

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **033852**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2019.12.02

(51) Int. Cl. **H05B 3/84 (2006.01)**

(21) Номер заявки
201791330

(22) Дата подачи заявки
2015.12.10

(54) ПРОЗРАЧНОЕ СТЕКЛО С ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЬНЫМ СЛОЕМ И СПОСОБ ЕГО ПОЛУЧЕНИЯ

(31) 14198262.9

(56) DE-A1-102007008833

(32) 2014.12.16

WO-A1-2013050233

(33) EP

WO-A1-2014044410

(43) 2017.10.31

(86) PCT/EP2015/079223

(87) WO 2016/096593 2016.06.23

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

(72) Изобретатель:
**Шалль Гюнтер, Шульц Валентин
(DE)**

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

(57) Прозрачное стекло (1) согласно изобретению содержит, по меньшей мере, электронагревательный слой (6), простирающийся по меньшей мере на части поверхности (III) стекла и разделенный на зону основного нагрева (9) и электрически изолированную от нее зону дополнительного нагрева (14), соединительные элементы (10, 11, 12, 13, 13'), которые выполнены с возможностью электрического соединения с источником напряжения (25) и которые содержат по меньшей мере одну первую шину (10) и одну вторую шину (11), причем шины (10, 11) находятся в прямом электропроводящем контакте с нагревательным слоем (6) в зоне основного нагрева (9), чтобы после приложения напряжения питания нагревающий ток (16) тек через поле нагрева (17), образованное нагревательным слоем (6), по меньшей мере один линейный электронагревательный элемент (15, 15'), который находится, по меньшей мере частично, в зоне дополнительного нагрева (14) нагревательного слоя (6), причем линейный нагревательный элемент (15, 15') находится в прямом электропроводящем контакте с нагревательным слоем (6), линейный нагревательный элемент (15, 15') выполнен с возможностью электрического соединения с источником напряжения (25) или с другим источником напряжения, линейный нагревательный элемент (15, 15') имеет такое омическое сопротивление, что после приложения напряжения питания зона дополнительного нагрева (14) может нагреваться, и линейный нагревательный элемент (15, 15') выполнен так, чтобы после приложения напряжения питания между участками (18a, 18b) линейного нагревательного элемента (15, 15') нагревающий ток мог течь через нагревательный слой (6) в зоне дополнительного нагрева (14), в результате чего зона дополнительного нагрева (14) могла дополнительно обогреться.

B1

033852

033852

B1

Изобретение относится к технологии производства стекол, его объектом является прозрачное стекло с электронагревательным слоем, а также способ его получения.

Прозрачные стекла с электронагревательным слоем сами по себе известны и уже не один раз описывались в патентной литературе. В этом отношении исключительно в качестве примера можно сослаться на документы DE 10/2007008833 A1, DE 10/2008018147 A1, DE 10/2008029986 A1, WO 2013/050233 A1 и WO 2014/044410 A1. В автомобилях они часто используются в качестве лобовых стекол, так как в соответствии с правовыми нормами центральное поле зрения не должно иметь существенных ограничений обзора. Теплом, создаваемым нагревательным слоем, можно за короткое время удалить сконденсированную влагу, лед и снег.

Ток для нагрева обычно вводится в нагревательный слой посредством по меньшей мере одной пары электродов в форме полосы или ленты. Они как коллекторные шины должны как можно однороднее вводить нагревающий ток в нагревательный слой и распределять его по всем направлениям. У материалов, применяющихся в настоящее время в промышленном серийном производстве, поверхностное электрическое сопротивление нагревательного слоя является относительно высоким и может составлять по порядку величины нескольких Ом/квадрат. Чтобы получить тем не менее тепловую мощность, достаточную для практического применения, напряжение питания должно быть соответственно высоким, но, например, в автомобилях стандартно доступно только бортовое напряжение от 12 до 24 В. Так как поверхностное сопротивление нагревательного слоя растет с длиной пути нагревающего тока, шины противоположной полярности должны находиться как можно ближе друг к другу. Поэтому для автомобильных стекол, которые обычно больше в ширину, чем в высоту, шины расположены вдоль двух более длинных краев стекла, чтобы нагревательный ток мог течь по более короткому пути по высоте листа. Однако такая конфигурация приводит к тому, что область положения покоя (или исходного положения) стеклоочистителей, предусмотренных для очищения стекол, обычно находится вне поля нагрева, так что там больше не доступна надлежащая тепловая мощность, и стеклоочистители могут замерзнуть.

Поэтому в зоне положения покоя стеклоочистителей необходимо устанавливать дополнительные нагревательные средства. Например, согласно DE 10160806 A1 зона покоя или исходного положения может обогреваться частью электронагревательного слоя, который подключается посредством других шин и дополнительных внешних соединений.

Напротив, в документе WO 2012/110381 A1 стекло в области положения покоя нагревается проводочным нагревательным элементом. Недостатком проводочного нагревательного элемента является то, что стекло можно достаточно нагреть только в непосредственной близости от проволоки, что приводит к относительно низкой однородности тепловой мощности и распределения температуры. Низкая однородность тепловой мощности приводит к большому расходу энергии при желаемом или заданном времени оттаивания.

Напротив, целью настоящего изобретения является выгодным образом усовершенствовать прозрачные стекла с электронагревательным слоем. Эта и другие цели изобретения достигнуты посредством предлагаемого изобретением прозрачного стекла с отличительными признаками, указанными в независимых пунктах формулы изобретения. Предпочтительные варианты осуществления изобретения указаны через отличительные признаки в зависимых пунктах.

Прозрачное стекло согласно изобретению содержит электронагревательный слой, который простирается по меньшей мере на части поверхности III стекла и который подразделяется на зону основного нагрева и электрически изолированную от нее зону дополнительного нагрева,

соединительные элементы, которые могут подключаться к источнику напряжения и которые содержат по меньшей мере одну первую шину и одну вторую шину, причем каждая шина находится в прямом электропроводящем контакте с нагревательным слоем в зоне основного нагрева, чтобы после приложения напряжения питания нагревающий ток тек через поле нагрева, образованное нагревательным слоем,

по меньшей мере один линейный электронагревательный элемент, который находится, по меньшей мере частично, предпочтительно, по меньшей мере, в большей части и особенно предпочтительно полностью в зоне дополнительного нагрева нагревательного слоя, причем

линейный нагревательный элемент находится в прямом электропроводящем контакте с нагревательным слоем,

линейный нагревательный элемент может электрически соединяться с источником напряжения,

линейный нагревательный элемент имеет такое омическое сопротивление, что после приложения напряжения питания зона дополнительного нагрева может нагреваться, и

линейный нагревательный элемент выполнен так, чтобы после приложения напряжения питания между участками линейного нагревательного элемента нагревающий ток мог течь через нагревательный слой в зоне дополнительного нагрева, в результате чего зона дополнительного нагрева могла дополнительно обогреваться.

Нагревательный слой представляет собой обогреваемый электричеством прозрачный слой, который распространяется, по меньшей мере, на основную часть поверхности стекла.

Нагревательный слой подразделяется на зону основного нагрева и зону дополнительного нагрева, электрически изолированные друг от друга.

Зона основного нагрева распространяется, в частности, на (центральное) поле обзора стекла и может быть электрически соединена электрическими соединительными элементами с источником напряжения. Соединительные элементы имеют внешние подключения, которые предусмотрены для соединения с двумя полюсами источника напряжения. Кроме того, соединительные элементы включают в себя по меньшей мере две шины, которые служат для ввода нагревающего тока в нагревательный слой и которые электрически соединены с нагревательным слоем, чтобы после приложения напряжения питания нагревающий ток тек через поле нагрева, образованное нагревательным слоем. Шины могут быть выполнены, например, в форме полосовых или ленточных электродов ("bus bar"), чтобы вводить нагревающий ток в нагревательный слой по большой ширине. Предпочтительно шины по всей длине полосы находятся в прямом электропроводящем контакте с нагревательным слоем. По сравнению с высокоомным нагревательным слоем шины имеют относительно низкое или низкоомное электрическое сопротивление.

Стекло согласно изобретению имеет также по меньшей мере одну зону дополнительного нагрева, в которой нагревательный слой электрически изолирован от зоны основного нагрева. Таким образом, зона дополнительного нагрева не может напрямую обогреваться нагревающим током, вводимым в нагревательный слой шинами.

В зоне дополнительного нагрева размещен по меньшей мере один обогреваемый током нагревательный элемент в форме линии (далее называется "линейным нагревательным элементом"). Линейный нагревательный элемент находится в прямом электропроводящем контакте с нагревательным слоем в зоне дополнительного нагрева и, таким образом, электрически соединен с ним.

Линейный нагревательный элемент находится, по меньшей мере частями, в зоне дополнительного нагрева. В одном предпочтительном варианте осуществления стекла согласно изобретению линейный элемент расположен, по меньшей мере в основном, в зоне дополнительного нагрева нагревательного слоя. "По меньшей мере в основном" означает более 50% длины линейного нагревательного элемента, предпочтительно более 70 и особенно предпочтительно более 90%.

Линейный нагревательный элемент может иметь, в частности, прямоугольный, треугольный, трапециевидный, синусоидальный или, обобщенно, извилистый ход, в частности в зонах поворота, например в верхней и/или нижней зоне вне нагревательного слоя в области без нагревательного слоя, такой как краевая область без нагревательного слоя или разделительная область без нагревательного слоя. Этим достигается дальнейшее усиление однородности распределения тепловой мощности и распределения температуры и предотвращаются или снижаются локальные перегревы, так называемые горячие пятна.

В другом предпочтительном варианте осуществления линейный нагревательный элемент, по существу, полностью находится в зоне дополнительного нагрева нагревательного слоя. Это особенно выгодно, когда в зоне дополнительного нагрева желательна максимальная тепловая мощность.

Линейный нагревательный элемент имеет такое омическое сопротивление, чтобы после приложения напряжения питания к разъемам линейного нагревательного элемента он нагревался и, таким образом, зона дополнительного нагрева могла обогреваться электрически.

Линейный нагревательный элемент находится в прямом электропроводящем контакте с нагревательным слоем. Линейный нагревательный элемент согласно изобретению выполнен так, чтобы после приложения напряжения питания между участками линейного нагревательного элемента через нагревательный слой в зоне дополнительного нагрева мог течь нагревающий ток. Таким образом, зона дополнительного нагрева может дополнительно обогреваться. Это означает, что из-за разности потенциалов между двумя участками линейного нагревательного элемента и из-за электрического контакта между линейным нагревательным элементом и нагревательным слоем через зону нагревательного слоя между участками течет локальный нагревающий ток и нагревательный слой может там дополнительно локально нагреваться.

В результате синергического взаимодействия нагрева линейного нагревательного элемента составляющей тока, которая течет в и вдоль линейного нагревательного элемента и нагревает его, а также нагрева нагревательного слоя другой составляющей тока, которая течет через нагревательный слой и нагревает его, можно достичь особенно высокой однородности распределения тепловой мощности и тем самым распределения температуры в зоне дополнительного нагрева. Кроме того, благодаря линейной схеме и выбору омического сопротивления линейного нагревательного элемента можно достичь значительного повышения тепловой мощности и избирательного повышения тепловой мощности в желаемых местах зоны дополнительного нагрева.

Линейный нагревательный элемент может соединяться с тем же источником напряжения, с которым соединен также нагревательный слой зоны основного нагрева. При этом особенно предпочтительно, если линейный нагревательный элемент в параллельном электрическом соединении с полем нагрева электрически соединен с соединительными элементами нагревательного слоя в зоне основного нагрева. Для этого линейный нагревательный элемент может, например, находиться в прямом контакте с шинами или с соединительным проводом, который соединен с шинами. Таким образом, линейный нагревательный элемент может через соединительные элементы нагревательного слоя в зоне основного нагрева питаться от

того же напряжения, что и сам нагревательный слой в зоне основного нагрева. Это особенно выгодно тем, что можно обойтись без отдельных внешних соединений для зоны дополнительного нагрева.

Однако может быть выгодным соединять линейный нагревательный элемент с отдельными внешними соединениями и предпочтительно с другим источником напряжения, чтобы, например, обойтись без соединительных проводов на стеклянном листе или когда линейный нагревательный элемент должен работать при более высоком или более низком напряжении.

Электрическое разделение на основное поле нагрева и дополнительные поле нагрева предпочтительно осуществляется посредством не содержащего нагревательного слоя разделяющего участка. Разделяющий участок предпочтительно получают путем лазерной абляции, нанесением маски во время осаждения, стачиванием или другими способами удаления покрытий. При этом с точки зрения технологии процесса особенно простой, быстрой и, таким образом, экономичной является лазерная абляция. Кроме того, лазерная абляция не ухудшает или лишь незначительно ухудшает внешний вид стекла. Ширина d разделяющих участков составляет от 0,02 до 5 мм, предпочтительно от 0,1 до 0,3 мм. Когда соединительный проводник находится в разделяющем участке, разделяющий участок предпочтительно имеет ширину от 5 до 30 мм.

Если стекло согласно изобретению предназначено для применения в качестве лобового стекла автомобиля, зона дополнительного нагрева может, например, быть областью покоя или исходной позицией стеклоочистителей, предусмотренных для очищения стекла. В этом случае стекло согласно изобретению особенно предпочтительно позволяет обойтись без отдельной линии питания к линейному нагревательному элементу на нижнем крае стекла.

В стекле согласно изобретению линейный нагревательный элемент может быть электрически соединен с соединительными элементами нагревательного слоя посредством соединительных проводов, отличных от линейного нагревательного элемента. Эта мера позволяет особенно простое и экономичное электрическое соединение линейного нагревательного элемента с соединительными элементами нагревательного слоя. При этом может быть выгодным, в частности с точки зрения технологии производства, чтобы соединительные провода находились, по меньшей мере частично, в не содержащей нагревательного слоя краевой зоне стекла или на не содержащем нагревательного слоя разделяющем участке между зоной основного нагрева и зоной дополнительного нагрева нагревательного слоя. Благодаря этому можно обойтись без электроизоляционного покрытия соединительных проводов. В свою очередь, соединительные провода могут иметь такое омическое сопротивление, чтобы они могли нагреваться при подаче напряжения и могли, таким образом, нагревать, например, разделяющий участок без нагревательного слоя.

В одном особенно предпочтительном варианте осуществления стекло по изобретению выполнено в качестве многослойного стекла с двумя отдельными стеклянными листами, соединенными друг с другом термопластичным адгезионным слоем, причем нагревательный слой находится по меньшей мере на одной поверхности отдельных стеклянных листов и/или на одной поверхности носителя, находящегося между отдельными стеклянными листами. Разумеется, эти два отдельных стеклянных листа не обязательно должны быть сделаны из стекла, они могут быть сделаны также из нестеклянного материала, например пластмассы.

В одном предпочтительном варианте осуществления стекла согласно изобретению указанный по меньшей мере один линейный нагревательный элемент выполнен, например, в форме металлической нагревательной нити или нагревательной ленты, что позволяет особенно простую и экономичную техническую реализацию. Предпочтительно нагревательная нить имеет диаметр в диапазоне от 35 до 150 мкм и выполнена так, чтобы ее омическое сопротивление лежало в интервале от 0,1 до 1 Ом/м, чтобы, в частности, желаемую тепловую мощность можно было получить при напряжении питания от 12 до 48В. Предпочтительно нагревательная нить выполнена так, чтобы, в частности, при напряжении питания от 12 до 48В обеспечить получение тепловой мощности в диапазоне 400-1000 Вт/м² поверхности листа. Для случая, когда нагревательная нить имеет по меньшей мере один изогнутый участок, предпочтительно, чтобы этот изогнутый участок нити имел радиус кривизны более 4 мм, чтобы повысить легкость в обращении при укладке и снизить риск разрыва.

В альтернативном предпочтительном варианте осуществления стекла согласно изобретению, указанный по меньшей мере один линейный нагревательный элемент образован в форме нагревательной линии, сделанной из печатной проводящей пасты. Проводящая паста содержит, например, частицы серебра и стеклянную фритту и может быть нанесена, например, трафаретной печатью на поверхность листа. Затем проводящую пасту нагревают и обжигают и тем самым закрепляют. Соединительные провода преимущественно выполнены таким же способом. Удельная проводимость пасты для трафаретной печати предпочтительно составляет от 5×10^6 до 100×10^6 См/м, особенно предпочтительно от 20×10^6 до 50×10^6 См/м.

Нагревательная линия предпочтительно имеет толщину от 4 до 20 мкм, особенно предпочтительно от 6 до 14 мкм. Нагревательная линия предпочтительно имеет ширину от 0,5 до 4 мм, особенно предпочтительно от 1 до 2,5 мм. Нагревательная линия предпочтительно имеет длину от 1000 до 10000 мм, особенно предпочтительно от 2000 до 70000 мм. Нагревательная линия предпочтительно имеет омическое

сопротивление от 0,2 до 8 Ом/м, особенно предпочтительно от 0,5 до 4 Ом/м, чтобы, в частности, при напряжении питания в диапазоне 12-48 В можно было получить желаемую тепловую мощность. Предпочтительно нагревательная линия выполнена при этом так, чтобы она могла, в частности, при напряжении питания в диапазоне 12-48 В обеспечить желаемую тепловую мощность в диапазоне 400-1000 Вт/м² поверхности листа.

Линейный нагревательный элемент согласно изобретению, выполненный в качестве печатной нагревательной линии, особенно выгоден тем, что его можно нанести за один технологический этап вместе с печатными шинами и факультативно с печатными соединительными проводами, например способом трафаретной печати. Это особенно экономично и особенно просто реализовать с точки зрения технологии производства.

Линейный нагревательный элемент согласно изобретению предпочтительно выполнен с ходом в форме меандра, с синусоидальным, треугольным, трапецидальным или прямоугольным ходом. Через длину периода и амплитуду хода можно регулировать разность потенциалов между соседними участками линейного нагревательного элемента и можно получать разные распределения тепловой мощности. Разумеется, разные формы хода, длины периода, амплитуды, толщины, ширины и удельные сопротивления нагревательной линии или нагревательной нити можно менять на разных участках линейного нагревательного элемента, чтобы тем самым достичь оптимальной однородности распределения тепловой мощности и распределения температуры. Это особенно выгодно, когда зона дополнительного нагрева нагревательного слоя имеет волнистый или искривленный ход и не имеет постоянной ширины или когда зоны не должны покрываться или пересекаться линейным нагревательным элементом, например когда в установленном положении ниже стекла должен располагаться номер автомобиля.

Линейные нагревательные элементы согласно изобретению предпочтительно имеют непрямоугольный ход. При прямоугольном ходе происходит падение напряжения в области участков линейных нагревательных элементов, которые расположены параллельно направлению течения тока через нагревательный слой, что приводит к локальному снижению нагревающего тока через нагревательный слой и, таким образом, к локальному снижению плотности нагревающего тока в непосредственной близости от этих параллельных участков. Это локальное снижение приводит, в свою очередь, к нежелательной неоднородности распределения тепловой мощности.

В другом предпочтительном варианте осуществления изобретения линейный нагревательный элемент имеет периодический ход, причем в пределах одного периода участки линейного нагревательного элемента расположены не параллельно и не антипараллельно друг другу. Особенно предпочтительно, чтобы в пределах одного периода все участки, которые не параллельны направлению течения тока через нагревательный слой, также были распложены не параллельно и не антипараллельно друг другу. Этим можно достичь особенно предпочтительного выравнивания распределения тепловой мощности благодаря току, текущему через нагревательный слой в пределах этого слоя.

В другом предпочтительном варианте осуществления изобретения линейный нагревательный элемент выполнен в форме трапеции. Особенно предпочтительно, чтобы сумма оснований трапецидального хода была меньше или равна половине периода трапецидального хода. Период является длиной хода, на которой находится одна повторяющаяся структура. Как следствие, можно достичь особенно предпочтительного выравнивания распределения тепловой мощности в нагревательном слое благодаря току, текущему через нагревательный слой в пределах этого слоя.

В другом предпочтительном варианте осуществления изобретения линейный нагревательный элемент имеет периодический ход, причем расстояние между участком линейного нагревательного элемента перед точкой поворота (или областью поворота), другими словами, между максимальной амплитудой или минимальной амплитудой до участка линейного нагревательного элемента после точки поворота (или области поворота) непрерывно уменьшается в направлении хода. При этом участок линейного нагревательного элемента перед точкой поворота (или областью поворота) напрямую переходит в участок после точки поворота либо между этими двумя участками находится другой участок в области поворота (например, участок, параллельный направлению течения тока через нагревательный слой, например, основание в случае трапецидального хода). Из-за электропроводимости линейного нагревательного элемента между соответствующими участками линейного нагревательного элемента в области точек поворота (или областей поворота) происходит падение напряжения. Однако, поскольку путь тока укорачивается из-за уменьшения расстояния между участками, падение напряжения компенсируется и, в сравнении с областями, более удаленными от точек поворота, достигается примерно такая же плотность тепловой мощности. Это особенно выгодно, чтобы обеспечить достижение высокой однородности распределения тепловой мощности нагревательного слоя.

Кроме того, изобретение относится к способу получения прозрачного стекла, согласно которому по меньшей мере

- a) наносят электронагревательный слой по меньшей мере на одну часть поверхности (III) стекла,
- b) электронагревательный слой разделяют на зону основного нагрева и зону дополнительного нагрева, электрически изолированную от нее, предпочтительно лазерной абляцией,
- c) по меньшей мере одну первую шину и одну вторую шину наносят на нагревательный слой в зоне

основного нагрева, причем шины находятся в прямом электропроводящем контакте с нагревательным слоем, чтобы после подачи напряжения питания от источника напряжения на соединительные элементы, которые могут подключаться к шине, нагревающий ток мог течь через поле нагрева, образованное нагревательным слоем,

d) наносят по меньшей мере один линейный электронагревательный элемент, по меньшей мере частично, на нагревательный слой в зоне дополнительного нагрева, причем

линейный нагревательный элемент находится в прямом электропроводящем контакте с нагревательным слоем,

линейный нагревательный элемент может быть электрически соединен с соединительными выводами в параллельном электрическом подключении к полю нагрева или может быть электрически соединен с шинами нагревательного слоя в зоне основного нагрева,

линейный нагревательный элемент имеет такое омическое сопротивление, чтобы после приложения напряжения питания можно было нагреть зону дополнительного нагрева, и

линейный нагревательный элемент выполнен так, что после приложения напряжения питания между участками линейного нагревательного элемента нагревающий ток мог течь через нагревательный слой в зоне дополнительного нагрева и зона дополнительного нагрева могла, таким образом, дополнительно нагреваться,

e) на поверхность (III) стекла наносят по меньшей мере один соединительный провод, через который линейный нагревательный элемент соединяется с шинами и/или может быть соединен с соединительными выводами,

f) соединительные выводы наносят на поверхность (III) стекла и соединяют в прямом электропроводящем контакте с шинами, линейным нагревательным элементом и/или соединительными проводами.

В одном предпочтительном варианте осуществления способа по изобретению шины, линейный нагревательный элемент и соединительные провода наносят трафаретной печатью на поверхность (III) стекла. При этом особенно предпочтительно проводить этапы c), d), и e) способа одновременно как один технологический этап. Это особенно экономично и просто реализовать с точки зрения технологии производства.

Изобретение относится также к применению описанного выше прозрачного стекла в качестве функциональной и/или декоративной отдельной детали и в качестве монтируемой детали в мебели, приборах и зданиях, а также в средствах передвижения для передвижения по земле, воздуху или воде, в частности в автомобилях, например, в качестве лобового стекла, заднего стекла, бокового стекла и/или стеклянной крыши.

В одном особенно предпочтительном согласно изобретению применении прозрачного стекла в качестве лобового стекла или заднего стекла зона дополнительного нагрева находится в зоне покоя (или зоне исходного положения) стеклоочистителей, предусмотренных для очищения стекла. Это особенно выгодно тем, что зону покоя можно быстро и легко разморозить.

Разумеется, разные варианты осуществления могут быть реализованы по отдельности или в любых комбинациях. В частности, характеристики, указанные выше и подробно описываемые в дальнейшем, можно использовать не только в конкретно указанных комбинациях, но также и в других комбинациях или самостоятельно, не выходя за объем настоящего изобретения.

Далее изобретение подробнее поясняется на иллюстративных вариантах осуществления с обращением к приложенным фигурам. На них упрощенно без соблюдения масштаба показано:

фиг. 1A - схематический вид сверху одного примера осуществления стекла согласно изобретению;

фиг. 1B - вид стекла согласно изобретению с фиг. 1A в сечении по линии A-A';

фиг. 1C - вид в увеличении части B стекла согласно изобретению с фиг. 1A;

фиг. 1D - вид в увеличении альтернативного примера осуществления линейного нагревательного элемента согласно изобретению;

фиг. 1E - вид в увеличении альтернативного примера осуществления линейного нагревательного элемента согласно изобретению;

фиг. 2 - схематический вид сверху альтернативного примера осуществления стекла согласно изобретению;

фиг. 3A - схематический вид сверху альтернативного примера осуществления стекла согласно изобретению;

фиг. 3B - вид в сечении по линии A-A' стекла согласно изобретению с фиг. 3A;

фиг. 3C - вид в увеличении детали C альтернативного примера осуществления линейного нагревательного элемента согласно изобретению, показанного на фиг. 3A;

фиг. 3D - вид в сечении по линии A-A' альтернативного примера осуществления стекла согласно изобретению с фиг. 3A;

фиг. 4 - схема способа согласно изобретению;

фиг. 5A - графическое представление изолиниями результатов моделирования распределения тепловой мощности в нагревательном слое зоны дополнительного нагрева с прямоугольным ходом линейного нагревательного элемента;

фиг. 5В - полутоновое графическое представление результатов моделирования с фиг. 5А;
фиг. 6А - графическое представление изолиниями результатов моделирования распределения тепловой мощности в нагревательном слое зоны дополнительного нагрева с треугольным ходом линейного нагревательного элемента;

фиг. 6В - полутоновое графическое представление результатов моделирования с фиг. 6А.

Фиг. 1А показывает стекло согласно изобретению на примере автомобильного лобового стекла, при этом стекло как целое обозначено позицией 1. Лобовое стекло 1 выполнено как многослойное стекло.

Фиг. 1В показывает поперечный разрез по линии сечения А-А' с фиг. 1А. Лобовое стекло 1 содержит жесткий наружный стеклянный лист 2 и жесткий внутренний стеклянный лист 3, оба выполнены в качестве отдельных листов и скреплены друг с другом термопластичным адгезионным слоем 4, здесь, например, пленкой поливинилбутираля (PVB), пленкой этиленвинилацетата (EVA) или полиуретановой пленкой (PU). Базовая структура такого многослойного стекла хорошо известна специалистам, например, из промышленного серийного производства автомобилей, поэтому нет необходимости подробно обсуждать ее здесь. Оба листа 2, 3 имеют приблизительно одинаковый размер, имеют примерно трапециевидальный изогнутый контур и выполнены, например, из стекла, но могут быть выполнены также из нестеклянного материала, как пластмасса. Для других приложений, отличных от лобового стекла, эти два отдельных листа 2, 3 можно также производить из гибкого материала.

Контур лобового стекла задается кромкой 5 листа, которая, в соответствии с трапециевидальной формой, состоит из двух длинных кромок 5а, 5а' (верхней и нижней в установленном положении) и двух коротких кромок 5b, 5b' (левая и правая в установленном положении). На сторону внутреннего стеклянного листа 3 ("сторону III"), соединенную с адгезионным слоем 4, нанесен прозрачный нагревательный слой 6, служащий для электрообогрева лобового стекла 1. Нагревательный слой 6 наносят, по существу, на всю поверхность внутреннего стеклянного листа 3, при этом проходящая по всему периметру внутреннего стеклянного листа 3 периферийная краевая полоса 7 не имеет покрытия, так что край 8 нагревательного слоя отстоит внутрь от кромки 5 листа на ширину r . Ширина r составляет, например, 10 мм. Эта мера служит для электрической изоляции нагревательного слоя 6 от внешней среды. Кроме того, нагревательный слой 6 защищен от влаги, проникающей от кромки 5 стеклянного листа, что в противном случае могло бы привести к коррозии нагревательного слоя 6.

Как известно, нагревательный слой 6 содержит последовательность слоев по меньшей мере с одним электропроводящим металлическим элементарным слоем, предпочтительно из серебра, и факультативно другие элементарные слои, такие как противоотражательный и блокирующий слои. Предпочтительно эта последовательность слоев имеет высокую термостойкость, так что она без повреждений выдерживает высокие температуры, необходимые для гибки стеклянных листов, типично выше 600°C , но можно также предусмотреть последовательности слоев с низкой термостойкостью. Эта последовательность слоев может быть нанесена также не прямо на внутренний стеклянный лист 3, а, например, на пластиковую пленку, которую позднее соединяют с наружным и внутренним листами 2, 3. Нагревательный слой 6 наносят, например, напылением (магнетронным напылением). Поверхностное сопротивление нагревательного слоя 6 составляет, например, от 0,1 до 6 Ом/квадрат.

Нагревательный слой 6 находится в прямом электропроводящем контакте с первой шиной 10 и со второй шиной 11. Обе шины 10, 11 в каждом случае выполнены в форме полосы или ленты и служат в качестве соединительных электродов для введения тока питания в нагревательный слой 6 по большой ширине. Для этого шины 10, 11 располагают, например, всей длиной их полосы на нагревательном слое 6, причем первая шина 10 проходит вдоль верхней длинной кромки 5а стекла, а вторая шина 11 проходит, например, вдоль нижней кромки 5а'. Обе шины 10, 11 сделаны, например, из одного материала и могут быть получены, например, печатью пасты на нагревательном слое 6, например способом трафаретной печати. Однако альтернативно можно было бы также производить шины 10, 11 из узких полос металлической фольги, например медной или алюминиевой. Их можно, например, закрепить на адгезионном слое 4 и разместить на нагревательном слое 6 во время склеивания наружного и внутреннего стеклянных листов 2, 3. Электрический контакт можно обеспечить при склеивании отдельных стеклянных листов под действием тепла и давления.

Первый соединительный вывод 12, который в настоящем примере выполнен, например, в виде плоского провода (например, узкая металлическая фольга), электрически соединен с первой шиной 10. Соединительный вывод 12 имеет, например, первое внешнее подключение 20, которое предназначено для соединения с одним полюсом (например, отрицательным полюсом) источника напряжения 25, чтобы обеспечить напряжение питания. Первый соединительный вывод 12 находится примерно в центре верхней длинной кромки 5а стекла. Второй соединительный вывод 13, который здесь также выполнен в виде плоского провода (например, узкая металлическая фольга), электрически соединен со второй шиной 11 и имеет второе внешнее подключение 21', предназначенное для соединения с другим полюсом (например, положительным полюсом) источника напряжения 25. Соединительные выводы 12, 13 снабжены, например, полимерной изолирующей оболочкой, предпочтительно из полиимида и, таким образом, электрически изолированы, чтобы избежать короткого замыкания с другими электропроводящими и/или находящимися под напряжением структурами в стеклянном листе 1.

Поле нагрева 17, в котором течет нагревающий ток 16 после приложения напряжения питания, заключено между двумя шинами 10, 11. Из-за пренебрежимо малого омического сопротивления по сравнению с нагревательным слоем 6 шины 10, 11 разогреваются слабо и не вносят существенного вклада в тепловую мощность. Разумеется, омическое сопротивление шин 10, 11 можно также выбирать так, чтобы позволить избирательный нагрев участков стекла шинами 10, 11.

Как уже пояснялось во введении, сопротивление соединения нагревательного слоя 6 возрастает с длиной пути нагревающего тока 16, так что с точки зрения удовлетворительной тепловой мощности предпочтительно, чтобы обе шины 10, 11 находились на минимально возможном расстоянии друг от друга. По этой причине имеет смысл реализовать нижний участок стекла, который не относится к полю обзора, но соответствует области покоя (или исходного положения) стеклоочистителей, предусмотренных для очищения стекла, как зону дополнительного нагрева 14, которая электрически изолирована от зоны основного нагрева 9. Тем не менее, в зоне дополнительного нагрева 14 находится нагревательный слой 6, который, однако, не находится между двумя шинами 10, 11, поэтому через него не может течь нагревающий ток 16, и тем самым он не может нагреваться шинами 10, 11.

Чтобы предотвратить короткое замыкание, зона основного нагрева 9 нагревательного слоя 6 электрически и, в частности, гальванически изолирована от зоны дополнительного нагрева 14, например не содержащим нагревательного слоя разделяющим участком 19 шириной d , например 100 мкм. Нагревательный слой 6 удаляют с разделяющего участка 19, например лазерной абляцией. Альтернативно нагревательный слой 6 можно также удалить механически или его можно исключить уже во время покрытия с помощью экранирования.

Чтобы нагреть зону дополнительного нагрева 14, она содержит электрообогреваемый линейный нагревательный элемент 15. Линейный нагревательный элемент 15 образован, например, в виде синусоидально изогнутой линейной электропроводящей структуры, далее называемой "нагревательной линией". Нагревательная линия предпочтительно имеет длину периода 30-60 мм, например 50 мм, и амплитуду от 20 до 70 мм, например 60 мм, и проходит вдоль нижней кромки 5а' стекла по всей большой ширине стекла 1. Нагревательная линия сделана, например, из напечатанной электропроводящей пасты и предпочтительно нанесена одновременно с шинами 10, 11 способом трафаретной печати на внутренний стеклянный лист 3. При этом нагревательная линия напечатана прямо на нагреваемом покрытии 6 и, таким образом, напрямую контактирует с ним по всей своей длине и, таким образом, электрически соединена с ним. Ширина b нагревательной линии предпочтительно составляет от 0,5 до 4 мм, в данном случае, например, 1 мм. Толщина нагревательной линии составляет, например, 10 мкм, а удельное сопротивление $2,3 \times 10^{-8}$ Ом·м длины линии. Разумеется, линейный нагревательный элемент 15 может также быть образован в виде другой электропроводящей структуры, например нагревательной нити, в частности вольфрамовой нити.

Линейный нагревательный элемент 15 в этом примере одним контактом напрямую соединен со второй шиной 11 на ее внешнем краю через электропроводящее соединение 26'. В простейшем случае печатная нагревательная линия непрерывно переходит здесь в печатную шину 11. Другой контакт линейного нагревательного элемента 15 соединен в этом примере через соединительный провод 23 с первой шиной 10. Соединительный провод 23 представляет собой, например, печатный провод, который проходит вдоль краевой полосы 7 нагревательного слоя вдоль кромки 5b стекла. Соединительный провод 23 может иметь такие же размеры, как нагревательная линия в зоне дополнительного нагрева 14, и при приложении напряжения питания может нагревать стекло 1 в краевой области. Обычно соединительный провод 23 выполнен в виде низкоомного проводника, чтобы там не было ощутимого падения напряжения и не происходило нагрева. Как следствие вышеописанной схемы, линейный нагревательный элемент 15 электрически соединен с соединительными элементами 10, 11, 12, 13 нагревательного слоя 6 в параллельном электрическом подключении к полю нагрева 17 и, таким образом, не требуется дополнительного подключения для линейного нагревательного элемента 15 в зоне дополнительного нагрева 14.

Фиг. 1С показывает в увеличении часть В зоны дополнительного нагрева 14 в примере осуществления предлагаемого изобретения стекла 1, показанном на фиг. 1А. Синусоидальная нагревательная линия может быть разделена на два примыкающих участка 18а и 18b нагревательной линии.

При приложении напряжения питания нагревающий ток 16 течет между шинами 10, 11 через поле нагрева 17. Из-за параллельного подключения линейного нагревательного элемента 15 к шинам 10, 11 поля нагрева 17 ток течет также через линейный нагревательный элемент 15. Поскольку линейный нагревательный элемент 15 находится в прямом электрическом контакте с нагревательным слоем 6 в зоне дополнительного нагрева 14, течение тока разделяется: часть тока I_2 течет через сам линейный нагревательный элемент 15, то есть в данном случае вдоль печатной электропроводящей нагревательной линии, например на участке 18а. Из-за разности потенциалов ток $I_{н1-3}$ дополнительно течет через часть нагревательного слоя 6, которая находится между двумя соседними участками 18а, 18b линейного нагревательного элемента 15. При этом плотность тока зависит от разности потенциалов между участками 18а и 18b и определяется формой нагревательной линии, удельным сопротивлением нагревательной линии и удельным сопротивлением нагревательного слоя 6 и может быть оптимизирована в рамках простого моделирования. Обе составляющие тока дают нагревающий ток и, таким образом, приводят к нагреву стек-

ла 1 в соответствующей области. Комбинируя две составляющие тока I_z , I_{H1-3} , можно достичь большей однородности распределения тепловой мощности и, как следствие, большей однородности распределения температуры в зоне дополнительного нагрева 14, чем было бы, например, в случае нагревательной линии без дополнительного нагревательного слоя. Это было неожиданным и удивительным для специалистов в данной области.

Более высокая однородность распределения тепловой мощности и более высокая однородность распределения температуры особенно выгодны, когда зона дополнительного нагрева 14 находится, как показано в этом примере, в области положения покоя стеклоочистителей и позволяет их быстро и надежно разморозить.

Фиг. 1D показывает в увеличении альтернативный пример осуществления линейного нагревательного элемента 15 согласно изобретению. Здесь нагревательная линия имеет треугольный ход. Здесь ток разделяется на составляющую I_z , текущую вдоль нагревательной линии, и составляющую I_{H1-3} , текущую через нагревательный слой 6, что приводит к выравниванию распределения тепловой мощности в зоне дополнительного нагрева 14 нагревательного слоя 6.

Фиг. 1E показывает в увеличении следующий альтернативный пример осуществления линейного нагревательного элемента 15 согласно изобретению. Здесь нагревательная линия имеет прямоугольный ход, и ток также разделяется на составляющую I_z , текущую вдоль нагревательной линии, и составляющую I_{H1-3} , текущую через нагревательный слой 6, что приводит к более однородному распределению тепловой мощности в зоне дополнительного нагрева 14 нагревательного слоя 6 по сравнению с линейным нагревательным элементом 15, который не находится на нагревательном слое 6. Однако прямоугольный ход линейного нагревательного элемента 15, который находится согласно изобретению на нагревательном слое 6, обеспечивает меньшую однородность, чем линейные нагревательные элементы 15 с непрямоугольным ходом.

Разумеется, длина периода, ширина b и толщина нагревательной линии и форма ее хода могут меняться по стеклу 1 и, таким образом, некоторые участки могут избирательно нагреваться сильнее.

Нагревательная линия предпочтительно, но не обязательно, содержит металлический материал, в частности серебро, и стеклянную фритту. Нагревательная линия имеет, например, омическое сопротивление в диапазоне от 0,2 до 8 Ом/м, что при обычном бортовом напряжении автомобиля 12-48 В обеспечивает подходящую тепловую мощность для практического использования. Предпочтительно можно обеспечить тепловую мощность в диапазоне от 400 до 1000 Вт/м² поверхности листа в зоне дополнительного нагрева 14.

Зона основного нагрева 9 и зона дополнительного нагрева 14 нагревательного слоя 6 могут иметь и другие участки без нагревательного слоя, например для образования одного или нескольких коммуникационных окон. Альтернативно линейный нагревательный элемент 15 в зоне дополнительного нагрева 14 может быть выполнен так, чтобы он имел один или несколько участков без печатной нагревательной линии, например, чтобы обеспечить неискаженный вид номера автомобиля ниже стекла 1.

Фиг. 2 показывает схематический вид сверху альтернативного примера осуществления стекла 1 согласно изобретению. Чтобы обойтись без ненужных повторений, будут пояснены только отличия от примера, показанного на фиг. 1, во всем остальном делается отсылка на утверждения, сделанные в связи с фиг. 1. Соответственно лобовое стекло 1 имеет поле нагрева 17, как уже было показано на фиг. 1A.

В зоне дополнительного нагрева 14 находятся два линейных нагревательных элемента 15, 15'. Эти два линейных нагревательных элемента 15, 15' состоят из нагревательных линий, размеры которых соответствуют размерам линий с фиг. 1A. Однако два линейных нагревательных элемента 15, 15' примерно в центре стекла соединены вторым соединительным выводом 13 нижней второй шины 11 в электропроводящее соединение 26'. При этом соединительный вывод 13 может быть выполнен, например, в качестве неизолированного плоского полосового провода (например, узкая металлическая фольга). Соответствующие внешние контакты линейных нагревательных элементов 15, 15' двумя соединительными проводами 23, 23', которые пролегают в каждом случае в не содержащей нагревательного слоя краевой полосе 7 параллельно кромкам 5b и 5b' стекла, соединены электрически с соответствующими концами первой шины 10 на верхней кромке 5a стекла 1. Таким образом, напряжение питания может подаваться на оба линейных нагревательных элемента 15, 15', которые нагревают соответственно только половину зоны дополнительного нагрева 14. В результате можно достичь намного более высокой тепловой мощности, чем в примере с фиг. 1A.

Фиг. 3A показывает схематический вид сверху другого альтернативного примера осуществления стекла 1 согласно изобретению.

Фиг. 3B показывает стекло согласно изобретению с фиг. 3A в поперечном сечении по линии A-A'. Чтобы обойтись без ненужных повторений, будут пояснены только отличия от примера осуществления с фиг. 1A и 1B, во всем остальном делается отсылка на утверждения, сделанные в связи с фиг. 1.

В этом примере осуществления два вторых соединительных вывода 13, 13', которые здесь также выполнены, например, в качестве изолированных плоские полосовые провода (например, узкая металлическая фольга), соединены электрически со второй шиной 11 и имеют по два вторых внешних соединения 21, 21', которые предусмотрены для соединения с другим полюсом (например, положительным по-

люсом) источника напряжения 25.

Как и на фиг. 2, в зоне дополнительного нагрева 14 расположены два линейных нагревательных элемента 15, 15', которые соединены на своих внешних контактах через соединительные провода 23, 23' с первой шиной 10. Оба контакта линейных нагревательных элементов 15, 15', находящиеся в центре стекла, контактируют в данном примере через другие соединительные провода 23", 23"' с наружными концами второй шины 11 через электропроводящее соединение 26" и 26"'. Для этого разделяющий участок 19 выполнен с шириной d 3 мм. Соединительные провода 23" и 23"' расположены в пределах разделяющего участка 19 и напечатаны, например, способом трафаретной печати прямо на стороне III внутреннего стекла 3.

Размеры соединительных проводов 23", 23"' на разделяющем участке 19 были рассчитаны так, чтобы соединительные провода 23", 23"' могли нагреваться при подаче напряжения питания на внешние контакты 20, 21, 21' стекла 1. Это особенно выгодно тем, что в результате разделяющий участок 19 можно избирательно нагревать и размораживать.

Фиг. 3С показывает альтернативный пример осуществления согласно изобретению в виде увеличенной части С с фиг. 3А. В отличие от фиг. 3А, здесь линейный нагревательный элемент 15 имеет трапецеидальный ход. При этом ток также разделяется на составляющую I_z , которая течет вдоль нагревательной линии, и составляющую $I_{н-3}$, которая течет через нагревательный слой 6.

Здесь линейный нагревательный элемент 15 находится частично снаружи нагревательного слоя 6 зоны дополнительного нагрева 14. Основания, то есть параллельные стороны трапецеидального хода, расположены снаружи зоны дополнительного нагрева 14. Таким образом, верхние основания находятся выше зоны дополнительного нагрева 14 в не содержащем нагревательного слоя разделяющем участке 19. Нижние основания находятся ниже зоны дополнительного нагрева 14 в не содержащем нагревательного слоя краевом участке 7. В результате уменьшаются локальные повышения температуры (так называемые горячие пятна) в верхнем и нижнем участках трапецеидального хода, что приводит к дальнейшему улучшению распределения тепловой мощности. Разумеется, эта конфигурация и при другом ходе линейных нагревательных элементов 15, 15', таком как прямоугольный, в форме меандра, треугольный или синусоидальный ход, приводит к повышению однородности распределения тепловой мощности и распределения температуры.

Фиг. 3D показывает альтернативный пример осуществления согласно изобретению. В отличие от примера осуществления с фиг. 3В, в данном примере разделяющий участок 19 выполнен в форме двух разделяющих участков 19.1 и 19.2, каждый из которых имеет ширину $d_{1,2}$ всего 0,25 мм. Разделяющие участки 19.1, 19.2 выполнены так, чтобы они образовывали участок нагревательного слоя 6, электрически изолированный от окружающего нагревательного слоя 6. Таким образом, соединительные провода 23" и 23"' находятся в электрически изолированной области между разделяющими участками 19.1, 19.2.

Фиг. 4 показывает блок-схему одного примера предлагаемого изобретением способа получения прозрачного стекла 1 по изобретению.

Ниже пример способа получения лобового стекла 1 описывается схематически.

Сначала из стеклянной заготовки вырезают наружный и внутренний стеклянные листы 2, 3 желаемой трапецеидальной формы. Затем внутренний стеклянный лист 3 покрывают нагревательным слоем 6 путем напыления, причем краевую полосу 7 не покрывают, используя маску. Альтернативно можно также было бы сначала нанести покрытие на заготовку, из которой затем вырезают внутренний стеклянный лист 3. С внутреннего стеклянного листа 3, предварительно обработанного таким способом, удаляют покрытие, чтобы образовать краевую полосу 7, что в промышленном серийном производстве можно сделать, например, с помощью механического абразивного шлифования или лазерной абляции.

Позднее или одновременно нагревательный слой 6 разделяют на электрически изолированную зону основного нагрева 9 и зону дополнительного нагрева 14, например удаляя покрытие с разделяющего участка 19 или нескольких разделяющих участков 19.1, 19.2. Разделяющий участок 19, 19.1, 19.2 предпочтительно получают удалением покрытия лазерной абляцией. Это особенно выгодно тем, что можно достичь надежной электрической изоляции, и в то же время разделяющий участок 19, 19.1, 19.2 визуально почти незаметен.

Затем обе шины 10, 11, линейный нагревательный элемент 15, 15', а также возможные соединительные провода 23, 23', 23", 23"' печатают на внутреннем стеклянном листе 3, например трафаретной печатью. В качестве печатной пасты можно использовать, например, серебряную печатную пасту. Затем печатную пасту предварительно обжигают, после чего осуществляют гибку стеклянных листов 2, 3 при высокой температуре. Электрическое соединение шин 10, 11 с первым и вторым соединительными проводами 12, 13, 13' можно осуществить, например, пайкой или фиксацией с помощью подходящего клея, например, способом ультразвуковой сварки. Затем наружный и внутренний стеклянный лист 2, 3 совмещают и склеивают с помощью адгезионного слоя 4.

Изобретение позволяет получать прозрачное стекло 1 с электронагревательным слоем 6, у которого в зоне дополнительного нагрева 14 стекла 1 находится по меньшей мере один линейный нагревательный элемент 15, 15', который соединен с электрическими соединительными элементами 10, 11, 12, 13, 13' нагревательного слоя 6. Вполне можно обойтись без отдельных внешних соединений для линейного нагре-

вательного элемента 15, 15'. Благодаря тому, что линейный нагревательный элемент 15, 15' находится согласно изобретению в электрическом контакте с нагревательным слоем 6, достигается значительная однородность распределения тепловой мощности и распределения температуры во время электрообогрева. Этот результат был неожиданным удивительным для специалистов.

Фиг. 5А и В показывают результаты моделирования распределения тепловой мощности в нагревательном слое 6 зоны дополнительного нагрева 14 для прямоугольного хода линейного нагревательного элемента 15. При этом фиг. 5А показывает графическое представление изолиниями, то есть диаграмму линий с равными значениями распределения тепловой мощности. Фиг. 5В показывает полутоновое графическое представление распределения тепловой мощности. В каждом случае распределение тепловой мощности изображено как плотность тепловой мощности в единицах Вт/м².

Фиг. 6А и В показывают результаты моделирования распределения тепловой мощности в нагревательном слое 6 зоны дополнительного нагрева 14 для треугольного хода линейного нагревательного элемента 15. При этом фиг. 6А показывает графическое представление изолиниями, другими словами, диаграмму линий с равными значениями распределения тепловой мощности. Фиг. 6В показывает полутоновое графическое представление распределения тепловой мощности. В каждом случае распределение тепловой мощности изображено как плотность тепловой мощности в единицах Вт/м².

Фиг. 5А и В и фиг. 6А и В отличаются формой хода линейного нагревательного элемента 15.

Моделирование проводилось в каждом случае для прямоугольной полосы нагревательного слоя 6 с поверхностным сопротивлением 0,9 Ом/кв.см и напряжением питания 14 В на двух концах линейного нагревательного элемента 15. Амплитуда линейного хода составляла в каждом случае 80 мм от пика до пика, а длина периода равнялась 80 мм. Периодический ход повторялся 9 раз в каждом случае.

Фиг. 5А показывает графическое представление изолиниями, а фиг. 5В полутоновое графическое представление для прямоугольного хода линейного нагревательного элемента 15, какой показан фрагментом на фиг. 1Е. На фиг. 5А и В линейный нагревательный элемент 15 на участке 18а проходит параллельно линейному нагревательному элементу 15 на участке 18б. Таким образом, расстояние между участками 18а перед областью поворота 29 и участками 18б после области поворота 29 является постоянным. Ток I_{Z1} течет вдоль линейного нагревательного элемента 15 антипараллельно (то есть противоположно направлению течения) течению на участке 18а через линейный нагревательный элемент 15 в участок 18б. В то же время ток I_{Z1} течет вдоль линейных нагревательных элементов 15 на участках 18а и б перпендикулярно общему направлению тока через зону дополнительного нагрева 14 и перпендикулярно течению тока I_{H1} , I_{H2} и I_{H3} через нагревательный слой 6.

В области поворота 29, где следующий участок 28 линейного нагревательного элемента 15 напрямую соединяется с участками 18а и б линейного нагревательного элемента, ток I_{Z2} течет дальше через участок 28 линейного нагревательного элемента 15. Разность потенциалов между примыкающими к участку 28 участками линейного нагревательного элемента 15 снижается из-за течения тока I_{Z2} на участках 18а и б. Это приводит к тому, что течение тока I_{H3} через нагревательный слой 6 в этих соседних областях меньше, чем течение тока I_{H1} и I_{H2} через нагревательный слой 6 в более удаленных областях. Из-за антипараллельной конфигурации линейного нагревательного элемента 15 на участках 18а и б расстояние между участками 18а и б одинаково. Меньшее течение тока I_{H3} через нагревательный слой 6 приводит к резкому уменьшению плотности тепловой мощности в области, соседней с участком 28, и к значительному повышению плотности тепловой мощности в более удаленных областях. На фиг. 5А и В плотность тепловой мощности в областях, соседних с участком 28, составляет 150 Вт/м², а в более удаленных областях достигает 950 Вт/м². Высокая плотность тепловой мощности, в данном случае 950 Вт/м², может привести к ускоренному старению и деградации нагревательного слоя 6, поэтому нежелательна. Кроме того, развивается большая неоднородность распределения тепловой мощности нагревательного слоя 6, что также нежелательно.

На фиг. 6А приведено графическое представление изолиниями, а на фиг. 5В полутоновое графическое представление для треугольного хода линейного нагревательного элемента 15, какой показан фрагментом на фиг. 1D. На фиг. 6А и В участки 18а и б линейного нагревательного элемента 15 в точке поворота 27 непосредственно примыкают друг к другу. Из-за треугольного хода линейные элементы 15 на участке 18а расположены ни параллельно, ни антипараллельно линейным элементам 15 на участке 18б. Расстояние между участками 18а и б непрерывно уменьшается в направлении хода. Другими словами, ток I_Z вдоль линейного нагревательного элемента 15 на участке 18а течет ни параллельно, ни антипараллельно направлению течения тока I_Z через линейный нагревательный элемент 15 на участке 18б. В точке поворота 27, где участки 18а и б линейного нагревательного элемента 15 примыкают друг к другу, то есть в точках максимальной или минимальной амплитуды треугольного хода, разность потенциалов между соответствующими участками 18а и б линейного нагревательного элемента 15 уменьшается, так как участки 18а и б электрически соединены друг с другом в точке поворота 27.

Одновременно уменьшается расстояние между линейным нагревательным элементом 15 на участках 18а и б вследствие треугольного хода. Таким образом, расстояние между соответствующими точками линейного нагревательного элемента 15 на участке 18а и точками линейного нагревательного элемента 15 на участке 18б уменьшается при приближении к месту соединения между участком 18а и участком

18b в точке поворота 27 приблизительно пропорционально степени падения разности потенциалов. Как следствие, течение тока через нагревательный слой 6 остается приблизительно постоянным, другими словами ток I_{H3} почти такой же, как ток I_{H2} и почти такой же как I_{H1} . При постоянном поверхностном сопротивлении нагревательного слоя 6 неизменный ток $I_{H1,2,3}$ приводит к постоянной плотности тепловой мощности.

На фиг. 6A и B максимальная плотность тепловой мощности составляет 400 Вт/м^2 , а минимальная плотность тепловой мощности 350 Вт/м^2 . Таким образом, распределение тепловой мощности в нагревательном слое 6 является очень однородным и находится в оптимальном рабочем диапазоне нагревательного слоя 6. Это особенно выгодно с точки зрения предотвращения перегрева, ускоренного старения и деградации нагревательного слоя 6. Это было неожиданным и удивительным для авторов изобретения. Одновременно удалось повысить тепловую мощность в зоне дополнительного нагрева 14 благодаря размещению линейного нагревательного элемента 15 согласно изобретению.

Список позиций:

- 1 - стекло, лобовое стекло;
- 2 - отдельный стеклянный лист, наружный стеклянный лист;
- 3 - отдельный стеклянный лист, внутренний стеклянный лист;
- 4 - адгезионный слой;
- 5 - кромка стекла;
- 5a, 5a' - длинная кромка стекла;
- 5b, 5b' - короткая кромка стекла;
- 6 - нагревательный слой;
- 7 - краевая полоса;
- 8 - край нагревательного слоя;
- 9 - зона основного нагрева;
- 10 - первая шина;
- 11 - вторая шина;
- 12 - первый соединительный вывод;
- 13, 13' - второй соединительный вывод;
- 14 - зона дополнительного нагрева;
- 15, 15' - линейный нагревательный элемент;
- 16 - нагревающий ток;
- 17 - поле нагрева;
- 18a, 18b - участок линейного нагревательного элемента 15;
- 19, 19.1, 19.2 - разделяющий участок;
- 20 - первое внешнее соединение;
- 21, 21' - второе внешнее соединение;
- 23, 23' - соединительный провод;
- 24 - линия питания;
- 25 - источник напряжения;
- 26, 26', 26'', 26''' - электропроводящее соединение;
- 27 - точка поворота;
- 28 - другой участок линейного нагревательного элемента 15;
- 29 - область поворота;
- A-A' - линия сечения;
- B, C - вырез;
- b - ширина линейного нагревательного элемента 15, 15';
- d - ширина разделяющего участка 19;
- g - ширина зоны дополнительного нагрева 14;
- I_{H1}, I_{H2}, I_{H3} - ток через нагревательный слой 6 в зоне дополнительного нагрева 14;
- I_z, I_{z1}, I_{z2} - ток через линейный нагревательный элемент 15, 15';
- г - ширина краевой полосы 7;
- II - поверхность наружного стеклянного листа 2;
- III - поверхность внутреннего стеклянного листа 3.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Прозрачное стекло (1), содержащее, по меньшей мере, электронагревательный слой (6), простирающийся по меньшей мере на части поверхности (III) стекла и разделенный на зону основного нагрева (9) и изолированную от нее электрически зону дополнительного нагрева (14), соединительные элементы (10, 11, 12, 13, 13'), которые выполнены с возможностью электрического соединения с источником напряжения (25) и которые содержат по меньшей мере одну первую шину (10)

и одну вторую шину (11), причем шины (10, 11) находятся соответственно в прямом электропроводящем контакте с нагревательным слоем (6) в зоне основного нагрева (9), чтобы при приложении напряжения питания нагревающий ток (16) тек через поле нагрева (17), образованное нагревательным слоем (6),

по меньшей мере один линейный электронагревательный элемент (15, 15'), который находится, по меньшей мере частично, в зоне дополнительного нагрева (14) нагревательного слоя (6), причем

линейный нагревательный элемент (15, 15') находится в прямом электропроводящем контакте с нагревательным слоем (6),

линейный нагревательный элемент (15, 15') нагрева электрически соединен с соединительными элементами (10, 11, 12, 13, 13') в параллельном электрическом соединении с полем (17),

линейный нагревательный элемент (15, 15') имеет такое омическое сопротивление, чтобы при приложении напряжения питания зона дополнительного нагрева (14) могла нагреваться, и

линейный нагревательный элемент (15, 15') выполнен так, чтобы при приложении напряжения питания между участками (18a, 18b) линейного нагревательного элемента (15, 15') нагревающий ток мог течь через нагревательный слой (6) в зоне дополнительного нагрева (14), в результате чего зона дополнительного нагрева (14) дополнительно обогащается.

2. Стекло (1) по п.1, причем по меньшей мере один соединительный провод (23, 23', 23'', 23''') электрически соединяет линейный нагревательный элемент (15, 15') по меньшей мере с одним из соединительных элементов (10, 11, 12, 13, 13').

3. Стекло (1) по п.2, причем соединительные провода (23, 23', 23'', 23''') расположены, по меньшей мере частично, в не содержащей нагревательного слоя краевой полосе (7) стекла (1) и/или, по меньшей мере частично, в не содержащем нагревательного слоя разделяющем участке (19) между зоной основного нагрева (9) и зоной дополнительного нагрева (14).

4. Стекло (1) по любому из пп.1-3, причем по меньшей мере один контакт линейного нагревательного элемента (15, 15') находится в прямом электрическом контакте с одной из шин (10, 11).

5. Стекло (1) по любому из пп.1-4, причем соединительные элементы (10, 11, 12, 13, 13') содержат соединительные выводы (12, 13, 13'), подсоединенные к шинам (10, 11), и по меньшей мере один контакт линейного нагревательного элемента (15, 15') находится в прямом электрическом контакте по меньшей мере с одним из соединительных выводов (12, 13, 13').

6. Стекло (1) по любому из пп.1-5, причем линейный нагревательный элемент (15, 15') и/или соединительный провод (23, 23', 23'', 23''') выполнены в виде нагревательной нити или в виде нагревательной линии из печатной электропроводящей пасты.

7. Стекло (1) по п.6, причем нагревательная линия имеет толщину от 6 до 14 мкм, ширину b от 0,2 до 8 мм, длину L от 1000 до 10000 мм и/или удельное сопротивление от $0,5 \times 10^{-8}$ до 5×10^{-8} Ом·м.

8. Стекло (1) по п.6 или 7, причем линейный нагревательный элемент (15, 15') выполнен так, чтобы при напряжении питания в диапазоне от 12 до 48 В можно было обеспечить мощность оттаивания в диапазоне от 400 до 1000 Вт на m^2 поверхности стекла.

9. Стекло (1) по любому из пп.6-8, причем линейный нагревательный элемент (15, 15') имеет омическое сопротивление от 0,5 до 4 Ом/м.

10. Стекло (1) по любому из пп.6-9, причем линейный нагревательный элемент (15, 15') выполнен в форме меандра, а не прямоугольника.

11. Стекло (1) по п.10, причем линейный нагревательный элемент (15, 15') выполнен синусоидальным или треугольным.

12. Стекло (1) по любому из пп.6-11, причем линейный нагревательный элемент (15, 15') выполнен трапецеидальным.

13. Стекло (1) по п.12, причем сумма оснований меньше или равна половине длины периода.

14. Стекло (1) по любому из пп.6-13, причем линейный нагревательный элемент (15, 15') имеет периодический ход и в пределах одного периода участки (18a, 18b) линейного нагревательного элемента (15, 15') расположены не параллельно и не антипараллельно друг другу.

15. Стекло (1) по п.14, причем в пределах одного периода участки (18a, 18b), которые расположены не параллельно направлению течения тока через нагревательный слой (6), расположены не параллельно и не антипараллельно друг другу.

16. Стекло (1) по любому из пп.6-15, причем линейный нагревательный элемент (15, 15') имеет периодический ход и в пределах одного периода расстояние между участком (18a) линейного нагревательного элемента (15, 15') перед точкой поворота (27) или перед областью поворота (29) и участком (18b) линейного нагревательного элемента (15, 15') после точки поворота (27) или после области поворота (29) непрерывно уменьшается.

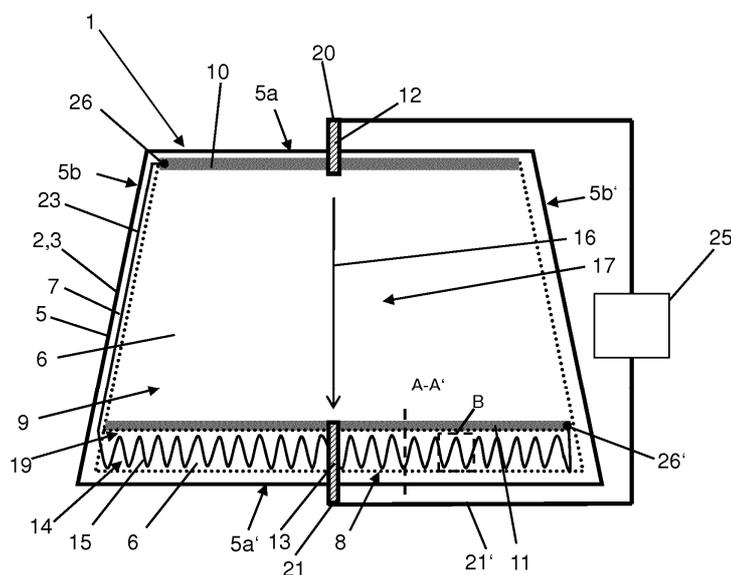
17. Стекло (1) по любому из пп.1-16, выполненное в виде многослойного стекла с двумя отдельными стеклянными листами (2, 3), соединенными друг с другом термопластичным адгезионным слоем (4), причем нагревательный слой (6) находится по меньшей мере на одной поверхности (II, III) отдельных стеклянных листов и/или на одной поверхности носителя, находящегося между отдельными стеклянными листами.

18. Способ получения прозрачного стекла (1) по любому из пп.1-17, включающий

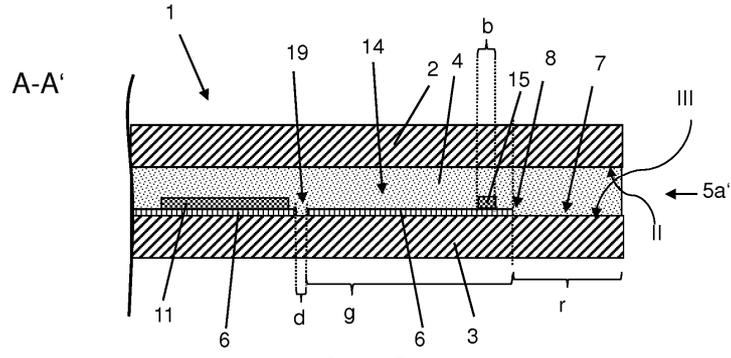
- а) осаждение электронагревательного слоя (6) по меньшей мере на часть поверхности (III) листа,
 б) разделение электронагревательного слоя (6) на зону основного нагрева (9) и электрически изолированную от нее зону дополнительного нагрева (14),
 в) размещение по меньшей мере одной первой шины (10) и одной второй шины (11) на нагревательном слое (6) в зоне основного нагрева (9), причем шины (10, 11) находятся в прямом электропроводящем контакте с нагревательным слоем (6), и при подключении напряжения питания от источника напряжения (25) на соединительные элементы (12, 13, 13'), подключаемые к шине (10, 11), нагревающий ток (16) течет через поле нагрева (17), образованное нагревательным слоем (6),
 г) размещение по меньшей мере одного линейного электронагревательного элемента (15, 15'), по меньшей мере частично, на нагревательном слое (6) в зоне дополнительного нагрева (14), причем линейный нагревательный элемент (15, 15') находится в прямом электропроводящем контакте с нагревательным слоем (6),
 линейный нагревательный элемент (15, 15') электрически соединен в параллельном электрическом соединении с полем нагрева (17) с соединительными выводами (12, 13, 13') или с шинами (10, 11),
 линейный нагревательный элемент (15, 15') имеет такое омическое сопротивление, чтобы при приложении напряжения питания зону дополнительного нагрева (14) можно было нагреть, и
 линейный нагревательный элемент (15, 15') выполнен так, чтобы при приложении напряжения питания мог течь нагревающий ток между участками (18а, 18б) линейного нагревательного элемента (15, 15') через нагревательный слой (6) в зоне дополнительного нагрева (14), и зона дополнительного нагрева (14) могла, таким образом, дополнительно нагреваться,
 е) нанесение на поверхность (III) листа по меньшей мере одного соединительного провода (23, 23', 23''), посредством которого линейный нагревательный элемент (15, 15') соединяется с шинами (10, 11) и/или с соединительными выводами (12, 13, 13'),
 ф) нанесение соединительных выводов (12, 13, 13') на поверхность (III) листа и соединение в прямом электропроводящем контакте с шинами (10, 11), линейным нагревательным элементом (15, 15') и/или соединительными проводами (23, 23', 23'', 23''').

19. Способ получения прозрачного стекла (1) по п.18, причем шины (10, 11), линейный нагревательный элемент (15, 15') и соединительные провода (23, 23', 23'', 23''') наносят путем трафаретной печати электропроводящей пастой на поверхность (III) листа.

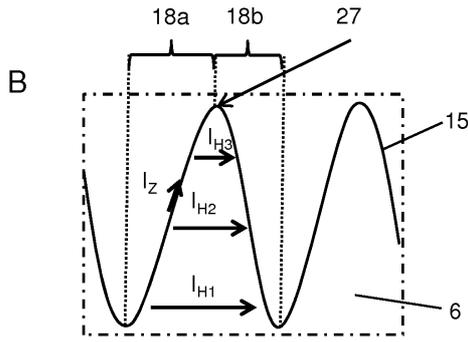
20. Способ получения прозрачного стекла (1) по п.19, причем технологические этапы с), д), и е) осуществляют одновременно.



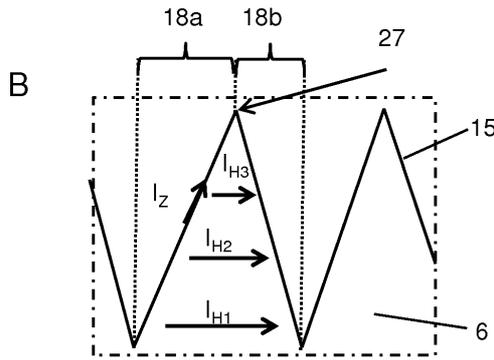
Фиг. 1А



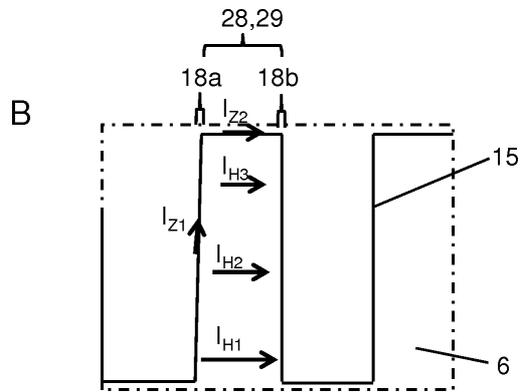
Фиг. 1B



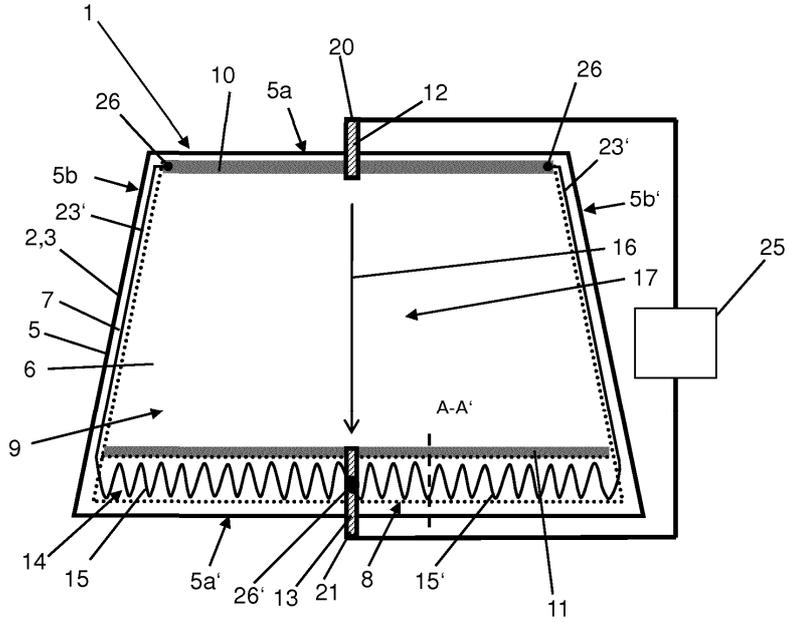
Фиг. 1C



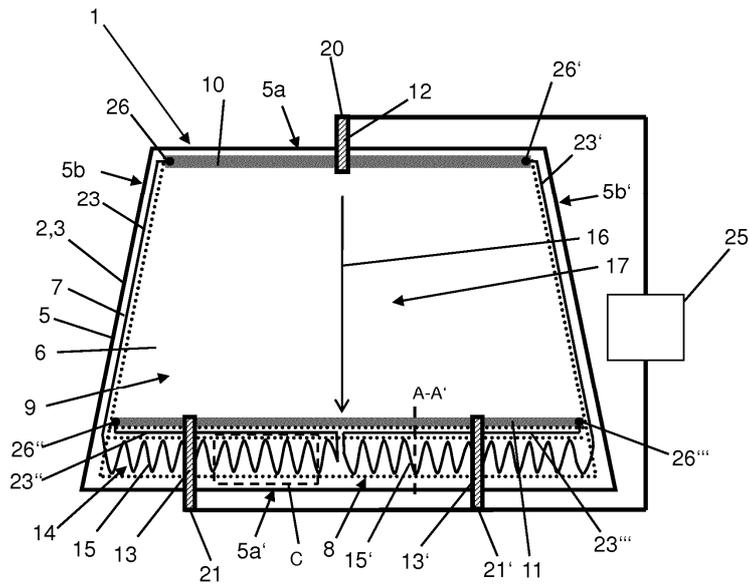
Фиг. 1D



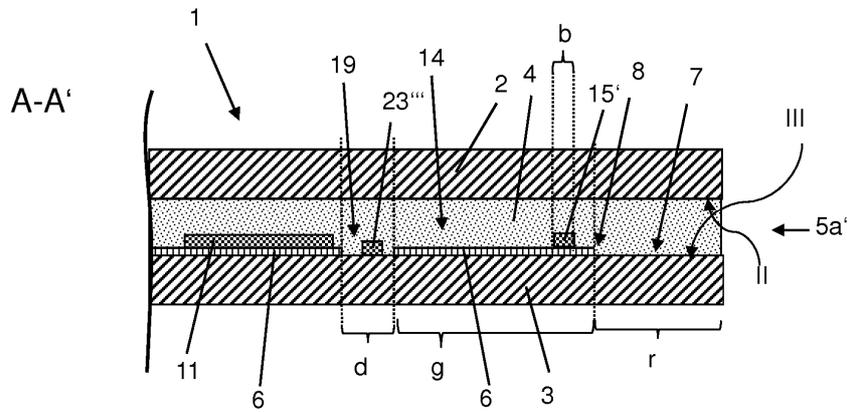
Фиг. 1E



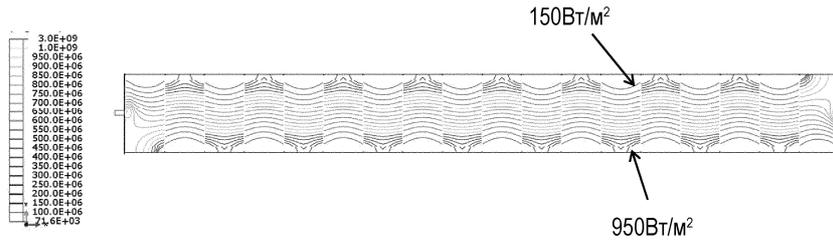
Фиг. 2



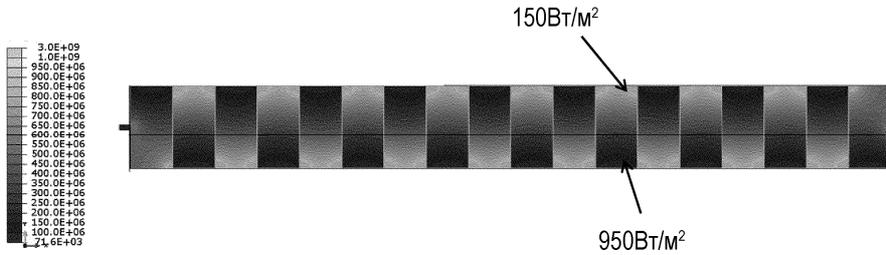
Фиг. 3А



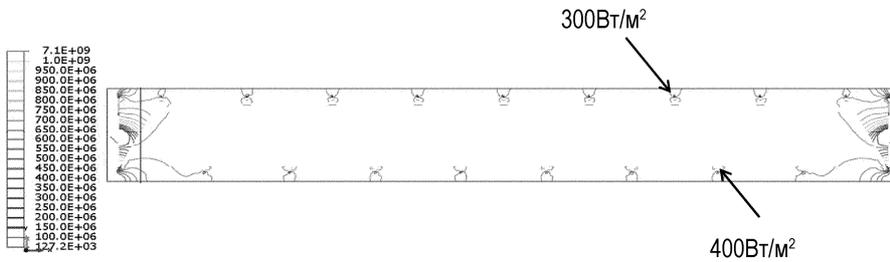
Фиг. 3В



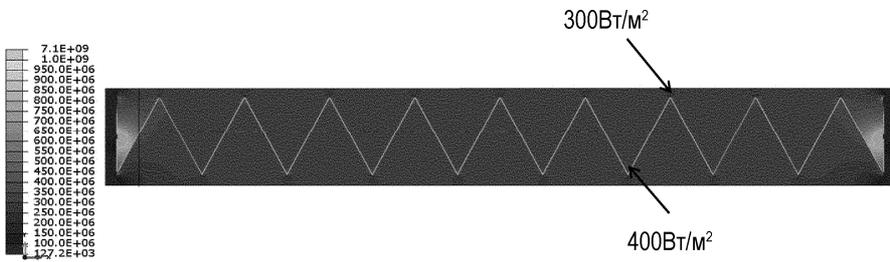
Фиг. 5А



Фиг. 5В



Фиг. 6А



Фиг. 6В

