



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2006107457/09, 13.03.2006

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
13.03.2006

(45) Опубликовано: 20.09.2007 Бюл. № 26

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2000127711 A, 01.04.1999. RU
2001133732 A, 10.08.2003. RU 2087019 C1,
24.05.1993. RU 2097940 C1, 18.04.1995. RU
2157056 C2, 03.02.1998. RU 2202860 C2,
08.04.2001. US 4333708 A, 08.01.1982. US
4566758 A, 28.01.1986. US 6133980 A,
17.10.2000. US 6912018 A, 01.04.2004.

Адрес для переписки:

117461, Москва, Новые Черемушки, 32А-4-80,
В.А. Ежову

(72) Автор(ы):

Ежов Василий Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

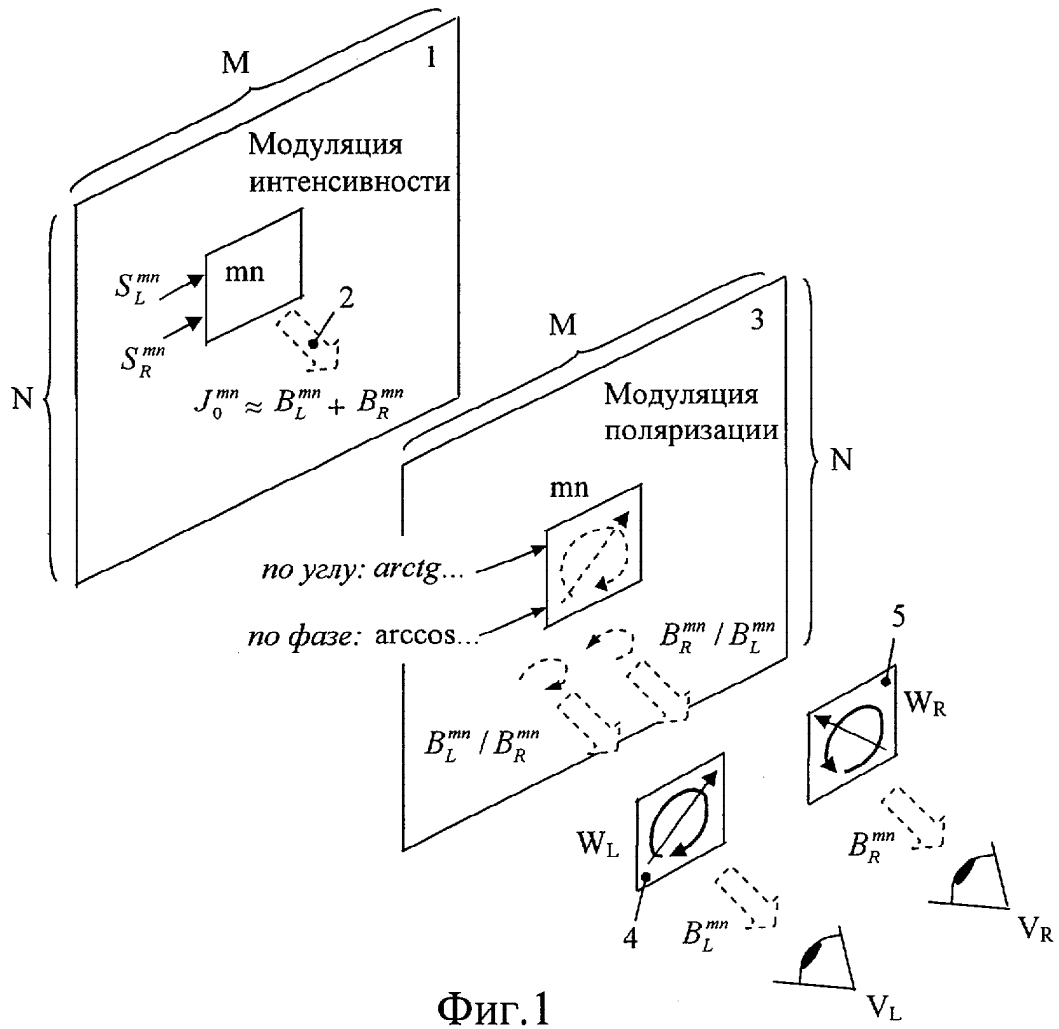
Ежов Василий Александрович (RU)

(54) СПОСОБ НАБЛЮДЕНИЯ СТЕРЕОИЗОБРАЖЕНИЙ С ОБЪЕДИНЕННЫМ ПРЕДЪЯВЛЕНИЕМ
РАКУРСОВ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области стереоскопической видеотехники и может быть использовано для создания стереоскопических телевизоров и мониторов с наблюдением стереоизображения при помощи пассивных (некоммутируемых) стереочков. Технический результат - улучшение качества стереоизображения за счет ликвидации мерцаний изображения для любых условий наблюдения, достигается тем, что в способе и устройстве использованы формирователи эллиптической поляризации светового потока с параметрами эллиптической поляризации в виде выражений

типа \arctg или \arccos от отношения амплитуд сигналов временной развертки для представления левого и правого ракурсов трехмерной сцены в параметрах двух взаимно ортогональных состояний эллиптической поляризации, что позволяет выделить изображения левого и правого ракурсов в левом и правом окнах наблюдения из общего светового потока с интенсивностью, пропорциональной сумме интегральных яркостей изображений левого и правого ракурсов, с помощью двух анализаторов эллиптической поляризации со взаимно ортогональными поляризационными характеристиками. 2 н. и 9 з.п. ф-лы, 16 ил.



Фиг.1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2006107457/09, 13.03.2006**

(24) Effective date for property rights: **13.03.2006**

(45) Date of publication: **20.09.2007 Bull. 26**

Mail address:
**117461, Moskva, Novye Cheremushki, 32A-4-80,
V.A. Ezhovu**

(72) Inventor(s):
Ezhov Vasilij Aleksandrovich (RU)

(73) Proprietor(s):
Ezhov Vasilij Aleksandrovich (RU)

(54) **METHOD FOR OBSERVING STEREO-IMAGES WITH COMBINED DISPLAY OF ANGLES AND DEVICE FOR REALIZATION THEREOF**

(57) Abstract:

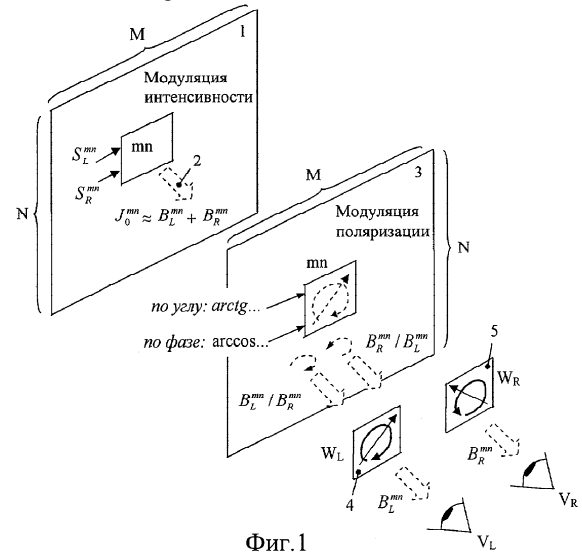
FIELD: stereoscopic video equipment, possible use for building stereoscopic television sets and monitors with observation of stereo-image by means of passive (non-commutated) stereo-goggles.

SUBSTANCE: in the device and method, elliptic polarization generators of light stream are used with parameters of elliptic polarization in form of expression of arctg or arccos type of ratio of amplitudes of time scanning signals for representation of left or right angles of three-dimensional scene in parameters of two mutually orthogonal conditions of elliptic polarization, making it possible to select images of left and right angles in left and right observation windows from the combined light stream with intensiveness, proportional to the total of integration brightness of images of left and right angles, by means of two elliptic polarization analyzers with mutually orthogonal polarization characteristics.

EFFECT: improved quality of stereo-image due

to abolished blinking of image under any observation conditions.

2 cl, 16 dwg



RU 2 306 680 C1

RU 2 306 680 C1

Изобретение относится к технике наблюдения объемных изображений, точнее к стереоскопической видеотехнике, и может быть использовано для создания стереоскопических телевизоров и мониторов с наблюдением стереоизображения при помощи пассивных (некоммутируемых) стереоочков.

5 Известен способ [1] наблюдения стереоизображений с попеременным предъявлением ракурсов, заключающийся в том, что с помощью управляемого оптического генератора изображений (дисплея), выполненного в виде одноканальной электронно-лучевой трубки (ЭЛТ), формируют световой поток изображений левого и правого ракурсов отображаемой
10 трехмерной сцены с временной задержкой между кадрами изображений двух ракурсов, равной времени T_F формирования одного кадра изображения, с помощью покадрово управляемого поляризатора осуществляют поляризационную модуляцию светового потока с представлением кадров изображений левого и правого ракурсов во взаимно ортогональных состояниях поляризации и осуществляют выделение изображений левого и
15 правого ракурсов в левом и правом окнах наблюдения соответственно с помощью первого и второго анализаторов поляризации со взаимно ортогональными поляризационными характеристиками. Попеременное предъявление изображений левого и правого ракурсов обеспечивается попеременной подачей сигналов левого и правого ракурсов на вход одного и того же информационного канала ЭЛТ. В левый и правый глаза наблюдателя, расположенные за левым и правым окнами наблюдения, попадают изображения левого и
20 правого ракурсов трехмерной сцены, в результате наблюдатель воспринимает объемное изображение сцены.

Реализация известного способа с попеременным предъявлением ракурсов возможна только с помощью таких управляемых генераторов изображений (дисплеев), в которых обеспечивается полное затухание светового потока изображения предыдущего (например,
25 левого) ракурса к тому времени, когда начинает генерироваться световой поток изображения последующего (правого) ракурса. Такому условию из современных дисплеев удовлетворяет только ЭЛТ в силу импульсного характера излучения люминофора, характерное время затухания (релаксации) светового излучения которого около двух-трех миллисекунд. Наиболее распространенные современные типы современных дисплеев -
30 жидкокристаллические и плазменные - этому условию не удовлетворяют.

Наблюдение стереоизображений должно характеризоваться малозаметностью или отсутствием мерцаний, чтобы избежать утомляемости зрения, что выполнимо только при условии, если частота $F_{набл}$ поступления изображений в соответствующий глаз наблюдателя будет не менее 50 Гц, а лучше всего - не менее 100 Гц, поскольку только в
35 этом случае мерцания не будут заметны при произвольной длительности наблюдения для любых внешних условий наблюдения, включая наличие яркого солнечного света в окружающей обстановке. В известном способе общая частота кадров $F_{кадр}$ в два раза чаще требуемой частоты $F_{набл}$, поэтому последняя должна быть не меньше 200 Гц для отсутствия мерцаний. Однако, во-первых, такое высокое значение кадровой частоты при
40 достаточно информативном изображении (с числом разрешаемых элементов 1024×768 или 1280×1024 и более) ведет к ухудшению качества (размытию) изображения вследствие дисперсии сигнала на комплексном импедансе линии связи в случае использования стандартных (не высокочастотных) линий связи, поскольку полоса частот информационного канала ЭЛТ составляет в этом случае около 200 МГц. Во-вторых, при частоте $F_{кадр} = 200$ Гц
45 соответствующее время кадра T_F составляет всего 5 мс, и в таком случае время послесвечения люминофора величиной $\tau_{люм} = 3$ мс соответствует 20% от величины времени кадра ($\tau_{люм} = 3$ мс минус временной промежуток величиной 1 мс между кадрами), т.е. на 20% площади кадра в конце его развертки внизу экрана на фоне каждого ракурса будет наблюдаться ложное (ghost) изображение другого ракурса, что также ведет к ухудшению
50 качества стереоизображения.

Известен способ [2] наблюдения стереоизображений с объединенным предъявлением ракурсов, заключающийся в том, что формируют световой поток изображений левого и правого ракурсов отображаемой трехмерной сцены с помощью управляемого оптического

генератора в виде двухлучевой электронно-лучевой трубки ЭЛТ) с временной задержкой Δt между формированием m -х элементов изображения левого и правого ракурсов, равной времени $\tau_{\text{люм}}$ релаксации люминофора ЭЛТ, с помощью построчно управляемого поляризатора осуществляют поляризационную модуляцию светового потока со взаимно ортогональным представлением m -х элементов изображений левого и правого ракурсов в соответствующем состоянии поляризации светового потока и преобразуют поляризационную модуляцию светового потока в модуляцию его интенсивности параллельно в левом и правом окнах наблюдения с помощью находящихся в них первого и второго пассивных анализаторов поляризации со взаимно ортогональными поляризационными характеристиками (конкретно, в виде скрещенных линейных поляризаторов).

Известно устройство [2] для наблюдения стереоскопических изображений с объединенным предъявлением ракурсов, содержащее источник стереовидеосигнала и последовательно оптически связанные электрически управляемый формирователь изображения в виде ЭЛТ, электрически управляемый поляризатор с построчной адресацией в виде построчно адресуемого жидкокристаллического (ЖК) оптического модулятора и пассивные стереоочки с первым и вторым окнами наблюдения, снабженными первым и вторым анализаторами поляризации со взаимно ортогональными поляризационными характеристиками в виде первого и второго скрещенных линейных поляризаторов, при этом выход источника стереовидеосигнала подключен к электрическим входам электрически управляемого формирователя изображения и электрически управляемого поляризатора.

Когда в момент времени t_1 в m -м элементе поперечного сечения светового потока, исходящего от экрана ЭЛТ, воспроизводится m -й элемент одного (например, левого) ракурса, то соответствующая n -я строка управляемого поляризатора реализует первое поляризационное состояние проходящего светового потока (для определенности, первое направление линейной поляризации), а когда в m -м элементе поперечного сечения светового потока в момент времени t_2 ($\Delta t = t_2 - t_1$) воспроизводится m -й элемент другого (правого) ракурса, то n -я строка управляемого поляризатора реализует второе (ортогональное первому) поляризационное состояние проходящего светового потока (линейную поляризацию во втором направлении, ортогональном первому направлению). Взаимная ортогональность оптических характеристик первого и второго анализаторов поляризации обеспечивает требуемую сепарацию (раздельное наблюдение левым и правым глазами) изображений левого и правого ракурсов.

В известном способе и устройстве [2] в силу наличия двух информационных каналов в ЭЛТ изображения обоих ракурсов воспроизводятся практически в одном и том же кадре (с объединенным представлением ракурсов), поэтому частота $F_{\text{набл}}$ наблюдения стереоизображения равна общей частоте $F_{\text{кадр}}$ кадров, т.е. при 100 Гц частоте кадров таковой будет и частота $F_{\text{набл}}$ поступления изображений каждого ракурса в соответствующий глаз наблюдателя. В этом случае требуемая полоса частот информационного канала связи в два раза меньше (меньше размытость изображения вследствие дисперсии) и в два раза меньшую площадь (только 10%) кадра будет занимать ложное изображение по сравнению с известным способом [1] с попеременным предъявлением ракурсов..

Известные способ и устройство [2] характеризуются следующими недостатками. Хотя наличие двух параллельных электронных каналов в ЭЛТ и ведет в целом к практически объединенному представлению кадров изображений двух ракурсов на одном экране, но локальное воспроизведение в световом потоке изображения соответствующих m -х элементов двух ракурсов является все же последовательным со взаимной задержкой Δt , т.е. в m -м элементе поперечного сечения светового потока последовательно воспроизводится сначала m -й элемент левого ракурса, затем правого с задержкой Δt между ними. Поэтому предпосылки к локальному мерцанию стереоизображения здесь принципиально неустранимы вследствие локальной разницы во времени в несколько

миллисекунд между появлением (генерацией) световых потоков, соответствующих m -м элементам разных ракурсов, и мерцания могут проявиться, например, при таких условиях, как наблюдение очень ярких объектов на темном фоне, поскольку при малой интегральной интенсивности светового потока по полю изображения чувствительность глаз возрастает

на несколько порядков, при этом резко возрастает чувствительность именно тех зрительных рецепторов глаз ("палочек"), которые ответственны за выявление движущихся объектов, т.е. особенно чувствительны к изменениям интенсивности светового потока по сравнению с другими рецепторами ("колбочками"), которые преимущественно работают при средних уровнях светового потока.

Целью изобретения является улучшение качества стереоизображения за счет ликвидации мерцаний для любых условий наблюдения.

Поставленная цель достигается в способе тем, что формируют световой поток изображений левого и правого ракурсов с помощью оптического генератора или оптического модулятора, с помощью управляемого поляризатора модулируют поляризацию светового потока с получением отдельного представления сигналов изображений левого и правого ракурсов в двух взаимно ортогональных состояниях поляризационной модуляции и выделяют в левом и правом окнах наблюдения сигналы изображения левого и правого ракурсов с помощью соответственно первого и второго анализаторов поляризации со взаимно ортогональными поляризационными характеристиками, в каждый момент времени для m -го элемента поперечного сечения светового потока величину его интенсивности J^{mn} модулируют прямо пропорционально сумме величин E_L^{mn} и E_R^{mn} интегральных яркостей m -х элементов изображений левого и правого ракурсов, осуществляют поляризационную модуляцию m -го элемента светового потока в форме эллиптической поляризационной модуляции в соответствии с обратными тригонометрическими функциями вида \arctg или arcctg от отношения сигналов S_L^{mn} и S_R^{mn} либо вида arccos от отношения линейных комбинаций $(S_L^{mn})^2$ и $(S_R^{mn})^2$, где S_L^{mn} и S_R^{mn} - сигналы, квадратичные значения амплитуд которых соответствуют величинам E_L^{mn} и E_R^{mn} интегральной яркости m -х элементов изображений соответственно левого и правого ракурсов, и выделяют в левом и правом окнах наблюдения составляющие светового потока, соответствующие первому и второму граничным значениям параметров эллиптической поляризационной модуляции, где $m=1, 2, \dots, M$, $n=1, 2, \dots, N$, а $M \times N$ - полное число элементов в изображении каждого из ракурсов.

Поставленная цель в устройстве, содержащем источник стереовидеосигнала, электронный функциональный блок и последовательно оптически связанные электрически управляемый формирователь изображения, электрически управляемый поляризатор и пассивные стереоочки с первым и вторым окнами наблюдения, снабженными соответственно первым и вторым анализаторами поляризации со взаимно ортогональными поляризационными характеристиками, при этом выход источника стереовидеосигнала подключен к электрическим входам электрически управляемого формирователя изображения и электронного функционального блока, выход которого подключен к электрическому входу электрически управляемого поляризатора, достигается тем, что электрически управляемый поляризатор выполнен в виде электрически управляемого формирователя эллиптической поляризации света, оптический выход m -го элемента электрически управляемого формирователя изображения связан с оптическим входом m -го элемента электрически управляемого формирователя эллиптической поляризации света, а первый и второй анализаторы поляризации выполнены соответственно в виде первого и второго циркулярных или линейных поляризаторов, при этом коэффициент пропускания D_o^{mn} по интенсивности света для m -го элемента управляемого

формирователя изображения определен выражением $D_o^{mn} = c \left((S_L^{mn})^2 + (S_R^{mn})^2 \right)$, где c

- константа.

Элементы (пиксели) изображения в способе и устройстве могут образовывать мозаику любой геометрической конфигурации, для простоты без потери общности рассматривается прямоугольная матрица из M столбцов и N строк, где mn -й элемент находится на пересечении m -го столбца и n -й строки матрицы.

5 Для разделения изображений ракурсов используется эллиптическая поляризационная модуляция общего светового потока с помощью управляемого поляризатора. Принцип разделения ракурсов аналогичен, в частности, преобразованию данных из полярной системы координат в декартову, когда модуль (длина) вектора полярной системы координат физически представлен величиной интенсивности светового потока, аргумент

10 указанного вектора (угол его наклона) - угловыми (фазовыми) характеристиками параметров поляризации светового потока, а две координатные оси декартовой системы соответствуют двум взаимно ортогональным состояниям поляризации светового потока.

Ликвидация мерцаний стереоизображения обусловлена тем, что в каждой паре mn -е элементы обоих ракурсов одновременно (синхронно) формируются в mn -м элементе

15 поперечного сечения светового потока, и поскольку нет никакой взаимной временной задержки в наблюдении mn -х элементов левого и правого ракурсов, не может возникнуть временная разница в яркостях (являющаяся причиной мерцаний) поступающих в глаза световых потоков, т.е. каждая пара mn -х элементов сетчаток двух глаз наблюдателя в каждый момент времени параллельно воспринимает световые потоки обоих ракурсов

20 аналогично наблюдению обычного микроскопического изображения обоими глазами.

Дополнительным достоинством первого частного варианта способа и устройства для его реализации является однородность используемых оптических компонентов (работающих с линейной поляризацией).

Дополнительным достоинством второго, четвертого частных вариантов способа и

25 второго, четвертого и пятого частных вариантов устройства является инвариантность степени сепарации ракурсов к углу поворота пассивных стереочков (окон наблюдения) относительно светового потока изображения вследствие использования (для сепарации ракурсов) циркулярной поляризации и циркулярных поляризаторов с двумя противоположными направлениями вращения, что обеспечивает свободу наклонов головы

30 наблюдателя при восприятии стереоизображения.

Сущность изобретения поясняется фиг.1-16.

Фиг.1, 2 - пояснение к способу наблюдения стереоскопических изображений с объединенным предъявлением ракурсов.

Фиг.3-5 - иллюстрации к первому частному варианту способа и устройства с ротатором

35 направления линейной поляризации и с анализаторами поляризации в виде линейных поляризаторов.

Фиг.6-9 - иллюстрации ко второму частному варианту способа и устройства с электрически управляемым формирователем эллиптической поляризации в виде ротатора

40 линейной поляризации и пассивной двупреломляющей оптической пластины и с анализаторами поляризации в виде циркулярных поляризаторов.

Фиг.10, 11 - иллюстрации к третьему и четвертому частным вариантам способа и устройства с электрически управляемым формирователем эллиптической поляризации в виде электрически управляемой двупреломляющей оптической пластины и с анализаторами поляризации в виде циркулярных или линейных поляризаторов.

45 Фиг.12, 13 - иллюстрации к пятому частному варианту выполнения устройства с электрически управляемым формирователем эллиптической поляризации в виде двух электрически управляемых двупреломляющих оптических пластин и с анализаторами поляризации в виде циркулярных поляризаторов.

Фиг.14-16 - иллюстрации к конкретным примерам выполнения mn -х элементов

50 электрически управляемых двупреломляющих оптических пластин на основе ЖК слоев с различными электрооптическими эффектами.

Способ наблюдения стереоскопических изображений с объединенным предъявлением ракурсов (фиг.1) заключается в том, что с помощью управляемого оптического генератора

(оптического модулятора) 1 формируют световой поток 2, интенсивность J_0^{mn} которого в произвольном mn -м элементе поперечного сечения светового потока 2 в каждый момент времени определяется суммой величин $B_L^{mn} + B_R^{mn}$ интегральных яркостей mn -х элементов

5 изображений левого и правого ракурсов

$$J_0^{mn} = B_L^{mn} + B_R^{mn}, \quad (1)$$

с помощью управляемого поляризатора 3 осуществляют эллиптическую поляризационную модуляцию светового потока 2 в соответствии с обратными тригонометрическими функциями \arctg или $\operatorname{arcsctg}$ от отношения сигналов S_L^{mn} и S_R^{mn} либо \arccos или arcsin от отношения линейных комбинаций $(S_L^{mn})^2$ и $(S_R^{mn})^2$, где S_L^{mn} и S_R^{mn} - сигналы, квадраты амплитуд которых соответствуют величинам B_L^{mn} и B_R^{mn} интегральной яркости mn -х элементов изображений соответственно левого и правого ракурсов, при этом 15 первому и второму граничным значениям параметров эллиптической поляризационной модуляции соответствуют первое и второе взаимно ортогональные поляризационные состояния светового потока, в соответствии с первым из которых выделяют в левом окне W_L наблюдения первую составляющую светового потока, пропорциональную B_L^{mn} (с помощью первого анализатора эллиптической поляризации), а в соответствии со вторым из 20 которых в правом окне W_R выделяют вторую составляющую светового потока, пропорциональную B_R^{mn} (с помощью второго анализатора эллиптической поляризации), где $m=1, 2, \dots, M, n=1, 2, \dots, N$, а $M \times N$ - полное число элементов (пикселей) в изображении каждого из ракурсов.

25 Левый V_L и правый V_R глаза наблюдателя расположены соответственно за левым W_L и правым W_R окнами наблюдения и воспринимают результирующие световые потоки J_L^{mn} и J_R^{mn} , соответствующие изображениям mn -х элементов левого и правого ракурсов отображаемой трехмерной сцены. Квадраты амплитуд сигналов S_L^{mn} и S_R^{mn} соответствуют 30 величинам B_L^{mn} и B_R^{mn} интегральной яркости mn -х элементов изображений левого и правого ракурсов

$$B_L^{mn} = c' \cdot (S_L^{mn})^2, \quad B_R^{mn} = c' \cdot (S_R^{mn})^2, \quad (2)$$

35 где c' - константа пропорциональности. Сигналы $(S_L^{mn})^2$ и $(S_R^{mn})^2$ получают, например, посредством фотоэлектрической регистрации (фиг.2) соответственно интегральной яркости B_L^{mn} mn -го элемента левого ракурса O_L^{mn} и интегральной яркости B_R^{mn} mn -го элемента правого ракурса O_R^{mn} , которые регистрируются соответствующими фоточувствительными 40 элементами в апертурах двух видеокамер 6 и 7, установленных в двух разных точках наблюдения единого объекта 8 трехмерной сцены. В целом каждое из полных изображений (9 для левого ракурса и 10 для правого ракурса) содержат по $M \times N$ элементов, из которых для общности рассмотрения выбрана произвольная пара соответствующих друг другу mn -х элементов изображений обоих ракурсов. Под интегральной яркостью B^{mn} mn -го элемента 45 изображения каждого ракурса понимается результат интегрирования величины дифференциальной яркости (величины светового потока, приходящегося на единичный телесный угол, размерность Вт/стерадиан·м²) mn -го элемента изображения по всему телесному углу фоторегистрации (наблюдения), поэтому величина B^{mn} имеет размерность светового потока (Вт/м²). Величина B^{mn} определяет полную величину интенсивности света, 50 исходящего от mn -го элемента каждого ракурса стереоизображения и попадающего на mn -й элемент сетчатки соответствующего глаза наблюдателя, поскольку хрусталик-объектив каждого глаза обеспечивает указанное интегрирование дифференциальной яркости mn -го элемента изображения ракурса по всему телесному углу наблюдения и фокусировку

полученного интегрального светового потока на m -м элементе сетчатки глаза.

Условия (1) и (2) выполняются во всех частных вариантах способа.

В первом частном варианте способа эллиптическую поляризационную модуляцию светового потока в m -м элементе поперечного сечения светового потока осуществляют в

$$\varphi^{mn} = \arctg \left(\frac{S_L^{mn}}{S_R^{mn}} \right) \quad (3)$$

в угловых границах, соответствующих одному квадранту декартовой системы координат (x, y) , и выделяют в левом и правом окнах наблюдения составляющие светового потока с направлениями линейной поляризации соответственно вдоль осей x и y декартовой системы координат.

Во втором частном варианте способа эллиптическую поляризационную модуляцию светового потока в m -м элементе поперечного сечения светового потока осуществляют в три этапа, на первом из которых осуществляют линейную поляризацию, на втором этапе изменяют угол φ^{mn} направления линейной поляризации в соответствии с формулой (3) в угловых границах, соответствующих одному квадранту декартовой системы координат (x, y) , на третьем этапе линейную поляризацию с первым и вторым граничными

направлениями, параллельными координатным осям x и y соответственно, преобразуют в циркулярную поляризацию с первым и вторым направлениями вращения соответственно и выделяют в левом и правом окнах наблюдения составляющие светового потока с циркулярной поляризацией с первым и вторым направлениями вращения соответственно.

В третьем частном варианте способа эллиптическую поляризационную модуляцию светового потока в m -м элементе поперечного сечения светового потока осуществляют в два последовательных этапа, на первом из которых осуществляют линейную поляризацию по направлению $y=x$ декартовой системы координат, на втором этапе осуществляют фазовый сдвиг величиной $\Delta\delta^{mn}$ между компонентами E_x^{mn} и E_y^{mn} электрического вектора

$$\Delta\delta^{mn} = \arccos \left[\frac{(S_L^{mn})^2 - (S_R^{mn})^2}{(S_L^{mn})^2 + (S_R^{mn})^2} \right], \quad (4)$$

при этом для случая граничных величин $\Delta\delta^{mn} = [k_2\pi/2, (\pm 2k_2+1)\pi/2]$, где k_2 - целое нечетное число, выделяют в левом и правом окнах наблюдения составляющие светового потока с циркулярной поляризацией с первым и вторым направлениями вращения соответственно, а для случая $\Delta\delta^{mn} = [k_3\pi, (\pm k_3+1)\pi]$, где k_3 - 0 или целое четное число - составляющие с линейной поляризацией с направлениями $y=x$ и $y=-x$ соответственно.

Устройство для реализации способа (фиг.3) содержит источник 11 стереовидеосигнала, электронный функциональный блок 12 и последовательно оптически связанные электрически управляемый матрично-адресуемый формирователь 13 изображения, электрически управляемый матрично-адресуемый формирователь 14 эллиптической поляризации света и пассивные стереоочки 15 с левым W_L и правым W_R окнами наблюдения, снабженными первым 16 и вторым 17 анализаторами поляризации со взаимно ортогональными поляризационными характеристиками, при этом выход источника 11 стереовидеосигнала подключен к электрическим входам электрически управляемого формирователя 14 изображения и электронного функционального блока 12, выход которого подключен к электрическому входу электрически управляемого формирователя 14 эллиптической поляризации, причем оптический выход m -го элемента электрически управляемого формирователя изображения 13 связан с оптическим входом m -го элемента электрически управляемого формирователя эллиптической поляризации света 14, при этом коэффициент пропускания D_o^{mn} по интенсивности света для m -го

элемента управляемого формирователя изображения определен выражением

$$D_o^{mn} = c \left((S_L^{mn})^2 + (S_R^{mn})^2 \right), \quad \text{где } c - \text{ константа.} \quad (6)$$

Во первом частном варианте устройства (фиг.3-5) электрически управляемый формирователь эллиптической поляризации света выполнен в виде последовательно оптически связанных линейного поляризатора 18 и электрически управляемого ротатора 19 направления линейной поляризации, первый 4 и второй 5 пассивные анализаторы эллиптической поляризации выполнены в виде скрещенных линейных поляризаторов 20 и 21, направление поляризации первого и второго из которых параллельны соответственно первому и второму граничным рабочим направлениям 22 и 23 оси поляризации электрически управляемого ротатора 19 направления линейной поляризации, при этом электрический вход последнего является электрическим входом электрически управляемого формирователя 14 эллиптической поляризации света, а передаточная функция h_{Φ}^{mn} электронного функционального блока для m -го элемента электрически управляемого ротатора 19 направления линейной поляризации определена выражением

$$h_{\Phi}^{mn} = \arctg \left(\frac{S_L^{mn}}{S_R^{mn}} \right). \quad (7)$$

Жирными стрелками на обозначениях линейных поляризаторов 18, 20, 21 показано направление линейной поляризации.

Во втором частном варианте устройства (фиг.6-9) электрически управляемый формирователь 14 эллиптической поляризации света выполнен в виде последовательно оптически связанных линейного поляризатора 24, электрически управляемого ротатора 25 направления линейной поляризации и пассивной двупреломляющей оптической пластины 26 с фазовым сдвигом величиной $k_1 \pi/2$ между обыкновенным и необыкновенным лучами и с одним из главных направлений, направленным по биссектрисе угла между двумя взаимно ортогональными граничными рабочими направлениями для управляемого ротатора 25 направления линейной поляризации, первый анализатор 27 циркулярной поляризации выполнен в виде последовательно оптически связанных пассивной двупреломляющей оптической пластины 28 с фазовым сдвигом величиной $k_1 \pi/2$ и линейного поляризатора 29, второй пассивный анализатор 30 циркулярной поляризации выполнен в виде последовательно оптически связанных пассивной двупреломляющей оптической пластины 31 с фазовым сдвигом величиной $k_1 \pi/2$ и линейного поляризатора 32, при этом одноименные главные направления пассивных двупреломляющих оптических пластин 28 и 31 параллельны между собой, направления поляризации линейных поляризаторов 29 и 32 взаимно ортогональны и направлены по биссектрисам углов между главными направлениями обоих пассивных двупреломляющих оптических пластин 28, 31, причем передаточная функция h_{Φ}^{mn} электронного функционального блока 12 для m -го элемента электрически управляемого ротатора 25 направления линейной поляризации определена выражением (7), где π - фазовый сдвиг в радианах на длине волны светового потока, k_1 - целое нечетное число.

Главными направлениями двупреломляющей оптической пластины являются направления ее первой и второй оптических осей соответственно. Для случая одноосной двупреломляющей оптической пластины одно главное направление соответствует направлению ее оптической оси, а второе главное направление ортогонально направлению оптической оси. Одноименным главным направлениям соответствуют одноименные оптические оси.

В третьем частном варианте устройства (фиг.10, 11) электрически управляемый формирователь 14 эллиптической поляризации света выполнен в виде последовательно оптически связанных линейного поляризатора 33 и электрически управляемой двупреломляющей оптической пластины 34 с величиной $\Delta\delta^{mn}$ фазового сдвига, имеющей возможность изменения в пределах между значениями $k_3\pi$ и $(\pm k_3+1)\pi$, где k_3 - 0 или целое

четное число, при этом направление поляризации линейного поляризатора 31 совпадает с биссектрисой между двумя главными направлениями электрически управляемой

двупреломляющей оптической пластины 34, первый анализатор 4 эллиптической поляризации выполнен в виде линейного поляризатора 35, второй анализатор 5 эллиптической поляризации выполнен в виде линейного поляризатора 36, при этом направления поляризации линейных поляризаторов 35 и 36 взаимно ортогональны и направлены по биссектрисам углов между главными направлениями электрически управляемой двупреломляющей оптической пластины 34, причем передаточная функция $h_{\Delta\delta}^{mn}$ электронного функционального блока 12, соответствующая m -му элементу электрически управляемой двупреломляющей оптической пластины 34, определена выражением

$$h_{\Delta\delta}^{mn} = \arccos \left[\frac{\left(S_L^{mn} \right)^2 - \left(S_R^{mn} \right)^2}{\left(S_L^{mn} \right)^2 + \left(S_R^{mn} \right)^2} \right]. \quad (8)$$

В четвертом частном варианте устройства (фиг.10, 11) электрически управляемый формирователь эллиптической поляризации 14 света выполнен в виде последовательно оптически связанных линейного поляризатора 33 и электрически управляемой двупреломляющей оптической пластины 34 с величиной $\Delta\delta^{mn}$ фазового сдвига, имеющей возможность изменения в пределах между значениями $k_2 \pi/2$ и $(\pm 2k_2 + 1)\pi/2$, где k_2 - целое нечетное число, при этом направление поляризации линейного поляризатора 33 совпадает с биссектрисой между двумя главными направлениями электрически управляемой двупреломляющей оптической пластины 34, первый анализатор 4 эллиптической поляризации выполнен в виде циркулярного анализатора 27 с первым направлением вращения, второй анализатор эллиптической поляризации 5 выполнен в виде циркулярного анализатора 30 со вторым направлением вращения, а передаточная функция $h_{\Delta\delta}^{mn}$ электронного блока, соответствующая m -му элементу электрически управляемой двупреломляющей оптической пластины, определена выражением (8).

В пятом частном варианте устройства (фиг.12, 13) электрически управляемый формирователь 14 эллиптической поляризации выполнен в виде последовательно оптически связанных линейного поляризатора 35, первого и второго примыкающих друг к другу электрически управляемых матрично-адресуемых оптических модуляторов, первый из них содержит первый нематический ЖК слой 36 с электрооптическим эффектом управляемого двупреломления (расположенный между первой и второй прозрачными диэлектрическими пластинами, на внутренних сторонах которых находятся первая и вторая группы прозрачных электродов, образующих соответственно M столбцов и N строк матрицы - строки и столбцы матрицы не показаны на чертеже), а второй из них содержит второй нематический ЖК слой 37 с электрооптическим эффектом управляемого двулучепреломления [3] (расположенный между третьей и четвертой прозрачными диэлектрическими пластинами, на внутренних сторонах которых находятся третья и четвертая группы прозрачных электродов, образующих соответственно M столбцов и N строк матрицы, при этом одноименные главные направления первого 36 и второго 37 нематических ЖК слоев взаимно ортогональны, электронный функциональный блок 12 содержит компенсатор 38 нелинейности, ограничитель 39 уровня и пороговый элемент 40, причем вход компенсатора 38 нелинейности является входом электронного функционального блока 12, выход компенсатора 38 нелинейности соединен со входами ограничителя 39 уровня и порогового элемента 40, выходы которых являются соответственно первым и вторым выходами электронного блока 12, которые соединены с электрическими входами соответственно первого и второго электрически управляемых матрично-адресуемых оптических модуляторов, при этом величина ограничения уровня напряжения для ограничителя 39 уровня равна величине порогового напряжения для порогового элемента 40, а передаточная функция $h_{нел}^{mn}$ компенсатора 38 нелинейности

является обратной функцией по отношению к кривой нелинейности передаточной функции $\Delta\delta^{mn}(U_{упр})$ для каждого из двух электрически управляемых матрично-адресуемых оптических модуляторов, где $\Delta\delta^{mn}$ - величина фазового сдвига между обыкновенным и необыкновенным лучами в каждом из двух ЖК слоев 36, 37, $U_{упр}$ - среднееквадратичное значение амплитуды электрического напряжения управления.

Пример конкретного выполнения ротатора 25 линейной поляризации в первом или втором частных вариантах устройства (фиг.14): в виде электрически управляемого матрично-адресуемого оптического модулятора с нематическим ЖК слоем 41, характеризующимся электрооптическим Т-эффектом (twist-effect) [3], причем ЖК слой расположен между двумя прозрачными диэлектрическими пластинами, на внутренних сторонах которых находятся первая и вторая группы прозрачных электродов 42 и 43, образующих соответственно М столбцов и N строк матрицы (на чертеже показаны штриховкой области прозрачных электродов, примыкающие к ЖК слоям в областях m -х элементов матриц). Электрооптический Т-эффект является частным случаем электрически управляемой оптической активности (изменение угла φ поворота направления линейной поляризации при выходе из ЖК слоя равно углу закрутки молекул в ЖК слое). При минимальном значении U_{φ}^{mn} рабочего напряжения оптическая активность максимальна (угол поворота направления поляризации на выходе составляет 90°), а при максимальном значении $(U_{\varphi}^{mn})_{max}$ угол поворота направления линейной поляризации равен 0.

Примеры конкретного выполнения электрически управляемой двупреломляющей оптической пластины 34, 35, 36 в третьем, четвертом и пятом частных вариантах устройства (фиг.15) соответствуют частным случаям эффекта электрически управляемого двупреломления в ЖК слоях: в виде электрически управляемого матрично-адресуемого оптического модулятора с нематическим ЖК слоем 44, характеризующимся электрооптическим S-эффектом или В-эффектом (splay-effect или bend-effect) [3], причем ЖК слой расположен между первой и второй прозрачными диэлектрическими пластинами, на внутренних сторонах которых находятся первая и вторая группы прозрачных электродов 42 и 43, образующих соответственно М столбцов и N строк матрицы. Величины фазового сдвига $\Delta\delta_1^{mn} = \pi / 2$ и $\Delta\delta_2^{mn} = 3\pi / 2$ (соответствующие третьему частному варианту устройства) соответствуют двум значениям $U_{\Delta 1}^{mn}$ и $U_{\Delta 2}^{mn}$ управляющего напряжения, которым отвечают два разных угла наклона директора коллектива взаимно параллельных ЖК молекул.

Пример конкретного выполнения первого и второго ЖК слоев в пятом варианте устройства (фиг.16): в виде первой 47 и второй 48 ЖК структур на основе π -структуры (π -cell) или поверхностной моды (surface mode) [4, 5].

Способ осуществляется следующим образом.

В интенсивности m -го элемента поперечного сечения светового потока представлена сумма E_L^{mn} и E_R^{mn} интегральных яркостей m -х элементов. Использование в параметрах эллиптической поляризационной модуляции обратных тригонометрических функций вида \arctg от отношения S_L^{mn} и S_R^{mn} или вида \arccos от отношения линейных комбинаций $(S_L^{mn})^2$

и $(S_R^{mn})^2$ позволяет разделить представить величины E_L^{mn} и E_R^{mn} в двух взаимно ортогональных состояниях эллиптической поляризационной модуляции светового потока. Последующее выделение E_L^{mn} и E_R^{mn} (соответствующих им составляющих из общего светового потока) соответственно в левом и правом окнах наблюдения осуществляется посредством поляризационного анализа светового потока по двум соответствующим взаимно ортогональным поляризационным характеристикам. В результате m -й элемент поперечного сечения светового потока в левом (правом) окне наблюдения по интенсивности соответствуют интегральной яркости m -го элемента E_L^{mn} изображения

левого ракурса (m -го элемента E_R^{mn} изображения правого ракурса), что приводит к восприятию m -м элементом сетчатки левого (правого) глаза наблюдателя m -го элемента изображения левого (правого) ракурса. В итоге всей площадью сетчатки глаз наблюдатель воспринимает полное стереоизображение трехмерной сцены, представленной парой совместно предъявленных ракурсов.

Математическое доказательство сепарации (разделения по левому и правому окнам наблюдения) изображений левого и правого ракурсов проводится ниже для способа и устройства с рассмотрением соответствующих форм записи уравнения эллиптической поляризации световой волны, которая представлена электрическим вектором E (линейная поляризация может быть представлена вырожденным эллипсом с нулевой длиной одного из главных направлений эллипса). При распространении вдоль оси z гармонической во времени t плоской световой волны ее электрический вектор E представлен выражением

$$E = E_0 \cos(\tau + \delta), \quad (11)$$

где E_0 - амплитуда волны, τ - переменная часть фазового множителя, связанная с наличием несущей частоты ω волны ($\tau = \omega t$ при рассмотрении фиксированной точки пространства), δ - начальный фазовый сдвиг.

Первый частный вариант способа реализуется следующим образом. Изменение угла φ^{mn} наклона направления линейной поляризации в m -м элементе поперечного сечения светового потока приводит к следующим соотношениям для x - и y -компонент

$$E_x^{mn} = E_0^{mn} \cos \varphi^{mn} \cos(\tau + \delta_1^{mn}), \quad E_y^{mn} = E_0^{mn} \sin \varphi^{mn} \cos(\tau + \delta_2^{mn}), \quad (12)$$

где δ_1^{mn} и δ_2^{mn} - значения начальной фазы x - и y -компонент.

Для первого частного варианта способа

$$\delta_1^{mn} - \delta_2^{mn} = \Delta \delta^{mn} = 0, \quad (13)$$

что соответствует сохранению в каждой из компонент E_x^{mn} и E_y^{mn} исходной линейной поляризации, характерной для электрического вектора E_0^{mn} полного светового потока.

Исключение несущей из выражения (12) посредством стандартных тригонометрических преобразований ведет к соотношениям

$$E_x^{mn} = E_0^{mn} \cos \varphi^{mn}, \quad E_y^{mn} = E_0^{mn} \sin \varphi^{mn}. \quad (14)$$

Определим связь между соответствующими величинами интенсивности светового потока, поскольку глаза наблюдателя воспринимают изображения ракурсов посредством реакции на интенсивность света. Полная интенсивность J_0^{mn} светового потока в m -м

элементе его поперечного сечения определяется квадратом величины полной амплитуды электрического вектора световой волны: $J_0^{mn} = (E_0^{mn})^2$, а соответствующие компоненты

$$J_x^{mn} \text{ и } J_y^{mn} \text{ интенсивности светового потока равны } J_x^{mn} = (E_x^{mn})^2 \text{ и } J_y^{mn} = (E_y^{mn})^2. \text{ После}$$

возведения обеих частей уравнений (14) в квадрат получатся искомые соотношения между величинами интенсивности двух составляющих светового потока светового потока

$$J_x^{mn} = J_0^{mn} \cos^2 \varphi^{mn}, \quad J_y^{mn} = J_0^{mn} \sin^2 \varphi^{mn}. \quad (15)$$

После преобразований в соответствии с известными тригонометрическими формулами

$$J_x^{mn} = \frac{J_0^{mn}}{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi^{mn}}, \quad J_y^{mn} = \frac{J_0^{mn}}{1 + \operatorname{ctg}^2 \varphi^{mn}}. \quad (16)$$

Поскольку величина угла φ^{mn} изменяется в зависимости от величин сигналов S_L^{mn} и S_R^{mn} в соответствии с формулой (3), то подстановка последней в выражение (13) дает

$$J_x^{mn} = \frac{J_0^{mn}}{1 + \left(\frac{S_L^{mn}}{S_R^{mn}}\right)^2} = \frac{J_0^{mn} (S_R^{mn})^2}{(S_L^{mn})^2 + (S_R^{mn})^2}, \quad J_y^{mn} = \frac{J_0^{mn}}{1 + \left(\frac{S_R^{mn}}{S_L^{mn}}\right)^2} = \frac{J_0^{mn} (S_L^{mn})^2}{(S_L^{mn})^2 + (S_R^{mn})^2}. \quad (17)$$

5 Использование соотношений (2) дает

$$J_x^{mn} = \frac{J_0^{mn} B_R^{mn}}{B_L^{mn} + B_R^{mn}}, \quad J_y^{mn} = \frac{J_0^{mn} B_L^{mn}}{B_L^{mn} + B_R^{mn}}. \quad (18)$$

После подстановки соотношения (1)

$$10 \quad J_x^{mn} = B_R^{mn}, \quad J_y^{mn} = B_L^{mn}. \quad (19)$$

Соотношения (19) показывают, что x- и y-компоненты J_x^{mn} и J_y^{mn} светового потока
раздельно несут информацию об mn-х элементах B_L^{mn} и B_R^{mn} изображений правого и
левого ракурсов, что доказывает реализацию первого частного варианта способа.

15 Использование функции вида arcsctg вместо arctg в выражении (3) приводит к взаимной
перестановке ракурсов в окнах наблюдения.

Первый частный вариант устройства (фиг.3-5) работает следующим образом.

20 Стереоскопический видеосигнал от источника 11 стереовидеосигнала поступает на вход
управляемого формирователя изображения 13, который порождает световой поток,
интенсивность которого модулирована в соответствии с амплитудами электрических
сигналов S_L^{mn} и S_R^{mn} левого и правого ракурсов, исходя из формулы (6), что ведет к

тому, что интенсивность светового потока (для mn-го элемента его поперечного сечения)
описывается выражением (1). Далее световой поток поступает на управляемый
25 поляризатор 14, выполненный в виде линейного поляризатора 18 (задающий
фиксированное по углу φ направление P линейной поляризации, конкретно $\varphi=45^\circ$) и
управляемого ротатора 19 направления линейной поляризации. Одновременно
стереоскопический видеосигнал от источника 11 поступает на электронный
функциональный блок 12, передаточная функция которого описывается выражением (7), и
30 электронный сигнал U_φ^{mn} от которого поступает на электрический вход управляемого

ротатора 19 направления линейной поляризации, который преобразует состояние
поляризации светового потока в соответствии с выражением (3) с реализацией двух
взаимно ортогональных граничных направлений 22 и 23 поляризации (предполагается
линейность зависимости угла поворота φ от величины управляющего напряжения U_φ^{mn}). В
35 результате в левом окне W_L наблюдения за вторым линейным поляризатором 20 (фиг.5,
слева) и в правом окне W_R наблюдения за третьим линейным поляризатором 21 (фиг.5,
справа) реализуются раздельные изображения соответственно левого и правого ракурсов,
поскольку y-составляющая светового потока содержит информацию только об одном
40 ракурсе, а x-составляющая - только о другом ракурсе в соответствии с выражениями (14-
19).

Второй частный вариант способа реализуется следующим образом. Используется
ненулевого значение фазового сдвига $\Delta\delta^{mn}$ между E_x^{mn} и E_y^{mn} для реализации циркулярной

$$45 \quad \delta_1^{mn} - \delta_2^{mn} = \Delta\delta^{mn} \neq 0. \quad (20)$$

Исключение несущей из системы уравнений (12) ведет к соотношению

$$50 \quad \frac{(E_x^{mn})^2}{\cos^2 \varphi} + \frac{(E_y^{mn})^2}{\sin^2 \varphi} - \frac{2E_x^{mn} E_y^{mn}}{\cos \varphi \sin \varphi} \cos \Delta\delta^{mn} = (E_0^{mn})^2 \sin^2 \Delta\delta^{mn}, \quad (21)$$

которое описывает эллиптическую поляризацию света [6]. Для реализации циркулярной
поляризации величина $\Delta\delta^{mn}$ фазового сдвига выбрана равной значению $\pi/2$ по абсолютной
величине, подстановка которого в (21) дает выражение для амплитуды и интенсивности

света

$$\frac{(E_x^{mn})^2}{\cos^2 \varphi^{mn}} + \frac{(E_y^{mn})^2}{\sin^2 \varphi^{mn}} = (E_0^{mn})^2, \quad \frac{J_x^{mn}}{\cos^2 \varphi^{mn}} + \frac{J_y^{mn}}{\sin^2 \varphi^{mn}} = J_0^{mn}. \quad (22)$$

5 С использованием известных тригонометрических преобразований соответствующие величины интенсивности света описываются как

$$J_x^{mn} (1 + \operatorname{tg}^2 \varphi^{mn}) + J_y^{mn} (1 + \operatorname{ctg}^2 \varphi^{mn}) = J_0^{mn}. \quad (23)$$

Подстановка (3) и учет (1) и (2) ведут к

$$10 J_x^{mn} \left(1 + \frac{B_L^{mn}}{B_R^{mn}} \right) + J_y^{mn} \left(1 + \frac{B_R^{mn}}{B_L^{mn}} \right) = B_L^{mn} + B_R^{mn}. \quad (24)$$

Отдельно выражения для J_y^{mn} (при $J_x^{mn} = 0$) и для J_x^{mn} (при $J_y^{mn} = 0$) имеют вид

$$15 J_x^{mn} = \frac{B_L^{mn} + B_R^{mn}}{1 + \frac{B_L^{mn}}{B_R^{mn}}} = B_R^{mn}, \quad J_y^{mn} = \frac{B_L^{mn} + B_R^{mn}}{1 + \frac{B_R^{mn}}{B_L^{mn}}} = B_L^{mn}. \quad (25)$$

Из (25) видно, что при фазовом сдвиге величиной $|\pi/2|$ также осуществляется разделение (сепарация) изображений левого и правого ракурсов по двум взаимно ортогональным x- и y-компонентам J_x^{mn} и J_y^{mn} светового потока.

Физически сепарация ракурсов осуществляется за счет того, что знак последующего фазового сдвига $\Delta\varphi^{mn} = |\pi/2|$ между амплитудами E_x^{mn} и E_y^{mn} выбирается взаимно противоположным для двух граничных угловых положений направления исходно линейно поляризованных E_x^{mn} и E_y^{mn} , что приводит к появлению двух взаимно противоположных направлений вращения электрического вектора световой волны при одинаковой по форме (циркулярной) поляризации для E_x^{mn} и E_y^{mn} . Формально изменение направления циркулярной поляризации при смене знака $\Delta\varphi^{mn}$ проявляется в смене знака мнимой части величины отношения E_y^{mn} / E_x^{mn} , если записать его в виде комплексной функции. Физически изменение направления циркулярной поляризации обусловлено тем, что при одном знаке $\Delta\varphi^{mn} = |\pi/2|$ (например, при $\Delta\varphi^{mn} = +\pi/2$) изменение амплитуды электрического вектора E_x^{mn} опережает по фазе на $\pi/2$ изменение амплитуды электрического вектора E_y^{mn} , а при противоположном знаке (при $\Delta\varphi^{mn} = -\pi/2$) - отстает по фазе на $\pi/2$.

Второй частный вариант устройства (фиг.6-9) работает следующим образом. Световой поток, интенсивность которого в mn-м элементе его поперечного сечения описывается выражением (1), поступает от управляемого формирователя 13 изображения на управляемый поляризатор 14, выполненный в виде линейного поляризатора 24, электрически управляемого ротатора 25 линейной поляризации и двупреломляющей оптической пластины 26, одно главное направление o_1 которой соответствует направлению оптической оси, другое главное направление e_1 ортогонально направлению оптической оси. При падении плоскополяризованного (в направлении P) светового потока на двупреломляющую оптическую пластину 26 в последней возникают обыкновенный и необыкновенный лучи, которые распространяются в одном направлении, и, будучи плоскополяризованы во взаимно ортогональных направлениях, характеризуются разными фазовыми скоростями, определяемыми разными показателями преломления для обыкновенного и необыкновенного лучей. Для y-направления линейной поляризации светового потока, падающего на двупреломляющую оптическую пластину 26, разность фаз $\pi/2$ между обыкновенным и необыкновенным лучами имеет один знак, а для x-направления - другой знак (фиг 8), поскольку в первом случае задержанный по фазе луч имеет угловое положение после (по направлению обхода, например, против часовой

стрелки) незадержанного луча, а во втором - до него. Поэтому циркулярная поляризация прошедшего (двупреломляющую оптическую пластину 26) светового потока имеет первое и второе взаимно противоположные направления вращения соответственно в случае исходной у-поляризации и исходной х-поляризации падающего светового потока. В соответствии с выражениями (20)-(25) в левом W_L и правом W_R окнах наблюдения выделяются соответствующие ракурсы стереоизображения в виде соответствующих составляющих светового потока. Физически такое выделение осуществляется за счет того, что циркулярная поляризация с двумя взаимно противоположными направлениями вращения после действия двупреломляющих оптических пластин 28 и 31 преобразуется в линейную поляризацию соответственно с первым и вторым взаимно ортогональными направлениями ориентации, что ведет к выделению ($J=J_{max}$) одного из ракурсов в одном окне наблюдения и к его блокированию ($J=0$) в другом окне наблюдения (фиг.9).

Реализация третьего и четвертого частных вариантов способа и работа третьего, четвертого и пятого частных вариантов устройства (фиг.10-13) имеет общую нижеследующую часть в математическом описании - уравнения (26)-(35), связанную с наличием электрически управляемых двупреломляющих оптических пластин 34, 36, 37 (фиг.11, 13), позволяющих реализовать управляемый (амплитудами электрических сигналов) фазовый сдвиг между обыкновенным и необыкновенным лучами для реализации эллиптической поляризации светового потока.

Осуществление линейной поляризации светового потока вдоль направления $y=x$ означает переход к $\varphi=45^\circ$ в уравнении (12), т.е. ведет к соотношению

$$E_x^{mn} = E_y^{mn} = \frac{E_0^{mn}}{\sqrt{2}} \cos(\tau). \quad (26)$$

Наличие электрически управляемых двупреломляющих оптических пластин 34 и 36, 37 ведет к появлению различающихся между собой в общем случае начальных значений фазовых задержек δ_1^{mn} и δ_2^{mn} для E_x^{mn} и E_y^{mn} (один из которых связан с задержкой на пути обыкновенного луча, а другой - необыкновенного луча)

$$E_x^{mn} = \frac{E_0^{mn}}{\sqrt{2}} \cos(\tau + \delta_1^{mn}), \quad E_y^{mn} = \frac{E_0^{mn}}{\sqrt{2}} \cos(\tau + \delta_2^{mn}). \quad (27)$$

Исключение несущей из соотношений (27) посредством стандартных тригонометрических преобразований дает уравнение

$$(E_x^{mn})^2 + (E_y^{mn})^2 - 2E_x^{mn}E_y^{mn} \cos \Delta\delta^{mn} = (E_0^{mn})^2 \sin^2 \Delta\delta^{mn}, \quad (28)$$

описывающее эллиптическую поляризацию светового потока [6], где $\Delta\delta^{mn} = \delta_1^{mn} - \delta_2^{mn}$.

Величина разностного фазового сдвига $\Delta\delta^{mn}$ между E_x^{mn} и E_y^{mn} определяет форму эллиптической поляризации.

При приложении напряжения управления к электрическому входу любой из электрически управляемых двупреломляющих оптических пластин 34 и 36, 37 величина $\Delta\delta^{mn}$ меняется в пределах между двумя граничными значениями вследствие изменения величины показателя преломления для необыкновенного луча (например, за счет электрооптического эффекта электрически управляемого двупреломления в ЖК слое), при этом выбор разных граничных значений для величины $\Delta\delta^{mn}$ диктует необходимость применения разных частных вариантов как электрически управляемых двупреломляющих оптических пластин 34 и 36, 37, так и анализаторов поляризации (разных частных вариантов устройства).

Для всех частных вариантов устройства с пассивными двупреломляющими оптическими пластинами общим является использование в составе анализаторов поляризации линейных поляризаторов (с направлениями поляризации $y=x$ или $y=-x$), которые напрямую анализируют два взаимно ортогональных состояния линейной поляризации, создаваемые электрически управляемыми двупреломляющими оптическими пластинами в соответствующих граничных значениях величины $\Delta\delta^{mn}$, и которые косвенно соответствуют

создаваемым последней двум взаимно ортогональным (с разным направлением вращения) состояниям циркулярной поляризации. Косвенное соответствие означает, что используются также две пассивные двупреломляющие оптические пластины (находящиеся в составе анализаторов поляризации перед линейными поляризаторами) для перевода циркулярной

5 поляризации в линейную, которая уже напрямую анализируется линейными поляризаторами. Это обстоятельство позволяет использовать общее аналитическое описание для информационной модуляции интенсивности света, проходящего данные линейные поляризаторы, независимо от наличия или присутствия в анализаторах поляризации пассивных двупреломляющих пластин, исходя из того, что выделение
10 направления линейной поляризации означает выполнение условия $E_x^{mn} = E_y^{mn}$, а выделение направления $y=-x$ линейной поляризации означает выполнение условия $E_x^{mn} = -E_y^{mn}$ для светового потока с эллиптической поляризацией, описываемой уравнением (28).

15 Для направления $y=x$ линейной поляризации подстановка $E_x^{mn} = E_y^{mn} = E_{x=y}^{mn}$ в (28)

дает

$$\left(E_{x=y}^{mn}\right)^2 + \left(E_{x=y}^{mn}\right)^2 - 2\left(E_x^{mn}\right)^2 \cos \Delta \delta^{mn} = \left(E_0^{mn}\right)^2 \sin^2 \Delta \delta^{mn}. \quad (29)$$

20 Величина $\left(E_{x=y}^{mn}\right)^2$ есть интенсивность светового потока $J_{x=y}^{mn}$, проходящего линейный анализатор $y=x$ и воспринимаемая наблюдателем как изображение m -го элемента одного из ракурсов (для определенности - левого). Из (29) следует

$$25 J_{x=y}^{mn} = \frac{\left(E_0^{mn}\right)^2 \sin^2 \Delta \delta^{mn}}{2\left(1 - \cos \Delta \delta^{mn}\right)}. \quad (30)$$

Для направления $y=-x$ линейной поляризации подстановка $E_x^{mn} = -E_y^{mn} = E_{x=-y}^{mn}$ в (29) дает для интенсивности $J_{x=-y}^{mn} = \left(E_{x=-y}^{mn}\right)^2$, воспринимаемой наблюдателем как

30 изображение m -го элемента другого (правого) ракурса

$$J_{x=-y}^{mn} = \frac{\left(E_0^{mn}\right)^2 \sin^2 \Delta \delta^{mn}}{2\left(1 + \cos \Delta \delta^{mn}\right)}. \quad (31)$$

35 Отношение между величинами интенсивности, определенными (30) и (31)

$$\frac{J_{x=y}^{mn}}{J_{x=-y}^{mn}} = \frac{1 + \cos \Delta \delta^{mn}}{1 - \cos \Delta \delta^{mn}}. \quad (32)$$

Подстановка в (32) заданную выражением (4) связь между $\Delta \delta^{mn}$ и S_L^{mn} , S_R^{mn} дает

$$40 \frac{J_{x=y}^{mn}}{J_{x=-y}^{mn}} = \frac{1 + \cos \left[\arccos \left[\frac{\left(S_L^{mn}\right)^2 - \left(S_R^{mn}\right)^2}{\left(S_L^{mn}\right)^2 + \left(S_R^{mn}\right)^2} \right] \right]}{1 - \cos \left[\arccos \left[\frac{\left(S_L^{mn}\right)^2 - \left(S_R^{mn}\right)^2}{\left(S_L^{mn}\right)^2 + \left(S_R^{mn}\right)^2} \right] \right]} = \frac{1 + \frac{\left(S_L^{mn}\right)^2 - \left(S_R^{mn}\right)^2}{\left(S_L^{mn}\right)^2 + \left(S_R^{mn}\right)^2}}{1 - \frac{\left(S_L^{mn}\right)^2 - \left(S_R^{mn}\right)^2}{\left(S_L^{mn}\right)^2 + \left(S_R^{mn}\right)^2}} = \frac{\left(S_L^{mn}\right)^2}{\left(S_R^{mn}\right)^2}. \quad (33)$$

Подстановка (2) в (33) с учетом (1) ведет к системе уравнений

$$50 \frac{J_{x=y}^{mn}}{J_{x=-y}^{mn}} = \frac{B_L^{mn}}{B_R^{mn}}, \quad J_{x=y}^{mn} + J_{x=-y}^{mn} = B_L^{mn} + B_R^{mn}, \quad (34)$$

из которой следует

$$J_{x=y}^{mn} = B_L^{mn}, \quad + J_{x=-y}^{mn} = B_R^{mn}. \quad (35)$$

Соотношения (35) доказывают наличие принципиальной сепарации ракурсов во всех частных вариантах способа, где применяются электрически управляемые
 5 двупреломляющие оптические пластины 34, 35, 36, создающие электрически управляемый фазовый сдвиг $\Delta\delta^{mn}$ в соответствии с выражением (4).

Конкретная физическая реализация сепарации ракурсов определяется граничными значениями $\Delta\delta^{mn}$, определяющими выбор оптических компонентов устройства, в том числе
 10 структуры электрически управляемой двупреломляющей оптической пластины. А именно, для случая $\Delta\delta^{mn}=[k_3\pi, (\pm k_3+1)\pi]$, где k_3 - 0 или целое четное число (например, $\Delta\delta^{mn}=[0, \pi]$ при $k_3=0$) используется выделение линейной поляризации в способе (линейные поляризаторы в устройстве) с направлениями $y=x$ и $y=-x$ соответственно, а конкретный пример выполнения электрически управляемой двупреломляющей оптической пластины -
 15 матрично-адресуемый модулятор света с ЖК слоем на основе поверхностной моды (surface mode).

Случай $\Delta\delta^{mn}=[k_2\pi/2, (\pm 2k_2+1)\pi/2]$ при $k_2=1$ дает $\Delta\delta^{mn}=[\pi/2, 3\pi/2]$ и соответствует выделению циркулярной поляризации в способе (наличию циркулярных поляризаторов в устройстве) с первым и вторым направлениями, а конкретный пример выполнения электрически управляемой двупреломляющей оптической пластины для этого случая -
 20 матрично-адресуемый модулятор света с ЖК слоем на основе S-эффекта или В-эффекта. Другой пример конкретного выполнения (при $\Delta\delta^{mn}=[\pi/2, -\pi/2]$ для $k_2=1$) также соответствует выделению циркулярной поляризации и наличию циркулярных поляризаторов, при этом электрически управляемая двупреломляющая оптическая пластина выполнена в виде двух последовательно расположенных матрично-адресуемых модулятора света с ЖК слоями на
 25 основе π -структуры, имеющими взаимно ортогональные одноименные главные направления. При этом циркулярная поляризация светового потока, прошедшего электрически управляемую двупреломляющую оптическую пластину, будет превращена в каждом из окон наблюдения в линейную под действием циркулярных поляризаторов, находящихся перед каждым из соответствующих линейных поляризаторов, поэтому
 30 последние будут и в этом случае осуществлять анализ линейной поляризации в соответствии с результатами, выражаемыми соотношениями (34) и (35).

Особенность работы пятого частного варианта устройства (фиг.12, 13) состоит в том, что для обеспечения совместной работы двух ЖК слоев (двух электрически управляемых оптических пластин) 36, 37 как единого оптического компонента с диапазоном изменения
 35 фазового сдвига, например, от $+\pi/2$ до $-\pi/2$ используется соответствующая конфигурация электронного функционального блока 12 в виде компенсатора 38 нелинейности, ограничителя уровня 39 и порогового элемента 40. Компенсатор 38 нелинейности обеспечивает линейность общей передаточной функции информационного тракта. Наличие ограничителя уровня 39 и порогового элемента 40 обеспечивает действие только
 40 электрически управляемой оптической пластины 36 (обеспечивающей изменение фазового сдвига от $-\pi/2$ до 0) в диапазоне управляющих напряжений от 0 до $U_{\Delta\delta 1}^{mn}$ и действие только электрически управляемой двупреломляющей оптической пластины 37 (обеспечивающий изменение фазового сдвига от 0 до $+\pi/2$) в пределах изменения напряжения от $U_{\Delta\delta 1}^{mn}$ до
 45 $U_{\Delta\delta 2}^{mn}$. Для этого величина $U_{\Delta\delta 1}^{mn}$ выбрана в качестве величины напряжения насыщения для ограничителя уровня 39 и величины порогового напряжения для порогового элемента 40. При этом два ЖК слоя 47 и 48 работают взаимно комплементарно (фиг.16): когда один из них создает требуемый фазовый сдвиг при приложении рабочего напряжения величиной
 50 $U_{\pi/2}^{mn}$, другой "выключен" приложением рабочего напряжения максимальной величины $(U_{\Delta\delta}^{mn})_{\max}$.

Пятый частный вариант устройства по сравнению с четвертым вариантом позволяет

улучшить цветопередачу стереоизображения за счет взаимной компенсации хроматической дисперсии двух ЖК слоев (хроматическая дисперсия возникает в основном в необыкновенном луче, а в данном случае в обоих взаимно ортогональных направлениях проходят два необыкновенных луча, порождаемый в первом и втором ЖК слоях, разность фаз между которыми уже не содержит зависимости от хроматической дисперсии каждого ЖК слоя).

Обратные тригонометрические функции вида \arcsin вместо \arccos в выражениях (4), (8) используются для конкретных примеров выполнения электрически управляемых двупреломляющих пластин 34, когда последние создают управляемый фазовый сдвиг величиной $\Delta\delta_{(1)}^{mn} = \Delta\delta^{mn} + \pi / 2$, т.е. имеется начальный фазовый сдвиг величиной $\pi/2$ между обыкновенным и необыкновенным лучами.

В качестве анализаторов циркулярной поляризации с двумя направлениями вращения электрического вектора световой волны можно использовать структуры с холестерическим ЖК, характеризующимся левым или правым направлением закрутки спирали холестерической структуры [7]. На анализаторы циркулярной поляризации при этом может быть подано напряжение смещения для задания рабочей точки ЖК холестерической структуры.

Изобретение может быть использовано для реализации стереоизображения практически на любых типах цветных и черно-белых дисплеев как прямого наблюдения, так и проекционного типа независимо от вида применяемого рабочего вещества, алгоритма развертки кадров изображения, геометрии расположения элементов последнего, поскольку от электрически управляемого формирователя 13 изображений ракурсов требуется только способность одновременно воспроизводить m -е элементы изображений ракурсов в виде суммы их интегральных яркостей E_L^{mn} и E_R^{mn} в общем световом потоке изображения, что ничем не отличается от обычного моноскопического отображения суммы изображений двух ракурсов, т.е. любой электрически управляемый моноскопический дисплей функционирует в своем стандартном режиме при работе в качестве электрически управляемого формирователя 13 при реализации способа и работе устройства, включая их все частные варианты.

Электрически управляемый формирователь 14 эллиптической поляризации может быть выполнен в виде приставки к любому стандартному моноскопическому дисплею для создания стереоскопического дисплея с минимальными экономическими затратами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ezhov V.A., Studentsov S.A. Volume (or stereoscopic) images on the screens of standard computer and television displays. - Proc. SPIE, 2005, v.5821, p.105.
2. Ezhov V.A., Zaretski A.A., Syomochkin P.N. - Television device for producing stereoscopic images. - PCT/SU90/00240, H04N 15/00, дата подачи 06.11.90.
3. Блинов Л.М. Электро- и магнитооптика жидких кристаллов. - М., Наука, 1974.
4. Bos Ph. J. Rapid starting, high-speed liquid crystal variable optical retarder. - Патент США №4566758, G02F 1/13, опублик. 28.01.86.
5. Lipton L., Berman A., Meyer L. Achromatic liquid crystal shutter for stereoscopic and other applications. - Патент США №4884876, опублик. 05.12. 89.
6. Борн М. Вольф Э. Основы оптики. - М., Наука, 1974, с.45.
7. Faris S., Le L. Electrooptic glazing structures. - Патент США №6912018, G02F 1/133, опублик. 28.01.2005.

Формула изобретения

1. Способ наблюдения стереоизображений с объединенным предъявлением ракурсов, заключающийся в том, что формируют световой поток изображений левого и правого ракурсов с помощью оптического генератора или оптического модулятора, с помощью управляемого поляризатора модулируют поляризацию светового потока с получением раздельного представления сигналов изображений левого и правого ракурсов в двух

взаимно ортогональных состояниях поляризационной модуляции, и выделяют в левом и правом окнах наблюдения сигналы изображения левого и правого ракурсов с помощью соответственно первого и второго анализаторов поляризации со взаимно ортогональными поляризационными характеристиками, отличающийся тем, что в каждый момент времени

5 для mn -го элемента поперечного сечения светового потока величину его интенсивности J^{mn} модулируют прямо пропорционально сумме величин B_L^{mn} и B_R^{mn} интегральных яркостей mn -ых элементов изображений левого и правого ракурсов, осуществляют поляризационную модуляцию mn -го элемента светового потока в форме эллиптической поляризационной модуляции в соответствии с обратными тригонометрическими функциями вида \arctg или $\operatorname{arcsctg}$ от отношения сигналов S_L^{mn} и S_R^{mn} либо вида \arccos или arcsin от отношения линейных комбинаций квадратов $(S_L^{mn})^2$ и $(S_{LR}^{mn})^2$ сигналов, где S_L^{mn} и S_R^{mn} - сигналы, квадраты амплитуд которых соответствуют величинам B_L^{mn} и B_R^{mn} интегральной яркости mn -ых элементов изображений соответственно левого и правого ракурсов, и выделяют в левом и правом окнах наблюдения составляющие светового потока, соответствующие первому и второму граничным значениям параметров эллиптической поляризационной модуляции, где $m=1, 2, \dots, M$, $n=1, 2, \dots, N$, а $M \times N$ - полное число элементов в изображении каждого из ракурсов.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что эллиптическую поляризационную модуляцию светового потока в mn -ом элементе поперечного сечения светового потока осуществляют в два этапа, на первом из которых осуществляют линейную поляризацию, на втором этапе изменяют угол φ^{mn} направления линейной поляризации в соответствии с выражением

$$25 \quad \varphi^{mn} = \arctg \left(\frac{S_L^{mn}}{S_R^{mn}} \right) \text{ в угловых границах, соответствующих одному квадранту декартовой}$$

системы координат (x, y) , и выделяют в левом и правом окнах наблюдения составляющие светового потока с направлениями линейной поляризации соответственно вдоль осей x и y декартовой системы координат.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что эллиптическую поляризационную модуляцию светового потока в mn -ом элементе поперечного сечения светового потока осуществляют в три этапа, на первом из которых осуществляют линейную поляризацию, на втором этапе изменяют угол φ^{mn} направления линейной поляризации по формуле

$$35 \quad \varphi^{mn} = \arctg \left(\frac{S_L^{mn}}{S_R^{mn}} \right) \text{ в}$$

угловых границах, соответствующих одному квадранту декартовой системы координат (x, y) , на третьем этапе линейную поляризацию преобразуют в циркулярную поляризацию с первым и вторым направлениями вращения, соответствующими первому и второму граничным направлениям линейной поляризации, параллельным координатным осям x и y соответственно, и выделяют в левом и правом окнах наблюдения составляющие светового потока с циркулярной поляризацией с первым и вторым направлениями вращения соответственно.

4. Способ по п.1, отличающийся тем, что эллиптическую поляризационную модуляцию светового потока в mn -ом элементе поперечного сечения светового потока осуществляют в два этапа, на первом из которых осуществляют линейную поляризацию в направлении $y=x$ декартовой системы координат, на втором этапе осуществляют фазовый сдвиг

величиной $\Delta\delta^{mn}$ между компонентами E_x^{mn} и E_y^{mn} электрического вектора световой волны в соответствии с формулой

$$45 \quad \Delta\delta^{mn} = \arccos \left[\frac{(S_L^{mn})^2 - (S_R^{mn})^2}{(S_L^{mn})^2 + (S_R^{mn})^2} \right], \text{ при этом для случая}$$

50 граничных величин $\Delta\delta^{mn} = [k_1\pi/2, (\pm 2k_2 + 1)\pi/2]$, где k_2 - целое нечетное число $1, 2, \dots$, выделяют в левом и правом окнах наблюдения составляющие светового потока с циркулярной поляризацией с первым и вторым направлениями вращения соответственно,

а для случая $\Delta\delta^{mn}=[\pm k_3\pi, (\pm k_3+1)\pi]$, где $k_3=0$ или целое четное число 2, 4, ..., - составляющие с линейной поляризацией с направлениями $y=x$ и $y=-x$ соответственно.

5 5. Устройство для наблюдения стереоскопических изображений с объединенным
предъявлением ракурсов, содержащее источник стереовидеосигнала, электронный
функциональный блок и последовательно оптически связанные электрически управляемый
формирователь изображения, электрически управляемый поляризатор и пассивные
стереоочки с первым и вторым окнами наблюдения, снабженными соответственно первым
и вторым анализаторами поляризации со взаимно ортогональными поляризационными
характеристиками, при этом выход источника стереовидеосигнала подключен к
10 электрическим входам электрически управляемого формирователя изображения и
электронного функционального блока, выход которого подключен к электрическому входу
электрически управляемого поляризатора, отличающееся тем, что электрически
управляемый поляризатор выполнен в виде электрически управляемого формирователя
эллиптической поляризации света, оптический выход m -го элемента электрически
15 управляемого формирователя изображения связан с оптическим входом m -го элемента
электрически управляемого формирователя эллиптической поляризации света, а первый и
второй анализаторы поляризации выполнены соответственно в виде первого и второго
циркулярных или линейных поляризаторов, при этом коэффициент пропускания D_0^{mn} по
20 интенсивности света для m -го элемента управляемого формирователя изображения
определен выражением $D_0^{mn} = c((S_L^{mn})^2 + (S_R^{mn})^2)$, где c - константа, $m=1, 2, \dots, N$, $n=$
1, 2, ..., M , а $M \times N$ - полное число элементов изображения.

6. Устройство по п.5, отличающееся тем, что электрически управляемый формирователь
эллиптической поляризации света выполнен в виде последовательно оптически связанных
25 первого линейного поляризатора и электрически управляемого ротатора направления
линейной поляризации, первый и второй анализаторы поляризации выполнены в виде
скрещенных второго и третьего линейных поляризаторов соответственно, направление
поляризации первого и второго из которых параллельны соответственно первому и
второму граничным рабочим направлениям поляризации для электрически управляемого
30 ротатора направления линейной поляризации, при этом электрический вход последнего
является электрическим входом электрически управляемого формирователя
эллиптической поляризации света, а передаточная функция h_{φ}^{mn} электронного
функционального блока для m -го элемента электрически управляемого ротатора
35 направления линейной поляризации определена выражением $h_{\varphi}^{mn} = \arctg\left(\frac{S_L^{mn}}{S_R^{mn}}\right)$.

7. Устройство по п.5, отличающееся тем, что электрически управляемый формирователь
эллиптической поляризации света выполнен в виде последовательно оптически связанных
40 первого линейного поляризатора, электрически управляемого ротатора направления
линейной поляризации и первой пассивной двупреломляющей оптической пластины с
фазовым сдвигом величиной $k_1\pi/2$ между обыкновенным и необыкновенным лучами и с
одним из главных направлений, направленным по биссектрисе угла между двумя взаимно
ортогональными граничными рабочими направлениями поляризаций для управляемого
45 ротатора направления линейной поляризации, первый анализатор поляризации выполнен
в виде последовательно оптически связанных второй пассивной двупреломляющей
оптической пластины с фазовым сдвигом величиной $k_1\pi/2$ и второго линейного
поляризатора, второй анализатор поляризации выполнен в виде последовательно
оптически связанных третьей пассивной двупреломляющей оптической пластины с
50 фазовым сдвигом величиной $k_1\pi/2$ и третьего линейного поляризатора, при этом
одноименные главные направления второй и третьей пассивных двупреломляющих
оптических пластин взаимно параллельны либо ортогональны, а направления поляризации
второго и третьего линейных поляризаторов соответственно взаимно ортогональны либо

параллельны и направлены по биссектрисам углов между главными направлениями пассивных двупреломляющих оптических пластин, причем передаточная функция h_{φ}^{mn}

электронного функционального блока для m -го элемента электрически управляемого ротатора направления линейной поляризации определена выражением

$$h_{\varphi}^{mn} = \operatorname{arctg} \left(\frac{S_L^{mn}}{S_R^{mn}} \right),$$

где π - фазовый сдвиг в радианах на длине волны светового потока, k_1 - целое нечетное число.

8. Устройство по п.5, отличающееся тем, что электрически управляемый формирователь эллиптической поляризации света выполнен в виде последовательно оптически связанных первого линейного поляризатора и электрически управляемой двупреломляющей оптической пластины с величиной $\Delta\delta^{mn}$ фазового сдвига, имеющей возможность δ изменения в пределах между значениями $k_3\pi$ и $(\pm k_3+1)\pi$, где $k_3=0$ или целое четное число

2, 4, ..., при этом направление поляризации первого линейного поляризатора совпадает с биссектрисой угла между двумя главными направлениями электрически управляемой двупреломляющей оптической пластины, первый анализатор поляризации выполнен в виде второго линейного поляризатора, второй анализатор поляризации выполнен в виде третьего линейного поляризатора, при этом направления поляризации второго и третьего линейных поляризаторов взаимно ортогональны и направлены по биссектрисам углов между главными направлениями электрически управляемой двупреломляющей оптической пластины, причем выход электронного блока соединен с электрическим входом электрически управляемой двупреломляющей оптической пластины, вход электрически управляемой двупреломляющей оптической пластины является электрическим входом электронного формирователя эллиптической поляризации света, а передаточная функция $h_{\Delta\delta}^{mn}$ электронного функционального блока для m -го элемента

электрически управляемой двупреломляющей оптической пластины определена

$$h_{\Delta\delta}^{mn} = \arccos \left[\frac{(S_L^{mn})^2 - (S_R^{mn})^2}{(S_L^{mn})^2 + (S_R^{mn})^2} \right].$$

9. Устройство по п.5, отличающееся тем, что электрически управляемый формирователь эллиптической поляризации света выполнен в виде последовательно оптически связанных первого линейного поляризатора и электрически управляемой двупреломляющей оптической пластины с величиной $\Delta\delta^{mn}$ фазового сдвига, имеющей возможность изменения в пределах между значениями $k_2\pi/2$ и $(\pm 2k_2+1)\pi/2$, где k_2 - целое нечетное число 1, 2, ..., при этом направление поляризации первого линейного поляризатора совпадает с биссектрисой угла между двумя главными направлениями электрически управляемой двупреломляющей оптической пластины, первый анализатор поляризации выполнен в виде

последовательно оптически связанных первой пассивной двупреломляющей оптической пластины с величиной $k_2\pi/2$ фазового сдвига и второго линейного поляризатора, второй анализатор поляризации выполнен в виде последовательно оптически связанных второй пассивной двупреломляющей оптической пластины с величиной $k_2\pi/2$ фазового сдвига и третьего линейного поляризатора, при этом одноименные главные направления первой и второй пассивных двупреломляющих оптических пластин взаимно параллельны либо ортогональны, а направления поляризации второго и третьего линейных поляризаторов соответственно взаимно ортогональны либо параллельны и направлены по биссектрисам углов между главными направлениями обоих пассивных двупреломляющих оптических пластин, причем вход электрически управляемой двупреломляющей оптической пластины является электрическим входом электрически управляемого формирователя эллиптической поляризации света, а передаточная функция $h_{\Delta\delta}^{mn}$ электронного

функционального блока для m -го элемента электрически управляемой двупреломляющей

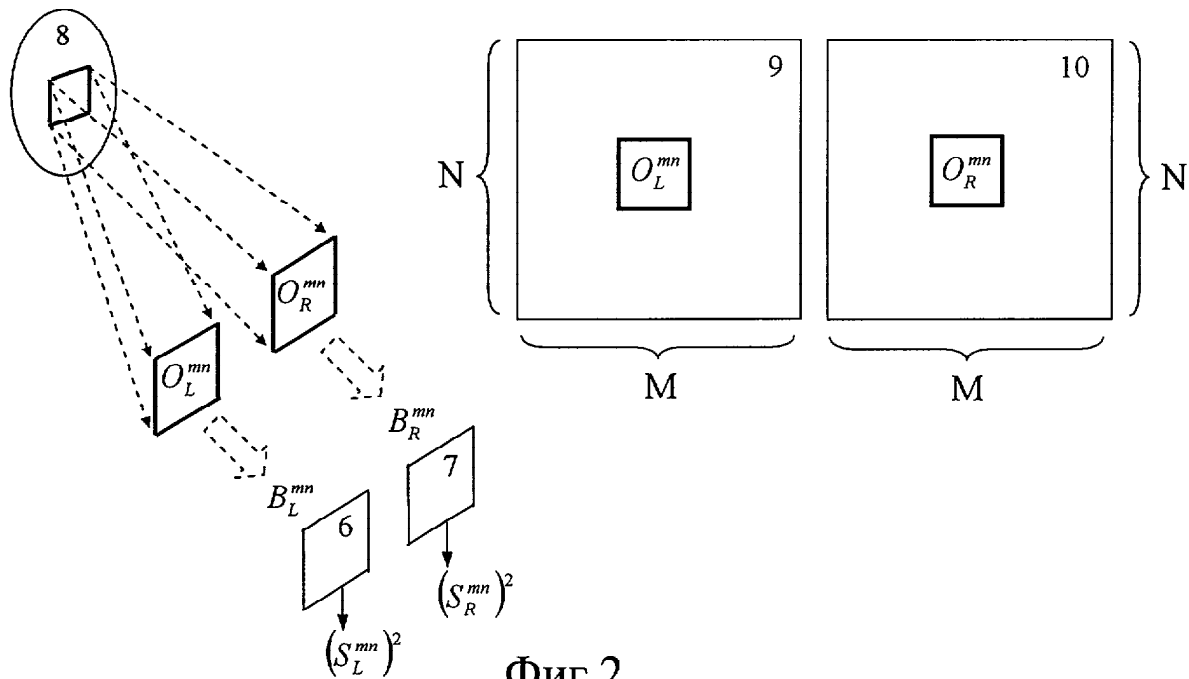
оптической пластины определена выражением

$$h_{\Delta\delta}^{mn} = \arccos \left[\frac{(S_L^{mn})^2 - (S_R^{mn})^2}{(S_L^{mn})^2 + (S_R^{mn})^2} \right].$$

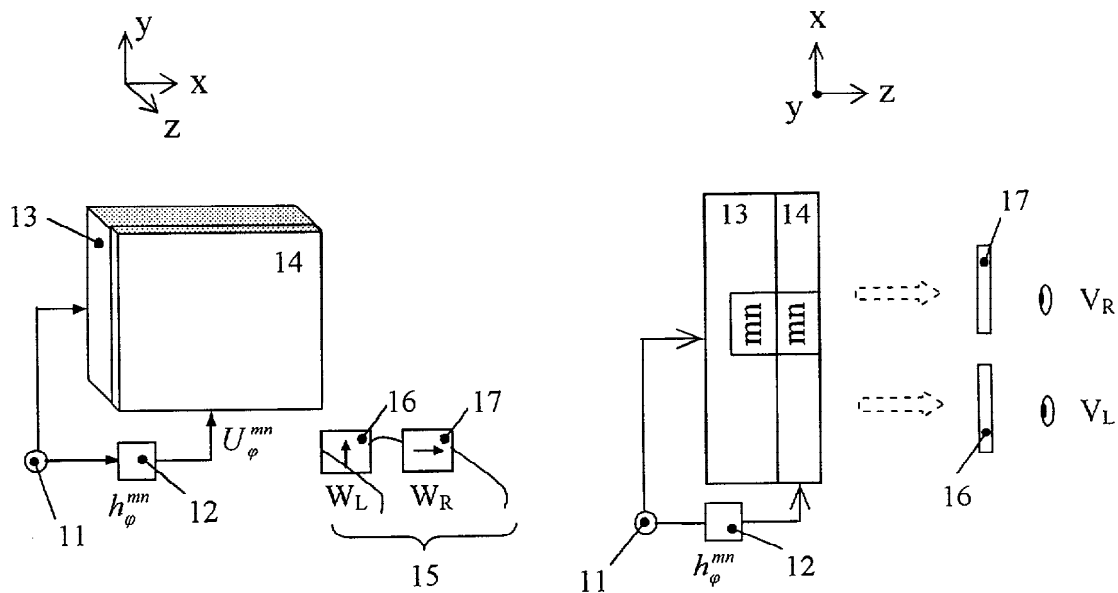
10. Устройство по п.6 или 7, отличающееся тем, что управляемый ротатор линейной поляризации выполнен в виде электрически управляемого матрично-адресуемого оптического модулятора, который содержит нематический жидкокристаллического слой с электрооптическим твист-эффектом, расположенный между двумя прозрачными диэлектрическими пластинами, на внутренних сторонах которых находятся первая и вторая группы прозрачных электродов, образующих соответственно М столбцов и N строк матрицы, электронный функциональный блок выполнен в виде последовательно соединенных компенсатора нелинейности и функционального модуля, при этом передаточная функция $h_{нел}^{mn}$ компенсатора нелинейности является обратной функцией по отношению к кривой нелинейности передаточной функции $\varphi(U_{упр})$ электрически управляемого матрично-адресуемого оптического модулятора, где $U_{упр}$ - среднее квадратичное значение амплитуды электрического напряжения управления, а передаточная функция h_{φ}^{mn} функционального модуля определена выражением

$$h_{\varphi}^{mn} = \arctg \left(\frac{S_L^{mn}}{S_R^{mn}} \right).$$

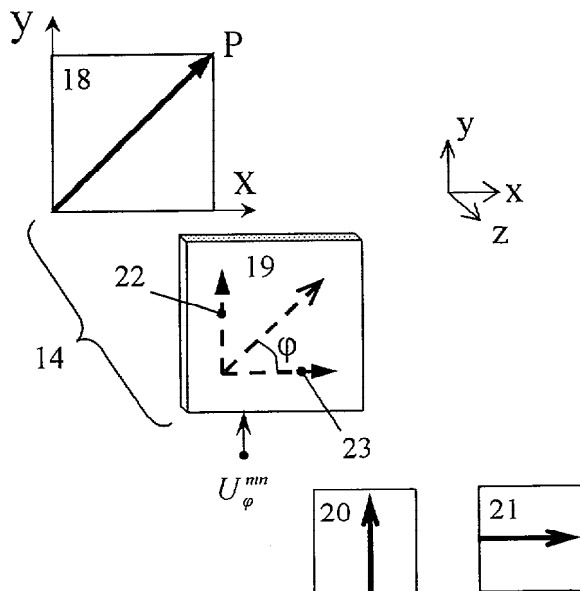
11. Устройство по п.8 или 9, отличающееся тем, что электрически управляемая двупреломляющая оптическая пластина выполнена в виде первого и второго примыкающих друг к другу электрически управляемых матрично-адресуемых оптических модуляторов, первый из которых содержит первый нематический жидкокристаллический слой с электрооптическим эффектом управляемого двулучепреломления, расположенный между первой и второй прозрачными диэлектрическими пластинами, на внутренних сторонах которых находятся первая и вторая группы прозрачных электродов, образующих соответственно М столбцов и N строк матрицы, а второй из которых содержит второй нематический жидкокристаллический слой с электрооптическим эффектом управляемого двулучепреломления, расположенный между третьей и четвертой прозрачными диэлектрическими пластинами, на внутренних сторонах которых находятся третья и четвертая группы прозрачных электродов, образующих соответственно М столбцов и N строк матрицы, при этом одноименные главные направления первого и второго нематических жидкокристаллических слоев взаимно ортогональны, электронный функциональный блок содержит компенсатор нелинейности, ограничитель уровня и пороговый элемент, причем вход компенсатора нелинейности является входом электронного функционального блока, выход компенсатора нелинейности соединен со входами ограничителя уровня и порогового элемента, выходы которых являются соответственно первым и вторым выходами электронного блока, которые соединены с электрическими входами соответственно первого и второго электрически управляемых матрично-адресуемых оптических модуляторов, при этом величина ограничения уровня напряжения для ограничителя уровня равна величине порогового напряжения для порогового элемента, а передаточная функция $h_{нел}^{mn}$ компенсатора нелинейности является обратной функцией по отношению к кривой нелинейности передаточной функции $\Delta\delta^{mn}(U_{упр}^{mn})$ для каждого из двух электрически управляемых матрично-адресуемых оптических модуляторов, где $\Delta\delta^{mn}$ - величина фазового сдвига между обыкновенным и необыкновенным лучами в каждом из двух жидкокристаллических слоев, $U_{упр}^{mn}$ - среднее квадратичное значение амплитуды электрического напряжения управления.



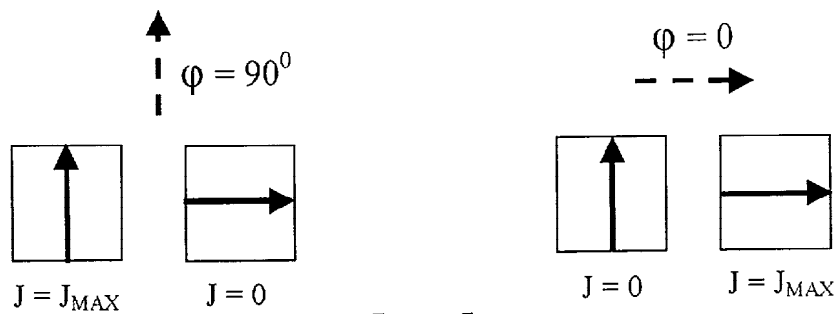
Фиг.2



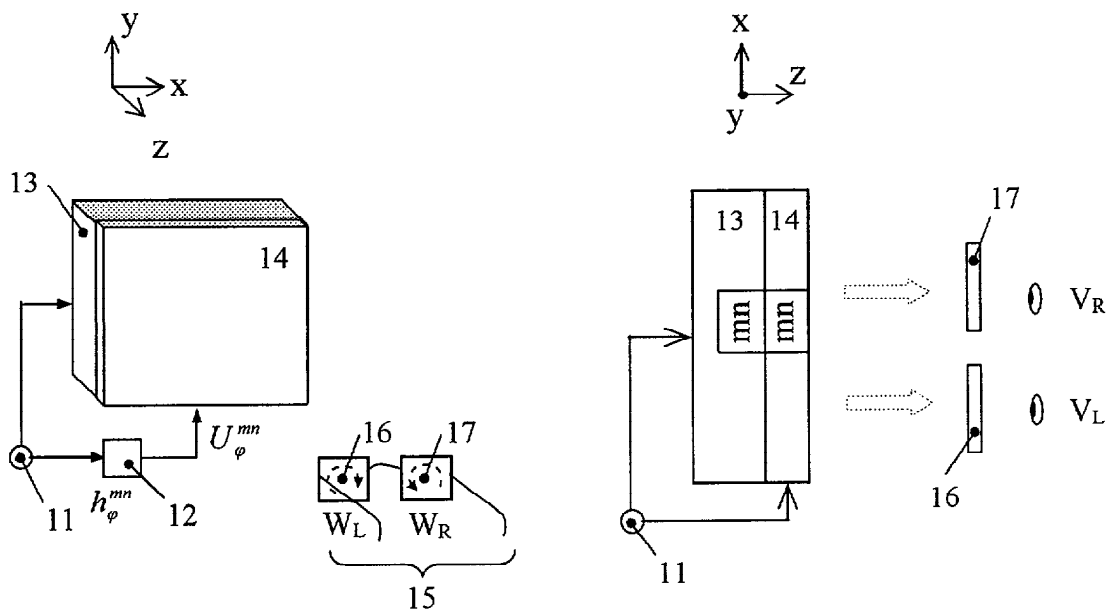
Фиг.3



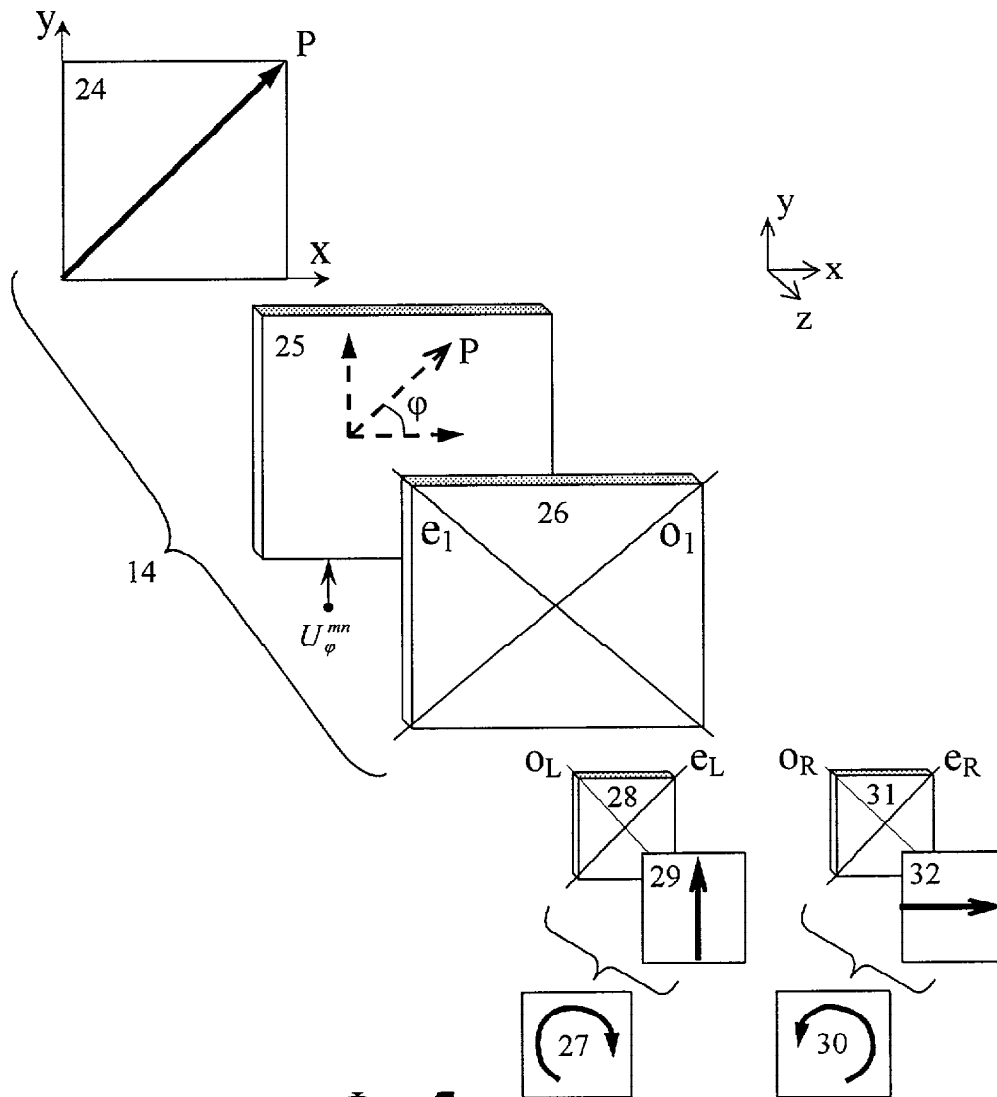
Фиг.4



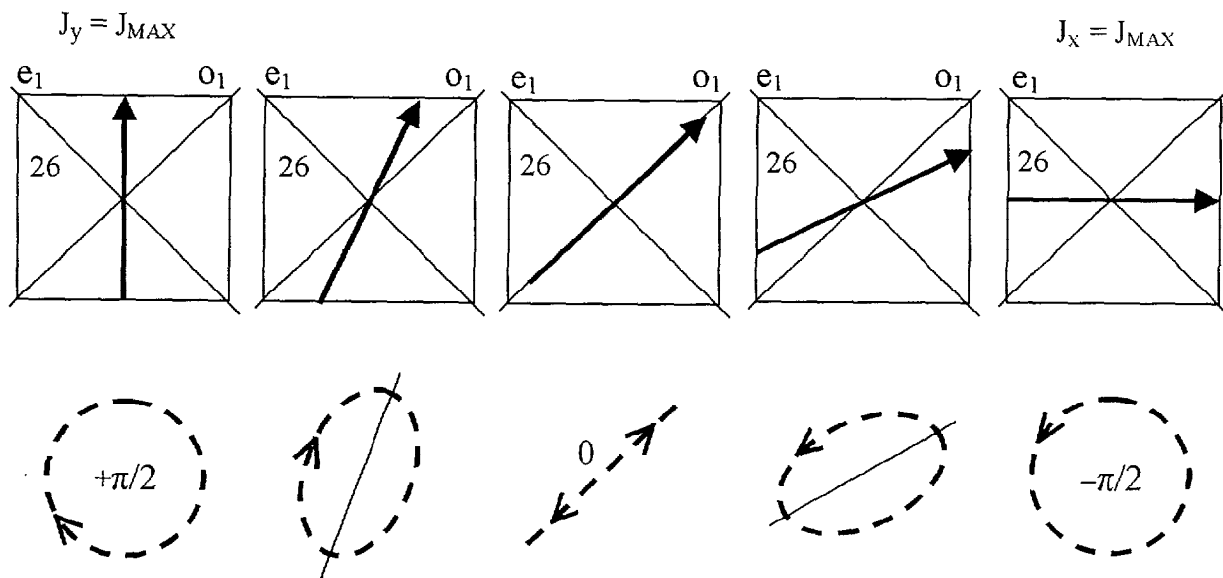
Фиг.5



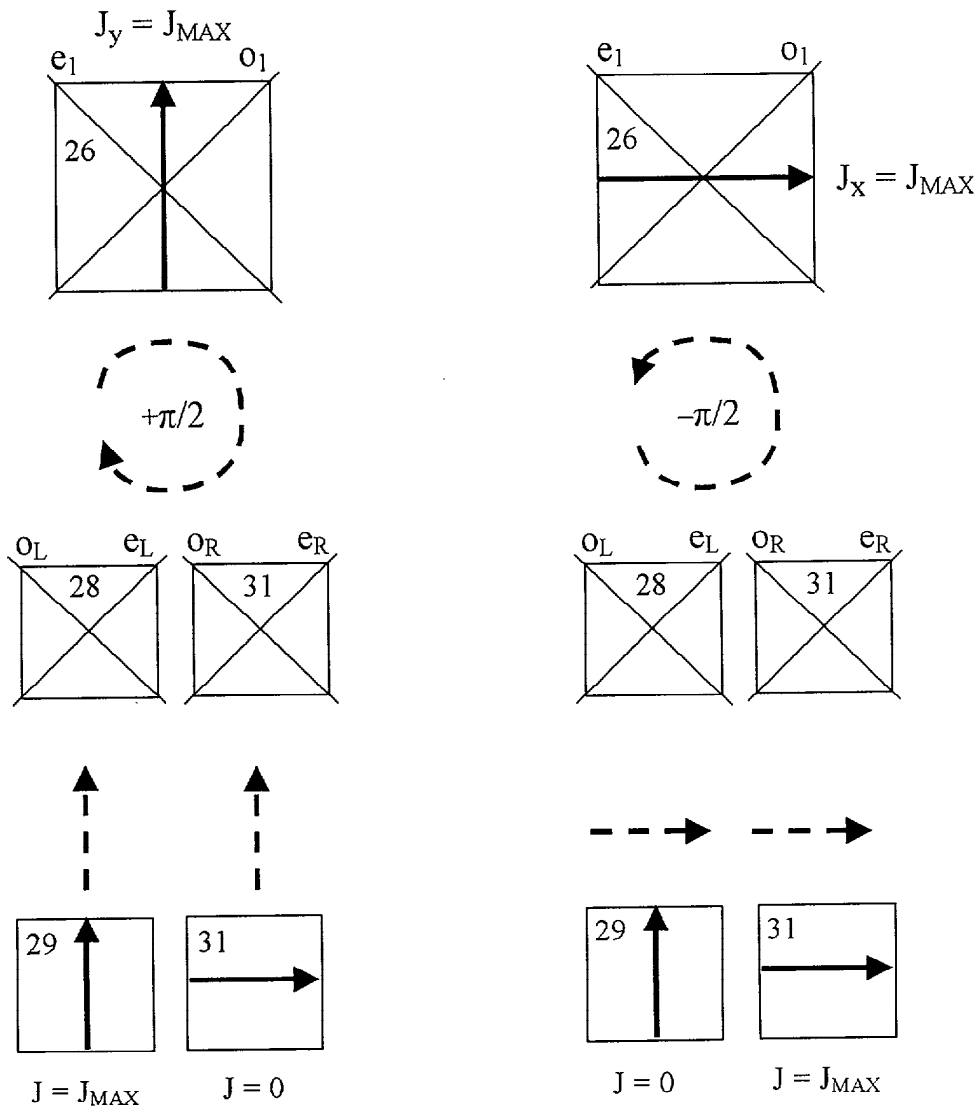
Фиг.6



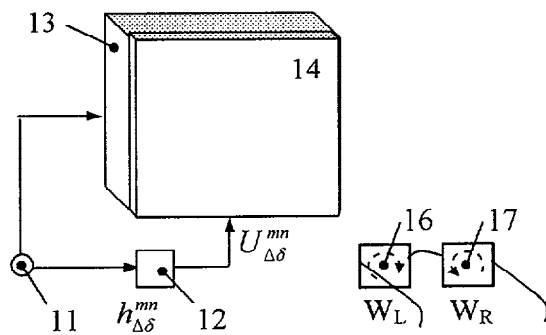
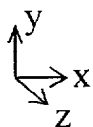
Фиг.7



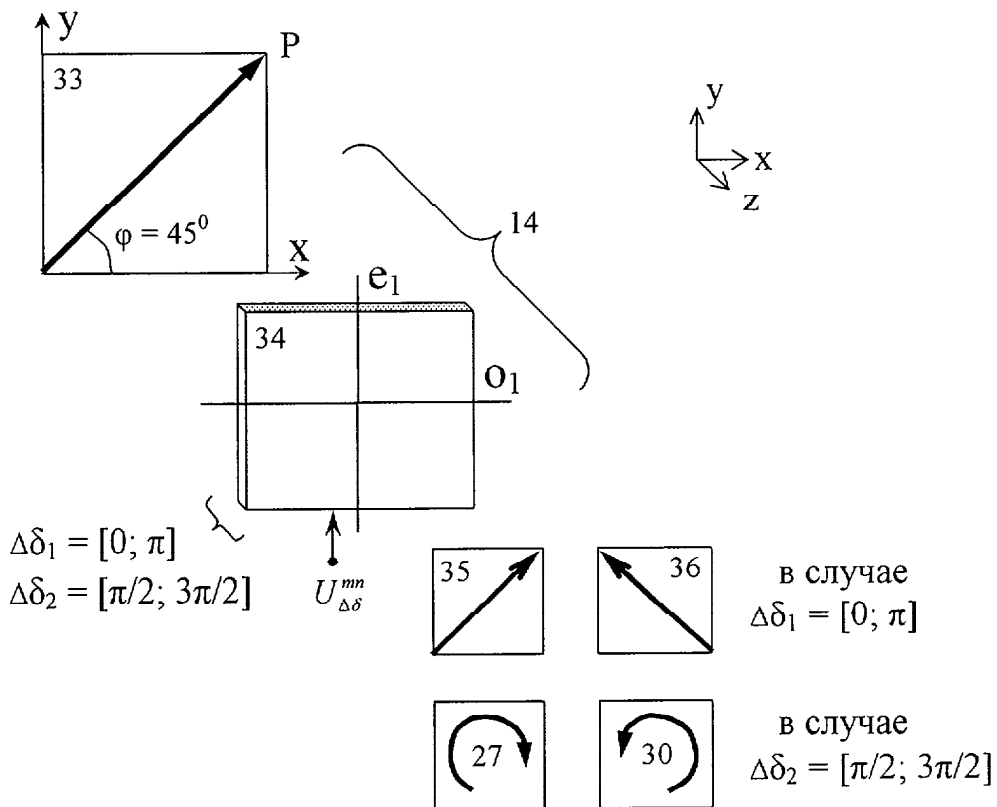
Фиг.8



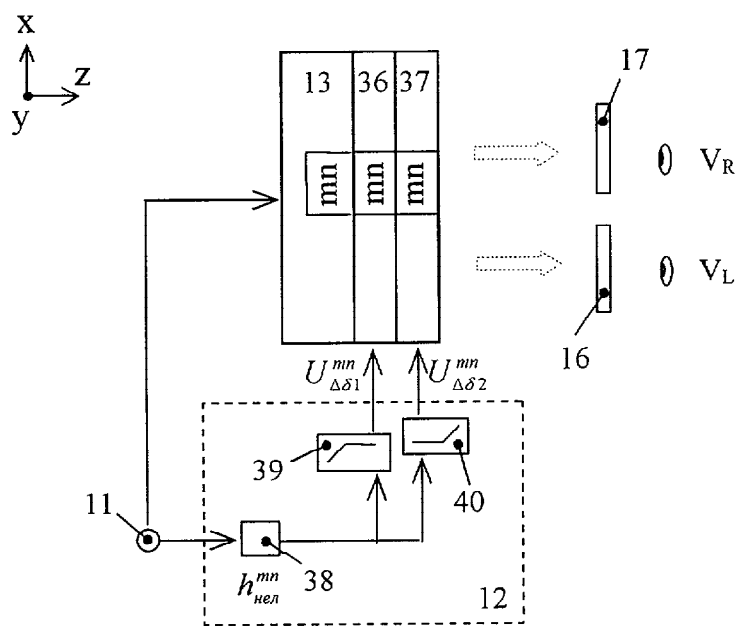
Фиг.9



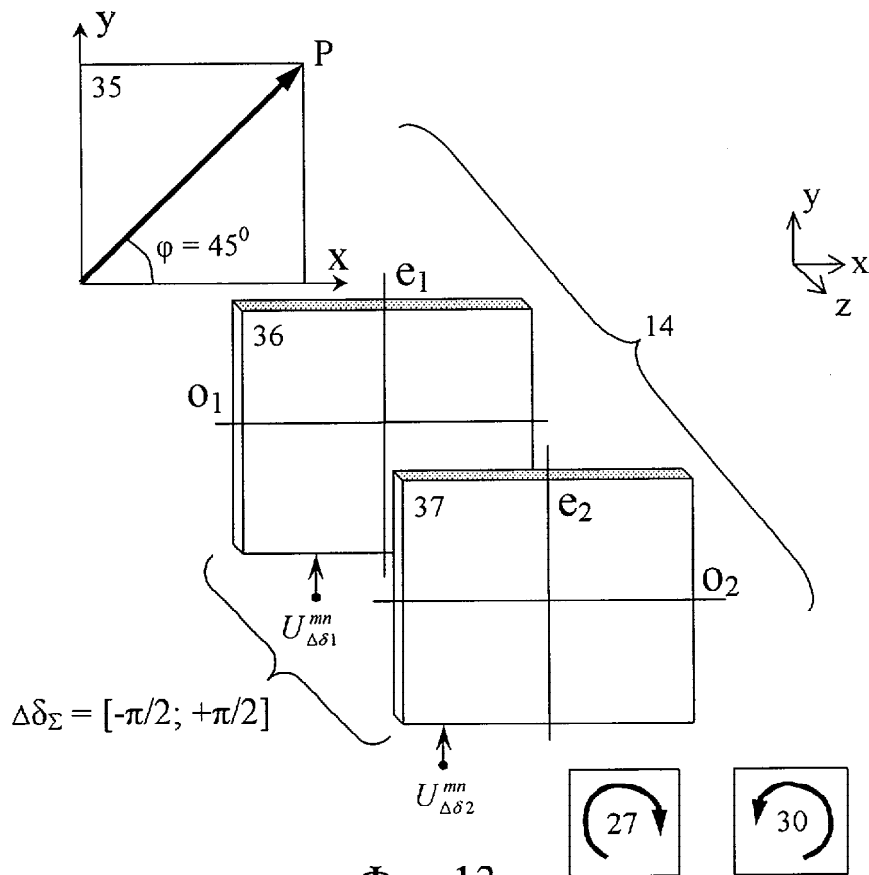
Фиг.10



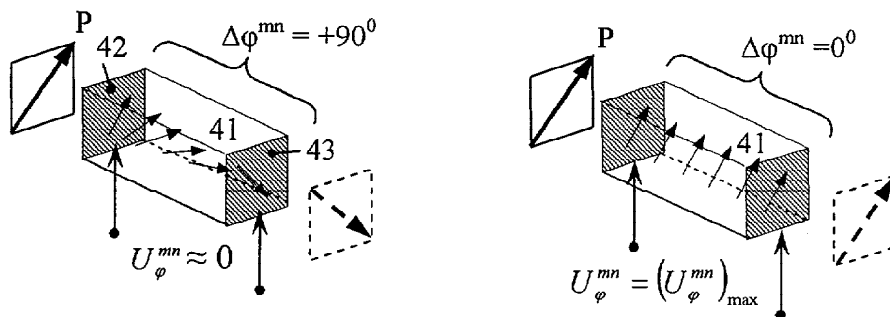
Фиг.11



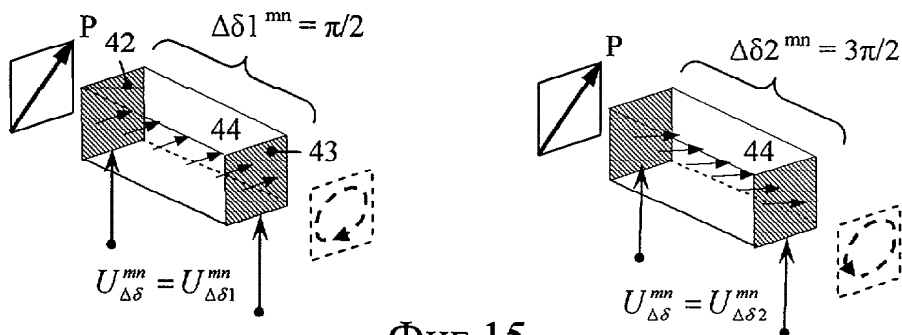
Фиг.12



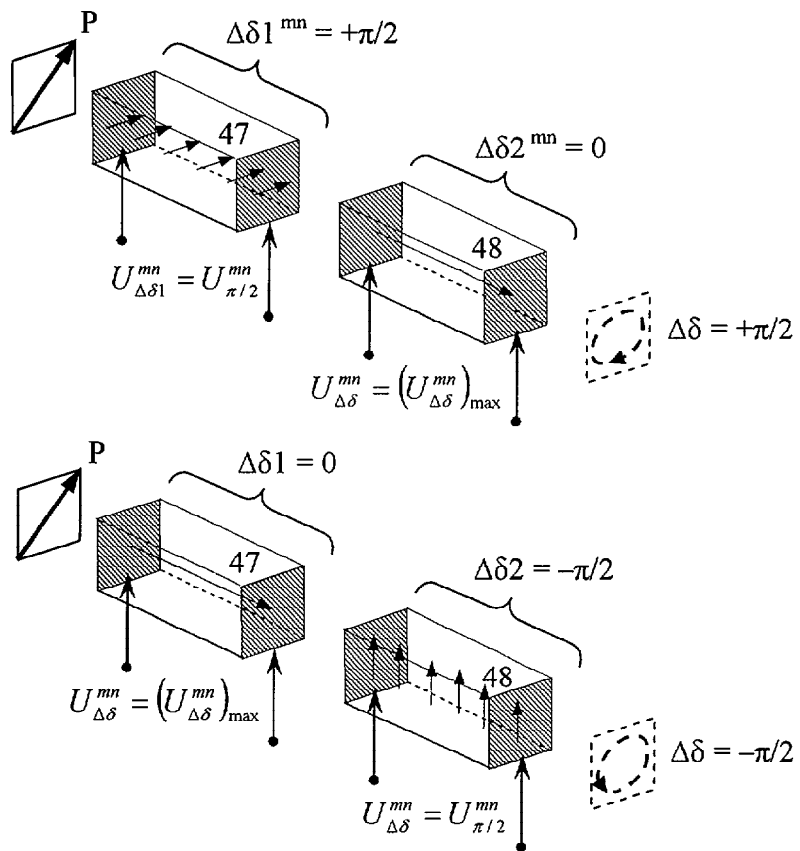
Фиг.13



Фиг.14



Фиг.15



Фиг. 16