



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012148896/08, 18.04.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
18.04.2011

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
18.04.2010 DK PA201000321;
18.04.2010 DK PA201000320;
21.06.2010 US 61/356,980

(43) Дата публикации заявки: 27.05.2014 Бюл. № 15

(45) Опубликовано: 10.09.2015 Бюл. № 25

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: EP 0777393 A2, 04.06.1997. US 4523226
A, 11.06.1985. US 4868773 A, 19.09.1989. RU
2168192 C2, 27.05.2001. RU 2375162 C1,
10.12.2009(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 19.11.2012(86) Заявка РСТ:
EP 2011/056173 (18.04.2011)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2011/134834 (03.11.2011)Адрес для переписки:
129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, строение 3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры"

(72) Автор(ы):

ИВЕРСЕН Стеен Свендсторп (DK)

(73) Патентообладатель(и):

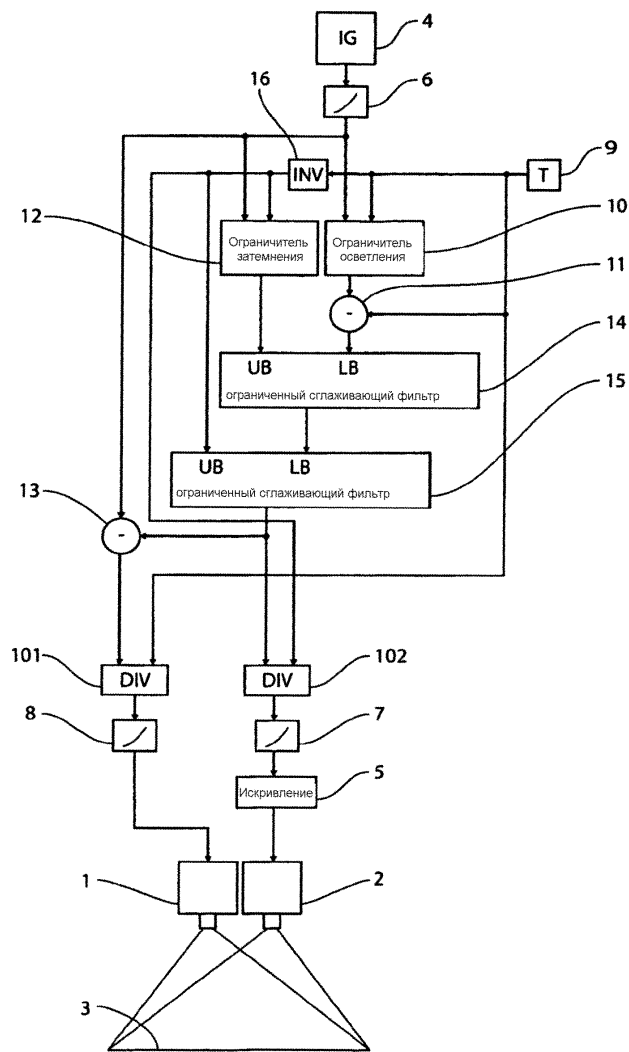
АЙМАКС Юроп СА (BE)

(54) ДВОЙНОЕ НАЛОЖЕННОЕ ПРОЕЦИРОВАНИЕ

(57) Реферат:

Изобретение относится к средствам проецирования изображений. Техническим результатом является повышение качества отображения проецируемого изображения при проецировании с двойным наложением. Способ содержит: определение верхнего и нижнего граничных изображений, основываясь на значениях пикселей каждого из принятого изображения и порогового изображения; создание изображений посредством сглаживающего

фильтра в комбинации с верхним, нижним граничными, принятым изображениями и пороговым изображением; проецирование первого изображения на поверхность первым проектором; проецирование второго изображения на поверхность вторым проектором. В способе первое изображение и второе изображение имеют значения пикселей, находящиеся в пределах освещения первого и второго проекторов. 3 н. и 15 з.п. ф-лы, 19 ил.



ФИГ. 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

G06T 5/50 (2006.01)*G06T* 3/40 (2006.01)(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2012148896/08, 18.04.2011**(24) Effective date for property rights:
18.04.2011

Priority:

(30) Convention priority:

18.04.2010 DK PA201000321;**18.04.2010 DK PA201000320;****21.06.2010 US 61/356,980**(43) Application published: **27.05.2014** Bull. № 15(45) Date of publication: **10.09.2015** Bull. № 25(85) Commencement of national phase: **19.11.2012**

(86) PCT application:

EP 2011/056173 (18.04.2011)

(87) PCT publication:

WO 2011/134834 (03.11.2011)

Mail address:

**129090, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25, stroenie 3,
OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery"**

(72) Inventor(s):

IVERSEN Steen Svendstorp (DK)

(73) Proprietor(s):

AJMAKS Jurop SA (BE)(54) **DOUBLE SUPERIMPOSED PROJECTION**

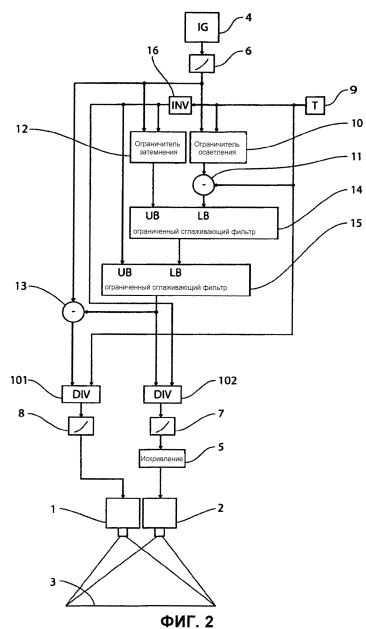
(57) Abstract:

FIELD: physics, optics.

SUBSTANCE: invention relates to image projection means. The method comprises: determining upper and lower boundary images based on pixel values of each of a received image and a threshold image; forming images using a smoothing filter in combination with the upper and lower boundary images, the received images and the threshold image; projecting a first image on the surface with a first projector; projecting a second image on the surface with a second projector. In the method the first and second images have pixel values within the illumination of the first and second projectors.

EFFECT: high quality of displaying a projected image when projecting with double superimposition.

18 cl, 19 dwg



ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

Современные цифровые кинопроекторы сверхвысокого разрешения 4К, спроектированные для киноэкранов нормального размера, обладают разрешением, которое также идеально для очень больших экранов, но им не хватает яркости, необходимой для этого. Проекторы с двойным наложением представляют собой эффективный способ повышения яркости, но традиционное двойное наложение затруднительно при таких высоких разрешениях, поскольку допустимое отклонение в выравнивании проецируемых изображений становится очень маленьким и его трудно соблюдать во время презентаций в связи с вызываемыми теплом перемещениями механических и оптических частей и вибрациями от аудиосистемы. В других применениях, таких как временные проекционные установки, домашние кинотеатры и т.д., может быть затруднительным сохранять выравнивание проекторов с двойным наложением, даже при работе на значительно более низких разрешениях.

«Двойное наложение» проекторов, т.е. совмещение изображений от двух проекторов, проецирующих одно и то же изображение, представляет собой хорошо известный способ повышения яркости. Однако, также хорошо известно, что традиционное двойное наложение требует высоких эксплуатационных затрат на выравнивание проекторов для поддержания качества изображения.

В 4К проецировании, традиционное двойное наложение не рассматривается в качестве возможного варианта, поскольку будет невозможным сохранять четкость и детали наравне с таковыми у одного 4К проектора на всем протяжении презентации. Это неуместно для театров с гигантскими экранами, поскольку, хотя сами 4К проекторы пригодны для гигантских экранов с точки зрения разрешения, доступные проекторы, как правило, не имеют достаточно света для гигантских экранов, так что наложение представляется желательным для удвоения светового выхода.

ЦЕЛЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Цель изобретения состоит в том, чтобы представить систему двойного наложения, которая преодолевает указанную выше трудность и представляет другие преимущества. Примерными применениями могут являться кинотеатры с гигантскими экранами, симуляторы, презентации на конференциях, инсценировки, выставки, проецирование на улице, традиционные кинотеатры, домашние кинотеатры и другие применения, где яркость проецируемого изображения обладает важностью.

Цель настоящего изобретения также состоит в том, чтобы представить новую систему обработки изображений для конфигураций проектора с двойным наложением, которая преодолевает указанные выше трудности эксплуатации и предусматривает систему двойного наложения высокого качества с малым объемом обслуживания даже для 4К проецирования.

РАСКРЫТИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Схема обработки изображений, содержащая ограничители определения порога и ограниченные сглаживающие фильтры, разделяет исходное изображение на два изображения, которые, при проецировании с совмещением на проекционную поверхность посредством пары проекторов с двойным наложением, вместе формируют изображение, по существу идентичное исходному изображению, но при этом одно изображение имеет значительно меньше высокочастотных компонентов. Изобретение обеспечивает преимущества в отношении традиционного двойного наложения в аспектах выравнивания проекторов, защиты содержимого от копирования, артефактов полосатости и стоимости оборудования.

ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ

Указанные выше цели согласно первому аспекту по настоящему изобретению достигаются посредством способа создания первого выходного изображения и второго выходного изображения, подлежащих проецированию посредством первого проектора и второго проектора, соответственно, при этом способ содержит:

- 5 (a) обеспечение исходного изображения, которое содержит множество пикселей, каждый пиксель имеет исходное значение,
- (b) обеспечение порогового значения для каждого пикселя из множества пикселей, в первой альтернативе
- (d) формирование временного изображения, содержащего временные значения для
10 каждого пикселя из множества пикселей, причем временное значение формируется в процессе, эквивалентном: (i.i) определению первого максимального значения в качестве максимума исходного значения и его соответствующего порогового значения для каждого пикселя, (i.ii) определению промежуточного значения посредством вычитания соответствующего порогового значения из первого максимального значения для
15 каждого пикселя, (i.iii) формированию временного значения из промежуточного значения для каждого пикселя;
- или во второй альтернативе
- (c) обеспечение инвертированного порогового значения для каждого пикселя из множества пикселей, каждое инвертированное пороговое значение представляет собой
20 обращение его соответствующего порогового значения,
- (d) формирование временного изображения, которое содержит временное значение для каждого пикселя из множества пикселей, причем временное значение формируется в процессе, эквивалентном: (i.i) определению промежуточного значения в качестве минимума исходного значения и его соответствующего инвертированного порогового
25 значения для каждого пикселя, (i.ii) формированию временного значения из промежуточного значения для каждого пикселя;
- или в третьей альтернативе
- (c) обеспечение инвертированного порогового значения для каждого пикселя из множества пикселей, причем каждое инвертированное пороговое значение представляет собой обращение его соответствующего порогового значения,
30 (d) формирование временного изображения, содержащего временное значение для каждого пикселя из множества пикселей, причем временное значение формируется в процессе, эквивалентном: (i.i) определению первого максимального значения в качестве максимума исходного значения и его соответствующего порогового значения для
35 каждого пикселя, (i.ii) определению первого разностного значения посредством вычитания соответствующего порогового значения из первого максимального значения для каждого пикселя, (i.iii) определению первого минимального значения в качестве минимума исходного значения и его соответствующего инвертированного порогового значения для каждого пикселя, (i.iv) определению промежуточного значения в качестве
40 минимума первого разностного значения и первого минимального значения для каждого пикселя, (i.v) формированию временного значения из промежуточного значения для каждого пикселя;
- или в четвертой альтернативе
- (c) обеспечение инвертированного порогового значения для каждого пикселя из
45 множества пикселей, каждое инвертированное пороговое значение представляет собой обращение его соответствующего порогового значения,
- (d) формирование временного изображения, содержащего временное значение для каждого пикселя из множества пикселей, причем временное значение формируется в

процессе, эквивалентном: (i.i) определению первого максимального значения в качестве максимума исходного значения и его соответствующего порогового значения для каждого пикселя, (i.ii) определению первого разностного значения посредством вычитания соответствующего порогового значения из первого максимального значения для каждого пикселя, (i.iii) определению первого минимального значения в качестве минимума исходного значения и его соответствующего инвертированного порогового значения для каждого пикселя, (i.iv) определению промежуточного значения из первого диапазона значений, содержащего значения между первым разностным значением и первым минимальным значением для каждого пикселя, (i.v) формированию временного значения из промежуточного значения для каждого пикселя;

и во всех альтернативах

(е) формирование первого выходного изображения, содержащего первое выходное значение для каждого пикселя из множества пикселей, причем первое выходное значение формируется из временного значения и исходного значения для каждого пикселя, и

(f) формирование второго выходного изображения, содержащего второе выходное значение для каждого пикселя из множества пикселей, причем второе выходное значение формируется из временного значения.

Способ согласно первому аспекту по настоящему изобретению, кроме того, может включать в первой альтернативе:

(с) обеспечение инвертированных пороговых значений для каждого пикселя из множества пикселей, причем каждое инвертированное пороговое значение представляет собой обращение его соответствующего порогового значения.

Пороговое значение для каждого пикселя из множества пикселей может быть ограничено нахождением в интервале, который имеет максимальное пороговое значение и минимальное пороговое значение для каждого пикселя. Каждое инвертированное пороговое значение, представляющее собой обращение его соответствующего порогового значения, можно понимать как эквивалент инвертированного порогового значения, равного или приблизительно равного максимальному пороговому значению минус пороговое значение для каждого пикселя.

Процесс формирования временного значения дополнительно может содержать во всех альтернативах: (i.vi) сглаживание промежуточного значения для каждого пикселя; и в третьей и четвертой альтернативах: (i.vi) сглаживание первого разностного значения и/или первого минимального значения.

Здесь понимается, что сглаживание промежуточного значения пикселя содержит промежуточное значение по меньшей мере одного другого пикселя, например, соседнего пикселя. Здесь понимается, что сглаживание первого разностного значения пикселя содержит первое разностное значение по меньшей мере одного другого пикселя, например, соседнего пикселя. Здесь понимается, что сглаживание первого минимального значения пикселя содержит первое минимальное значение по меньшей мере одного другого пикселя, например, соседнего пикселя. Сглаживание может включать сплайн-фильтр, мембранный фильтр и/или фильтр огибающей.

Сглаживание можно адаптировать для ограничения промежуточного значения до значения из первого диапазона значений после сглаживания. Сглаживание может содержать первую операцию расширения, которая содержит первый радиус расширения. Первый радиус расширения может составлять 4 пикселя или приблизительно 0,3% от ширины временного изображения. Сглаживание может включать первую операцию размытия. Первую операцию расширения можно осуществлять перед первой операцией размытия. Первая операция размытия может содержать первый радиус размытия,

приблизительно равный первому радиусу расширения или меньше его. Первая операция размытия может содержать первую операцию размытия по Гауссу. Первая операция размытия по Гауссу может иметь стандартное отклонение приблизительно равное трети первого радиуса размытия или приблизительно равное $4/3$ пикселя или меньше
 5 или приблизительно 0,1% от ширины временного изображения. Первая операция размытия может содержать первую операцию фильтрации по среднему значению.

Процесс, формирующий временное значение, дополнительно может содержать: (i.vii) определение второго минимального значения в качестве минимума промежуточного значения и инвертированного порогового значения для каждого пикселя, (i.viii)
 10 формирование второго сглаженного значения посредством сглаживания второго минимального значения для каждого пикселя, и (i.ix) формирование временного значения из второго сглаженного значения для каждого пикселя.

При этом сглаживание второго минимального значения пикселя содержит второе минимальное значение по меньшей мере одного другого пикселя, например, соседнего
 15 пикселя. Сглаживание второго минимального значения может содержать сплайн-фильтр, мембранный фильтр и/или фильтр огибающей.

Сглаживание второго минимального значения может содержать вторую операцию расширения, которая содержит второй радиус расширения. Второй радиус расширения может составлять 2 пикселя или приблизительно 0,17% от ширины временного
 20 изображения. Второй радиус расширения может представлять собой переменную. Второй радиус расширения может представлять собой переменную во втором диапазоне значений, включая ноль. Сглаживание второго минимального значения может содержать вторую операцию размытия. Вторую операцию расширения можно осуществлять перед второй операцией размытия. Вторая операция размытия может содержать второй
 25 радиус размытия, приблизительно равный второму радиусу расширения или меньше его. Второй радиус размытия может представлять собой переменную. Второй радиус размытия может представлять собой переменную в третьем диапазоне значений, включая ноль. Второй радиус размытия и второй радиус расширения могут быть связаны так, что один изменяется в качестве функции другого.

Вторая операция размытия может содержать вторую операцию размытия по Гауссу. Вторая операция размытия по Гауссу может иметь стандартное отклонение
 30 приблизительно равное трети первого радиуса размытия или приблизительно равное $2/3$ пикселя или менее или приблизительно 0,055% от ширины временного изображения.

Вторая операция размытия может содержать вторую операцию фильтрации по
 35 среднему значению.

Обеспечение исходного изображения может содержать: (ii.i) обеспечение гамма-кодированного исходного изображения, кодируемого посредством первого гамма-кодирования, (ii.ii) обеспечение гамма-декодированного исходного изображения
 40 посредством осуществления первого гамма-декодирования гамма-кодированного исходного изображения, причем гамма-декодирование соответствует первому гамма-кодированию, и (ii.iii) вывод гамма-декодированного исходного изображения в качестве исходного изображения.

Способ согласно первому аспекту по настоящему изобретению дополнительно может содержать:

(g) осуществление второго гамма-кодирования первого выходного изображения, причем второе гамма-кодирование соответствует второму гамма-декодированию
 45 первого проектора.

Способ согласно первому аспекту по настоящему изобретению, кроме того, может

содержать:

(h) осуществление третьего гамма-кодирования второго выходного изображения, третье гамма-кодирование соответствует третьему гамма-декодированию второго проектора.

5 Процесс формирования временного значения дополнительно может содержать во всех альтернативах: (i.x) осуществление первой цветовой коррекции промежуточного значения для каждого пикселя, и в третьей и четвертой альтернативах: (i.x) осуществление первой цветовой коррекции промежуточного и/или первого разностного значения для каждого пикселя.

10 Во всех альтернативах первую цветовую коррекцию можно адаптировать для коррекции промежуточного значения, чтобы получить приблизительно такой же первый оттенок, как соответствующее исходное значение, и в третьей и четвертой альтернативе первую цветовую коррекцию можно адаптировать для коррекции первого разностного значения и/или промежуточного значения, чтобы получать приблизительно такой же
15 первый оттенок, как соответствующее исходное значение. Первая цветовая коррекция может содержать процесс, эквивалентный: (iii.i) вычислению константы K для каждого пикселя, K равна максимуму $R11/R6$, $G11/G6$ и $B11/B6$; R6, G6 и B6 представляют собой цвета пикселей исходного изображения; и R11, G11 и B1 представляют собой значения цветов пикселей после определения первого промежуточного значения для каждого
20 пикселя, (iii.ii) коррекции промежуточного значения посредством замены его на исходное значение, умноженное на константу K для каждого пикселя.

Способ согласно первому аспекту по настоящему изобретению, кроме того, может содержать: (i) снижение пространственного разрешения второго выходного изображения и/или осуществление операции размытия на втором выходном изображении. Способ
25 согласно первому аспекту по настоящему изобретению, кроме того, может содержать: (j) шифрование первого выходного изображения. Способ согласно первому аспекту по настоящему изобретению, кроме того, может содержать: (k) запись первого выходного изображения в первую среду записи. Способ согласно первому аспекту по настоящему изобретению, кроме того, может содержать: (l) извлечение первого
30 выходного изображения из первой среды записи. Способ согласно первому аспекту по настоящему изобретению дополнительно может содержать: (m) запись второго выходного изображения во вторую среду записи. Способ согласно первому аспекту по настоящему изобретению, кроме того, может содержать: (n) извлечение второго выходного изображения из второй среды записи.

35 Способ согласно первому аспекту по настоящему изобретению, кроме того, может содержать: (o) осуществление геометрической коррекции второго выходного изображения, причем геометрическую коррекцию адаптируют для выравнивания изображения, проецируемого посредством второго проектора, с изображением, проецируемым посредством первого проектора.

40 Процесс формирования временного значения дополнительно может содержать: (i.xi) осуществление операции эрозии, предпочтительно операции эрозии шкалы серого, которая имеет радиус в половину пикселя, целый пиксель, 0,04% от ширины временного изображения, или 0,08% от ширины временного изображения, на промежуточном значении для каждого пикселя из множества пикселей.

45 В четвертой альтернативе, исходное значение можно исключать из первого диапазона значений для каждого пикселя. В четвертой альтернативе первый диапазон значений дополнительно может включать первое разностное значение и первое минимальное значение.

Первое выходное значение можно формировать для каждого пикселя в процессе, эквивалентном: (iv.i) определению второго разностного значения посредством вычитания временного значения из исходного значения для каждого пикселя, и (iv.ii) формированию первого выходного значения из второго разностного значения.

5 Первое выходное значение можно формировать для каждого пикселя в процессе, эквивалентном: (iv.i) определению второго разностного значения посредством вычитания временного значения из исходного значения для каждого пикселя, (iv.ii) формированию первого отношения посредством деления второго разностного значения на пороговое значение для каждого пикселя, и (iv.iii) формированию первого выходного значения из первого отношения для каждого пикселя.

10 Второе выходное значение дополнительно можно формировать из инвертированного порогового значения. Второе выходное значение можно формировать для каждого пикселя в процессе, эквивалентном: (v.i) формированию второго отношения посредством деления временного значения на инвертированное пороговое значение для каждого пикселя, и (v.ii) формированию второго выходного значения из второго отношения для каждого пикселя.

Пороговое значение для каждого пикселя из множества пикселей может представлять долю от общей интенсивности освещения, которую первый проектор вносит в соответствующее положение на проекционной поверхности при проецировании изображения с равномерной и максимальной интенсивностью из первого проектора и второго проектора, или при проецировании изображения с равномерной и максимальной интенсивностью из каждого первого проектора и второго проектора, или при проецировании изображения с равномерной и максимальной интенсивностью из первого проектора, или при проецировании изображения с равномерной и максимальной интенсивностью из второго проектора.

20 Пороговое значение для каждого пикселя из множества пикселей можно получать посредством деления общей интенсивности освещения, которую первый проектор вносит в соответствующее положение на проекционной поверхности, на комбинированную общую интенсивность освещения от каждого из первого проектора и второго проектора в соответствующем положении при проецировании изображения с равномерной и максимальной интенсивностью.

Способ согласно первому аспекту по настоящему изобретению, кроме того, может содержать:

35 (p) коррекцию временного изображения, чтобы включить в него шаблон выравнивания.

Способ согласно первому аспекту по настоящему изобретению, кроме того, может содержать:

(q) обеспечение шаблона выравнивания,
(r) коррекцию временного изображения посредством добавления шаблона выравнивания к временному изображению,

40 (s) коррекцию временного изображения посредством процесса, эквивалентного: (vi.i) определению четвертого минимального значения в качестве минимума временного значения и его соответствующего исходного значения для каждого пикселя, и (vi.ii) коррекции временного значения по четвертому минимальному значению для каждого пикселя.

Шаблон выравнивания может содержать решетку, сетку, штрихкод и/или семакод и альтернативно или дополнительно шаблон выравнивания, который содержит регулярный шаблон из элементов и/или нерегулярный шаблон из элементов, и

альтернативно или дополнительно шаблон выравнивания, который содержит регулярный шаблон из точек и/или перекрещивающихся нитей и/или нерегулярный шаблон из элементов точек и/или перекрещивающихся нитей.

Указанные выше цели согласно второму аспекту по настоящему изобретению достигаются посредством способа двойного наложения первого выходного изображения и второго выходного изображения на проекционную поверхность посредством первого проектора и второго проектора, причем способ содержит:

(aa) расположение и ориентирование первого проектора и второго проектора для совмещения первого выходного изображения и второго выходного изображения на проекционной поверхности,

(ab) создание первого выходного изображения и второго выходного изображения способом согласно первому аспекту по настоящему изобретению,

(ac) подачу первого выходного изображения и второго выходного изображения на первый проектор и второй проектор, соответственно, и

(ad) проецирование первого выходного изображения и второго выходного изображения посредством первого проектора и второго проектора, соответственно.

Первый проектор и второй проектор могут формировать суперпозиционное изображение на проекционной поверхности. Способ согласно второму аспекту по настоящему изобретению дополнительно может содержать:

(ae) запись первого захваченного изображения суперпозиционного изображения,

(af) определение первого вклада первого проектора в первое захваченное изображение,

(ag) формирование первого изображения обратной связи из первого вклада,

(ah) формирование первого набора векторов нарушения выравнивания из первого изображения обратной связи и первого выходного изображения посредством слежения за признаками и/или совпадения признаков,

(ai) формирование первого искривленного изображения первого захваченного изображения посредством первого искривления, содержащего первый набор векторов нарушения выравнивания,

(aj) формирование второго изображения обратной связи посредством вычитания первого выходного изображения из первого искривленного изображения,

(ak) формирование второго набора векторов нарушения выравнивания из второго изображения обратной связи и второго выходного изображения посредством слежения за признаками и/или совпадения признаков,

(al) формирование третьего набора векторов нарушения выравнивания из первого набора векторов нарушения выравнивания и второго набора векторов нарушения выравнивания, и

(am) выведение первой геометрической коррекции первого выходного изображения и/или второго выходного изображения из третьего набора векторов нарушения выравнивания.

Определение первого вклада первого проектора может содержать высокочастотную фильтрацию первого захваченного изображения.

Указанные выше цели согласно третьему аспекту по настоящему изобретению достигаются посредством способа выведения коррекции двойного наложения первого выходного изображения и второго выходного изображения на проекционной поверхности посредством первого проектора и второго проектора, причем способ содержит:

(ba) расположение и ориентирование первого проектора и второго проектора для

совмещения первого выходного изображения и второго выходного изображения на проекционной поверхности,

(bb) создание первого вывода для первого исходного изображения, первый вывод, содержащий первое выходное изображение и второе выходное изображение, созданные

способом согласно примеру по первому аспекту по настоящему изобретению, содержащему шаблон выравнивания для первого исходного изображения,

(be) подачу первого выходного изображения и второго выходного изображения первого вывода на первый проектор и второй проектор, соответственно, и

(bd) проецирование первого выходного изображения и второго выходного изображения первого вывода посредством первого проектора и второго проектора, соответственно, на проекционной поверхности,

(be) запись первого захваченного изображения, содержащего первое выходное изображение и второе выходное изображение первого вывода, проецируемых на проекционной поверхности,

(bf) обнаружение вклада шаблона нарушения выравнивания первого вывода в первом захваченном изображении,

(bg) выведение геометрической коррекции для второго выходного изображения из обнаруженного вклада шаблона нарушения выравнивания первого вывода.

Способ согласно второму аспекту по настоящему изобретению дополнительно может

(bh) создание второго вывода для второго исходного изображения для отображения после первого исходного изображения, причем второй вывод содержит первое выходное изображение и второе выходное изображение, созданные способом согласно примеру по первому аспекту по настоящему изобретению, содержащему шаблон выравнивания для второго исходного изображения,

(bi) подачу второго выходного изображения и второго выходного изображения второго вывода на первый проектор и второй проектор, соответственно, и

(bj) проецирование второго выходного изображения и второго выходного изображения второго вывода посредством первого проектора и второго проектора, соответственно, на проекционной поверхности,

(bk) запись второго захваченного изображения, содержащего первое выходное изображение и второе выходное изображение второго вывода, проецируемые на проекционной поверхности,

(bl) обнаружение вклада шаблона нарушения выравнивания второго вывода во второе захваченное изображение,

(bm) выведение геометрической коррекции для второго выходного изображения из обнаруживаемого вклада шаблона нарушения выравнивания второго вывода.

Способ согласно второму аспекту по настоящему изобретению дополнительно содержит:

(bh) создание второго вывода для второго исходного изображения для отображения после первого исходного изображения, причем второй вывод содержит первое выходное изображение и второе выходное изображение, создаваемые способом согласно примеру по первому аспекту по настоящему изобретению, содержащему шаблон выравнивания для второго исходного изображения,

(bi) подачу второго выходного изображения и второго выходного изображения второго вывода на первый проектор и второй проектор, соответственно, и

(bj) проецирование второго выходного изображения и второго выходного изображения второго вывода посредством первого проектора и второго проектора,

соответственно, на проекционной поверхности,

(bk) запись первого захваченного изображения, содержащего первое выходное изображение и второе выходное изображение второго вывода, проецируемые на проекционной поверхности,

5 (bl) обнаружение вклада шаблона нарушения выравнивания первого вывода в первом захваченном изображении дополнительно содержит обнаружение вклада шаблона нарушения выравнивания второго вывода в первом захваченном изображении,

(bm) выведение геометрической коррекции для второго выходного изображения из обнаруживаемого вклада шаблона нарушения выравнивания первого вывода и второго
10 вывода.

Обнаружение вклада шаблона нарушения выравнивания первого вывода в первом захваченном изображении и обнаружение вклада шаблона нарушения выравнивания второго вывода во втором захваченном изображении дополнительно может включать усреднение по времени первого захваченного изображения и второго захваченного
15 изображения. Обнаружение вклада шаблона нарушения выравнивания первого вывода и второго вывода может включать высокочастотную фильтрацию.

Шаблон нарушения выравнивания первого вывода и шаблон нарушения выравнивания второго вывода могут представлять собой одно и то же. Шаблон нарушения выравнивания первого вывода и шаблон нарушения выравнивания второго
20 вывода могут быть различными. Шаблон нарушения выравнивания второго вывода можно формировать из шаблона нарушения выравнивания первого вывода. Шаблон нарушения выравнивания второго вывода и шаблон нарушения выравнивания первого вывода можно формировать посредством циклической функции, циклическая функция является периодической как функция времени.

25 Указанные выше цели согласно четвертому аспекту по настоящему изобретению достигаются посредством способа создания первого выходного изображения и второго выходного изображения первого цвета для проецирования посредством первого проектора и второго проектора, и для создания первого выходного изображения и
второго выходного изображения второго цвета для проецирования посредством первого
30 проектора и второго проектора, причем способ содержит:

(ca) создание первого выходного изображения и второго выходного изображения первого цвета посредством способа согласно первому аспекту по настоящему изобретению, и

(cb) создание первого выходного изображения и второго выходного изображения
35 второго цвета посредством способа согласно первому аспекту по настоящему изобретению.

Указанные выше цели согласно пятому аспекту по настоящему изобретению достигаются посредством способа создания первого выходного изображения и второго выходного изображения первого цвета для проецирования посредством первого
40 проектора и второго проектора для проецирования первого цвета и создания и первого выходного изображения и второго выходного изображения второго цвета для проецирования посредством первого проектора и второго проектора для проецирования второго цвета, причем способ содержит:

(ca) создание первого выходного изображения и второго выходного изображения
45 первого цвета посредством способа согласно первому аспекту по настоящему изобретению, и

(cb) создание первого выходного изображения и второго выходного изображения второго цвета посредством способа согласно примеру по первому аспекту по

настоящему изобретению, содержащему шаблон выравнивания.

Первый цвет и второй цвет могут представлять левый и правый цвета стереоскопического изображения. Первый цвет и второй цвет могут представлять два цвета цветовой модели, например, цветовой модели RGB.

5 В четвертом и пятом аспектах по настоящему изобретению создание первого выходного изображения и второго выходного изображения первого цвета можно осуществлять посредством способа согласно примеру по первому аспекту по настоящему изобретению, содержащему шаблон выравнивания. Первый цвет может представлять более короткие длины волн света, чем второй цвет. Первый цвет может представлять
10 синий, и второй цвет может представлять зеленый, желтый или красный.

Создание первого выходного изображения и второго выходного изображения второго цвета можно осуществлять посредством способа согласно примеру по первому аспекту по настоящему изобретению, содержащему шаблон выравнивания, причем шаблон выравнивания при создании первого выходного изображения и второго выходного
15 изображения первого цвета и шаблон выравнивания при создании первого выходного изображения и второго выходного изображения второго цвета могут иметь одинаковую или приблизительно одинаковую форму. Шаблон выравнивания при создании первого выходного изображения и второго выходного изображения первого цвета и шаблон выравнивания при создании первого выходного изображения и второго выходного
20 изображения второго цвета могут иметь одинаковые или приблизительно одинаковые размеры.

Способ согласно четвертому аспекту по настоящему изобретению дополнительно можно адаптировать для создания первого выходного изображения и второго выходного изображения третьего цвета для проецирования посредством первого
25 проектора и второго проектора, при этом способ дополнительно может содержать:
(сс) создание первого выходного изображения и второго выходного изображения третьего цвета способом согласно первому аспекту по настоящему изобретению.

Первый цвет, второй цвет и третий цвет могут представлять три цвета цветовой модели, например, цветовой модели RGB.

30 Способ согласно четвертому и пятому аспекту по настоящему изобретению дополнительно можно адаптировать для создания первого выходного изображения и второго выходного изображения третьего цвета для проецирования посредством первого проектора и второго проектора для проецирования третьего цвета, при этом способ дополнительно может включать:

35 (сс) создание первого выходного изображения и второго выходного изображения третьего цвета посредством способа согласно первому аспекту по настоящему изобретению.

Первое исходное значение первого пикселя исходного изображения может представлять первый цвет, второе исходное значение второго пикселя исходного
40 изображения может представлять второй цвет, а третье исходное значение третьего пикселя исходного изображения может представлять третий цвет, цвета первого, второго и третьего пикселей могут определять второй оттенок; первое промежуточное значение может представлять собой промежуточное значение первого пикселя, второе промежуточное значение может представлять собой промежуточное значение второго
45 пикселя и третье промежуточное значение может представлять собой промежуточное значение третьего пикселя, определяя третий оттенок, при этом способ дополнительно может включать:

(cd) выполнение цветовой корректировки первого, второго и третьего промежуточных

значений.

Цветовую корректировку можно адаптировать для корректировки первого, второго и третьего промежуточных значений, чтобы определить третий оттенок, равный или приблизительно равный второму оттенку. Цветовая корректировка может быть эквивалентна: (vii.i) вычислению первой доли в качестве первого промежуточного значения, деленного на первое исходное значение, (vii.ii) вычислению второй доли в качестве второго промежуточного значения, деленного на второе исходное значение, (vii.iii) вычислению третьей доли в качестве третьего промежуточного значения, деленного на третье исходное значение, (vii.iv) вычислению второго максимального значения в качестве максимума первой, второй и третьей долей, (vii.v) замене первого промежуточного значения на первое исходное значение, умноженное на второе максимальное значение, (vii.vi) замене второго промежуточного значения на второе исходное значение, умноженное на второе максимальное значение, и (vii.vii) замене третьего промежуточного значения на третье исходное значение, умноженное на второе максимальное значение.

Указанные выше цели согласно шестому аспекту по настоящему изобретению достигаются посредством системы для создания первого выходного изображения и второго выходного изображения для проецирования посредством первого проектора и второго проектора, соответственно, причем система содержит компьютер и/или одну или несколько схем для осуществления способа согласно первому аспекту по настоящему изобретению. Систем согласно шестому аспекту по настоящему изобретению дополнительно может содержать источник изображения для обеспечения исходного изображения согласно первому аспекту по настоящему изобретению.

Указанные выше цели согласно седьмому аспекту по настоящему изобретению достигаются посредством системы для двойного наложения первого выходного изображения и второго выходного изображения, причем система содержит первый проектор, второй проектор и компьютер и/или одну или несколько схем для осуществления способа согласно второму аспекту по настоящему изобретению. Система согласно седьмому аспекту по настоящему изобретению дополнительно может содержать источник изображения для обеспечения исходного изображения согласно второму аспекту по настоящему изобретению. Система согласно седьмому аспекту по настоящему изобретению дополнительно может содержать камеру для записи первого захваченного изображения суперпозиционного изображения второй аспект по настоящему изобретению.

Указанные выше цели согласно восьмому аспекту по настоящему изобретению достигаются посредством системы для выведения коррекции двойного наложения первого выходного изображения и второго выходного изображения, причем система содержит первый проектор, второй проектор и компьютер и/или одну или несколько схем для осуществления способ согласно третьему аспекту по настоящему изобретению, система дополнительно содержит камеру для записи второго захваченного изображения суперпозиционного изображения.

Указанные выше цели согласно девятому аспекту по настоящему изобретению достигаются посредством системы для создания первого выходного изображения и второго выходного изображения первого цвета для проецирования посредством первого проектора и второго проектора и первого выходного изображения и второго выходного изображения второго цвета для проецирования посредством первого проектора и второго проектора, причем система содержит компьютер и/или одну или несколько схем для осуществления способа согласно пятому и/или шестому аспектам по

настоящему изобретению.

Указанные выше цели согласно десятому аспекту по настоящему изобретению достигаются посредством системы для создания первого выходного изображения и второго выходного изображения первого цвета для проецирования посредством первого проектора и второго проектора для проецирования первого цвета и первого выходного изображения и второго выходного изображения второго цвета для проецирования посредством первого проектора и второго проектора для проецирования второго цвета, причем система содержит компьютер и/или одну или несколько схем для осуществления способа согласно пятому аспекту по настоящему изобретению.

Указанные выше цели согласно одиннадцатому аспекту по настоящему изобретению достигаются посредством проекционной системы, которая содержит первый проектор и второй проектор, первый проектор содержит: первую лампу, первый интегрирующий стержень, который имеет входной конец и выходной конец, первый интегрирующий стержень конфигурируют для того, чтобы принимать свет от первой лампы через входной конец и формировать равномерное освещение на выходном конце, фильтр первого проектора, сконфигурированный для того, чтобы фильтровать равномерное освещение на выходном конце интегрирующего стержня, первый чип пространственного модулятора света, первая осветительная система для визуализации фильтра первого проектора на чипе модулятора света, первый выходной зрачок, через который свет из первого чипа пространственного модулятора света выходит из первого проектора; второй проектор содержит: второй интегрирующий стержень, который имеет входной конец и выходной конец, второй интегрирующий стержень конфигурируют для того, чтобы принимать свет от второй лампы через входной конец и формировать равномерное освещение на выходном конце, фильтр второго проектора, сконфигурированный для того, чтобы фильтровать равномерное освещение на выходном конце интегрирующего стержня, второй чип пространственного модулятора света, вторую осветительную систему для визуализации фильтра второго проектора на чипе модулятора света, второй выходной зрачок, через который свет из второго чипа пространственного модулятора света выходит из второго проектора, фильтр первого проектора конфигурируют для сдвига длины волны света, выходящего через первый выходной зрачок, а фильтр второго проектора конфигурируют для сдвига длины волны света, выходящего через второй выходной зрачок.

Фильтр первого проектора может определять первую полосу пропускания и первую защитную полосу, а фильтр второго проектора может определять вторую полосу пропускания, не перекрывающую первую полосу пропускания, и вторая защитная полоса может перекрывать первую защитную полосу.

Фильтр первого проектора может определять первое полосовое заграждение и первый проектор дополнительно может содержать: первый вспомогательный фильтр, сконфигурированный для того, чтобы фильтровать равномерное освещение из выходного конца первого интегрирующего и определяющего первую полосу пропускания и первую защитную полосу, и первое полосовое заграждение может совпадать или приблизительно совпадать с первой защитной полосой; и фильтр второго проектора может определять вторую полосу пропускания, не перекрывающую первую полосу пропускания, и вторую защитную полосу, перекрывающую первую защитную полосу.

Фильтр первого проектора может определять первое полосовое заграждение и первый проектор дополнительно может содержать: первый вспомогательный фильтр, сконфигурированный для того, чтобы фильтровать равномерное освещение из

выходного конца первого интегрирующего и определяющего первую полосу пропускания и первую защитную полосу, и первое полосовое заграждение может совпадать или приблизительно совпадать с первой защитной полосой, и фильтр второго проектора может определять второе полосовое заграждение; и второй проектор
 5 дополнительно может содержать: второй вспомогательный фильтр, сконфигурированный для того, чтобы фильтровать равномерное освещение из выходного конца второго интегрирующего, и определяющий вторую полосу пропускания, не перекрывающую первую полосу пропускания, и вторую защитную полосу, перекрывающую первую защитную полосу, и второе полосовое заграждение
 10 может совпадать или приблизительно совпадать со второй защитной полосой.

Второй вспомогательный фильтр может быть плоским и может иметь вторую равномерную толщину. Первый вспомогательный фильтр может быть плоским и может иметь первую равномерную толщину.

Фильтр первого проектора может определять первую равномерную толщину и/или
 15 фильтр второго проектора может определять вторую равномерную толщину. Фильтр первого проектора может иметь первую переменную толщину и/или фильтр второго проектора может иметь вторую переменную толщину. Фильтр первого проектора может определять первый изгиб и/или фильтр второго проектора может определять второй изгиб. Фильтр первого проектора может определять первую плоскую область
 20 в первой центральной части фильтра первого проектора, и/или фильтр второго проектора может определять вторую плоскую область во второй центральной части фильтра второго проектора. Фильтр первого проектора может определять первую изогнутую форму в первой периферийной части фильтра первого проектора, и/или фильтр второго проектора может определять вторую изогнутую форму во второй
 25 периферийной части фильтра второго проектора. Фильтр первого проектора может покоиться на первой прозрачной подложке, предпочтительно первой стеклянной подложке, и/или фильтр второго проектора может покоиться на второй прозрачной подложке, предпочтительно второй стеклянной подложке. Фильтр первого проектора может быть дихроическим и/или фильтр второго проектора может быть дихроическим.

30 Фильтр первого проектора может быть расположен на выходном конце первого интегрирующего стержня и/или фильтр второго проектора может быть расположен на выходном конце второго интегрирующего стержня. Первый интегрирующий стержень может определять первую диафрагму, которая имеет первую ширину на выходном конце, и фильтр первого проектора может определять первую сферическую поверхность,
 35 которая имеет первый радиус, равный или приблизительно равный первой ширине, и/или второй интегрирующий стержень может определять вторую диафрагму, которая имеет вторую ширину на выходном конце, и фильтр второго проектора может определять вторую сферическую поверхность, которая имеет второй радиус, равный или приблизительно равный второй ширине.

40 Указанные выше цели согласно двенадцатому аспекту по настоящему изобретению достигаются посредством системы для создания серии трехмерных изображений, которая содержит: компьютер и/или одну или несколько схем для создания левого вывода, содержащего первые выходные изображения и вторые выходные изображения, посредством повторного применения способа согласно первому аспекту по настоящему
 45 изобретению, и компьютер и/или одну или несколько схем дополнительно адаптируют для создания правого вывода, содержащего первые выходные изображения и вторые выходные изображения, посредством повторного применения способа согласно первому аспекту по настоящему изобретению, левый вывод представляет левые изображения в

перспективе серии трехмерных изображений, а правый вывод представляет соответствующие правые изображения в перспективе серии трехмерных изображений; проекционный экран; первый проектор левой перспективы, связанный с компьютером и/или с одной или несколькими схемами и сконфигурированный для проецирования
 5 первых выходных изображений левого вывода на проекционный экран; первый проектор правой перспективы, связанный с компьютером и/или с одной или несколькими схемами и сконфигурированный для проецирования первых выходных изображений правого
 10 вывода на проекционный экран; и второй проектор левой/правой перспективы, связанный с компьютером и/или с одной или несколькими схемами и сконфигурированный для попеременного проецирования вторых выходных изображений левого вывода и вторых выходных изображений правого вывода на проекционный экран.

Указанные выше цели согласно двенадцатому аспекту по настоящему изобретению достигаются посредством системы для создания серии трехмерных изображений, которая
 15 содержит: компьютер и/или одну или несколько схем для создания левого вывода, содержащего первые выходные изображения и вторые выходные изображения, посредством повторного применения способа согласно первому аспекту по настоящему изобретению, и компьютер и/или одну или несколько схем дополнительно адаптируют для создания правого вывода, содержащего первые выходные изображения и вторые
 20 выходные изображения посредством повторного применения способа согласно первому аспекту по настоящему изобретению, левый вывод представляет левые изображения в перспективе серии трехмерных изображений, а правый вывод представляет соответствующие правые изображения в перспективе серии трехмерных изображений; проекционный экран; первый проектор левой перспективы, связанный с компьютером
 25 и/или одной или несколькими схемами и сконфигурированный для проецирования первых выходных изображений левого вывода на проекционный экран; первый проектор правой перспективы, связанный с компьютером и/или одной или несколькими схемами и сконфигурированный для проецирования первых выходных изображений правого вывода на проекционный экран; второй проектор левой перспективы, связанный с
 30 компьютером и/или с одной или несколькими схемами и сконфигурированный для проецирования вторых выходных изображений левого вывода на проекционный экран; и второй проектор правой перспективы, связанный с компьютером и/или одной или несколькими схемами и сконфигурированный для проецирования вторых выходных изображений правого вывода на проекционный экран.

В двенадцатом аспекте и/или тринадцатом аспекте первый проектор левой перспективы может содержать левый поляризационный фильтр для поляризации света, проецируемого первым проектором левой перспективы, и первый проектор правой перспективы может содержать правый поляризационный фильтр для поляризации света, проецируемого первым проектором правой перспективы.

Левый поляризационный фильтр и правый поляризационный фильтр могут иметь ортогональные или приблизительно ортогональные направления поляризации. Левый поляризационный фильтр и правый поляризационный фильтр могут иметь противоположные направления круговой поляризации. Проекционный экран может быть не-деполяризующим. Системы согласно двенадцатому аспекту и/или тринадцатому
 45 аспекту дополнительно могут содержать блок поляризации, переменной во времени.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Многие варианты осуществления по различным аспектам по настоящему изобретению изображены на чертежах, где:

на фиг. 1 проиллюстрирован пример известного уровня техники,
на фиг. 2 проиллюстрирован предпочтительный вариант осуществления настоящего изобретения,

на фиг. 3 проиллюстрированы детали предпочтительного варианта осуществления,
на фиг. 4-7 проиллюстрированы различные значения пикселей, формируемые в предпочтительном варианте осуществления.

На фиг. 8-9 проиллюстрированы примеры различных выводов предпочтительного варианта осуществления,

на фиг. 10-12 проиллюстрированы альтернативные варианты осуществления настоящего изобретения,

на фиг. 13 проиллюстрирована конфигурация иммерсионного стереоскопического проецирования,

на фиг. 14-17 проиллюстрирован предпочтительный вариант осуществления проекционной системы в соответствии с настоящим изобретением,

на фиг. 18 проиллюстрирован альтернативный вариант осуществления настоящего изобретения и

на фиг. 19 проиллюстрирована обработка и вывод альтернативного варианта осуществления, описанные в отношении фиг. 18.

ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Настоящее изобретение описано ниже с точки зрения примерных конфигураций, но не предполагается, что его будут рассматривать в качестве ограниченного ими. Для объяснения, проекционные системы со шкалой серого используют для описания настоящего изобретения, тогда как описанные конфигурации также можно применять к каждой из цветовых плоскостей трехцветной (например, RGB) цветной проекционной системы, и, используя стандартные способы преобразования цветового пространства, дополнительно использовать для проекционных систем, использующих другие цветовые пространства (например, YPbPr). Кроме того, схемы цветовой коррекции для адаптации, например, корректировки оттенков, точек черного и точек белого и т.д., между сигналами исходного изображения и проекторами, очевидно, могут быть включены.

Системы проецирования изображений используются в нескольких описаниях, поскольку описанные конфигурации также могут работать с последовательностью неподвижных изображений, составляющих движущееся изображение. В описании используются моноскопические проекционные системы, но изобретение также можно применять к набору проекционных систем, используемых для стереоскопических применений, или к активным стереоскопическим проекторам с отдельными вводами для левого глаза и правого глаза или с вводами с двойной частотой кадров. Значения пикселей описаны как находящиеся в диапазоне от 0 до 1, тогда как в практических реализациях, вероятно, могут быть выбраны другие диапазоны. Операции описаны как осуществляемые посредством отдельных схем, тогда как в практической реализации они, вероятно, будут реализованы в виде алгоритмов программного обеспечения, поисковых таблиц и т.д. в памяти компьютера или памяти графической карты. Подразумевается, что дополнительные модификации, добавления и альтернативные конфигурации, очевидные специалисту в данной области, включены в объем изобретения.

На фиг. 1 представлен схематичный вид конфигурации известного уровня техники, традиционное двойное наложение, содержащее по существу идентичные проекторы, первый проектор 1 и второй проектор 2, каждый проецирует изображение на проекционную поверхность 3 и каждый имеет декодирующую гамма-функцию, соответствующую кодирующей гамме формирователя 4 изображения, который выводит

сигнал исходного изображения, содержащий массив значений пикселей. Соединительные линии в схематическом виде иллюстрируют пути сигнала изображения. Вывод формирователя изображения подают на ввод первого проектора 1 и на ввод схемы 5 искривления. Вывод схемы 5 искривления подают на ввод второго проектора 2. Схема 5 искривления осуществляет геометрическую коррекцию изображения, проецируемого посредством второго проектора 2, чтобы выровнять его с изображением, проецируемым посредством проектора 1 и компенсировать механическое нарушение выравнивания между проецируемыми изображениями. Повторные перекалибровки могут потребоваться для того, чтобы компенсировать перемещения в механических и оптических частях в связи с тепловыми колебаниями и т.д.

На фиг. 2 представлен схематичный вид первого варианта осуществления изобретения. В конфигурацию по фиг. 1 добавлена функция разделения изображения, включающая схему 6 гамма-декодирования, первую схему 7 гамма-кодирования, вторую схему 8 гамма-кодирования, буфер 9 изображения, ограничитель 10 осветления изображения, первую схему 11 вычитания изображения, ограничитель 12 затемнения изображения, вторую схему 13 вычитания изображения, первый ограниченный сглаживающий фильтр 14, второй ограниченный сглаживающий фильтр 15, схему 16 инверсии изображения, первую схему 101 деления изображения и вторую схему 102 деления изображения, все соединены, как показано на фиг.

Схема 6 гамма-декодирования совпадает с кодирующей гаммой формирователя 4 изображения, первая схема 7 гамма-кодирования совпадает с декодирующей гаммой второго проектора 2 и вторая схема 8 гамма-кодирования совпадает с декодирующей гаммой первого проектора 1. Таким образом, все операции в схеме между выходом схемы 6 гамма-декодирования, первой схемой 7 гамма-кодирования и второй схемой 8 гамма-кодирования осуществляют при гамме, равной единице, что обозначает, что значения пикселей представляют линейные интенсивности, и получаемая суперпозиционная интенсивность освещения в точке проекционной поверхности 3 представляет собой функцию суммы соответствующих значений пикселей в изображениях, вводимых в первую схему 7 гамма-кодирования и в вторую схему 8 гамма-кодирования.

Буфер 9 изображения хранит пороговое изображение Т, которое содержит для каждого значения пикселя представление доли интенсивности освещения, которую первый проектор 1 вносит в соответствующее положение на проекционной поверхности 3, когда на входы обоих проекторов подаются изображения с равномерной максимальной интенсивностью. Поскольку в этом варианте осуществления первый проектор 1 и второй проектор 2 по существу идентичны, первый проектор 1 вносит половину интенсивности освещения во все положения, и все значения пикселей в Т составляют 0,5. В альтернативной конфигурации этого варианта осуществления проекторы не идентичны, а имеют различное пространственное распределение их максимальных интенсивностей освещения; таким образом, Т представляет собой изображение, которое содержит пиксели с варьирующими значениями между 0 и 1.

Содержимое Т буфера 9 изображения и выход схемы 6 гамма-декодирования подаются на ограничитель 10 осветления. Ограничитель 10 осветления изображения вычисляет изображение, которое в каждом положении пикселя представляет собой большее из двух входов, и он выводит результат на первую схему 11 вычитания изображения, которая вычитает Т и подает результат на вход нижнего граничного изображения LB ограниченного сглаживающего фильтра 14. Значения пикселей этого изображения представляют количество интенсивности, которое первый проектор 1 не способен

воспроизвести отдельно, таким образом, второй проектор 2 должен внести минимальную интенсивность в соответствующее положение пикселя.

Содержимое Т буфера 9 изображения подается на схему 16 инверсии изображения, и выход схемы 16 инверсии изображения подается на ограничитель 12 затемнения изображения. Кроме того, выход схемы 6 гамма-декодирования подается на ограничитель 12 затемнения изображения. Ограничитель 12 затемнения изображения вычисляет изображение, которое в каждом положении пикселя представляет собой меньшее из двух входов, и выводит результат на вход верхнего граничного изображения UB ограниченного сглаживающего фильтра 14. Это изображение представляет максимальную интенсивность, которую должен внести второй проектор 2, т.е. желаемые получаемые интенсивности пикселей, ограниченные максимальной интенсивностью, которую второй проектор способен внести в соответствующее положение пикселя.

Первый ограниченный сглаживающий фильтр 14 вычисляет в целом сглаженное размытое выходное изображение только с несколькими высокочастотными компонентами, причем выходное изображение по существу ограничено в любом положении пикселя, чтобы иметь значение пикселя в диапазоне от соответствующего значения пикселя в нижнем граничном изображении LB и до соответствующего значения пикселя в верхнем граничном изображении. На фиг. 3 представлена блок-схема процесса примерной конфигурации ограниченного сглаживающего фильтра 14. Ограниченный сглаживающий фильтр 14 осуществляет операцию расширения на шкале серого с радиусом r_1 расширения на изображении входа нижней границы LB, после чего следует операция размытия с радиусом r_1' размытия, меньше r_1 или равным ему, на результате операции расширения на шкале серого, и операция ограничения затемнения изображения с использованием изображения входа верхней границы UB на результате операции размытия, которая ограничивает значения пикселей в результате операции размытия так, чтобы они были меньше соответствующих значений пикселей в изображении входа верхней границы UB или равны им, и результат операции ограничения затемнения изображения представляет собой вход первого ограниченного сглаживающего фильтра. Альтернативно, операция ограничения затемнения изображения может быть опущена, и результат операции размытия может представлять собой выход первого ограниченного сглаживающего фильтра. Радиус r_1 расширения может составлять 4 пикселя, а радиус r_1' размытия может быть равен r_1 . Альтернативно, радиус r_1 расширения может составлять $1/300$ от ширины изображения входа нижней границы LB, а радиус r_1' размытия может быть равен r_1 . Операция размытия может представлять собой операцию размытия по Гауссу, которая может иметь стандартное отклонение $1/3 \times r_1'$, или операция размытия может представлять собой операцию фильтрации по среднему значению. В альтернативных конфигурациях первый ограниченный сглаживающий фильтр 14 может содержать сплайновый или мембранный фильтр огибающей или фильтр эффекта свечения.

Выход первого ограниченного сглаживающего фильтра 14 подается на вход нижней границы второго ограниченного сглаживающего фильтра 15, и выход схемы 16 инверсии изображения подается на вход верхней границы второго ограниченного сглаживающего фильтра 15. Второй ограниченный сглаживающий фильтр 15 может осуществлять операцию, схожую с таковой первого ограниченного сглаживающего фильтра 14 с радиусом расширения r_2 и радиусом размытия r_2' . Радиус расширения r_2 может составлять 2 пикселя, а радиус размытия r_2' может быть равен r_2 . Альтернативно радиус расширения r_2 может составлять $1/600$ от ширины изображения ввода нижней границы второго ограниченного сглаживающего фильтра 15, а радиус размытия r_2' может быть

равен r_2 . В альтернативной конфигурации второй ограниченный сглаживающий фильтр 15 может быть заменен фильтром размытия. Радиус расширения r_2 второго ограниченного сглаживающего фильтра 15 может быть корректируемым, и радиус размытия r_2' может быть установлен, чтобы следовать r_2 при подстройке. Следует
 5 отметить, что когда $r_2=0$ и $r_2'=0$, выход второго ограниченного сглаживающего фильтра 15 равен входу нижней границы, т.е. равен выходу первого ограниченного сглаживающего фильтра 14.

Выход схемы 6 гамма-декодирования и выход второго ограниченного сглаживающего фильтра 15 подаются на схему 13 вычитания изображения, которая вычисляет
 10 изображение посредством вычитания выхода второго ограниченного сглаживающего фильтра 15 из выхода схемы 6 гамма-декодирования. Результат вычитания подается на первый вход первой схемы 101 деления изображения. Выходное изображение T из буфера 9 изображения подается на второй вход первой схемы 101 деления изображения. Первая схема 101 деления изображения делит первый вход на второй вход, и результат
 15 деления подается на вход второй схемы 8 гамма-кодирования. Таким образом, первая схема 101 деления изображения масштабирует значения пикселей в выходном изображении второй схемы 13 вычитания изображения, которые будут находиться в диапазоне от 0 до соответствующих значений пикселей T , посредством деления с использованием значений пикселей в T , так что получаемые выходные значения пикселей
 20 масштабируются так, чтобы они находились в диапазоне от 0 до 1.

Выходное изображение второго ограниченного сглаживающего фильтра 15 кроме того подается на первый вход второй схемы 102 деления изображения, и выход схемы 16 инверсии изображения подается на второй вход второй схемы 102 деления
 25 изображения. Вторая схема 102 деления изображения делит первый вход на второй вход, и результат деления подается на вход первой схемы 7 гамма-кодирования. Таким образом, вторая схема 102 деления изображения масштабирует значения пикселей в выходном изображении второго ограниченного сглаживающего фильтра 15, которые будут находиться в диапазоне от 0 до обращенных значений для соответствующих значений пикселей T , посредством деления с использованием обращенных значений
 30 для значений пикселей в T , так что получаемые выходные значения пикселей масштабируются так, чтобы они находились в диапазоне от 0 до 1.

Выход первой схемы 7 гамма-кодирования подается на вход схемы 5 искривления, и выход схемы 5 искривления подает на вход второго проектора 2. Выход второй схемы 8 гамма-кодирования подается на вход первого проектора 1.

В альтернативной упрощенной конфигурации первого варианта осуществления, ограничитель 12 затемнения изображения можно опустить, и можно подавать изображение с равномерной максимальной интенсивностью на вход верхней границы
 35 первого ограниченного сглаживающего фильтра 14.

На фиг. 4 представлены графики значений в примерном участке ряда пикселей на различных стадиях обработки, на первом графике на фиг. 4 представлен выход схемы 6 гамма-декодирования, на втором графике представлен выход ограничителя затемнения 12 и на третьем графике представлен выход первой схемы 11 вычитания изображения.

На фиг. 5 представлены три графика значений в примерном участке ряда пикселей на различных стадиях работы ограниченного сглаживающего фильтра 14 с радиусом
 45 r_1 расширения 3 пикселя и радиусом r_1' размытия по существу равным r_1 . На первом графике на фиг. 5 результат операции расширения показан в виде черной линии, а вход нижней границы показан темно-серым, и вход верхней границы показан светло-серым. На втором графике схожим образом представлен результат операции размытия, и на

третьем графике представлен результат операции затемнения.

На фиг. 6 представлены 3 примерные графики значений в ряду пикселей, на первом графике на фиг. 6 представлен выход второго ограниченного сглаживающего фильтра 15, когда $r1=3$ пикселя и $r2=0$ и $r1'$ по существу равен $r1$ и $r2'$ по существу равен $r2$. На втором графике представлен выход схемы 13 вычитания изображения, и на третьем графике представлены суммированные значения выхода второго ограниченного сглаживающего фильтра 15 и схемы 13 вычитания изображения, эти суммированные значения, как указано выше, переводят непосредственно в результирующую интенсивность освещения в соответствующем ряду пикселей на проекционной поверхности 3, когда выравнивание проецируемых изображений является по существу идеальным, поскольку операции осуществляют при гамме, равной единице. Когда $r2=0$, как в этом примере, суммирование входных изображений в гамма-кодирующие схемы равно выходу схемы 6 гамма-декодирования, которое представляет собой гамма-декодированное исходное изображение, таким образом, при идеальном выравнивании проецируемых изображений, получаемое изображение на проекционной поверхности 3 по существу идеально соответствует выходу формирователя 4 изображения, это состояние можно обозначать как «идеальная реконструкция». В альтернативной конфигурации этого варианта осуществления, работающей только в состоянии «идеальной реконструкции», можно опустить второй ограниченный сглаживающий

фильтр 15.

Как показано на первом графике на фиг. 6, количество высоких пространственных частот в выходе второго ограниченного сглаживающего фильтра 15 значительно меньше, чем в выходном изображении схемы 6 гамма-декодирования, что ведет в целом к более сглаженному, размытому изображению, проецируемому посредством второго проектора 2, чем в традиционной конфигурации двойного наложения.

Первое преимущество изобретения состоит в том, что более сглаженное изображение второго проектора 2 снижает видимые артефакты, вводимые посредством меньшего нарушения выравнивания проецируемых изображений. Во многих случаях незаметно нарушение выравнивания целого пикселя или более, которое в традиционной конфигурации двойного наложения вносит очень заметные артефакты.

Однако, как можно видеть на первом графике на фиг. 6, выход второго ограниченного сглаживающего фильтра 15 не полностью устраняет высокочастотные компоненты. На высококонтрастных краях в исходном изображении, где контраст близок к способности воспроизводить контраст первого проектора 1 или превышает ее, входы верхней границы и нижней границы в первый ограниченный сглаживающий фильтр 14 сближаются настолько, что не всегда возможно создать сглаженную «кривую» (или, скорее, поверхность) между ними, и эти области проецируемого изображения будут наиболее чувствительны к нарушению выравнивания. Установка $r2$ на значение, превышающее 0, будет усиливать сглаживание также в этих областях, дополнительно снижая компоненты пространственных частот и увеличивая допустимое отклонение нарушения выравнивания. Ценой этого увеличенного допустимого отклонения нарушения выравнивания является потеря способности добиваться «идеальной реконструкции» и введение небольших артефактов, даже при идеальном выравнивании проецируемых изображений, в форме слабых гало вокруг краев в исходном изображении с контрастом выше, чем первый проектор 1 способен воспроизвести. Таким образом, корректирование $r2$ определяет компромисс между «идеальной реконструкцией» и «большим допустимым отклонением нарушения выравнивания».

Фиг. 7 эквивалентна фиг. 6, за исключением того, что здесь радиус расширения $r2$

составляет 2 пикселя и радиус размытия r_2' по существу равен r_2 . Радиус r_1 расширения все еще составляет 3 пикселя, а радиус r_1' размытия все еще по существу равен r_1 .

Артефакт слабое гало виден в суммированном графике в нижней части слева от самого высокого пика. К счастью, эти артефакты в проецируемом изображении зрительная

система человека может не распознавать в связи с латеральным ингибированием в системе нервных реакций на сетчатке (латеральное маскирование), когда r_2 ниже предела, определяемого общим контрастом проекционной системы на экране, таким образом, теоретическая «идеальная реконструкция» не обязательно необходима. Определение хорошего значения для r_2 для заданного типа проекционной системы можно осуществлять с помощью критической группы наблюдателей, расположенных в передних рядах, на тестовом шаблоне, содержащем края с максимальным контрастом, и переключать между случайными значениями r_2 и просить членов группы оценить изображения с точки зрения резкости краев и затем выбирать значение r_2 , при котором никто не отмечает снижение резкости краев. Следует отметить, что причина для выбора второго ограниченного сглаживающего фильтра 15 также для второй фильтрующей полосы, в отличие, например, от выбора стандартного фильтра низких частот, состоит в том, что эта конфигурация сохраняет интенсивность освещения в малых областях световых бликов, таких как отражения в воде или листьях, которые могут представлять собой важные визуальные ориентиры, которые не подвергаются подавлению посредством латерального ингибирования.

На фиг. 8 представлены напечатанные изображения выхода второго ограниченного сглаживающего фильтра 15 вместе с выходом схемы 13 вычитания изображения и моделирование получаемого проецируемого изображения с совмещением, вычисленное посредством сложения выхода второго ограниченного сглаживающего фильтра 15 и выхода схемы 13 вычитания изображения. (К изображениям применялась гамма, так что их можно видеть на отпечатке).

Фиг. 9 представляет сходные моделирования увеличенного участка изображения, проецируемого с нарушением выравнивания в 2 пикселя. Верхнее изображение представляет собой моделирование проецирования с использованием традиционного двойного наложения, а нижнее изображение представляет собой моделирование проецирования с использованием первого варианта осуществления изобретения.

Второе преимущество изобретения состоит в том, что выходное изображение второго ограниченного сглаживающего фильтра 15 в целом не будет видно и не содержит достаточно информации о деталях, чтобы превратить ее в видимое изображение без дополнительно поставляемой информации, что значит, что в защищенных от копирования проекционных системах, где пути сигналов и накопители изображений являются предметом шифрования и требований к физическому несанкционированному доступу, весь путь сигнала от выхода второго ограниченного сглаживающего фильтра 15, включая схему 5 искривления и второй проектор 2, могут не требовать шифрования или физической защиты. На фиг. 10 представлен пример внедрения первого варианта осуществления в сервер цифрового кинотеатра. Защищающий от несанкционированного доступа корпус 18 содержит указанные компоненты. Выход второй схемы 8 гамма-кодирования подается на схему 17 шифрования, а первый проектор 1 представляет собой цифровой кинопроектор, способный дешифровать входной сигнал изображения. На фиг. 11 представлен пример внедрения первого варианта осуществления в цифровой кинопроектор. Формирователь 4 изображения может представлять собой сервер цифрового кинотеатра, выводящий зашифрованный сигнал изображения, схема 19 дешифрования дешифрует сигнал, и защищенный от несанкционированного доступа

корпус 18 содержит указанные компоненты. На фиг. 12 представлен пример первого варианта осуществления, включенный в обособленный блок со схемой 19 дешифрования изображения, которая дешифрует шифрованный вывод формирователя 4 изображения, который может представлять собой сервер цифрового кинотеатра, и схемой 17 шифрования изображения, которая шифрует сигнал изображения и выводит шифрованный сигнал на сервер цифрового кинотеатра, способный дешифровать сигнал изображения, и корпусом защиты от несанкционированного доступа содержит указанные компоненты. В конфигурациях по фиг. 9, 10 и 11 первая схема 7 гамма-кодирования, схема 5 искривления и второй проектор 2 находятся за пределами корпуса от несанкционированного доступа и обрабатывают нешифрованные сигналы, что делает практическую реализацию относительно несложной.

В альтернативную конфигурацию первого варианта осуществления может быть включена схема перевыборки (повторной дискретизации), которая осуществляет перевыборку выходного изображения из первой схемы 7 гамма-кодирования для более низкого пространственного разрешения и подает получаемое повторно дискретизированное изображение на схему 5 искривления, и где схема искривления и второй проектор 2 имеют более низкое пространственное разрешение, чем первый проектор 1. Поскольку выход первой схемы 7 гамма-кодирования содержит небольшие высокочастотные компоненты, это может оказывать только небольшой или нулевой эффект на получаемое качество изображения.

Таким образом, третье преимущество изобретения состоит в том, что можно снизить издержки на модернизацию и защитить инвестиции в существующее оборудование, например, в театре с одним 2К проектором, который желают обновить до 4К и повысить яркость. В целом, нестрогие требования ко второму проектору 2 открывают возможности для асимметричных конфигураций, где второй проектор 2 может представлять собой проекционную систему, полностью отличающуюся от первого проектора 1, обладающую ограничениями, которые не позволяют ее использовать для традиционного двойного наложения, но менее значимы в конфигурации первого варианта осуществления, такие как более низкое разрешение, слегка видимые смазанные края или отличие по яркости от мозаичной системы, отсутствие поддержки шифрования и т.д., но которая имеет другие важные преимущества, такие как хороший уровень черного, уже выполненная установка или оптимизация для использования в специализированных применениях, при не использовании в качестве части первого варианта осуществления, таких как презентаций на конференциях, проецирование звездного поля планетария и т.д.

В еще одной альтернативной конфигурации первого варианта осуществления, схема эрозии изображения встраивается между выходом первого ограниченного сглаживающего фильтра 14 и входом нижней границы второго ограниченного сглаживающего фильтра 15, где указанная схема эрозии изображения осуществляет операцию эрозии шкалы серого на сигнале изображения, принимаемом от первой сглаживающей схемы 14 с ограничением. Радиус R_3 операции эрозии шкалы серого может составлять 0,5 пикселя или 1 пиксель. Эта конфигурация представляет такое преимущество, что ошибки в фактических интенсивностях пикселей на экране в связи с нарушением выравнивания можно смещать в размытые области, где одни и те же линейные интенсивности будут менее заметны для глаза человека в связи с нелинейными свойствами зрительной системы человека.

В еще одной альтернативной конфигурации первого варианта осуществления схему цветовой коррекции встраивают между выходом первой схемы 11 вычитания

изображения и входом нижней границы первого ограниченного сглаживающего фильтра 14. Указанная схема цветовой коррекции дополнительно соединяется с выходом схемы 6 гамма-декодирования и выполняет прибавление к значениям пикселей в изображении, принимаемом из первой схемы 11 вычитания изображения, чтобы пиксели в выходе первого ограниченного сглаживающего фильтра 14 имели по существу такой же оттенок, как соответствующие пиксели в сигнале изображения, принимаемом от схемы 6 гамма-декодирования. Эту операцию можно осуществлять посредством вычисления константы $K = \text{Max}(R_{11}/R_6, G_{11}/G_6, B_{11}/B_6)$ для каждого пикселя, где (R_6, G_6, B_6) представляет собой значение цвета пикселя выхода схемы 6 гамма-декодирования и (R_{11}, G_{11}, B_{11}) представляет собой значение цвета пикселя выхода первой схемы 11 вычитания изображения, и где $\text{Max}(x, y, z)$ обозначает функцию, которая возвращает самые высокие значения x, y и z , и посредством вычисления значений цвета выходных пикселей $R' = K \times R_6, G' = K \times G_6$ и $B' = K \times B_6$, и выхода (R', G', B') на вход нижней границы первого сглаживающего фильтра 14 с ограничением. В этой конфигурации оттенки пикселей в изображениях, проецируемых с обоих проекторов, будут одинаковыми, что в некоторых изображениях может дополнительно снизить видимость артефактов нарушения выравнивания.

В еще одной альтернативной конфигурации первого варианта осуществления выходной сигнал из первой схемы 7 гамма-кодирования или из схемы перевыборки записывают на первом носителе, а выход второй схемы 8 гамма-кодирования шифруют и записывают на втором носителе, и первый носитель и второй носитель воспроизводят синхронно, причем выход первого носителя записи подают на схему 5 искривления (деформации), которую калибруют для выравнивания изображений и которая подает деформированный выход на второй проектор 2, а выход второго носителя подается на проектор 1.

Четвертое преимущество изобретения состоит в том, что оно может снижать артефакты полосатости, вводимые традиционной конфигурацией двойного наложения, оно может иметь более высокое динамическое контрастное разрешение по сравнению с таковым традиционной системы двойного наложения, поскольку на указанной проекционной поверхности 3 возможны более отличающиеся получаемые интенсивности. В традиционной конфигурации двойного наложения, где каждый проектор имеет дискретные степени интенсивности, согласованные с едва уловимыми различиями зрительной системы человека, получаемое изображение с совмещением на проекционной поверхности 3 может иметь дискретные степени интенсивности, превышающие едва уловимые различия, что может привести к видимой полосатости.

Пятое преимущество изобретения состоит в том, что система автоматического повторного выравнивания, основанная на системе захвата цифрового изображения, снимающей получаемое суперпозиционное изображение, проецируемое на проекционной поверхности 3, может разделять захваченное изображение на компоненты, создаваемые каждым проектором, и осуществлять перекалибровку схемы искривления без необходимости в повторении последовательности кадров на публичной презентации или использовании специальных повторяющихся тренировочных последовательностей. Например, высокочастотная фильтрация захваченного изображения может создавать изображение, которое связано только с изображением, проецируемым посредством первого проектора 1, что позволяет выполнять совпадение признаков или слежение за признаками, идентифицировать первый набор векторов нарушения выравнивания по захваченному изображению по отношению к входному изображению первого проектора 1 и деформировать захваченное изображение так, чтобы выровнять его относительно

первого проектора 1, и затем вычесть гамма-декодированную версию изображения, вводимого в первый проектор 1 из версии захваченного изображения с коррекцией гаммы и коррекцией усиления, получаемого в изображении, которое связано только с изображением, проецируемым посредством второго проектора 2, так что возможно совпадение признаков или слежение за признаками, и можно вычислять второй набор векторов нарушения выравнивания между захваченным изображением и изображением, проецируемым посредством второго проектора 2, и из первого и второго набора векторов нарушения выравнивания вычисляют третий набор векторов нарушения выравнивания, который представляет собой векторы нарушения выравнивания между изображением, проецируемым посредством первого проектора 1, и изображением, проецируемым посредством второго проектора 2, и по третьему набору векторов нарушения выравнивания осуществляют перекалибровку схемы 5 искривления. Альтернативно, в проекционной системе RGB можно конструировать изображение с одним выравниванием, которое в одной цветовой плоскости содержит геометрический шаблон, например, решетку, которая имеет только значения пикселей выше значений в пороговом изображении Т, и где другая цветовая плоскость содержит тот же геометрический шаблон, но со значениями пикселей ниже значений в пороговом изображении Т, таким образом, для каждого положения пикселя возможно получать векторы относительного нарушения выравнивания между проекторами и осуществлять перекалибровку схемы 5 искривления.

Дополнительно, первый вариант осуществления может быть переключаемым в режим одного проектора, в котором на один из проекторов просто подают исходное изображение. Этот режим одного проектора может действовать как запасное функционирование в случае отказа проектора, и его можно активировать автоматически посредством системы обнаружения, способной обнаруживать отказ проектора, где схема обнаружения может представлять собой интегрированную часть проектора или где схема обнаружения может быть основана на системе захвата цифровых изображений, которая снимает получаемое суперпозиционное изображение, проецируемое на проекционной поверхности 3, что ведет к некоторой степени избыточности, где, например, в случае взрыва лампы, система будет продолжать проецировать правильные изображения, хоть и с меньшей яркостью.

На фиг. 18 представлена еще одна альтернативная конфигурация первого варианта осуществления, поддерживающая особенно полезную процедуру повторного выравнивания, в которую добавлены буфер 103 изображения содержит шаблон выравнивания, схему добавления изображения 104 и ограничитель затемнения 105. Выход буфера 103 изображения подается на один вход схемы добавления изображения 104, и выход ограниченного сглаживающего фильтра 15 подается на другой вход схемы добавления изображения 104, а выход схемы добавления изображения 104 подается на один вход ограничителя затемнения 105, и выход схемы 6 гамма-коррекции подается на другой вход ограничителя затемнения 105, и выход ограничителя затемнения подается на один вход схемы 102 деления изображения и на один вход схемы 13 вычитания изображения, как показано на фиг. Выход буфера 103 изображения может быть переключаемым между черной картинкой и шаблоном выравнивания, так что шаблон выравнивания можно эффективно выключать, когда обнаружение выравнивания не требуется. Эффекты этих добавленных элементов схем, оказываемые на проецируемые изображения, заключаются в том, что в изображения, проецируемые посредством проектора 2, будет добавлен шаблон выравнивания с ограничениями, который представляет собой выход буфера 103 изображения, на который накладываются

ограничения, чтобы результат добавления в каждом положении пикселя все еще был равен или ниже интенсивностей соответствующих значений пикселей в исходном изображении, и из изображения, проецируемого посредством проектора 1, будет вычтено изображение выравнивания с ограничениями, так что когда два изображения

накладывают на проекционной поверхности 3 при идеальном выравнивании, шаблон выравнивания будет нейтрализован и станет невидимым, так что будет видно только исходное изображение. Однако когда вводится рассогласование, шаблон выравнивания становится видимым в виде участков шаблона с более низкими и более высокими интенсивностями, чем окружающие пиксели. Это делает возможным простое и точное визуальное обнаружение какого-либо присутствующего нарушения выравнивания.

Положение более низких и более высоких интенсивностей показывает, в каком направлении ориентировано нарушение выравнивания. Например, если участок шаблона выравнивания виден как более светлые значения пикселей по сравнению с окружением, т.е. более светлый след шаблона, и тот же участок шаблона выравнивания виден как более темные значения пикселей по сравнению с окружением, т.е. более темный след шаблона, и темный след расположен справа и ниже светлого следа, это указывает на то, что проектор 1 смещен вправо и в направлении нижнего края относительно положения, в котором происходит идеальное выравнивание. Таким образом, обнаружение нарушения выравнивания можно выполнять во время работы

проекционной системы, и даже можно осуществлять коррекцию посредством корректировки схемы 5 искривления. Шаблон выравнивания можно разрабатывать так, чтобы он был не очень заметен для широкой публики, но все еще был полезен для кинемеханика, например, посредством включения небольших графических элементов на равном расстоянии.

Шаблон выравнивания может представлять собой решетку, сетку или любой регулярный или нерегулярный шаблон из элементов, которые могут представлять собой точки, крест нитей или другие графические элементы и они могут включать штрихкоды, семакоды или другие идентификаторы.

На фиг. 19 представлены примерные сигналы конфигурации по фиг. 18, где первое изображение представляет собой выход ограничителя затемнения 105 с видимым прибавленным шаблоном выравнивания, второе изображение представляет собой выход схемы 13 вычитания изображения с видимым вычтенным шаблоном выравнивания, третье изображение представляет собой получаемое суперпозиционное изображение на проекционной поверхности 3 с идеальным выравниванием, а четвертое изображение представляет собой пример получаемого суперпозиционного изображения на проекционной поверхности 3, когда имеет место нарушение выравнивания.

В системе проецирования цветных изображений, содержащей множество конфигураций первого варианта осуществления, каждая проецирует цветовую плоскость изображения, первую цветовую плоскость можно проецировать с шаблоном выравнивания посредством конфигурации, представленной на фиг. 18, а другие цветовые плоскости можно проецировать без шаблонов выравнивания. Когда цветовые плоскости проецируют посредством одних и тех же физических проекторов, механические нарушения выравнивания проекторов и проекционной оптики будут влиять на цветовые плоскости по существу идентично, так что информацию о нарушении выравнивания, наблюдаемую из первой цветовой плоскости, можно использовать для того, чтобы обнаруживать и корректировать нарушения выравнивания всех цветовых плоскостей. Это будет дополнительно снижать видимость шаблона выравнивания для широкой публики, в частности, если цветовой плоскостью с шаблоном выравнивания является

синяя цветовая плоскость, тогда как киномеханик может наблюдать изображение через оптический фильтр, имеющий существу тот же цвет, что и цветовая плоскость с изображением выравнивания, тем самым повышая видимость изображения выравнивания для киномеханика.

5 Альтернативно варианту с киномехаником, наблюдающим изображение вручную, камера может записывать изображение на проекционной поверхности 3, а система обработки изображения может обнаруживать и корректировать нарушение выравнивания. Система обработки изображения может осуществлять совпадение признаков или слежение за признаками, например, масштабно-инвариантное слежение
10 за признаками, чтобы осуществлять распознавание шаблона выравнивания или участков шаблона выравнивания. Кроме того, камер может иметь большое время выдержки, чтобы несколько различных проецируемых изображений, например, последующие кадры кинофильма, интегрировать в элементе захвата изображения в течение одного экспонирования, тем самым размывая все нестатические элементы картинки, но сохраняя
15 статический шаблон выравнивания для более легкого распознавания шаблона выравнивания или участков шаблона выравнивания. Например, шаблон выравнивания или участки шаблона выравнивания можно отделять от интегрированного и размытого изображения посредством высокочастотной фильтрации. Последовательность изображений, подлежащих проецированию, можно предварительно обрабатывать, для
20 увеличения размытия других элементов, нежели шаблон выравнивания, когда последний интегрируют в элементе захвата изображения камеры, например, медленное, циклическое движение можно вводить в статичные сцены последовательности из кинофильма, или одну из цветовых плоскостей, например, синюю цветовую плоскость, можно размывать в одном или нескольких или всех кадрах кинофильма.

25 В системе проецирования цветных изображений, содержащей множество конфигураций первого варианта осуществления, каждая проецирует цветовую плоскость изображения, может содержаться дополнительная схема цветовой коррекции, которая выполняет прибавление к значениям пикселей в цветовых каналах выходов первых ограниченных сглаживающих фильтров 14, чтобы оттенок пикселей в выходах первых
30 ограниченных сглаживающих фильтров 14 был по существу идентичен оттенкам соответствующих пикселей в выходе схемы 6 гамма-декодирования. Дополнительная схема цветовой коррекции может осуществлять операцию, где она для каждого пикселя вычисляет значение доли, которое представляет собой значение пикселя выхода первого ограниченного сглаживающего фильтра 14, деленное на соответствующее значение
35 пикселя выхода схемы 6 гамма-декодирования, затем дополнительная схема цветовой коррекции идентифицирует наибольшие значения доли для каждой из цветовых плоскостей, т.е. для каждой из множества конфигураций первых вариантов осуществления, и для каждой из цветовых плоскостей новое значение пикселя вычисляется посредством умножения выхода схемы 6 гамма-декодирования на значение
40 доли для цветовой плоскости, и получаемое значение пикселя подается на вход второго ограниченного сглаживающего фильтра 15. Преимущество этой цветной проекционной системы состоит в том, что оттенки, проецируемые из первого проектора 1 и из второго проектора 2 для каждого пикселя, будут по существу идентичными, что может дополнительно уменьшать видимые артефакты, получаемые от нарушения
45 выравнивания.

В особенно полезной конфигурации трехмерная система содержит две схемы обработки изображений согласно первому варианту осуществления, причем первая схема обработки изображений согласно первому варианту осуществления снабжает

левым изображением в перспективе трехмерного изображения, а вторая схема обработки изображений согласно первому варианту осуществления снабжает левым изображением в перспективе трехмерного изображения, и три проектора, два стационарных поляризационных фильтра, блок поляризации, переменной во времени, такой как RealD ZScreen или компоновка поляризующего разделителя луча RealD XL с ZScreen, не-деполяризующий проекционный экран и очки с поляризаторами. На первый проектор подается выход второй схемы 8 гамма-кодирования первой системы обработки изображения, и он содержит первый поляризационный фильтр, вставленный в оптический путь между источником света первого проектора и проекционным экраном, на второй проектор подается выход второй схемы 8 гамма-кодирования второй системы обработки изображения, и он содержит второй поляризационный фильтр, вставленный в оптический путь между источником света второго проектора и проекционным экраном, первый поляризационный фильтр и второй поляризационный фильтр имеют по существу ортогональные направления поляризации или противоположные направления круговой поляризации, и третий проектор проецирует попеременно выход первой схемы гамма-кодирования или схемы переборки первой системы обработки изображения и вывод первой схемы гамма-кодирования или схемы переборки второй системы обработки изображения. Другими словами, две отдельные проекционные системы, одна для изображения для левого глаза и одна для изображения для правого глаза, используют каждый проектор для высокочастотного изображения и совместно используют проектор с временным мультиплексированием для низкочастотного изображения.

Преимущество этой конфигурации состоит в том, что третий проектор проецирует попеременно накладываемые изображения левого и правого пространственных изображений, которые имеют низкие количества высокочастотных компонентов, следовательно, требования к производительности этого проектора с точки зрения разрешения являются нестрогими, что также позволяет оптимизировать проектор для яркости ценой некоторой части разрешения или резкости изображения, например, с использованием поляризующего разделителя луча с объединителем изображения, таким как, например адаптер RealD XL, который по существу удваивает световой выход проектора, но ценой ограничения максимального достигаемого разрешения в практических реализациях. Таким образом, то же самое количество света, достигающего экрана, как при использовании четырех проекторов, можно достичь с использованием только трех проекторов. Например, трехмерная проекционная система, содержащая три проектора, каждый с лампой 7KW Xenon, может привести к такой же яркости, как таковая системы, содержащей четыре проектора, каждый с лампами 7KW, которые могут быть достаточными для освещения трехмерных гигантских экранов. Такая система может конкурировать с существующими пленочными трехмерными проекционными системами для гигантских экранов сразу в разрешении изображения, яркости, стабильности изображения, контрасте, динамическом диапазоне и частоте кадров.

На фиг. 13 представлена конфигурация иммерсионного стереоскопического проецирования с использованием всего четырех проекторов с совмещением, первого левого проектора 121, второго левого проектора 122, первого правого проектора 123 и второго правого проектора 124, где первый левый проектор 121 и второй левый проектор 122 представляют собой части конфигурации согласно первому варианту осуществления и проецируют левый вид стереоскопического изображения и где первый правый проектор 123 и второй правый проектор 124 представляют собой части конфигурации согласно первому варианту осуществления и проецируют правый вид в

театре с иммерсионным гигантским экраном, где проекционная поверхность 3 может представлять собой куполообразный экран или большой плоский экран, расположенный близко к публике так, что большая часть поля зрения членов публики, расположенных на местах в театре 125, заполняют изображением, и где члены публики надевают стереоскопические очки. Проекторы могут быть расположены вне оси близко к краю куполообразного экрана и могут содержать широкоугольную проекционную оптику или «рыбий глаз». Проекционную оптику можно конструировать так, чтобы плотность пикселей была выше в определенной области, зоне наилучшего восприятия, перед публикой, как хорошо известно в данной области иммерсионного проецирования.

Проекционная оптика дополнительно может содержать анаморфотные адаптеры, которые растягивают изображение в вертикальном направлении для заполнения увеличенной области купола. Могут содержаться дополнительные схемы искривления, которые осуществляют геометрическую коррекцию исходного изображения для левого глаза и исходного изображения для правого глаза. Схемы искривления могут работать отдельно на каждой из цветовых плоскостей исходных изображений, так что их можно калибровать, чтобы дополнительно компенсировать хроматическую абберацию в проекционной оптике. Альтернативно включению разделяющих изображение схем согласно первому варианту осуществления, в конфигурацию может быть включена система воспроизведения, способная синхронно воспроизводить предварительно записанные выходы из разделяющей изображение схемы согласно первому варианту осуществления, сохраненные на по меньшей мере одном носителе хранения, и подавать воспроизводимые выходы на проекторы. Носитель хранения может содержать по меньшей мере один жесткий диск, содержащий первый набор ресурсов, содержащих первый сигнал для первого левого проектора 1, где первый сигнал представляет собой записанный выход второй схемы 8 гамма-кодирования, когда левое исходное изображение подавалось на вход схемы 6 гамма-декодирования, и второй сигнал для первого правого проектора 1, где второй сигнал представляет собой записанный выход второй схемы 8 гамма-кодирования, когда правое исходное изображение подавалось на вход схемы 6 гамма-декодирования, и дополнительно содержащий второй набор ресурсов, содержащих третий сигнал для второго левого проектора, где третий сигнал представляет собой записанный выход первой схемы 7 гамма-кодирования, когда левое исходное изображение подавалось на вход схемы 6 гамма-декодирования, и четвертый сигнал для второго правого проектора, где четвертый сигнал представляет собой записанный выход первой схемы 7 гамма-кодирования, когда правое исходное изображение подавалось на вход схемы 6 гамма-декодирования. Первый набор ресурсов можно хранить на жестком диске в формате пакета стереоскопического цифрового кино, и второй набор ресурсов можно хранить на жестком диске в формате пакета стереоскопического цифрового кино. Первый набор ресурсов можно хранить в зашифрованной форме, и система воспроизведения может подавать зашифрованный сигнал на вход первого левого проектора и зашифрованный сигнал на вход первого правого проектора. Кроме того, может содержаться первая схема искривления, введенная в путь сигнала от системы воспроизведения к второму левому проектору, и может содержаться вторая схема искривления, введенная в путь сигнала от системы воспроизведения ко второму правому проектору, где первую схему искривления и вторую схему искривления калибруют для выравнивания изображений.

В проекторах в конфигурации по фиг. 12 можно использовать спектральное разделение для разделения видов для левого и правого глаза, где зрители надевают очки с дихроическими фильтрами спектрального разделения и где проекторы содержат

дихроические фильтры спектрального разделения. Разделяющие фильтры первого левого проектора 121 и второго левого проектора 122 могут быть по существу идентичными, и разделяющий фильтр для левого глаза в очках может соответствовать разделяющим фильтрам первого левого проектора 121 и второго левого проектора 122, а разделяющие фильтры первого правого проектора 123 и второго правого проектора 124 могут быть по существу идентичными, и разделяющий фильтр для правого глаза в очках может соответствовать разделяющим фильтрам первого правого проектора 123 и второго правого проектора 124. Стереоскопическое проецирование со спектральным разделением имеет такое преимущество, что оно не требует специальной проекционной поверхности, которая привлекательна во многих применениях иммерсионного кино, и оно имеет очень хорошее качество изображения и стереоскопического воспроизведения в центральной части поля зрения, но оно имеет недостаток в виде появления артефактов за пределами центральной части поля зрения, поскольку фильтры в очках отличаются от их номинальных эксплуатационных параметров для падающего света с углами не по нормали (не перпендикулярно) к фильтрам, что является присущим дихроическим фильтрам. По этим причинам улучшенная система для стереоскопического проецирования со спектральным разделением предложена ниже.

На фиг. 14 представлен пример известного уровня техники. Лампа 20 в первом проекторе испускает свет в интегрирующий стержень 21, который создает равномерное освещение на выходном конце. Фильтр 23 первого проектора, представляющий собой дихроический фильтр спектрального разделения, расположенный на стеклянной подложке 22, расположен смежно с выходом интегрирующего стержня 21, по существу в фокусной плоскости осветительной системы 24, так что изображение фильтра 23 первого проектора по существу фокусируется на чипах пространственного модулятора света 25 проектора. Второй проектор (не показан) сконфигурирован эквивалентно, но с использованием фильтра второго проектора (не показан), который является взаимоисключающим для фильтра 23 первого проектора. Фильтр 23 первого проектора и фильтр второго проектора имеют взаимоисключающие полосы пропускания, и между ними находятся спектральные диапазоны, называемые защитными полосами, где как фильтр 23 первого проектора, так и фильтр второго проектора имеют небольшое пропускание. Разделяющий фильтр в очках для левого глаза может представлять собой дихроический фильтр, который имеет набор полос пропускания, охватывающий полосы пропускания в фильтре 23 первого проектора, а разделяющий фильтр в очках для правого глаза может представлять собой дихроический фильтр, который имеет набор полос пропускания, охватывающий полосы пропускания в фильтре второго проектора. Разделяющие фильтры в очках могут быть слегка изогнуты для того, чтобы частично компенсировать ненормальный (неперпендикулярный) угол падающего света от пикселей в периферических областях изображения, как наблюдается зрителем, расположенным так, что его голова ориентирована вперед, носом к экрану, поскольку свет с неортогональным углом падения проходит более длинное расстояние между дихроическими слоями разделяющих фильтров, таким образом, подлежит фильтрованию, где полосы пропускания спектрально смещены по сравнению с фильтрованием света от пикселей в средней области изображения с по существу нормальным (перпендикулярным) углом падения, что в ином случае вызвало бы совпадение с фильтрами проектора, подлежащее снижению за пределами допустимых отклонений, обеспечиваемых посредством защитных полос в фильтрах проектора, что приводит к цветовым артефактам и артефактам перекрестных помех между левой и правой

проеекционными системами («двоение») в периферических частях изображения. Обычно не практично использовать разделяющие фильтры, которые достаточно изогнуты, чтобы полностью компенсировать углы падающего света от различных частей изображения по эстетическим причинам, касающимся дизайна очков, и в связи с тем, что расстояние между глазами значительно варьирует у зрителей разных возрастов. Восприятие остающихся артефактов в периферических частях изображения можно описать как наличие листа слегка окрашенного полупрозрачного, полупрозрачного материала с двумя размытыми дырами перед вашими глазами, связанного с вашей головой, причем дыры не полностью покрывают изображение, что ведет к ощущению «туннельного зрения». Следовательно, обычно применяются дополнительные средства для снижения артефактов в периферических частях изображения, которые включают предварительное смещение длины волны фильтров проекторов, увеличение ширины защитных полос ценой сниженной яркости и дополнительно включают уменьшение размера отверстий для глаз в очках, ограничивая диапазон возможных углов падающего света, тем самым вводят резкую и психологически лучше воспринимаемую границу вашего поля зрения, но очевидно ценой ограниченного поля зрения. Однако, для применения в иммерсионном кино, артефакты в периферическом поле зрения не будут полностью устранены.

На фиг. 15 представлена альтернативная конфигурация системы на фиг. 14, где цветные артефакты и артефакты двоения в периферических частях изображения компенсируются посредством модификации фильтра 23 первого проектора и фильтра второго проектора, так что спектрально фильтрованный свет на выходных зрачках проекторов становится смещенным по длине волны как функция угла испускания. Фильтр 23 первого проектора и фильтр второго проектора изогнуты по существу по идентичным кривым, чтобы свет, сфокусированный на пикселях в периферических частях чипов модулятора света, проходил более длинные расстояния между дихроическими слоями, чем свет, сфокусированный на центральных частях чипов модулятора света; таким образом, свет, сфокусированный на периферических частях чипов модулятора света, смещается по длине волны по отношению к свету, сфокусированному на центральных частях чипов модулятора света и, следовательно, свет, испускаемый из пикселей в периферических частях проецируемого изображения, смещается по длине волны по отношению к свету, испускаемому из пикселей в центральных частях проецируемого изображения, что ведет к улучшенному совпадению фильтрации посредством фильтров проекторов и фильтрации глазных фильтров для пикселей в периферических частях изображения, и к тому, что больше пикселей в периферических частях изображения фильтруются посредством глазных фильтров, чтобы полосы пропускания глазных фильтров охватывали полосы пропускания фильтров проекторов при наблюдении зрителем в целевом положении наблюдения. Другие зрители, находящиеся в других положениях, могут наблюдать слегка менее компенсированное или более компенсированное изображение, но все еще наблюдают улучшенное изображение, чем без компенсации. Изгиб фильтра 23 первого проектора и фильтра второго проектора может быть сферическим с радиусами, равными ширине диафрагмы интегрирующего стержня 21. Электронная цветовая коррекция обычно применяется к исходному изображению, чтобы компенсировать легкие изменения оттенков, которые воспринимает зрительная система человека в фильтрах, которых нельзя избежать полностью по технологическим причинам. Эта цветовая коррекция обычно является пространственно равномерной по всей области изображения. В случае использования изогнутого фильтра, эта цветовая коррекция наоборот может быть

пространственно неравномерной с тем, чтобы добиться проецируемых изображений, которые воспринимаются как равномерные по оттенку зрительной системой человека. Альтернативно включению изогнутых фильтров, могут содержаться диэлектрические фильтры с переменной толщиной диэлектрических слоев.

5 Опыт просмотра изображения, скомпенсированного с использованием изогнутого фильтра, трудно описать, но он кажется чем-то более приятным, чем «некомпенсированный опыт». Это можно описать как увеличение размытых дыр в слегка окрашенном, полупрозрачном, полупрозражающем листе, так что полное изображение можно видеть через них, когда лицо зрителя ориентировано в направлении
10 экрана, но теперь лист не связан с головой, хотя все еще близок, так что при движении головы в сторону от прямой ориентации взгляда вперед, края нечетких дыр входят в поле зрения, как если бы зритель смотрел через пару дыр в тонком занавесе.

На фиг. 16 представлена альтернативная конфигурация, где фильтр 23 первого проектора и фильтр второго проектора, каждый, может иметь плоскую область в
15 центральном участке и только иметь изогнутую форму в периферических областях изображения, где допустимое отклонение за счет указанных выше других средств уменьшения артефактов в периферических областях изображения не достаточно. Оптимальный изгиб фильтров проекторов представляет собой функцию расстояния от зрителя до экрана, изгиба глазных фильтров, фокусного расстояния передающих
20 линз осветительной системы проекторов, субъективных эстетических предпочтений и других факторов. Может быть желателен компромисс между «туннельным зрением» и «просмотром через пару дыр».

На фиг. 17 представлена еще одна альтернативная конфигурация, эквивалентная конфигурации с фиг. 14, но где добавлен первый изогнутый узкополосный фильтр 27
25 на первой стеклянной подложке 26, расположенной перед фильтром 23 первого проектора в левом проекторе, и добавлен второй изогнутый узкополосный фильтр на второй стеклянной подложке, соответственно, во второй проектор, и где узкополосные фильтры имеют прорезы, по существу совпадающие с защитными полосами, так что ширину защитных полос расширяют как функцию угла испускания света, выходящего
30 из выходных зрачков проекторов, таким образом, уменьшая артефакты в периферическом поле зрения и устраняя артефакты двоения в центральном поле зрения, когда зритель поворачивает голову на большой угол, который может возникнуть в конфигурациях согласно фиг. 14, 15 и 16, хотя и ценой снижения яркости в периферических частях проецируемых изображений. Узкополосные фильтры могут
35 иметь плоскую область в центральной части изображения.

Изобретение дополнительно или альтернативно отличается схемой обработки изображений, разделяющей входное изображение на первое изображение, представляющее собой входное изображение, усеченное до порога, и второе изображение, представляющее собой остаток. Второе изображение сглаживается
40 посредством перемещения долей значений пикселей с первого изображения на более темные области вокруг краев, снижая содержание высокочастотных компонентов во втором изображении, сохраняя сумму двух изображений идентичной входному изображению. Коррекцию масштаба и гаммы осуществляют на входе и выходах, обеспечивая применение фактической суперпозиции яркости к вычислениям. При
45 идеальном выравнивании, проецируемое с совмещением изображение будет точно соответствовать входному изображению, в то время как второе изображение будет иметь меньше высокочастотных компонентов, чем первое изображение.

Первое преимущество состоит в том, что система значительно снижает

воспринимаемые артефакты, возникающие из незначительных нарушений выравнивания, поскольку зрительная система человека менее чувствительна к ошибкам в низкочастотных компонентах, чем в высокочастотных. Только когда имеются края, обладающие контрастом, который выше того, который может обеспечить отдельно
 5 один проектор, второе изображение будет содержать высокочастотные компоненты. Однако зрительная система человека обнаруживает более низкое пространственное разрешение близко к краям с контрастом 150:1 и выше, в связи с так называемым эффектом пространственного маскирования, так что видимость артефактов нарушения выравнивания на высококонтрастных краях также будет снижена. Фильтрация низких
 10 частот второго изображения, достаточно умеренная для того, чтобы быть невидимой в связи с эффектом маскирования высокочастотных компонентов первого изображения, может помочь дополнительно маскировать артефакты нарушения выравнивания на высококонтрастных краях.

Второе преимущество состоит в том, что основанная на камере система
 15 автоматического выравнивания может периодически осуществлять повторное выравнивание на всем протяжении проецирования фильма, основываясь на изображениях в фильме, без необходимости запускать специальную калибровочную последовательность. Поскольку проекторы не проецируют идентичные изображения, можно отделять первое и второе изображение от записанного изображения на экране
 20 и по ним вычислять информацию о нарушении выравнивания, которую в свою очередь можно использовать для электронного повторного выравнивания посредством геометрической коррекции (искривления).

Третье преимущество состоит в том, что 2К систему с одним проектором можно обновлять до повышенной яркости и разрешения 4К посредством добавления 4К
 25 проектор. Поскольку возможна невидимая умеренная низкочастотная фильтрация второго изображения, она ведет к тому, что возможно использование проектора более низкого разрешения для второго изображения, сохраняя видимость полного высокого разрешения первого проектора (только ярче). Четвертое преимущество состоит в том, что получаемое разрешение яркости системы выше такового у одного проектора, что
 30 может иметь значение для проекционных систем с широким динамическим диапазоном.

Изобретение дополнительно или альтернативно характеризуется пунктами:

1. Система проецирования изображений, которая содержит два проектора изображения, первый проектор и второй проектор, причем первый проектор и второй проектор проецируют изображения с совмещением на проекционную поверхность, что
 35 ведет к суперпозиционному изображению, которая дополнительно содержит первую схему обработки изображений, которая разделяет входное изображение на два изображения: изображение первого проектора, вводимое в первый проектор, и изображение второго проектора, вводимое во второй проектор, так что когда первый проектор проецирует изображение первого проектора и второй проектор проецирует
 40 изображение второго проектора, изображение с совмещением, формируемое на проекционной поверхности, по существу соответствует входному изображению, и количество высоких пространственных частот ниже в изображении второго проектора, чем в изображении первого проектора.

2. Система проецирования изображений согласно п. 1, где схемы цветовой коррекции
 45 добавлены к входам обоих проекторов, калиброванные так, что получаемые передаточные функции проектора между значениями пикселей и яркостями проецируемых цветовых плоскостей становятся по существу линейными и идентичными, так что получаемые яркости проецируемых цветовых плоскостей в точке на поверхности

отображения по существу представляют собой функцию суммы соответствующих значений пикселей изображения первого проектора и соответствующих значений пикселей изображения второго проектора, когда соответствующие значения пикселей изображения первого проектора находятся в диапазоне от 0 до B_1 и соответствующие значения пикселей изображения второго проектора находятся в диапазоне от 0 до B_2 , где B_1 представляет собой значение пикселя, соответствующее максимальной яркости цветовой плоскости первого проектора и B_2 представляет собой значение пикселя, соответствующее максимальной яркости цветовой плоскости второго проектора, и вычисление изображения второго проектора содержит для значения каждого пикселя из по существу всех пикселей во входном изображении вычисление значения, которое превышает B_1 , и изображение первого проектора вычисляется посредством вычитания изображения второго проектора из входного изображения, и значения пикселей входного изображения находятся в диапазоне 0 до B , где $B=B_1+B_2$ представляет собой значение пикселя, соответствующее максимальной яркости цветовой плоскости получаемого суперпозиционного изображения.

3. Система проецирования изображений согласно п. 2, где вычисление изображения второго проектора дополнительно содержит процесс сглаживания, прибавление величин к значениям пикселей в изображении второго проектора, чтобы уменьшить высокочастотные компоненты в изображении второго проектора, и упомянутые величины ограничиваются, чтобы находиться в пределах нуля и соответствующих значений пикселей в изображении первого проектора.

4. Система проецирования изображений согласно п. 3, где процесс сглаживания содержит добавление гало к краям в изображении второго проектора, где гало распространяются внутрь от более темной стороны краев, постепенно затухая с увеличением расстояния от краев.

5. Система проецирования изображений согласно п. 3 или 4, где процесс сглаживания содержит взвешенное расширение шкалы серого, применяемое к каждой из цветowych плоскостей изображения второго проектора, где взвешенное расширение шкалы серого определяется как расширение шкалы серого с использованием структурирующего элемента D и где входные пиксели сначала умножаются на элементы фильтрующего ядра F .

6. Система проецирования изображений согласно пп. 1-5, которая дополнительно содержит фильтр низких частот с использованием ядра свертки L или другого сглаживающего фильтра между первой схемой обработки изображений и вторым проектором.

7. Система проецирования изображений согласно пп. 1-6, где второй проектор имеет более низкое пространственное разрешение, чем первый проектор.

8. Система проецирования изображений согласно пп. 5-7, где структурирующий элемент расширения шкалы серого D представляет собой дискообразный элемент с радиусом 0,2% от ширины изображения, фильтрующее ядро F представляет собой функцию расстояния с радиусом 0,2% от ширины изображения и ядро свертки L представляет собой гауссово ядро с радиусом 0,1% от ширины изображения.

9. Система проецирования изображений согласно пп. 1-8, которая дополнительно содержит систему автоматического выравнивания, которая содержит по меньшей мере одну камеру, способную записывать изображения получаемого проецируемого изображения на проекционной поверхности, и вторую схему обработки изображений, способную выделять первый набор признаков, происходящих из изображения первого проектора в изображении, записанном посредством камеры (камер), и выделять второй

набор признаков, происходящих из изображения второго проектора в изображении, записанном посредством камеры (камер), и способную пространственно коррелировать первый набор признаков и второй набор признаков с признаками входного изображения и из корреляций вычислять пространственную информацию о нарушении выравнивания, которая дополнительно содержит третью схему обработки изображений, способную геометрически корректировать по меньшей мере одно из изображения первого проектора и изображения второго проектора, основываясь на информации о нарушении выравнивания, так что первое проецируемое изображение и второе проецируемое изображение становятся геометрически выровненными.

10. Система проецирования изображений согласно п. 9, где вторая схема обработки изображений содержит схему цветовой коррекции, создающую из записанного изображения согласованное записанное изображение, калиброванное, чтобы передаточная функция между значениями пикселей и яркостями цветowych плоскостей изображения с совмещением на поверхности отображения была по существу идентична передаточным функциям проектора, и вторая схема обработки изображений стремится идентифицировать по меньшей мере одну область с низкой яркостью, в которой все значения пикселей согласованного записанного изображения ниже порога T , где T меньше или равен $B1$, и осуществляет первый набор операций совпадения признаков с использованием изображения первого проектора по меньшей мере в одной области совпадения признаков в области(ях) с низкой яркостью, что ведет к первому набору векторов смещения, и вторая схема обработки изображений может осуществлять геометрическую коррекцию согласованного записанного изображения, основываясь на первом наборе векторов смещения, чтобы геометрически скорректированное согласованное записанное изображение выровнять с входным изображением, и вторая схема обработки изображений вычитает изображение первого проектора из геометрически скорректированного согласованного записанного изображения и на получаемом изображении осуществляет второй набор операций совпадения признаков по меньшей мере в одной области с использованием изображения второго проектора, что ведет ко второму набору векторов смещения, и третья схема обработки изображений способна геометрически корректировать по меньшей мере одно из изображения второго проектора и изображения второго проектора на основе первого набора и второго набора векторов смещения, так что первое проецируемое изображение и второе проецируемое изображение становятся по существу геометрически выровненными, и операции совпадения признаков могут представлять собой операции совпадения с шаблоном, операции масштабно-инвариантного слежения за признаками или иные операции слежения за признаками, известные в данной области.

11. Система проецирования изображений согласно пп. 9 и 10, где система автоматического выравнивания осуществляет повторные циклы во время презентации кинофильма, прямого эфира, неподвижного изображения или другого содержимого, чтобы снизить геометрическое нарушение выравнивания, возникающее во время проецирования.

12. Система проецирования изображений согласно пп. 1-11, где более чем два проектора проецируют изображения с совмещением, первая схема обработки изображений выводит более чем два изображения, каждое имеет различные количества пространственных частот, и вторая схема обработки изображений способна выделять признаки записанного изображения, возникающие из каждого из проекторов.

13. Система проецирования изображений согласно пп. 1-12, дополнительно содержащая любые модификации и конфигурации, включенные в техническое описание

или очевидные специалисту в данной области.

Изобретение дополнительно или альтернативно отличается дополнительными пунктами:

1. Система проецирования изображений, которая содержит по существу
 5 полусферическую куполообразную проекционную поверхность и по меньшей мере один проектор изображения, расположенный около края куполообразной проекционной поверхности, где проектор изображения проецирует изображение на внутреннюю сторону куполообразной проекционной поверхности и проецируемое изображение покрывает по меньшей мере 70% куполообразной проекционной поверхности,
 10 содержащая широкоугольный проекционный объектив, проекционный объектив «рыбий глаз», широкоугольную преобразующую линзу, широкоугольное преобразующее зеркало, инверсную афокальную оптическую систему или ретрофокусную оптическую систему или комбинацию любых из них, дополнительно содержащую первую схему обработки изображений, которая осуществляет геометрическую коррекцию входного
 15 изображения и посылает скорректированное выходное изображение на вход проектора.

2. Система проецирования изображений согласно дополнительному п. 1, которая дополнительно содержит анаморфный адаптер, содержащий по меньшей мере одну призму, расположенную на световом пути между элементом формирования изображения и экраном, причем анаморфный адаптер растягивает изображение в одном направлении.

3. Система проецирования изображений согласно дополнительным пп. с 1 или 2,
 20 причем первая схема обработки изображений калибруется, чтобы проецируемое изображение по существу имело такую же геометрию, как проецируемое изображение из проектора с «рыбьим глазом», который расположен по существу в центре полусферической, куполообразной проекционной поверхности, когда входное
 25 изображение вводится в проектор с «рыбьим глазом».

4. Система проецирования изображений согласно дополнительным пп. 1-3, причем первая схема обработки изображений способна осуществлять отдельные геометрические коррекции каждой из цветковых плоскостей входного изображения, и первая схема обработки изображений калибруется, чтобы геометрические коррекции
 30 компенсировали хроматические аберрации в оптических элементах системы проецирования изображений.

5. Система проецирования изображений согласно дополнительным пп. 1-4, причем по меньшей мере одна область, расположенная на куполообразной проекционной поверхности, имеет более высокое пространственное разрешение, чем среднее
 35 пространственное разрешение проецируемого изображения, и входное изображение имеет более высокое пространственное разрешение, чем скорректированное выходное изображение, и схема обработки изображений по существу сохраняет как можно больше пространственного разрешения из входного изображения в выходном изображении.

6. Система проецирования изображений согласно дополнительным пп. 1-5,
 40 дополнительно содержащая вторую схему обработки изображений, способную по скорректированному выходному изображению вычислять изображение ошибки отражения, причем изображение ошибки отражения представляет собой оценку общего отраженного света, который будет принят в каждом положении на поверхности отображения от других частей поверхности отображения посредством рассеивания,
 45 если бы входное изображение подлежало проецированию на поверхность отображения посредством проектора, причем изображение ошибки отражения можно вычислять, основываясь на наборе измерений экрана, и изображение ошибки отражения можно вычислять посредством вычислений освещенности, причем схема обработки

изображений по существу вычитает изображение ошибки отражения из входного изображения (отрицательные значения устанавливаются в нуль), что ведет к компенсированному изображению, которое может посылаться на вход проектора.

7. Система проецирования изображений согласно дополнительному п. 6, причем локальное улучшение контраста применяется к областям компенсированного изображения, причем полная нейтрализация отраженного света не достигается посредством вычитания изображения ошибки отражения.

8. Система проецирования изображений согласно дополнительному п. 7, причем изображение ошибки остатка вычисляется как разность между изображением ошибки отражения и результатом вычитания компенсированного изображения из скорректированного выходного изображения, и компенсированное изображение с улучшенным контрастом вычисляется по компенсированному изображению посредством локального улучшения контраста, и осуществляется низкочастотная фильтрация изображения ошибки остатка, которое используется в качестве ключа в операции переключения между компенсированным изображением и компенсированным изображением с улучшенным контрастом, и получаемое изображение операции переключения посылается на вход проектора.

9. Система проецирования изображений согласно дополнительным п. 7 или 8, где локальное улучшение контраста представляет собой операцию нерезкой маски или операцию отображения локальных тонов.

10. Система проецирования изображений согласно дополнительным пп. 1-9, дополнительно содержащая любые модификации и конфигурации, включенные в техническое описание или очевидные специалисту в данной области.

Формула изобретения

1. Способ создания из принятого изображения и порогового изображения первого изображения и второго изображения, содержащий:

определение верхнего граничного изображения и нижнего граничного изображения, основываясь на значениях пикселей каждого из принятого изображения и порогового изображения;

создание первого изображения и второго изображения посредством использования процесса сглаживающего фильтра в комбинации с верхним граничным изображением, нижним граничным изображением, принятым изображением и пороговым изображением, причем первое изображение имеет другую частоту пространственного содержания, чем второе изображение, основываясь на процессе сглаживающего фильтра;

проецирование первого изображения на поверхность посредством первого проектора; и

проецирование второго изображения на поверхность посредством второго проектора,

причем первое изображение и второе изображение имеют значения пикселей, которые находятся внутри пределов освещения первого проектора и второго проектора.

2. Способ по п. 1, в котором нижнее граничное изображение представляет значения пикселей, которые превышают предел интенсивности освещения первого проектора или второго проектора.

3. Способ по п. 1, в котором верхнее граничное изображение представляет максимальные значения пикселей, вклад в которые на поверхности может вносить первый проектор или второй проектор.

4. Способ по п. 1, в котором определение нижнего граничного изображения содержит:

i. определение максимального значения пикселя для каждого соответствующего пикселя между принятым изображением и пороговым изображением; и

ii. определение разностного значения посредством вычитания соответствующего порогового значения из максимального значения пикселя для каждого пикселя,

5 причем определение верхнего граничного изображения содержит определение минимального значения пикселя для каждого соответствующего пикселя между принятым изображением и инвертированным пороговым изображением.

5. Способ по п. 1, дополнительно содержащий:

10 балансирование освещения между первым проектором и вторым проектором посредством управления представлением доли интенсивности освещения в пороговом изображении для каждого пикселя, которую первый проектор и второй проектор вносят на поверхность.

6. Способ по п. 1, в котором процесс сглаживающего фильтра содержит:

15 i. прием верхнего граничного изображения и нижнего граничного изображения; и
ii. осуществление операции расширения с последующей операцией размытия каждого пикселя нижнего граничного изображения.

7. Способ по п. 6, в котором процесс сглаживающего фильтра дополнительно содержит определение минимума соответствующих пикселей фильтрованного нижнего граничного изображения и верхнего граничного изображения для каждого пикселя.

20 8. Способ по п. 1, дополнительно содержащий:

гамма-декодирование принятого изображения.

9. Способ по п. 1, дополнительно содержащий:

гамма-кодирование первого изображения перед проецированием первого изображения; и

25 гамма-кодирование второго изображения перед проецированием второго изображения.

10. Способ по п. 1, дополнительно содержащий:

30 искривление по меньшей мере одного из первого изображения или второго изображения перед проецированием первого изображения и проецированием второго изображения.

11. Способ по п. 1, дополнительно содержащий:

балансирование интенсивности первого изображения и второго изображения, причем процесс сглаживающего фильтра содержит процесс ограниченного сглаживающего фильтра.

35 12. Способ по п. 1, в котором проецирование второго изображения на поверхность посредством второго проектора содержит:

осуществление суперпозиции и геометрического выравнивания второго изображения с первым изображением, проецируемым посредством первого проектора.

13. Способ по п. 1, в котором создание первого изображения содержит:

40 определение разницы соответствующих пикселей между принятым изображением и изображением, выводимым из процесса сглаживающего фильтра; и деление на соответствующие пиксели порогового изображения для каждого пикселя.

14. Способ по п. 13, в котором создание второго изображения содержит деление вывода процесса сглаживающего фильтра с использованием соответствующих пикселей инвертированного порогового изображения для каждого пикселя.

45 15. Система проецирования изображений, содержащая:

схему обработки изображений, сконфигурированную для:

формирования первого изображения и второго изображения из входного

изображения с использованием процесса ограниченного сглаживающего фильтра, причем первое изображение и второе изображение различаются на основе процесса ограниченного сглаживающего фильтра;

балансирования интенсивности первого изображения и второго изображения; и
5 создания искривленного изображения посредством искривления второго изображения;

первый проектор для проецирования первого изображения;

второй проектор для проецирования искривленного изображения; и

экран, на котором первое изображение, проецируемое посредством первого

10 проектора, сконфигурировано для суперпозиции и геометрического выравнивания с искривленным изображением, проецируемым посредством второго проектора.

16. Система проецирования изображений по п. 15, в которой схема обработки изображений сконфигурирована для:

15 определения верхнего граничного изображения и нижнего граничного изображения, основываясь на значениях пикселей каждого из входного изображения и порогового изображения;

формирования первого изображения и второго изображения посредством использования процесса ограниченного сглаживающего фильтра в комбинации с верхним граничным изображением и нижним граничным изображением; и

20 обеспечения, чтобы первое изображение и искривленное изображение имели значения пикселей, которые находятся в пределах освещения первого проектора и второго проектора.

17. Система проецирования изображений, содержащая:

первый проектор для проецирования первого изображения;

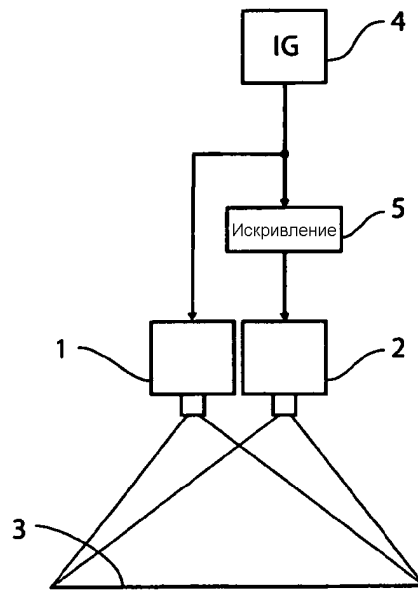
25 второй проектор для проецирования второго изображения, имеющего другую частоту пространственного содержания, чем у первого изображения, для совмещения с первым изображением на проекционной поверхности; и

схему обработки изображений, адаптированную для формирования первого изображения и второго изображения из принятого изображения с использованием по
30 меньшей мере одного сглаживающего фильтра в комбинации с верхним граничным изображением и нижним граничным изображением, определяемыми на основе значений пикселей каждого из принятого изображения и порогового изображения.

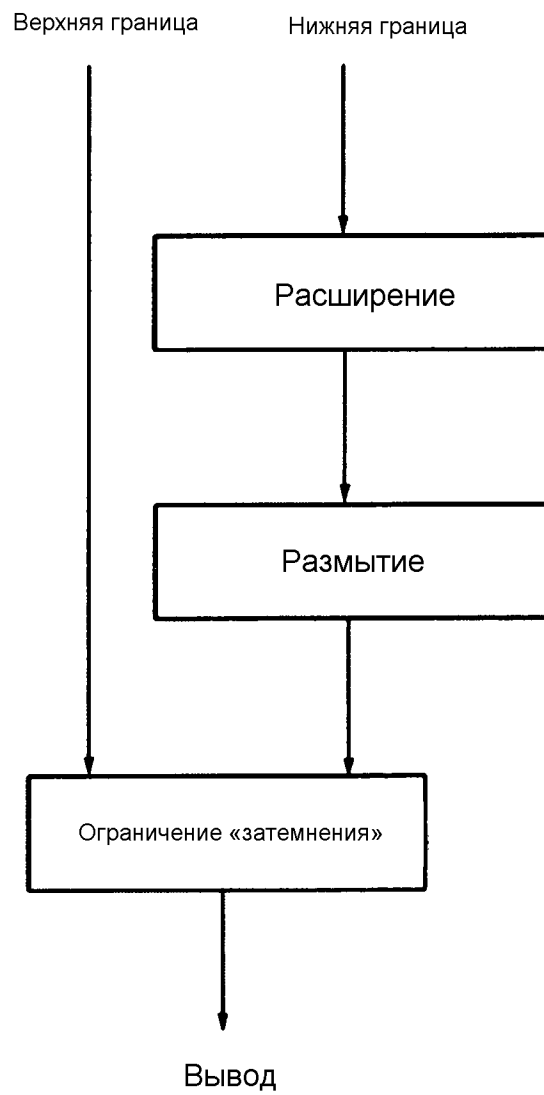
18. Система проецирования изображений по п. 17, в которой схема обработки изображений адаптирована для:

35 формирования первого изображения и второго изображения, которые имеют значения пикселей, которые находятся в пределах освещения первого проектора и второго проектора; и

формирования второго изображения, которое имеет другую частоту пространственного содержания, чем первое изображение, на основе по меньшей мере
40 одного сглаживающего фильтра.

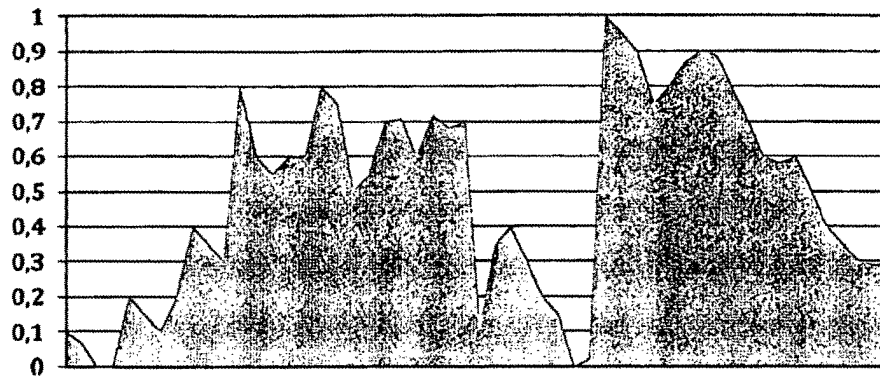


ФИГ. 1

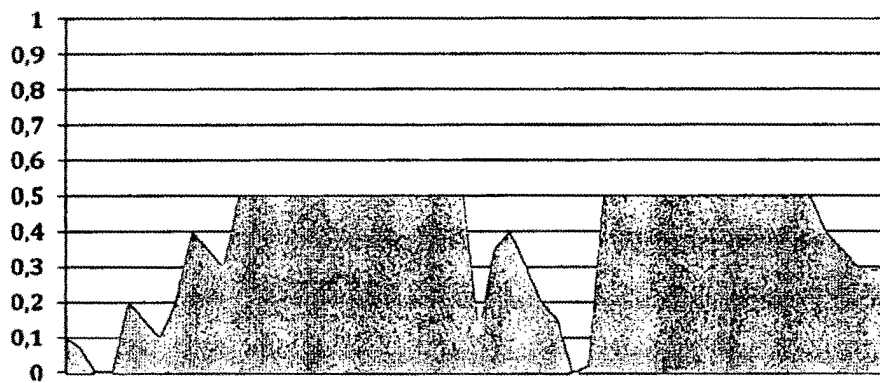


ФИГ. 3

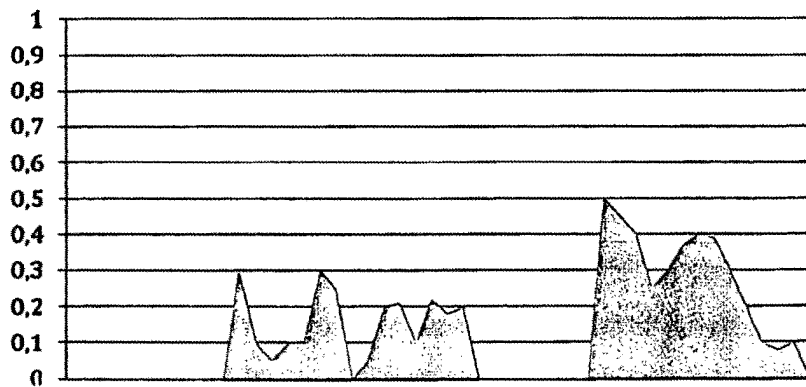
Вывод 6



Вывод 12

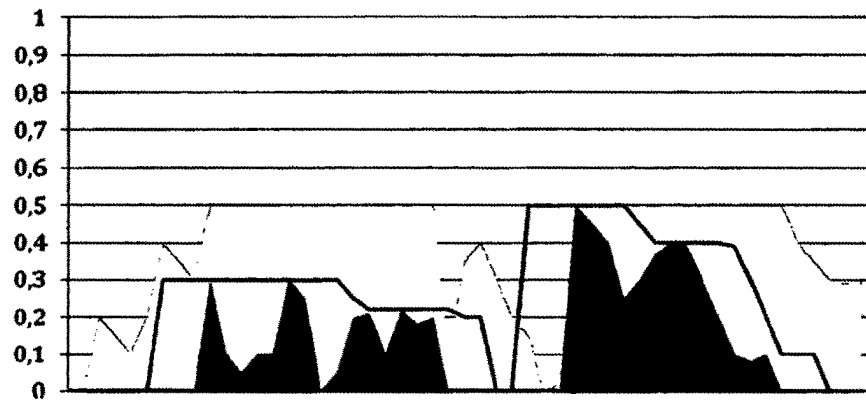


Вывод 11

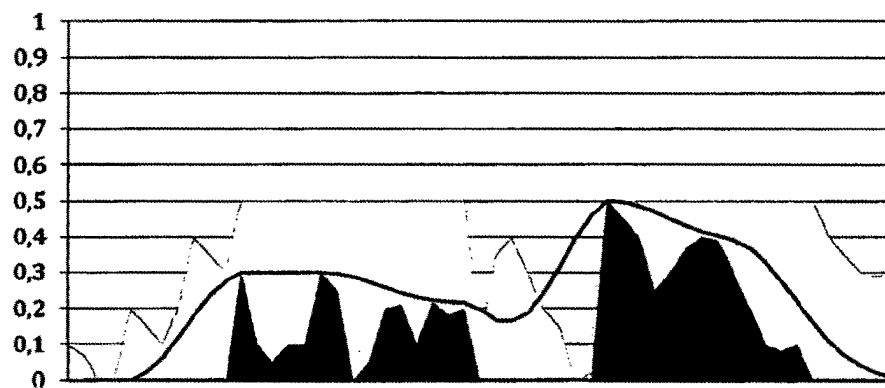


ФИГ. 4

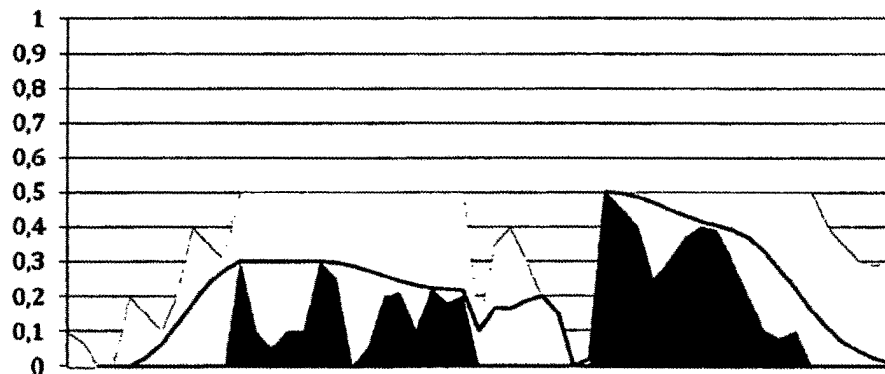
После расширения



После размытия

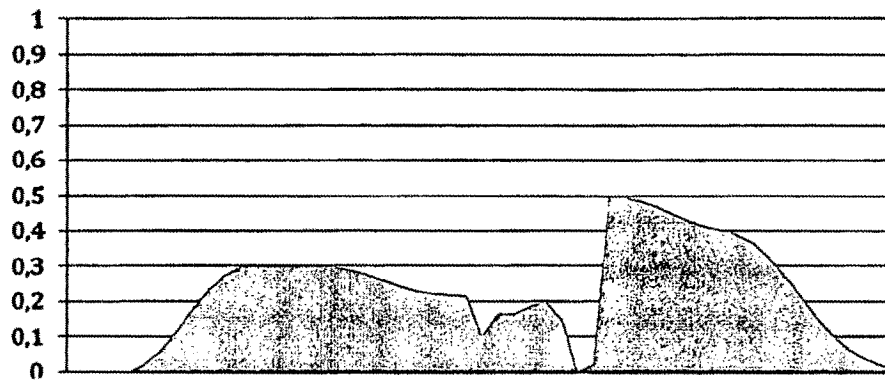


После затемнения

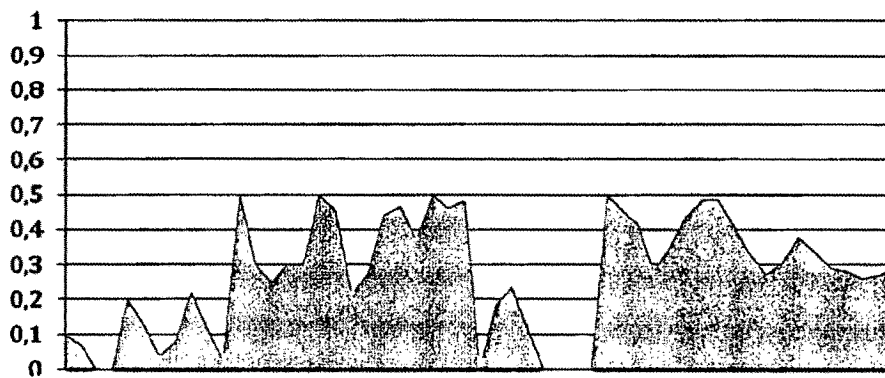


ФИГ. 5

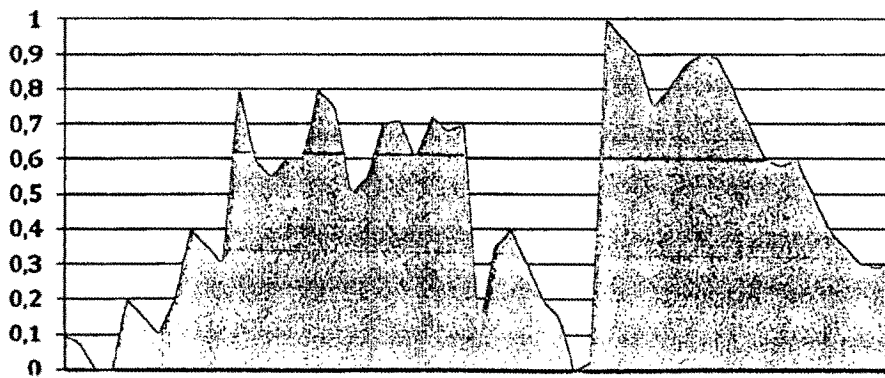
Вывод 15



Вывод 13

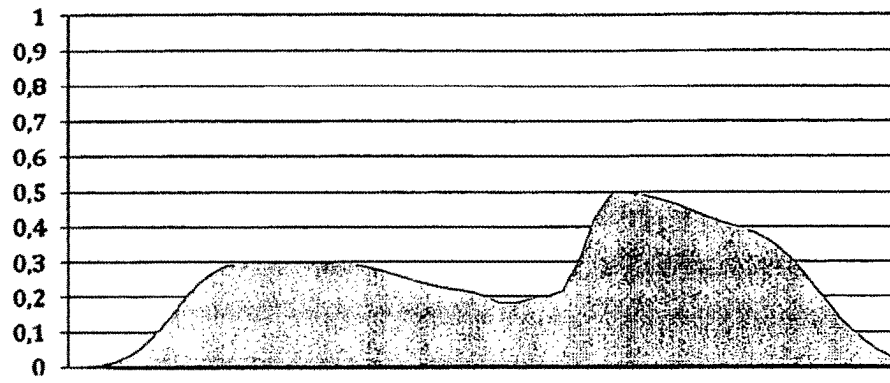


Интенсивность экрана

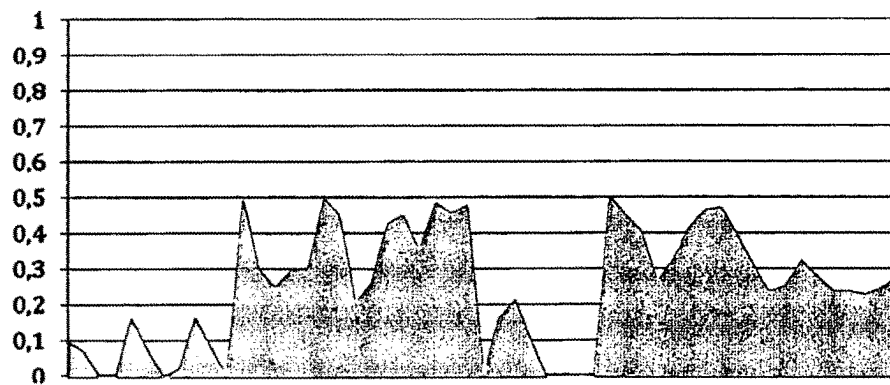


ФИГ. 6

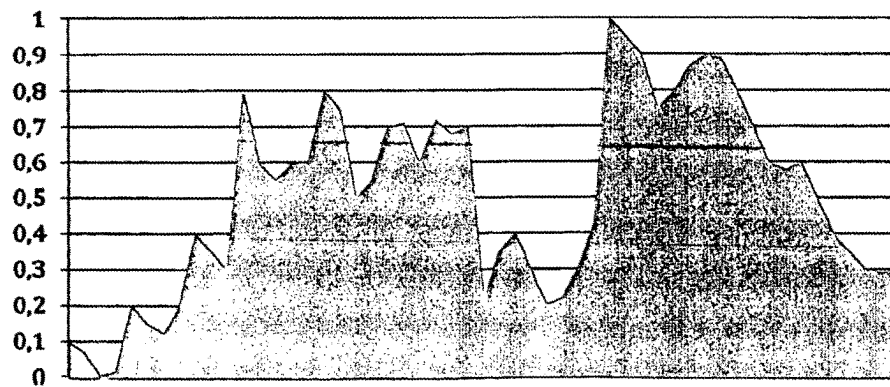
Вывод 15



Вывод 13

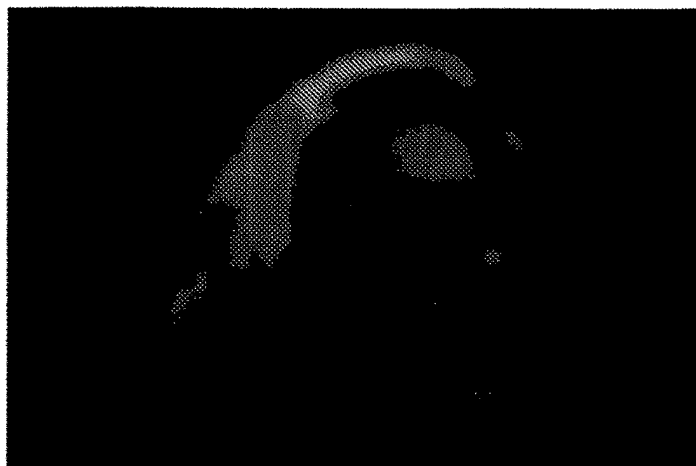


Интенсивность экрана

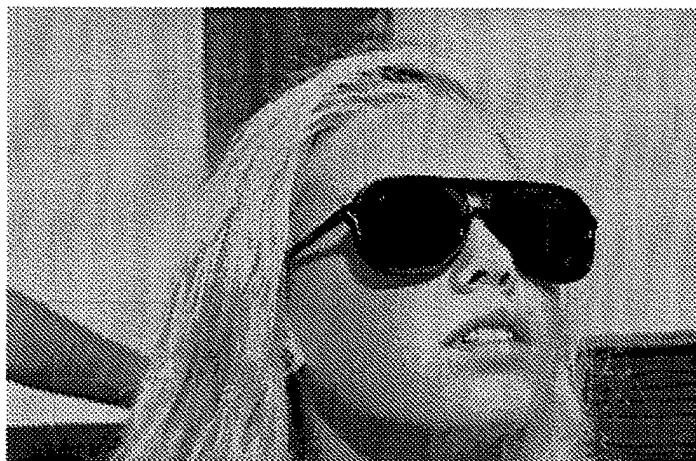


ФИГ. 7

Вывод 15



Вывод 13



Изображение на экране



ФИГ. 8

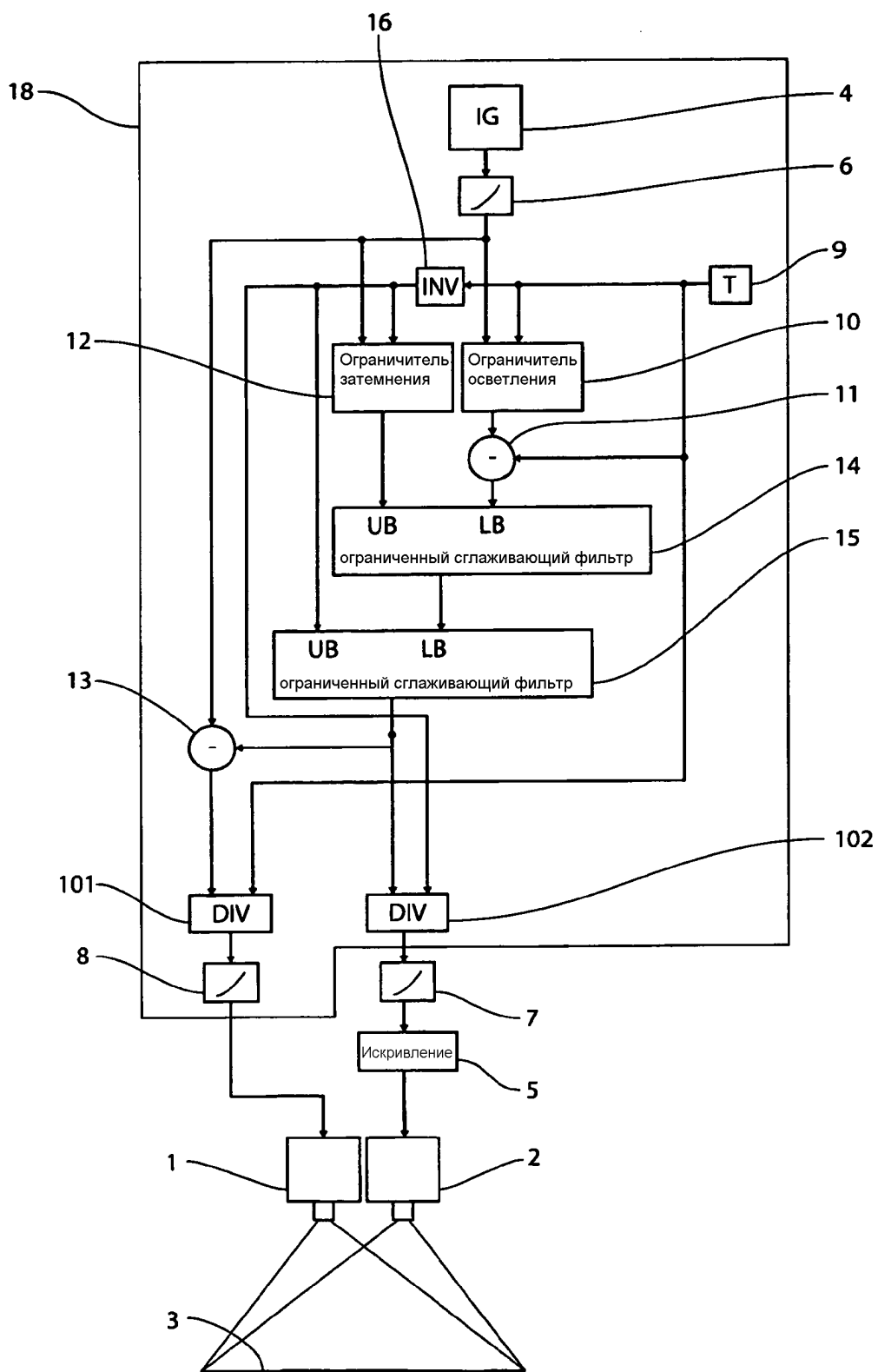
Традиционное двойное наложение с нарушением выравнивания в 2 пикселя



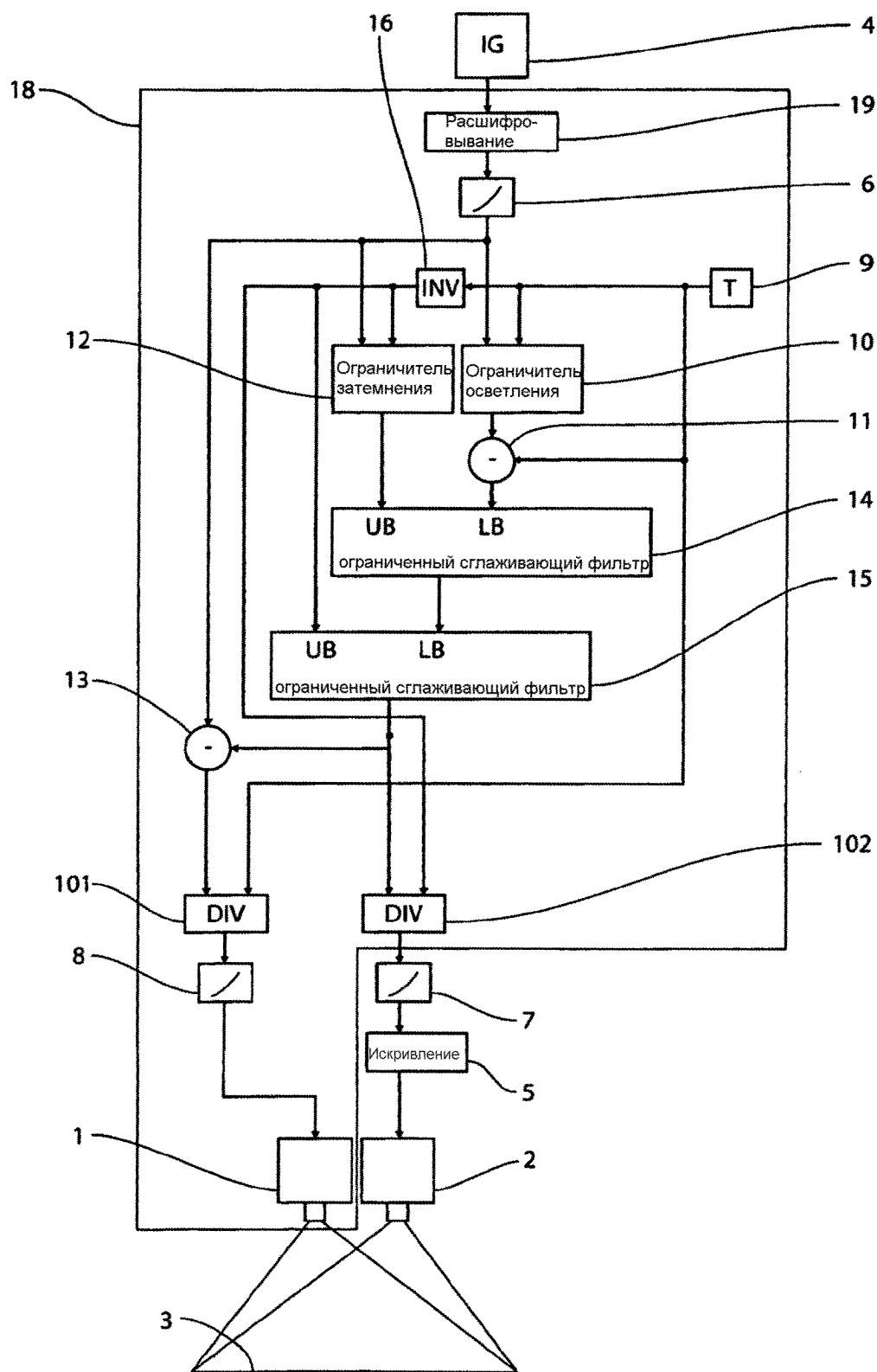
Первый вариант осуществления с нарушением выравнивания в 2 пикселя



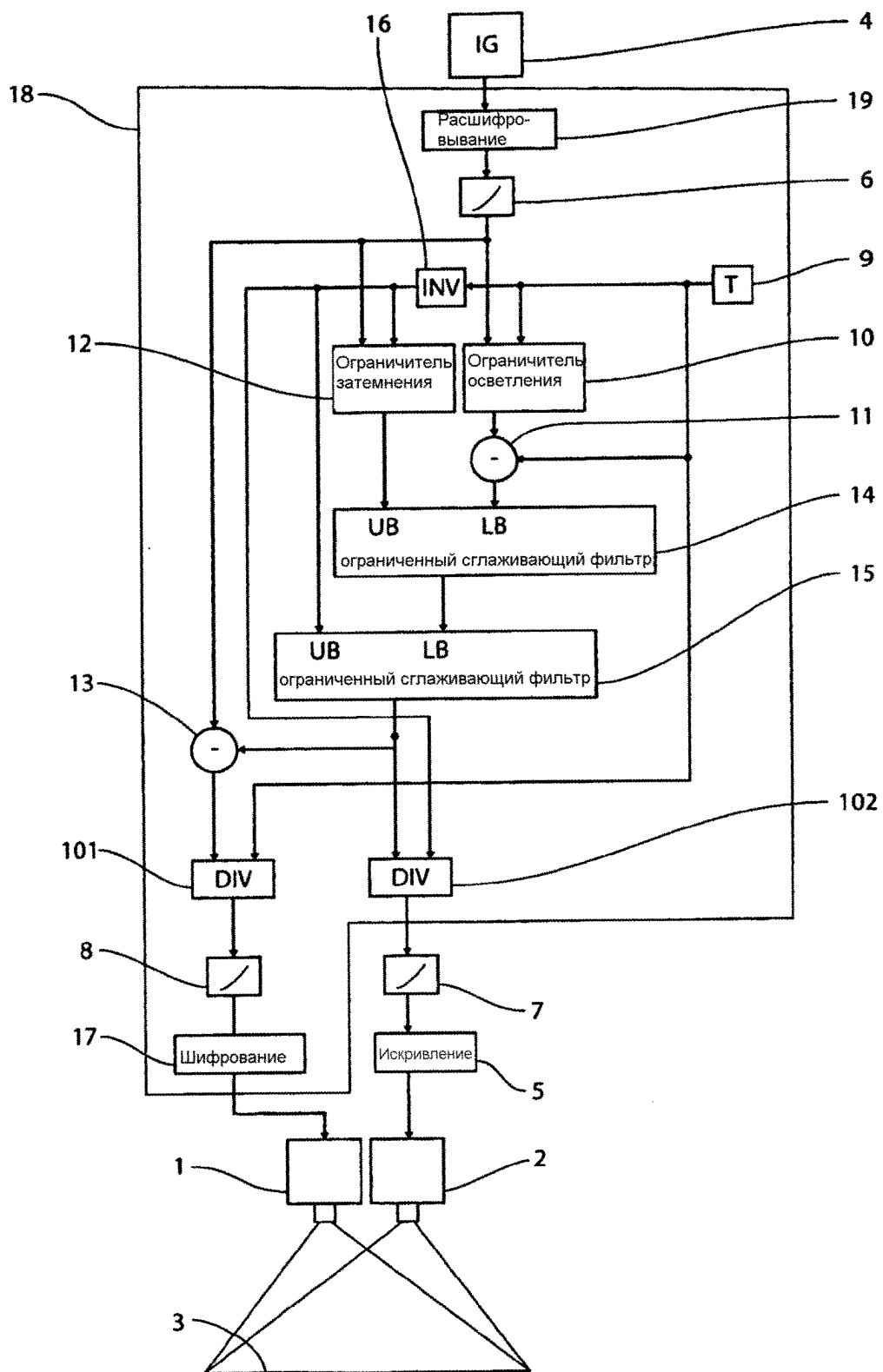
ФИГ. 9



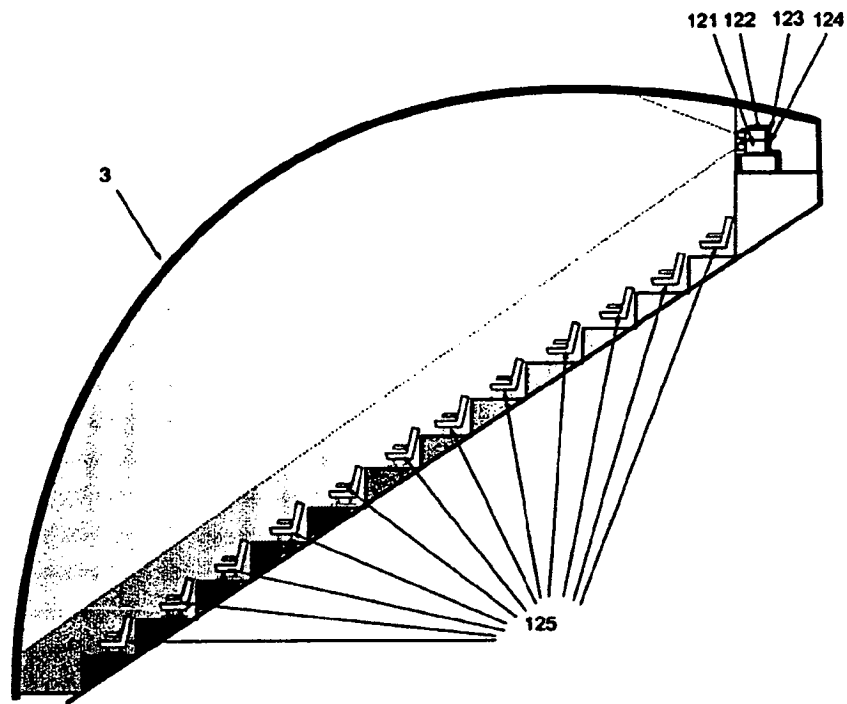
ФИГ. 10



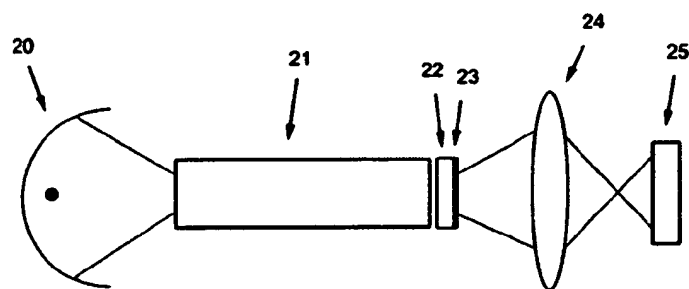
ФИГ. 11



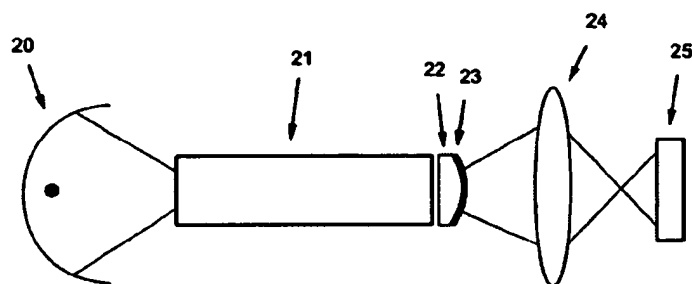
ФИГ. 12



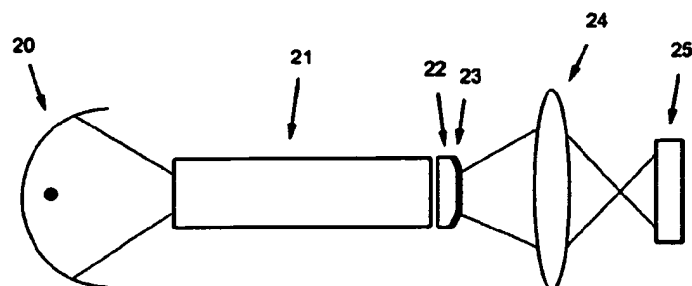
ФИГ. 13



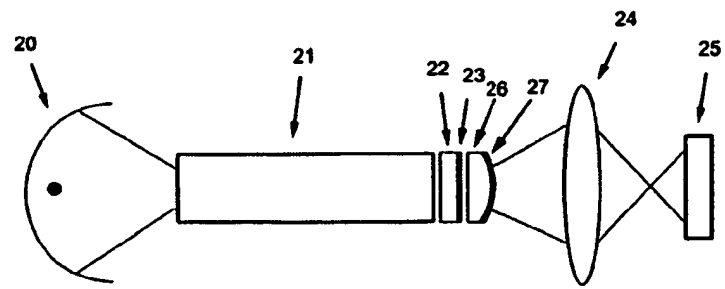
ФИГ. 14



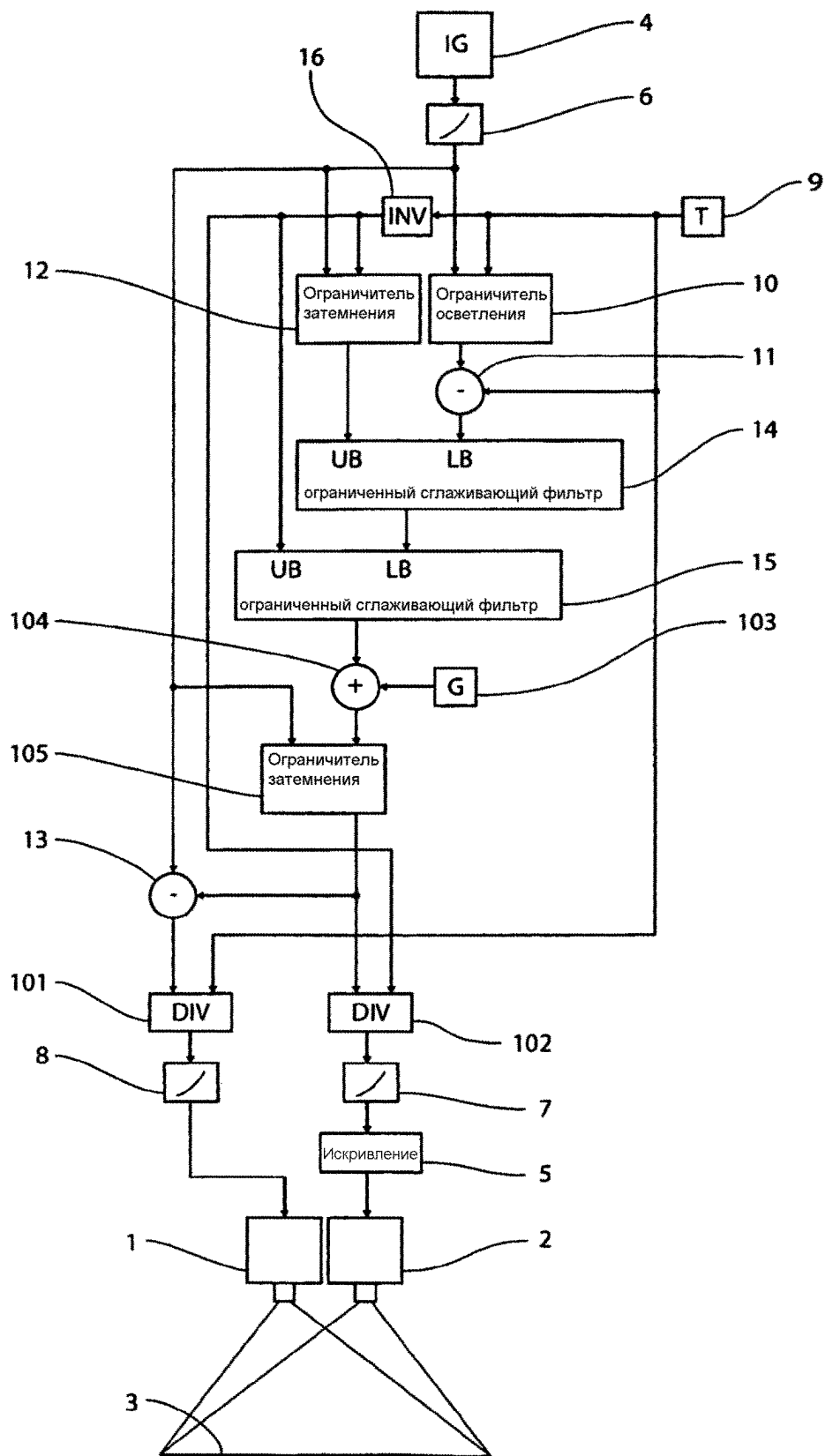
ФИГ. 15



ФИГ. 16

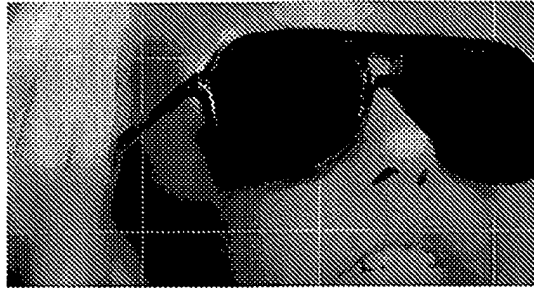


ФИГ. 17

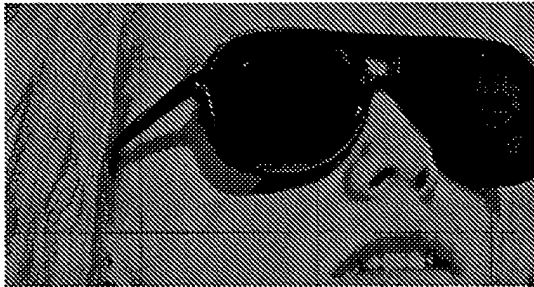


ФИГ. 18

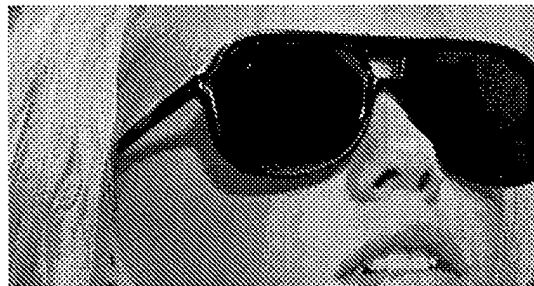
Вывод 105



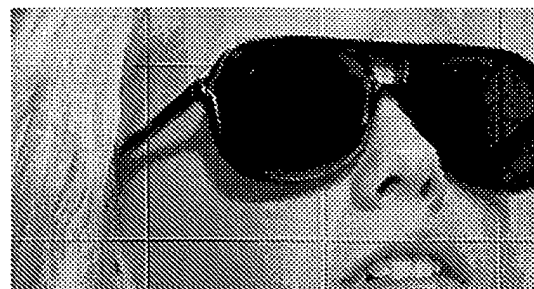
Вывод 13



Изображение на экране с идеальным выравниванием



Изображение на экране с нарушением выравнивания



ФИГ. 19