

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **028214**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2017.10.31

(21) Номер заявки
201200941

(22) Дата подачи заявки
2010.12.22

(51) Int. Cl. **G03B 21/56** (2006.01)
G03B 35/24 (2006.01)
G03B 21/60 (2006.01)

(54) СОХРАНЯЮЩИЙ ПОЛЯРИЗАЦИЮ ПРОЕКЦИОННЫЙ ЭКРАН, СОДЕРЖАЩИЙ ОТДЕЛЬНО РАЗРАБОТАННЫЙ ПИГМЕНТ, И СПОСОБ ЕГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ

(31) 61/289,343

(32) 2009.12.22

(33) US

(43) 2012.12.28

(86) PCT/US2010/061944

(87) WO 2011/087873 2011.07.21

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
РЕАЛД ИНК. (US)

(56) JP-A-2008151815
US-A1-20010005282
JP-A-10104747
JP-A-10206973

(72) Изобретатель:
**Петерсен Джоел, Рич Кристофер,
Левандовски Раймонд Дж., Шарп
Гэри, Колеман Дэвид (US)**

(74) Представитель:
**Фелицына С.Б., Залесов А.В.,
Фомичева Т.С., Агуреев А.П.,
Стручков М.Н. (RU)**

(57) В изобретении описаны сохраняющие поляризацию проекционные экраны, которые обеспечивают оптимальное сохранение поляризации для просмотра стереоскопических изображений. Проекционные экраны дополнительно обеспечивают улучшенное регулирование света, способствующее повышению яркости, однородности и контрастности систем проецирования как двумерных, так и стереоскопических изображений. Описанный способ изготовления проекционного экрана в целом включает отсоединение оптически функционального материала от несущей подложки и тем самым получение отдельно разработанных частиц из оптически функционального материала. Затем отдельно разработанные частицы могут быть нанесены на вторую подложку с целью достижения преимущественно однородного внешнего вида проекционного экрана.

028214 B1

028214 B1

Перекрестная ссылка на родственные заявки

Приоритет заявки на данное изобретение основан на предварительной патентной заявке US 61/289343 под названием "Polarization preserving projection screen with engineered pigment", поданной 22 декабря 2009 г., содержание которой во всей полноте в порядке ссылки включено в настоящее описание. Заявка на данное изобретение подана одновременно с патентной заявкой US 12/976986 под названием "Polarization preserving projection screen with engineered particle and method for making same", приоритет которой основан на предварительной патентной заявке US 61/289346 под названием "Polarization preserving projection screen with engineered particle", поданной 22 декабря 2009 г., содержание которой во всей полноте в порядке ссылки включено в настоящее описание.

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится в целом к фронтпроекционным экранам, более точно, к сохраняющим поляризацию фронтпроекционным экранам.

Предпосылки создания изобретения

В современных стереоскопических ("3D") системах кинопроекции все большее внимание уделяется поляризации как одному из средств обеспечения стереоскопического отображения для зрителей. В большинстве этих систем элементы регулировки поляризации размещаются как в цифровом проекторе, так и на месте нахождения зрителя, что на практике делает экран элементом, определяющим контрастность и/или перекрестные помехи. Изготовители фронтпроекционных экранов обычно пытаются найти компромисс между равномерностью яркости изображения и коэффициентом контрастности при поляризации (PCR, от английского - polarization contrast ratio). Относительная недостаточная эффективность существующих экранов (известная как общее суммарное рассеяние (TIS от английского - Total Integrated Scatter)) наряду с неизбежной потерей яркости у большинства 3D систем воспроизведения требует дополнительного мощного усиления с целью обеспечения стандартов яркости изображения. Тем не менее, традиционным "киноэкранам" присущи недостатки, являющиеся следствием нескольких статистических переменных, что делает практически невозможным оптимизацию PCR, профиля усиления и эффективности.

Краткое изложение сущности изобретения

В соответствии с настоящим изобретением предложен способ рандомизации полотна (web shuffling) для изготовления проекционного экрана, который может включать отсоединение оптически функционального материала от несущей подложки. При отсоединении оптически функционального материала он может распадаться на отдельно разработанные частицы (individual engineered particles). Для достижения преимущественно однородного внешнего вида проекционного экрана на вторую подложку может быть нанесено покрытие, которое может содержать отдельно разработанные частицы. Кроме того, может быть изготовлен материал рассеивающей подложки, который может прилегать к оптически функциональному материалу. Изготовление материала рассеивающей подложки дополнительно включает соблюдение заданного допуска на основе, по меньшей мере, различия между статистикой дальнего порядка и статистикой по совокупности. Распределенное покрытие может обеспечивать поверхность, которая преимущественно приближена к поверхности материала рассеивающей подложки.

В настоящем изобретении предложен проекционный экран преимущественно с однородным внешним видом, который может достигаться путем рандомизации полотна. Проекционный экран может содержать подложку и покрытие, прилегающее к подложке. Покрытие может состоять, по меньшей мере, из отдельно разработанных частиц, которые могут быть получены путем отсоединения оптически функционального материала от несущей подложки. Отдельно разработанные частицы могут быть способны в основном определять характеристики рассеивания света. Кроме того, строение отдельно разработанных частиц может позволять в основном статистически определять характеристики макроскопического рассеивания проекционного экрана. В одном из вариантов осуществления проекционного экрана несущей подложкой может являться расходуемая подложка.

Согласно другой особенности настоящего изобретения предложен способ изготовления проекционного экрана. Способ может включать отсоединение оптически функционального материала от первой несущей подложки, получение отдельно разработанных частиц из оптически функционального материала и осаждение отдельно разработанных частиц на вторую несущую подложку с целью достижения преимущественно однородного внешнего вида проекционного экрана. Способ может также включать использование рассеивателя с целью получения оптически функционального материала, при этом рассеиватель может прилегать к первой несущей подложке. Кроме того, вблизи рассеивателя может быть нанесено первое оптическое покрытие.

Эти и другие преимущества и признаки настоящего изобретения станут ясны специалистам в данной области техники после полного ознакомления с настоящим изобретением.

Краткое описание чертежей

Варианты осуществления в порядке примера проиллюстрированы на сопровождающих описание чертежах, на которых одинаковыми позициями обозначены одинаковые элементы и на которых показано:

на фиг. 1 - блок-схема, иллюстрирующая поперечное сечение структуры традиционного киноэкрана;

на фиг. 2 - блок-схема, иллюстрирующая поперечное сечение структуры проекционного экрана согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения;

на фиг. 3 - блок-схема, иллюстрирующая вид в перспективе одного из вариантов осуществления способа получения чешуек согласно настоящему изобретению;

на фиг. 4 - блок-схема, иллюстрирующая спектр размеров и градаций элементов, соответствующих конкретным характеристикам экрана согласно настоящему изобретению;

на фиг. 5А и 5Б - блок-схемы одного из вариантов осуществления, соответственно, иллюстрирующие дефект до и после рандомизации полотна согласно настоящему изобретению;

на фиг. 6 - блок-схема, иллюстрирующая один из вариантов осуществления способа изготовления проекционного экрана согласно настоящему изобретению.

Подробное описание

В одном из вариантов осуществления в целом предложен способ изготовления проекционного экрана с использованием рандомизации полотна. В этом варианте осуществления способ может включать отсоединение оптически функционального материала от рассеивающей несущей подложки, получение частиц с размерами, применимыми в выбранной технологии нанесения покрытия, и повторное нанесение частиц на подложку экрана. В одном из примеров осуществления частицами могут являться рассеивающие частицы, которые могут использоваться вместо гранулированного алюминия, обычно используемого в традиционном способе нанесения покрытия распылением. В другом примере осуществления в основном путем рандомизации полотна с целью рандомизации, необходимой для достижения преимущественно макроскопически однородного внешнего вида, могут быть получены практически детерминированные отдельно разработанные частицы с заданной статистикой рассеивания.

В другом варианте осуществления настоящего изобретения предложен проекционный экран. Проекционный экран может иметь характеристики макроскопического рассеивания, в основном определяемые статистикой, связанной со строением отдельных частиц, которые могут наноситься на подложку проекционного экрана. При выдавливании рельефа (например, выдавливания рельефа с использованием ультрафиолетового излучения) можно до определенной степени контролировать статистику вероятностей наклона частиц и можно получать статистически автономные блоки, которые имеют до определенной степени прогнозируемые профили рассеивания, PCR и эффективность. Тем самым можно создавать способы нанесения покрытия, которые являются преимущественно предсказуемыми с точки зрения статистики вероятностей наклона частиц. За счет значительного снижения влияния рассмотренных случайных процессов могут быть получены поверхности, у которых форма/ширина профиля рассеивания не связана с PCR.

В еще одном варианте осуществления настоящего изобретения предложен проекционный экран преимущественно с однородным внешним видом, который может быть достигнут посредством рандомизации полотна. Проекционный экран может иметь подложку, которая может быть покрыта оптически функциональным материалом, содержащим отдельно разработанные частицы. Отдельно разработанные частицы могут быть получены путем отсоединения покрытия от несущей подложки, в результате чего покрытие может распадаться на отдельно разработанные частицы, и затем нанесения отдельно разработанных частиц на поверхность проекционного экрана с целью достижения преимущественно однородного внешнего вида проекционного экрана.

Следует отметить, что варианты осуществления настоящего изобретения могут использоваться в разнообразных оптических и проекционных системах. Вариант осуществления может включать или сочетаться с разнообразными проекторами, проекционными системами, оптическими компонентами, компьютерными системами, процессорами, системами автономных проекторов, визуальными и/или аудио-визуальными системами и электрическими и/или оптическими устройствами. Особенности настоящего изобретения могут применяться практически в любом оборудовании, относящемся к оптическим и электрическим устройствам, оптическим системам, системам представления, или в любом оборудовании, которое может содержать оптическую систему любого типа. Соответственно, варианты осуществления настоящего изобретения могут применяться в оптических системах, устройствах, используемых для визуального и/или оптического представления, визуальных периферийных устройствах и т.п. и в ряде вычислительных сред, включая Интернет, внутрикорпоративные сети, локальные вычислительные сети, глобальные вычислительные сети и т.п.

Перед тем как перейти к подробному рассмотрению раскрытых вариантов осуществления, следует понять, что применение или создание изобретения не ограничено подробностями конкретных показанных конфигураций, поскольку в изобретении возможны другие варианты осуществления. Кроме того, особенности изобретения могут излагаться в различных сочетаниях и конфигурациях, по собственному

праву однозначно характеризующих изобретение. Помимо этого, используемая в изобретении терминология имеет целью описание, а не ограничение изобретения.

На фиг. 1 показана блок-схема, иллюстрирующая поперечное сечение структуры традиционного киноэкрана 100, используемого для формирования стереоскопических изображений. Традиционный киноэкран 100 может иметь подложку 110 и покрытие 120. Традиционный киноэкран 100 обычно может изготавливаться путем распыления покрытия 120 на подложку 110. Покрытие 120 может содержать смолу 130, алюминиевые чешуйки 140 и матирующие вещества 150. Чешуйки 140 могут быть погружены в проникаемое связующее, такое как смола 130. Кроме того, алюминиевые чешуйки 140 могут представлять собой гранулированные частицы алюминия или пигмент. Матирующими веществами 150 могут являться частицы любого типа, позволяющие получать желаемые оптические свойства, такие как частицы кремнезема.

Для оценки оптических характеристик проекционного экрана, такого как традиционный киноэкран 100, могут использоваться различные качественные или количественные оптические свойства. Оптические свойства могут включать без ограничения PCR, профиль рассеивания, TIS, рассеивание вследствие отдельных компонентов проекционного экрана, яркость изображения, равномерность яркости изображения, усиление, профиль усиления и т.п. Оптические свойства будут подробнее рассмотрены далее. Путем оценки традиционных киноэкранов определяют недостатки, связанные с одним или несколькими неоптимизированными упомянутыми оптическими свойствами.

Например, обычно традиционные киноэкраны могут иметь коэффициент контрастности при осевой круговой поляризации 90:1 и редко более 120:1. Меньший коэффициент контрастности при осевой круговой поляризации может быть отнесен на счет неудовлетворительных характеристик исходных материалов, таких как подложка 110, и отсутствие контроля качества работ при изготовлении одного или нескольких из следующего: покрытия 120, алюминиевых чешуек 140 или смолы 130. Кроме того, поскольку перекрестные помехи обычно имеют нейтральный угол, PCR также может иметь тенденцию ухудшаться пропорционально кривой усиления. В результате, характеристики экрана могут задавать PCR системного уровня и тем самым определять качество стереоскопического восприятия. PCR системного уровня может складываться из комбинированного влияния большинства или всех компонентов. В настоящее время PCR системного уровня может в основном определяться PCR экрана.

Как показано на фиг. 1, на оптические свойства традиционного киноэкрана 100 могут влиять отдельные компоненты. Например, алюминиевые чешуйки 140 могут состоять из статистически рассеивающих краевых и субмикронных элементов, а также плоскостных (например, зеркально отражающих) элементов, которые при их сочетании со статистикой наложения частиц могут определять макроскопические характеристики рассеивания традиционного киноэкрана 100. Хотя недорогие частицы гранулированного алюминия способны выгодно расширять профиль рассеивания за счет относительно неправильной формы/размера частиц, они могут создавать другие сложности с точки зрения управления поляризацией. Ранее рассмотренные сложности в сочетании со статистикой нанесения покрытий могут приводить к отсутствию контроля в современной технологии изготовления экранов, необходимого для увеличения угла рассеивания без ущерба для PCR. Более точно, с повышением вероятности поверхностей с большим наклоном также повышается вероятность события кратного отражения, что в результате сказывается на PCR.

Рассмотренные ранее недостатки преодолены согласно одной из особенностей настоящего изобретения за счет использования новой техники "рандомизации полотна" в сочетании с рулонным рассеивателем. Рандомизация полотна является процессом усреднения, посредством которого отдельно разработанные частицы заданного размера могут переноситься с несущей подложки на подложку экрана с использованием статистического (или рандомизирующего) процесса. В соответствии с настоящим изобретением рандомизирующий процесс может использоваться, чтобы преимущественно гомогенизировать одну или несколько неоднородностей, которые могут возникать при изготовлении заготовок рассеивателя. В одном из примеров подразумевается, что неоднородностей преимущественно гомогенизированы, когда зрительный аппарат человека не способен обнаруживать неоднородности, отвечающие одному или нескольким из следующих критериев: непосредственно различимый размер, непосредственно различимая область, непосредственно заметное различие и т.п. Может оптимально выбираться каждое из следующего: размер и строение частиц или то и другое с возможностью соответствующего приближения к желаемой статистике макроскопического рассеивания. Частицы могут изготавливаться рулонным методом выдавливания рельефа с получением отражательного рассеивателя с улучшенными оптическими свойствами. Рандомизация полотна согласно настоящему изобретению позволяет устранять необходимость в изготовлении рулонного рельефного рассеивателя на широком полотне, которое преимущественно не содержит дефектов и является в высшей степени однородным.

Метод, предусматривающий рандомизацию полотна, обеспечивает преимущественную гомогенизацию едва различимых неоднородностей, образующихся в результате изготовления технологической основы, рулонного технологического процесса и нанесения оптических покрытий методом напыления в вакууме, без значительного ущерба для оптических характеристик. Этот подход к изготовлению экранов обеспечивает различные выгоды, включая (1) пространственное усреднение крупномасштабных колеба-

ний характеристик профиля рассеивателя; (2) азимутальное усреднение влияний направленного рассеивателя (которые также могут пространственно колебаться); (3) рандомизацию дифракционных искажений в результате использования материала с периодической основой и (4) пространственное усреднение (или устранение) существенных дефектов материала, которые могут включать одно или несколько из следующего: швы на барабане, крупные грани, истирания и другие макроскопические дефекты в процессе формирования рельефа и нанесения оптического покрытия.

Эталоном для характеристик стереоскопического фронтпроекционного экрана является отдельно разработанная поверхность с обладающим высокой отражательной способностью конформным слой (например, из алюминия), описанная в находящейся в общей собственности патентной заявке US 2009/0190210, которая в порядке ссылки включена в настоящую заявку. Отдельно разработанная поверхность может быть сформирована непосредственно на основании файла отображения поверхности или набора правил проектирования и за счет этого способна в принципе обеспечивать практически идеальный профиль рассеивания, PCR и эффективность. Тем не менее, изготовление такой поверхности достаточного размера для изготовления киноэкрана может являться сложной задачей.

В одном из примеров изготовление ранее описанной поверхности может предусматривать изготовление и техническое обслуживание штампа для рулонного тиснения, который может иметь одну или несколько из следующих характеристик: 1) отсутствие швов на барабане или преимущественное отсутствие значительных швов на барабане; 2) отсутствие серьезных дефектов или наличие преимущественно несущественных дефектов, что в любом случае не приводит к образованию повторяющихся искажений на экране (например, пустот, которые образуются из-за зеркальных граней); и/или 3) заданный рельеф поверхности, который является статистически однородным на протяжении всего штампа. Во избежание зрительно неприемлемых дифракционных искажений и комбинационных искажений при конструировании также может быть предусмотрена рандомизация элементов (в отличие от истинно периодической структуры штампа для рулонного тиснения). Кроме того, должна быть хорошо согласована статистика рассеивания по краям полотна, чтобы состыкованные полосы пленки не создавали существенных видимых переходов интенсивности (при нахождении в большинстве или во всех точках в зале).

С учетом размеров и стоимости заготовки рассеивателя приемлемая отдача может быть получена, если практически исключить косметические дефекты вследствие изготовления и транспортировки материала. За счет использования более высококачественных фольгообразующих пигментов, которые обладают более высокой оптической гладкостью и обычно упорядочиваются в плоскости связующей поверхности, может быть достигнута более жесткая статистика. Тем не менее, поверхностям, изготовленным с использованием оптически гладких металлических фольгообразующих пигментов, присущи узкие профили рассеивания (например, угол 5-15° при половинной мощности), в результате чего экраны имеют более высокие TIS, но плохую однородность яркости, зависящую от угла обзора. Кроме того, методам расширения профиля рассеивания обладающего оптическими свойствами пигмента путем регулирования степени образования фольги часто недостает устойчивости. Хотя может использоваться не фольгообразующий пигмент, он обычно вызывает большее объемное рассеивание, которое сложно регулировать и также происходит за счет PCR. Важно, что за счет сочетания рандомизации полотна с рулонным рассеивателем могут преодолеваются недостатки обеих этих технологий.

На фиг. 2 показана блок-схема, иллюстрирующая поперечное сечение структуры проекционного экрана 200 согласно одному из вариантов осуществления. Чешуйчатый экран 200 из рандомизированного полотна может содержать подложку 210 и покрытие 220 из рандомизированного полотна. Покрытие 220 из рандомизированного полотна может содержать текучую среду 230. Текучая среда 230 может содержать проникаемую связующую смолу, такую как без ограничения поливинилхлоридная смола, эмаль, полиуретан, акриловый полимер, глазурь и т.п. и/или раствор в определенной форме на основе растворителя или на водной основе. Текучая среда 230 может служить носителем для чешуек 240. Чешуйками 240 могут являться отдельно разработанные алюминиевые чешуйки или частицы, полученные по меньшей мере из одного или нескольких из следующего: рассеивателя, отражающего покрытия и множества оптических покрытий. Кроме того, чешуйки 240 могут перекрывать друг друга на подложке 210. В одном из вариантов осуществления чешуйки могут преимущественно покрывать большую часть или всю поверхность подложки 210. Далее со ссылкой на фиг. 3 будет подробно описано изготовление чешуйчатого экрана 200 из рандомизированного полотна.

На фиг. 3 показана блок-схема, иллюстрирующая вид в перспективе одного из вариантов осуществления устройства 300, используемого в процессе получения чешуек 240, описанных на фиг. 2. Устройство 300 может иметь подложку 310, рассеиватель 320, разделительный слой 330, оптические покрытия 340 и отражающий слой 350. Рассеиватель 320 может быть получен из исходной непрерывной поверхности (не показанной на фиг. 3). Кроме того, исходная непрерывная поверхность и рассеиватель 320 на фиг. 3 могут измеряться и оцениваться с использованием сходных функциональных требований, каждое из которых будет рассмотрено далее. Получение исходной непрерывной поверхности также будет дополнительно подробно рассмотрено далее.

Характеристики светорассеяния поверхности, изготовленной согласно настоящему изобретению, являются результатом ряда статистических процессов. Обычно полная статистика является результатом

трех стадий изготовления: (1) изготовления исходной непрерывной поверхности, (2) изготовления элементов с дискретной поверхностью и (3) осаждения элементов с дискретной поверхностью. Далее описаны технологии изготовления и параметры, влияющие на статистику первого порядка, а также варианты осуществления, которые наиболее приближены к характеристикам идеальной поверхности.

Получение исходной непрерывной поверхности.

Исходная непрерывная поверхность может быть получена с использованием ряда технологий преимущественного получения поверхности с заданным рельефом. Предпочтительный рельеф поверхности может являться оптически гладким с наклонными, которые изменяются в пространстве в масштабе, который является большим относительно длины волны освещающего излучения. В одном из вариантов осуществления исходная поверхность может быть изготовлена с использованием аналоговой фотолитографии для изготовления производственной оснастки. Изготовление производственной оснастки также может включать промежуточные стадии помимо аналоговой фотолитографии. Кроме того, могут существовать некоторые ограничения, касающиеся природы поверхности и соответствующей статистики, которая может быть достигнута при использовании аналоговой фотолитографии, как в случае оптической регистрации спекл-структур. В другом примере технологии аналоговой фотолитографии с непосредственной лазерной регистрацией могут позволять отдельно разрабатывать поверхности с точностью воспроизведения, ограниченной в основном разрешающей способностью лазерного пятна и получением характеристик/воспроизводимостью функции преобразования оптической регистрации.

Функциональные требования к исходной непрерывной поверхности и рассеивателю.

При получении исходной поверхности может применяться правило проектирования с целью достижения оптимальных характеристик непрерывной поверхности (в соответствии с конкретной геометрией кинозала), как описано в патентной заявке US 2009/0190210. В случае сохраняющей поляризацию фронтпроекционного экрана, а также как описано в патентной заявке US 2009/0190210, существуют строго определенные желательные функциональные требования. В принципе при условии, что функциональные требования преимущественно соблюдены, подробное распределение рельефа поверхности не имеет особого значения. Функциональные требования могут включать без ограничения PCR, форму профиля усиления и внешний вид. Исключением могут являться конструкции с азимутальной зависимостью, которая теряется в случае рандомизации полотна. Далее описаны некоторые базовые характеристики (которые могут не отличаться от функциональных требований) желательных поверхностей.

В случае встречающихся в природе рассеивающих поверхностей, например, не являющихся отдельно разработанными поверхностями характеристики часто определяются путем физического измерения функции распределения двунаправленного альбеда (BRDF, от английского - bi-directional reflectance distribution function), отображающей дифференциальную отражательную способность на телесный угол. Такие измерения также могут осуществляться с использованием чувствительности к поляризации с целью определения профиля PCR. При измерении BRDF на пробном участке, являющемся большим относительно среднего размера элементов рассеивающего устройства, может быть получен относительно гладкий профиль. Многие такие поверхности могут иметь желаемые характеристики матовости и почти лагбертово распределение, поскольку свет, воспринимаемый глазом, является результатом множества событий рассеивания со стороны элементов, которые находятся на уровне/ниже уровня шкалы длин волн. Эта рандомизация может быть выгодна для обеспечения однородного внешнего вида (что может предусматривать исключение оптических эффектов вследствие пространственной когерентности источника на экране), но может неэффективно использовать свет и оказывать отрицательное воздействие на сохранение поляризации.

В случае подмножества рассеивающих поверхностей, которые эффективно сохраняют поляризацию, может существовать прямая зависимость между плотностью вероятности наклона и BRDF. Это объясняется тем, что практически весь свет, отражаемый рассеивателем, является результатом единичных событий рассеивания. Зритель воспринимает свет от соответствующим образом ориентированных контуров поверхности, которые отображают зеркальные отражения. При условии, что углы являются достаточно небольшими (чтобы можно было пренебречь различиями между сложными S- и P-отражениями), при таких взаимодействиях полностью сохраняется локальное состояние поляризации. Кроме того, может быть важен выбор размера и распределения элементов во избежание зернистости (в частности, при больших углах обзора), связанной с низкой пространственной плотностью соответствующим образом наклоненной поверхности. Это также может являться одним из важных обстоятельств для направления отражения, когда в результате наложения частично когерентного света может формироваться спекл. Согласно одной из особенностей настоящего изобретения используется рандомизация полотна с целью извлечения выгоды из обработки поверхностей, доступной в таких технологиях, как выдавливания рельефа с использованием ультрафиолетового излучения, литье с использованием ультрафиолетового излучения, термическое выдавливания рельефа и т.п. с целью получения оптимизированных поверхностей. Выдавливание рельефа с использованием ультрафиолетового излучения может являться желательным способом для обеспечения точности воспроизведения.

Изготовление элементов с дискретной поверхностью.

Согласно одной из особенностей настоящего изобретения и как показано на фиг. 3, рассеивателем 320 может являться рулонный рассеиватель, который может быть изготовлен различными способами, такими как без ограничения рулонное выдавливание рельефа с использованием ультрафиолетового излучения, литье с использованием ультрафиолетового излучения, термическое выдавливание рельефа и т.п. После выдавливания рельефа может осуществляться вакуумное осаждение оптических покрытий или слоев. Как показано на фиг. 3, оптические покрытия или слои могут включать разделительное покрытие 330. В одном из примеров осуществления может использоваться четыре тонкопленочных слоя, таких как разделительное покрытие 330, оптические слои 340 и отражающий слой 350. Одним из назначений разделительного покрытия 330 может являться облегчение отсоединения оптических слоев 340 и отражающего слоя 350 на следующей стадии таким образом, чтобы преимущественно не оставлять осадка или шероховатости поверхности, как описано в патенте US 5672410, который в порядке ссылки включен в настоящее описание. Оптические слои 340 могут образовывать многослойную структуру и могут представлять собой проницаемые диэлектрические пленки, связывающие отражающий слой 350. Отражающий слой 350 может представлять собой металлический слой высокой отражательной способностью. В одном из вариантов осуществления оптическими слоями 340 могут являться диэлектрические слои, а отражающим слоем 350 может являться алюминиевый слой. Диэлектрические слои могут служить для пассивирования алюминия и сохранять механическую целостность структуры на последующих стадиях, как описано, например, в патенте US 6383638, который в порядке ссылки включен в настоящее описание. В отсутствие механически уравновешенной многослойной структуры, высвобождаемые частицы могут скручиваться и сморщиваться, искажая тем самым плотность вероятности наклона частиц. Кроме того, многослойная структура способна лучше выдерживать интенсивный процесс отсоединения, изменения размера, нанесения покрытия и сушки без деформации и последующего уменьшения размера частиц, которые могут отрицательно сказываться на характеристиках экрана.

В одном из вариантов осуществления оптические слои 340 могут представлять собой диэлектрические слои (например, SiO_2 , SiO , SiO_x , MgF_2 и т. п.) и выполнять важную функцию формирования частиц. Хотя в результате вязкого разрушения алюминиевого сырья могут происходить изменения в статистике наклона частиц, диэлектрические слои могут способствовать хрупкому разрушению вследствие диэлектрического свойства высокого сопротивления сжатию относительно сопротивления растяжению. Первый диэлектрический опорный слой, который может прилегать к рассеивателю, может наноситься таким образом, чтобы он растрескивался по произвольным контурам структуры рассеивателя, в результате чего в отсутствие дальнейших мер в конечном итоге может быть получен широкий спектр размеров частиц. В одном из примеров исходный диэлектрический опорный слой может формироваться путем осаждения в направлении по нормали к подложке 310, в результате чего исходный диэлектрический опорный слой может иметь относительно небольшую толщину в областях с сильным наклоном. Соответственно, исходный диэлектрический опорный слой может являться относительно непрочным и растрескиваться в местах наибольшего наклона.

Исходный процесс отсоединения может включать, например, погружение пленки в ультразвуковую ванну, содержащую растворитель. Обычно в результате этого могут быть получены слишком крупные для распыления частицы, размер которых затем может быть уменьшен. Примеры изменения размера могут включать без ограничения размельчение, размол на струйной мельнице или любое высокоскоростное столкновение частиц с твердыми поверхностями (или друг с другом), которое может использоваться для дальнейшего разрушения частиц. В зависимости от числа технологических параметров может быть выбран средний размер частиц, даже несмотря на то, что разброс размерного ряда частиц обычно может являться достаточно широким. Без дальнейшей обработки и выбора среднего размера частиц разброс размерного ряда частиц способен ограничивать потенциальные характеристики получаемого экрана. В одном из примеров при использовании традиционных способов нанесения распылением может быть необходимо исключить очень крупные частицы во избежание засорения распылителя. В результате засорения распылителя снижается пропускная способность и может ухудшаться качество продукции вследствие разбрызгивания и образования крупных макроскопических комков, которые могут ухудшать косметическое качество экрана. Кроме того, мелкие частицы способны равномерно разрушать как желаемый профиль рассеивания и PCR посредством рассмотренных далее механизмов.

Формирование дискретных рассеивающих частиц путем отсоединения может представлять собой второй статистический процесс. Процесс отсоединения может влиять на характеристики получаемого экрана по большей части за счет статистики размера частиц и, в частности, размера рассеивающих частиц относительно других существенных свойств. В процессе отсоединения оптически также может происходить отсоединение функциональных слоев от рассеивающей подложки, что приводит к стиранию данных памяти ориентации частиц (включая знак вектора нормали к поверхности) относительно подложки. Таким образом, хотя стадии отсоединения и нанесения покрытия могут быть статистически связаны, общий вклад ориентации частиц может быть в основном отнесен на счет стадии нанесения покрытия.

На фиг. 4 показана блок-схема, иллюстрирующая спектр 400 размеров и градаций элементов конкретного экрана. Размер 410 рассеивающих элементов может быть сконфигурирован значительно большим, чем длина волны освещающего излучения, чтобы гарантировать возможность локального сохранения поляризации при отражении, как показано локальным статистическим диапазоном 420. Выше этого предела (этот предел может относиться к шкале длин, приблизительно на один микрон выше которой происходит зеркальное отражение, и ниже которой свет рассеивается; например, определяемый не приближением Френеля, а дифракцией) взаимодействия света с поверхностью описываются зеркальным отражением согласно статистике 440 дальнего порядка, при этом характеристики соответствующим образом прогнозируются уравнениями Френеля. При исследовании в масштабе (и незначительно большем) статистики 440 дальнего порядка, статистические профили рассеивания разрежены (и сходятся с детерминированными на самом нижнем конце), поскольку они отображают локализованные события. С увеличением площади исследования статистика рассеивания становится более полной и тем самым начинает описывать характер макроскопических поверхностей.

Спектр 400 подразумевает поверхность со случайным распределением размеров рассеивающих элементов, при этом детерминированная структура (например, матрица элементарных линз) имела бы значительно более узкое распределение. Спектр 400 также иллюстрирует одно возможное типичное распределение градаций 430 размеров частиц, которое может значительно изменяться в зависимости от распределения размера 410 рассеивающих элементов. В одном из вариантов осуществления может быть предпочтительным минимальное перекрытие этих распределений, а в оптимизированном случае распределения могут быть значительно разнесены. Область 450 перекрытия отображает интервал, в котором размер рассеивающих элементов и размер частиц могут быть сравнимы, а в некоторых случаях частица может представлять собой только часть единичного элемента рассеивателя.

В одном из примеров осуществления размер частиц может значительно превышать наибольший размер рассеивающих элементов, и статистика может становиться более полной. Такими частицами может являться подавляющее большинство частиц пигмента, используемого для нанесения покрытия на экран. Наименьший масштаб, при котором достигается устойчивое отображение макроскопических поверхностей, может зависеть от статистики 440 дальнего порядка. Согласно статистике 440 дальнего порядка, профиль рассеивания может являться гладким и практически неотличимым от профиля, определенного при исследовании значительной больших областей. В случае поверхности с элементами рассеивателя произвольных размеров масштаб, в котором регистрируется статистика дальнего порядка, может значительно превышать наибольший размер частиц. Хотя эта ситуация может являться неидеальной, она характерна с учетом практических ограничений размеров частиц пигмента. Если поверхность является детерминированной, статистика дальнего порядка может регистрироваться в значительно меньшем масштабе. В любом случае предпочтительно может сводиться к минимуму разрыв между размером частиц и статистикой дальнего порядка.

В еще больших масштабах, таких как масштаб статистики 460 по совокупности условия обзора экрана, могут являться такими, что на экране зрительно различима и, соответственно, неприемлема любая неоднородность. Такие неоднородности, также именуемые структурой экрана, обычно могут отображаться в виде случайных помех или неподвижных структурных помех, которые способны ухудшать качество как двумерных, так и стереоскопических изображений. Структура экрана может проявляться в виде едва различимой модуляции наблюдаемой интенсивности, а также локализованной потери PCR в зависимости от спектра размеров элементов помехи. В этом и больших масштабах могут существовать зрительно различимые дефекты покрытия, смещение и нарушения профиля рассеивания вследствие недостатка контроля качества работ при изготовлении как оснастки, так и материала подложки. Кроме того, рассеиватель может иметь направленность, которая также может смещаться в пространстве. Следует отметить, что этот дефект может представлять собой малоконтрастное макроскопическое нарушение усиления, а не точечный дефект, например, связанный с местным перегревом. Как указано далее, относительно небольшие точечные дефекты с очень высокой контрастностью могут вызывать резкие изменения усиления, которые также неприемлемы.

Статистика 460 по совокупности может отображать преимущественно все возможные исходы, которые в данном контексте могут оцениваться в масштабе готового экрана. Статистика 460 по совокупности может относиться как к исходному рассеивателю, используемому для получения пигмента (до отсоединения), так и к готовому экрану с покрытием. Степень сходства статистика по совокупности для исходного рассеивателя и готового экрана может в значительной мере зависеть от относительного размера элементов, что подробно рассмотрено далее.

В одном из примеров осуществления размер частиц может быть достаточно большим для получения статистики дальнего порядка с учетом ограничений на однородность процесса выдавливания рельефа, но размер частиц может быть меньшим, чем любой зрительно различимый дефект, требующие гомогенизации. С учетом ограничений на верхний предел размера частиц пигмента первое из условий может быть сложно выполнимым, а выполнение второго условия может быть несложным в условиях кинотеатра. Кроме того, рандомизация полотна может дополнительно применяться для гомогенизации элементов с меньшими дефектами, которые, будучи зрительно неразличимыми, могут отражать значительные на-

рушения интенсивности. Например, на различных технологических стадиях, таких как без ограничения, выдавливание рельефа с использованием ультрафиолетового излучения или изготовление оснастки из-за пузырьков могут образовываться пустоты, при металлизации которых в плоскости подложки образуются грани с высокой отражательной способностью. Хотя такие дефекты могут иметь небольшие размеры (например, порядка нескольких сот микрон) почти все падающее излучение перенаправляется в зеркальном направлении. Результатом является резкий всплеск интенсивности (сверкание), который нарушает однородность изображения и тем самым ухудшает внешний вид. Такие грани образуются на относительно тусклом фоновом рассеивателе, который перенаправляет падающий свет под тупым телесным углом в соответствии с BRDF.

На фиг. 5А и 5Б показаны блок-схемы, иллюстрирующие, соответственно, дефект до и после рандомизации полотна. Так на фиг. 5А показаны дефекты подложки 500 до рандомизации полотна, а на фиг. 5Б показаны дефекты подложки 510 после рандомизации полотна (не в масштабе). Дефекты или отдельные грани 520, 530 на подложке 500 (до рандомизации полотна), могут иметь диаметр несколько сот микрон и потенциально могут быть гомогенизированы путем рандомизации полотна. Отдельная грань 520 содержит линии 520а, 520b, 520с излома при образовании чешуек 521, 522, 523 и 524. Аналогичным образом, отдельная грань 530 содержит линии 530а и 530b излома при образовании чешуек 531, 532 и 533. Хотя материал вокруг отдельных граней 520 и 530 также может содержать изломы, в рассматриваемом контексте на фиг. 5А проиллюстрированы только линии излома отдельных граней. После рандомизации полотна подложка 510 содержит чешуйки 521, 522, 523, 524, 531, 532 и 533, произвольно распределенные по подложке 510.

Хотя дефекты, проиллюстрированные на фиг. 5А, могут не полностью устраняться в масштабе частиц, за счет уменьшения площади граней может ослабляться их влияние на наблюдаемое качество. В более крупном масштабе аналогичным образом могут гомогенизироваться скопления таких дефектов и скопления, повторяющиеся вследствие изъянов в изготовлении оснастки. Скопления небольших зеркальных граней часто связаны с эффектом перегрева, который может проявляться в виде всплеска профиля усиления в зеркальном направлении. При отсоединении частиц от подложки и повторном нанесении может обеспечиваться достаточная рандомизация наклона для преимущественного устранения этого эффекта.

В другом примере осуществления профили рассеивания, измеряемые в масштабе зрительно непосредственно различимой области ("JRA") материала готового экрана, могут практически обеспечивать статистику по совокупности для исходного рассеивателя. Целью рандомизации полотна может являться уменьшение масштаба, необходимого для обеспечения статистики по совокупности путем усреднения материала по азимуту и положению в масштабе JRA. В условиях кинотеатра средний масштаб в случае малоконтрастной структуры может составлять порядка 1 см или более.

В другом примере осуществления при изготовлении материала рассеивающей подложки различия между статистикой дальнего порядка и статистикой по совокупности могут преимущественно поддерживаться в пределах заданного допуска. Для уменьшения или устранения излишней текстуры внешнего вида готового экрана может быть предпочтительным, чтобы наблюдаемый переход интенсивности между любыми двумя соседними частицами совокупности (при любой относительной ориентации по азимуту) был меньшим, чем непосредственно различимое различие ("JND"). Для большинства (крупных) зрительно различимых частиц эта величина может составлять приблизительно один процент средней интенсивности. В одном из примеров размер частицы может быть значительно меньшим, чем JRA, что может ослаблять желаемую однородность. Кроме того, даже если такие переходы значительно превышают JND, они могут быть допустимыми при условии, что текстура является едва различимой, а частицы в этом случае имеют небольшой размер относительно JRA. Это происходит в случае стандартного распределения частиц пигмента по размерам, наблюдаемого в условиях кинотеатра.

Одним из применимых показателей рабочих характеристик может являться соотношение площади частиц и средней площади рассеивающих элементов или соотношение частиц и элементов ("PFR"). PFR является непосредственным показателем способности частицы обеспечивать статистику рассеивания дальнего порядка. PFR также может являться косвенным показателем соотношения сторон частицы (соотношения среднего плоскостного размера частицы и высоты неровностей) и вероятности сохранения ориентации частицей при переносе с несущей подложки на подложку экрана. В частности, исходный рассеиватель обычно отвечает желательным требованиям к рассеиванию при небольшой (приблизительно 20%) высоте неровностей поверхностей относительно плоскостных размеров. Таким образом, частица с большим PFR имеет большое соотношение сторон. Такие частицы имеют внешний вид бугристых пластинок, которые имеют тенденцию формировать массив с целью наилучшего сохранения исходной плотности вероятности наклона в способе нанесения покрытия. Так, с точки зрения использования выгоды структурированной частицы в конечном итоге обычно предпочтительным может являться большой PFR.

В случае произвольных поверхностей каждая частица является моделью совокупности и, следовательно, каждая частица может обеспечивать однозначное и неполное представление статистики поверхности. Статистика является более полной, когда PFR увеличивается и, соответственно, частица приближается к более достоверному представлению исходной поверхности. Это говорит в пользу частиц наи-

большого возможного размера (при условии, что частицы не будут деформированы/разрушены при последующей обработке и при условии, что частицы достаточно малы относительно JRA) и рассеивающих элементов наименьшего возможного размера. В традиционных способах нанесения покрытий распылением существуют ограничения на максимальный размер частиц во избежание сложностей с нанесением покрытия. Очень крупные частицы удаляются или в противном случае засоряют распылитель, в результате чего образуются макроскопические помехи изображения и снижается пропускная способность. В традиционных способах окрашивания приблизительная градация размеров может составлять 200 мкм, более предпочтительно 50 мкм. В одном из вариантов осуществления в способе окрашивания могут использоваться частицы с размерами более 300 мкм.

Кроме того, минимальный возможный размер элементов может зависеть от способа оптической регистрации. В процессе записи изображения (например, спекл-изображения) могут возникать сложности с обеспечением разрешения очень мелких спеклов из-за качества системы формирования изображений и проблем оптомеханической устойчивости. Вибрации, которые происходят во время записи, могут отражаться на качестве эталонного изображения, вызывая размытость. Тем не менее, есть основания полагать, что в случае записи изображения (например, спекл-изображения) или отдельно разработанных поверхностей с непосредственной лазерной регистрацией возможен средний размер элементов приблизительно 5 мкм. PFR, приемлемый для обеспечения большей части статистики рандомизированной поверхности, должен составлять приблизительно 100. Тем не менее, проблема состоит в том, что при изломе рандомизированной поверхности спектр размеров частиц является довольно широким, в результате чего имеется значительное число (мелких) частиц размером порядка размера элементов или даже меньше.

В случае записи произвольно малых элементов нижний предел может составлять приблизительно один микрон, что может гарантировать сохранение поляризации при отражении. Тем не менее, в случае покрытия из дискретных частиц может быть затруднительным применять нижний предел из-за влияния резких границ. Исследования с помощью кросс-поляризационного микроскопа позволяют визуализировать PCR непосредственно на поверхности с целью идентификации источника потерь при ортогональной поляризации. В кросс-поляризационном микроскопе отдельные частицы выглядят ярко оконтуренными, как если бы изображение рассеивающих поверхностей было подвергнуто высокочастотной пространственной фильтрации. Поскольку краевое рассеивание обычно является "белым" в угловом интервале, его вклад в получаемый PCR обычно соответствует профилю усиления. Пигменты на основе металлических чешуек обычно содержат значительное количество частиц с низким PFR, что может значительно способствовать плотности таких краев и тем самым приводить к значительной потере PCR. В случае оптимизированного способа нанесения покрытий PCR имеет тенденцию расти с размером частиц вследствие сопутствующего уменьшения площади поверхностной плотности краев.

Существуют две основные выгоды, приносимые регулированием распределения размера частиц при изготовлении. Первой является улучшение статистики частиц, которая влияет на характеристики экрана, а второй является повышение выхода пигмента, который является носителем затрат. В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения в процессе записи эталонного изображения может дополнительно использоваться метод регулирования последующего распределения размера частиц. Это может делаться путем введения/наложения элементов, регулирующих разрушение материала при отсоединении от подложки. Такие "компенсационные швы", которые могут иметь форму сетки, способны обеспечивать более жесткую статистику распределения размеров частиц. С учетом того, что компенсационные швы обычно не вносят помехи изображения, такие как грани по периметру, такой подход может обеспечивать лучшие характеристики экрана и более высокий выход пигмента. В качестве альтернативы, может применяться высокочастотная фильтрация спектра частиц с целью отсоединения мелких частиц пигмента, которые ухудшают характеристики.

Если частицы имеют достаточно небольшие размеры, позволяющие путем рандомизация полотна рандомизировать дифракционные искажения (например, методами нанесения покрытия распылением), идеи изобретения можно использовать в детерминированных микроструктурах, таких как без ограничения периодические структуры. Подразумевается, что используемый в описании термин "детерминированные" может означать разумно и/или статистически прогнозируемый, конкретно сконструированный или иметь значение, известное специалистам в данной области техники. Периодические структуры могут иметь однородные высоты неровностей профиля элементов, за счет чего повышается вероятность сохранения частицами желательной ориентации. Более того, периодические структуры могут содержать встроенные компенсационные швы, которые могут преимущественно устранять необходимость в дополнительных технологических стадиях процесса записи. За счет этого могут обеспечиваться точки разрыва, которые преимущественно регистрируются относительно рассеивающих элементов. Детерминированная микроструктура может быть сконструирована с целью обеспечения статистики дальнего порядка при относительно низком PFR. Кроме того, даже единичный рассеивающий элемент может обеспечивать полное представление желательного профиля рассеивания.

Нанесение покрытия на элементы с дискретной поверхностью.

Способ нанесения покрытий согласно настоящему изобретению может позволять получать поверхности с хорошим приближением к поверхности исходного непрерывного рассеивателя. Кроме того, при использовании выгод усреднения в результате рандомизации полотна получаемые поверхности могут быть сходны с поверхностью исходного непрерывного рассеивателя. В принципе это может достигаться путем использования относительно небольшого числа крупных частиц, которые могут обеспечивать адекватное представление статистики дальнего порядка и могут быть покрывать поверхность с минимальным перекрытием. За счет покрытия с минимальным перекрытием могут преимущественно сводиться к минимуму изменения статистики наклона вследствие наклона частиц и при этом обеспечиваться высокий коэффициент заполнения (соотношение отражающей площади и общей площади) с преимущественно минимальной потерей пигмента. Такая поверхность также может иметь преимущественно минимальную плотность краев, за счет чего преимущественно доводится до максимума PCR. Хотя существуют технологии нанесения покрытий из очень крупных частиц, этот сценарий может быть непрактичным для многих традиционных способов нанесения покрытий. В одном из вариантов осуществления может быть предпочтительным использовать частицы размером приблизительно 100 мкм или менее.

Обычно нанесение покрытия может включать смешивание отражающих частиц с текучей средой, такой как текучая среда 230, рассмотренная со ссылкой на фиг. 2. Для нанесения смеси на подложку может использоваться любое число известных из техники способов, наиболее распространенным из которых является нанесение покрытия распылением. В случае нанесения пигментов на большие площади окрашивание распылением может являться более эффективным способом, чем способы печатания.

При изготовлении традиционных проекционных экранов сваривают друг с другом полосы пластифицированной подложки обычно шириной от одного до двух метров и натягивают их на раму. Затем с помощью распылительных колец растрируют положение распылителя до достижения достаточного покрытия. Оптические свойства покрытой поверхности зависят от нескольких статистических переменных, в число которых среди прочего входят геометрические характеристики частиц, объемное соотношение пигмента и связующего ("PBR"), разбавление, любые дополнительные добавки, такие как матирующие вещества или ингибиторы горения и подробная методика нанесения покрытия. В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения используются однозначно определяемые требования к покрытию в том смысле, что статистика может определяться рельефом поверхности внутри пигмента, а нанесение покрытия может являться детерминированным процессом. Иными словами, нанесение покрытия может преимущественно сводить к минимуму влияние статистики наклона частиц на профиль рассеивания. В одном из примеров нанесения покрытия может быть получена практически непрерывная металлическая поверхность оптического интерфейса с преимущественно минимальным покрытием (для придания механической целостности и долговечности). Оптическим интерфейсом может являться оптически функциональный слой пигмента или слой, который может перенаправлять свет проектора на зрителей и который в идеале является по возможности планарным. Это может достигаться при нанесении влажного покрытия с использованием фольгообразующих металлических пигментов, которые могут всплывать на поверхность и самоорганизовываться в плотный планарный оптический интерфейс. Плотный оптический интерфейс может проходить в одном из двух или обоих направлениях, включающих плоскостное направление (с максимальным коэффициентом заполнения) и направление толщины. Поскольку фольгообразующие пигменты имеют высокое поверхностное натяжение, они могут не увлажняться связующей матрицей и: подниматься на поверхность. При изготовлении гранулированного алюминия часто используют такие средства, как стеариновая кислота, которые обычно модифицируют поверхностное натяжение и усиливают образование фольги. В результате образования фольги обеспечивается высокий коэффициент заполнения с использованием минимума пигмента за счет текучести частиц и способности заполнять зазоры на верхней поверхности. Подвижность/скорость диффузии в процессе сушки зависит от размера/веса частиц.

В пределах высокого PFR рассеивающие элементы представляют поверхностные возмущения, и существует как таковая однозначная глобальная нормаль к поверхности. Любое отклонение этой нормали к поверхности частиц от нормали к подложке экрана может считаться углом наклона частиц и может обеспечивать соответствующую плотность вероятности наклона для поверхности с покрытием. С учетом неупорядоченности покрытия это азимутально-симметричная функция, которая плавно сходит на нет от вершины в направлении нормали к подложке (например, гауссова функция). В соответствии с настоящим изобретением путем нанесения покрытия может преимущественно сводиться к минимуму ширина плотности вероятности наклона частиц, и может быть получен плотный массив частиц, номинально лежащих в одной плоскости на поверхности. При значительной ширине плотности вероятности наклона частиц может расширяться общая плотность вероятности наклона. Кроме того, в отличие от (зеркальных) плоских ярких пигментов на основе металлических чешуек, которые могут иметь толщину, определяемую в основном массивом оптического покрытия, рельеф поверхности пигмента настоящего изобретения может являться важной особенностью потенциальной плотности, достижимой в направлении толщины. За счет высокой плотности в направлении толщины на поверхности может достигаться одно из следующего: сведение к минимуму наклона частиц, сведение к минимуму оптический вклад связующего и сведе-

ние к минимуму дополнительно глубины поверхности, из-за чего может поглощаться свет, возникать затенение, происходить потеря света и множественные события рассеивания. И в этом случае может быть предпочтительным получение желаемой статистики при минимальном размере элементов целью преимущественного сведения к минимуму эффективной толщины частиц.

Хотя из-за наклона частиц может расширяться распределение плотности вероятности наклона частиц, другой механизм, называемый осадкой частиц, может сужать распределение плотности вероятности наклона частиц. Может существовать недостаток разделения или перекрытия размерного ряда рассеивающих элементов и размерного ряда частиц (показанного как область 450 перекрытия на фиг. 4), что может приводить к значительному различию между статистикой по совокупности исходного рассеивателя и статистикой по совокупности готового экрана. До отсоединения каждая частица может иметь средний вектор нормали к поверхности ("MSNV", от английского - mean surface normal vector). Статистика частиц может быть сохранена путем сохранения этого угла на протяжении отсоединения и нанесения покрытия. По мере того как размер частицы становится сравнимым или меньшим, чем размер рассеивающего элемента, статистика начинает приобретать локализованный характер. Когда это происходит, плотность вероятности для MSNV может начинать расширяться и может становиться совокупной плотностью вероятности в пределах мелких частиц. В пределах крупных частиц плотность вероятности для MSNV может сходиться с плотностью вероятности для нормали к подложке. Между этими пределами в процессе рандомизации полотна могут преимущественно сохраняться характеристики рассеивателя при условии сохранения аналогичным образом информации, содержащейся в спектре MSNV. При этом частицы могут "оседать" при отсоединении от подложки и могут затруднять сохранение информации, содержащейся в спектре MSNV.

Широкий спектр MSNV может означать, что существенная информация о наклоне может быть потеряна при отсоединении и последующем нанесении покрытия. Например, если с нижней стороны каждой частицы была удалена структура рассеивателя, частицы могут иметь тенденцию падать или оседать на нижележащую подложку. Результатом может становиться общая потеря наклона и соответствующее сужение профиля усиления. После нанесения покрытия мелкие частицы, которые содержали небольшое количество информации об их исходном наклоне, могут иметь наклон, согласованный с наклоном более крупных нижележащих частиц, что облегчает задачу. Следует отметить, что в этом примере в достаточной мере не описано поведение фольгообразующих пигментов в связующем. Тем не менее, общей тенденцией и в этом случае является потеря величины усиления вследствие феномена осадки. Одним из желательных способов решения этой задачи может являться поддержание высокого PFR для большинства или всех частиц из совокупности. В одном из вариантов осуществления средний размер рассеивающих элементов может находиться в интервале приблизительно 5-10 мкм, средний размер частиц может находиться в интервале приблизительно 70-90 мкм, минимальный размер частиц может составлять менее приблизительно 20 мкм.

Рандомизация полотна может сопровождаться пространственным перераспределением частиц, (статистической) перестановкой 50% частиц и рандомизацией азимутов частиц. На практике на рандомизацию полотна также может влиять распределение вероятности наклона частиц, осадка, и краевые эффекты. Значимость последнего фактора может зависеть в основном от соотношения распределения по размерам частиц и рассеивающих элементов или PFR. При повсеместно высоком PFR внешний вид экрана может преимущественно определяться масштабом рассеивающих элементов, а не масштабом частиц. В этом состоит отличие от экрана, состоящего из плоских металлических частиц фольгообразующих пигментов, у которых наиболее важным показателем является масштаб частиц. В качестве альтернативы, желательным способом преимущественной гомогенизации внешнего вида экрана, для сохранения поляризации которого необходимы в основном единичные отраженные волны, может являться уменьшение масштаба рассеивающих элементов. С учетом того, что частицы согласно настоящему изобретению могут включать рассеивающие элементы размером приблизительно в несколько микрон, скорее всего, внешний вид будет походить на внешний вид традиционного матового экрана для двумерных изображений. В отличие от этого, экран, состоящий из плоских металлических частиц фольгообразующего пигмента, имеющий средний размер порядка десятков микрон, скорее всего, будет иметь более шероховатый зернистый внешний вид.

Рандомизация полотна может являться эффективным методом преимущественной гомогенизации внешнего вида экрана в масштабе JRA и крупнее. Тем не менее, в этом и меньших масштабах текстуру экрана, может затрагивать одна из особенностей наблюдаемого качества. Одним из примеров заявленного экрана можно считать поверхность, которая осуществляет случайную (дискретную) выборку проецируемого изображения при отражении. При нахождении в конкретном положении обзора относительно экрана зрительная система формирует изображение объекта на сетчатке.

В другом примере экран может быть образован случайным распределением мелких планарных зеркальных граней. В зависимости от случайного наклона каждая грань может направлять падающую плоскую волну в направлении обзора. Если пространственная дискретизация является разреженной, изображение может выглядеть зернистым, но, если средний пробег между апертурами является значительно меньшим, чем JRA, изображение может выглядеть относительно гладким. В традиционном экране с ис-

пользованием плоских металлических частиц фольгообразующих пигментов средний масштаб дискретизации изображения связан с размером частиц пигмента, при этом средний пробег выборками является преимущественно большим (зависящим от плотности вероятности наклона). В качестве альтернативы, пигменты согласно настоящему изобретению могут обеспечивать дискретизацию в значительно меньшем масштабе (например, в масштабе размера рассеивающих элементов). В одном из примеров настоящего изобретения частица размером 50 мкм может содержать рассеивающие элементы размером 5 мкм, а число выборок может быть в 100 раз больше, чем в случае пигмента из плоских металлических частиц идентичного размера. Хотя эти пигменты могут представлять собой дискретные частицы, их поведение не может определяться периметром частиц (в первом приближении), как в случае пигментов из плоских металлических частиц. Кроме того, вероятность наклона частиц и края частиц обуславливают эффекты второго порядка. Помимо этого, внутренняя структура частиц может обеспечивать устойчивость частиц к наклону с частичным устранением краевых эффектов.

Таким образом, может быть предпочтительным, чтобы рассеивающие элементы имели очень небольшие размеры относительно масштаба, в котором глаз способен различать структуру. Масштабом может являться непосредственно различимый размер ("JRD") или JRA. В последнем случае может гарантироваться, что восприятие однородности поверхности является результатом (некогерентного) наложения на сетчатку за счет вкладов множества отраженных волн. В одном из примеров осуществления может иметь место большое число таких вкладов отдельных частиц в любом направлении обзора, за счет чего создается матовость.

Способность различать текстуру экрана может быть ограничена угловой разрешающей способностью зрительной системы и разрешающей способностью органов чувства (сетчатки). При нормальном зрении могут распознаваться буквы при угловой высоте 5 дуговых минут, при этом каждый элемент буквы имеет угловую высоту в 1 дуговую минуту. Такие испытания проводятся с использованием объектов "черное на белом" с четкими краями в условиях высокой общей освещенности. Более того, это испытание может в основном касаться части глаза, соответствующей ямке сетчатки. За пределами зоны наибольшей разрешающей способности острота зрения может снижаться на 50% приблизительно на каждые 2°. Кроме того, острота зрения может снижаться в условиях сниженной общей освещенности. Согласно существующим стандартам яркость в кинотеатрах составляет 14 фут-ламберт при двумерной проекции и всего 4,5 фут-ламберт при трехмерной проекции, в результате чего острота зрения может значительно ухудшаться из-за увеличенной аберрации при расширении зрачка. Наконец, острота зрения может зависеть от контрастности. Едва различимая случайная модуляция интенсивности может быть более сложной для восприятия, чем периодические черно-белые полосы. Поскольку максимум чувствительности глаза находится на низкой пространственной частоте от двух до трех циклов, непосредственно различимая пространственная частота (связанная с JRA) значительно смещается с уменьшением глубины модуляции. При приблизительно 100% синусоидальной модуляции может быть возможным различать приблизительно 7-мм объект с расстояния около 12 м, но при приблизительно 10% модуляции разрешающая способность может ухудшаться приблизительно до 13 мм, а при приблизительно 2% модуляции разрешающая способность может ухудшаться приблизительно до 50 мм. Так, с учетом случайного характера неоднородностей экран, разумно предположить, что JRA на поверхности экрана может составлять приблизительно от 1 до 5 см при стандартном для кинотеатров расстоянии до экрана. При меньших размерах объектов, чем JRA, может происходить пространственное усреднение, связанное с взвешенной модуляционно-передаточной функцией (MTF, от английского - modulation transfer function) чувствительности зрительной системы.

В другом примере осуществления рандомизация полотна может выгодно использоваться конкретно с целью получения желаемого профиля рассеивания посредством усреднения азимутов. При усредненном азимуте может для формирования профиля рассеивания в масштабе JRA использоваться асимметричный профиль рассеивания. Тем не менее, поскольку азимутальная зависимость может быть выраженной и способна оказывать значительное влияние на однородность профиля рассеивания, во избежание проблем с текстурой может потребоваться большее соотношение JRA и размера частиц. Аналогичная ситуация может возникать при значительных пространственных изменениях профиля рассеивания подложки или при смешивании частиц двух типов с целью получения желаемых пространственно усредненных профилей рассеивания. В одном из примеров осуществления могут быть изготовлены частицы двух различных типов, при этом в зависимости от соотношения компонентов в смеси может быть получено множество продуктов. Например, путем соответствующего смешивания частиц, имеющих высокий и низкий коэффициенты усиления, может быть получен среднemasштабный профиль.

На фиг. 6 показана блок-схема, иллюстрирующая один из вариантов осуществления способа 600 изготовления проекционного экрана. Хотя на блок-схеме операции проиллюстрированы в заданном порядке, они могут выполняться в другом порядке, кроме того, операции могут быть при необходимости исключены. Выполнение операций начинается с шага 610, на котором могут быть получены оптически гладкие поверхности. Как указано ранее, оптически гладкие поверхности могут быть получены с использованием производственной оснастки с заданным рельефом поверхности. Затем на стадии 620 с использованием оптически гладкой поверхности может быть изготовлен рассеиватель. Рассеивателем может

являться рулонный рассеиватель, который может быть изготовлен с использованием любого числа технологий, таких как рулонное выдавливание рельефа с использованием ультрафиолетового излучения.

На стадии 630 на рассеиватель может быть нанесено по меньшей мере первое оптическое покрытие. Первым оптическим покрытием может являться разделительное покрытие. После нанесения первого оптического покрытия или вблизи рассеивателя в отсутствие первого оптического покрытия также может быть нанесено второе оптическое покрытие. Разделительное покрытие может способствовать описанному в изобретении последующему разъединению второго оптического покрытия и рассеивателя. Вторым оптическим покрытием может являться диэлектрический материал, такой как без ограничения SiO_x , MgF_2 и т.п. Кроме того, как указано со ссылкой на фиг. 3, диэлектрик может наноситься таким образом, чтобы он растрескивался по случайным контурам структуры рассеивателя. В качестве альтернативы, в одном из вариантов осуществления и как указано ранее, диэлектрический материал может растрескиваться вдоль "компенсационных швов", которые могут образовывать сетчатые элементы в структуре рассеивателя.

На стадии 640 на второе покрытие может быть нанесен отражающий слой. Отражающим слоем может являться металлический слой, такой как слой алюминия, но им может служить покрытие любого типа с высокой отражательной способностью. Затем на стадии 650 на отражающий слой может быть нанесено дополнительное оптическое покрытие. Дополнительным оптическим покрытием может являться диэлектрический слой, такой как без ограничения, SiO_x , MgF_2 и т.п. Второе оптическое покрытие и дополнительное оптическое покрытие могут образовывать многослойную структуру. Например, с обеих сторон отражающего слоя могут быть нанесены два оптических покрытия.

На стадии 660 могут быть получены отдельно разработанные частицы путем отсоединения оптически функционального материала, который содержит второе оптическое покрытие, отражающий слой и дополнительное оптическое покрытие. Отсоединение оптически функционального материала может осуществляться любым числом способов, таких как без ограничения погружение пленки в содержащую растворитель ультразвуковую ванну. Отдельно разработанные частицы, которые могут быть получены путем отсоединения, могут иметь слишком большие размеры для использования при нанесении покрытия, что может быть проверено на стадии 670. На стадии 670 может быть осуществлена оценка отдельно разработанных частиц, чтобы проверить, находится ли их размер в пределах заданной градации размеров. Если отдельно разработанные частицы слишком велики, их размер может быть изменен на стадии 680, а затем снова может быть осуществлена их оценка, как описано со ссылкой на стадию 670. Если размер отдельно разработанных частиц находится в пределах заданной градации размеров, на стадии 690, отдельно разработанные частицы могут быть смешаны с текучей средой. Как указано со ссылкой на фиг. 2, текучая среда может включать прозрачную связующую смолу, такую как без ограничения поливинилхлоридная смола, эмаль, полиуретан, акриловый полимер, глазурь и т.п. и/или раствор в определенной форме. Текучая среда может служить носителем для отдельно разработанных частиц. Затем на стадии 695 текучая среда и отдельно разработанные частицы могут быть перенесены на подложку в процессе нанесения покрытия. Нанесение покрытия может включать окрашивание распылением или любой известный из техники способ распыления и/или печатания.

Используемые в описании выражения "преимущественно," "преимущественно приближены(н)", "преимущественно сводят(ит) к минимуму" и "приблизительно" указывают на принятый в отрасли допуск в отношении соответствующего им термина и/или взаимозависимость между элементами. Такой принятый в отрасли допуск составляет от менее 1 до 10% и относится, без ограничения, к параметрам компонентов, углам и т.д. Такая взаимозависимость между элементами находится в пределах от менее 1 до 10%.

Хотя выше описаны различные варианты осуществления в соответствии с раскрытыми принципами изобретения, подразумевается, что они представлены лишь в порядке примера, а не ограничения. Таким образом, объем охраны настоящего изобретения не должен быть ограничен каким-либо из описанных выше примеров осуществления, и определяется только формулой изобретения и ее эквивалентами, вытекающими из раскрытия настоящего изобретения. Кроме того, указанные выше преимущества и признаки, приведенные в описанных вариантах осуществления, не ограничивают применение изобретения в процессах и структурах, в которых реализованы какие-либо или все из упомянутых преимуществ.

Помимо этого, содержащиеся в описании заголовки разделов приведены в соответствии с рекомендациями статьи 1.77 Раздела 37 Свода федеральных нормативных актов США или для облегчения поиска информации. Эти заголовки не ограничивают и не описывают изобретение(я), заявленное в каком-либо из пунктов формулы изобретения, который может вытекать из раскрытия. В частности и в качестве примера, хотя в описании содержится раздел под заголовком "Область техники, к которой относится изобретение", формула изобретения не должна быть ограничена содержанием этого раздела, в котором описана так называемая область техники. Кроме того, описание технологии в разделе "Предпосылки создания изобретения" не должно считаться признанием того, что определенная технология является прототипом какого-либо изобретения(ий), раскрытого в настоящем описании. Раздел "Краткое изложение сущности изобретения" также не должен рассматриваться в качестве описания изобретения(ий), заявленного в формуле изобретения. Помимо этого, любое упоминание в настоящем описании "изобретения" в единствен-

ном числе не должно использоваться для доказательства того, что в настоящем описании раскрыт лишь один обладающий новизной объект. В объем множества пунктов формулы изобретения, вытекающих из настоящего описания, может входить множество изобретений, и соответственно в таких пунктах формулы изобретения заявлено охраняемое ими изобретение(я) и его эквиваленты. Во всех случаях объем таких пунктов формулы изобретения рассматривается согласно их существу в свете настоящего описания и не должен быть ограничен приведенными в описании заголовками разделов.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ изготовления сохраняющего поляризацию проекционного экрана, содержащий этапы, на которых

изготавливают оптически функциональный материал на несущей подложке;

отделяют оптически функциональный материал для получения дискретных рассеивающих частиц с контролируемыми статистиками вероятностей наклона частиц и профилями рассеивания;

изготавливают покрытие, включающее в себя дискретные рассеивающие частицы;

наносит указанное покрытие на подложку, обеспечивая получение сохраняющего поляризацию проекционного экрана, по существу, с однородным внешним видом.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что дискретные рассеивающие частицы получают рельефным тиснением с использованием ультрафиолетового излучения или термическим выдавливанием рельефа.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что оптически функциональный материал имеет многослойную структуру.

4. Способ по п.1, в котором оптически функциональный материал получают с использованием рассеивателя.

5. Способ по п.4, в котором рассеиватель прилегает к несущей подложке.

6. Способ по п.1, в котором оптически функциональный материал содержит, по меньшей мере, первое оптическое покрытие.

7. Способ по п.6, в котором первое оптическое покрытие прилегает к рассеивателю до разделения оптически функционального материала.

8. Способ по п.6, в котором оптически функциональный материал дополнительно содержит, по меньшей мере, второе оптическое покрытие.

9. Способ по п.8, в котором вторым оптическим покрытием является диэлектрическое покрытие.

10. Способ по п.8, в котором второе оптическое покрытие прилегает к рассеивателю до разделения оптически функционального материала.

11. Способ по п.6, в котором первым оптическим покрытием является разделительный слой.

12. Способ по п.8, в котором оптически функциональный материал дополнительно содержит отражающий слой.

13. Способ по п.12, в котором отражающий слой преимущественно состоит из алюминия.

14. Способ по п.12, в котором оптически функциональный материал дополнительно содержит третье оптическое покрытие, прилегающее к отражающему слою.

15. Способ по п.14, в котором третьим оптическим покрытием является диэлектрическое покрытие.

16. Способ по п.1, отличающийся тем, что дискретные рассеивающие частицы смешивают с текучей средой, служащей носителем для дискретных рассеивающих частиц.

17. Способ по п.16, отличающийся тем, что текучей средой является прозрачная связующая смола.

18. Способ по п.1, дополнительно содержащий изготовление материала рассеивающей подложки, который прилегает к оптически функциональному материалу.

19. Способ по п.18, в котором изготовление материала рассеивающей подложки включает выдерживание заданного допуска, который основан, по меньшей мере, на различии между статистикой дальнего порядка и статистикой по совокупности.

20. Способ по п.1, в котором в результате нанесения покрытия получают поверхность, которая преимущественно приближена к поверхности материала рассеивающей подложки.

21. Способ по п.1, в котором нанесение покрытия позволяет преимущественно свести к минимуму влияние статистики наклона дискретных рассеивающих частиц на профиль рассеивания покрытия.

22. Способ по п.1, в котором нанесение покрытия дополнительно включает получение плотного массива дискретных рассеивающих частиц, лежащих преимущественно в одной плоскости поверхности покрытия.

23. Сохраняющий поляризацию проекционный экран, по существу, с однородным внешним видом, полученным путем рандомизации полотна, содержащий

подложку и

прилегающее к этой подложке покрытие, содержащее дискретные рассеивающие частицы, изготовленные путем отделения от несущей подложки оптически функционального материала, имеющего контролируемые статистики вероятностей наклона частиц и профили рассеивания;

при этом характеристики рассеивания света заданы главным образом дискретными рассеивающими

частицами.

24. Проекционный экран по п.23, в котором указанная подложка является расходуемой.

25. Проекционный экран по п.23, в котором строение дискретных рассеивающих частиц главным образом позволяет статистически определять характеристики макроскопического рассеивания проекционного экрана.

26. Проекционный экран по п.23, в котором покрытие дополнительно содержит поверхность, позволяющую устранять связь между профилем рассеивания и коэффициентом контрастности поляризации проекционного экрана.

27. Проекционный экран по п.23, в котором дискретные рассеивающие частицы имеют многослойную структуру, которая включает множество оптических покрытий, по меньшей мере, на первой стороне отражающего слоя.

28. Проекционный экран по п.23, в котором размер дискретных рассеивающих частиц находится в пределах заранее заданной градации размеров.

29. Способ изготовления сохраняющего поляризацию проекционного экрана с преимущественно однородным внешним видом, согласно которому

изготавливают дискретные рассеивающие частицы пигмента путем отделения от несущей подложки оптически функционального материала, имеющего контролируемые статистики вероятностей наклона частиц и профили рассеивания, при этом оптически функциональный материал имеет многослойную структуру;

изготавливают покрытие, включающее в себя дискретные рассеивающие частицы; и

распределяют указанное покрытие по подложке, обеспечивая получение проекционного экрана, по существу, с однородным внешним видом.

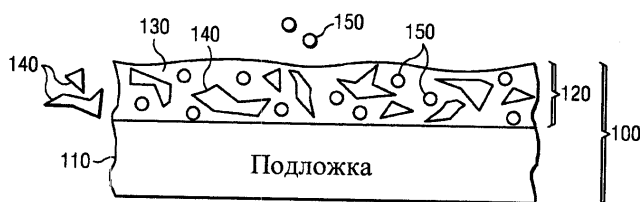
30. Способ по п.29, включающий получение оптически функционального материала путем формирования многослойной структуры, которая содержит оптические покрытия по меньшей мере на одной стороне отражающего слоя.

31. Способ по п.29, в котором дополнительно проверяют, находятся ли размеры дискретных рассеивающих частиц приблизительно в пределах заранее заданной градации размеров.

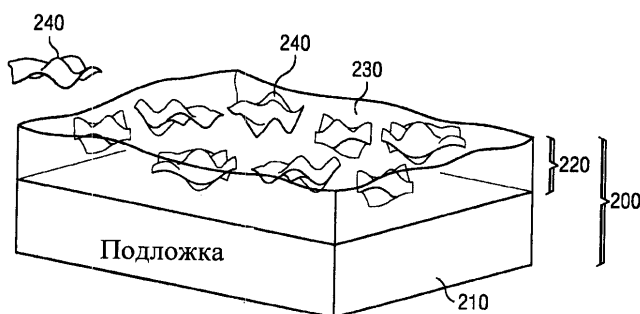
32. Способ по п.31, в котором при проверке размеров дискретных рассеивающих частиц дополнительно изменяют их размеры, если они не находятся приблизительно в пределах заранее заданной градации размеров.

33. Проекционная система, по существу, с однородным внешним видом, содержащая сохраняющий поляризацию проекционный экран с преимущественно однородным внешним видом, полученным путем рандомизации полотна, содержащего подложку и прилегающее к ней покрытие, содержащее дискретные рассеивающие частицы, изготовленные путем отделения от несущей подложки оптически функционального материала, имеющего контролируемые статистики вероятностей наклона частиц и профили рассеивания; и

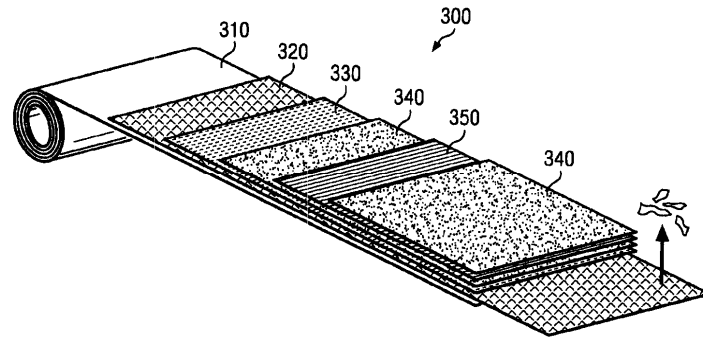
систему проекции света, направляющую свет на проекционный экран.



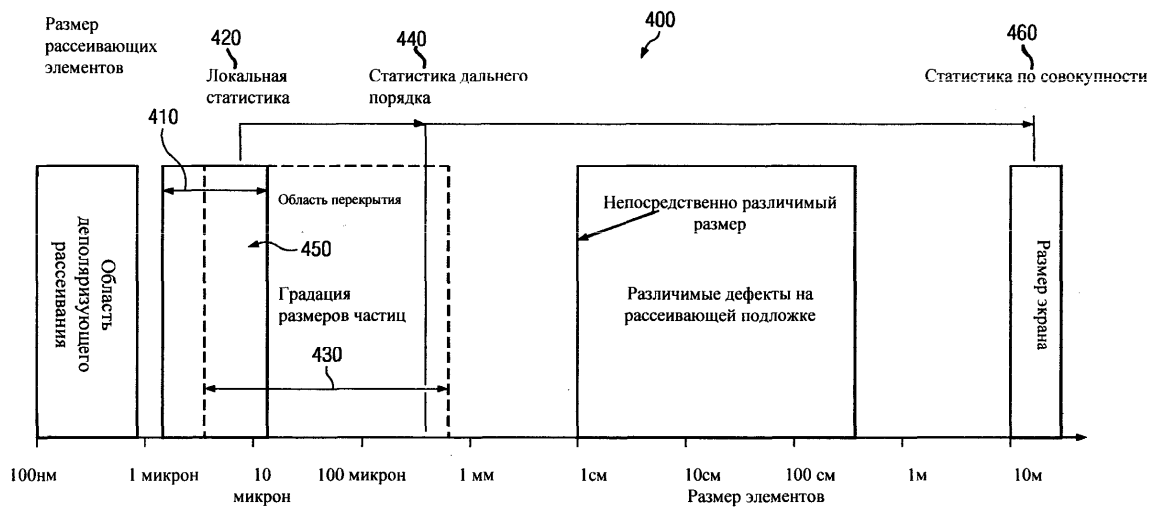
Фиг. 1



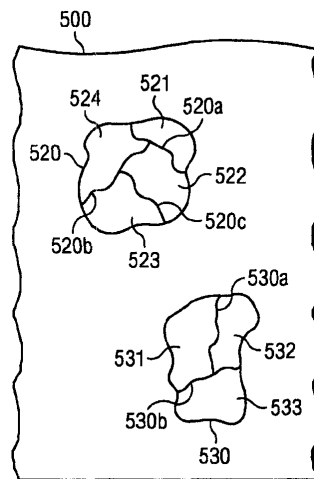
Фиг. 2



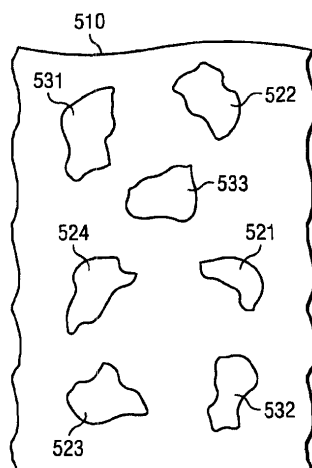
Фиг. 3



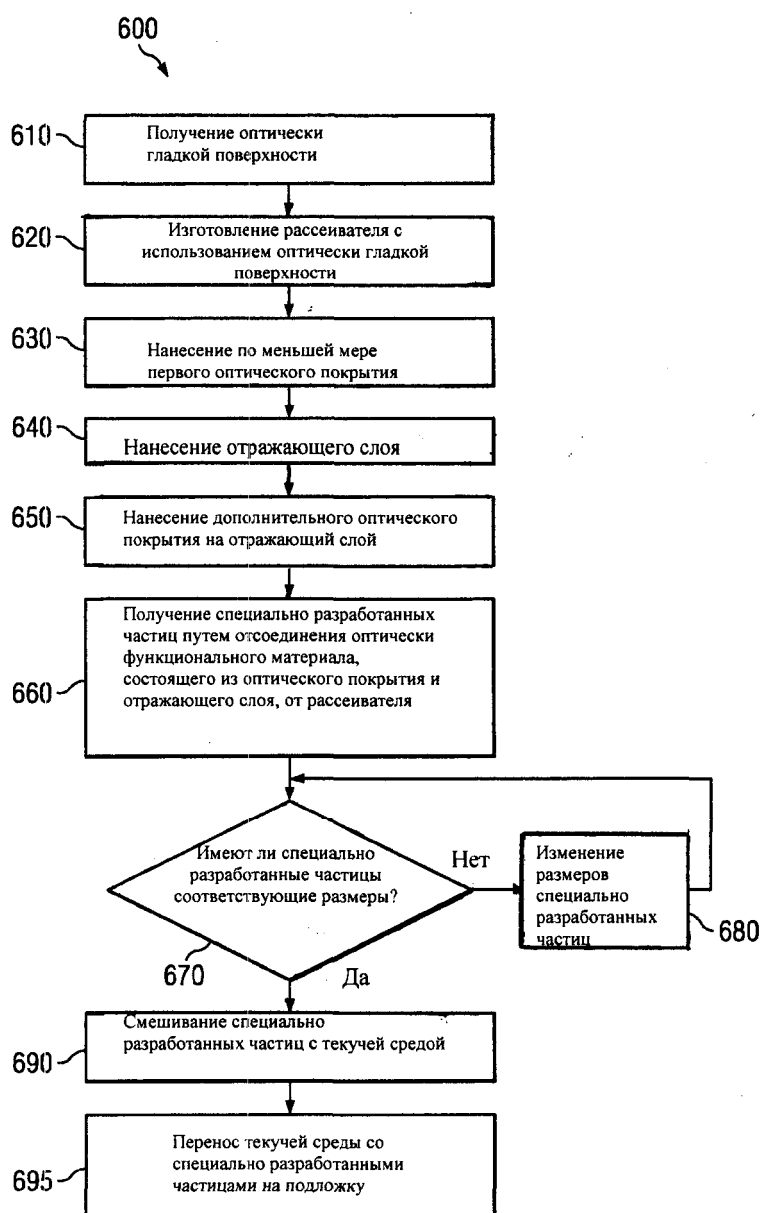
Фиг. 4



Фиг. 5A



Фиг. 5Б



Фиг. 6

