

(12) МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В СООТВЕТСТВИИ С
ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

(19) Всемирная Организация
Интеллектуальной Собственности
Международное бюро



(43) Дата международной публикации
01 мая 2014 (01.05.2014)

WIPO | PCT

(10) Номер международной публикации
WO 2014/065773 A2

- (51) Международная патентная классификация:
Неклассифицировано
- (21) Номер международной заявки: PCT/UA2013/000150
- (22) Дата международной подачи:
19 декабря 2013 (19.12.2013)
- (25) Язык подачи: Русский
- (26) Язык публикации: Русский
- (30) Данные о приоритете:
и 2012 12101 22 октября 2012 (22.10.2012) UA
- (72) Изобретатели; и
- (71) Заявители : ОДНОРОЖЕНКО, Василий Борисович
(ODNOROZHENKO, Vasily Borisovich) [UA/UA]; ул.
Героев Сталинграда, д. 10-б, кв 49, Днепрпетровск ,
49000, Dniepropetrovsk (UA). СТЕПАНЯН, Вениамин
Гургенович (STEPANJAN, Beniamin Gurgenovitch)
[UA/UA]; ул. Фрунзе, д. 13-а, кв.1, Днепрпетровск,
49038, Dniepropetrovsk (UA).
- (81) Указанные государства (если не указано иначе, для
каждого вида национальной охраны): AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

- (84) Указанные государства (если не указано иначе, для
каждого вида региональной охраны): ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), евразийский (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU,
TJ, TM), европейский патент (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Опубликована:

- без отчёта о международном поиске и с повторной
публикацией по получении отчёта (правило 48.2(g))
- с информацией о просьбе восстановления прав на
приоритет в отношении одного или более чем одного
притязания на приоритет (правила 26bis.3 и 48.2(b)
(vii))

(54) Title: AUTOSTEREOSCOPIC SYSTEM

(54) Название изобретения : АВТОСТЕРЕОСКОПИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

(57) Abstract: The invention relates to displaying stereoscopic images and can be used in television broadcasting, computing, control and management systems, CAD, game technology, for developing training simulators, in avionics and instrument making, in science, education, medicine, etc. for solid modeling and the visual representation of static and dynamic processes in 3D. The autostereoscopic system comprises a visualization surface provided with an image which has been prepared for separation, said image consisting of a sequence of m perspectives, each of which alternate with a frequency of no less than the physiologically conditioned sensitivity of the human eye, and a dual raster screen which is positioned in front of the visualization surface and consists of two rasters disposed on opposite sides with respect to a common focal plane which diffuses a stream of light; each raster consists of lens elements which are contiguously disposed on the surface and form coaxial pairs; furthermore, each pair is provided with m eclipse shutters, each of which opens synchronously with the sequence of perspectives, the dual raster screen is disposed in front of the visualization surface at a distance at which the optical projection of a part of a raster unit $h_m = h / m$ from the common focal plane of the dual raster onto the surface of the visualization surface is equal to the raster unit h . The technical result of the claimed invention consists of determining the interrelation of the optical structure parameters of the autostereoscopic system at which the stereoscopic image will be of the highest quality.

(57) Реферат: Автостереоскопическая система относится к технике демонстрации стереоскопических изображений и может быть использовано в телевидении, в компьютеринге, в системах контроля и управления, САПР, игровой технике, для создания тренажеров, в авионике и приборостроении, в науке, образовании, медицине и т.д., - для объемного моделирования и визуального представления статических и динамических процессов в 3D- формате. Автостереоскопическая система, включает поверхность визуализации с подготовленным к сепарации изображением, которое состоит из последовательности m ракурсов, каждый из которых чередуется с частотой не менее физиологически обусловленной чувствительностью глаза человека и расположенный перед поверхностью визуализации бирастровый экран, состоящий из двух растров, расположенных по разные стороны относительно общей фокальной плоскости, которая рассеивает световой поток, каждый растр состоит из линзовых элементов, расположенных по поверхности

[продолжение на следующей странице]



WO 2014/065773 A2



без промежутков с образованием соосных пар, при этом каждая пара снабжена m эклипсными затворами, каждый из которых открывается синхронно с последовательностью ракурсов, бирастровый экран, расположенный перед поверхностью визуализации на расстоянии, при котором оптическая проекция части шага растра $h_m = h / m$ из общей фокальной плоскости бирастра на поверхность визуализации равна шагу растра h . Технический результат заявляемого изобретения, заключается в определении взаимосвязи параметров оптической структуры автостереоскопической системы, при которой качество стереоизображения будет наивысшей.

5

АВТОСТЕРЕОСКОПИЧЕСКАЯ СИСТЕМА.

Область техники.

10

Изобретение относится к технике демонстрации стереоскопических изображений и может быть использовано в телевидении, в компьютеринге, в системах контроля и управления, САПР, игровой технике, для создания тренажеров, в авионике и приборостроении, в науке, образовании, медицине и т.д., - для объемного моделирования и визуального представления статических и динамических процессов в 3D-формате для произвольного количества свободно расположенных зрителей.

20

Предшествующий уровень техники.

Создание трехмерного изображения продолжает оставаться серьезной технической проблемой. Известен метод цветных анаглифов, который заключается в получении стереоскопического изображения с использованием двух окрашенных в дополнительные (комплементарные) цвета изображений-ракурсов, составляющих стереопару, которая затем просматривается с помощью очков со светофильтрами разного цвета. При рассмотрении стереопары через такие очки каждый глаз воспринимает только свой ракурс/изображение. При этом, благодаря эффекту бинокулярного смещения ракурсов, формируется объемное изображение. Развитие этого метода

ограничено дискомфортом пользователя в части необходимости использования очков и наличия цветовых искажений.

В 1908 году Габриэль Липпман предложил технологию записи и воспроизведения трехмерного изображения с использованием рельефных оптических пластин, состоящих из упорядоченно размещенных микролинз, и положил начало развитию многокомпонентного подхода к трехмерной графике. Идею Липпмана на растровой основе развил Морис Бонне. Дальнейшее развитие данного подхода включает технические решения с вариациями линзовых рельефов или решетчатых структур, - для получения стереоизображений с помощью специально подготовленной для сепарации стереопары. Указанная подготовка заключается в графическом преобразовании ракурсов стереопары так, чтобы при совмещении изображения и растра, с учетом преломления в нем лучей, - оба ракурса восстановились отдельно для каждого глаза – так называемая диаграмма Липпмана-Бонне.

Известно техническое решение – согласно заявки WO 99/09750 от 25.02.1999 г. МПК 7 G 02 B 27/22, H 04 N 13/00 «Стереоскопическая система просмотра». Данное решение включает подготовку исходной стереопары методом Липпмана-Бонне, который заключается в том, что ракурсы стереопары перемежаются инвертированными вертикальными полосами с сохранением порядка их следования - по числу линзовых элементов лентикулярного растра, который, при наложении на сжатое полосовое изображение, отдельно восстанавливает оба ракурса - для левого и правого глаза. Практическая реализация данной стереоскопической системы просмотра требует прецизионного позиционирования оптических элементов лентикулярного растра относительно полосок подготовленного изображения.

Известна автостереоскопическая система - согласно патента RU № 2168192 от 27.05.2001 г. МПК 7 G 02 B 27/22, H 04 N 13/00 «Визуальное устройство отображения и способ формирования трехмерного изображения». Данное техническое решение основано на применении ре-

шетчатой маски, состоящей из отдельных оптических элементов с переменным фокусным расстоянием, установленной поверх поля дискретных микрографических элементов - пикселей (изображения) так, что каждый пиксель позиционирован на оптической оси отдельного оптического элемента. Внешнее управление фокусным расстоянием отдельных оптических элементов позволяет имитировать различия в глубине зрительного восприятия соответствующих пикселей, т.е. проявлять стерео-эффект от изображения в целом. Данное техническое решение является сложным и громоздким по числу составляющих элементов и их организации в единую конструкцию. Техническая сложность понижает надежность устройства и неминуемо скажется на его стоимости.

Главной проблемой реализации вышерассмотренных технических решений является неустранимое требование прецизионного позиционирования оптических элементов относительно элементов специально подготовленного изображения на поверхности визуализации. Практическое использование таких систем обеспечивается жестким закреплением их оптических элементов относительно пикселей изображения, исключая взаимный дрейф (смещение) оптических/графических элементов; поэтому подобные решения практически исключают съемность 2D/3D-конверторов.

Поскольку в настоящее время основные производители и потребители видеопродукции используют 2D-формат ее визуализации, - возможность совместимости и использования имеющихся 2D-ресурсов для их трансформации в 3D-формат является актуальной технической задачей.

Известно техническое решение автостереоскопической системы - согласно патента US № 4729017 от 25.02.1986 г. МПК Н 04 N 13/00. Данное техническое решение включает дисплейную поверхность визуализации со специально подготовленным изображением, которое делится на пиксели. Элементы оптической решетки позиционированы относительно пикселей изображения и объединены в автономную решетчатую пластину. При рассмотрении изображения на поверхности визуализации через решетча-

тую пластину, - проявляется стереоскопическое изображение. Таким образом, съемная решетчатая пластина обеспечивает 2D/3D-конвертацию изображения. Однако, практическое сохранение положения решетчатой пластины на дисплее относительно пикселей изображения является сложной оптико-механической задачей, решаемой с помощью специальных приспособлений, - в противном случае неизбежны искажения проецируемой сквозь пластину графики и потеря стерео-эффекта.

Известно техническое решение автостереоскопической системы - согласно патенту US 2004263970 от 30.12.2004г. МПК G02N 27/22 "Convertible autostereoscopic flat panel display". Данная система включает плоский экран монитора - поверхность визуализации, на которой находится пиксельное изображение стереопары, подготовленной к сепарации методом Липпмана-Бонне, а также съемный экран в виде лентичулярного раstra расположенного плоскопараллельно поверхности визуализации. Данная автостереоскопическая система включает средства (оптический тест в виде ориентированного щелевого раstra на экране монитора вместе с устройством механического смещения съемного экрана на мониторе) для юстирования (сдвиг/поворот) положения съемного экрана/его оптических элементов относительно подготовленного изображения на поверхности визуализации. Очевидным ограничением данной системы являются дискомфортность от специальных действий зрителя по подстройке положения съемного экрана, требующей времени и сопровождающейся неизбежной потерей видеoinформации. Кроме того, аппаратное обеспечение точности юстировки (по горизонтали и вертикали) значительно повышает стоимость изделий при использовании известного решения.

Известно техническое решение автостереоскопической системы - согласно патенту UA № 14885 U МПК G 02 B 27/22, H 04 N 13/00 «Автостереоскопическая система "Stereo-Step"» которая включает поверхность визуализации с подготовленным к сепарации стереопарой в виде анаглифа, съемный экран с растровой оптической структурой, расположенным перед

поверхностью визуализации. Съемный экран состоит из двух растров, расположенных по разные стороны общей фокальной плоскости, которая рассеивает световой поток. Каждый растр состоит из линзовых элементов, расположенных на поверхности без промежутков, с образованием соосных пар, каждая из которых содержит анаглифический фильтр. В известном техническом решении сепарация анаглифически подготовленной стереопары осуществляется бирастровой структурой, которая не требует прецизионного позиционирования относительно поверхности визуализации. Это обеспечивает стойкий стереоэффект с качеством анаглифической технологии, при этом конвертация 2D/3D для зрителя сводится только к присоединению съемного экрана к поверхности визуализации, исключая процесс прецизионной подстройки положения съемного экрана, поскольку бирастровая оптическая структура имеет свойство автоматической настройки стереоизображения. Кроме того, анаглифическое представление стереопары, в силу особенностей формирования, обеспечивает размещение каждого ракурса на всей поверхности визуализации, что обеспечивает высокое качество представления каждого ракурса стереоизображения и, как следствие, высокую точность, четкость и контрастность стереоизображения. Однако, в силу тех же особенностей анаглифического представления стереопары для стереоизображения, полученного известным техническим решением, характерны цветовые искажения. Это существенный недостаток известного технического решения автостереоскопической системы.

Известна автостереоскопическая система «StereoStep-EclipsMethod», согласно UA № 22927 U МПК G 02 в 27/22, H 04 N 13/00 от 24.01.2007 г. (ближайший аналог), которая включает поверхность визуализации с подготовленным к сепарации изображением и расположенный перед поверхностью визуализации съемный экран, состоящий из двух растров, расположенных по разные стороны относительно общей фокальной плоскости, которая рассеивает световой поток, каждый из которых состоит из линзовых элементов, расположенных по поверхности без промежутков

с образованием соосных пар, при том, изображения состоит из последовательности m ракурсов, а частота их следования составляет не менее физиологически обусловленным чувствительностью глаза человека (с целью исключения мерцания изображения), а каждая пара снабжена m эклипс-

5 ными затворами, каждый из которых открывает каждый из соответствующих ему ракурсов синхронно с частотой их следования. Суть известного технического решения заключается в том, что для сепарации ракурсов изображения используется эклипсный метод, для реализации которого необходимы m эклипсных затворов (по количеству ракурсов изображения) для

10 каждой пары линзовых элементов, каждый из которых открывает последовательно каждый из ракурсов, оставляя остальные ракурсы в затемненном состоянии. При этом синхронность открытия ракурсов с частотой их следования является обязательным условием реализации метода. Частота следования должна составлять не меньше нижней границы чувствительности

15 глаза зрителя к скорости изменения образов. Бирастровая структура, как многокомпонентный носитель интегрального изображения не требует прецизионного позиционирования относительно возможности сдвига по поверхности визуализации. Это обеспечивает системе 2D-совместимость и исключает необходимость дорогостоящей точной юстировки экрана при

20 устойчивом качестве воспроизведения стереоэффекта. Эклипсный метод предполагает последовательное использование каждого ракурса с размещением его на всей поверхности визуализации, тем самым обеспечивается полнота, четкость, контрастность и передача всей гаммы цветов изображения. Одновременно обеспечивается для многих зрителей воспроизведение

25 стереоэффекта с устойчивым качеством, которое можно сравнить с прямым наблюдением экрана. При этом для пользователя, все необходимые преобразования 2D устройства в 3D устройство сводятся только к присоединению (приложению) съемного экрана к поверхности визуализации, где транслируется видео контент в структурированном формате, т.е. в форме

30 последовательности ракурсов, которые следуют с частотой не менее фи-

зиологически обусловленной чувствительностью глаза человека. Однако в известном техническом решении не учтена чувствительность дистантного размещения бирастрового экрана относительно 2D-поверхности визуализации, что может привести к снижению качества стереоизображения. Расстояние между бирастровым экраном и поверхностью визуализации - демонстрационным 2D-экраном зависит от оптических характеристик растровой оптической структуры и количества ракурсов, формирующих стереоизображение. Без учета этих параметров смежные полосы каждого ракурса в диаграмме Липпмана-Бонне могут включать части своей графики и части графики смежных ракурсов или терять часть своей графики. Оба возможных дефекта дистантности приводят в итоге к ухудшению стереоэффекта. Это обстоятельство особенно следует учитывать при выполнении поверхности визуализации и бирастрового экрана в форме одной жестко фиксированной конструкции

15

Раскрытие изобретения.

В основу изобретения поставлена задача создание комфортной автостереоскопической системы, обеспечивающей высокое качество стереоскопии и 2D-совместимость.

20 Поставленная задача решается тем, что в автостереоскопической системе, включающей поверхность визуализации с подготовленным к сепарации изображением, которое состоит из последовательности m ракурсов, каждый из которых чередуется с частотой не менее физиологически обусловленной чувствительностью глаза человека и расположенный перед 25 поверхностью визуализации бирастровый экран, состоящий из двух растров, расположенных по разные стороны относительно общей фокальной плоскости, которая рассеивает световой поток, каждый растр состоит из линзовых элементов, расположенных по поверхности без промежутков с образованием соосных пар, при этом каждая пара снабжена m эклипсными 30 затворами, каждый из которых открывается синхронно с последовательно-

стью ракурсов, согласно заявляемому техническому решению, - бирастровый экран расположен перед поверхностью визуализации на расстоянии, при котором оптическая проекция части шага растра $h_m = h / m$ из общей фокальной плоскости бирастра на поверхность визуализации равна шагу растра h .

Суть изобретения заключается в том, что на основе учета взаимосвязи параметров оптической структуры автостереоскопической системы определяется обусловленная этими параметрами расстояние между бирастровым экраном и поверхностью визуализации, в результате чего обеспечивается устранение всех возможных дефектов, связанных с нарушением дистантности, и, таким образом, надежно обеспечивается высокое качество стереоизображения.

При выполнении условия, когда оптическая проекция части шага растра $h_m = h / m$ с общей фокальной плоскости бирастра на поверхность визуализации равно шагу растра h , автоматически определяется расстояние d между бирастровым экраном и поверхностью визуализации как $d=f(h, m)$, при которой параметры оптической структуры автостереоскопической системы таковы, что исключаются ухудшение стереоэффекта, когда смежные полосы каждого ракурса в диаграмме Липпмана-Бонне могут включать пересекающиеся части своей графики или терять часть своей графики.

Таким образом, совокупность существенных признаков технического решения, что заявляется, решает поставленную задачу - создание комфортной автостереоскопической системы, обеспечивающей высокое качество стереоскопии и 2D-совместимость.

В результате расширенного поиска в патентной и научно-технической литературе по соответствующим рубрикам МГЖ и УДК совокупность существенных отличий, которые полностью или частично совпадает с заявленной и позволяет решать поставленную изобретательскую задачу, не была найдена ни в одном из технических решений.

Следовательно, заявляемое техническое решение отвечает критерию «новизна».

Из известного уровня техники совокупность признаков заявляемого технического решения с очевидностью не вытекает. Следовательно, заявляемое техническое решение отвечает критерию «изобретательский уровень».

Описание вариантов осуществления изобретения.

Заявляемая автостереоскопическая система прошла модельные и лабораторные испытания в Инженерном агентстве «АнтенНет», что подтверждается примерами конкретного выполнения.

На фиг. 1 показана автостереоскопическая система (общий вид);

На фиг. 2 показана конструкция бирастрового экрана (вариант лентичулярных растров), (а) - бирастровая конструкция в сборе, (б) – компоненты бирастрового экрана;

На фиг. 3 показана оптическая структура автостереоскопической системы, при которой оптическая проекция части шага растра $h_m = h / m$ с общей фокальной плоскости бирастра на поверхность визуализации равна шагу растра h ;

На фиг. 4 показана оптическая структура автостереоскопической системы, при которой оптическая проекция части шага растра $h_m = h / m$ с общей фокальной плоскости бирастра на поверхность визуализации меньше шага растра h ;

На фиг. 5 показана оптическая структура автостереоскопической системы, при которой оптическая проекция части шага растра $h_m = h / m$ с общей фокальной плоскости бирастра на поверхность визуализации больше шага растра h .

Автостереоскопическая система, включает поверхность (1) визуализации с подготовленным к сепарации изображением и экран (2) с растровой оптической системой, расположенный перед поверхностью (1) визуализации

лизации. Экран (2) состоит из двух растров (3), (4), расположенных по разные стороны относительно общей рассеивающей световой поток фокальной плоскости (5). Каждый из двух растров (3), (4), - состоит из линзовых элементов (6), уложенных на поверхности без промежутков, с образованием пар линзовых элементов с общей оптической осью. Частота смены кадров последовательности m ракурсов, составляет не меньше физиологически обусловленной чувствительности глаза человека (12 Гц). Каждая пара соосных линзовых элементов снабжена m эклипсными затворами, объединенных в матрицу, и управляется электронной схемой (7) которая обеспечивает последовательность и синхронность её работы со сменой кадров и ракурсов. Матрица эклипсных затворов размещена в общей фокальной плоскости (5) бирастровой системы. Фокусировку и ориентацию каждого ракурса осуществляет оптическая растровая система, а эклипсный затвор обеспечивает то, чтобы соответствующие ракурсы появлялись в соответствующих участках растровой системы. Управление матрицей эклипсных затворов осуществляется с помощью любого известного способа, например, если в качестве матрицы эклипсных затворов использована матрица жидкокристаллических элементов, управление осуществляется электрическим напряжением.

20 Автостереоскопическая система работает следующим образом:

Управляющий сигнал, синхронизированный со сменой кадраракурса, включает одновременно режим прозрачности для выбранных эклипсных затворов в каждой паре соосных линзовых элементов. При этом невыбранные эклипсные затворы - непрозрачны. Через прозрачные затворы сфокусированные фрагменты изображения от соответствующих линзовых элементов объектного растра восстанавливаются линзовыми элементами окулярного растра и объединяются для зрителя в единое зрительное поле - текущее полноценное экранное изображение ракурса, которое ориентировано для соответствующего (правого или левого) глаза. Следующий
25
30 управляющий сигнал включает одновременно режим прозрачности другой

выделенной группе эклипсных затворов (количество групп зависит от количества ракурсов), а все остальные эклипсные затворы становятся/остаются непрозрачными. При этом формируется полноценное изображение для второго глаза зрителя, при условии выполнения требований к частоте следования кадров-ракурсов. Таким образом, формируется стереопара стереоскопического изображения и зритель видит объемную картину в кадре.

Расстояние d между бирастровым экраном и поверхностью визуализации как функция $d = f(h, m)$ рассчитывается на основании геометрической оптики в соответствии с конкретными линзами - например, когда в качестве растров применяются лентиккуляр:

$$d = (0,0254/2\ell)[(m-n+1)/(n-1)]$$

где ℓ - число линз на 1 дюйм растра,

m - количество ракурсов,

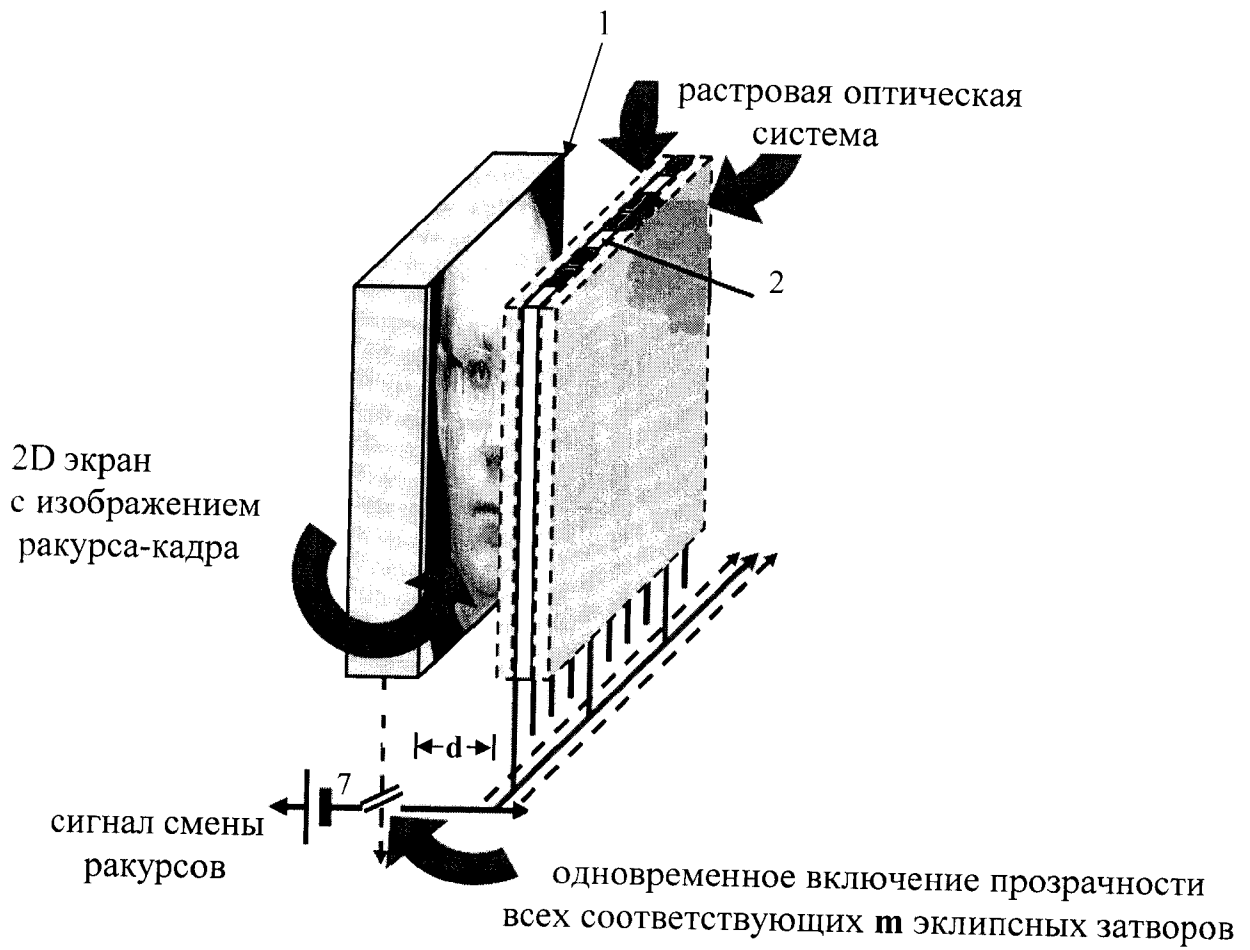
15 n - коэффициент преломления материала растра.

Со стороны поверхности визуализации бирастровая пластина обеспечивается калибрующим упором, который определяет это расстояние. Калибрующий упор может быть выполнен из любого оптически нейтрального материала в виде пластины заданной толщины, в виде локальных упоров из того же материала, в том числе - в качестве ребер жесткости для бирастра.

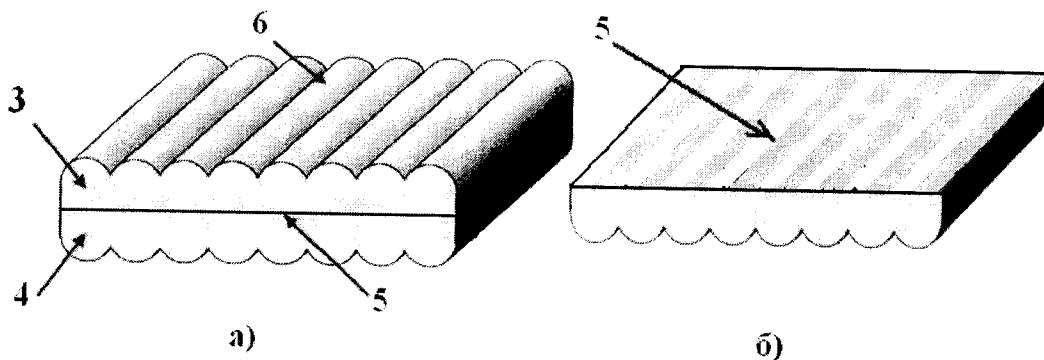
В результате оптическая структура автостереоскопической системы, имеет взаимосвязь параметров, при которой оптическая проекция части шага растра $h_m = h / m$ с общей фокальной плоскости бирастра на поверхность визуализации равно шагу растра h , чем обеспечивается надежно высокое качество стереоизображения.

Формула изобретения

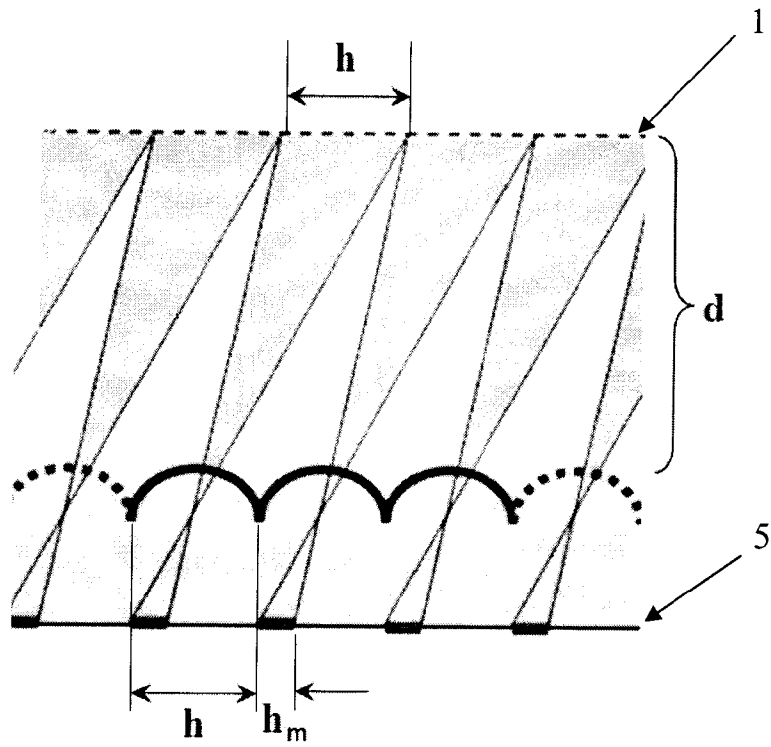
Автостереоскопическая система, включающая поверхность визуализации с подготовленным к сепарации изображением, которое состоит из последовательности m ракурсов, каждый из которых чередуется с частотой не менее физиологически обусловленной чувствительностью глаза человека и расположенный перед поверхностью визуализации бирастровый экран, состоящий из двух растров, расположенных по разные стороны относительно общей фокальной плоскости, которая рассеивает световой поток, каждый растр состоит из линзовых элементов, расположенных по поверхности без промежутков с образованием соосных пар, при этом каждая пара снабжена m эклипсными затворами, каждый из которых открывается синхронно с последовательностью ракурсов, отличающаяся тем, что бирастровый экран расположен перед поверхностью визуализации на расстоянии, при котором оптическая проекция части шага растра $h_m = h / m$ из общей фокальной плоскости бирастра на поверхность визуализации равна шагу растра h .



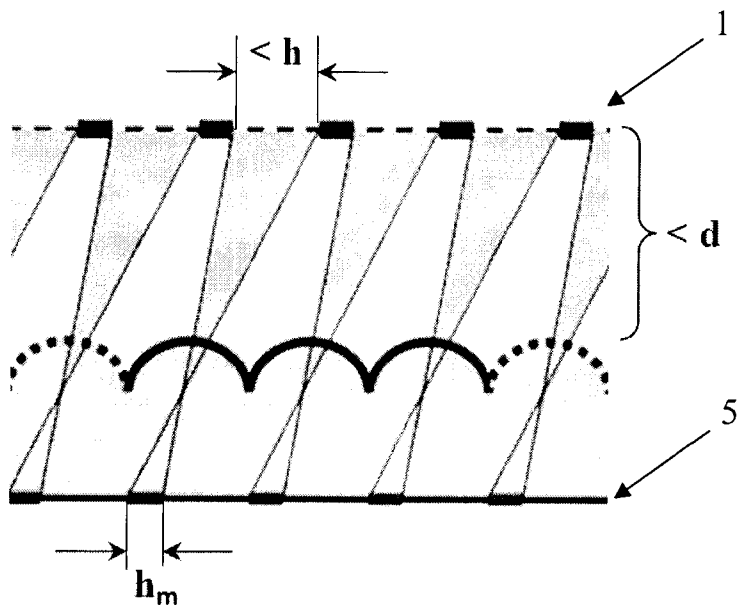
Фиг.1



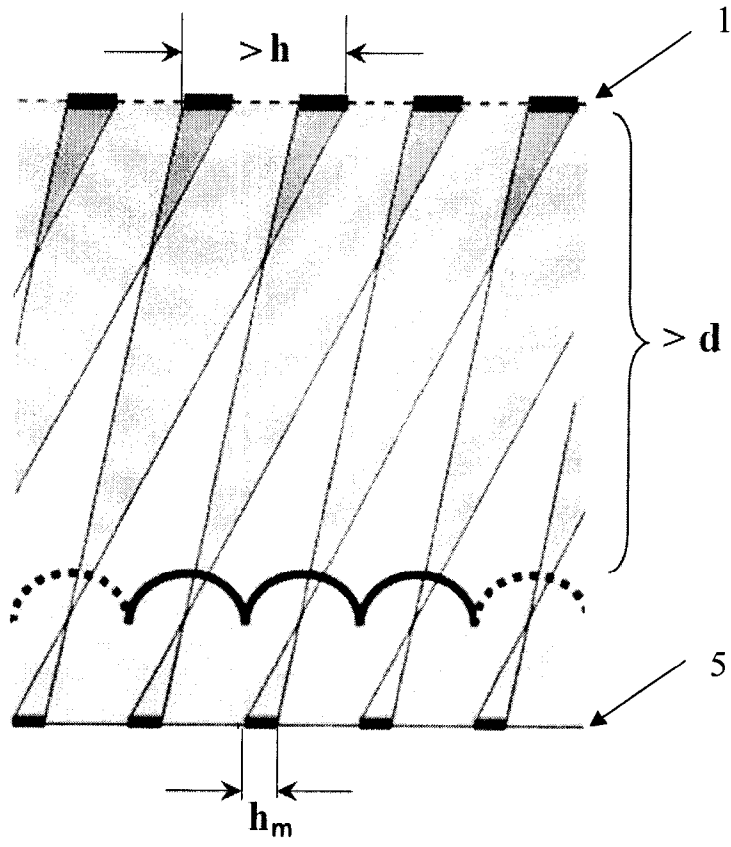
Фиг.2



Фиг.3



Фиг.4



Фиг.5