



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 119 184** <sup>(13)</sup> **C1**  
(51) МПК<sup>6</sup> **G 03 H 1/06**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(21), (22) Заявка: 97109969/25, 13.06.1997

(46) Дата публикации: 20.09.1998

(56) Ссылки: US, патент 4598973, G 03 H 1/06, 1986.

(71) Заявитель:

Якубович Евсей Исаакович

(72) Изобретатель: Якубович Евсей Исаакович

(73) Патентообладатель:

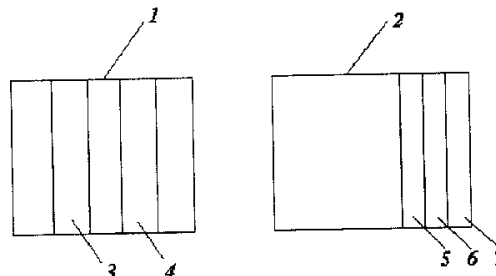
Якубович Евсей Исаакович

(54) СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ И ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ТРЕХМЕРНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к технической физике, в частности, к способам и устройствам для формирования и воспроизведения трехмерного изображения объекта в некогерентном свете. Сущность способа: при формировании трехмерного изображения формируют и фиксируют различные ракурсы объекта. При этом перед фиксацией упомянутые ракурсы объекта модулируют по интенсивности с определенным периодом и совмещают, а при воспроизведении трехмерного изображения объекта подсвечивают носитель изображения воспроизводящим излучением, затем свет от носителя изображения пропускают через интерференционный фильтр, выполненный с возможностью осуществления интерференции типа "линий равной толщины" и выделяют лучи, по направлению и интенсивности соответствующие упомянутым ракурсам объекта, совокупность которых образует трехмерное изображение объекта. Устройство содержит блок формирования

ракурсов объекта и блок воспроизведения трехмерного изображения объекта. При этом устройство содержит модулятор интенсивности ракурсов объекта и элемент для их совмещения, а также оптически связанные источник воспроизводящего излучения, носитель изображения и интерференционный фильтр. Технический результат - разработка способа формирования и воспроизведения трехмерного изображения. 2 н. и 4 з.п. ф-лы, 4 ил.



Фиг. 1

RU 2 119 184 C1

RU 2 119 184 C1



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 119 184** <sup>(13)</sup> **C1**

(51) Int. Cl.<sup>6</sup> **G 03 H 1/06**

RUSSIAN AGENCY  
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 97109969/25, 13.06.1997

(46) Date of publication: 20.09.1998

(71) Applicant:

**Jakubovich Evsej Isaakovich**

(72) Inventor:

**Jakubovich Evsej Isaakovich**

(73) Proprietor:

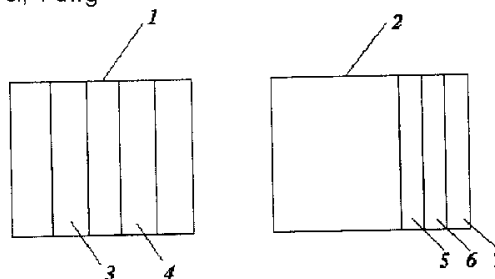
**Jakubovich Evsej Isaakovich**

(54) **PROCESS OF FORMATION AND REPRODUCTION OF THREE-DIMENSIONAL IMAGE AND DEVICE FOR ITS IMPLEMENTATION**

(57) Abstract:

FIELD: technical physics, formation and reproduction of three-dimensional image in noncoherent light. SUBSTANCE: during formation of three-dimensional image various camera angles of object are formed and fixed. Before fixing mentioned camera angles of object are modulated by intensity with certain interval and are matched. During reproduction of 3-D image of object image medium is illuminated with reproducing radiation, then light from image medium is passed through interference filter having capability of interference of type " of lines of equal thickness " and beams corresponding to mentioned camera angles of object in direction and intensity are split out and their assemble forms three-dimensional image of object. Device for implementation of process has unit forming camera angles of object and unit

reproducing 3-D image of object. It also includes intensity modulator of camera angles of object and element for their matching as well as source of reproducing radiation, image medium and interference filter optically coupled. EFFECT: development of process of formation and reproduction of three-dimensional image. 6 cl, 4 dwg



**Фиг. 1**

RU 2 119 184 C1

RU 2 119 184 C1

Изобретение относится к технической физике, в частности к способам и устройствам формирования и воспроизведения трехмерного изображения объекта в некогерентном свете и предназначено для использования в телевидении, компьютерной технике, фотографии и изобразительном искусстве.

Широко известен способ формирования стереоскопического изображения объекта, по которому освещают объект формирующим излучением, а излучение, отраженное от объекта, регистрируют на фоточувствительном элементе в виде двух ракурсов, соответствующих наблюдению объекта правым и левым глазом. Под термином ракурс объекта понимают изображение на плоскости, перпендикулярной падающему от объекта пучку параллельных лучей, т.е. изображение объекта с одной из возможных точек зрения (см. Советский энциклопедический словарь. -М.: Советская энциклопедия, 1987, с. 1101). При воспроизведении наблюдают изображение с помощью средств, обеспечивающих раздельное наблюдение каждого ракурса объекта правым и левым глазом. Такими средствами являются бинокли, цветные и поляризационные светофильтры, мигающие заслонки, линзовые растры. Способ может быть использован в фотографии, кино и телевидении. Недостатком способа является невозможность наблюдения эффекта параллакса, и, следовательно, невозможность наблюдения объекта под другими углами зрения, т.е. невозможность наблюдения других ракурсов объекта, а также необходимость сохранения зрителем неподвижного положения (Валюс Н.Ф. Растровые оптические приборы, М.: "Машиностроение", 1966, с. 91-120).

Известны различные устройства, реализующие этот способ и направленные на усовершенствование, например, системы регистрации, средств наблюдения и др. (см., например, пат. США N 2922998, 1960, пат. США N 4049339, 1977).

Известен способ формирования трехмерного фотографического изображения, основанный на использовании растровой или линзово-растровой системы, т.н. "интегральная фотография", (см., например, Дудников Ю.А., Рожков Б.К. Растровые системы для получения объемных изображений, Л.: "Машиностроение", 1986, с. 102-172). По этому способу освещают объект формирующим излучением, имеющим произвольный спектр, а излучение, отраженное от объекта, пропускают через линзово-растровый экран, микролинзы которого имеют общую фокальную плоскость, и регистрируют совокупность элементарных изображений, сформированных указанными микролинзами на фоточувствительном элементе, помещенном в указанной фокальной плоскости. При наблюдении подсвечивают фотоизображение некогерентным излучением через указанный линзово-растровый экран, а наблюдают зарегистрированное изображение в проходящем свете.

Устройство, реализующее этот способ, содержит источник формирующего излучения, оптически связанный с блоком формирования

трехмерного изображения, который включает линзово-растровый экран и светочувствительный элемент. Блок воспроизведения трехмерного изображения содержит оптически связанные линзово-растровый экран, носитель фотоизображения и источник воспроизводящего излучения.

Однако трудности изготовления линзово-растровой системы, низкая разрешающая способность, наличие "мертвых зон", обусловленных краями линз, снижающее яркость фотографии, перевернутость микроизображений от микролинз (так называемая псевдоскопия) - все это не позволило способу и устройству, его реализующему, найти применение в телевидении и ограничило их применение в фотографии.

Широко известен голографический способ формирования и воспроизведения трехмерного изображения объекта, не требующий когерентности воспроизводящего излучения, разработанный Ю.Н. Денисюком (см., например, Физическая энциклопедия, Т. 1, М.: "Советская энциклопедия", 1988г., с. 509). По этому способу при формировании трехмерного изображения объект освещают когерентным формирующим излучением и опорным излучением, когерентным с формирующим излучением, формируют интерференционную картину, регистрируют ее и фиксируют с помощью светочувствительного элемента интенсивности, и направления всех лучей, идущих от объекта, т.е. фиксируют все ракурсы объекта. Фиксацию упомянутых ракурсов осуществляют в объеме светочувствительного элемента, толщина которого много больше пространственного периода полученной интерференционной картины. При воспроизведении трехмерного изображения объекта подсвечивают интерференционную картину некогерентным воспроизводящим излучением и выделяют при этом лучи, по интенсивности и направлению, соответствующие упомянутым ракурсам объекта, совокупность которых и образует трехмерное изображение объекта.

Устройство для формирования и воспроизведения трехмерного изображения объекта, реализующее данный способ (см. там же), содержит оптически связанные источник формирующего излучения (лазер) и блок формирования трехмерного изображения, а также блок воспроизведения трехмерного изображения. Блок формирования трехмерного изображения включает источник опорного излучения и светочувствительный элемент, а блок воспроизведения трехмерного изображения включает оптически связанные источник воспроизводящего излучения и носитель изображения интерференционной картины. В качестве источника воспроизводящего излучения используют источник некогерентного излучения. Достоинством указанных выше способа формирования и воспроизведения трехмерного изображения и устройства для его реализации, является отсутствие необходимости использования лазера для воспроизведения трехмерного изображения.

Ближайшим аналогом разработанного способа является способ формирования и

воспроизведения трехмерного изображения в некогерентном свете (патент США N 4598973, МПК G 03 H 1/06, 1986). По этому способу при формировании трехмерного изображения объект освещают от источника некогерентного излучения, отраженные от объекта лучи пропускают через толстый слой эмульсии, нанесенный на поверхность обращаемого волновой фронт (ОВФ) зеркала. Это зеркало направляет каждый пучок параллельных лучей, падающих на него под определенным углом и образующих один из ракурсов объекта, назад по пути падающих лучей. Таким образом, в слое эмульсии формируют пространственную интерференционную картину, содержащую информацию о всех ракурсах объекта. Эти сформированные ракурсы объекта фиксируют с помощью упомянутой светочувствительной эмульсии, которая таким образом становится носителем трехмерного изображения. При воспроизведении трехмерного изображения объекта подсвечивают воспроизводящим излучением картину на носителе изображения и выделяют лучи, по направлению и интенсивности соответствующие упомянутым ракурсам объекта, совокупность которых образует трехмерное изображение объекта.

Ближайшим аналогом разработанного устройства является устройство, реализующее описанный выше способ (см. там же). Устройство для формирования и воспроизведения трехмерного изображения объекта содержит оптически связанные источник формирующего излучения и блок формирования ракурсов объекта, а также блок воспроизведения трехмерного изображения. Блок формирования ракурсов объекта включает в себя элемент для совмещения всех ракурсов объекта в виде толстого слоя светочувствительной эмульсии, нанесенной на поверхность ОВФ зеркала, а блок воспроизведения трехмерного изображения включает оптически связанные источник воспроизводящего излучения и носитель изображения. В качестве источников формирующего и воспроизводящего излучений используют источники некогерентного излучения, что является достоинством прототипа.

Однако эти технические решения, так же, как и другие известные, практически непригодны для создания трехмерного телевидения и трехмерного изображения в компьютерной технике, поскольку в настоящее время не разработаны среды (светочувствительные элементы), фиксирующие пространственные динамические интерференционные картины. Даже если бы такие среды существовали, для телевизионной передачи интерференционной картины потребовалась бы полоса пропускания TV-канала, на несколько порядков превышающая полосу пропускания существующих TV-каналов, т. к. характерный размер неоднородностей пространственной интерференционной картины много меньше характерных размеров неоднородностей существующих TV-изображений.

Таким образом задачей, на решение которой направлено настоящее изобретение, является разработка способа формирования и воспроизведения трехмерного изображения в некогерентном свете и устройства для его реализации, пригодных для использования

как в телевидении, так и в компьютерной технике, в фотографии и изобразительном искусстве.

Технический результат в части способа достигается тем, что в разработанном способе формирования и воспроизведения трехмерного изображения объекта, так же, как в способе-прототипе, при формировании трехмерного изображения формируют и фиксируют различные ракурсы объекта. При воспроизведении трехмерного изображения объекта картину, полученную на носителе изображения, подсвечивают воспроизводящим излучением и выделяют лучи, по направлению и интенсивности соответствующие упомянутым ракурсам объекта, совокупность которых образует трехмерное изображение объекта.

Новым в способе является то, что при формировании трехмерного изображения упомянутые ракурсы объекта перед фиксацией модулируют по интенсивности и совмещают. При воспроизведении трехмерного изображения объекта подсвечивают носитель изображения воспроизводящим излучением, а затем свет от носителя изображения пропускают через интерференционный фильтр, выполненный с возможностью осуществления интерференции с делением амплитуд, при этом упомянутую модуляцию каждого ракурса по интенсивности осуществляют с периодом, равным периоду пропускания упомянутого интерференционного фильтра для данного ракурса.

Технический результат в части устройства достигается тем, что разработанное устройство для формирования и воспроизведения трехмерного изображения объекта так же, как и устройство-прототип, содержит блок формирования ракурсов объекта и блок воспроизведения трехмерного изображения объекта, при этом блок формирования ракурсов объекта включает элемент для совмещения всех ракурсов объекта, а блок воспроизведения трехмерного изображения объекта включает оптически связанные источник воспроизводящего излучения и носитель изображения.

Новым в разработанном устройстве является то, что в блок формирования дополнительно введен модулятор интенсивности ракурсов объекта, а в блок воспроизведения дополнительно введен интерференционный фильтр, выполненный с возможностью осуществления интерференции с делением амплитуд.

В одном частном случае в разработанном устройстве блок формирования ракурсов объекта представляет собой компьютер, при этом элементом для совмещения всех ракурсов объекта является экран монитора, а модулятор интенсивности ракурсов включает в себя те процессоры компьютера, которые осуществляют программу модуляции изображения, а упомянутый интерференционный фильтр установлен перед экраном монитора, который при таком оснащении совместно с компьютером представляет собой блок воспроизведения трехмерного изображения объекта, в котором функции источника воспроизводящего излучения и носителя изображения выполняет экран монитора.

В другом частном случае блок формирования ракурсов объекта включает в себя несколько передающих ТВ-камер, модулятором интенсивности ракурсов при этом служит процессор, расположенный в ТВ-приемнике, а элементом для совмещения всех ракурсов объекта служит экран ТВ-приемника. Экран приемника одновременно выполняет еще две функции: источника воспроизводящего излучения и носителя изображения в блоке воспроизведения трехмерного изображения. Интерференционный фильтр расположен перед экраном этого ТВ-приемника.

В третьем частном случае в разработанном устройстве блок формирования ракурсов объекта выполнен в виде нескольких передающих ТВ-камер, при этом модулятор интенсивности ракурсов представляет собой либо процессор, расположенный на передающей ТВ-станции, либо набор масок, каждая из которых установлена перед светочувствительным элементом соответствующей ТВ-камеры, а блок воспроизведения трехмерного изображения выполнен в виде ТВ-приемника, при этом источником воспроизводящего излучения является экран, который одновременно выполняет функцию носителя изображения, а интерференционный фильтр расположен перед экраном этого ТВ-приемника.

Целесообразно в четвертом частном случае выполнения устройства ввести в блок формирования ракурсов средство для их рисования или фотографирования, а модулятор ракурсов выполнить в виде набора масок, каждая из которых предназначена для модулирования одного ракурса объекта.

Технический результат, обеспечиваемый разработанным способом, заключается в упрощении процесса формирования интерференционной картины и в упрощении структуры самой интерференционной картины до такой степени, что даже позволяет человеку ее рисовать. Кроме того (в отличие от прототипа), становится возможным формировать и воспроизводить любую заранее заданную систему ракурсов. Упрощение процесса формирования интерференционной картины достигается за счет введения операций модуляции интенсивности ракурсов объекта и последующего их совмещения. Каждый ракурс объекта модулируют со своим периодом, равным соответствующему периоду пропускания интерференционного фильтра, с помощью которого затем по интерференционной картине восстанавливают трехмерное изображение объекта. При этом следует отметить, что процедура проведения упомянутой модуляции интенсивности ракурсов значительно проще, чем, например, осуществление процесса формирования пространственной интерференционной картины в прототипе, т.к. предлагаемая модуляция ракурсов требует для своего осуществления более простые технические средства (например, набор масок или процессор в предлагаемом изобретении и ОВФ зеркало в прототипе, которое само является громоздким и сложным техническим устройством). Модуляция ракурсов объекта описывается достаточно простой

математической формулой и поэтому может быть реализована с помощью процессора и уж тем более легко может быть осуществлена в компьютере.

Таким образом, технический результат, сформулированный выше и обеспечиваемый предлагаемым изобретением, позволяет решить поставленную задачу, т.е. получить трехмерное изображение объекта в телевидении, в компьютерной технике, в фотографии и изобразительном искусстве с помощью стандартных средств.

Технический результат, обеспечиваемый разработанным устройством, заключается в том, что введение в блок формирования ракурсов объекта модулятора интенсивности ракурсов и элемента для их последующего совмещения позволяет закодировать с помощью сформированной интерференционной картины информацию о ракурсах объекта, а введение в блок воспроизведения интерференционного фильтра, период пропускания которого для каждого ракурса равен периоду модуляции соответствующего ракурса в упомянутом модуляторе, обеспечивает расшифровку информации о ракурсах, т.е. обеспечивает выделение лучей, по направлению и интенсивности соответствующих ракурсам объекта, совокупность которых образует трехмерное изображение объекта.

В одном частном случае применительно к компьютерной технике технический результат предлагаемого изобретения заключается в том, что программа модуляции интенсивности ракурсов объекта, выражаемая математической формулой, является для компьютера среднего класса достаточно простой и не требует большого объема оперативной памяти компьютера. Поэтому интерференционная картина формируется непосредственно в компьютере и в нем же воспроизводится трехмерное изображение объекта.

В другом частном случае реализации предлагаемого изобретения применительно к телевидению технический результат, обеспечиваемый предлагаемым изобретением, заключается в том, что для реализации изобретения не требуется вносить каких-либо изменений в передающие ТВ-камеры и в передающую ТВ-станцию, т.к. интерференционная картина формируется в ТВ-приемнике и в нем же воспроизводится трехмерное изображение объекта. Поэтому небольшие изменения достаточно внести только в ТВ-приемник.

В третьем частном случае реализации предлагаемого изобретения применительно к телевидению технический результат, обеспечиваемый разработанным изобретением, состоит в том, что для реализации изобретения используются либо обычные стандартные передающие ТВ-камеры без какой-либо переделки (в том случае, когда модулятор ракурсов выполнен в виде процессора, установленного на передающей ТВ-станции), либо каждая передающая ТВ-камера снабжается маской (трафаретом), установленным перед ее светочувствительным элементом. Экран ТВ-приемника в этом частном случае так же, как и в предыдущем, снабжается интерференционным фильтром, установленным перед экраном.

В четвертом частном случае реализации изобретения применительно к изобразительному искусству и фотографии технический результат заключается в том, что интерференционная картина может быть нарисована вручную или создана с помощью фотографирования объекта в нескольких ракурсах через соответствующие трафареты для осуществления модуляции ракурсов.

Изобретение поясняется чертежами.

На фиг. 1 приведено схематическое изображение варианта устройства, реализующего разработанный способ формирования и воспроизведения трехмерного изображения для случая, когда пространственную фильтрацию лучей от объекта осуществляют путем модуляции ракурсов объекта и последующего их совмещения.

На фиг. 2 приведено схематическое изображение варианта устройства, реализующего разработанный способ применительно к компьютеру.

На фиг. 3 приведено схематическое изображение варианта устройства, реализующего разработанный способ применительно к телевидению для случая, когда модулятор ракурсов расположен в ТВ-приемнике.

На фиг. 4 приведено схематическое изображение варианта устройства, реализующего разработанный способ применительно к телевидению для случая, когда модулятор ракурсов расположен на передающей ТВ-станции.

Устройство по фиг. 1 содержит блок 1 формирования ракурсов объекта и блок 2 воспроизведения трехмерного изображения объекта. Блок 1 включает в себя установленные последовательно модулятор 3 интенсивности ракурсов объекта и элемент 4 для совмещения ракурсов объекта. Блок 2 включает в себя оптически связанные источник 5 воспроизводящего излучения, носитель 6 изображения интерференционной картины и интерференционный фильтр 7. Фильтр 7 выполнен с возможностью осуществления интерференции с делением амплитуд, в частности интерференции типа "линии равной толщины".

В некоторых случаях реализации предлагаемого способа, например, применительно к телевидению или фотографии объект 8, ракурсы которого формируются в блоке 1, существует реально и в этом случае объект 8 располагается перед блоком 1 и оптически с ним связан. Однако в других случаях реализации способа объекта 8 может реально и не существовать, но его ракурсы с помощью компьютера или в результате действий художника формируются в блоке 1, а затем с помощью блока 2 трехмерное изображение этого вымышленного объекта восстанавливается.

Модулятор 3 может быть выполнен либо в виде процессора, управляющего операцией модуляции ракурсов объекта, либо в виде набора масок (трафаретов), каждая из которых предназначена для модулирования одного ракурса. Однако в обоих случаях период модуляции  $d_i$  для каждого  $i$ -го ракурса объекта равен периоду пропускания  $L_i$  интерференционного фильтра 7 для  $i$ -го ракурса.

Элемент 4 для совмещения всех

промодулированных ракурсов объекта может быть выполнен в виде светочувствительного элемента устройства для реализации разработанного способа. Это может быть, например, светочувствительный элемент ТВ-камеры, экран телевизионного приемника, экран монитора в компьютере, стандартная фотопленка или фотопластинка и т.д.

Источник 5 воспроизводящего излучения выполнен некогерентным. В качестве источника 5 могут быть использованы естественный свет, лампа накаливания и т.п.

Носитель 6 изображения интерференционной картины расположен в блоке 2 воспроизведения трехмерного изображения объекта непосредственно перед интерференционным фильтром 7 по ходу луча света. В качестве носителя 6 изображения может быть использован стандартный носитель изображения, например, фотобумага, фотопластинка или покрытый люминофором экран монитора компьютера или ТВ-приемника и т.д.

Интерференционный фильтр 7 выполнен с возможностью осуществления интерференции с делением амплитуд, например, типа "линий равной толщины". В этом случае интерференционный фильтр 7 может быть выполнен путем нанесения нескольких слоев тонкой пленки с переменной оптической толщиной на прозрачную подложку, например, из стекла. Расчеты необходимых параметров клинообразного пленочного интерференционного фильтра 7 могут быть выполнены, например, по книге Королева Ф. А. Теоретическая оптика. - М.: Высшая школа, 1966, с. 404-452. Например, период  $L_i$  пропускания интерференционного фильтра 7 для  $i$ -го ракурса пропорционален величине

$$\frac{1}{2n\delta\cos\alpha_i}$$

где  $n$  - показатель преломления тонкой пленки,  $\delta$  - угол клина тонкой пленки,  $\alpha_i$  - угол, характеризующий направление лучей, соответствующих данному ракурсу.

Устройство по фиг. 2 иллюстрирует реализацию разработанных способа и устройства применительно к компьютеру. Оно содержит блоки 1 и 2, совмещенные в одном компьютере 9. При этом модулятором 3 интенсивности ракурсов служат процессор компьютера 9 и те программы, которые управляют модуляцией изображения.

Элементом 4 для совмещения всех ракурсов объекта в данной реализации является экран 10 монитора, который одновременно выполняет функцию источника 5 воспроизводящего излучения и носителя 6 изображения интерференционной картины. Снаружи экран 10 компьютера 9 снабжен интерференционным фильтром 7 в виде, например, нескольких слоев тонкой пленки, выполненных так же, как в устройстве по фиг. 1.

Устройство по фиг. 3 содержит N стандартных передающих ТВ-камер 11 (по числу необходимых ракурсов объекта 8, которое определяется требуемым качеством восприятия трехмерного изображения).

Модулятором 3 интенсивности ракурсов в блоке 1 служит процессор, расположенный в ТВ-приемнике, а элементом 4 для совмещения ракурсов служит экран 12 ТВ-приемника, который одновременно

выполняет функции источника 5 воспроизводящего излучения и носителя 6 изображения интерференционной картины в блоке 2. Интерференционный фильтр 7 расположен перед экраном 12 ТВ-приемника и может быть выполнен так же, как в устройстве по фиг.1. Данная реализация разработанных способа и устройства применительно к телевидению позволяет использовать стандартные ТВ-камеры 11 без внесения в них каких-либо изменений.

Устройство по фиг.4 содержит блок 1 формирования ракурсов в виде N передающих ТВ-камер 11 (по одной камере для формирования одного ракурса объекта 8). Модулятором 3 интенсивности ракурсов объекта 8 служит либо процессор, расположенный на передающей ТВ-станции, либо набор масок, каждая из которых установлена перед светочувствительным элементом соответствующей ТВ-камеры 11, при этом светочувствительным элементом ТВ-камеры является, например, светочувствительный элемент системы прибора зарядовой связи (ПЗС). Элементом 4 для совмещения всех ракурсов объекта является блок совмещения сигналов ТВ-камер 11 в ТВ-станции.

Блок 2 воспроизведения трехмерного изображения выполнен в виде ТВ-приемника, при этом источником 5 воспроизводящего излучения и носителем 6 изображения служит экран 12 ТВ-приемника. Интерференционный фильтр 7 расположен перед экраном 12 ТВ-приемника и может быть выполнен так же, как в устройстве по фиг.1. Блок 1 по каналу 13 связи посредством электромагнитных волн связан с блоком 2.

Разработанный способ формирования и воспроизведения трехмерного изображения с помощью устройств, приведенных на фигурах 1,2,3,4 реализуется следующим образом.

Формируют трехмерное изображение объекта с помощью блока 1 (см. фиг.1, 3, 4). Для этого объект 8 освещают любым источником излучения, например, естественным светом. Отраженное от объекта 8 световое поле можно представить как набор неоднородных "плоских" волн, интенсивность которых зависит от поперечной по отношению к оси распространения координате. Каждый ракурс объекта как раз и есть результат регистрации одной из таких неоднородных плоских волн. При этом направление распространения упомянутой плоской волны совпадает с направлением угла зрения, отвечающего этому ракурсу. С помощью блока 1 формируют несколько ракурсов объекта 8 (число ракурсов определяется требуемым качеством последующего восприятия трехмерного изображения объекта). Например, с помощью N телевизионных камер 11 (см. фиг.3 и 4) на светочувствительном элементе каждой из камер 11 объективом камеры формируют изображение объекта 8 под определенным углом зрения, зависящим от ориентации данной камеры относительно объекта 8. Таким образом, в каждой камере 11 формируют один из ракурсов объекта 8. Затем с помощью модулятора 3 каждый из полученных ракурсов модулируют по интенсивности с периодом  $d_i$ , который выбран заранее для каждого i-го ракурса и равен периоду пропускания  $L_i$ , интерференционного

фильтра 7 для i-го ракурса.

В устройстве, приведенном на фиг.4, при модулировании ракурсов объекта 8 с помощью, например, масок, наложенных на светочувствительный элемент ПЗС каждой камеры 11, в электрический сигнал преобразуют не все изображение ракурса, а только ту его часть, которая не закрыта маской. При этом период  $d_i$  чередования пропускающих окошек масок выбран свой для каждого i-го ракурса.

При модулировании ракурсов объекта 8 с помощью процессора, выполняющего функцию модулятора 3 и расположенного либо на ТВ-приемнике (см. фиг.3), либо на передающей ТВ-станции (см. фиг.4), модулируют с периодом  $d_i$  электрический сигнал, управляющий процессом создания на экране 12 ТВ-приемника изображения каждого i-го ракурса.

Промодулированные ракурсы объекта 8 совмещают и фиксируют на элементе 4. Таким образом на элементе 4 формируют картину, идентичную интерференционной картине, которая была бы, если бы световое поле от объекта пропустили через интерференционный фильтр. В дальнейшем эта искусственная интерференционная картина будет называться просто интерференционной картиной. Таким образом на элементе 4 формируют интерференционную картину, содержащую информацию о всех ракурсах объекта 8. Элемент 4 после фиксации упомянутой интерференционной картины может выполнять функцию носителя 6 изображения интерференционной картины, например, в фотографии, изобразительном искусстве и в одном из частных случаев применительно к телевидению, представленному на фиг.3, когда интерференционную картину формируют непосредственно в ТВ-приемнике. В этом случае экран 12 ТВ-приемника является одновременно и элементом 4 для совмещения всех ракурсов объекта и носителем 6 изображения интерференционной картины. В другом частном случае применительно к телевидению, представленному на фиг.4, изображение интерференционной картины с элемента 4, находящегося на передающей ТВ-станции, с помощью канала 13 связи транслируют на носитель 6 изображения в ТВ-приемнике, которым является экран 12.

При формировании интерференционной картины с помощью устройства, представленного на фиг. 2, объекта 8 может реально не существовать, но его ракурсы формируют и модулируют в компьютере 9 с помощью обычного программного обеспечения. Эти ракурсы затем совмещают и фиксируют на экране 10 монитора, который одновременно выполняет функции элемента 4 и носителя 6 изображения интерференционной картины.

При реализации разработанного способа применительно к фотографии, ракурсы объекта 8 формируют, фотографируя объект 8 под разными углами зрения. Модуляцию этих ракурсов осуществляют либо одновременно с фотографированием с помощью модулятора 3 в виде набора масок (трафаретов), каждая из которых предназначена для модулирования одного ракурса, либо модулируют с помощью набора

масок в процессе последующей работы с пленкой, например, при совмещении на мультипликационном станке всех ракурсов объекта, зафиксированных на пленке.

При реализации разработанного способа применительно к изобразительному искусству ракурсы объекта формирует (рисует) и одновременно модулирует художник с помощью набора трафаретов, каждый из которых предназначен для модуляции одного ракурса. Полученная при совмещении всех ракурсов на носителе изображения интерференционная картина содержит в закодированном виде информацию о трехмерном изображении объекта.

При восстановлении трехмерного изображения объекта интерференционную картину на носителе 6 и оптически связанный с ним интерференционный фильтр 7 подсвечивают от источника 5 воспроизводящего излучения. При этом выделяют лучи, по направлению и интенсивности соответствующие ракурсам объекта, совокупность которых образует трехмерное изображение объекта, неотличимое от реального.

В устройствах, приведенных на фиг.2, 3, 4 интерференционная картина формируется на носителе 6, которым является экран 10 монитора (фиг.2) или экран 12 ТВ-приемника (фиг.3, 4). Экран 10 монитора или экран 12 ТВ-приемника покрыт люминофором, пространственно промодулированное собственное свечение которого является картиной изображения, в данном случае - интерференционной картиной, поэтому самосветящийся экран является одновременно и источником 5 воспроизводящего излучения и носителем 6 изображения.

Интерференционную картину на экране 10 или на экране 12 рассматривают через интерференционный фильтр 7, осуществляющий интерференцию типа "линий равной толщины". Интерференционный фильтр 7 пропускает излучение от каждого ракурса, изображенного на экране, под определенным углом, зависящим от периода модуляции этого ракурса, и равным углом, соответствующему данному ракурсу объекта. При смещении наблюдателя относительно экрана он будет видеть разные ракурсы объекта, т.е. может оглядывать объект, изображенный на экране, с разных сторон, как реально существующий объемный объект.

Аналогично восстанавливают трехмерное изображение объекта 8 в случае, когда интерференционная картина сформирована на носителе 6, в качестве которого использована фотобумага или фотопленка. В этом случае интерференционную картину на носителе 6 освещают от источника 5 воспроизводящего излучения. Затем свет от носителя 6 пропускают через оптически связанный с ним интерференционный фильтр 7. Аналогично вышеописанному и в этом случае интерференционный фильтр 7 пропускает световой поток, отвечающий i-му ракурсу, под определенным углом, зависящим от периода  $d_i$  модуляции и равным углу i-го ракурса. Таким образом интерференционный фильтр совместно с интерференционной картиной восстанавливают совокупность ракурсов объекта, что и является его

трехмерным изображением.

### Формула изобретения:

1. Способ формирования и воспроизведения трехмерного изображения объекта, по которому при формировании трехмерного изображения формируют и фиксируют различные ракурсы объекта, а при воспроизведении трехмерного изображения объекта интерференционную картину, полученную на носителе изображения, подсвечивают воспроизводящим излучением и выделяют лучи, по направлению и интенсивности соответствующие упомянутым ракурсам объекта, совокупность которых образует трехмерное изображение объекта, отличающийся тем, что при формировании трехмерного изображения объекта упомянутые ракурсы перед фиксацией модулируют по интенсивности и совмещают, а при воспроизведении трехмерного изображения объекта при подсвечивании носителя изображения воспроизводящим излучением свет от носителя изображения пропускают через интерференционный фильтр, выполненный с возможностью осуществления интерференции с делением амплитуд, при этом упомянутую модуляцию каждого ракурса по интенсивности осуществляют с периодом, равным периоду пропускания упомянутого интерференционного фильтра для каждого ракурса.

2. Устройство для формирования и воспроизведения трехмерного изображения объекта, содержащее блок формирования ракурсов объекта и блок воспроизведения трехмерного изображения объекта, при этом блок формирования ракурсов объекта включает элемент для совмещения всех ракурсов объекта, а блок воспроизведения трехмерного изображения объекта включает оптически связанные источник воспроизводящего излучения и носитель изображения, отличающееся тем, что в блок формирования дополнительно введен модулятор интенсивности ракурсов объекта, а блок воспроизведения дополнительно введен интерференционный фильтр, выполненный с возможностью осуществления интерференции с делением амплитуд.

3. Устройство по п.2, отличающееся тем, что блок формирования ракурсов объекта представляет собой компьютер, при этом элементом для совмещения всех ракурсов объекта является экран монитора, а модулятор интенсивности ракурсов объекта включает в себя те процессоры компьютера, которые осуществляют программу модуляции изображений, а упомянутый интерференционный фильтр установлен перед экраном монитора, который при таком оснащении совместно с компьютером представляет собой блок воспроизведения трехмерного изображения объекта, в котором функции источника воспроизводящего излучения и носителя изображения выполняет экран монитора.

4. Устройство по п.2, отличающееся тем, что блок формирования ракурсов объекта включает в себя несколько передающих ТВ-камер, модулятором интенсивности ракурсов при этом служит процессор, расположенный в ТВ-приемнике, а элементом для совмещения всех ракурсов объекта служит экран ТВ-приемника, который



одновременно выполняет функции источника воспроизводящего излучения и носителя изображения в блоке воспроизведения трехмерного изображения, а интерференционный фильтр расположен перед экраном этого ТВ-приемника.

5. Устройство по п.2, отличающееся тем, что блок формирования ракурсов объекта выполнен в виде нескольких передающих ТВ-камер, при этом элементом для совмещения всех ракурсов объекта является светочувствительный элемент передающий ТВ-станции, модулятор же интенсивности ракурсов представляет собой либо процессор, расположенный на передающей ТВ-станции, либо набор масок, каждая из которых установлена перед

5

10

15

20

25

30

35

40

45

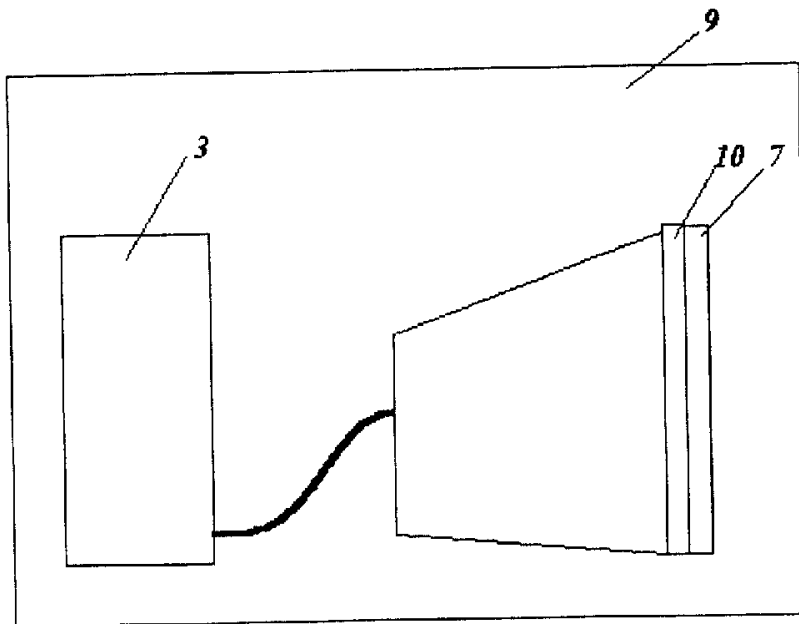
50

55

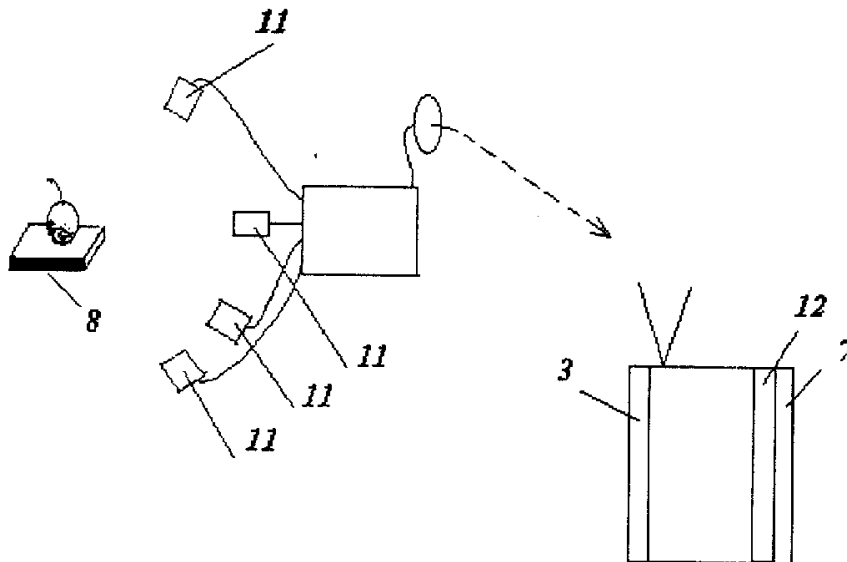
60

светочувствительным элементом соответствующей ТВ-камеры, а блок воспроизведения трехмерного изображения выполнен в виде ТВ-приемника, при этом источником воспроизводящего излучения является его экран, который одновременно выполняет функцию носителя изображения, а интерференционный фильтр расположен перед экраном этого ТВ-приемника.

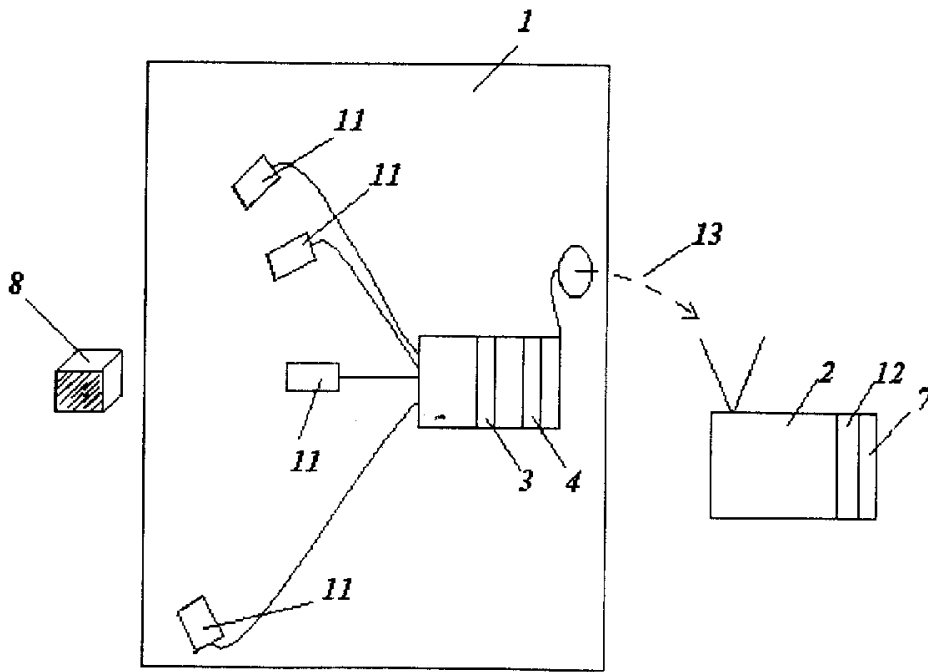
6. Устройство по п.2, отличающееся тем, что блок формирования ракурсов объекта содержит средство для их рисования или фотографирования, а модулятор ракурсов представляет собой набор масок, каждая из которых предназначена для модулирования одного ракурса.



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг.4