



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К ПАТЕНТУ

(11) 984418

(61) Дополнительный к патенту -

(22) Заявлено 18.04.80 (21) 2910501/18-25

(23) Приоритет - (32) 18.04.79

(31) МА-3134 (33) ВНР

Опубликовано 23.12.82, Бюллетень № 47

Дата опубликования описания 05.01.83

(51) М. Кл.³

G 02 F 1/33

(53) УДК 535.511
(088.8)

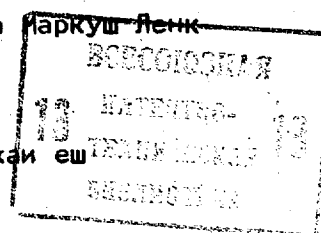
(72) Авторы
изобретения

Иностранцы
Андраш Подманички, Саболч Тёкеш и Аттила
(ВНР)

Маркуш Ленк

(71) Заявитель

Иностранное предприятие
Мадьяр Тудоманьош Академия Самиташтехникаи
"Аутоматизалаши Кутато Интезет"
(ВНР)



(54) СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЛАЗЕРНЫМ ЛУЧОМ

1

Изобретение относится к системам управления лазерным лучом, в частности к акустико-оптическим модуляторам, и может найти применение для получения нескольких выходных лучей лазера с постоянными и регулируемые углами отклонения.

Известно устройство для получения нескольких световых лучей, основанное на поляризационных электро-оптических переключателях [1].

Недостатками электро-оптических переключателей подобного устройства являются необходимость высоких управляющих напряжений, необходимость работать в поляризованном свете, малая разрешающая способность.

Наиболее близкой по технической сущности к изобретению является схема управления лазерного знакогенератора, основывающаяся на законе дифракции Брэгга, содержащая акустико-оптический элемент, по меньшей мере, один ультразвуковой преобразователь, высо-

2

кочастотные осцилляторы в полосе ультразвуковых частот, соединенные через соответствующие задающие каскады, по меньшей мере, одним ультразвуковым преобразователям, причем частоты всех ВЧ-осцилляторов определяют углы выхода-оптических лучей, а их амплитуды оказывают влияние на интенсивность выходных лучей, и при этом каждый задающий каскад имеет управляющий вход, состоянием которого задается амплитуда сигнала соответствующего осциллятора [2].

В известном лазерном знакогенераторе образующие знаки лучи лазера выходят из одного-единственного акустико-оптического модулятора с постоянным во времени углом выхода. В этом акустико-оптическом модуляторе применяются осцилляторы очень высокой частоты, и каждый осциллятор через задающий каскад присоединен к ультразвуковому преобразователю акустико-оптического элемента. Частота каждого осциллятора определяет направление относящегося сюда выходного луча лазера, а его ампли-

туда определяет интенсивность выходного луча лазера.

Недостатком известной схемы является невозможность регулируемого отклонения одного или нескольких выходных лучей.

Целью изобретения является расширение функциональных возможностей схемы путем регулируемого отклонения части выходящих оптических лучей.

Поставленная цель достигается тем, что в схеме управления для образования нескольких выходных лучей лазера, расположенных в одной плоскости, основанной на законе дифракции Брэгга, и включающей акустико-оптический элемент, содержащий, по меньшей мере, один ультразвуковой преобразователь, высокочастотные осцилляторы в полосе ультразвуковых частот, которые через соответствующие задающие каскады соединены с упомянутым, по меньшей мере, одним ультразвуковым преобразователем, причем частоты всех ВЧ-осцилляторов определяют углы выхода оптических лучей, и их амплитуды оказывают влияние на интенсивность этого выходного луча, среди высокочастотных осцилляторов находится по меньшей мере один осциллятор регулируемой частоты, который снабжен определяющим частоту входом.

Акустико-оптический элемент оснащен несколькими электрически разделенными ультразвуковыми преобразователями, к которым присоединено, по меньшей мере, по одному задающему каскаду.

Для совместного перемещения выхода каждого выходящего из акустико-оптического элемента луча лазера между задающими каскадами и относящимися сюда ультразвуковыми преобразователями предусмотрено по одному смесительному каскаду, и вторые входы смесительных каскадов присоединены к общему вспомогательному осциллятору управляемой частоты.

На фиг. 1 приведена блок-схема первой формы исполнения предлагаемой схемы; на фиг. 2 - блок-схема второй формы исполнения схемы; на фиг. 3 - блок-схема третьей формы исполнения схемы; на фиг. 4 - диаграмма временной зависимости угла выхода лучей лазера из акустико-оптического элемента при указанном управлении осцилляторов, поясняющая работу первых

трех форм схемы; на фиг. 5 - блок-схема модифицированной третьей формы исполнения схемы, в которой углы выхода всех выходных лучей лазера могут регулироваться сообща; на фиг. 6 - угловая диаграмма, где представлен принцип работы схемы, изображенной на фиг. 5.

Предлагаемая схема включает луч 1 лазера, акустико-оптический элемент 2, ультразвуковые преобразователи 3, угол 4 отклонения, осцилляторы 5 постоянной частоты, задающие каскады 6, усилители 7, луч 8 лазера, выходящий из преобразователя при одной из частот, управляющие входы 9 электрических управляющих напряжений, задающие каскады 10, луч 11 лазера, выходящий из преобразователя при другой частоте, входы 12 управления задающих каскадов, входы 13 электрических напряжений, суммирующие каскады 14, смесительные каскады 15, которые имеют первый вход 16 и второй вход 17, вспомогательный осциллятор 18 с управляющим входом 19 напряжения.

Акустико-оптический элемент 2 модулятора на фиг. 1 образован из оптически прозрачной среды в форме прямоугольной призмы. Назначение акустико-оптического элемента 2 - из падающего луча 1 лазера образовать согласно определенной программы управления несколько самостоятельных выходных лучей 8 и 11 лазера.

Луч 1 лазера поступает на меньшую торцовую поверхность призмобразного акустико-оптического модулятора 2 и образует с его осью параллельно плоскости фронта волны ультразвука угол 4 отклонения, так называемый угол Брэгга. На нижней боковой плоскости акустико-оптического элемента 2 вдоль направления распространения падающего луча 1 лазера помещены несколько электрически отделенных друг от друга ультразвуковых преобразователей 3, которые в направлении луча лазера достаточно длинны для того, чтобы в акустико-оптическом модуляторе 2, как в среде, любой ультразвуковой преобразователь создавал ультразвуковое поле, которое осуществляет акустико-оптическую дифракцию света Брэгга. Если для акустико-оптической среды выбирается такой материал,

как, например вода или TeO_2 - монокристалл типа "парателлуриит" (в кристаллографическом направлении индекс Миллера 110), или Hg_2Cl_2 - монокристалл типа "каломель" (в кристаллографическом направлении индекс Миллера 110), где скорость распространения ультразвука мала, то длина ультразвукового преобразователя 3 может выбираться небольшой, предпочтительно в диапазоне 1-3 мм.

Установленный описанным образом акустико-оптический элемент 2 отличается тем, что если его ультразвуковые преобразователи 3 управляются сигналами осцилляторов соответствующей полосы по высокой частоте, то вследствие наступающих в акустико-оптической среде дифракций из входного луча 1 лазера образуются такие выходные лучи, угол выхода которых отклоняется от направления выхода падающего луча 1 лазера. Размер этого отклонения зависит от частот подведенного или подведенных к ультразвуковому преобразователю высокочастотных сигнала или сигналов управления. При управлении с указанной частотой интенсивность выходных лучей 8 и 11 лазера с соответствующим этой частоте углом выхода зависит от амплитуды управляющего сигнала указанной частоты. Это определение действительно для любого ультразвукового преобразователя 3, т.е. каждый ультразвуковой преобразователь может управляться одним или несколькими высокочастотными осцилляторами, в то время как управляющие частоты в отношении выходных лучей 8 и 11 лазера внутри определенной области действуют независимо друг от друга.

Возможен также вариант, когда несколько ультразвуковых преобразователей 3 управляются одинаковой частотой, причем каждый из них вызывает в акустико-оптической среде такую дифракцию, при которой углы выхода соответствующих выходных лучей 8 и 11 лазера совпадают с углом выхода выходного луча лазера, образованного управляемым той же частотой другим ультразвуковым преобразователем, откуда следует, что интенсивность соответствующего конкретной частоте выходного луча 8 и 11 определяется совместной амплитудой присоединенных к отдельным ультразвуковым преоб-

разователям 3, согласованных с одинаковой частотой осцилляторов.

Так как в отношении производства выходных лучей 8 и 11 лазера ультразвуковые преобразователи 3, в основном, могут рассматриваться как однородно выполненные, то акустико-оптический элемент 2 может предпочтительно устанавливаться как имеющий один-единственный ультразвуковой преобразователь повышенной мощности, и соединенные с ним высокочастотные осцилляторы осуществляют свое влияние линейно, независимо друг от друга. Ультразвуковые преобразователи 3 могут быть отделены друг от друга, так как к одному ультразвуковому преобразователю - вследствие несовершенства электрических модулей (возникновения продуктов взаимной модуляции и демпфирования суммирующих схем) - не могут быть присоединены высокочастотные осцилляторы с возможно большим числом и мощностью.

Описанные свойства проявляются не только в акустико-оптических модуляторах, показанных на фиг. 1-3 и 5, когда ультразвуковые преобразователи 3 размещены в одной плоскости боковых поверхностей призматического элемента. Они могут быть с соответствующими размерами размещены на отличных, но параллельных друг другу плоскостях, или акустико-оптический элемент 2 может быть смонтирован также из нескольких, отделенных друг от друга, но оптически связанных независимых элементах.

Может быть применен также акустико-оптический элемент, ультразвуковые преобразователи которого выполнены для образования выходных лучей лазера для упомянутого линейного наложения. Мощность управляющих ультразвуковыми преобразователями 3 высокочастотных осцилляторов должна выбираться настолько большей, чтобы можно было пренебречь действием возможной повторной дифракции на преломленные лучи; которая возникает вследствие возбужденного другим предусмотренным внутри акустико-оптической сферы элемента ультразвуковым преобразователем поля. Это условие выполняется, если вся интенсивность каждого выходящего из акустико-оптического элемента преломленного луча лазера менее 0,4-0,5-кратной интен-

сивности входного луча 1 лазера. В этом случае каждый преломленный выходной луч лазера получает энергию из энергии входного луча 1 лазера.

Акустико-оптический элемент 2 может управляться различным образом. Одинаковые в отношении управления функции элементы схемы на фиг. 1-3 и 5 ограничены штриховыми линиями. Эти элементы электрически независимы друг от друга и принимают участие в управлении различных ультразвуковых преобразователей 3. Одинаковая фигура указывает на равенство функций.

Значения частот осцилляторов 5 постоянной частоты (фиг. 1) остаются неизменными в процессе работы и отличаются друг от друга. Частоты отдельных осцилляторов 5 обозначены $f_1, f_2, \dots, f_m$. Осцилляторы 10 регулируемой частоты, осцилляторы 5, выполнены таким образом, что их рабочие частоты могут регулироваться в зависимости от соединенных с соответствующими определяющими частоту входами 13 электрических напряжений в пределах значений частот. Полосы рабочих частот отдельных осцилляторов 10 регулируемой частоты целесообразно выбирать без перекрытий, так, чтобы, например, полоса частот первого осциллятора 10 определялась предельными значениями частот fa_1 и fa_2 , и соответственно полоса частот n -го осциллятора определяется fn_1 и fn_2 .

К каждому высокочастотному осциллятору 5 и 10 соответственно присоединено по одному задающему каскаду 6. В простейшем случае задающие каскады 6 реализуются с электронным выключателем, который в зависимости от присоединенных к соответствующим управляющим входам 9 электрических управляющих напряжений направляет дальше сигнал осциллятора или прерывает ему путь. Эти задающие каскады 6 могут быть смонтированы так, чтобы помимо разрешения и запрещения поступательного движения изменялось бы поданное напряжение осцилляторов. Входы 12 управления задающих каскадов согласованы с осцилляторами 10 регулируемой частоты.

Каждый задающий каскад 6 через усилитель 7 присоединен к ультразвуковому преобразователю 3 акустико-оптического элемента. Усилители 7 повышают выходное напряжение осциллято-

ров до соответствующего уровня и отделяют осцилляторы от ультразвуковых преобразователей 3.

При включении схемы согласно фиг. 1 каждый осциллятор 5 регулируемой частоты соответственно создает один выходной луч лазера, угол выхода α которого зависит от заданной постоянной частоты соответствующих осцилляторов. Если полосы частот осцилляторов 10 регулируемой частоты не перекрывают друг друга и отличаются от значений частот осцилляторов 5 постоянной частоты, то каждый осциллятор 10 создает лучи 11 лазера с регулируемыми углами выхода. Эти углы выхода лучей 8 и 11 лазера изменяются во время работы в пределах области угла, соответствующей полосам рабочих частот согласованных с ними осцилляторов 10. При наличии приведенных условий углы выхода каждого выходного луча 8 и 11 лазера различны, т.е. пути выходных лучей лазера не пересекаются. Влияющее на задающие каскады 6 управление, а также управление определяющих частоту входов 13 могут воздействовать на ход выходных лучей лазера в зависимости от требуемой цели.

Схема на фиг. 2 отличается от предыдущей тем, что между задающими каскадами 6 и усилителями 7 предусмотрены суммирующие каскады 14, являющиеся линейными суммирующими схемами с несколькими входами, причем к каждому входу присоединен выход задающего каскада 6. Применение суммирующих каскадов 14 позволяет увеличить число присоединяемых к ультразвуковому преобразователю 3 осцилляторов до количества входов суммирующих каскадов. В приведенном на фиг. 2 случае каждый суммирующий каскад 14 имеет m входов и из осцилляторов 5 постоянной частоты образовано n групп, откуда получают частоту последнего осциллятора для f_m , причем $M = n \cdot m$.

Входы согласованного с последним ультразвуковым преобразователем 3 суммирующего каскада 14 соединены с задающим каскадом 6, с которым согласован осциллятор 10 регулируемой частоты. Если суммирующие каскады 14 являются линейными элементами и каждый ультразвуковой преобразователь 3 эквивалентен акустико-опти-

ческому элементу 2 в отношении возбужденных выходных лучей лазера, работа схемы на фиг. 2 не отличается от работы схемы на фиг. 1, за исключением возможности присоединения нескольких осцилляторов.

Отличие схемы на фиг. 3 от предыдущей в том, что осцилляторы 10 регулируемой частоты не присоединены к одному-единственному сумматору 14 и через него - к совместному ультразвуковому преобразователю 3, а один из входов каждого сумматора 14 соединен с одним из осцилляторов 10. Число входов суммирующих каскадов 14 на фиг. 3 на единицу больше, чем на фиг. 2.

Из описанного условия линейности вытекает возможность образования нескольких комбинаций, причем соответственно один сумматор может быть соединен с несколькими осцилляторами 10 и т.д. В простейшем случае число ультразвуковых преобразователей 3 одного акустико-оптического элемента 2 не более двух, причем один соединен с одним из осцилляторов 5 постоянной частоты, другой же с осциллятором 10 регулируемой частоты. Не сложнее и случай, когда акустико-оптический элемент 2 содержит лишь один ультразвуковой преобразователь 3, к которому присоединен один из суммирующих каскадов 14, так что один из входов соединен с осциллятором 5 постоянной частоты, а другой - с осциллятором 10 регулируемой частоты. На практике наиболее целесообразно применение по меньшей мере 7-ми осцилляторов постоянной частоты.

В показанном на фиг. 4 примере управления представлено прохождение по времени выходящих из акустико-оптического элемента 2 лучей лазера постоянного 8 и переменного 11 углов. Управление согласно фиг. 4 может быть реализовано по какой-либо из схем фиг. 1-3.

Согласно диаграмме управления одиннадцати лазерных лучей неизменного угла выхода и трех лазерных лучей переменного угла выхода (фиг. 4) левая вертикальная ось указывает угол выхода, а правая - соответствующие частоты осциллятора. Частоты осцилляторов 5 постоянного значения частоты расчленяются на две группы: первая группа включает частоты

$f_1, \dots, f_4$, которые занимают полосу частот развертки 8b, вторая группа частоты $f_5, \dots, f_{11}$, которые приходятся на полосу 8a. В полосах 8a

и 8b содержатся все выходные лучи лазера постоянных углов выхода. Согласованные с ними задающие каскады 6 могут при этом оказывать влияние лишь на стирание и соответственно возникновение, например, интенсивности линии дорожки. Все выходные лучи 11 лазера регулируемого угла выхода (на фиг. 4 три выходных луча) соответственно занимают диапазон углов 11a, 11b и 11c.

Как видно из фиг. 4, к определяющим частоту входов 13 осцилляторов 10 регулируемой частоты присоединяются напряжения треугольной формы различных частот. Если все лучи лазера отклоняются параллельно оси времени по фиг. 4, то диаграмма указывает линии дорожки лучей лазера. Если частоты напряжений треугольной формы достаточно велики, то лучи 11 лазера переменного угла освещают соответственно одну целую полосу, что является предпочтительным в указанных случаях применения (например, выделение расстояния между строками или выделение полосы). Разумеется, возможно и перекрывание отдельных полос друг с другом или возникновение между ними пустых зон.

Схема на фиг. 5 базируется, в основном, на принципе коммутации согласно фиг. 3. Различие состоит в том, что между суммирующими каскадами 14 и усилителями 7 включены смесительные каскады 15, каждый из которых имеет первый вход 16 и второй вход 17. Каждый первый вход 16 соединен с выходами согласованных со смесительными каскадами суммирующих каскадов. Все вторые входы 17 соединены друг с другом и присоединены к выходу вспомогательного осциллятора 18 управляемой частоты. Частоту вспомогательного осциллятора 18 управляемой частоты можно изменять в пределах полосы между значениями частот F_1 и F_2 с помощью присоединенного к управляющему входу 19 напряжения. Смесительные каскады 15 создают разностную или суммарную частоту поданных к их первому входу 16 и второму входу 17 высокочастотных сигналов. Результат этого смешивания управляет ультразву-

ковыми преобразователями 3 акустико-оптического элемента. Целесообразно, чтобы усилители 7 были согласованными полосовыми усилителями, которые оставляют ультразвуковым преобразователям 3 лишь продукты частот, приходящиеся на желаемую полосу, так как ультразвуковые преобразователи так или иначе обладают свойствами запирающей полосы. Предпочтительно такой выбор частот, чтобы разностные частоты приходились на полезную полосу ультразвуковых преобразователей 3.

На фиг. 6, как и на фиг. 4, показана временная зависимость выходных лучей лазера, но для схемы согласно фиг. 5, причем к управляющему входу 19 вспомогательного осциллятора приложено управляющее напряжение с характерным прохождением во времени, и частота следует за этим напряжением. Из фиг. 6 видно, что показанная на фиг. 4 форма линии имитирует изменения управляющего напряжения вспомогательного осциллятора, так что все выходные лучи лазера одновременно смещаются в одинаковой мере. Это смещение целесообразно применять для общей коррекции и соответственно точной регулировки положения выходных лучей лазера. В случае применения акустико-оптического модулятора в лазерном знакогенераторе выходные лучи лазера определяют, например, вертикальные точки одной формы или одного знака, а вертикальная относительно направления распространения развертка лучей образует запись последовательности знаков. Путем управления вспомогательным осциллятором 18 можно точно регулировать положение знаков (например, вертикальное положение).

Вариант осуществления схемы согласно фиг. 4 и 6 делает возможным возникновение наряду с выходящими с постоянным углом выхода из акустико-оптического элемента 2 лучами лазера, выходных лучей лазера с переменным положением угла (т.е. линия дорожки) в той же выходной плоскости, и регулирование положения угла всех выходных лучей лазера при сохранении выходной плоскости (т.е. в пределах ее). Обе возможности могут быть многократно использованы в большинстве обычных случаев применения акустико-оптичес-

ких модуляторов, в особенности в лазерных знакогенераторах, оптических записывающих устройствах или лазерном факсимиле.

Формула изобретения

1. Схема управления лазерным лучом, основывающаяся на дифракции Брэгга, которая содержит акустико-оптический элемент, по меньшей мере, один ультразвуковой преобразователь, высокочастотные осцилляторы в полосе ультразвуковых частот, соединенные через соответствующие задающие каскады по меньшей мере одним ультразвуковым преобразователем, и при этом каждый задающий каскад имеет управляющий вход, состоянием которого задается амплитуда сигнала соответствующего осциллятора, отличающаяся тем, что, с целью расширения функциональных возможностей путем перестройки угла выхода лазерного луча, по меньшей мере один осциллятор выполнен с регулируемой частотой и содержит определяющий частоту вход.

2. Схема управления по п. 1, отличающаяся тем, что к каждому ультразвуковому преобразователю через совместные суммирующие каскады присоединены несколько задающих каскадов.

3. Схема управления по п. 2, отличающаяся тем, что к каждому совместному суммирующему каскаду присоединен по меньшей мере один согласованный с осциллятором регулируемой частоты задающий каскад.

4. Схема управления по пп. 1-3, отличающаяся тем, что ультразвуковые преобразователи присоединены к выходам задающих каскадов через усилители.

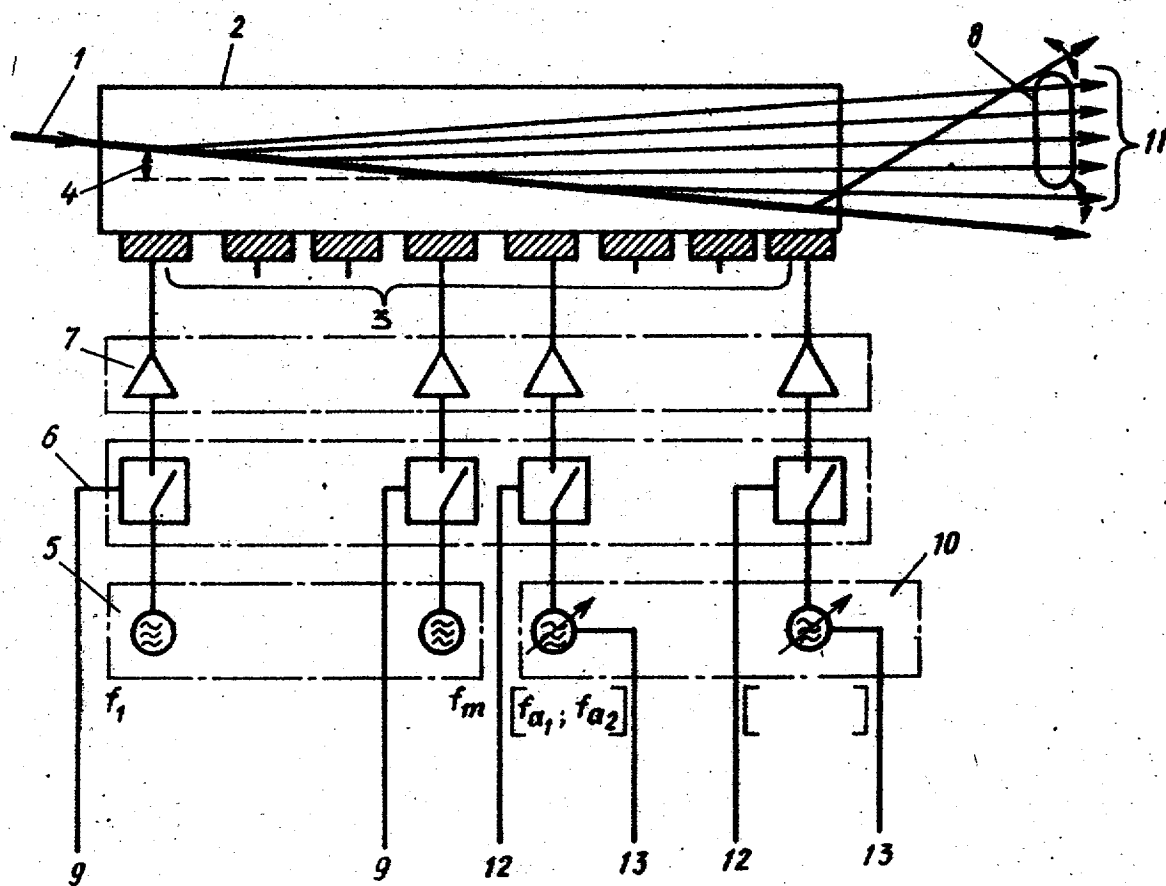
5. Схема управления по пп. 1-4, отличающаяся тем, что в нее введен один вспомогательный осциллятор, а входы всех усилителей соответственно через смесительный каскад присоединены к вспомогательному осциллятору управляемой частоты.

Источники информации,

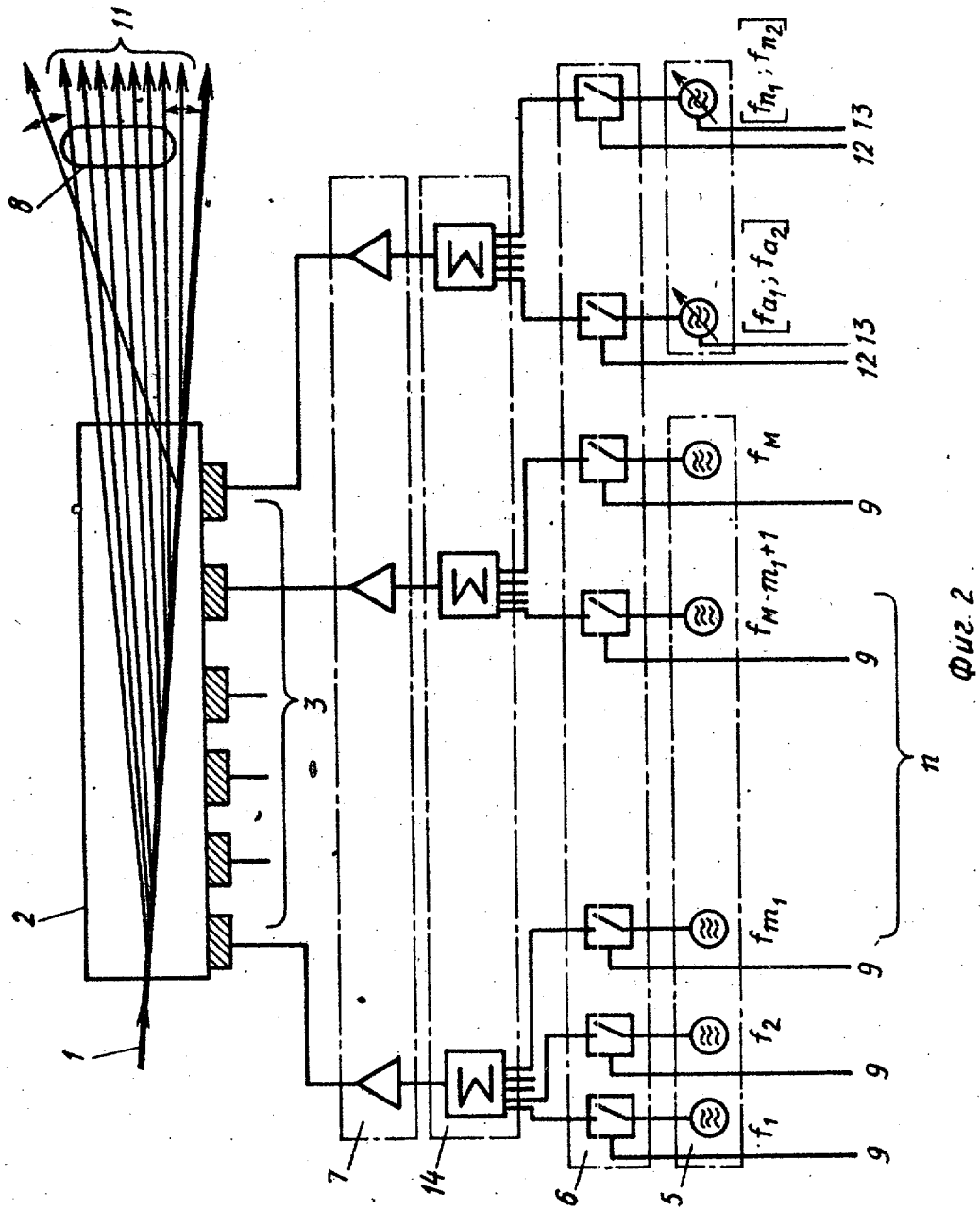
принятые во внимание при экспертизе

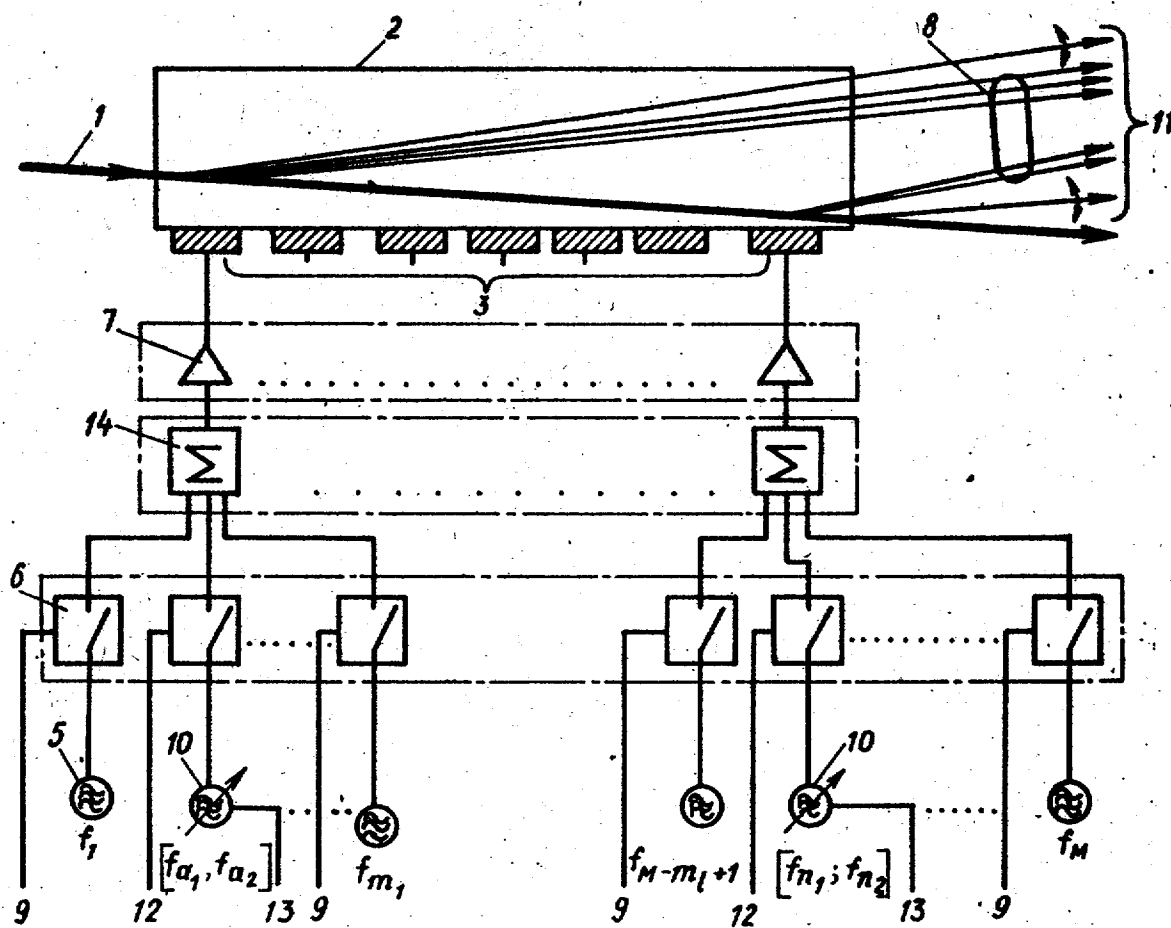
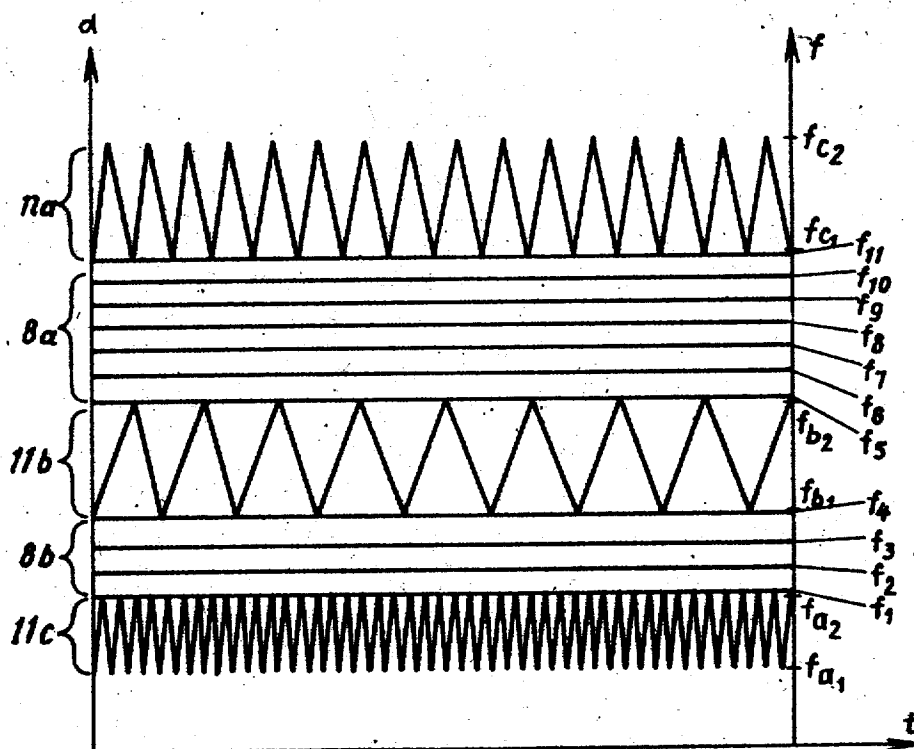
1. Ребрин Ю.Е. Управление оптическим лучом в пространстве. М., "Советское радио", 1977, с. 138.

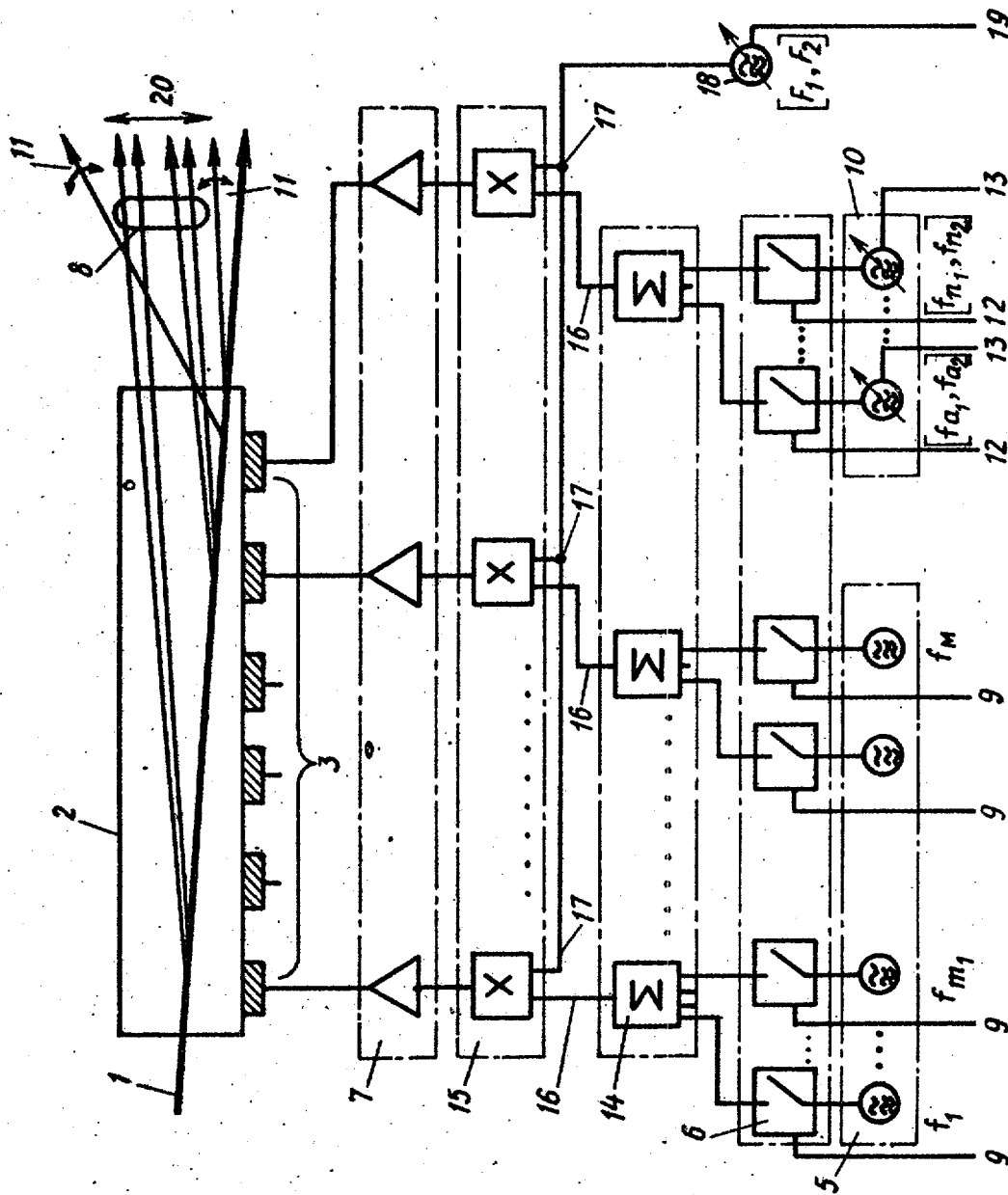
2. Заявка ФРГ № 2755575, кл. G 02 F 1/33, 1979 (прототип).



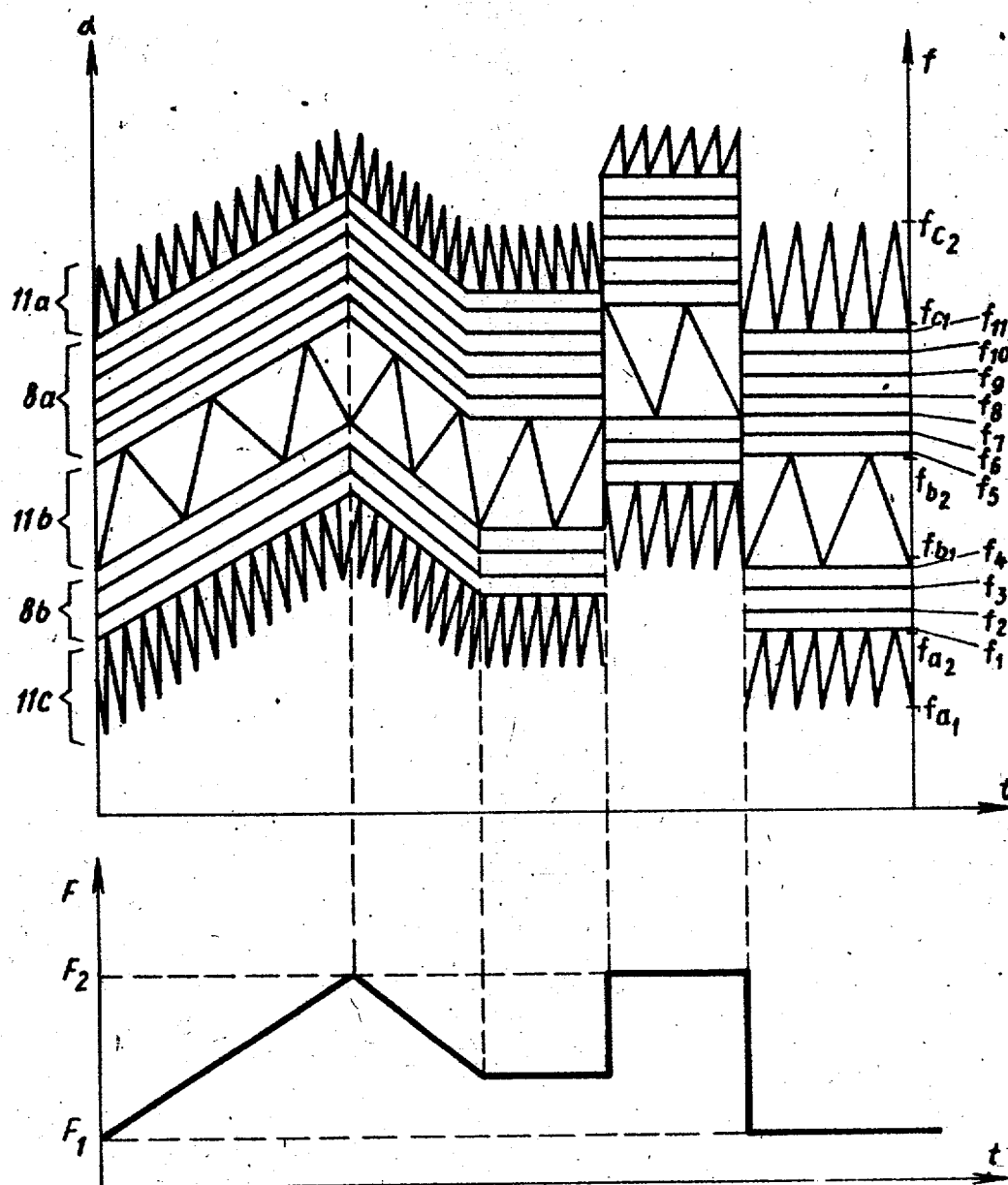
Фиг. 1



 $\Phi u 2.3$  $\Phi u 2.4$



Фиг. 5



Фиг. 6

Редактор Н.Егорова Составитель В.Масленников Корректор А.Гриценко
 Техред М.Гергель
 Заказ 9977/79 Тираж 518 Подписное
 ВНИПИ Государственного комитета СССР
 по делам изобретений и открытий
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5
 филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4