



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

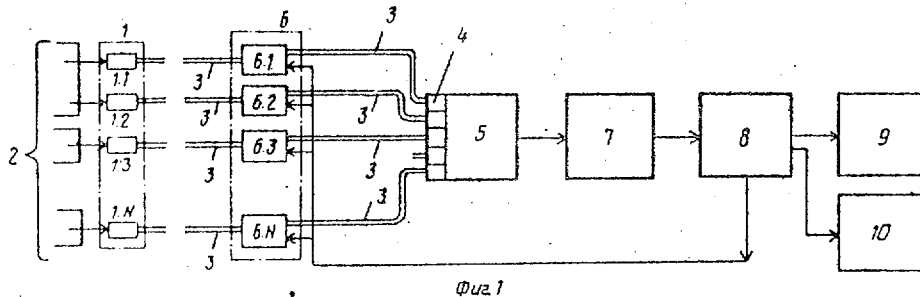
- (46) 23.01.93. Бюл. № 3
(21) 4629875/21
(22) 05.12.88
(71) Минский радиотехнический институт
(72) Н.И. Домаренок, И.Г. Мороз,
А.П. Достанко, Г.К. Огнев, И.Г. Войтенко,
Ю.Ч. Гайдукевич, В.М. Марченко,
Г.Г. Берестнев, А.П. Рудаковский
и А.В. Карлович

(56) Патент ФРГ № 3133822,
кл. G 01 J 5/08, 1983.
Авторское свидетельство СССР
№ 1249346, кл. G 01 J 5/22, 1985.

(54) МНОГОКАНАЛЬНАЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

(57) Изобретение относится к электроизмерительной технике и может быть использовано для многоточечного контроля физических параметров как одного, так и нескольких объектов контроля. Цель изобретения - упрощение устройства и расширение области его исполь-

2
зования - достигается тем, что в устройстве, содержащее первичные датчики 1.1, ..., 1.N, размещенные на объектах 2 контроля, многоканальную линию 3 связи, коммутатор, согласующий блок 7, блок 8 вычисления и управления и символьный дисплей 9, введены управляемые оптические аттенуаторы 6.1, ..., 6.N и графический дисплей 10. Многоканальная линия 3 связи выполнена волоконно-оптической, коммутатор содержит матрицу 4 градиентных микролинз, сопряженную с растровым телевизионным преобразователем 5 изображения. Использование единого преобразователя светового сигнала в электрический позволяет упростить устройство. Расширение области использования достигается путем увеличения динамического диапазона за счет возможности измерения параметров нескольких объектов контроля и за счет оперативности и удобства представления измерительной информации. 2 з.п.ф-лы. 6 ил.



Изобретение относится к электронизмерительной технике и может быть использовано для многоточечного контроля физических параметров (температуры, давления, расхода газовых и жидких сред, толщины диэлектрических пленок в процессе нанесения, параметров перемещения при позиционировании, напряженности магнитного и электрического полей и др.) технологических процессов и их распределений как в пределах одного замкнутого технологического объема, так и одновременно на нескольких технологических объектах.

Целью изобретения является упрощение устройства и расширение области его использования за счет обеспечения стабильности и широкого динамического диапазона измерений, а также оперативного получения информации о распределении параметров на контролируемом объекте или о состоянии нескольких одновременно контролируемых объектов.

На фиг.1 представлена структурная схема устройства; на фиг.2 - блок-схема блока управляемых оптических attenuаторов с эскизным чертежом конструкции одного элемента блока; на фиг.3 - разрез А-А на фиг.2; на фиг.4 - структура изображения, формируемого на экране дисплея; на фиг.5 и 6 - примеры использования устройства в качестве полихроматического спектрометра и высокоточного измерителя угла поворота вала.

Устройство содержит блок 1 первичных датчиков 1.1,...1.N, установленных на контролируемых объектах 2, многоканальную волоконно-оптическую линию 3 связи, коммутатор, состоящий из матрицы 4 градиентных микролинз, сопряженной с растровым телевизионным преобразователем 5 изображения, блок 6 управляемых оптических attenuаторов 6.1,...6.N, согласующий блок 7, блок 8 вычисления и управления, символьный и графический дисплей 9 и 10, причем выходы первичных датчиков 1.1,...1.N через соответствующие attenuаторы 6.1,...6.N с помощью линии 3 связи соединены с соответствующими ячейками матрицы 4, выход преобразователя 5 через согласующий блок 7 соединен с входом блока 8 вычисления и управления, первый выход которого соединен с входом символьного дисплея 9, второй выход - с входом графического дисплея 10, а управляю-

щий выход - с управляемыми входами блока attenuаторов 6.1,...6.N.

В качестве первичных датчиков 1.1,...1.N могут быть использованы различные волоконно-оптические преобразователи амплитудного типа, т.е. изменяющие интенсивность светового потока, проходящего через световод, помещенный в зону контроля, в результате изменения контролируемого физического параметра объекта (температура, давление, расход газа или жидкости и др.), а также различные оптические элементы (например, микролинзы и объективы), направляющие в световод переменный световой поток от объекта (собственный или отраженный), по которому измеряются соответствующие параметры этого объекта (например, температура объекта или толщина наращиваемых диэлектрических пленок, контролируемых интерференционным методом с помощью лазерного зонда).

В качестве преобразователя 5 в устройстве можно использовать телевизионную передающую трубку типа видикон со световолоконным входным окном, на внутреннюю сторону которого нанесен фоточувствительный слой. Вместо передающей трубки может быть использован ее твердотельный аналог - фотоПЗС. Эти фотоэлектронные приборы широко используются в телевизионной - технике преобразования и передачи изображений на расстояние, а также в тепловидении - технике визуализации инфракрасного изображения, несущего информацию о тепловом распределении на поверхности наблюдаемого объекта, в качестве преобразователя излучения в электрический сигнал.

Каждый из attenuаторов 6.1,...6.N (фиг.2) состоит из нескольких электро-механических бистабильных волоконно-оптических переключателей (на фиг.2 показаны три переключателя, хотя их число может быть любым, определяемым степенью и дискретностью ослабления светового потока, необходимого в каждом конкретном случае) с подвижным входным световодом 11, двумя жестко закрепленными выходными световодами 12 и 13, объединенными в общий выходной световод 14. На торцах световодов 11-13 имеются градиентные линзы 15, одна из которых, принадлежащая подвижному входному световоду 11, обрамлена втулкой 16 из ферромагнитного ма-

тернала (например, никель или сталь), что позволяет перемещать незакрепленный торец входного световода с градиентной линзой в магнитном поле между двумя электромагнитами 17 и 18, подключенными через электрические контакты 19 к управляющему входу блока аттенуаторов $6.1, \dots, 6.N$, который соединен с соответствующим управляющим выходом блока 8 вычисления и управления (фиг.1). В одном из двух возможных положений торца входного световода 11 с градиентной линзой 15 световой поток из него беспрепятственно проходит в жестко закрепленный выходной световод 12 и далее в общий выходной световод 14. В другом положении световой поток из входного световода 11 поступает в выходной световод 13 через фильтр 20, ослабляющий этот световой поток, и далее в общий выходной световод 14.

Последовательное включение таких переключателей, входящих в состав блока аттенуаторов $6.1, \dots, 6.N$, позволяет ступенчато уменьшать световой поток, поступающий на преобразователь 5 по соответствующему каналу линии 3 связи, что является средством расширения динамического диапазона контроля параметров объектов 2 контроля.

Согласующий блок 7 включает в себя набор блоков телевизионной передающей камеры, необходимых для функционирования преобразователя 5, и аналого-цифровой преобразователь для ввода изображения в блок 8 вычисления и управления.

Блок 8 вычисления и управления (микроЭВМ) используется в устройстве для обработки и преобразования видеoinформации, отображаемой на экране символьного дисплея 9, вычисления контролируемых параметров исследуемых объектов и управления блоком 6 управляемых оптических аттенуаторов.

Символьный дисплей 9 - это стандартный блок ЭВМ, используемый для отображения цифровой и другой символьной информации, получаемой в результате вычислений. Графический дисплей 10 - это стандартное цветное видеоконтрольное устройство, используемое в системах отображения аналогового телевизионного видеосигнала, а также цифровой графической и символьной инфор-

мации. На экран 21 (фиг.4) дисплея 10 выводятся информационные поля 22 и матричное изображение 23, ячейки которого скомпонованы в таком же порядке, как и ячейки матрицы 4 на фоточувствительном элементе преобразователя 5.

Многоканальная измерительная система работает следующим образом.

Первичные датчики $1.1, \dots, 1.N$, установленные на контролируемом объекте 2 (или нескольких объектах), преобразуют физические характеристики объекта (например, давление в технологическом объеме или расход газа или жидкости технологической среды) в модулированный по амплитуде оптический сигнал. Некоторые параметры объекта контроля, такие, как температура, характеризуемая плотностью собственного излучения, или толщина наносимых тонкопленочных слоев, зондируемых лазерным пучком, регистрируются непосредственно как модулированный по яркости оптический сигнал (без дополнительного преобразования) путем оптического ввода потока излучения от объекта в световодный канал с помощью микрообъектива.

Оптический сигнал от каждого первичного датчика блока 1 первичных датчиков передается по отдельному световоду линии 3 связи на преобразователь 5, который преобразует его в электрический сигнал, модулированный по амплитуде.

Динамический диапазон чувствительности преобразователя 5, работающего в постоянном режиме без автоматической регулировки яркости, как правило, не превышает 40-50 дБ, что явно недостаточно для контроля, например, температуры в диапазоне от 800 до 4000°С, где перепад оптического сигнала может составлять 60-120 дБ. Нахождение оптических сигналов различных каналов линии 3 связи в двух крайних точках такого динамического диапазона приведет к потере информации одного из каналов после преобразования этих сигналов преобразователем 5, при его работе в постоянном режиме с максимальной чувствительностью потеряется информация из оптического канала с максимальным уровнем яркости, а при работе в режиме автоматической регулировки чувствительности, настроенном по максимальному оптическому сигналу, по-

теряется информация канала с минимальным уровнем оптического сигнала. Регулировать же чувствительность отдельных fotocувствительных элементов преобразователя 5 не представляется возможным.

Для решения этой задачи, т.е. расширения динамического диапазона измерений, оптический сигнал, несущий информацию о контролируемых параметрах исследуемых объектов, прежде чем попасть на соответствующий fotocувствительный участок преобразователя 5, в каждом световодном канале линии 3 связи проходит через свой индивидуальный attenuator 6.1, ..., 6.N, где он ослабляется на величину, строго определенную и учтенную в дальнейших расчетах с помощью блока 8 вычисления и управления.

Оптические сигналы из всех световодных каналов линии 3 связи после их attenuation системой блоков 6 оптических attenuatorов, нормирующей их в едином диапазоне чувствительности преобразователя 5, объединяются в пространственную решетку (матричное изображение) с помощью матрицы 4, имеющей непосредственную оптическую связь (механический контакт) с входным окном преобразователя 5. На его выходах формируется электрический сигнал, характеризующий пространственное распределение яркости в плоскости матрицы 4. В согласующем блоке 7 из этого сигнала формируется стандартный телевизионный видеосигнал, который затем преобразуется в цифровую форму и вводится в блок 8 вычисления и управления для обработки, преобразования и извлечения информации о физических параметрах объектов, а также накопления и хранения этой информации.

Алгоритм работы блока 8 вычисления и управления заключается в том, что он анализирует амплитуду видеосигнала в каждой ячейке матричного изображения и, если этот сигнал находится за пределами некоторого верхнего порогового значения, то он формирует на соответствующем управляющем выходе сигнал для включения ослабления светового потока одного из attenuatorов 6.N, сигнал канала которого превысил пороговый уровень. Если при этом уровень электрического сигнала остался еще выше порогового уровня, то на соответствующем управляющем вы-

ходе блока вычисления и управления появится еще один сигнал для включения дополнительного ослабления светового потока в другом оптическом переключателе того же attenuatorа 6.N, последовательно включенного с предыдущим оптическим переключателем.

После того, как сигнал ячейки изображения будет таким образом нормализован, т.е. приведен в границы линейной передаточной характеристики (характеристики свет-сигнал) преобразователя 5, блок 8 вычисления и управления вычисляет степень ослабления светового потока данного оптического канала и учитывает ее в расчете значения физического параметра, контролируемого по данному каналу. Если в последующие моменты сигнал в канале будет снижаться ниже минимального порогового значения, то блок 8 вычисления и управления произведет в обратном порядке изменение степени ослабления с помощью оптических переключателей того же attenuatorа 6.N.

Такой алгоритм регулировки блока 8 вычисления и управления осуществляется параллельно по каждому каналу линии 3 связи attenuatorа 6.N.

Другие алгоритмы работы блока 8 вычисления и управления заключаются в вычислении значений физических параметров контролируемых объектов по величине видеосигнала соответствующей ячейки матричного изображения и степени ослабления оптического сигнала в соответствующем канале волоконно-оптической линии связи. Эти алгоритмы индивидуальны для каждого физического параметра и построены на основе специальных математических моделей, связывающих эти физические параметры с измеряемыми параметрами и параметрами регулировки.

Расчет физических параметров контролируемых объектов по величине измеренного видеосигнала и степени ослабления светового потока в световодном канале блок 8 вычисления и управления может также осуществлять и с помощью предварительно полученных градуировочных характеристик, хранящихся в табличной форме в его запоминающем устройстве. Градуировка многоканальной измерительной системы осуществляется путем ввода в световодный канал волоконно-оптической линии связи кодированного потока излучения (па-

В качестве демонстрации расширения области использования данного устройства на фиг. 5 и 6 представлены структурные схемы полихроматического спектрометра и высокочастотного измерителя угла поворота вала. В данных примерах в качестве линии 3 связи используется многожильный световод с различной геометрией двух своих торцов: входной торец спрессован в линейку, а выходной - в квадратную матрицу, причем строки этой матрицы представляют собой регулярно уложенные последовательные фрагменты входного однострочного торца. Это позволяет компактно упаковать длинную линию полиспектра, полученного с высоким разрешением, на фотоприемник ограниченных размеров.

Устройство ввода в ЭВМ угла поворота вала (фиг. 6) отличается не только своей высокой точностью ввиду многократности вводимой информации, но и относительной простотой, связанной с использованием лишь одного датчика для съема информации и упрощенной дальнейшей ее обработке (единный канал преобразования, оцифровки и ввода в ЭВМ).

Таким образом, по сравнению с известными, данное устройство упрощено за счет применения вместо множества вторичных функциональных преобразователей с отдельными каналами обработки электрического сигнала и коммутатора этих сигналов одного единственного преобразователя, одновременно служащего коммутатором сигналов первичной информации. По сравнению с прототипом область использования данного устройства расширена за счет возможности контроля множества разнородных физических параметров как на одном, так и на множестве объектов контроля. При этом обеспечены широкий динамический диапазон измерений за счет использования в каждом волоконно-оптическом канале управляемых оптических attenuаторов, стабильность измерений за счет использования в качестве attenuаторов бистабильных волоконно-оптических переключателей, оперативность получения информации о состоянии множества контролируемых объектов за счет вывода на экран графического дисплея яркостной или цветной картины, мгновенно отображающей

распределение значений контролируемых параметров.

- Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я
1. Многоканальная измерительная система, содержащая N первичных датчиков, многоканальную линию связи, последовательно соединенные коммутатор, согласующий блок, блок вычисления и управления и символьный дисплей, отличающаяся тем, что, с целью упрощения устройства и расширения области его использования за счет увеличения динамического диапазона, в нее введены N управляемых оптических attenuаторов, многоканальная линия связи выполнена волоконно-оптической, коммутатор выполнен в виде растрового телевизионного преобразователя изображения, сопряженного с матрицей градиентных микролинз, причем выходы первичных датчиков через соответствующие управляемые оптические attenuаторы соединены с помощью соответствующих каналов многоканальной волоконно-оптической линии связи с соответствующими входами коммутатора, соединенными с ячейками матрицы градиентных микролинз, выход растрового телевизионного преобразователя изображения соединен с выходом коммутатора, управляющие выходы блока вычисления и управления соединены с соответствующими управляющими входами управляемых оптических attenuаторов.
2. Система по п.1, отличающаяся тем, что, с целью повышения стабильности измерений, управляемые оптические attenuаторы содержат несколько последовательно соединенных бистабильных волоконно-оптических переключателей, каждый из которых содержит подвижный входной световод и два неподвижных световода, объединенных в один выходной световод, причем один из неподвижных световодов содержит оптический фильтр для ослабления светового потока.
3. Система по п.1, отличающаяся тем, что, с целью оперативного получения информации о распределении значений параметра одного или нескольких объектов контроля, в него введен графический дисплей, вход которого соединен с вторым выходом блока вычисления и управления, ячейки матричного изображения на экране

пример, от модели абсолютно черного тела) с известным физическим параметром (температурой в данном случае). Постоянное изменение этого параметра с одновременным вводом его значения в блок 8 вычисления и управления в измерение при этом соответственно изменяющейся амплитуды видеосигнала позволяет накопить в памяти блока 8 вычисления и управления градуировочную таблицу, используя значения которой в режиме измерения, блок 8 вычисления и управления рассчитывает действительное значение физического параметра.

Измерение с помощью предлагаемого устройства можно осуществлять также путем прямого сравнения уровней видеосигнала контролируемого и эталонного каналов. Алгоритм работы блока 8 вычисления и управления при этом заключается в сравнении амплитуд видеосигналов от двух точек матричного изображения, относящихся к контролируемому и эталонному каналам, выдачи сигнала разности для регулятора контролируемого параметра эталонного объекта, определения момента совпадения уровней видеосигналов данных каналов и приема от образцового измерителя параметров эталонного объекта информации о действительном значении контролируемого параметра эталонного объекта, который в данном случае будет равен этому же параметру контролируемого объекта.

Возможны и другие алгоритмы расчета физических параметров контролируемых объектов с помощью блока 8 вычисления и управления. Выбор этих алгоритмов, ввод текущей и дополнительной информации для расчетов, а также вывод различной цифровой и символьной информации осуществляется с помощью символического дисплея 9, наблюдаемого для работы с блоком 8 вычисления и управления в диалоговом режиме.

Результаты расчета физических параметров контролируемого объекта, появляющиеся и постоянно обновляющиеся в оперативной памяти блока 8 вычисления и управления, могут быть также выведены в знако-символьном и графическом виде на экран 21 (рис. 4) графического дисплея 10 или любого выбранного канала в специальном информационном поле 22, а также преобразованы в цифровой или аналоговый видеосигнал и представлены в виде изображения на

экр. 23, аналогичной изображению матрицы 4 и яркости фоточувствительного элемента преобразователя 5. Яркость или цвет отдельных ячеек этого изображения дает оперативную информацию о значении контролируемых физических параметров объектов, вычисленных с помощью блока 8 вычисления и управления, так как она в этом случае представляет собой информацию по всем контролируемым каналам.

Изображение 21 (рис. 4) содержит информационные поля 22, в которых представляются результаты обработки матричного изображения 23. Вдоль вертикальной и горизонтальной границ матричного изображения 23 оператором вручную вводятся соответствующие маркерные метки 24, обозначающие местоположение линий пересечения матричного изображения 23, вдоль которых в левом и правом боковых информационных полях выводится графика профилей распределения контролируемых параметров. В центре изображения идентифицируются в яркой или темной матричной области изображения 23. Работу в градуировочном режиме осуществляет в памяти блока 8 вычисления и управления, а также может производиться по этим данным задание конкретного физического параметра. Точка пересечения выделенных маркерных меток 24 отмечается маркером 25, которое обозначает точку на изображении, для которой и вычисляется поле (в режиме прямого) соответствующее числовое значение амплитуды видеосигнала или непосредственно контролируемого параметра и координаты этой точки на матричном изображении (так же представляется и матричное значение амплитуды видеосигнала по всей полю матричного изображения 23).

Цветное изображение уровней яркости матричного изображения 23 расширяет качественные представления о нем от этого изображения информации, улучшая эффективность оперативного контроля. Благодаря изображению с тем самым усиливается оперативность контроля. Визуально анализируя такое изображение, можно быстро оценить состояние всех контролируемых объектов либо получать информацию об однородности распределения какого-то одного параметра на контролируемом объекте (при непосредственном контроле одного объекта).

графического дисплея расположены в соответствии с ячейками матрицы градиентных микролинз относительно растрового телевизионного преобразователя

для изображения, причем измеряемая информация представлена яркостью или цветом отдельных ячеек изображения на экране графического дисплея.

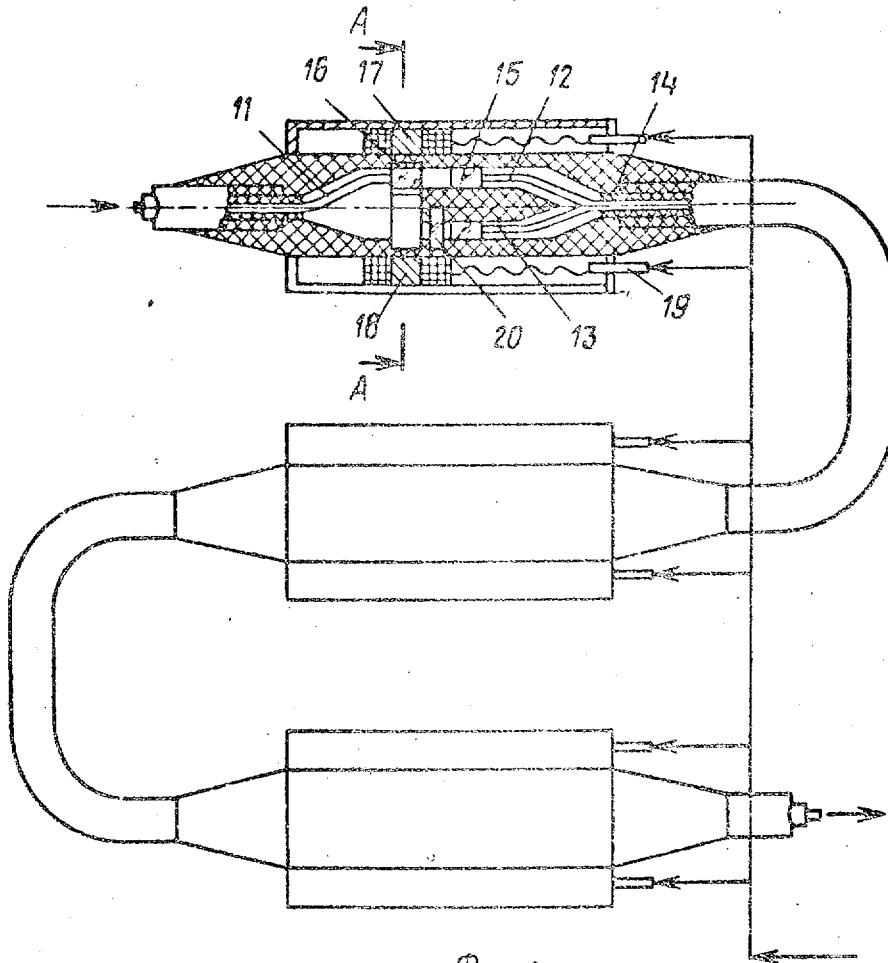


Fig. 2

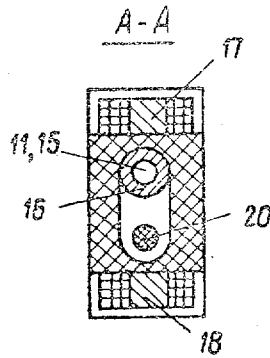
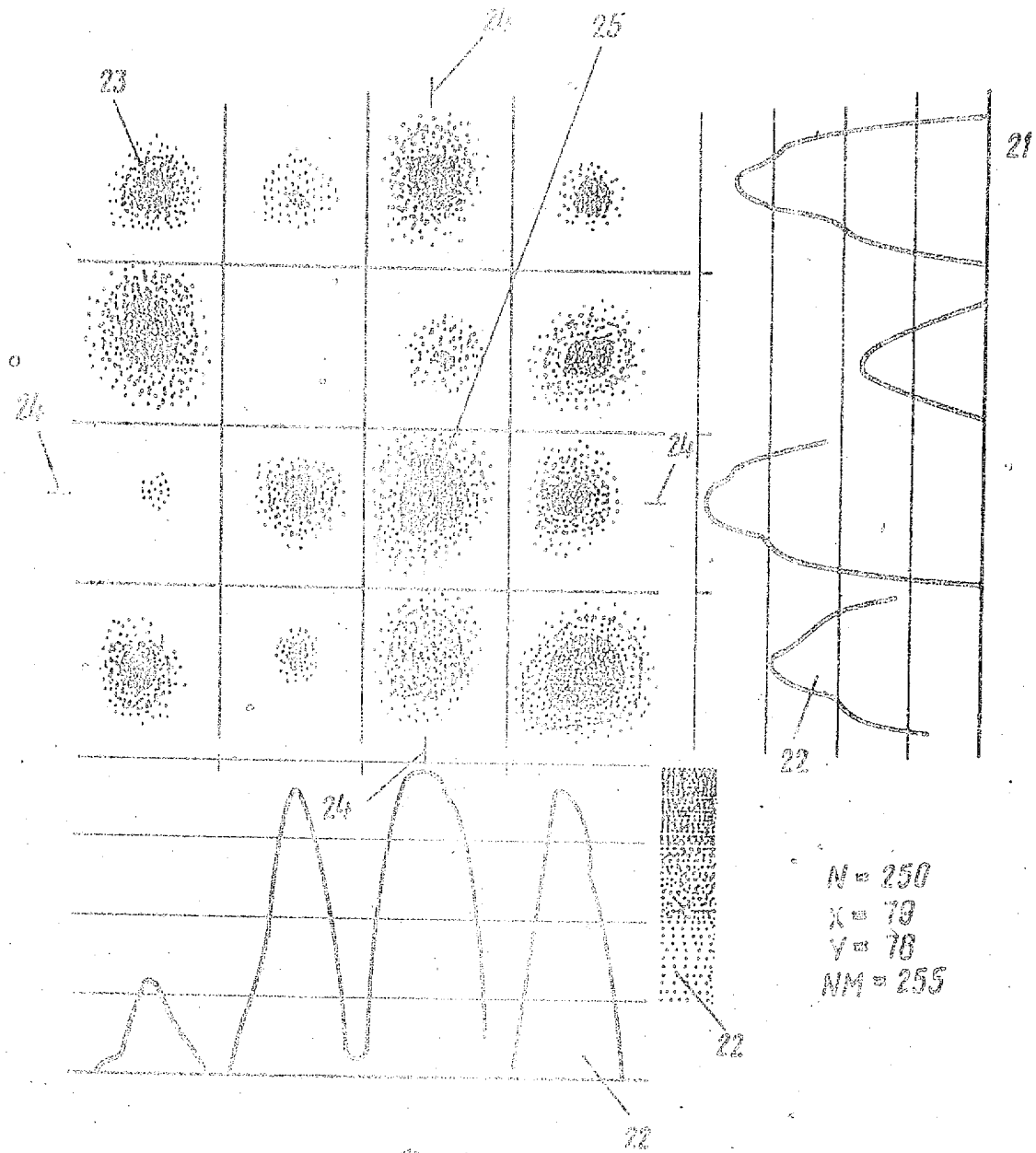


Fig. 3



$N = 250$
 $X = 79$
 $Y = 76$
 $NM = 255$

Fig. 4

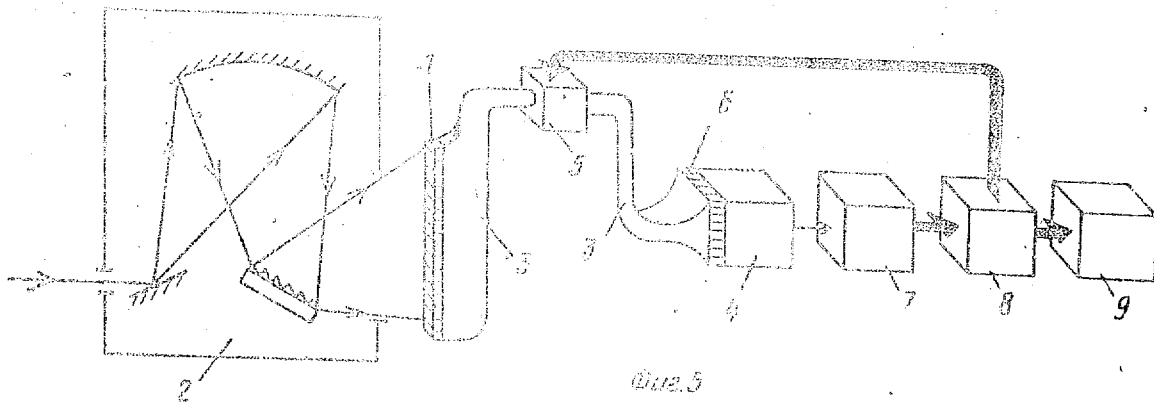


Fig. 5

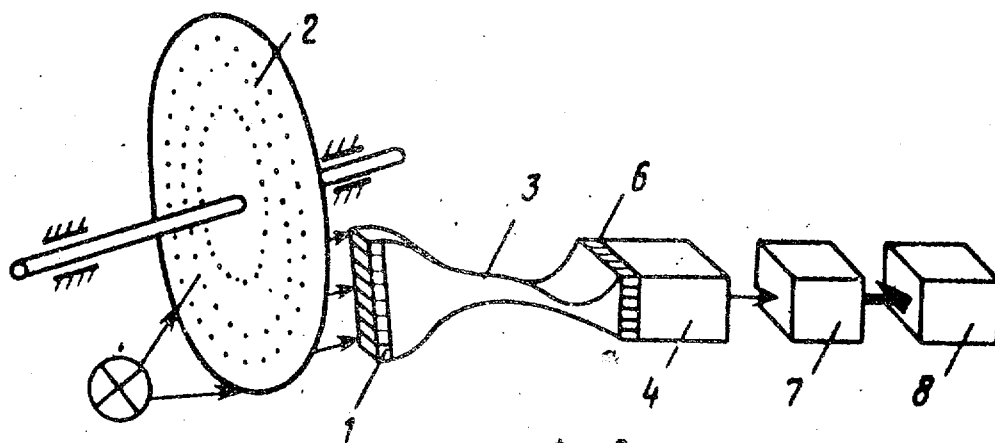


Fig. 5

Редактор Т. Лошкарева

Составитель М. Хаенко

Техред Л. Сердюкова

Корректор И. Муска

Заказ 1089

Тираж

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101