изобретению с общим содержанием железа, подобным таковому в стеклах с низким содержанием железа из предшествующего уровня техники, и в которые были добавлены кобальт и селен в соответствии с настоящим изобретением. Пример EX13 в соответствии с настоящим изобретением также соответствует листу стекла с низким содержанием железа, в котором общее содержание железа достигает 230 ppm.

В табл. 3 показаны оптические свойства для EX8-13 и их соответствующие значения общего содержания железа, содержания селена и кобальта.

Таблица 3

| | Fe ₂ O ₃ (ppm) | Se (ppm) | Co (ppm) | TLD4 (%) | a* | b* | N-фактор |
|---|---|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| EX8 (сравн.) | 110 | 0 | 0 | 91,63 | -0,13 | 0,23 | 0,26 |
| EX9 (сравн.) | 130 | 0 | 0,2 | 91,53 | -0,24 | 0,13 | 0,27 |
| EX10 (сравн.) | 110 | 36 | 0 | 90,76 | 0,76 | 0,46 | 0,89 |
| EX11 (по настояще му изобрете нию) | 111 | 6 | 1,5 | 90,85 | -0,02 | -0,02 | 0,03 |
| EX12 (по настояще му изобрете нию) | 110 | 5 | 0,8 | 91,11 | -0,06 | 0,12 | 0,13 |
| EX13 (по настояще му изобрете нию) | 230 | 3 | 1,4 | 90,44 | -0,10 | 0,0 | 0,05 |

Результаты для EX9 при сравнении с результатами для EX8 демонстрируют влияние добавления кобальта в малых количествах в стеклянную матрицу с низким содержанием железа. Можно наблюдать два последствия данного добавления кобальта: EX9 является более синеватым (более низкое значение b*), как известно и представлено коммерчески, чем EX8, но не более нейтральным.

Результаты для EX10 при сравнении с результатами EX8 демонстрируют влияние введения селена в стеклянную матрицу с низким содержанием железа: EX10 является менее нейтральным, чем EX8, поскольку он более удален от 0;0 в диаграмме a*, b* и его N-фактор сильно увеличен. Более того, его светопропускаемость также снижена.

Более того, можно наблюдать, что примеры EX11, EX12 и EX13 обеспечивают достижение целей настоящего изобретения в стеклянной матрице с низким содержанием железа, а именно очень высокой светопропускаемости и в значительной степени нейтрального цвета (значения a* и b* близки к 0;0 в цветовой диаграмме и N-фактор значительно снижен). В самом деле, вслед за высоким TLD4 (по сравнению с известными "сверхпрозрачными" стеклами, см. EX8 и EX9), пример EX12 достигает высокой нейтральности, тогда как примеры EX11 и EX13 демонстрируют почти полную нейтральность (N-фактор очень низкий).

Группа 4.

Пример EX14 (сравнительный) соответствует листам стекла с добавлением кобальта и селена в более низких количествах, чем в соответствии с настоящим изобретением (например, как раскрытые в EP 0463606 B1).

В табл. 4 показаны колориметрические свойства для сравнительного примера EX14 и его соответствующие значения общего содержания железа, содержания селена и кобальта.

Таблица 4

| | Fe ₂ O ₃ (ppm) | Se (ppm) | Co (ppm) | TLD4 (%) | a* | b* | N-фактор |
|--------------------------|---|-------------|-------------|-------------|-------|-------|----------|
| EX14 (сравн.) | 100 | 0,7 | 1,87 | 91,23 | -0,18 | -0,18 | 0,25 |

Данные результаты демонстрируют, что количество кобальта, но, прежде всего, количество селена ниже, чем в соответствии с настоящим изобретением, не обеспечивает значительное повышение нейтральности в сравнении с EX8 и EX9 (классические коммерческие стекла с низким содержанием железа), тогда как светопропускаемость снижена. Следовательно, такой лист стекла нельзя расценивать как практически нейтральный, в отличие от листов стекла по настоящему изобретению (см., например, примеры EX11-13 в соответствии с настоящим изобретением с низким содержанием железа).

На фиг. 4 показаны координаты a*,b* для сравнительных примеров, а также всех примеров в соответствии с настоящим изобретением, демонстрирующих их относительное положение относительно нейтральности/ахроматичности (положение 0;0) и особенно эффективное решение, предложенное в настоящем изобретении, в сравнении с их соответствующими стеклами из предшествующего уровня техники, независимо от содержания железа (от стекол с низким содержанием железа до стекол прозрачного типа).

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Лист стекла с составом, который предусматривает следующее в вес.% в пересчете на общий вес стекла:

общее содержание железа (в пересчете на форму Fe_2O_3) - 0,002-0,06;

селен (в пересчете на форму Se) - 0,0003-0,005;

кобальт (в пересчете на форму Co) - 0,00005-0,0015;

при этом лист стекла характеризуется тем, что $N \leq 10,3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 + 0,11$; N определен как $N = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$, Fe_2O_3 представляет собой общее содержание железа, выраженное в вес.%.

2. Лист стекла по предыдущему пункту, отличающийся тем, что состав предусматривает общее содержание железа 0,002-0,04 вес.%.

3. Лист стекла по предыдущему пункту, отличающийся тем, что состав предусматривает общее содержание железа 0,002-0,02 вес.%.

4. Лист стекла по предыдущему пункту, отличающийся тем, что состав предусматривает общее содержание железа 0,002-0,01 вес.%.

5. Лист стекла по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что состав предусматривает Co 0,00005-0,001 вес.%.

6. Лист стекла по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что состав предусматривает Se 0,0004-0,005 вес.%.

7. Лист стекла по предыдущему пункту, отличающийся тем, что состав предусматривает Se 0,0004-0,003 вес.%.

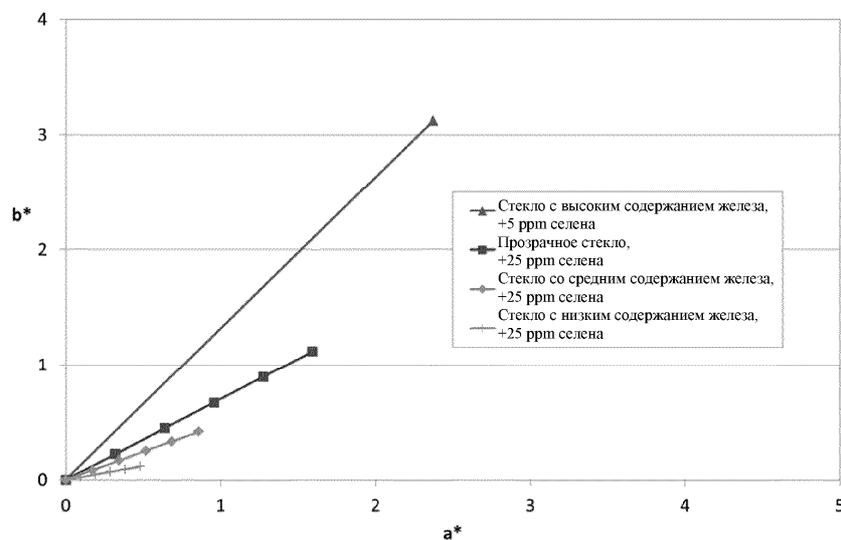
8. Лист стекла по предыдущему пункту, отличающийся тем, что состав предусматривает Se 0,0004-0,002 вес.%.

9. Лист стекла по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что состав предусматривает Se 0,0005-0,005 вес.%.

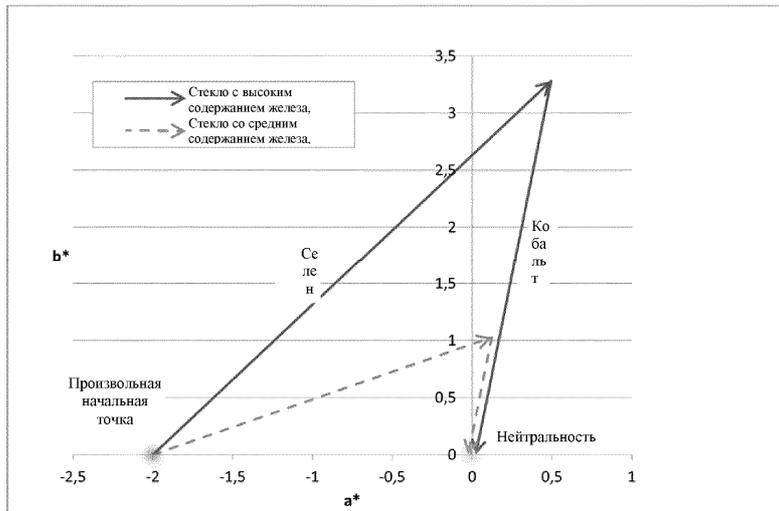
10. Лист стекла по предыдущему пункту, отличающийся тем, что состав предусматривает Se 0,0005-0,003 вес.%.

11. Лист стекла по предыдущему пункту, отличающийся тем, что состав предусматривает Se 0,0005-0,002 вес.%.

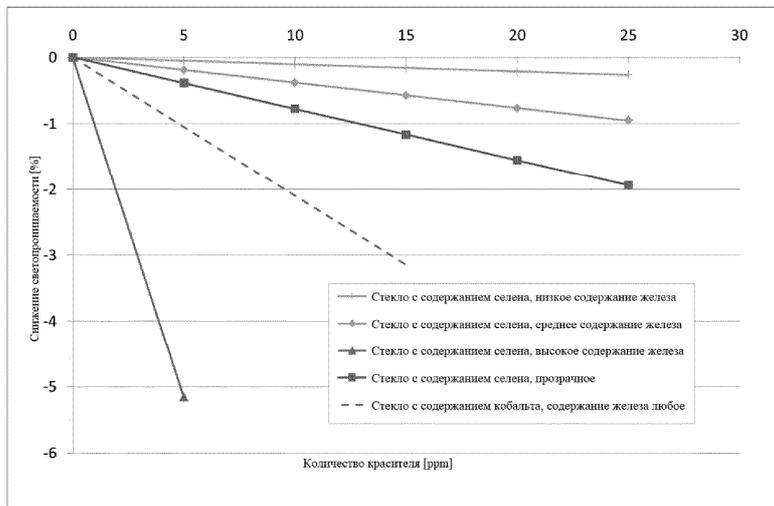
12. Лист стекла по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что состав предусматривает $0,003 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \leq \text{Co} \leq 0,03 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$; при этом Fe_2O_3 представляет собой общее содержание железа в пересчете на Fe_2O_3 в вес.%, и Co представляет собой содержание кобальта в пересчете на Co в вес.%.



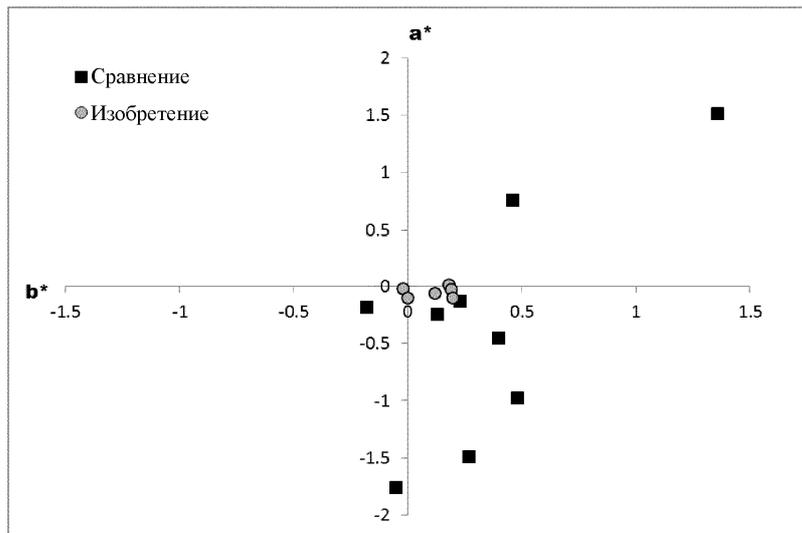
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4