



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 137 723** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) МПК⁶ **C 03 B 23/025**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(21), (22) Заявка: 94044525/03, 22.12.1994

(30) Приоритет: 23.12.93

(30) Приоритет: 23.12.1993 GB 9326288.9

(46) Дата публикации: 20.09.1999

(56) Ссылки: EP 443948 A1, 07.12.91. SU 1761695 A1, 15.09.92. EP 338216 A3, 24.02.89. US 4687501 A, 18.08.87.

(98) Адрес для переписки:
103735, Москва, ул.Ильинка 5/2, ВП
"Союзпатент", Ятровой Л.И.

(71) Заявитель:

Пилкингтон Гласс ЛТД (GB)

(72) Изобретатель: Джеймс Бодмэн (GB),

Ян Николас Тетлоу (GB)

(73) Патентообладатель:

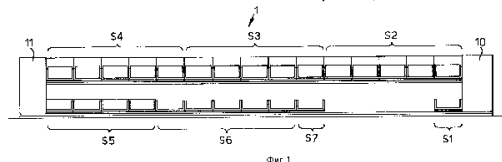
Пилкингтон Гласс ЛТД (GB)

(54) ПЕЧЬ И СПОСОБ ИЗГИБАНИЯ СТЕКЛА

(57) Реферат:

Использование: для изгиба стекла сложной конфигурации. Печь имеет по крайней мере одну зону дифференциального нагрева, создаваемую множеством нагревательных элементов. Печь включает также экран, связанный с печью и расположенный в упомянутой зоне на той же стороне подлежащего изгибанию стеклянного листа, где находятся упомянутые нагревательные элементы. Экран направляет тепло, излучаемое упомянутыми

нагревательными элементами, на стекло, благодаря чему можно достигнуть управляемого дифференциального нагрева стекла. Технический результат изобретения - улучшение управления формой, в которой изгибают лист. 3 с. и 19 з.п. ф-лы, 13 ил.





(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 137 723** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) Int. Cl.⁶ **C 03 B 23/025**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 94044525/03, 22.12.1994

(30) Priority: 23.12.93

(30) Priority: 23.12.1993 GB 9326288.9

(46) Date of publication: 20.09.1999

(98) Mail address:
103735, Moskva, ul. Il'inka 5/2, VP
"Sojuzpatent", Jatrovoj L.I.

(71) Applicant:
Pilkington Glass LTD (GB)

(72) Inventor: Dzhejms Bodmehn (GB),
Jan Nikolas Tetlou (GB)

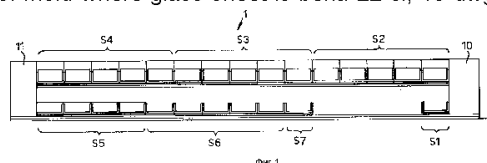
(73) Proprietor:
Pilkington Glass LTD (GB)

(54) **FURNACE AND METHOD OF BENDING GLASS**

(57) Abstract:

FIELD: bending glass of complex configuration. SUBSTANCE: furnace has at least one zone of differential heating formed by many heating elements. Furnace includes also shield connected with furnace and located in above-mentioned zone on the same side where heating elements are located. Shield directs heat radiated by heating elements onto glass, thus making it

possible to obtain controllable differential heating of glass. EFFECT: improved control of mold where glass sheet is bent. 22 cl, 13 dwg



Изобретение касается печи для изгибания стекла, т.е. печи, предназначенной для нагрева подлежащих изгибанию стеклянных листов, для изгибания стеклянных листов до сложной конфигурации, при котором требуется точный контроль профиля распределения температур по каждому листу стекла. Изобретение также касается способа изгибания стеклянных листов с использованием такой печи.

На конфигурацию, в которую формуется стеклянный лист при любом изгибающем процессе, сильно влияет температура листа вследствие быстрых изменений вязкости стекла с изменением температуры. Кроме того, точно так же существенное влияние оказывают перепады температур внутри стеклянного листа. Поэтому весьма желательно точно контролировать профиль распределения температур по листу, чтобы успешно создавать конкретные формы, а также гарантировать воспроизводимость при массовом производстве.

Из патента EP 504 117 известно управление профилем распределения температур по листу стекла в сочетании с этапом отжига, чтобы в дифференциальной форме закалить лист.

Простой способ воздействия на профиль распределения температур в подлежащем изгибу стеклянном листе заключается в размещении экранов на те части стеклянного листа, которые следует нагревать в меньшей степени, затеняя тем самым эти части, т.е. загромождая их от тепла. При эксплуатации эти экраны становятся горячими и сами становятся вторичными излучателями тепла, снижая их эффективность. В патенте США N 4.687.501, выданном фирме "PPG Индастриез Инк", сделана попытка уменьшить эту проблему посредством обеспечения изгибания под действием силы тяжести с помощью вторичных экранов для затенения стекла от горячих первичных экранов. Это неизбежно делает конструкцию до некоторой степени громоздкой, т.к. такие экраны будут загроможждать оборудование автоматического манипулирования стеклом, обычно используемое на современных заводах для перемещения стеклянных листов от одного этапа процесса к следующему.

Такие экраны обычно прикрепляют к форме или другой опоре, которая несет стеклянный лист, так что экраны движутся со стеклянным листом через печь или даже через всю систему изгибания. Однако обычная система изгибания стекла такого типа, в которой лист нагревается, когда оно находится на форме, содержит много форм, каждая из которых должна быть снабжена экранами, так что в общем требуется большое количество экранов, и любая регулировка экранов, требуемая на одной форме, может точно так же потребоваться на каждой другой форме. Поскольку эти экраны можно регулировать только когда форма находится вне печи, созданную картину затенения нельзя менять во время прохождения листа стекла через различные нагревательные участки в печи. Эта негибкость в настоящее время рассматривается как недостаток, так как при производстве все более сложных конфигураций стекла, требуемых современными конструкторами средств

передвижения, желательно, чтобы можно было изменять профиль нагревания на разных участках нагрева для различных целей. Например, может появиться желание обеспечить дополнительное нагревание на углах стеклянного листа, но только тогда, когда лист в целом достигнет температуры изгибания. По своей природе экраны этого типа пригодны только для снижения степени нагрева, которую получает стеклянный лист, и причем только на относительно небольшой площади. Попыток направлять тепло, блокированное этими экранами на участок листа, на котором требуется увеличение нагрева, не производилось.

Кроме того, поскольку обычно экраны также остаются на месте во время прохождения стекла через участки отжига изгибающей системы, экраны осуществляют охлаждение стекла. Это может создавать нежелательные структуры напряжений в стекле и проблемы оптического искажения.

Известно также использование поглотителей тепла, т.е. тел, помещенных рядом со стеклом, которые поглощают тепло от него, управляя профилем распределения температур в стеклянном листе. Однако эффективность поглотителей тепла также снижается, когда они достигают температуры окружающей среды, и поскольку их также обычно прикрепляют к форме или другой опоре стекла, их использование сопровождается также большим количеством недостатков дополнительно к недостаткам экранов.

В патенте Великобритании GB 2.201.670A предлагают технику, противоположную использованию поглотителей тепла, а именно использование тела из термоизоляционного материала типа отражателя тепла; раскрыт лабораторный эксперимент, в котором такое тело помещено под участок стеклянного листа, где предпочтительно требуется его нагревать. В производственной печи такие отражатели также должны быть смонтированы на форме (или по крайней мере в ящиках или на тележках, которые несут форму) и, таким образом, они будут подвергаться тем же проблемам, которые описаны выше в отношении экранов и поглотителей тепла.

Там, где требуется усиленный подвод тепла к локализованному участку, давно известно приложение дополнительного тепла к этому конкретному участку с помощью вспомогательных нагревателей, известных специалистам в данной области техники под названием "изгибаемые нагреватели". Патент Соединенного Королевства N UK 836.560 является одним из большого количества описаний, в которых описаны такие нагреватели, в этом варианте осуществления нагреватели подвешивают через прорези в кровле печи, но возможны другие формы поддержания. Если необходимо ограничить участок стеклянного листа, нагреваемого изгибаемым нагревателем, соседние участки стеклянного листа можно затенять от него, как показано на фиг.10 патента EP 336.216 A2.

Хотя такие изгибаемые нагреватели служат полезной цели, они также имеют много недостатков, таких как загромождение пространство в печи выше стеклянных листов

и склонность к повреждению и разрегулированности. Их нельзя использовать над серединой листа, где потребуется длинный поддерживающий кронштейн, который сам будет экранировать стекло. Из-за необходимости поддержания изгибаемых нагревателей нельзя делать достаточно большими для перекрытия существенных участков. Попытка уменьшить некоторые проблемы, например, автоматизирование регулировки и введения - изъятия изгибаемых нагревателей - приводит к расходам и риску ненадежности. Кроме того, они не подходят для создания нелокальных перепадов температур, таких как перепад от центра к кромке, управляемый на всем расстоянии от центра до кромки стеклянного листа.

Один способ управления профилем распределения температур по всему стеклянному листу заключается в устройстве в печи для изгиба стекла отдельного регулирования нагревателей для отдельных участков либо действительно отдельных нагревательных элементов. Например, в патенте EP 443,948 A1 раскрывается печь, которая в верхней части содержит группу электрических сопротивлений с независимо регулируемой температурой или мощностью в этих группах. Ориентация и расположение таких групп сопротивлений также обеспечивается так, чтобы оптимизировать управление профилем распределения температур в стеклянном листе. В такой печи можно управлять и температурным профилем по всему стеклянному листу. Целью может быть получение по возможности однородной температуры в листе или создание частичного перепада от центра к краю в соответствии с требованиями конкретной формы, которую подлежит создать.

Однако существуют ограничения по величине создаваемых таким образом перепадов температур. Если к конкретной группе элементов подведена высокая энергия для предпочтительного нагрева части стеклянного листа непосредственно ниже этой группы, смежные части листа также неизбежно будут получать дополнительный нагрев. Управлять этим можно только на некотором удалении путем снижения расстояния от элементов до стеклянного листа. Хотя уменьшение этого расстояния снижает нежелательный нагрев смежных частей стеклянного листа, оно может привести к оптическому искажению стеклянного листа, если расстояние станет слишком маленьким. Следовательно, остается потребность в решении дополнительных технических задач.

В патенте EP 443.948. A1 получено следующее управление профилем распределения температур путем обеспечения дополнительных нагревательных элементов в стенках печи. Например, в последнем абзаце описания раскрывается изготовление S-образного листового стекла и необходимость обеспечения явной разницы температур между отдельными частями стеклянного листа. Последнее изречение этого абзаца объясняет, что выгодно нагревать направленную вверх часть S-образного листового стекла с помощью стальных

нагревателей, чтобы избежать перегрева средней части листа, но, конечно, обеспечение дополнительных нагревателей в стенках печи влечет за собой дополнительные расходы, может оказаться желательным получить дополнительное управление температурой, требуемое для некоторой продукции, используя нагревательные элементы только в кровле.

Легче управлять изгибом стекла при так называемом "просто" изгибе, т. е. когда оси кривизны оказываются параллельными или только под небольшими углами друг к другу, и обычно так обстояло дело в прошлом. Однако все больше требуется стекло сложной формы, т.е. стекло, имеющее кривизну в двух по существу перпендикулярных направлениях, например, для применения в автомобилях, а это представляет дополнительные трудности.

Когда такое стекло делают с помощью процесса изгиба под действием силы тяжести или "провисания", трудности испытывают, например, при получении требуемого поперечного профиля кривизны. Под поперечным профилем кривизны понимают изменение кривизны в направлении, идущем от верхней до нижней части окна, например ветрового окна, если на него смотреть при установленном положении. Такая кривизна создается относительно одной или более по существу горизонтальных осей, простирающихся от одной стороны транспортного средства к другой. Часто требуется размерно круглый поперечный профиль кривизны, но на практике в средней части лобового стекла получается более плоский участок с большей кривизной около верхней и нижней частей. Это может привести к восприятию водителем нежелательного вторичного изобретения. В тех случаях, когда требуется увеличенная степень сложности кривизны и (или) высота ветрового стекла возрастает относительно его ширины, в середине ветрового стекла может появиться обратная поперечная кривизна, так что поперечное сечение оси симметрии начнет походить на перевернутую букву "W". Дополнительно к оптическим проблемам это приводит к плохому коэффициенту полезного действия стеклоочистителя. Чтобы обеспечить удовлетворительное изгибание таких форм, важно достигать более высокие температуры в центральной зоне стеклянного листа с более высокими перепадами температур между центром и дальним краем стеклянного листа, чем было возможно до сих пор. Следовательно, существует необходимость обеспечения способа достижения таких более высоких перепадов между центром и краем.

Кроме того, для производства оконного стекла, имеющего асимметричный поперечный профиль кривизны, например S-образной формы, требуется создать по стеклянному листу асимметричный профиль распределения температур. Такая асимметрия может принимать форму смещенной максимальной температуры, т.е. расположенной где-то еще, а не в центре стеклянного листа. Кроме того, или в качестве альтернативы, асимметрии можно добиться в результате разных температур градиентов от точки максимальной температуры до двух дальних краев.

При других технологических процессах изгибания, например, при которых используют две формы или матрицы для формования стеклянного листа, желательнее также обеспечить возможность более точно управлять профилем распределения температур, сообщаемых стеклянному листу на стадии нагревания, и посредством менее громоздких, более управляемых средств, чем использовались до сих пор, может далее оказаться желательным достигать более высокие перепады температур между частями стеклянного листа, чем было возможно прежде.

Задачей изобретения является улучшение управления профилем распределения температур и повышения точности получения высоких перепадов температур в стеклянном листе и изгибания стекла путем использования средства, предназначенного для направления тепла, излучаемого нагревательными элементами печи.

Поставленная задача решается тем, что в известной печи для изгибания стекла, включающей:

- множество излучающих основных нагревательных элементов для нагрева стеклянного листа до его температуры изгибания;

- по меньшей мере один экран для направления лучистой теплоты, причем экран расположен внутри печи на той же, где и основные элементы стороне положения, которое должен занять лист; и

- средство перемещения, предназначенное для продвижения листа по печи,

предусматривают дополнительно, по меньшей мере, одну зону S3, S4, в которой имеются основные элементы и экран, а в качестве основного нагревательного элемента используется нагревательный элемент, расположенный ближе всего к экрану.

Чаще всего экран расположен в центральной области основных нагревательных элементов.

Однако можно располагать экран в периферийной области основных нагревательных элементов.

Обычно основные нагревательные элементы, расположенные рядом с экраном, имеют большую плотность энергии, чем основные нагревательные элементы, расположенные где-либо еще в зоне дифференциального нагрева.

Желательно в качестве основных нагревательных элементов использовать электрические элементы.

Экран обычно крепится - поддерживается конструкцией печи.

Возможно также, чтобы экран поддерживался сводом печи.

Экран, по существу, расположен вертикально и простирается за пределы основных нагревательных элементов от соседней конструкции печи.

В печи используют лист, имеющий ось зеркальной симметрии (A-A), и экран располагают в плоскости, по существу перпендикулярной указанной оси зеркальной симметрии (A-A).

Желательно, чтобы печь включала средство регулирования для регулирования положения экрана с внешней стороны печи.

Обычно в печи, по меньшей мере, один нагревательный элемент, непосредственно примыкающий к экрану, проходит параллельно экрану, по меньшей мере, еще один нагревательный элемент в той же зоне проходит перпендикулярно к этому элементу.

Возможно, чтобы в печи пару стеклянных листов поддерживала кольцевая форма для изгибания под действием силы тяжести во время их продвижения через печь.

Экран внутри зоны проходит, в основном, перпендикулярно направлению продвижения формы через указанную зону.

Печь может включать следующие один за другим участки нагрева, нагрева с изгибанием и отжига (S2-S5), при этом по крайней мере один из участков нагрева и нагрева с изгибанием (S3-S4) содержит, по меньшей мере, одну зону дифференциального нагрева, а печь включает также средство перемещения одного или более стеклянных листов через указанные следующие один за другим участки.

Поставленная задача решается также благодаря тому, что в печь для изгибания стекла, имеющую по крайней мере, одну зону дифференциального нагрева, предусмотренную с множеством основных нагревательных элементов, вводят экран, связанный с печью и размещенный в зоне с той же стороны от подлежащего сгибанию стеклянного листа, что и нагревательные элементы, для направления тепла, излучаемого нагревательными элементами, благодаря чему можно добиться управляемого дифференциального нагрева стекла.

Следующая задача изобретения решается за счет создания способа изгибания стеклянного листа, включающего продвижение листа через печь, предусмотренную с множеством излучающих основных нагревательных элементов, с одновременным нагреванием листа до его температуры изгибания в печи, включая дифференциальный нагрев листа, включающий направление лучистой теплоты от одного выбранного участка листа, подлежащего меньшему нагреву, к другому выбранному участку листа, подлежащего большому нагреву, с тем чтобы создать требуемый перепад температур между такими участками, и направление тепла с помощью, по крайней мере, одного экрана, расположенного внутри печи с той же стороны листа, что и основные элементы, изгибание листа до заранее заданной формы и охлаждение изогнутого листа стеклянного, в котором осуществляют направление лучистой теплоты от первого участка листа ко второму участку в зоне дифференциального нагрева, где предусмотрены основные элементы и экран, и осуществляют направление большей части лучистой теплоты, излучаемой тем основным нагревательным элементом, который расположен ближе всего к экрану.

При осуществлении способа обычно обеспечивают требуемую поперечную кривизну при изгибании листа за счет перепада температур, созданного между выбранными участками листа.

Как правило, направляют часть тепла, излучаемого основными нагревательными элементами, непосредственно на стеклянный лист.

Изгибание листа выполняют с помощью технологического процесса изгибания под действием силы тяжести.

Возможно включать в способ операцию, при которой лист подвергается изгибанию под давлением.

Предпочтительно, чтобы способ включал отжиг листа во время его охлаждения.

Желательно также, чтобы при осуществлении использовали печь, включающую в себя, по крайней мере, одну зону дифференциального нагрева, в которой во время продвижения листа выполнялось периодическое круговое перемещение листа.

Далее изобретение иллюстрируется, но не ограничивается нижеприведенным описанием некоторых предпочтительных вариантов осуществления изобретения со ссылкой на прилагаемые чертежи, на которых:

фиг. 1 представляет схематический вертикальный разрез печи для изгибания стекла, включающей в себя ряд зон нагрева, некоторые из которых используются для изгибания;

фиг. 2 представляет вид сверху стеклянного листа, который можно изгибать в соответствующей фиг.1 печи;

фиг. 3 представляет сильно увеличенный схематический вид сверху нагревательной системы соответствующей фиг.1 одной зоны, включающей шесть соответствующих изобретению экранов;

фиг. 4 (a) и (b) представляют схематические поперечные сечения небольшой части нагреваемой зоны;

фиг. 5 представляет вид сверху, аналогичный фиг. 3, другой нагревательной системы другой соответствующей фиг.1 зоны;

фиг. 6 представляет аналогичным образом увеличенное поперечное сечение, взятое в направлении стрелок VI-VI на фиг.3;

фиг. 7 представляет аналогичное поперечное сечение в направлении стрелок VII-VII фиг. 5;

фиг. 8 представляет вид механизма регулирования высоты экранов, показанных на фиг.7;

фиг. 9 иллюстрирует дополнительную часть этого механизма, не показанную на фиг. 8;

фиг. 10 представляет схематический график, на котором сравниваются перепады температур, полученные в результате измерений в известных туннельных печах и в соответствующей изобретению печи;

фиг. 11 представляет схематический график, на котором сравниваются поперечные профили кривизны стеклянных листов, изогнутых в соответствии с известным уровнем техники и в соответствии с предпочтительным вариантом осуществления изобретения;

фиг. 12 представляет вид сверху, аналогичный фиг. 3, но иллюстрирующий дополнительные экраны;

фиг. 13 представляет вид сверху, аналогичный фиг. 5, но иллюстрирующий дополнительные экраны.

В показанной на фиг. 1 печи 1 для изгибания стекла стеклянные листы загружаются в кольцевые формы для изгибания под действием силы тяжести, нагреваются, изгибаются под воздействием силы тяжести (с дополнительным этапом давления или без него) так, чтобы

согласоваться с конфигурацией кольцевой формы с требуемой степенью поперечной кривизны, отжигаются, дополнительно охлаждаются и выгружаются. На фиг.1 позицией S1 обозначен участок загрузки, S2 - участок равномерного нагревания, S3 - участок дифференциально излучаемого нагрева, S4 - участок нагрева с изгибающим дифференциально излучаемым нагревом, S5 - участок отжига, S6 - участок охлаждения и S7 - участок выгрузки.

Каждый участок состоит из такого количества зон, которое необходимо, чтобы обеспечить требуемую пропускную способность и время цикла при условии, что каждая зона может держать одну кольцевую форму, а стеклянный лист (листы) на каждой форме должен оставаться на каждом участке в течение определенного периода времени. В этом типе печи стеклянные листы движутся не непрерывно, а последовательными этапами, так что форма, поддерживающая стеклянный лист (листы), остается неподвижной, точно расположенной в зоне в течение определенного интервала времени до перемещения в следующую зону.

Такая печь называется печью с периодической круговой подачей, а форма (и лист, поддерживаемый на форме), как полагают, должна индексироваться каждой последующей зоной по мере продвижения. При нормальной работе продвижение формы в такой печи осуществляется только в одном направлении, т.е. против часовой стрелки, если посмотреть на фиг. 1.

Равномерный нагрев участка S2 по характеру может быть либо обычным, либо излучательным; цель заключается просто в том, чтобы энергия нагрева была по существу однородной от одной стороны каждой зоны до другой.

Кольцевые формы продвигаются через печь с помощью средства перемещения, которое дополнительно описывается в связи с фиг. 6. На каждом конце печи обеспечен механизм 10, 11, предназначенный для перемещения формы вместе со средством перемещения между верхним и нижним уровнями.

Для перемещения на участие S3 или S4 можно использовать экраны и предпочтительные устройства, показанные на фиг.3-9, а также на фиг.12 и 13.

На фиг. 2 показан стеклянный лист, который можно изогнуть в печи 1. Фактически, предпочтительный вариант осуществления соответствующей изобретению печи используют для изгибания стеклянных листов попарно, одного на другом, для изготовления сопряженной, вкладываемой одна в другое пары слоистого стекла, например, для ветрового стекла. Листы 20, 21 идентичны за исключением того, что верхний лист пары обычно несколько меньше для улучшения согласования после изгибания. Листы 20, 21 имеют длинные края 22, 23; короткие края 24, 25; углы 26 и среднюю часть 27. Листы имеют ось зеркальной симметрии А-А. Поперечная кривизна представляет кривизну в направлении от верхнего края 22 ("верхний" в отношении ветрового стекла, когда оно вставлено в автомобиль) к нижнему длинному краю 23, например, вдоль оси А-А. Конечно, изобретение не ограничено изгибанием листов показанной формы, в соответствии с

изобретением можно изгибать листы любой формы.

На фиг. 3 подробно иллюстрируется нагревательное устройство в зоне от участка S3 дифференциального нагревателя. Свод зоны оборудован удлиненными электрическими нагревательными элементами в различных нагревательных участках 30-34 в соответствии с длиной и ориентацией элементов, а среди элементов находится ряд экранов 35. Каждая область состоит из блоков, один из которых обозначен позицией 36, и каждый блок содержит от 1 до 4 элементов, причем выходную мощность каждого блока элементов можно регулировать отдельно. На чертежах контуры блоков показаны тонкими линиями, а нагревательные элементы 37 обозначены с помощью толстых линий, на нескольких из которых схематически показана намотка. Нагревательные элементы 37 могут быть любого удлиненного типа, подходящего для монтажа в изображенной конфигурации, и способные обеспечить требуемую плотность энергии. Например, элементы периферийных областей 30 и 31 имеют большую длину и меньшую плотность энергии, чем элементы центральной области 33, которые короче и имеют большую плотность энергии. Элементы областей 32 и 34 имеют промежуточные длину и плотность энергии относительно аналогичных параметров областей 30 и 31. Ссылаясь на уровни плотности энергии, принимают во внимание расположение элементов, а также их индивидуальный размер и номинальное значение энергии. Можно показать, что элементы с большей плотностью энергии предпочтительно используют рядом с экранами.

Обычно используемый тип элемента имеет керамический сердечник с проволочным сопротивлением, намотанным вокруг этого сердечника. Там, где требуется большая мощность, можно использовать элементы с трубчатыми кварцевыми сердечниками, а там, где желательно упаковывать элементы плотно друг к другу, спиральную проволоку можно располагать внутри кварцевой трубки.

Поскольку выходная мощность каждого блока регулируется независимо, там, где используются более короткие элементы, можно осуществить более точное управление мощностью, например, в 15 блоках образуют центральную область 33, потому что независимо регулируемые площади имеют меньший размер.

Направление движения стеклянных листов через зону показано стрелкой G. Когда стеклянные листы нагреваются или изгибаются для изготовления ветровых стекол или задних окон, ориентировать их предпочтительно необходимо так, чтобы их ось симметрии А-А была параллельна стрелке G, а контур листов 20, 21 показан в их индексированном местоположении, т.е. когда они неподвижны. Нашли, что при таких обстоятельствах выгодно располагать элементы областей 30 и 31 параллельно этой оси симметрии, а элементы областей 32, 33 и 34 - под прямым углом к ней. Это помогает управлять подводом тепла к участкам, примыкающим к двум длинным краям 22, 23 листа, и, следовательно, управлять перепадами температур между центрами 27

листа и его длинными краями, чтобы получить требуемый поперечный профиль кривизны в стеклянном листе рядом с этими краями.

В целях пояснения на фиг. 4 (а) и (b) схематически показан один основной нагревательный элемент 37 и один экран 35. Кроме того, показаны части листов 20, 21, включающие в себя первый выбранный участок 46, подлежащий нагреву до более высокой температуры, чем второй участок 47. Как показано на фиг. 4 (а), лучистая теплота, испускаемая элементом 37 в направлении K и L, падает прямо на первый выбранный участок 46 верхнего стеклянного листа 20 и значительная часть его передается нижнему листу 21. Однако тепло, излучаемое в направлении M, падает на экран и большей частью отражается и (или) рассеивается, как показано на рисунке. Тепло, излучаемое в направлении M, не достигает второго выбранного участка 47, как это было бы в противном случае. Поэтому экран 35 направляет тепло путем двойного действия экранирования выбранного участка 47, подлежащего меньшему нагреву, и отражения (рассеивания) тепла по направлению к выбранному участку 46, подлежащему большему нагреву.

На фиг. 4 (b) показаны разные расстояния, на которые будет производиться ссылка во время описания предпочтительных размеров и конфигураций экранов. Линия В-В представляет уровень основных нагревательных элементов; расстояние "х" является расстоянием от уровня элементов до (верхнего) стеклянного листа в его изогнутом состоянии; расстояние "у" представляет участок экрана, который расположен между основными нагревательными элементами и стеклянным листом, т.е. рабочий участок, и расстояние "у" является расстоянием от ближайшего к стеклянному листу края экрана до листа. Очевидно, что $x = y + z$.

Количество экранов 35 может меняться от одного в общем до одного на нагревательный элемент 37 - в зависимости от характера профиля распределения температур, который нужно получить. Подобно этому распределение экранов внутри зоны можно делать симметричным или асимметричным. Ориентация экрана определяется практически путем ориентации нагревательных элементов, рядом с которыми должен быть размещен экран. Как объяснялось выше, ориентацию нагревательных элементов можно менять в соответствии с тем, какой профиль распределения температур пытаются создать. В примере стеклянного листа для ветрового стекла часто оказывается необходимым определять профиль распределения температур от одного длинного края листа через центр до другого длинного края, постольку это влияет на получаемый поперечный профиль кривизны.

Там, где желательно получить большой перепад температур между центром и краем стеклянного листа, требуется больше экранов для направления тепла, излучаемого элементами центральной области 33 (фиг. 3) по направлению к центральной части стекла, и предотвращения попадания тепла на более холодные края. Поэтому в этой ситуации вначале размещают экран в центральной

области 33, а дополнительные экраны обычно необходимо размещать только в периферийных областях, например, в областях 32 и 34, когда область 33 окажется заполненной. Каждый экран эффективно уменьшает площадь стеклянного листа, нагреваемую элементами рядом с экраном, т.е. снижает эффективный угол излучения тепла от соседних элементов.

Исходя из этого на участке 3, где желательны относительно высокие перепады температур между центром и краями в 40-55 °С, используются шесть экранов 35 и только два используются на участке изгиба 4, потому что к этому моменту требуемый перепад температур в стеклянном листе в основном создан.

Ясно, что экраны (независимо от участка, в котором их используют) нужно делать из теплостойкого материала, достаточно прочного, способного обеспечить достаточный срок службы, и предпочтительно достаточно жесткого, чтобы сохранять свою форму (особенно если он размещен под углом к вертикали), хотя подвешенные к кровле печи экраны можно делать из теплостойкой ткани. Подходящим материалом является материал "Фиберфракс Дюраборд" (товарный знак), изготавливаемый компанией "Карборундум резистант материалу Лтд.", г. Рейнфорд, о. Святой Елены, граф. Морсисайд, Соединенное Королевство. Это жесткая, высокотермостойкая пластина, сделанная из алюмосиликатных волокон и органических связующих агентов. Подобная продукция имеется у других изготовителей огнеупорных экранов. Низкая плотность и легкость разрезания помогают быстро и легко устанавливать экраны. Однако для обеспечения более длительного срока службы предпочитают использовать составной экран, состоящий из сердечника из прочного материала типа кварцевого стекла, карбида кремния или нитрида кремния либо металла типа стали, облицованной бумагой "Фиберфракс" (товарный знак) для малозэффективной тепловой массы. В качестве альтернативы, экраны, сделанные из алюмосиликатных панелей типа "Фиберфракс Дюраборд" можно сделать более жесткими и прочными путем нанесения укрепляющих растворов типа "Ригидизер W", также имеющихся у компании "Карборундум резистант материалз Лтд..".

Кроме того, можно управлять перепадами температур с помощью изменения лучепоглотительной способности используемого материала. Материал с низкой лучепоглотительной способностью типа "Фиберфракс Дюраборд" отражает большую часть падающего на него теплового излучения, чем материал с более высокой лучепоглотительной способностью типа стали. Следовательно, экран с поверхностью из материала "Дюраборд" более эффективен при направляющем тепле и таким образом вызывает больший перепад температур для данного размера и местоположения экрана, чем экран со стальной поверхностью.

На фиг.5 показана зона участка изгиба 4. Применимы те же соображения относительно размера, типа, плотности энергии и распределения нагревательных элементов, как описано относительно фиг.3. Элементы аналогичным образом

расположены в периферийных областях 40, 41, 42, 44 и центральной области 43. Благотворное влияние экранов, предотвращающих излучение тепла на центральную область 43, означает, что на практике нет необходимости устанавливать, особенно в этой зоне, такую высокую выходную энергию элементов, что, в свою очередь, имеет преимущества, особенно в отношении оптических свойств изготавливаемого стекла.

Вышеприведенные комментарии относительно количества, расположения и типа экранов применимы также к участку 4. Поскольку перепады температуры между центром и краями уже в основном достигнуты в стеклянном листе, т.е. центр листа уже значительно горячее, чем края, нет необходимости делать перепады на участке 4 такими же большими, как на участке 3, обычно составляющими здесь 30- 40 °С, и достаточно двух экранов 45. Они помещены близко к краю центральной области 43 для предотвращения излучения тепла на участки стеклянного листа ниже периферийных областей 42 и 44.

На фиг. 6 показан поперечный разрез фиг.3 по линии VI-VI. На ней показаны перегородки 50 между соседними зонами, часть конструкции печи, включающую в себя свод печи 51, и элементы областей 32, 33 и 34 вместе с экранами 35. На фиг.6 также показано предпочтительное средство перемещения в виде ящика 53, содержащее кольцевую форму 52 и обеспеченное четырьмя колесами 64 (из которых показаны два), которые движутся по рельсам 55, идущим вдоль печи. Для приведения в движение ящиков по рельсам обеспечен также подходящий обычный приводной механизм (не показанный). Кольцевая форма 52 представляет обычную кольцевую форму для изгиба под действием силы тяжести и показана здесь в поперечном разрезе. Верхняя поверхность кольцевой формы определяет местоположение, которое должна занимать пара стеклянных листов, а на фиг.7 показана пара листов 20, 21, занимающих такое положение, поддерживаемых формой. На фиг.6 листы 20, 21 еще плоские и поэтому они только соприкасаются с кольцевой формой в областях, соседних с короткими краями 24, 25 листов. Эти области, конечно, не показаны на фиг.6, на которой изображен поперечный разрез по осевой линии печи; отсюда между листами и формой на фиг.6 показан зазор.

Не важно, что экраны 35 проходят между соседними нагревательными элементами: рабочий участок можно подвешивать ниже элементов. Однако экран удобно располагать между элементами к своду 51 для того, чтобы поддерживать экраны без необходимости применения другого средства подвешивания. Длину экранов 35 можно изменять на любом участке в соответствии с требуемым перепадом температур между центром и краем. Предпочтительно иметь возможность осуществлять регулирование протяжения, до которого должны простираться экраны за пределы элементов, с внешней стороны печи, чтобы можно было управлять создаваемым профилем распределения температур в стеклянном листе, управляя таким образом и позволяя осуществлять оптимизирование

получаемого в результате профиля изгиба, и все это без прерывания прохождения стеклянных листов через систему. В общем, чем дальше экраны проходят за пределы элементов, тем достигается более локализованный нагрев и получается больший перепад температур между центром и краем. После получения оптимизированных установок для различной изготавливаемой продукции такая возможность регулирования позволяет быстро изменять установки и, следовательно, быстро перенастраиваться с одного изделия на другое.

Расстояние между основными элементами и полностью изогнутыми стеклянными листами в центральных местоположениях экрана фиг.6 равно 330 мм. Конечно, в других местоположениях экрана будут получены несколько иные расстояния из-за меняющейся кривизны листа. Кроме того, расстояние будет другим, если измерение произведено во время действительного процесса изгиба листа до того, как стеклянный лист примет свою окончательную форму. Рабочий участок экрана может простираться на 30 мм (9% от 330 мм) для начального действия направления тепла. Для более высокого действия рабочий участок может простираться на 90 мм (27% от 330 мм), 150 мм (45% от 330 мм), 230 мм (70% от 330 мм) или на любую промежуточную величину. На практике, в случае автоматизирования регулирования экрана, как будет описано ниже, возможно выполнение еще большего рабочего участка.

Как упоминалось выше, с точки зрения монтажа удобно, когда экран проходит вверх, в свод печи. Однако не имеет существенного значения, каким образом рабочий участок экрана подвешивать с помощью, например, стержней или проволоки. В этом случае верхняя часть экрана предпочтительно находится на уровне элементов. Но и здесь это не важно, поскольку все же получается действие направления тепла, когда между уровнем элементов и уровнем вершины экрана имеется промежуток. Этот промежуток может составлять 50 мм (15% от 330 мм), 100 мм (30% от 330 мм) или любую промежуточную величину.

На фиг. 7 показан поперечный разрез фиг.5 по линии VIII-VIII и он принципиально отличается от фиг.6 тем, что вместо шести экранов 35 показаны два экрана 45. Комментарии в отношении фиг.6 применимы к фиг.7 с соответствующими изменениями. На стадии, показанной на этом чертеже, пара стеклянных листов 20, 21 провисает по существу единообразно с кольцевой формой 52.

Вышеупомянутый предпочтительный способ обеспечения возможности регулирования экранов с внешней стороны печи показан на фиг. 8 и 9.

На фиг. 8 изображена центральная часть фиг.7, т.е. поперечный разрез через зону на участке изгиба 4, но более подробно и с добавлением одного возможного механизма регулирования. Экраны 45 подвешены на тросах 70, которые проходят сквозь свод 51 через расточенные отверстия 74 и вокруг шкивов 71, которые размещены на раме 75. Поскольку сами экраны могут быть очень легкими, к каждому тросу можно также подвесить груз 72. После прохождения вокруг

шкивов 71 тросы 70 проходят вокруг следующих, горизонтально ориентированных шкивов 76 (показан только один из них), так что каждый трос движется под прямым углом и выходит из плоскости чертежа к следующей части механизма, показанной на фиг. 9. В своде 51 обеспечены прорезы 73 так, что экраны 45 можно при необходимости втягивать.

Остальная часть механизма показана на фиг.9. Эта часть механизма обычно может находиться на боковой стороне соответствующего участка, т.е. плоскость фиг.9 находится под прямым углом к фиг.6. Трос 70 проходит вокруг шкива 80 и направляется к механизму наматывания 31.

Обеспечен противовес 82, который имеет шкалу и указатель 83, по которым можно устанавливать положение экрана относительно элементов в зоне нагрева. Для каждого регулируемого экрана обеспечен соответствующий механизм.

В качестве альтернативы регулирование любого экрана можно автоматизировать с помощью серводвигателя. Не говоря об удобстве и экономии труда, это имеет дополнительное преимущество, обеспечивая практическую возможность использования экранов очень близко к стеклянному листу. Постоянное расположение экрана так близко к стеклянному листу, чтобы он оказался ниже периферии кольцевой формы, может привести к загромождению экраном формы при продвижении формы от одной зоны в следующую. Механизированное устройство регулирования с управлением от микропроцессора можно запрограммировать на поднятие экранов при каждом перемещении формы и возвращение его для следующего стеклянного листа. Таким способом можно использовать экраны, простирающиеся до 85% от расстояния элементов до полностью изогнутого стеклянного листа, т.е. до расстояния в пределах 50 мм от стеклянного листа и 280 мм от элементов.

Действие регулирования протяженности рабочего участка экранов показано на фиг.10, на которой ось X 90 представляет зоны нагрева участков S2, S3, и S4, а ось Y 91 представляет перепады температуры, получаемые между центром и длинным краем стеклянного листа. Линия 92 показывает результаты, полученные в известной печи без экранов (фактически в описанной выше печи, но с изъятими экранами), тогда как линия 93 показывает результаты, полученные в описанной выше печи, когда рабочий участок простирается на 90 мм ниже нагревательных элементов с расстоянием 240 мм между экранами и стеклянным листом. Линия 94 снова показывает результаты, полученные в соответствующей изобретению печи, где протяженность рабочего участка увеличена до 150 мм при расстоянии между экранами и стеклянным листом 180 мм. Были получены перепады температуры между центром и краем вплоть до 55°C с шестью экранами на участке S3 и вплоть до 40°C с двумя экранами на участке S4. Принимая во внимание, что в случае самого последнего состояния существующей техники обычно можно достигнуть перепадов температур 20 - 25°C, как это представлено линией 92, перепады, получаемые с помощью

изобретения, удивительно высокие, и полезные улучшения в отношении перепада температур между центром и краем получены в случае рабочих участков длиной до 30 мм. Поэтому изобретение представляет значительный прогресс по сравнению с известным уровнем техники и обеспечило возможность изгибать, например, стеклянные листы для ветровых стекол сложной формы с поперечной кривизной до 25 мм при удовлетворительном поперечном профиле кривизны, сильно улучшая тем самым плохие характеристики стеклоочистителя и оптическое искажение, получаемое из-за плоской или обратной кривизны. Конечно, для каждой различной формы стекла могут оказаться необходимыми разные распределения экранов и протяженности рабочих участков и в целях оптимизации настроек для каждой формы стекла желательно некоторое первоначальное экспериментирование.

Пример улучшения формы, полученной с использованием изобретения, показан на фиг.11, на которой ось x 100 представляет расстояние вдоль образца стеклянного листа, измеряемое от длинного края, в качестве которого может быть нижний край, если бы лист был частью установленного ветрового стекла, по направлению к противоположному длинному краю. Ось y 101 представляет полученный уровень поперечной кривизны, а кривая 102 иллюстрирует полученный поперечный профиль кривизны в стеклянном листе, изогнутом в соответствии с известным уровнем техники. Явно видна плоская средняя часть стеклянного листа. С помощью описанного выше соответствующего использования экранов на участках дифференциального нагрева S3 и S4 печи был произведен изгиб стеклянного листа, на котором произведено измерение поперечного профиля кривизны 103. Плоская средняя область была установлена, а полученный профиль оказался близким к заданному однообразно цилиндрическому поперечному профилю кривизны.

Хотя изобретение полезно для применения при улучшении цилиндрического профиля поперечной кривизны, это не означает, что оно ограничивается им и его можно также использовать, например, в изготовлении S-образной поперечной кривизны. В этой ситуации профиль поперечной кривизны ветрового стекла поворачивается на 180 ° по направлению к его нижнему краю, т.е. к капоту автомобиля; другими словами существует точка перегиба. Создание такого профиля поперечной кривизны требует точного управления профилем распределения температур в стеклянном листе с обеих сторон от точки перегиба во время изгибания: это является ситуацией, при которой уместен тщательный выбор асимметричного распределения экранов.

Другая ситуация, при которой может оказаться полезно использовать изобретение, возникнет тогда, когда ветровое стекло необходимо согласовывать с контуром крыши кузова транспортного средства, т.е. самая верхняя часть ветрового стекла, по существу, оказывается параллельной контуру крыши кузова в точке соприкосновения. Это требует изменения радиуса поперечной кривизны в

верхней части ветрового стекла, что в свою очередь требует особого профиля распределения температур во время нагрева и изгибания и в этом случае подходит асимметричное распределение экранов.

Изобретение можно также использовать для сообщения избыточного тепла коротким краям ветрового стекла, например, потому, что требуется более глубокий изгиб рядом с опорой A. На фиг.12 показана зона от участка S3 дифференциального предварительного нагрева, в которой добавлено восемь дополнительных экранов 115, смонтированных таким образом, чтобы предотвратить доступ дополнительного тепла от нагревателей, находящихся рядом с короткими краями, по направлению к центру ветрового стекла. На фиг.12 показано обычное расположение экранов, т.е. не предназначенное для конкретной формы лобового стекла, для распределения нагрева, не особенного критического на этой стадии.

В качестве сравнения на фиг.13 показана зона от участка S4 изгибания (с дифференциальным нагревом), в которой добавлено восемь дополнительных экранов 125 при таком расположении, которое приспособляется для конкретной формы ветрового стекла. На этой стадии, более поздней, когда происходит активное изгибание, может появиться желание обеспечить по существу больше тепла на коротких краях, а специально приспособленное расположение позволяет точнее управлять этим дополнительным теплом, ограничивая его попадание на краевые части стеклянного листа.

Показанное на фиг.13 расположение полезно также в тех случаях, когда появляется нежелательная инверсия кривизны по направлению к углам стеклянного листа, потому что стеклянный лист не провисает на самих углах во время изгибания. Это можно облегчить путем повышения температуры этой части стеклянного листа на последующей стадии в процессе изгибания.

Путем использования точно расположенных экранов требуемое дополнительное тепло можно направить точнее, чем в случае, если бы была просто увеличена выходная мощность нагревательных элементов над этой частью стеклянного листа. Это также является состоянием, когда особенно полезно использование регулируемых экранов, поскольку протяженность рабочего участка можно увеличивать в соответствующее время в процессе изгибания.

Настоящее изобретение облегчает многие из проблем, присущих известной технике. Оборудовать таким образом необходимо только конкретные зоны нагрева в печах, в которых действительно требуются экраны. Таким образом устраняются расходы на оборудование каждой формы или другого поддерживающего средства для стеклянных листов устройствами типа известных экранов или поглотителей тепла. Кроме того, поскольку соответствующие настоящему изобретению экраны связаны только с конкретными зонами нагрева печи, где они необходимы, они не создают описанных выше имеющихся в других местах проблем загрузки

или отжига.

Возможно лучшее управление профилем распределения температур по всему стеклянному листу, и достигаются более высокие перепады температур между центром и краем, чем можно было получить до сих пор обычным способом.

Формула изобретения:

1. Печь для изгибания стекол, включающая в себя множество излучающих основных нагревательных элементов для нагрева стеклянного листа до его температуры изгибания; по меньшей мере один экран для направления лучистой теплоты, причем экран расположен внутри печи на той же, где и основные элементы стороне положения, которое должен занять лист, и средство перемещения, предназначенное для продвижения листа по печи, отличающаяся тем, что печь включает в себя по меньшей мере одну зону, в которой предусмотрены основные элементы и экран, и излучающий основной нагревательный элемент представляет собой нагревательный элемент, расположенный ближе всего к экрану.

2. Печь по п. 1, отличающаяся тем, что экран расположен в центральной области основных нагревательных элементов.

3. Печь по п.1, отличающаяся тем, что экран расположен в периферийной области основных нагревательных элементов.

4. Печь по любому из пп.1 - 3, отличающаяся тем, что основные нагревательные элементы, расположенные рядом с экраном, имеют большую плотность энергии, чем основные нагревательные элементы, расположенные где-либо еще в зоне дифференциального нагрева.

5. Печь по любому из пп.1 - 4, отличающаяся тем, что основные нагревательные элементы являются электрическими элементами.

6. Печь по любому из пп.1 - 5, отличающаяся тем, что экран поддерживается конструкцией печи.

7. Печь по п.6, отличающаяся тем, что экран поддерживается сводом печи.

8. Печь по любому из пп.1 - 7, отличающаяся тем, что экран, по существу, расположен вертикально и простирается за пределы основных нагревательных элементов от соседней конструкции печи.

9. Печь по п.8, отличающаяся тем, что лист имеет ось зеркальной симметрии, а экран расположен в плоскости, по существу, перпендикулярной указанной оси зеркальной симметрии.

10. Печь по любому из пп.1 - 9, отличающаяся тем, что включает средство регулирования для регулирования положения экрана с внешней стороны печи.

11. Печь по любому из пп.1 - 10, отличающаяся тем, что по меньшей мере один нагревательный элемент, непосредственно примыкающий к экрану, проходит параллельно экрану, по меньшей мере еще один нагревательный элемент в той же зоне проходит перпендикулярно к этому нагревательному элементу.

12. Печь по любому из пп.1 - 11, отличающаяся тем, что пару стеклянных листов поддерживает кольцевая форма для изгибания под действием силы тяжести во время их продвижения через печь.

13. Печь по пп.8 и 12, отличающаяся тем, что экран внутри зоны проходит, в основном, перпендикулярно направлению продвижения формы через указанную зону.

14. Печь по любому из предшествующих пунктов, отличающаяся тем, что включает следующие один за другим участки нагрева, нагрева с изгибанием и отжига, при этом по крайней мере один из участков нагрева и нагрева с изгибанием содержит по меньшей мере одну зону дифференциального нагрева, а печь включает также средство перемещения одного или более стеклянных листов через указанные следующие один за другим участки.

15. Печь для изгибания стекла, имеющая по крайней мере одну зону дифференциального нагрева, предусмотренную с множеством основных нагревательных элементов, отличающаяся тем, что она содержит экран, связанный с указанной печью и размещенный в указанной зоне с той же стороны от подлежащего сгибанию стеклянного листа, что и указанные нагревательные элементы, для направления тепла, излучаемого указанными нагревательными элементами, благодаря чему можно добиться управляемого дифференциального нагрева стекла.

16. Способ изгибания стеклянного листа, включающий продвижение листа через печь, предусмотренную с множеством излучающих основных нагревательных элементов, с одновременным нагреванием листа до его температуры изгибания в печи, включая дифференциальный нагрев листа, включающий направление лучистой теплоты от одного выбранного участка листа, подлежащего меньшему нагреву, к другому выбранному участку листа, подлежащего большему нагреву, с тем, чтобы создать требуемый перепад температур между такими участками, и направление тепла с помощью по крайней мере одного экрана, расположенного внутри печи с той же стороны листа, что и основные элементы, изгибание листа до заранее заданной формы и охлаждение изогнутого стеклянного листа, отличающийся тем, что осуществляют направление лучистой теплоты от первого участка листа ко второму участку в зоне дифференциального нагрева, в которой предусмотрены основные элементы и экран, и тем, что осуществляют направление большей части лучистой теплоты, излучаемой тем же основным нагревательным элементом, который расположен ближе всего к экрану.

17. Способ по п.16, отличающийся тем, что обеспечивают требуемую поперечную кривизну при изгибании листа за счет перепада температур, созданного между выбранными участками листа.

18. Способ по пп.16 и 17, отличающийся тем, что направляют часть тепла, излучаемого основными нагревательными элементами, непосредственно на стеклянный лист.

19. Способ по любому из пп.16 - 18, отличающийся тем, что он включает изгибание листа с помощью технологического процесса изгибания под действием силы тяжести.

20. Способ по любому из пп.16 - 19, отличающийся тем, что он включает операцию, при которой лист подвергается

изгибанию под давлением.
 21. Способ по любому из пп.16 - 20, отличающийся тем, что он включает отжиг листа во время его охлаждения.
 22. Способ по любому из пп.16 - 21, отличающийся тем, что печь включает в себя

по крайней мере одну зону дифференциального нагрева, причем способ включает периодическое круговое перемещение листа в зоне дифференциального нагрева во время продвижения листа.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

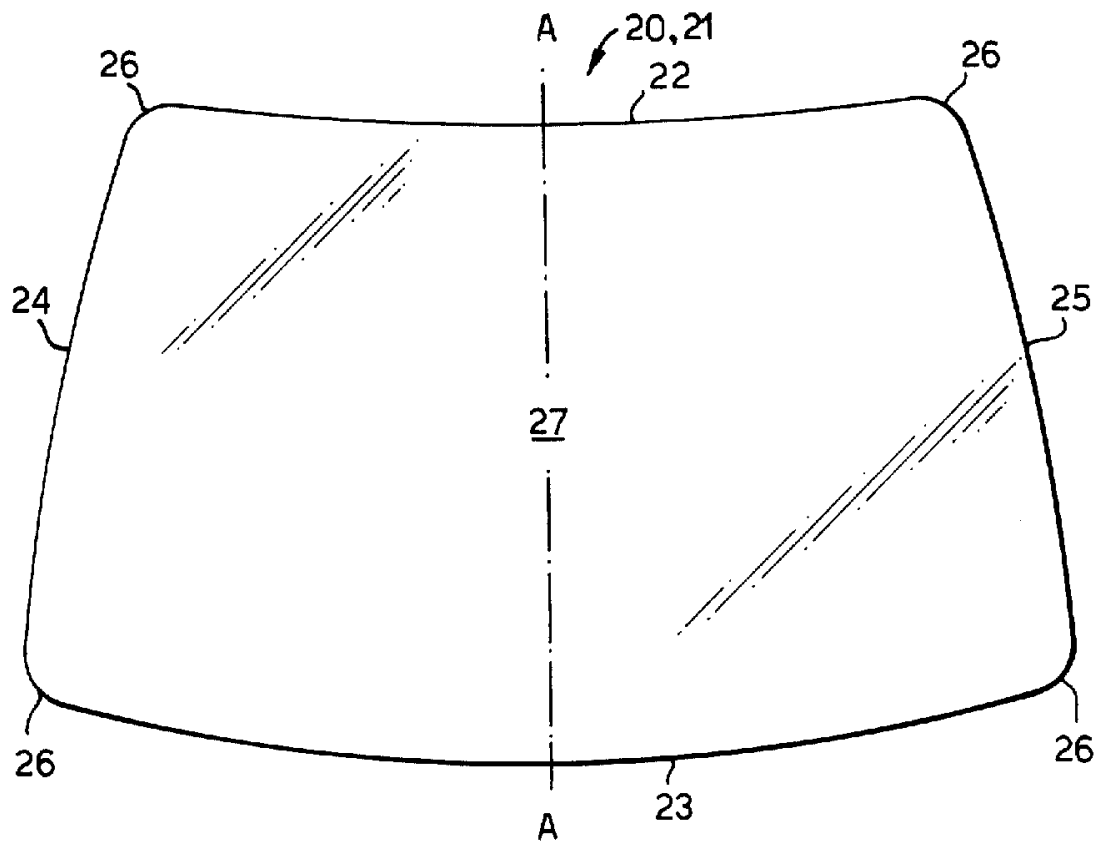
50

55

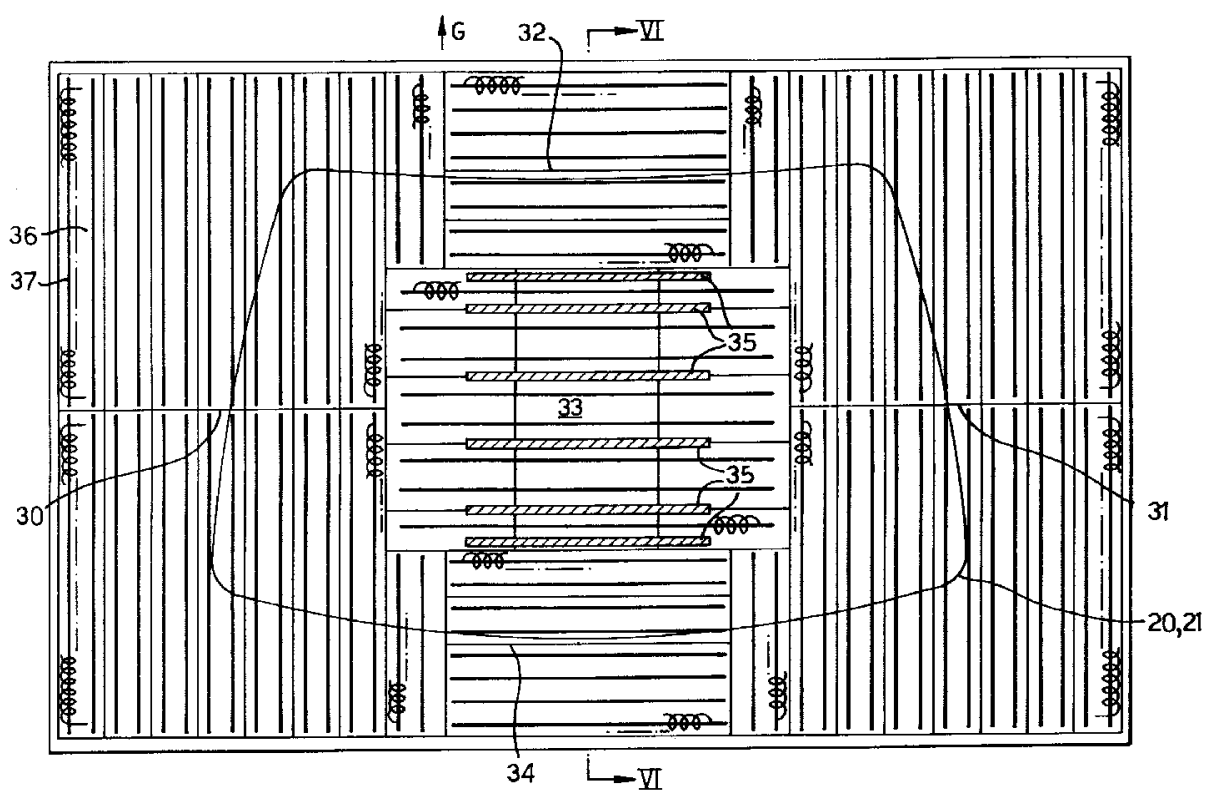
60

RU 2 1 3 7 7 2 3 C 1

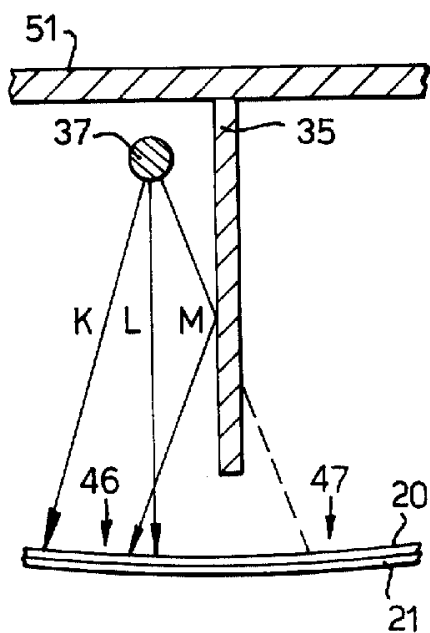
RU 2 1 3 7 7 2 3 C 1



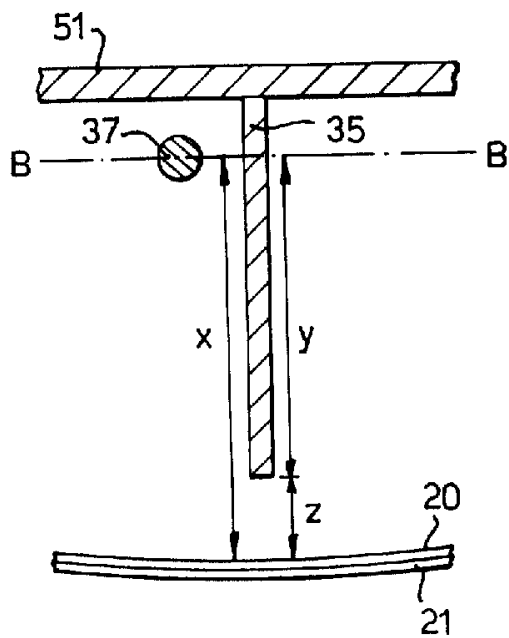
Фиг.2



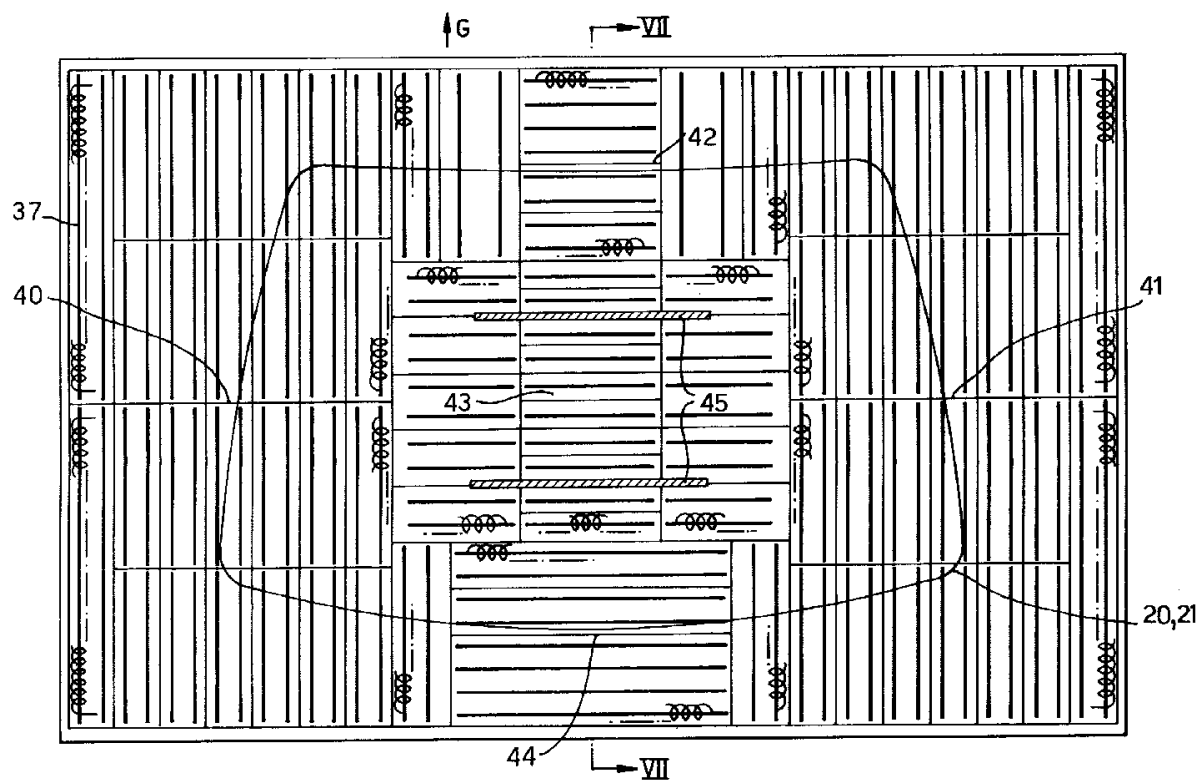
Фиг.3



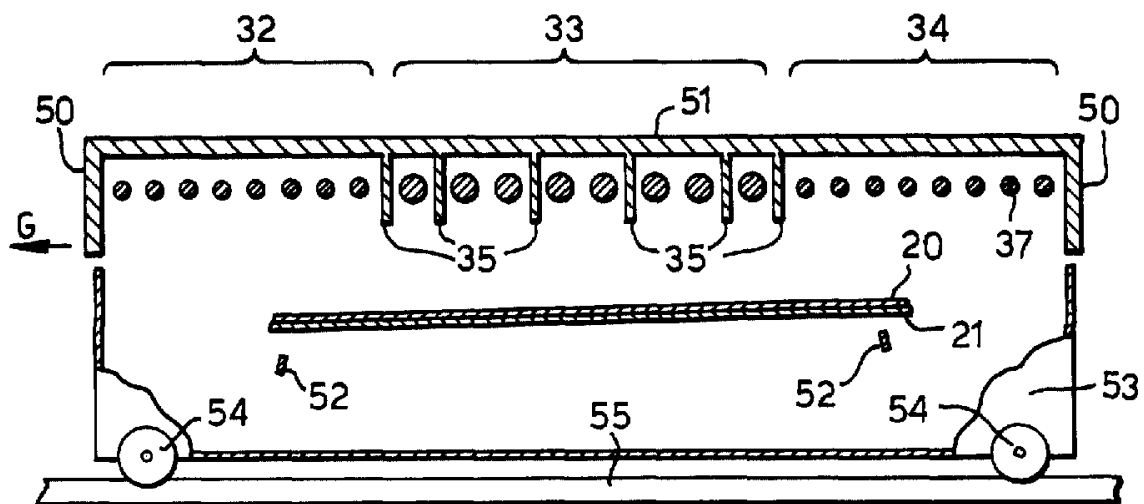
Фиг.4а



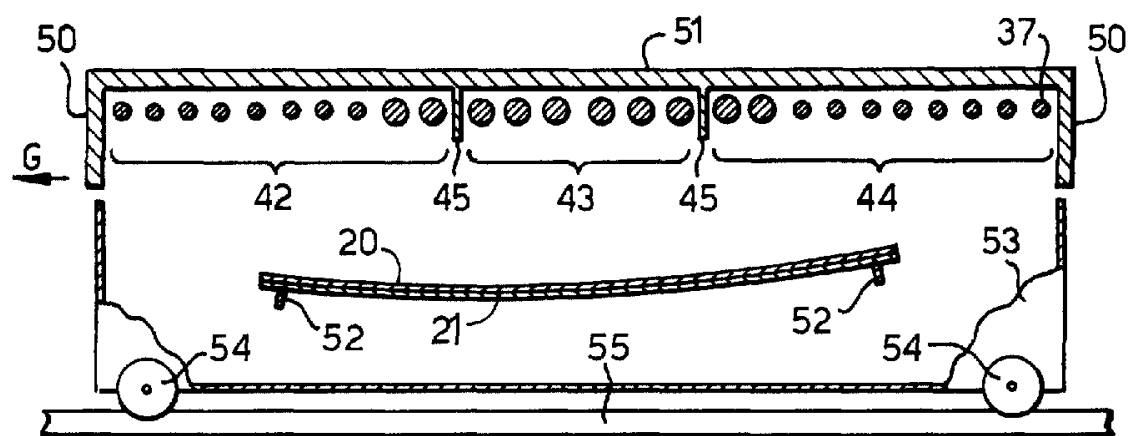
Фиг.4b



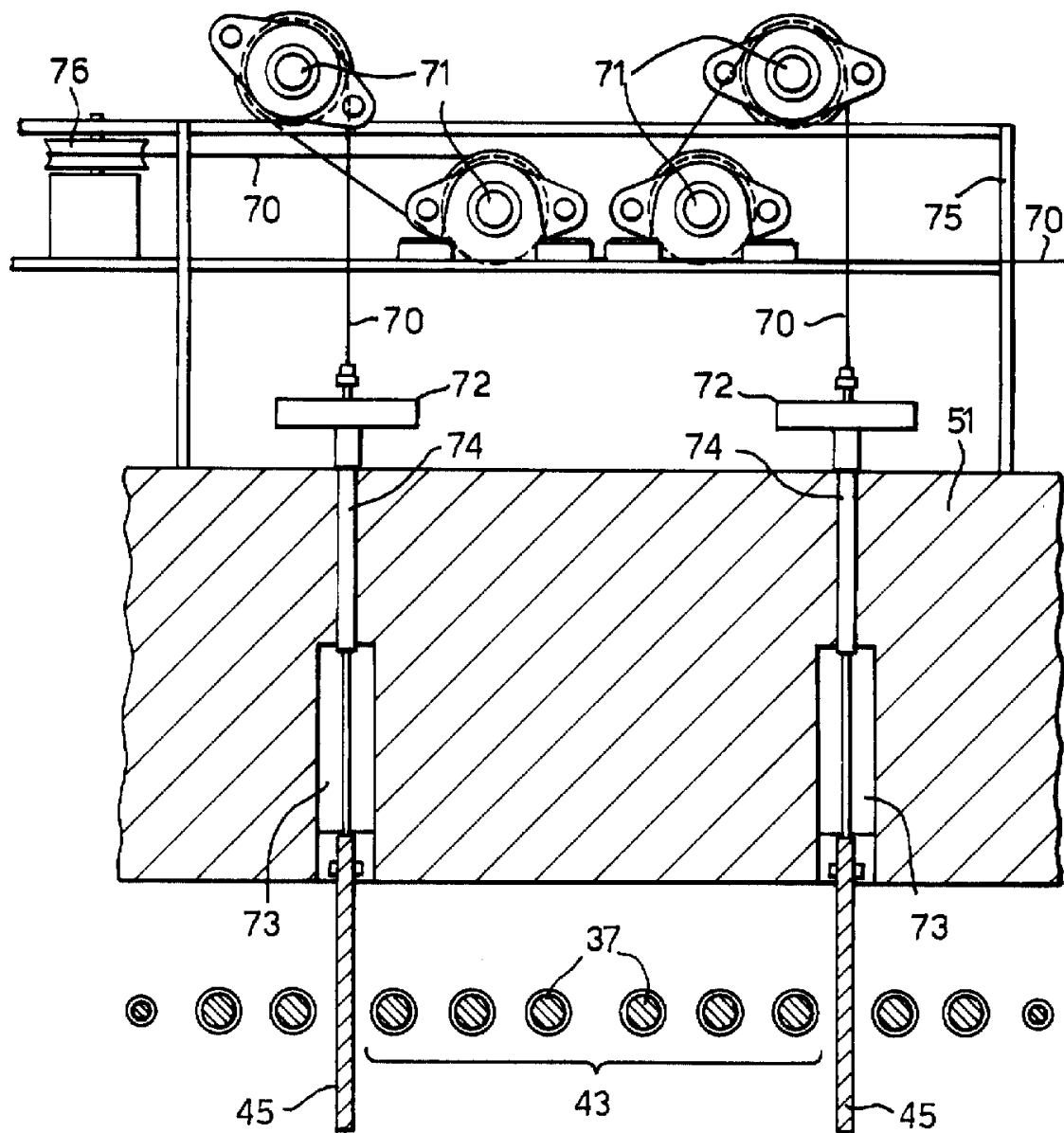
Фиг.5



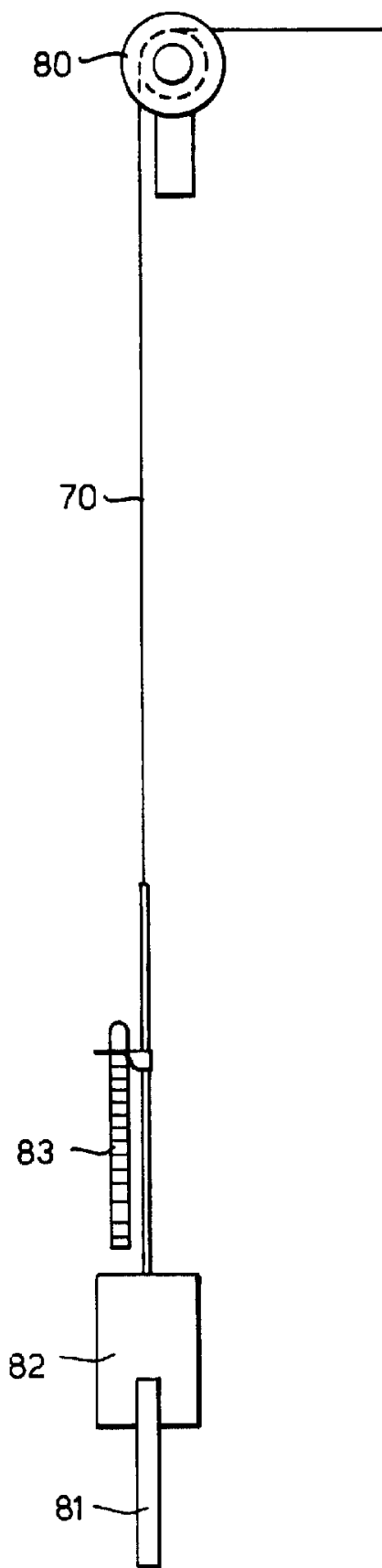
Фиг.6



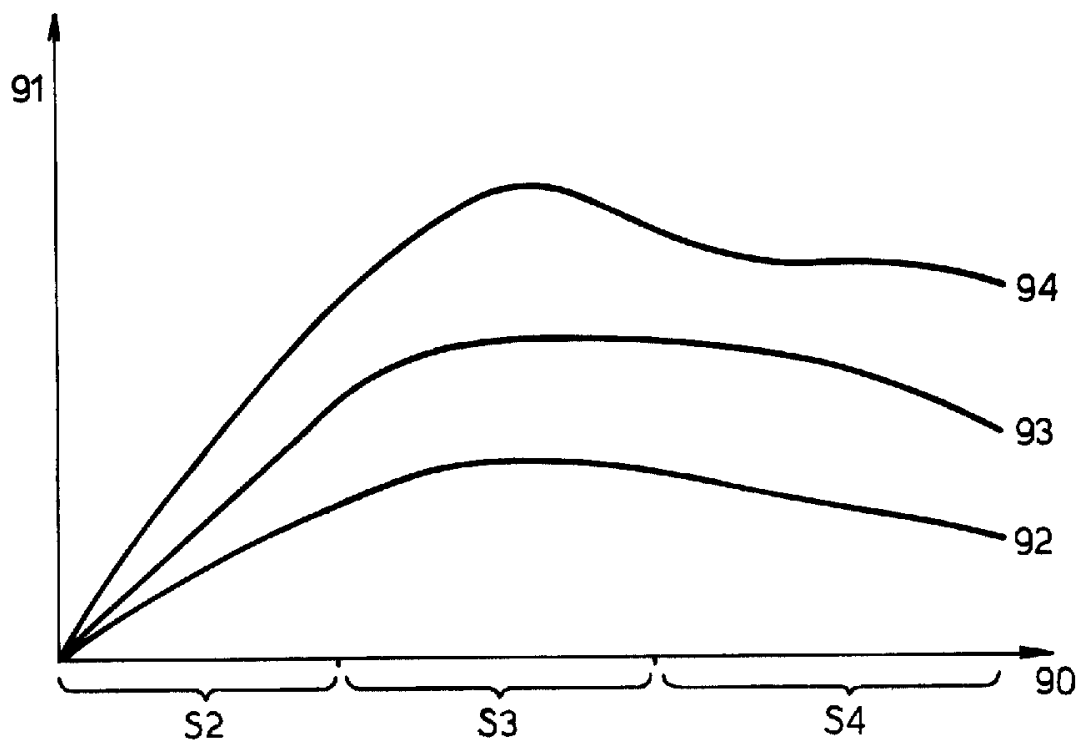
Фиг.7



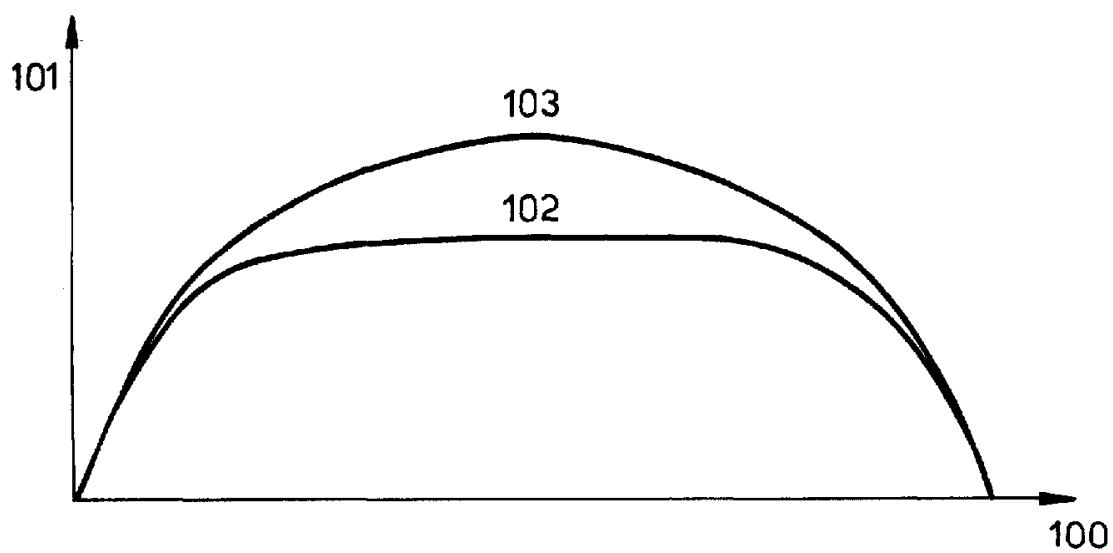
Фиг.8



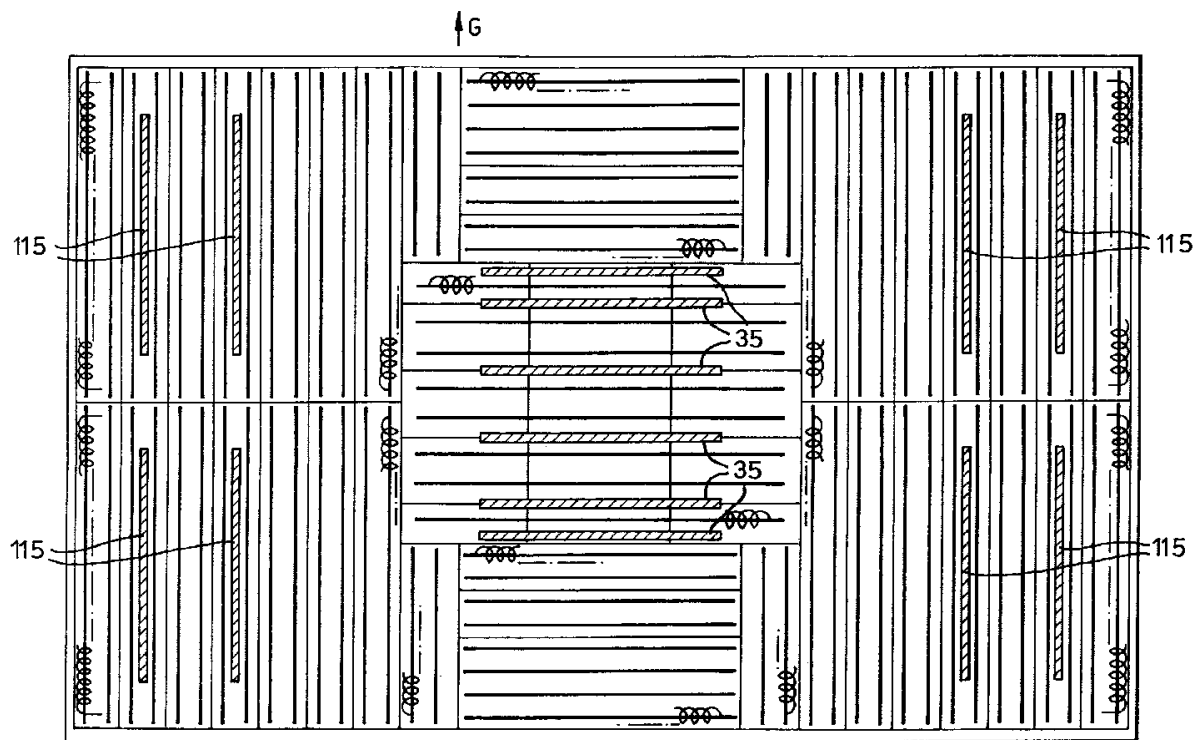
Фиг.9



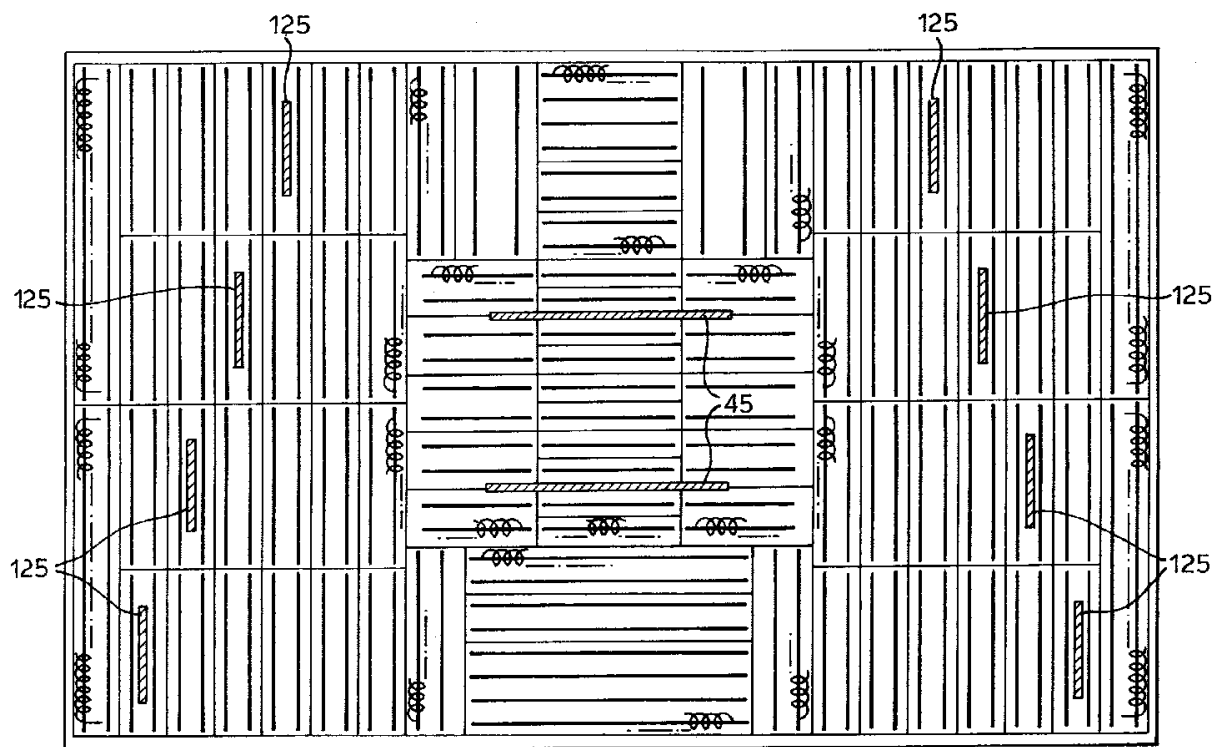
Фиг.10



Фиг.11



Фиг.12



Фиг.13