

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **034780**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.03.19

(51) Int. Cl. **G02B 27/01** (2006.01)

(21) Номер заявки
201890015

(22) Дата подачи заявки
2016.06.10

(54) **ПРОЕКЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ДИСПЛЕЯ НА ЛОБОВОМ СТЕКЛЕ (ДЛС) В СИСТЕМЕ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ**

(31) **15171628.9**

(56) WO-A1-2009071135
US-A1-2005142332
US-A1-2007009714
JP-A-2011207645
US-A1-2012094084

(32) **2015.06.11**

(33) **EP**

(43) **2018.05.31**

(86) **PCT/EP2016/063406**

(87) **WO 2016/198678 2016.12.15**

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

(72) Изобретатель:
**Кремерс Штефан, Арндт Мартин,
Госсен Штефан (DE)**

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

(57) Изобретение касается проекционной системы для дисплея на лобовом стекле (ДЛС), содержащей по меньшей мере лобовое стекло (1) транспортного средства, содержащее внешнюю пластину (2) и внутреннюю пластину (3), которые соединены друг с другом посредством термопластического промежуточного слоя (4) с верхней кромкой (O) и нижней кромкой (U) и областью (B) ДЛС, причем толщина этого термопластического промежуточного слоя (4) при вертикальном прохождении между верхней кромкой (O) и нижней кромкой (U) по меньшей мере в области (B) ДЛС является изменяющейся с углом (α) клина, причем лобовое стекло (1) транспортного средства имеет угол установки в диапазоне от 55° до 75° , и причем внешняя пластина (2) и внутренняя пластина (3) имеют толщину максимум 5 мм каждая; и проектор (5), который направлен на область (B) ДЛС и создает виртуальное изображение (7), которое может восприниматься наблюдателем (6), с проекционным расстоянием (d) по меньшей мере 5 м, причем лобовое стекло (1) в области (B) ДЛС имеет радиус (R) вертикальной кривизны по меньшей мере 6 м, и причем максимальный угол (α) клина составляет не более 0,3 мрад.

034780
B1

034780
B1

Изобретение касается проекционной системы для дисплея на лобовом стекле (ДЛС=HUD=head-up-display), способа его изготовления, а также применения лобового стекла в такой проекционной системе.

Современные автомобили во все большей степени снабжаются так называемыми дисплеями на лобовом стекле (ДЛС=HUD=Head-Up-Display). С помощью проектора, например, в области приборной панели или в области потолка изображения проецируются на лобовое стекло, там отражаются и воспринимаются водителем как виртуальное изображение (видимое им) за лобовым стеклом. Таким образом, в поле обзора водителя могут проецироваться важные сведения, например текущая скорость движения, дорожные указатели или предупреждающие знаки, которые водитель может воспринимать, не отрывая свой взгляд от дорожного полотна. Дисплеи на лобовом стекле могут тем самым существенно способствовать повышению безопасности движения. Проекционное расстояние (расстояние между виртуальным изображением и водителем) классического ДЛС для индикации статической информации обычно составляет примерно 2 м.

Новой разновидностью такого ДЛС является ДЛС дополненной реальности (Augmented Reality HUD). Такие ДЛС характеризуются большей областью ДЛС (площадью проекции на стекле) и значительно большим проекционным расстоянием, равным по меньшей мере 5 м, обычно даже более 7 м. ДЛС дополненной реальности открывают возможность не только статически проецировать на стекло лишь считываемую информацию, но и использовать оптическую информацию для характеристики элементов реального окружения транспортного средства - в качестве примера такого применения можно назвать оптическую маркировку обозначений границ проезжей части, оптическое выделение пешеходов на кромке проезжей части, навигационное указание прямо на проезжей части или маркировку транспортных средств, которые были распознаны системой содействия управлению автомобилем. Большое проекционное расстояние создается за счет большего оптического пути лучей внутри проектора, например за счет дополнительного отражателя и большего объема. ДЛС дополненной реальности известны, например, из DE 102014001710 A1, WO 2014079567 A1, US 2013249942 A1, US 2014354692 A1, US 2014375816 A1 и WO 2013136374 A1.

В ДЛС основная проблема заключается в том, что изображение проектора отражается на обеих поверхностях лобового стекла. Вследствие этого водитель воспринимает не только желаемое основное изображение, но и слегка смещенное, как правило, менее интенсивное вторичное изображение. Последнее обозначается также как побочное изображение. В общем, эта проблема решается тем, что указанные отражающие поверхности располагаются под сознательно выбранным углом друг к другу, так что основное изображение и побочное изображение накладываются друг на друга, вследствие чего побочное изображение больше не вызывает помех. Угол клина у обычных многослойных стекол для дисплеев на лобовом стекле обычно составляет около 0,5 мрад.

Лобовые стекла состоят из двух пластин, которые ламинированы друг с другом посредством термопластичной пленки. Если поверхности пластин, как описано, нужно расположить под углом, то обычно используют термопластичную пленку с непостоянной толщиной. При этом говорят также о клиновидной пленке или клиновидной пленке. Угол между обеими поверхностями этой пленки обозначается как угол клина. Угол клина может быть по всей пленке постоянным (линейное изменение толщины) или изменяться в зависимости от положения (нелинейное изменение толщины). Многослойные стекла с клиновидными пленками известны, например, из WO 2009/071135 A1, EP 1800855 B1 или EP 1880243 A2.

Клиновидные пленки изготавливаются обычно посредством экструзии, причем используется клиновидная экструзионная головка. Изготовление клиновидной пленки с желаемым углом клина, который среди прочего зависит от конкретной геометрии стекла и проекционной системы дисплея на лобовом стекле, является дорогостоящим и сложным.

В основу данного изобретения положена задача, предложить проекционную систему для дисплея на лобовом стекле (ДЛС) с улучшенным лобовым стеклом, которое экономичнее и проще в изготовлении и посредством которого эффективно минимизируются такие проблемы, как побочные изображения.

Эта задача согласно изобретению решается посредством проекционной системы согласно независимому пункту 1 формулы изобретения. Предпочтительные варианты выполнения охарактеризованы в зависимых пунктах формулы изобретения.

Предлагаемая изобретением проекционная система для дисплея на лобовом стекле (ДЛС) содержит по меньшей мере лобовое стекло транспортного средства (в частности, автомобиля, например, пассажирского автомобиля) и проектор. Как обычно для ДЛС, проектор облучает область лобового стекла, где это излучение отражается в направлении наблюдателя (водителя), вследствие чего создается виртуальное изображение, которое находящийся в транспортном средстве наблюдатель воспринимает как видимое им за лобовым стеклом. Эта облучаемая проектором область лобового стекла называется областью ДЛС. Проектор направлен на область ДЛС. Направление излучения проектора обычно может варьироваться с помощью отражателя, в частности, чтобы подогнать проекцию к размерам тела наблюдателя. Область, в которой должны двигаться глаза наблюдателя при данном положении отражателя, обозначается как коридор восприятия глазами (Eyebox-Fenster). Этот коридор восприятия глазами может смещаться по вертикали путем перестановки отражателя, причем вся благодаря этому доступная область (т.е. наложение всех возможных коридоров восприятия глазами) обозначается как зона обзора (Eyebox) (3D-область, в

которой ДЛС виден по крайней мере одним глазом). Наблюдатель, находящийся внутри зоны обзора, может воспринимать виртуальное изображение. Тем самым, естественно, подразумевается, что внутри этой зоны обзора находятся глаза наблюдателя, а не почти все его тело. Луч, проходящий между проектором и серединой зоны обзора, обычно обозначается как срединный луч. Он является характеристическим главным лучом для технического решения проекционной системы ДЛС.

Используемые здесь термины являются общеизвестными для специалиста в области ДЛС-технологий. Для детального ознакомления следует сослаться на диссертацию "Основанная на моделировании измерительная техника для испытания дисплеев на лобовом стекле" Александра Нойманна из Института информатики Технического университета г. Мюнхена ("Simulationsbasierte Messtechnik zur Prufung von Head-Up-Displays" von Alexander Neumann am Institut für Informatik der Technischen Universität München, (München: Universitätsbibliothek der TU München, 2012), в частности, см. главу 2 "Das Head-Up-Display".

Лобовое стекло содержит внешнюю пластину и внутреннюю пластину, которые соединены друг с другом посредством термопластического промежуточного слоя. Лобовое стекло предназначено для того, чтобы в оконном отверстии транспортного средства отделять внутреннее пространство от внешнего окружения. Внутренней пластиной в смысле данного изобретения называется обращенная к внутреннему пространству (внутреннему пространству транспортного средства) пластина многослойного стекла. Внешней пластиной называется пластина, обращенная к внешнему окружающему пространству.

Толщина промежуточного слоя изменяется при вертикальном прохождении между верхней кромкой и нижней кромкой лобового стекла по меньшей мере на отдельных участках. Признак "на отдельных участках" здесь означает, что вертикальное прохождение между верхней кромкой и нижней кромкой имеет по меньшей мере один участок, в котором толщина промежуточного слоя изменяется в зависимости от места, тем самым, промежуточный слой имеет угол клина. Толщина промежуточного слоя является изменяемой, по меньшей мере, в области ДЛС. Толщина может, однако, меняться и на нескольких участках или по всему вертикальному прохождению, например, постоянно увеличиваться от нижней кромки к верхней кромке. Под вертикальным прохождением понимается ход между верхней кромкой и нижней кромкой в направлении, по существу, перпендикулярном верхней кромке. Поскольку верхняя кромка у лобовых стекол может сильно отклоняться от прямой, то это вертикальное прохождение в смысле данного изобретения, точнее говоря, ориентировано перпендикулярно (прямой) соединительной линии между углами верхней кромки. Промежуточный слой, по меньшей мере, на отдельных участках имеет конечный угол клина, т.е. угол клина больше 0° , а именно на том участке, на котором меняется толщина. Углом клина называется угол между обеими поверхностями промежуточного слоя. Если угол клина не является постоянным, то для его измерения в одной точке можно использовать касательные к этой поверхности.

Предлагаемый изобретением дисплей на лобовом стекле является так называемым ДЛС дополненной реальности (Augmented Reality HUD). В ДЛС дополненной реальности не просто проецируется информация на ограниченную область лобового стекла, но в это изображение вовлекаются элементы внешнего окружения. Примерами этому являются маркировка пешехода, указание расстояния до впереди движущегося транспортного средства, проекция навигационного указания прямо на проезжую часть, например, для маркировки выбираемой полосы движения. ДЛС дополненной реальности отличаются от классических статичных ДЛС тем, что проекционное расстояние составляет по меньшей мере 5 м. У статичного ДЛС проекционное расстояние значительно меньше, обычно около 2 м. Под проекционным расстоянием в смысле данного изобретения понимается расстояние между виртуальным изображением и наблюдателем, т.е., как правило, головой водителя. Это проекционное расстояние составляет предпочтительно по меньшей мере 7 м. Предпочтительно проекционное расстояние составляет не более 15 м.

В проекционной системе ДЛС дополненной реальности проекционное расстояние для всех проецируемых изображений является, по существу, постоянным. Проекция, который наблюдатель субъективно воспринимает с различным расстоянием, тоже имеют в реальности, по существу, одинаковое проекционное расстояние. Субъективное впечатление различного расстояния достигается за счет геометрических оптических эффектов.

Расстояние между лобовым стеклом и виртуальным изображением обычно обозначается как фокусное расстояние. Поскольку обычно голова водителя находится на расстоянии около метра от лобового стекла, то фокусное расстояние приблизительно на 1 м меньше, чем проекционное расстояние. В качестве альтернативы проекционному расстоянию можно поэтому с достаточной точностью в качестве критерия использовать также фокусное расстояние. Соответственно с этим фокусное расстояние предпочтительно составляет по меньшей мере 4 м, особенно предпочтительно по меньшей мере 6 м и предпочтительно максимум 14 м.

Максимальный угол клина составляет 0,3 мрад или менее. Это существенно меньше, чем типичный угол клина в обычных статичных ДЛС (около 0,5 мрад). Под максимальным углом клина понимается наибольший угол клина, который возникает в промежуточном слое, причем возможными предельными значениями на кромках можно пренебречь.

Предлагаемое изобретением лобовое стекло в области ДЛС имеет радиус вертикальной кривизны

по меньшей мере 6 м. Под этим подразумевается, что в области ДЛС возникают только радиусы вертикальной кривизны не менее 6 м. Радиус вертикальной кривизны при этом относится к кривизне в вертикальной протяженности стекла между верхней кромкой и нижней кромкой. Вертикальный, т.е. перпендикулярный верхней кромке в направлении к нижней кромке, причем под верхней кромкой, если она отклоняется от прямой, следует понимать прямую соединительную линию между углами этой верхней кромки. Большие радиусы кривизны соответствуют слабой кривизне, маленькие радиусы кривизны соответствуют сильной кривизне стекла.

В основе данного изобретения лежит полученное поразительное понимание того, что увеличение проекционного расстояния в ДЛС дополненной реальности по сравнению со статичными ДЛС в сочетании с не слишком сильной кривизной стекла в области ДЛС обеспечивает эффективное наложение основного изображения и побочного изображения при незначительном угле клина. При проекционных расстояниях свыше 5 м и радиусах кривизны по меньшей мере 6 м необходимы углы клина всего лишь максимум 0,3 мрад. Таким образом, данное изобретение позволяет использовать термопластические пленки с незначительными углами клина, которые экономичнее и проще в изготовлении, чем пленки с большими углами клина. Такие пленки могут быть получены путем растяжения пленки с постоянной толщиной вместо применения экструдирования.

За счет преломления и отражения на различных поверхностях многослойного стекла в пропускании могут возникать двойные изображения - объекты, которые при наблюдении через многослойное стекло кажутся двойными. Этот эффект может даже усиливаться за счет оптимизированных для ДЛС клиновидных пленок с большими углами клина. Данное изобретение позволяет использовать очень небольшой угол клина, благодаря чему устраняется проблематика двойного изображения в пропускании. Это является еще одним важным преимуществом изобретения.

Помимо проекционного расстояния и кривизны стекла на требуемый угол клина оказывают влияние и другие факторы, среди которых толщина стекла, а также угол установки лобового стекла. В соответствующем техническом решении ДЛС могут оказаться достаточными еще меньшие углы α клина. В одном предпочтительном варианте выполнения максимальный угол клина составляет не более 0,2 мрад, особенно предпочтительно не более 0,15 мрад, наиболее предпочтительно не более 0,1 мрад. Чем меньше угол клина, тем проще в изготовлении промежуточный слой, и тем менее сильно выражена проблематика двойных изображений в пропускании.

Радиус вертикальной кривизны в области ДЛС предпочтительно составляет от 6 до 10 м. При этом имеется в виду, что в области ДЛС возникают только радиусы вертикальной кривизны от 6 до 10 м. Тем самым достигаются хорошие результаты без необходимости выполнения стекла слишком плоским в области ДЛС, что, как правило, нежелательно, например, по эстетическим соображениям или для аэродинамики.

В одном предпочтительном варианте выполнения радиус вертикальной кривизны в области ДЛС составляет по меньшей мере 7 м, предпочтительно от 7 до 9 м, особенно предпочтительно от 7 до 8 м. Тем самым достигаются особенно хорошие результаты.

Радиусы вертикальной кривизны всего лобового стекла предпочтительно лежат в диапазоне от 1 до 20 м, особенно предпочтительно от 2 до 15 м, в частности от 3 до 13 м.

Угол клина при вертикальном прохождении может быть постоянным, что ведет к линейному изменению толщины промежуточного слоя, причем толщина обычно и предпочтительно увеличивается снизу вверх. Это указание направления "снизу вверх" означает направление от нижней кромки к верхней кромке. Однако могут иметь место и более сложные профили толщины, при которых угол клина изменяется снизу вверх (т.е. при вертикальном прохождении в зависимости от места) линейно или нелинейно.

Толщина промежуточного слоя может быть постоянной в горизонтальных сечениях (т.е. сечения примерно параллельны верхней кромке и нижней кромке). В этом случае профиль толщины является постоянным по ширине многослойного стекла. Однако толщина может быть изменяющейся и в горизонтальных сечениях. В этом случае толщина является изменяющейся не только в вертикальном, но и в горизонтальном прохождении.

Промежуточный слой образован по меньшей мере одной термопластичной пленкой. В одном предпочтительном варианте выполнения угол клина создается в пленке растяжением. Такая клиновидная пленка не получается экструзией, а первоначально предоставляется как обычная пленка, по существу, постоянной толщины и посредством растяжения деформируется так, что она приобретает желаемый угол клина. Это проще и экономичнее, чем изготовление путем экструзии. Специалист увидит впоследствии, образован ли угол клина путем растяжения или экструзией, в частности, по типичному прохождению толщины вблизи нижней кромки и/или верхней кромки.

Область ДЛС в ДЛС дополненной реальности обычно больше, чем у классического статичного ДЛС. В одном предпочтительном варианте выполнения площадь предлагаемой изобретением области ДЛС составляет по меньшей мере 7% от площади лобового стекла, особенно предпочтительно по меньшей мере 8%. Площадь области ДЛС статичного ДЛС составляет обычно не более 4-5% от площади лобового стекла. Например, площадь области ДЛС составляет от 40000 до 125000 мм².

Угол установки лобового стекла лежит обычно в области от 55 до 75° относительно горизонтали, в

частности от 58 до 72°. При таких углах установки предлагаемые изобретением углы клина реализуются без проблем. В одном особенно предпочтительном варианте выполнения угол установки составляет от 60 до 68° относительно горизонтали, предпочтительно от 63 до 67°. Тем самым могут быть обеспечены особенно небольшие углы клина промежуточного слоя.

Угол падения срединного луча на лобовое стекло лежит предпочтительно в области от 50 до 75°, особенно предпочтительно в области от 60 до 70° и составляет, например, 65°. Угол падения измеряется в направлении нормали к лобовому стеклу.

В основном толщина внешней пластины и внутренней пластины могут свободно выбираться в рамках обычных для этой отрасли значений. Для обычных лобовых стекол обычными являются значения толщины отдельных стекол в области от 1 до 5 мм, в частности от 1,2 до 3 мм. Тем самым могут быть без проблем реализованы предлагаемые изобретением углы клина. Предпочтительно толщина каждой из отдельных пластин составляет максимум 5 мм, предпочтительно максимум 3 мм. Стандартная толщина пластин составляет, например, 2,1 или 1,6 мм. Предпочтительные значения толщины для внешней пластины и внутренней пластины лежат в диапазоне от 1,2 до 2,6 мм, особенно предпочтительно от 1,4 до 2,1 мм. Значения толщины внешней пластины и внутренней пластины в одном предпочтительном варианте выполнения составляют максимум 2,6 мм, особенно предпочтительно максимум 2,1 мм, поскольку благодаря этому требуются предпочтительные малые углы клина.

В еще одном предпочтительном варианте выполнения по меньшей мере одна из отдельных пластин лобового стекла имеет меньшую толщину. Помимо выигрыша в весе этим обеспечивается также то преимущество, что для компенсации побочного изображения требуется еще меньший угол клина, так как отражающие поверхности лежат ближе друг к другу. Благодаря этому основное изображение и побочное изображение менее сильно смещаются относительно друг друга, так что они могут перекрываться при меньшем значении угла клина.

Предпочтительно внутренняя пластина имеет толщину менее 1,2 мм. При этом внешняя пластина предпочтительно толще, чем внутренняя пластина, вследствие чего несмотря на меньшую толщину материала обеспечивается достаточная стабильность лобового стекла. Толщина внутренней пластины составляет особенно предпочтительно от 0,3 до 1,1 мм, наиболее предпочтительно от 0,5 до 0,9 мм и, в частности, от 0,6 до 0,8 мм.

Внешняя пластина может иметь толщину в обычном диапазоне для многослойных стекол, в частности, в диапазоне от 2,1 до 3,0 мм, например 2,1 или 2,6 мм. В одном особенно предпочтительном варианте выполнения внешняя пластина тоже представляет собой более тонкое стекло и имеет толщину менее 2,1 мм. Благодаря этому вышеуказанные преимущества усиливаются.

Толщина внешней пластины предпочтительно составляет от 1,2 до 2,0 мм, особенно предпочтительно от 1,4 до 1,8 мм, наиболее предпочтительно от 1,5 до 1,7 мм. При таких значениях толщины многослойные стекла достаточно стабильны для того, чтобы использоваться для остекления транспортных средств. Асимметричная комбинация из более толстой внешней пластины и более тонкой внутренней пластины хорошо зарекомендовала себя для повышения устойчивости к растрескиванию при попадании камня и сопротивления хрупкому разрушению.

Внешняя пластина и внутренняя пластина могут представлять собой не имеющие предварительного напряжения стекла. Однако в порядке альтернативы тонкая внутренняя пластина может быть химически предварительно напряженным стеклом. При химическом предварительном напряжении химический состав стекла за счет ионного обмена изменяется в области поверхности. В частности, более толстая внешняя пластина представляет собой не имеющее предварительного напряжения стекло, а более тонкая внутренняя пластина является химически предварительно напряженным стеклом.

Внутренняя пластина и внешняя пластина предпочтительно состоят из стекла, особенно предпочтительно из кальций-натриевого стекла, что хорошо зарекомендовало себя в оконных стеклах. Эти пластины могут, однако, состоять и из других сортов стекла, например боросиликатного стекла или алюмосиликатного стекла. В принципе эти пластины могут быть в порядке альтернативы выполнены из полимерного материала, в частности из поликарбоната или PMMA.

Внешняя пластина предпочтительно содержит кальций-натриево-стекло, внутренняя пластина содержит известково-натриево-стекло или алюмосиликатное стекло. Особенно предпочтительно внешняя пластина состоит из не имеющего предварительного напряжения кальций-натриевого стекла, а внутренняя пластина состоит либо тоже из не имеющего предварительного напряжения кальций-натриевого стекла, либо из химически предварительно напряженного алюмосиликатного стекла. Алюмосиликат допускает более эффективное химическое предварительное напряжение, чем кальций-натриево-стекло.

Внешняя пластина, внутренняя пластина и термопластический промежуточный слой могут быть прозрачными и бесцветными, но могут быть и тонированными или окрашенными. Общее светопропускание через многослойное стекло составляет в одном предпочтительном варианте выполнения более 70%, в частности, если многослойное стекло является лобовым стеклом. Термин "общее светопропускание" базируется на установленном в ECE-R 43, приложение 3, 9.1 методе проверки светопропускаемости автомобильных стекол.

Помимо вертикальной кривизны лобовое стекло характеризуется также горизонтальной кривизной.

Однако, она оказывает второстепенное влияние на проблематику побочного изображения и поэтому не является существенной для изобретения. Она может быть выбрана обычной для данной отрасли. Лобовое стекло в принципе тоже может быть плоским (т.е. иметь бесконечные радиусы вертикальной и горизонтальной кривизны), например, если оно используется в качестве стекла для автобусов, поездов или тракторов.

Промежуточный слой предпочтительно имеет минимальную толщину от 0,2 до 2 мм, особенно предпочтительно от 0,3 до 1 мм, наиболее предпочтительно от 0,5 до 0,9 мм. Под минимальной толщиной понимается толщина в самом тонком месте промежуточного слоя. Многослойные стекла с более тонкими промежуточными слоями обычно имеют слишком низкую стабильность, чтобы их можно было использовать в качестве автомобильного стекла. Термопластичные пленки, в частности пленки из PVB, продаются со стандартной толщиной 0,76 мм. Из этих пленок путем растяжения предпочтительно могут быть получены пленки с предлагаемым изобретением углом клина. Так как предлагаемые изобретением углы клина очень малы, то эта пленка локально утончается не настолько сильно, чтобы возникали проблемы со стабильностью многослойного стекла.

Промежуточный слой предпочтительно содержит, по меньшей мере, поливинилбутираль (PVB), этиленвинилацетат (EVA), полиуретан (PU) или их смеси, или сополимеры, или их производные, особенно предпочтительно содержит PVB. Промежуточный слой в одном предпочтительном варианте выполнения образован из пленки PVB.

Промежуточный слой может быть образован отдельной пленкой или же более чем одной пленкой. В последнем случае по меньшей мере одна из пленок должна быть образована с указанным углом клина. Этот промежуточный слой может быть также образован из так называемой акустической пленки, обладающей шумоподавляющим действием. Такие пленки обычно состоят по меньшей мере из трех слоев, причем средний слой имеет более высокую пластичность или упругость, чем окружающие его внешние слои, например, вследствие более высокого содержания пластификаторов. Использование такой шумоподавляющей многослойной пленки предпочтительно служит для улучшения акустического комфорта. Это, в частности, предпочтительно в том случае, если внешняя и/или внутренняя пластина выполнены незначительной толщины и вследствие этого могут не так хорошо экранировать шумы.

Предлагаемое изобретением лобовое стекло может иметь функциональное покрытие, например покрытие, отражающее или поглощающее ИК-излучение, покрытие, отражающее или поглощающее УФ-излучение, окрашивающее покрытие, покрытие с низкой излучательной способностью, нагреваемое покрытие, покрытие с функцией антенны, безосколочное покрытие или покрытие для экранирования электромагнитного излучения. Функциональное покрытие может быть расположено на одной поверхности внешней пластины или внутренней пластины, или также на пленке-вкладыше в промежуточном слое, которая, например, состоит из полиэтилентерефталата (PET).

Изобретение касается также способа изготовления проекционной системы для ДЛС, выполненной, в частности, вышеописанным образом, причем эта проекционная система содержит

лобовое стекло транспортного средства, содержащее внешнюю пластину и внутреннюю пластину, которые соединены друг с другом посредством термопластического промежуточного слоя, с верхней кромкой и нижней кромкой и областью ДЛС, причем толщина термопластического промежуточного слоя при вертикальном прохождении между верхней кромкой и нижней кромкой, по меньшей мере, в области ДЛС является изменяющейся с углом клина не более 0,3 мрад; и

проектор, который направлен на область ДЛС и создает виртуальное изображение с проекционным расстоянием по меньшей мере 5 м.

Предлагаемый изобретением способ включает в себя, по меньшей мере, следующие этапы:

- (a) определение области ДЛС лобового стекла;
- (b) построение профиля радиуса вертикальной кривизны, причем радиус вертикальной кривизны в области ДЛС составляет по меньшей мере 6 м;
- (c) изготовление лобового стекла с указанным углом клина и установленным радиусом вертикальной кривизны;
- (d) взаимное расположение лобового стекла и проектора, при котором получается проекционная система.

Особое преимущество этого способа состоит в том, что при таком конструировании проекционной системы учитывается профиль кривизны лобового стекла. Предпочтительные варианты выполнения, описанные выше в связи с многослойным стеклом, соответственно действительны и для предлагаемого изобретением способа.

Толщина стекол, а также положение в смонтированном состоянии обычно при таком проектировании ДЛС уже жестко установлены. На основании этого может быть также теоретически задан угол клина так, что побочные изображения будут оптимально минимизированы. Определение характера угла клина осуществляется обычными для этой отрасли методами моделирования. Далее должно быть установлено относительное расположение между лобовым стеклом и проектором. Так как профиль кривизны тоже может оказывать влияние на побочное изображение, то к этому моменту может потребоваться согласование углов клина. Окончательное построение геометрии стекла с углом клина и профилем кривизны

может выполняться методом последовательных приближений, пока не будет минимизирована проблема побочного изображения. Все до сих пор описанные этапы обычно осуществляются на стадии проектирования, обычно на основании данных системы автоматизированного проектирования транспортного средства. После того как будет задана окончательная геометрия стекла, это стекло можно изготовлять.

Термопластический промежуточный слой предоставляется в виде по меньшей мере одной пленки. В одном предпочтительном варианте выполнения это обычная термопластичная пленка, в частности пленка из PVB, по существу, с постоянной (в исходном состоянии) толщиной. Изменяющаяся толщина с предлагаемым изобретением углом клина предпочтительно устанавливается путем растяжения пленки, т.е. механическим силовым воздействием посредством подходящего натяжения. Предлагаемые изобретением незначительные углы клина могут быть получены путем растяжения, что гораздо экономичнее, чем изготовление клиновидной пленки методом экструзии. В порядке альтернативы термопластический промежуточный слой может быть изготовлен также методом экструзии с помощью клиновидной экструзионной головки.

Внешняя пластина и внутренняя пластина перед ламинированием подвергаются процессу гибки соответственно определенному профилю кривизны. Предпочтительно внешняя пластина и внутренняя пластина вместе изгибаются конгруэнтно (т.е. одновременно и с помощью одного и того же инструмента), поскольку благодаря этому форма стекол оптимально подогнана друг к другу для последующего ламинирования. Типичные температуры для процессов гибки стекла составляют, например, от 500 до 700°C.

Если должна быть предусмотрена внутренняя пластина с химическим предварительным напряжением, то эта пластина после гибки предпочтительно медленно охлаждается, предпочтительно до температуры 400°C со скоростью охлаждения от 0,05 до 0,5°C/с, чтобы избежать термических напряжений. После этого охлаждение может быть продолжено, даже с более высокими скоростями охлаждения, поскольку ниже 400°C опасность возникновения термических напряжений незначительна. Химическое предварительное напряжение происходит предпочтительно при температуре от 300 до 600°C, особенно предпочтительно от 400 до 500°C. Пластина при этом обрабатывается соевым расплавом, например, погружается в ионный солевой расплав. Во время этой обработки, в частности, ионы натрия стекла замещаются большими ионами, в частности большими ионами щелочи, причем возникают желаемые поверхностные напряжения сжатия. Солевой расплав представляет собой предпочтительно расплав соли калия, особенно предпочтительно нитрата калия (KNO_3) или сульфата калия (K_2SO_4), наиболее предпочтительно нитрата калия (KNO_3). Обычная продолжительность такой обработки составляет от 2 до 48 ч. После обработки соевым расплавом пластина охлаждается до комнатной температуры. Затем пластина очищается предпочтительно серной кислотой (H_2SO_4).

Изготовление многослойного стекла путем ламинирования осуществляется обычными известными специалисту методами, например в автоклавном процессе, вакуум-формованием с помощью эластичной диафрагмы, методом вакуумного кольца, методом каландрирования, методом вакуумного ламинирования или комбинации указанных методов. Соединение внешней пластины и внутренней пластины при этом обычно осуществляется под воздействием нагрева, вакуума и/или давления.

Затем лобовое стекло и проектор располагают относительно друг друга, обычно путем встраивания лобового стекла и проектора в кузов транспортного средства. Так образуется предлагаемая изобретением проекционная система.

Предлагаемая изобретением проекционная система предпочтительно применяется в транспортном средстве в качестве дисплея на лобовом стекле (ДЛС), особенно предпочтительно в автомобиле, наиболее предпочтительно в пассажирском автомобиле.

Изобретение касается также применения лобового стекла транспортного средства, содержащего внешнюю пластину и внутреннюю пластину, которые соединены друг с другом посредством термопластического промежуточного слоя, причем толщина этого термопластического промежуточного слоя при вертикальном прохождении является изменяющейся с углом клина не более 0,3 мрад, причем лобовое стекло имеет область, в которой радиус вертикальной кривизны составляет по меньшей мере 6 м, в проекционной системе для дисплея на лобовом стекле с проекционным расстоянием по меньшей мере 5 м, причем область ДЛС лобового стекла расположена полностью внутри указанной области с радиусом вертикальной кривизны по меньшей мере 6 м.

В дальнейшем данное изобретение будет рассмотрено более подробно на примерах выполнения с привлечением чертежей. На чертежах представлены схематичные изображения без соблюдения масштаба. Эти чертежи никоим образом не ограничивают объем защиты данного изобретения.

На них показано следующее:

фиг. 1 - вид сверху лобового стекла предлагаемой изобретением проекционной системы;

фиг. 2 - поперечное сечение предлагаемой изобретением проекционной системы и

фиг. 3 - блок-схема одного варианта осуществления предлагаемого изобретением способа.

На фиг. 1 показан вид сверху лобового стекла 1 предлагаемой изобретением проекционной системы. Лобовое стекло 1 имеет верхнюю кромку O, нижнюю кромку U и две соединяющие их боковые кромки. Верхняя кромка O во встроеном положении обращена вверх к крыше транспортного средства (кромка крыши), нижняя кромка U обращена вниз к подкапотному пространству (моторная кромка). Ло-

бовое стекло 1 имеет одну область В ДЛС, которая во встроенном положении может облучаться проектором ДЛС и облучается в рабочем режиме.

На фиг. 2 показано поперечное сечение предлагаемой изобретением проекционной системы, содержащей лобовое стекло 1 по фиг. 1, а также проектор 5 ДЛС. Лобовое стекло 1 разрезано по линии разреза А-А'. Лобовое стекло 1 состоит из внешней пластины 2 и внутренней пластины 3, которые соединены друг с другом посредством термопластического промежуточного слоя 4. Лобовое стекло 1 отделяет внутреннее пространство транспортного средства от внешнего окружения, причем внешняя пластина 2 во встроенном положении обращена к окружающему пространству, а внутренняя пластина 3 обращена к внутреннему пространству транспортного средства. Угол β установки относительно горизонтали составляет, например, 65° .

Внешняя пластина 2 и внутренняя пластина 3 выполнены, например, из не имеющего предварительного напряжения кальций-натриевого стекла. Внешняя пластина 2, например, имеет толщину 2,1 мм, а внутренняя пластина 3 имеет толщину 1,6 мм. Эти стекла являются обычными для лобовых стекол. Толщина промежуточного слоя 4 при вертикальном прохождении нижней кромки U к верхней кромке O постоянно возрастает, по существу, с постоянным углом α клина между обеими поверхностями. Промежуточный слой 4 выполнен из одной отдельной пленки из PVВ (поливинилбутираль). Толщина промежуточного слоя 4 у верхней кромки O составляет, например, 1,0 мм, а у нижней кромки U - например, 0,76 мм. Благодаря клиновидному выполнению промежуточного слоя 4 оба изображения, которые создаются за счет отражения изображения проектора на обеих обращенных от промежуточного слоя 4 поверхностях внешней пластины 2 и внутренней пластины 3, накладываются друг на друга. Поэтому мешающие побочные изображения возникают в меньшей мере.

Проектор 5 направлен на область В ДЛС. В этой области изображения будут создаваться проектором 5. Изображение проектора отражается от лобового стекла 1 в направлении наблюдателя 6 (водителя транспортного средства). Благодаря этому возникает виртуальное изображение 7, которое находящийся в транспортном средстве наблюдатель 6 воспринимает со своего места как находящееся за лобовым стеклом 1. Расстояние между наблюдателем 6 и виртуальным изображением 7 обозначается как проекционное расстояние d. Расстояние между лобовым стеклом 1 и виртуальным изображением 7 обозначается как фокусное расстояние w.

Предлагаемая изобретением проекционная система является так называемым ДЛС дополненной реальности (Augmented Reality-HUD), который характеризуется большим проекционным расстоянием d, например 10 м. Это позволяет вовлекать окружающее пространство в оптическое изображение, благодаря чему можно, например, выбираемую полосу движения проецировать прямо на дорожное полотно как навигационное указание, видимое для наблюдателя 6. Помимо большего проекционного расстояния d ДЛС дополненной реальности отличается от классического ДЛС еще и большей областью В ДЛС, площадь которой составляет, например, 9% от площади лобового стекла 1.

Область, внутри которой должны находиться глаза наблюдателя 6, чтобы воспринимать виртуальное изображение, обозначается как коридор восприятия глазами (Eyebox-Fenster). Коридор восприятия глазами перемещается по вертикали посредством отражателя в проекторе 5, чтобы можно было подогнать ДЛС под наблюдателя 6 с различными размерами тела и под положение водителя на сиденье. Вся доступная область, внутри которой может смещаться коридор восприятия глазами, обозначается как зона E обзора (Eyebox).

Лобовое стекло 1 внутри области В ДЛС имеет радиусы R вертикальной кривизны, равные по меньшей мере 6 м, например, в диапазоне от 8 до 9 м. Было установлено, что большое проекционное расстояние d в сочетании с большими радиусами R кривизны в области В ДЛС требуют лишь очень небольшого угла α клина, чтобы избежать побочных изображений. Угол α клина составляет, например, 0,27 мрад. Такой незначительный угол α клина может быть получен путем растяжения в обычной пленке из PVВ по существу с постоянной толщиной, например 0,76 мм. Изготовление лобового стекла 1 благодаря этому существенно упрощается и становится экономичнее, чем при использовании получаемой экструзией клиновидной пленки.

Еще меньшие углы α клина могут быть получены, например, за счет еще большего проекционного расстояния d или за счет применения более тонких стекол для внешней пластины 2 и/или внутренней пластины 3. В одном альтернативном варианте выполнения внешняя пластина 2 и внутренняя пластина 3 выполнены из утоненного стекла, которое имеет толщину, например, 1,6 мм для внешней пластины 2 и 0,7 мм для внутренней пластины 3.

На фиг. 3 показана блок-схема примера осуществления предлагаемого изобретением способа изготовления проекционной системы для дисплея на лобовом стекле. На основании данных системы автоматического проектирования (САD) транспортного средства определяются значения толщины внешней пластины 2, внутренней пластины 3 и промежуточного слоя 4, а также относительное расположение лобового стекла 1 и проектора 5. Из этого относительного расположения получается угол падения, а также область В ДЛС лобового стекла 1, которая соответствует облученной, соответственно облучаемой области. Если определена область В ДЛС, то устанавливается профиль кривизны стекла. Согласно изобре-

нию при этом в области В ДЛС могут иметь место только радиусы R вертикальной кривизны по меньшей мере 6 м. Радиусы R вертикальной кривизны остальной пластины, а также радиусы горизонтальной кривизны могут выбираться свободно и, как правило, предварительно заданы изготовителем транспортного средства (дизайном транспортного средства). Теперь рассчитывается теоретически ожидаемое побочное изображение, и угол α клина промежуточного слоя 4 устанавливается таким, чтобы основное изображение и побочное изображение накладывались друг на друга. Тем самым, формообразование лобового стекла 1 установлено и его изготавливают обычными для этой отрасли методами с установленными значениями для радиусов R вертикальной кривизны, а также с углом α клина. Предлагаемые изобретением небольшие углы α клина могут быть получены особенно предпочтительно посредством растяжения стандартной пленки. Затем лобовое стекло 1 и проектор 5 устанавливают относительно друг друга, причем получается проекционная система. Обычно это происходит путем встраивания лобового стекла 1 и проектора 5 в кузов транспортного средства.

Примеры

Нижеприведенная таблица содержит результаты моделирования. Для различных значений толщины внешней пластины 2 и внутренней пластины 3, различных проекционных расстояний d и различных минимальных радиусов R вертикальной кривизны в области В ДЛС были определены углы α клина, которые необходимы для предотвращения побочных изображений. Относительное расположение лобового стекла 1 и проектора 5 во всех примерах принималось за постоянную величину.

толщина (2):(3)	d	минимальный R	угол установки	Угол α клина
/мм	/м	/м	Г°	/град
2,1:2,1	10	6	62,44	0,30
2,1:1,6	10	6	62,44	0,27
1,8:1,4	10	6	62,44	0,24
1,6:1,2	10	6	62,44	0,21
1,6:0,7	10	6	62,44	0,18
2,1:2,1	10	9,6	62,2	0,19
2,1:1,6	10	9,6	62,2	0,17
1,8:1,4	10	9,6	62,2	0,15
1,6:1,2	10	9,6	62,2	0,13
1,6:0,7	10	9,6	62,2	0,11
2,1:2,1	13	6	62,44	0,23
1,8:1,4	13	6	62,44	0,17
Сравнительные примеры				
2,1:2,1	4	6	62,44	0,43
1,8:1,4	4	6	62,44	0,35
2,1:2,1	4	9,6	62,2	0,45
1,8:1,4	4	9,6	62,2	0,36

В примерах осуществления изобретения первые 12 строк (с предлагаемыми изобретением радиусами R кривизны и предлагаемыми изобретением проекционными расстояниями d) имеет место предлагаемый изобретением угол α клина менее 0,3 град. То, что в ДЛС дополненной реальности благодаря подходящей настройке радиусов кривизны лобового стекла 1 могут быть получены такие незначительные углы α клина, оказалось совершенно неожиданным и поразительным для специалистов.

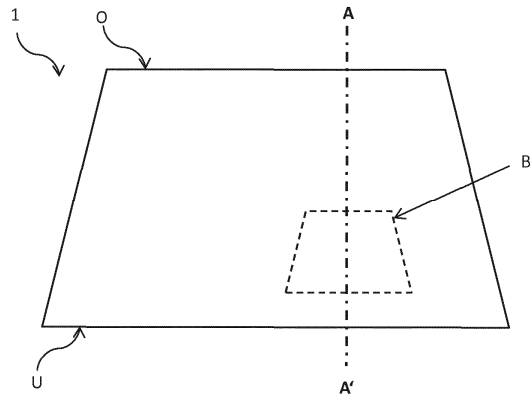
В последних четырех строках таблицы описываются сравнительные примеры, в которых проекционное расстояние сокращено до менее 5 м. Здесь углы клина получаются более 0,3 град.

Перечень ссылочных обозначений:

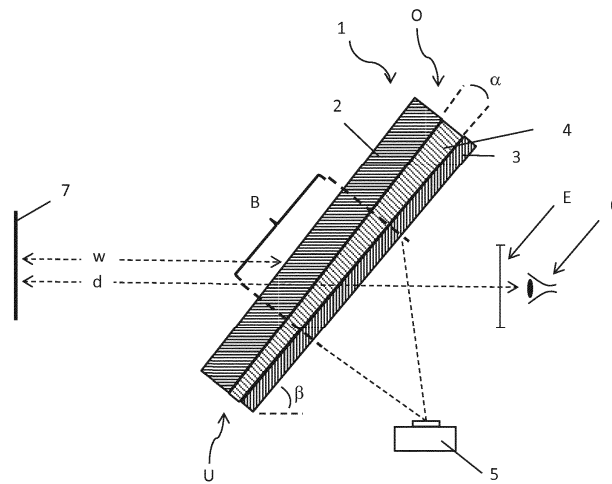
- 1 - лобовое стекло,
- 2 - внешняя пластина,
- 3 - внутренняя пластина,
- 4 - термопластический промежуточный слой,
- 5 - проектор,
- 6 - наблюдатель/водитель транспортного средства,
- 7 - виртуальное изображение,
- О - верхняя кромка лобового стекла 1,
- У - нижняя кромка лобового стекла 1,
- В - область ДЛС лобового стекла 1,
- α - угол клина промежуточного слоя 4,
- β - угол установки 1 относительно горизонтали,
- R - радиус вертикальной кривизны лобового стекла 1,
- d - проекционное расстояние/расстояние между 6 и 7,
- w - фокусное расстояние/расстояние между 1 и 7,
- Е - зона обзора,
- А-А' - вертикальная линия разреза.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

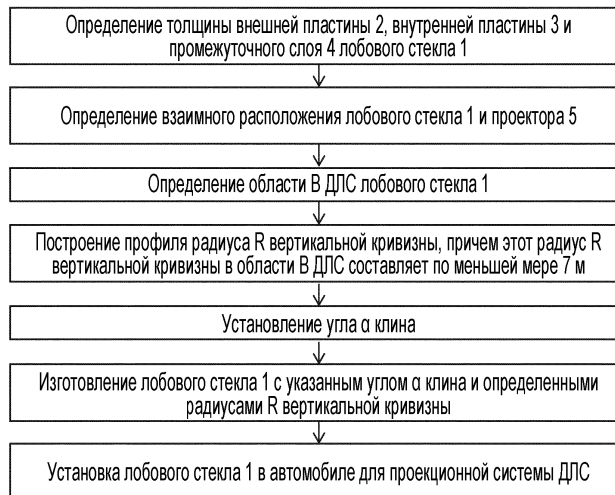
1. Проекционная система для дисплея на лобовом стекле (ДЛС), содержащая по меньшей мере лобовое стекло (1) транспортного средства, содержащее внешнюю пластину (2) и внутреннюю пластину (3), которые соединены друг с другом посредством термопластического промежуточного слоя (4) с верхней кромкой (О) и нижней кромкой (U) и областью (В) дисплея на лобовом стекле (ДЛС), причем толщина термопластического промежуточного слоя (4) при вертикальном прохождении между верхней кромкой (О) и нижней кромкой (U) по меньшей мере в области (В) ДЛС является изменяющейся с углом (α) клина, причем лобовое стекло (1) транспортного средства имеет угол установки в диапазоне от 55 до 75°, и причем внешняя пластина (2) и внутренняя пластина (3) имеют толщину максимум 5 мм каждая; и проектор (5), который направлен на область (В) ДЛС и создает виртуальное изображение (7), которое может восприниматься наблюдателем (6), с проекционным расстоянием (d), составляющим по меньшей мере 5 м, причем лобовое стекло (1) в области (В) ДЛС имеет радиус (R) вертикальной кривизны по меньшей мере 6 м, причем максимальный угол (α) клина составляет не более 0,3 мрад, и причем угол (α) клина нелинейно изменяется от нижней кромки (U) к верхней кромке (О).
2. Проекционная система по п.1, причем максимальный угол (α) клина составляет не более 0,2 мрад.
3. Проекционная система по п.1 или 2, причем промежуточный слой (4) образован по меньшей мере одной термопластичной пленкой, угол (α) клина в которой получен путем растяжения.
4. Проекционная система по п.1 или 2, причем радиус (R) вертикальной кривизны в области (В) ДЛС составляет от 6 до 10 м.
5. Проекционная система по п.1 или 2, причем радиус (R) вертикальной кривизны в области (В) ДЛС составляет по меньшей мере 7 м.
6. Проекционная система по п.1 или 2, причем внешняя пластина (2) и внутренняя пластина (3) имеют толщину максимум 2,6 мм.
7. Проекционная система по п.6, причем внутренняя пластина (3) имеет толщину менее 1,2 мм, а внешняя пластина (2) имеет толщину менее 2,1 мм.
8. Проекционная система по п.7, причем внутренняя пластина (3) представляет собой химически предварительно напряженную пластину.
9. Проекционная система по п.1 или 2, причем промежуточный слой (4) имеет минимальную толщину от 0,2 до 2 мм.
10. Проекционная система по п.1 или 2, причем промежуточный слой (4) содержит по меньшей мере поливинилбутираль (PVB), этиленвинилацетат (EVA), полиуретан (PU) или их смеси, или сополимеры, или их производные.
11. Проекционная система по п.1 или 2, причем внешняя пластина (2) содержит кальцийнатриевое стекло, и причем внутренняя пластина (3) содержит кальцийнатриевое стекло или алюмосиликатное стекло.
12. Проекционная система по п.1 или 2, причем промежуточный слой (4) образован в виде шумоподавляющей многослойной пленки.
13. Способ изготовления проекционной системы для дисплея на лобовом стекле (ДЛС) по любому из пп.1-12, содержащей лобовое стекло (1) транспортного средства, содержащее внешнюю пластину (2) и внутреннюю пластину (3), которые соединены друг с другом посредством термопластического промежуточного слоя (4) с верхней кромкой (О) и нижней кромкой (U) и областью (В) ДЛС, причем толщина термопластического промежуточного слоя (4) при вертикальном прохождении между верхней кромкой (О) и нижней кромкой (U) по меньшей мере в области (В) ДЛС является изменяющейся с углом (α) клина не более 0,3 мрад, причем угол (α) клина нелинейно изменяется от нижней кромки (U) к верхней кромке (О); и проектор (5), который направлен на область (В) ДЛС и создает виртуальное изображение (7) с проекционным расстоянием (d), равным по меньшей мере 5 м; причем способ включает в себя по меньшей мере следующие этапы:
 - (a) определение области (В) ДЛС лобового стекла (1);
 - (b) построение профиля радиуса (R) вертикальной кривизны, причем радиус (R) вертикальной кривизны в области (В) ДЛС составляет по меньшей мере 6 м;
 - (c) изготовление лобового стекла (1) с углом (α) клина и установленным радиусом (R) вертикальной кривизны;
 - (d) взаимное расположение лобового стекла (1) и проектора (5), при котором получается проекционная система.
14. Способ по п.13, при котором угол (α) клина устанавливается в термопластичной пленке постоянной толщины путем растяжения.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3