



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 024 904** ⁽¹³⁾ **C1**

(51) МПК⁵ **G 03 H 1/04, G 02 F 1/33, H 04
L 12/50**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

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

(21), (22) Заявка: 5015954/25, 04.12.1991

(46) Дата публикации: 15.12.1994

(56) Ссылки: M.R.Toldma, C.C.Guest Holograms for optical interconnects for very large scale integrated circuits fabricated by electron beam lithography, Opt.Eng. 1989, vol. 28, N 8, p.915. Jean-Yves Moisan, Holographic interconnects using photothermoplastic material, Tech. Dig. Soviet-chinese joint seminar "Holography and optical information processing" (SCJSH01P-91), Bishrer, Sept, 21-26, 1991, pp 44-46.

(71) Заявитель:

Микаэлян Андрей Леонович,
Салахутдинов Виктор Камильевич

(72) Изобретатель: Микаэлян Андрей Леонович,
Салахутдинов Виктор Камильевич

(73) Патентообладатель:

Микаэлян Андрей Леонович,
Салахутдинов Виктор Камильевич

(54) СПОСОБ КОММУТАЦИИ ОПТИЧЕСКИХ КАНАЛОВ И УСТРОЙСТВО КОММУТАЦИИ ОПТИЧЕСКИХ КАНАЛОВ

(57) Реферат:

Сущность изобретения: для уменьшения времени перекоммутации входных оптических сигналов в выходные, уменьшения энергопотребления и повышения надежности предварительно в ячейке памяти запоминают информацию о пространственной частоте и местоположения коммутирующей микроголограммы, которую потом считывают

и по ней записывают микроголограмму. Считывание периодически повторяют. По окончании соединения информацию из ячейки стирают. В качестве фотореверсивной среды используют носитель на основе модифицированного бактериородопсина в полимерной матрице. 2 с.п.ф-лы, 9 з.п.ф-лы, 2 ил.

RU 2 0 2 4 9 0 4 C 1

RU 2 0 2 4 9 0 4 C 1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 024 904** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) Int. Cl.⁵ **G 03 H 1/04, G 02 F 1/33, H
04 L 12/50**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 5015954/25, 04.12.1991

(46) Date of publication: 15.12.1994

(71) Applicant:

**Mikaehljan Andrej Leonovich,
Salakhutdinov Viktor Kamil'evich**

(72) Inventor: **Mikaehljan Andrej Leonovich,
Salakhutdinov Viktor Kamil'evich**

(73) Proprietor:

**Mikaehljan Andrej Leonovich,
Salakhutdinov Viktor Kamil'evich**

(54) **METHOD OF SWITCHING OPTICAL CHANNELS AND DEVICE FOR ITS REALIZATION**

(57) Abstract:

FIELD: fiber optic transmission systems.
SUBSTANCE: in order to decrease the reswitching time of the input optical signals into the output ones, to decrease the power consumption and to enhance the reliability, the information about the spatial frequency and the location of the switching microhologram is preliminarily

stored in the memory cell. Then this information is read-out and the microhologram is recorded according with it. The read-out is periodically repeated. After the end of the connection the information is erased from the cell. Carrier on the basis of modified bacteriorhodopsin in a polymeric matrix is used as photoreversible medium.
EFFECT: enhanced reliability. 11 cl, 2 dwg

RU 2 0 2 4 9 0 4 C 1

RU 2 0 2 4 9 0 4 C 1

Изобретение относится к способам дискретного отклонения оптических пучков и может быть использовано в устройствах коммутации широкополосных каналов связи.

Известен способ коммутации широкополосных оптических каналов /M.R.Toldman, C. C. Guest Holograms for optical interconnects for very large scale integrated circuits fabricated by electron beam lithography, Opt. Eng., 1989, vol. 28, N 8, p. 915/ заключающийся в том, что между входными и выходными оптическими каналами вдоль оптического пути помещают статические коммутирующие микроголограммы с записью закона коммутации входных каналов в выходные, а при смене закона коммутации старую запись микроголограмм удаляют из коммутатора и на ее место помещают ранее записанные микроголограммы с новым законом коммутации.

Недостатком этого способа коммутации является большое время перекоммутации входных оптических каналов в выходные, большое энергопотребление и низкая надежность.

Известно устройство коммутации по вышеописанному способу /M.R.Toldman, C.C.Guest Holograms for optical interconnects for very large scale integrated circuits fabricated by electron beam lithography, Opt. Eng., 1989, vol. 28, N 8, p. 915/ состоящее из входных оптических каналов, выходных каналов и расположенных между ними коммутирующих микроголограмм.

Недостатком этого устройства коммутации является большое время перекоммутации входных оптических каналов в выходные, большое энергопотребление и низкая надежность.

Наиболее близким к заявляемому способу по технической сущности является способ коммутации оптических каналов /Jean-Yves Moisan, Holographic interconnects using photothermoplastic material, Tech. Dig. Soviet-chinese joint seminar "Holography and optical information processing" (SCJSHOIP-91), Bishkek, Sept. 21-26, 1991, pp. 44-46/ состоящий в том, что вдоль оптического пути между входными и выходными каналами помещают фотореверсивную среду (фототермопласт), коллимированное излучение каждого из входных каналов проецируют на отдельную область фотореверсивной среды, на которую записывают отдельную коммутирующую микроголограмму, обеспечивающую отклонение излучения входного канала в требуемый выходной канал. Для записи каждой микроголограммы всю площадь фототермопласта освещают частью излучения лазера записи коммутирующих микроголограмм, а другую часть этого излучения направляют на фототермопласт под углом пропорциональным требуемой пространственной частоте микроголограммы. После этого на области проекции на фототермопласт излучения соединяемого входного канала проецируют микроголограмму путем локального нагрева этой области. Тем самым записывают микроголограмму с требуемыми для коммутации характеристиками. Для прекращения соединения микроголограмму стирают путем повторного нагрева области проекции

излучения входного канала. Для изменения закона коммутации на место стертой микроголограммы записывают новую микроголограмму.

5 Недостатком этого способа коммутации является большое время перекоммутации входных оптических каналов в выходные, большое энергопотребление и низкая надежность.

10 Недостатки обусловлены тем, что для перекоммутации требуется долговременный и энергоемкий процесс стирания микроголограмм, что приводит к увеличению времени перекоммутации. Многократная запись и стирание таких микроголограмм приводит к деградации характеристик фотореверсивной среды, увеличению помех коммутации и, как следствие, уменьшению надежности и ограничению ресурса коммутатора. Кроме того наличие в способе аппаратных средств стирания микроголограмм также уменьшает надежность.

20 Наиболее близким к заявляемому устройству по технической сущности является устройство коммутации оптических каналов /Jean-Yves Moisan, Holographic interconnects using photothermoplastic material, Tech. Dig. Soviet-chinese joint seminar "Holography and optical information processing" (SCJSHOIP-91), Bishkek, Sept. 21-26, 1991, pp. 44-46/, состоящее из входных и выходных оптических каналов, расположенной на оптическом пути между ними фотореверсивной среды (фототермопласта) с нанесенной на нее матрицей электронагревателей, лазера, светоделителя, широкоапертурного дефлектора и двух проекционных оптических систем.

35 Недостатком этого устройства коммутации является большое время перекоммутации входных оптических каналов в выходные, большое энергопотребление, низкая надежность и ресурс.

40 Недостатки обусловлены тем, что для перекоммутации требуется долговременный и энергоемкий процесс стирания микроголограмм, а также низкой эффективностью использования мощности лазера записи микроголограмм. Многократная запись и стирание коммутирующих микроголограмм приводит к деградации характеристик фототермопласта и, как следствие, уменьшению надежности и ресурса коммутатора. Кроме того, наличие в способе аппаратных средств стирания микроголограмм также уменьшает надежность устройства в целом.

45 Целью изобретения является уменьшение энергопотребления, времени перекоммутации входных оптических каналов в выходные и увеличение надежности и ресурса.

55 Поставленная цель достигается тем, что в способе коммутации оптических каналов, состоящем в том, что вдоль оптического пути между входными и выходными каналами помещают фотореверсивную среду, коллимированное излучение каждого из входных каналов проецируют на отдельную область фотореверсивной среды, на которую в начале коммутации лазером записывают отдельную коммутирующую микроголограмму, обеспечивающую отклонение излучения входного канала в требуемый выходной канал, а по окончании коммутации

микроголограмму стирают, каждый маршрут соединения предварительно запоминают в ячейке памяти в виде информации о пространственной частоте и местоположении коммутирующей микроголограммы, информацию из ячейки считывают, по считанной информации записывают коммутирующую микроголограмму, причем в течение соединения считывание из ячейки периодически повторяют, а при окончании соединения информацию из ячейки стирают, причем для записи микроголограммы по информации о пространственной частоте коммутирующей микроголограммы световой пучок лазера пространственно смещают (параллельно оптической оси) на расстояние, пропорциональное требуемой пространственной частоте регистрируемой микроголограммы, затем делят его на два пучка, один из которых по информации о местоположении коммутирующей микроголограммы отклоняют на угол пропорциональный местоположению на фотореверсивной среде проекции светового пучка коммутируемого канала, а второй сначала смещают по направлению к оптической оси на расстояние, пропорциональное смещению от оптической оси первого пучка, а затем отклоняют на угол, равный углу отклонения первого пучка, после чего первый и второй пучки сводят оптической системой на фотореверсивной среде в одно пятно.

Поставленная цель в реализующем способе устройстве достигается тем, что устройство коммутации оптических каналов, содержащее входные и выходные коммутируемые оптические каналы, фотореверсивную среду, лазер и светоделитель, устройство дополнительно содержит первый дефлектор, оптический элемент смещения светового пучка в направлении оптической оси, второй дефлектор, оптическую систему, блок памяти, блок управления первым дефлектором и блок управления вторым дефлектором, причем вдоль оптической оси лазера последовательно установлены и оптически связаны первый дефлектор, светоделитель, одна из оптических осей которого связана со вторым дефлектором непосредственно, а вторая ось связана через оптический элемент смещения светового пучка в направлении оптической оси тоже со вторым дефлектором, за которым расположена оптическая система, выполненная и установленная с возможностью сведения первой и второй оси в одну точку, расположенную на фотореверсивной среде, на которую спроецированы оптические оси входных и выходных каналов, причем первый дефлектор электрически связан с блоком памяти через блок управления первым дефлектором, а второй дефлектор связан с блоком памяти через блок управления вторым дефлектором, при этом первый дефлектор представляет собой последовательно расположенные вдоль оптической оси акустооптическую ячейку и оптическую систему, установленную на фокусном расстоянии от акустооптической ячейки, а в качестве второго дефлектора используется акустооптическая ячейка с секционированным пьезопреобразователем, выполненная с возможностью независимого подключения управляющего сигнала к любой

из секций, и кроме того второй дефлектор выполнен в виде двух одинаковых устройств, соединенных с единым источником управляющих сигналов, и при этом первый и второй дефлекторы выполнены в виде двумерных отклоняющих устройств, а оптический элемент смещения светового пучка в направлении оптической оси выполнен в виде трех последовательно расположенных и оптически связанных плоских зеркал, причем плоскость первого и второго зеркала образует прямой угол, а плоскость третьего зеркала образует с плоскостью первого и второго угол 45° , а с целью увеличения вибростойкости, светоделитель и элемент смещения светового пучка выполнены в виде конфокальной оптической системы, одним из оптических элементов которой служит голографическая линза, выполненная и установленная с возможностью прохождения недифрагированного на ней светового пучка вне световой апертуры расположенных за голографической линзой оптических элементов, и при этом одним из компонентов состава фотореверсивной среды является бактериородопсин.

Изучение и анализ известной научно-технической и патентной литературы показал, что полной совокупности признаков, характеризующих данные технические решения ранее не известно, т.е. заявляемые решения отвечают критерию "новизна".

Поиск, проведенный в науке и технике, показал также отсутствие решений, содержащих полную совокупность признаков сходных с отличительными признаками заявляемого способа и устройства. Кроме того, отличительные признаки проявляют в заявляемых объектах новое свойство, заключающееся в использовании для реализации полнодоступной схемы оптического переключения N широкополосных каналов динамического режима фотореверсивной среды и только двух малоапертурных быстродействующих, активно управляемых переключателей света на N позиций, а также экономичного лазера записи с непрерывным излучением. В то время, как в известных коммутаторах оптических каналов для реализации полнодоступной схемы оптического переключения N широкополосных каналов связи требуется фотореверсивная среда, требующая дополнительной операции стирания, и как минимум один активно управляемый переключатель света с большой апертурой, имеющий по этой причине низкое быстродействие. Поэтому следует признать, что заявляемые решения соответствуют критерию "существенные отличия".

На фиг. 1 изображена структурная схема коммутатора оптических каналов.

Согласно схеме из коммутируемых (10.000) оптических каналов сформированы две матрицы - матрица входных каналов 1 и матрица выходных каналов 2. Матрицы имеют размерность - 100×100 элементов, а их приблизительные линейные размеры - $100 \text{ мм} \times 100 \text{ мм}$. Излучение элементов входной матрицы 1 коллимировано до размера $\approx 1 \text{ мм}^2$ и спроектировано в виде неперекрывающихся в пространстве световых пучков на фотореверсивной среде (ФС) 3 с

ограниченным временем хранения записанной на ней информации. В качестве фотореверсивной среды используется носитель на основе модифицированного бактериородопсина в полимерной матрице с реверсивностью более 10^7 циклов записи-считывания, на который дополнительно нанесено отражающее излучение входных каналов покрытие. За ФС 3 расположена оптическая схема записи на ФС 3 микроголограмм, состоящая из лазера 4, длина волны излучения которого лежит в области чувствительности ФС 3, первого акустооптического дефлектора 5, соединенного через блок управления первым дефлектором 6 с блоком памяти адресов коммутаций 7, оптической системы 8, светоделиителя 9, оптического элемента смещения светового пучка в направлении оптической оси 10, второго акустооптического дефлектора 11, соединенного через блок управления вторым дефлектором 12 с блоком памяти адресов коммутаций 7, и оптической системы 13.

Для коммутации очередного входного канала матрицы 1 с выходным каналом 2 на ФС 3, в области проекции на ней излучения входного канала матрицы 1 записывается микроголограмма с пространственной частотой, обеспечивающей отклонение светового пучка коммутируемого канала матрицы 1, в нужный выходной канал матрицы 2. Запись всех микроголограмм, определяющих закон коммутаций всех каналов, производится последовательно и осуществляется следующим образом.

Для записи очередной микроголограммы опрашивается очередная ячейка памяти 7, в которой содержится информация о пространственной частоте и местоположении коммутирующей микроголограммы. По информации о пространственной частоте блок управления первым дефлектором 6 формирует сигнал управления дефлектором 5, а по информации о местоположении коммутирующей микроголограммы блок управления вторым дефлектором 12 формирует сигнал управления дефлектором 11. По этим сигналам дефлектор 5 отклоняет световой пучок лазера на угол, пропорциональный требуемой пространственной частоте микроголограммы. Оптическая система 8 преобразует угловое отклонение пучка в линейное смещение параллельно оптической оси. Смещенный световой пучок падает на светоделиитель 9, где часть его интенсивности отражается на вход дефлектора 11. Прошедшая через светоделиитель 9 вторая часть пучка попадает в оптический элемент смещения светового пучка в направлении оптической оси 10, выполненный в виде трех плоских зеркал, из которых плоскости первых двух образуют прямой угол, а плоскость третьего составляет 45° с плоскостями первых двух. С выхода 10 второй пучок поступает на вход дефлектора 11. Дефлектор 11 отклоняет первый и второй пучки на одинаковый угол, пропорциональный требуемому местоположению микроголограммы на ФС 3. Оба световых пучка с выхода дефлектора 11 оптическая система 13 сводит (в своей задней фокальной плоскости) на ФС 3 в пятно записи микроголограммы. При этом местоположение пятна на ФС 3 определяется углом

отклонения пучков дефлектором 11 и находится в месте проекции излучения требуемого входного канала на ФС 3, а угол схождения пучков определяется дефлектором 5 и имеет величину, необходимую для записи на ФС 3 микроголограммы с нужными для попадания светового пучка входного канала матрицы 1 в выходной канал матрицы 2 характеристиками. Последовательным опросом памяти 7 обеспечивается запись всех микроголограмм на ФС 3. Этим достигается параллельное оптическое соединение между каналами матриц 1 и 2 по заданному закону. Для поддержания соединения между коммутируемыми каналами в течение сеанса связи микроголограммы на ФС 3 регенерируются путем периодического опроса памяти 7, повторения записи, и восстановления за счет этого отклоняющих свойств микроголограмм. Отключение соединения между каналами (сеанс связи между которыми закончился) осуществляется при прекращении регенерации соответствующих микроголограмм за счет самопроизвольного их стирания излучением входных каналов. Записью на место стертых микроголограмм микроголограмм с новыми характеристиками достигается изменение закона коммутаций.

Еще большее увеличение надежности устройства достигается за счет применения в качестве светоделиителя 9 и оптического элемента смещения светового пучка в направлении оптической оси 10 конфокальной оптической системы, одним из оптических элементов которой служит голографическая линза.

На фиг. 2 изображена структурная схема коммутатора оптических каналов с конфокальной оптической системой.

Коммутатор состоит из матрицы входных каналов 1, матрицы выходных каналов 2, фотореверсивной среды 3 (ФС 3), лазера 4, первого акустооптического дефлектора 5, соединенного через блок управления первым дефлектором 6 с блоком памяти адресов коммутаций 7, оптической системы 8, голографической сферической линзы 9, конфокально установленной с 9 сферической линзы 10, второго акустооптического дефлектора 11, выполненного в виде двух, управляющих каждый своим световым пучком одинаковых акустооптических дефлекторов, соединенных через блок управления вторым дефлектором 12 с блоком памяти адресов коммутаций 7, и оптической системы 13.

Запись всех микроголограмм, определяющих закон коммутаций всех каналов, производится последовательно и осуществляется следующим образом.

Для записи очередной микроголограммы опрашивается очередная ячейка памяти 7, в которой содержится информация о пространственной частоте и местоположении коммутирующей микроголограммы. По информации о пространственной частоте блок управления первым дефлектором 6 формирует сигнал управления дефлектором 5, а по информации о местоположении коммутирующей микроголограммы блок управления вторым дефлектором 12 формирует сигнал управления дефлектором 11. По этим сигналам дефлектор 5 отклоняет световой пучок лазера на угол, пропорциональный требуемой

пространственной частоте микроголограммы. Оптическая система 8 преобразует угловое отклонение пучка в линейное смещение параллельно оптической оси. Смещенный световой пучок падает на голографическую линзу 9, дифракционная эффективность которой приблизительно равна 50%. Часть интенсивности светового пучка проходит сквозь голографическую линзу 9 без изменения направления на вход дефлектора 11. Вторая часть интенсивности светового пучка фокусируется линзой 9 и одновременно смещается в направлении оптической оси. Сферическая линза 10 делает параллельный второй пучок и направляет его параллельно первому на вход дефлектора 11. Дефлектор 11 отклоняет первый и второй пучки на одинаковый угол, пропорциональный требуемому местоположению микроголограммы на ФС 3. Оба световых пучка с выхода дефлектора 11 оптическая система 13 сводит (в своей задней фокальной плоскости) на ФС 3 в пятно записи микроголограммы. При этом местоположение пятна на ФС 3 определяется углом отклонения пучков дефлектором 11 и находится в месте проекции излучения требуемого входного канала на ФС 3, а угол схождения пучков определяется дефлектором 5 и имеет величину необходимую для записи на ФС 3 микроголограммы с нужными для попадания светового пучка входного канала матрицы 1 в выходной канал матрицы 2 характеристиками.

Дефлекторы 5 и 11 обеспечивают по каждой из ортогональных координат 100 положений. При дифракционной эффективности порядка 50% требуемая мощность на их управление гораздо меньше чем у прототипа и оценивается в 0,3-1 Вт, а время их переключения в произвольное направление - в 20-50 мкс, что также меньше чем у прототипа. При этом на отключение соединения энергия не расходуется. За счет уменьшения рабочей апертуры управляющих светом элементов и амплитуды управляющих сигналов надежность коммутатора увеличивается, поскольку снижается вероятность выхода из строя устройства из-за повреждения активных элементов и устройства стирания голограмм. Требуемая средняя мощность лазера 4 оценивается по формуле $P \approx HS/cN\tau$, где N - чувствительность фотореверсивной среды, в качестве которой использован модифицированный бактериородопсин в полимерной матрице; S - площадь световой апертуры ФС; c - пропускание оптического тракта; τ - время коммутации. При $N \approx 10^{-3}$ Дж/см² (типичная чувствительность среды на основе бактериородопсина), $S \approx 100$ см², $\approx 0,1$, $\tau \approx 10^{-3}$ с $P \approx 1$ Вт. При КПД лазера около 5% это соответствует энергопотреблению около 20 Вт. Таким образом, при поле полноступенчатых коммутаций 10.000 x 10.000 каналов, время коммутации составит менее 10^{-3} с, энергопотребление не превысит 30 Вт.

Формула изобретения:

1. Способ коммутации оптических каналов, состоящий в том, что вдоль оптического пути между входными и выходными коммутируемыми оптическими каналами помещают фотореверсивную среду,

коллимированное излучение каждого из входных каналов проецируют на отдельную область фотореверсивной среды, на которую в начале коммутации лазером записывают отдельную коммутирующую микроголограмму, обеспечивающую отклонение излучения входного канала в требуемый выходной канал, а по окончании коммутации микроголограмму стирают, отличающийся тем, что предварительно запоминают в ячейке памяти информацию о пространственной частоте и местоположении коммутирующей микроголограммы, информацию из ячейки считывают и по считанной информации записывают коммутирующую микроголограмму, причем в течение коммутации считывание из ячейки периодически повторяют, а по окончании коммутации информацию из ячейки стирают.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что запись коммутирующей микроголограммы осуществляют по информации в ячейке памяти путем пространственного смещения светового пучка лазера параллельно оптической оси на расстояние, пропорциональное требуемой пространственной частоте записываемой коммутирующей микроголограммы, затем делают его на два пучка, первый из которых по информации о местоположении коммутирующей микроголограммы отклоняют на угол, пропорциональный местоположению на фотореверсивной среде проекции светового пучка коммутируемого канала, а второй сначала смещают по направлению к оптической оси на расстояние, пропорциональное смещению от оптической оси первого пучка, а затем отклоняют на угол, равный углу отклонения первого пучка, после чего первый и второй пучки сводят оптической системой на фотореверсивной среде в одно пятно.

3. Устройство коммутации оптических каналов, содержащее матрицы входных и выходных коммутируемых оптических каналов, фотореверсивную среду, лазер и светоделитель, отличающееся тем, что устройство дополнительно содержит первый дефлектор, оптический элемент смещения светового пучка в направлении оптической оси, второй дефлектор, оптическую систему, блок памяти, блок управления первым дефлектором и блок управления вторым дефлектором, причем вдоль оптической оси лазера последовательно установлены и оптически связаны первый дефлектор, светоделитель, одна из оптических осей которого связана с вторым дефлектором непосредственно, а вторая ось связана через оптический элемент смещения светового пучка в направлении оптической оси тоже с вторым дефлектором, за которым расположена оптическая система, выполненная и установленная с возможностью сведения первой и второй осей в одну точку, расположенную на фотореверсивной среде, на которую спроецированы оптические оси матриц входных и выходных каналов, причем первый дефлектор электрически связан с блоком памяти через блок управления первым дефлектором, а второй дефлектор связан с блоком памяти через блок управления вторым дефлектором.

4. Устройство по п.3, отличающееся тем,

что первый дефлектор выполнен в виде последовательно расположенных вдоль оптической оси акустооптической ячейки и оптической системы, установленной на фокусном расстоянии от акустооптической ячейки и преобразующей угловое отклонение пучка в линейное смещение параллельно оптической оси.

5. Устройство по п.3, отличающееся тем, что второй дефлектор содержит акустооптическую ячейку с секционированным пьезопреобразователем, выполненную с возможностью независимого подключения управляющего сигнала к любой из секций.

6. Устройство по п.3, отличающееся тем, что второй дефлектор выполнен в виде двух одинаковых устройств, соединенных с блоком управления дефлектором.

7. Устройство по п.3, отличающееся тем, что первый и второй дефлекторы выполнены в виде двумерных отклоняющих устройств.

8. Устройство по п.3, отличающееся тем, что оптический элемент смещения светового пучка в направлении оптической оси

выполнен в виде трех последовательно расположенных и оптически связанных плоских зеркал, причем плоскости первого и второго зеркал образуют прямой угол, а плоскость третьего зеркала образует с плоскостями первого и второго зеркал угол 45° .

9. Устройство по п. 3, отличающееся тем, что светоделитель и элемент смещения светового пучка совмещены и выполнены в виде голографической линзы, изготовленной и установленной с возможностью прохождения недифрагированного на ней светового пучка вне световой апертуры расположенных за голографической линзой оптических элементов.

10. Устройство по п.3, отличающееся тем, что в качестве фотореверсивной среды используют носитель на основе модифицированного бактериородопсина в полимерной матрице.

11. Устройство по п. 10, отличающееся тем, что на носитель наносят покрытие, отражающее излучение.

25

30

35

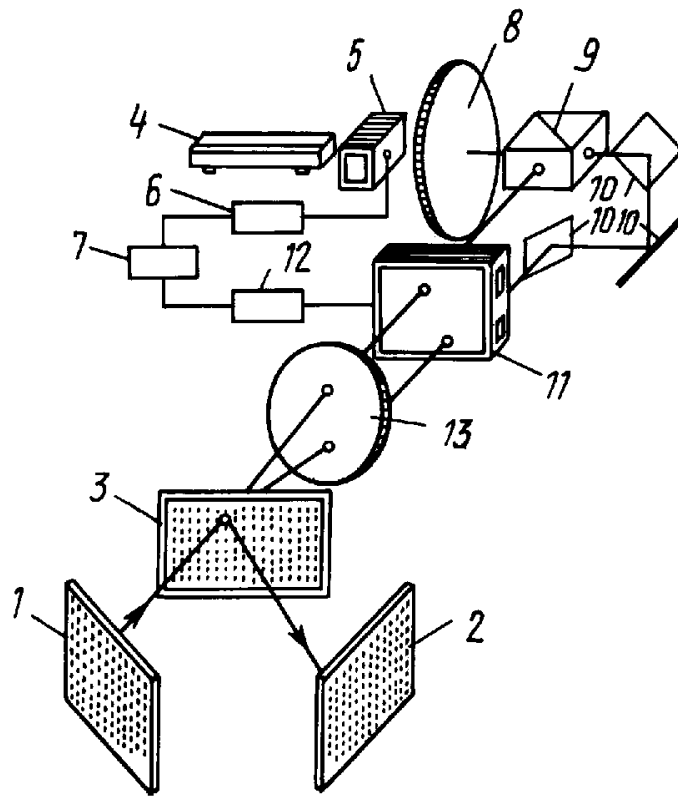
40

45

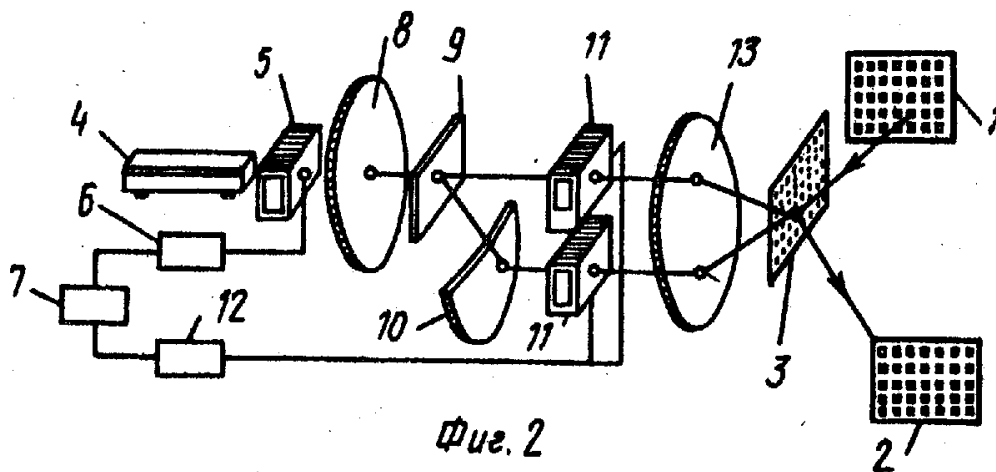
50

55

60



Фиг. 1



Фиг. 2