

(21), (22) Заявка: **2001131626/09, 26.11.2001**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**26.11.2001**

(43) Дата публикации заявки: **20.10.2003**

(45) Опубликовано: **27.09.2004**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **US 5227800 A, 13.07.1993. US 6243036 B1, 05.06.2001. RU 2133971 C1, 27.07.1999. RU 2067759 C1, 10.10.1996. WO 90/07130 A1, 28.06.1990. US 5760397 A, 02.06.1998.**

**(54) СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ В МИЛЛИМЕТРОВОМ И СУБМИЛЛИМЕТРОВОМ ДИАПАЗОНЕ ВОЛН (ВАРИАНТЫ) И СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ В МИЛЛИМЕТРОВОМ И СУБМИЛЛИМЕТРОВОМ ДИАПАЗОНЕ ВОЛН**

(57) Реферат:

Изобретение относится к компьютерному диагностированию. Его использование в системах дистанционного обнаружения оружия, взрывчатки и наркотиков позволяет обеспечить технический результат в виде обнаружения замаскированных объектов независимо от материала этого объекта. Способ, реализуемый соответствующей системой, заключается в формировании излучения из отдельных парциальных, отличающихся друг от друга по физическим параметрам составляющих излучения, направлении этих составляющих в зону наблюдения, приеме через фокусирующий элемент излучения, рассеянного в зоне наблюдения, преобразовании принятого излучения в соответствующие сигналы и формировании по ним визуально воспринимаемого изображения зоны наблюдения. Технический результат достигается благодаря тому, что каждую отдельную парциальную составляющую излучения дополнительно кодируют отличительно от кодирования других парциальных составляющих излучения и направляют эти составляющие на диффузор, расположенный для рассеяния падающего на него излучения в зоне наблюдения и рассеивающий падающее на него излучение для уменьшения его пространственной когерентности. 3 н. и 5 з.п. ф-лы, 20 ил.

Настоящее изобретение относится к области компьютерного диагностирования в реальном масштабе времени. В частности, к системам и способам дистанционного обнаружения оружия, взрывчатки и наркотиков, спрятанных под одеждой на теле человека либо в его багаже, которые основаны на формировании изображений таких объектов, в особенности в миллиметровом и субмиллиметровом диапазонах волн.

В области дистанционного обнаружения маскированных объектов, основанного на формировании изображений объектов, миллиметровое и субмиллиметровое излучение (далее - ММ/СММ) имеет преимущества по сравнению с оптическим, СВЧ, или радиоизлучением. Особенностью этого излучения является его высокий уровень проникаемости через атмосферу в плохих погодных условиях, а также через различные ткани, пластиковые, керамические, деревянные материалы и другие непрозрачные в видимом

диапазоне среды. При этом благодаря относительно короткой длине волны ММ/СММ излучения существует возможность на основе достаточно компактных систем формирования изображений (СФИ) обеспечивать необходимое пространственное разрешение в получаемых изображениях, а значит, и требуемый уровень их информационного содержания, на основе которого и принимается решение о принадлежности наблюдаемых объектов к какому-либо классу.

Такие ММ/СММ СФИ могут очень эффективно использоваться в различных местах массового скопления людей и/или повышенного государственного значения (аэропорты, суды, банки, места появления государственных деятелей высокого ранга и т.д.) с целью своевременного и скрытого дистанционного обнаружения спрятанных оружия, наркотиков, контрабанды и взрывчатки, в том числе в условиях быстроизменяющейся обстановки. Известные и широко используемые в настоящее время способы (детектирования) обнаружения оружия и контрабанды, проносимых людьми через выходы и входы зон безопасности, основаны на использовании систем, чувствительных к индукционным изменениям в области досмотра. Большинство этих способов ограничены бинарным (“да”/“нет”) характером обнаружения присутствия металла без возможности выявления каких-либо его деталей, отличительных свойств или даже информации о месте расположения таких предметов. Такие системы не могут быть использованы для незаметного, эффективного и проводимого в реальном масштабе времени обнаружения с низким уровнем ложного срабатывания. Достаточная доступность пластикового и керамического оружия делает такие традиционные системы обнаружения неработоспособными. Для того чтобы надежно визуализировать и идентифицировать оружие этого нового класса, а также обычного оружия, но с высоким уровнем надежности, скрытности и низким уровнем ложного срабатывания в автоматическом режиме, мин, а также для обнаружения и идентификации наркотиков и взрывчатки требуются принципиально новые способы и технические системы. Использование ММ/СММСФИ для любых объектов, отражающих или испускающих ММ/СММ излучение, позволяет решить эту проблему. Это становится возможным благодаря тому факту, что ММ/СММ излучение проникает через одежду с очень малым ослаблением, причем без влияния на человеческое здоровье в отличие от рентгеновского и СВЧ-излучения. Характеристики отражения и поглощения для ММ/СММ излучения для человеческой кожи существенно отличаются от таких же характеристик для пластикового и керамического оружия и наркотиков, так же как и от подавляющего числа материалов, используемых для производства оружия и взрывчатки. Это позволяет формировать контрастные изображения объектов, сделанных из таких материалов, которые спрятаны на теле человека под одеждой. Благодаря прозрачности для ММ/СММ излучения большинства материалов, из которых производятся различные сумки, чемоданы и т.д., такие объекты также могут быть контрастно наблюдаемы и в багаже.

Известно, что пассивные радиометрические ММ/СММ СФИ оказываются крайне неэффективными в закрытых помещениях, где собственно и производится в большинстве случаев дистанционный досмотр.

Реализовать потенциальные возможности активных ММ/СММ СФИ возможно только при определенных условиях, накладываемых, главным образом, на параметры излучения, зондирующего наблюдаемый объект. В первую очередь это относится к формированию освещения с низким уровнем когерентности излучения в зоне досмотра. Несоблюдение этого условия приводит к получению посредством таких ММ/СММ СФИ изображений с высоким уровнем когерентных шумов и, соответственно, низким визуальным качеством и информационным содержанием.

Известна система формирования изображений в миллиметровом и субмиллиметровом диапазоне волн, содержащая по крайней мере один источник излучения в миллиметровом или субмиллиметровом диапазоне волн, выполненный в виде набора отдельных независимых элементов излучения, физические параметры излучения каждого из которых выполнены отличными от физических параметров излучения других элементов излучения, элемент для

фокусирования излучения, отраженного от объекта наблюдения, в направлении приемного устройства, выполненного с функцией независимого приема излучения, падающего из соответствующих комплементарных частей области нахождения объекта наблюдения и преобразования его в матричный набор соответствующих электрических сигналов, выходы которого связаны с процессором для формирования изображения объекта наблюдения и зоны его нахождения и отображения этого изображения на дисплее, причем каждый элемент изображения сформирован соответствующим электрическим сигналом из этого матричного набора, которому соответствует пространственно определенная часть объекта наблюдения и окружающей зоны его нахождения (US патент №5227800, G 01 S 13/89, опубл. 13.07.1993).

Указанный источник информации принят в качестве прототипа для заявляемого устройства.

Из этого же источника информации известен способ формирования изображений в миллиметровом и субмиллиметровом диапазоне волн, заключающийся в формировании излучения в миллиметровом или субмиллиметровом диапазоне волн, состоящего из отдельных парциальных, отличающихся друг от друга по физическим параметрам излучений, направлении сформированных излучений в сторону объекта наблюдения, приеме через фокусирующий элемент рассеянного из зоны нахождения объекта наблюдения излучения, преобразовании принятого излучения в электрические сигналы и формировании по данным электрическим сигналам визуально воспринимаемого изображения объекта наблюдения.

Указанный источник информации также принят в качестве прототипа для заявляемых способов.

Этот способ активного формирования изображений и соответствующая активная ММ/СММ СФИ основаны на оригинальном способе формирования пространственно некогерентного квазимонохроматического излучения в зоне досмотра. Особенностью способа и системы формирования изображения при детектировании объекта является использование в качестве освещающего прибора пространственно распределенной решетки (матрицы) точечных источников ММ/СММ излучения. Точечные источники решетки являются источниками квазимонохроматического излучения со слегка различными центральными частотами излучаемого излучения (частотное распределение не больше, чем стандартные допуски для источников промышленного изготовления). Решетки предназначены для освещения объекта излучением с уменьшенной пространственной когерентностью. Изображение объекта проецируется на многоэлементную приемную матрицу (МПМ) посредством фокусирующей линзы. Совокупность электрических сигналов генерируется МПМ и обрабатывается (смешивается?, усиливается, фильтруется и т.д.) электронными средствами так, чтобы сформировать изображение объекта и визуализировать его на экране соответствующего.

Серьезным недостатком таких систем является необходимость применения решеток с очень большим количеством точечных источников, что делает их дорогостоящими и не пригодными для использования в широкой практике. Это связано тем, что степень пространственной когерентности в плоскости наблюдаемого объекта существенным образом зависит от отношения между размером матрицы пространственно распределенных некогерентных источников и расстояния между указанной матрицей и объектом. Благодаря этой зависимости размеры матрицы должны быть достаточно большими, когда изображаемые объекты находятся на стандартных для данного применения расстояниях от входного зрачка СФИ (больших 1-2 метров). Следовательно, только для больших по размерам (при неизменной пространственной плотности точечных источников), а значит, и самых дорогостоящих решетках могут быть получены наилучшие результаты по формированию изображений.

Другой недостаток этого способа и системы заключается в практической невозможности применения многочастотного (широкодиапазонного) излучения для освещения объекта. Разработка многоэлементной решетки (матрицы) точечных источников, в котором каждый такой источник будет способен излучать радиацию с достаточно широким спектральным

составом, представляет собой практически неосуществимую практическую задачу, что делает невозможным использование таких систем.

Настоящее изобретение направлено на решение указанных выше проблем, согласно которому конечное (результатное) изображение СФИ получается как результат анализа и синтеза достаточного числа парциальных изображений наблюдаемого объекта, получаемых независимо друг от друга и каждое из которых характеризуется независимым (и отличным друг от друга) набором параметров излучения. К таким физическим параметрам относятся несущая частота излучения освещения, его поляризационное состояние, угол падения и т.д. Анализ и синтез таких изображений (под синтезом может пониматься, например, взвешенное накопление парциальных изображений) выполняется посредством аналоговых или цифровых электронных (электронно-оптических) средств или их комбинаций.

Такой расширенный набор парциальных изображений для различных комбинаций физических параметров допускает намного лучший анализ объектов и помех в конечном изображении, поскольку он допускает независимый доступ к таким компонентам. Имея доступ к парциальным компонентам изображений, можно, например, оптимизировать по выбранному критерию взвешенную комбинацию таких компонент (например, минимизировать уровень (помеховых) компонент, разрушающих визуальное качество конечного изображения и снижающих его информационное содержание. В конечном счете открываются уникальные возможности по выявлению отличительных особенностей наблюдаемых объектов и значительному увеличению вероятности их правильного распознавания.

Достижимый при этом технический результат заключается в обнаружении маскированных объектов на теле человека или в его багаже независимо от материала, из которого этот объект изготовлен, на основе формирования его изображений с улучшенным визуальным качеством информационным содержанием.

Указанный технический результат для устройства достигается тем, что система формирования изображений в миллиметровом и субмиллиметровом диапазоне волн, содержащая по крайней мере один источник излучения в миллиметровом или субмиллиметровом диапазоне волн, выполненный в виде набора отдельных независимых элементов излучения, физические параметры излучения каждого из которых выполнены отличными от физических параметров излучения других элементов излучения, элемент для фокусирования излучения, отраженного от объекта наблюдения, в направлении приемного устройства, выполненного с функцией независимого приема излучения, падающего из соответствующих комплементарных частей области нахождения объекта наблюдения и преобразования его в матричный набор соответствующих электрических сигналов, выходы которого связаны с процессором для формирования изображения объекта наблюдения и зоны его нахождения и отображения этого изображения на дисплее, причем каждый элемент изображения сформирован соответствующим электрическим сигналом из этого матричного набора, которому соответствует пространственно определенная часть объекта наблюдения и окружающей зоны его нахождения, снабжена диффузором, расположенным на расстоянии от источника излучения для приема излучения и рассеяния его в сторону области наблюдения, каждый отдельный независимый элемент излучения источника излучения выполнен с возможностью кодирования излучения за счет модуляции последнего, отличной от модуляции других отдельных независимых элементов излучения, диффузор выполнен активным с возможностью реализации функции уменьшения пространственной когерентности падающего излучения и/или с возможностью реализации функции рассеяния падающего излучения пространственно различными частями диффузора с дополнительным кодированием излучения посредством модуляции рассеивающих свойств указанных частей диффузора, приемное устройство выполнено с возможностью независимого приема каждой кодированной составляющей излучения, падающей из области нахождения объекта наблюдения, и преобразования каждого электрического сигнала из матричного набора в набор электрических сигналов, причем каждый электрический сигнал из набора электрических сигналов соответствует отдельной кодированной составляющей излучения, процессорный блок

выполнен с функциями независимого приема отдельных электрических сигналов, преобразования каждого матричного набора электрических сигналов, полученных из электрических сигналов с одинаковым кодированием, в соответствующее ему отдельное парциальное изображение, и формирования резульатного изображения объекта наблюдения и области его нахождения путем объединения отдельных парциальных изображений или их фрагментов.

Указанный результат для первого способа достигается тем, что в способе формирования изображений в миллиметровом и субмиллиметровом диапазоне волн, заключающемся в формировании излучения в миллиметровом или субмиллиметровом диапазоне волн, состоящего из отдельных парциальных, отличающихся друг от друга по физическим параметрам излучений, направлении сформированных излучений в сторону объекта наблюдения, приеме через фокусирующий элемент рассеянного от объекта наблюдения излучения, преобразовании принятого излучения в электрические сигналы и формировании по данным электрическим сигналам визуально воспринимаемого изображения объекта наблюдения, каждое отдельное парциальное излучение дополнительно кодируют путем его модуляции, отличной по параметрам от модуляции других парциальных излучений, направляют парциальные излучения на диффузор для уменьшения их пространственной когерентности и/или рассеяния их различными пространственными частями диффузора для создания дополнительных парциальных излучений с дополнительным модулированием, соответствующим углу падения на объект наблюдения, после отражения излучения от объекта наблюдения осуществляют фокусирование этого излучения и передачу его на приемное устройство, которое осуществляет прием этого излучения независимо из каждой части наблюдаемого пространства в зоне нахождения объекта наблюдения и перевод набора излучений в соответствующий матричный набор электрических сигналов, осуществляют декодирование парциальных электрических сигналов, соответствующих указанным парциальным излучениям, из каждого из указанных электрических сигналов указанного матричного набора формируют парциальные изображения из матричных наборов различных парциальных электрических сигналов, а затем осуществляют объединение парциальных изображений или их фрагментов для формирования визуально воспринимаемого резульатного изображения объекта.

Указанный результат для второго способа достигается тем, что в способе формирования изображений в миллиметровом и субмиллиметровом диапазонах волн, заключающемся в формировании излучения в миллиметровом или субмиллиметровом диапазонах волн, состоящего из отдельных парциальных, отличающихся друг от друга по физическим параметрам излучений, направлении сформированных излучений в сторону объекта наблюдения, приеме через фокусирующий элемент рассеянного из зоны нахождения объекта наблюдения излучения, преобразовании принятого излучения в электрические сигналы и формировании по данным электрическим сигналам визуально воспринимаемого изображения объекта наблюдения, каждое отдельное парциальное излучение дополнительно кодируют путем его модуляции, отличной по параметрам от модуляции других парциальных излучений, направляют парциальные излучения на объект наблюдения, после отражения излучения от объекта наблюдения осуществляют фокусирование этого излучения на приемном устройстве, в котором осуществляют прием этого излучения независимо из каждой части наблюдаемого пространства и перевод набора излучений, падающих из каждой комплементарной части наблюдаемого пространства, в соответствующий матричный набор электрических сигналов, осуществляют декодирование парциальных электрических сигналов, соответствующих указанным парциальным излучениям, из каждого указанного электрического сигнала указанного матричного набора формируют парциальные изображения из матричных наборов парциальных электрических сигналов, а затем осуществляют объединение парциальных изображений или их фрагментов для формирования визуально воспринимаемого резульатного изображения объекта наблюдения.

Достижение результата основано на том, что в системе освещения ММ/СММ СФИ

используется только один или конечное число активных ММ/СММ источников (генераторов), каждое из генерируемых парциальных компонент излучений которых может характеризоваться различными значениями несущих частот и поляризации и которые могут быть кодируемы отличительным образом. Указанное составное излучение может быть направлено непосредственно на наблюдаемый объект либо первоначально на пространственно-распределенный диффузор. Этот диффузор может быть как пространственно распределенный диффузный рассеиватель, не способный разрушать пространственную когерентность падающего на него излучения, либо пространственно-распределенный электронно-управляемым диффузором, способный разрушать пространственную когерентность излучения. В последнем случае диффузор может также быть снабжен функцией создания дополнительных парциальных компонент излучений путем отличительного рассеивания падающего излучения различными пространственными частями диффузора и дополнительного кодирования новых парциальных компонент путем отличительного модулирования рассеивающих свойств указанных различных пространственных участков диффузора. Отличительное кодирование различных парциальных компонент позволяет принимать их и обрабатывать их посредством приемного устройства СФИ независимого друг от друга.

Различные парциальные изображения, сформированные из соответствующих парциальных компонент излучения, могут быть оптимально обработаны в аналоговом и/или цифровом блоках обработки изображений СФИ для получения нужного результата по извлечению из них необходимой информации и улучшению визуального качества. Посредством комбинирования различных парциальных изображений появляется возможность при использовании одного и того же объема данных электронного синтеза изображений, которые характеризуются различными условиями освещения, в том числе освещением с различной степенью как временной, так и пространственной когерентностью, различной поляризации, угла подсвета наблюдаемого объекта и т.д. с возможностью автоматического удаления компонент излучения, разрушающих качество таких синтезированных изображений.

Указанные признаки для каждого из объектов являются существенными и взаимосвязаны между собой с образованием устойчивой совокупности признаков для каждого из объектов.

Настоящее изобретение иллюстрируется конкретными примерами, которые, однако, не являются единственно возможными, но наглядно демонстрируют возможность достижения приведенными совокупностями существенных признаков требуемого результата.

На фиг.1 - первый пример исполнения системы формирования изображений в миллиметровом и субмиллиметровом диапазонах волн;

на фиг.2 - первое парциальное изображение объекта;

на фиг.3 - второе парциальное изображение объекта;

на фиг.4 - третье парциальное изображение объекта;

на фиг.5 - итоговое изображение объекта, составленное от суммирования парциальных изображений по фиг.2, 3, 4;

на фиг.6 - изоинтенсивный контурный график, полученный при первой монохроматической частоте;

на фиг.7 - изоинтенсивный контурный график, полученный при второй монохроматической частоте;

на фиг.8 - изоинтенсивный контурный график, полученный при третьей монохроматической частоте;

на фиг.9 - итоговое изображение объекта, полученное наложением контурных графиков по фиг.6-7;

на фиг.10 - детальное представление многочастотной системы формирования изображений в миллиметровом и субмиллиметровом диапазонах волн;

на фиг.11 показаны результаты излучения одной спектральной линии, представляющей

статистически независимое изображение, представленное в виде кривой;

на фиг.12 показаны результаты излучения другой спектральной линии, представляющей статистически независимое изображение, представленное в виде кривой;

на фиг.13 - схема лампы обратной волны, используемой в качестве парциального источника СММ излучения;

на фиг.14 представлена волноводная реализация "полихроматического" точно подобного источника с контролируемой спектральной плотностью излучения;

на фиг.15 - антенно-матричный диффузор;

на фиг.16 - импедансно нагруженная антенна антенно-матричного диффузора;

на фиг.17 - индикатриса рассеяния импедансно нагруженной антенны при согласовании нагрузки с импедансом антенны;

на фиг.18 - индикатриса рассеяния импедансно нагруженной антенны при рассогласовании нагрузки с импедансом антенны;

на фиг.19 представлен процесс суммирования парциальных изображений;

на фиг.20 показано итоговое от суммирования изображение объекта.

Согласно настоящему изобретению система формирования изображений в миллиметровом и субмиллиметровом диапазонах волн содержит по крайней мере один источник излучения в миллиметровом или субмиллиметровом диапазонах волн, выполненный в виде набора отдельных независимых элементов излучения, физические параметры излучения каждого из которых выполнены отличными от физических параметров излучения других элементов излучения. Система также имеет элемент для фокусирования излучения, отраженного от объекта наблюдения, в направлении приемного устройства, выполненного с функцией независимого приема излучения, падающего из соответствующих комплементарных частей области нахождения объекта наблюдения и преобразования его в матричный набор соответствующих электрических сигналов, выходы которого связаны с процессором для формирования изображения объекта наблюдения и зоны его нахождения и отображения этого изображения на дисплее.

Каждый элемент изображения сформирован соответствующим электрическим сигналом из этого матричного набора, которому соответствует пространственно определенная часть объекта наблюдения и окружающей зоны его нахождения. Система снабжена диффузором, расположенным на расстоянии от источника излучения для приема излучения и рассеяния его в сторону области наблюдения.

Каждый отдельный независимый элемент излучения источника излучения выполнен с возможностью кодирования излучения за счет модуляции последнего, отличной от модуляции других отдельных независимых элементов излучения. Диффузор выполнен активным с возможностью реализации функции уменьшения пространственной когерентности падающего излучения и/или с возможностью реализации функции рассеяния падающего излучения пространственно различными частями диффузора с дополнительным кодированием излучения посредством модуляции рассеивающих свойств указанных частей диффузора. Приемное устройство выполнено с возможностью независимого приема каждой кодированной составляющей излучения, падающей из области нахождения объекта наблюдения, и преобразования каждого электрического сигнала из матричного набора в набор электрических сигналов, причем каждый электрический сигнал из набора электрических сигналов соответствует отдельной кодированной составляющей излучения. Процессорный блок выполнен с функциями независимого приема отдельных электрических сигналов, преобразования каждого матричного набора электрических сигналов, полученных из электрических сигналов с одинаковым кодированием, в соответствующее ему отдельное парциальное изображение и формирования результирующего изображения объекта наблюдения и области его нахождения путем объединения отдельных парциальных изображений или их фрагментов.

Согласно настоящему изобретению предлагается первый вариант способа формирования

изображений в миллиметровом и субмиллиметровом диапазонах волн, заключающийся в формировании излучения в миллиметровом или субмиллиметровом диапазоне волн, состоящего из отдельных парциальных, отличающихся друг от друга по физическим параметрам излучений, направлении сформированных излучений в сторону объекта наблюдения, приеме через фокусирующий элемент рассеянного от объекта наблюдения излучения, преобразовании принятого излучения в электрические сигналы и формировании по данным электрическим сигналам визуально воспринимаемого изображения объекта наблюдения.

При этом в данном способе каждое отдельное парциальное излучение дополнительно кодируют путем его модуляции, отличной по параметрам от модуляции других парциальных излучений, направляют парциальные излучения на диффузор для уменьшения их пространственной когерентности и/или рассеяния их различными пространственными частями диффузора для создания дополнительных парциальных излучений с дополнительным модулированием, соответствующим углу падения на объект наблюдения.

После отражения излучения от объекта наблюдения осуществляют фокусирование этого излучения и передачу его на приемное устройство.

Приемное устройство осуществляет прием этого излучения независимо из каждой части наблюдаемого пространства в зоне нахождения объекта наблюдения и перевод набора излучений в соответствующий матричный набор электрических сигналов, осуществляет декодирование парциальных электрических сигналов, соответствующих указанным парциальным излучениям, из каждого из указанных электрических сигналов указанного матричного набора формируют парциальные изображения из матричных наборов различных парциальных электрических сигналов, а затем осуществляют объединение парциальных изображений или их фрагментов для формирования визуально воспринимаемого результатного изображения объекта.

Второй вариант способа формирования изображений в миллиметровом и субмиллиметровом диапазонах волн заключается в формировании излучения в миллиметровом или субмиллиметровом диапазоне волн, состоящего из отдельных парциальных отличающихся друг от друга по физическим параметрам излучений, направлении сформированных излучений в сторону объекта наблюдения, приеме через фокусирующий элемент рассеянного из зоны нахождения объекта наблюдения излучения, преобразовании принятого излучения в электрические сигналы и формировании по данным электрическим сигналам визуально воспринимаемого изображения объекта наблюдения.

При этом каждое отдельное парциальное излучение дополнительно кодируют путем его модуляции, отличной по параметрам от модуляции других парциальных излучений, направляют парциальные излучения на объект наблюдения, после отражения излучения от объекта наблюдения осуществляют фокусирование этого излучения на приемном устройстве, в котором осуществляют прием этого излучения независимо из каждой части наблюдаемого пространства и перевод набора излучений, падающих из каждой комплементарной части наблюдаемого пространства в соответствующий матричный набор электрических сигналов, осуществляют декодирование парциальных электрических сигналов, соответствующих указанным парциальным излучениям, из каждого указанного электрического сигнала указанного матричного набора формируют парциальные изображения из матричных наборов парциальных электрических сигналов, а затем осуществляют объединение парциальных изображений или их фрагментов для формирования визуально воспринимаемого результатного изображения объекта наблюдения.

Ниже приводятся примеры конкретного исполнения системы формирования изображений в миллиметровом и субмиллиметровом диапазонах волн.

Система 1 включает точечный источник 2 излучения в миллиметровом и субмиллиметровом диапазонах волн. В общем случае спектральные компоненты излучения источника 2 могут принадлежать любой области спектрального диапазона электромагнитного



спектра (включая инфракрасное и видимое излучение). В рамках настоящего изобретения термин ММ/СММ излучение будет использоваться для ссылки на любую область в миллиметровом и субмиллиметровом диапазонах волн, например имеющую спектральные компоненты в области между 30 и 300 ГГц (или длину волны от 0,1 до 10 мм). Возможна реализация, согласно которой источник 2 излучает узкодиапазонное (квазимонохроматическое) излучение. Такое излучение может генерироваться любым стандартным твердотельным или волноводным источником, промышленно произведенным для функционирования, например, на фиксированной частоте. Излучение от такого источника может быть пространственно когерентным.

Многочастотный подход при формировании изображений, когда для подсвечивания объекта используется излучение, содержащее спектральные компоненты с существенно различными центральными (несущими) частотами, способен обеспечить целый ряд преимуществ. Например, для целей маскирования контрабандных объектов могут быть разработаны маскирующие пленки, имеющие те же характеристики рассеяния для излучения, что и человеческая кожа в каком-то диапазоне частот. В широком спектральном диапазоне практически невозможно сделать невидимыми предметы, маскируемые такими пленками. Если учесть, что рассеивающие свойства человеческой кожи также зависят от влажности и температурных условий окружающей среды, от нервного состояния индивидуума, несущего спрятанный объект (является ли возбужденным и т.д.), то очевидно, что преодолеть СФИ, функционирующую в широком спектральном диапазоне, практически невозможно.

В более предпочтительном воплощении источник 2 должен являться источником излучения широкодиапазонного спектрального состава. В этом случае источник (генератор) 2 может состоять из одного или большего числа (парциальных) источников (генераторов), каждый из которых генерирует излучение, принадлежащее различным спектральным поддиапазонам. Предпочтительнее, чтобы средняя интенсивность спектральных составляющих, генерируемых парциальными источниками, а также их спектральная локализация и спектральный состав были индивидуально контролируемы индивидуальными системами управления. Выходы (выходные антенны) таких парциальных ММ/СММ источников могут быть конструктивно объединены в один выход таким образом, что все указанные спектральные компоненты будут излучаться из одной пространственной точки - фазового центра выходной антенны (или по крайней мере из одной, например рупорной, антенны для волноводной реализации такого источника) или из пространственно близких точек. В другом воплощении источник 2 может состоять из одного или нескольких парциальных источников, излучение которых характеризуется своим собственным частным поляризационным состоянием, не обязательно различным для каждого парциального источника.

Драйверы системы управления таких парциальных источников должны быть способны контролировать как среднюю энергию, излучаемую источником 2, так и спектральную локализацию (а иногда и спектральный состав) соответствующих спектральных компонент. В другом предпочтительном воплощении эти драйверы также должны реализовывать кодирование излучения для каждого отдельного парциального источника таким образом, чтобы излучение, генерируемое таким парциальным источником (характеризуемым своим спектральным содержанием и/или поляризационным состоянием), после его взаимодействия с наблюдаемым объектом могло быть независимо декодировано из общего составного излучения на стороне приема СФИ (приемной матрицей и электронными средствами приема).

В соответствии с другим аспектом изобретения спектральный состав широкодиапазонного излучения состоит только из набора узкополосных спектральных компонент, интенсивность и центральная частота которых могут быть изменяемы независимо. В другом воплощении изобретения источник может изменять частоту генерируемого излучения в необходимых для целей формирования частотно-различных изображениях.

Многочастотное излучение может быть непосредственно направлено на наблюдаемый объект. Благодаря возможности формирования набора парциальных изображений с

отличительно-различным содержанием когерентных спекл-шумов существует возможность формирования синтезированного изображения улучшенного качества. Такое изображение может быть получено, например, путем простого накопления указанных парциальных изображений. В указанном случае излучение может быть первоначально направлено на простой диффузор, не разрушающий пространственную когерентность излучения, а только диффузно рассеивающий его, уменьшая степень его первоначальной направленности распространения. Таким диффузором может быть простая кирпичная стена со случайным распределением рассеивающей поверхности. Для оптимального накопления частотных парциальных изображений следует учитывать различия в отражении излучения диффузором, объектом, а также различной спектральной чувствительности приемной аппаратуры. Это может быть сделано как оптимальным выбором уровня излучения различных компонент в процессе формирования изображения, так и апостериорно путем цифровой обработки (например, путем увеличения контраста таких оцифрованных частотных парциальных изображений). Полное или частичное накопление частотных парциальных изображений может быть выполнено и в аналоговых цепях приемного устройства, которое может быть снабжено фильтрующим или другим устройством, осуществляющим интегрирование сигналов парциальных изображений (накоплении их энергии) отдельно для каждого пикселя такого изображения и удаление любых интермодуляционных продуктов сигналов этих изображений.

В другом аспекте изобретения источник 2 излучает ММ/СММ радиацию в сторону диффузора 3, который в свою очередь диффузно рассеивает эту радиацию в сторону объекта 4. Этот диффузор 3 в первую очередь может быть использован в функции разрушения пространственной когерентности падающего излучения в зоне наблюдения СФИ. Эта особенность системы освещения улучшает возможности формирования системой 1 изображений высокого качества благодаря снижению уровня шумов в изображениях, обусловленных пространственной когерентностью излучения и проявляющихся в виде случайных распределений спеклов (случайных авантюриновых пятен различной яркости). Определенная модификация такого диффузора позволяет существенно снизить влияние также на качество изображений бликующих сильных отражений излучения от объекта (глинт-эффект). Использование такого диффузора может быть эффективно как для квазимонохроматического излучения, так и для многочастотного излучения. В последнем случае система освещения позволяет более существенно уменьшить когерентные шумы в изображениях, поскольку в этом случае как пространственная, так и временная когерентность подсвечивающего излучения могут быть уменьшены.

В случае реализации диффузора для разрушения пространственной когерентности различные достаточно малые пространственные части диффузора рассеивают (пропускают/отражают) падающее излучение взаимно несинфазно. При этом приемное устройство должно обеспечивать накопление энергии излучения в каждом пикселе изображения по крайней мере за характерное время изменения взаимных фаз образованных пространственных парциальных компонент (рассеянных различными пространственными участками диффузора) не менее чем в пределах от 0 до  $6.28 (2\pi)$  радиан.

Диффузор 3 представляет неподвижную в целом решетку-матрицу электронно или оптически контролируемых рассеивающих точечных (квази-точечных) элементов.

Этот диффузор состоит из специально разработанных многочисленных и пространственно-распределенных точечно-подобных рассеивателей, рассеивающие свойства которых могут контролироваться электронным или оптическим (оптоэлектронным) образом, чтобы рассеивать падающую радиацию независимо друг от друга и дополнительно кодировать образованные парциальные составляющие (компоненты) отличительным образом путем отличительной модуляции их рассеивающих свойств. Такой диффузор реально разлагает падающее на диффузор пространственно-когерентное излучение на набор многочисленных парциальных пространственных компонент излучения с определенным угловым направлением распространения в области наблюдаемой сцены. Каждая из таких компонент может быть отличительным образом кодирована модуляционными сигналами, приложенными

к каждому такому точечному рассеивателю этого диффузора. Таким образом появляется возможность различать радиационные компоненты, освещающие наблюдаемый объект под различными углами падения. Каждая из таких компонент будет создавать парциальные изображения, каждое из которых может быть получено отличительным образом приемной аппаратурой, преобразовано в цифровую форму и занесено в цифровую память для последующего использования в процедурах цифровой обработки для формирования синтезированного изображения, извлекая нужную информацию из различных парциальных изображений и удаляя шумовые и помеховые составляющие в этих парциальных изображениях различными методами обработки (то же может осуществляться и в аналоговых цепях - может быть менее эффективно и полно, но достаточно быстро и менее дорого). Указанная совокупность обработки парциальных изображений для получения результатного изображения объекта в дальнейшем терминологически определяется как "объединение". В свою очередь некоторые такие компоненты, которые могут вызывать разрушения качества синтезированного изображения, могут быть легко идентифицированы и уменьшено их влияние электронным образом в реальном масштабе времени. Последнее автоматически будет вести к существенному увеличению визуального качества таких результатных изображений и увеличению их информационного содержания, которые получены как результат определенного типа обработки этих парциальных изображений. Информативные высокого визуального качества результатные изображения будут создаваться, например, посредством взвешенного цифрового накопления (это накопление парциальных изображений может быть выполнено также частично или полностью аналоговым образом, как было описано для случая аналогового накопления энергии многочастотных парциальных изображений) многочисленных пространственных парциальных изображений. При этом могут накапливаться такие парциальные изображения, которые имеют один и тот же набор физических свойств излучения (или находящихся в некотором диапазоне изменения величин этих физических свойств), которые представляют интерес для целей выявления особенностей отражения излучения наблюдаемым объектом (например, такой набор может включать линейную поляризацию, определенную несущую частоту и определенный угол падения (или диапазон углов) излучения на поверхность наблюдаемого объекта). В указанном накоплении могут быть исключены деструктивные парциальные изображения, например, которые созданы компонентами радиации, зеркально отраженными наблюдаемым объектом. Процедура такого накопления может быть интерактивного типа и может осуществляться до того момента, когда уровень когерентных шумовых спектров и других факторов, разрушающих качество результатных изображений, будет уменьшен до желаемого уровня. В предложенной системе процедура улучшения качества изображений может быть выполнена как во время процедуры собственно формирования парциальных изображений, так и после этой процедуры в любое время на базе апостериорной обработки парциальных изображений посредством их цифровой обработки. Такая апостериорная процедура способна выявлять все важнейшие детали скрытых объектов.

Как указывалось выше, электронный или оптический контроль позволяет изменять физические свойства рассеянной радиации, такие как степень пространственной когерентности. Рассеивающие элементы диффузора 3 могут быть динамически (в реальном масштабе) сгруппированы так, что излучение, рассеянное каждым таким кластером, будет характеризоваться своим собственным значением угла падения на наблюдаемый объект. Каждый такой кластер получает свой собственный код так, что излучение, рассеянное таким кластером, после его взаимодействия с объектом может быть индивидуально декодировано из общей составной радиации на стороне приемника (во время приема).

Диффузор 3 направляет радиацию на объект 4. При этом объект 4 расположен в поле зрения фокусирующей линзы 5, через которую изображение проецируется на приемное устройство 6 (далее - ПМ).

Характеристики отраженной, рассеянной или поглощенной объектом 4 радиации зависит от различий в материалах, поверхности, текстуры и объема объекта 4. Если объект

неоднороден, тогда излучение 7 может быть рассеяно различными частями объекта 4 различным образом. Например, если объект включает плоские металлические части, отраженное излучение 7 будет, следовательно, включать как зеркальную, так и диффузную составляющие.

В общем случае приемник ПМ 6 представляет собой матрицу ММ/СММ антенных приемников, каждый из которых связан с индивидуальным каналом преобразования, усиления и частичного или полного декодирования получаемых сигналов. Антенный приемник понимается в том смысле, что этот приемник превращает сигнал электромагнитного излучения в сигнал электрических токов, наводимых на его проводящих элементах. При этом этот антенный приемник может быть как классическим антенным приемником, когда он трансформирует сигнал излучения в его токовую форму без изменения частотного содержания этого сигнала (другими словами без изменения структуры сигнала и несущей(их) частоты(т)), или антенный приемник с интегрированным (вставленным) в него нелинейным элементом (например, диодом с барьером Шоттки - ДБШ), который может в этом случае играть роль как амплитудного детектора, так и смесителя в зависимости от реализации и применения такого антенного элемента. В последнем случае амплитудное детектирование или смешение с частотой токов гетеродинного сигнала, наведенных на антенном элементе токов сигнала, осуществляется непосредственно на таком антенном элементе (в этом случае такой антенный элемент способен самостоятельно осуществлять частотное преобразование (сдвиг по частоте) ММ/СММ сигналов без дополнительных радиотехнических блоков).

Полный двумерный пространственный набор (матрица) сигналов, образующих соответствующую двумерную матрицу пикселей/элементов получаемого ММ/СММ изображения, в данном случае может быть получен, как в результате пространственного сканирования одноэлементного антенного элемента в плоскости формирования изображений соответствующей СФИ. В этом случае уровень яркости в каком-либо пикселе (элементе) такого сканируемого изображения определяется уровнем сигнала излучения, принятого данным антенным элементом в соответствующей точке плоскости формирования изображения СФИ. При этом такое излучение будет поступать на антенный элемент из той части пространства наблюдения, на которую "смотрит" этот антенный элемент из указанной точки. Угловой размер указанной части пространства будет определяться в данном случае размерами апертуры соответствующего фокусирующего элемента (линзы, зеркала и т.д.). С другой стороны, могут быть использованы матрицы таких антенных элементов (одно- или двумерные) и полный набор пикселей/элементов изображений может быть получен либо без какого-либо сканирования (в этом случае уровню яркости какого-либо пикселя изображения соответствует сигнал, принимаемый тем антенным элементом, который расположен в соответствующей точке плоскости формирования изображений), либо с частичным сканированием в случае одномерных (или неполных двумерных) матриц антенных элементов.

Каналы преобразования, усиления и декодирования сигналов приемного устройства могут иметь любую реализацию для обеспечения нужного уровня усиления сигналов и их декодирования (в том числе частотно-селективного), в том числе реализованного по схеме супергетеродинного приемника или даже прямого усиления с последующим амплитудным детектированием, усиленным на несущей частоте излучения.

Фокусирующий ММ/СММ излучение элемент (линза, зеркало и т.д) 5 расположен таким образом, что объект 4 находится внутри его поля зрения и изображение объекта проецируется на ПМ 6. Между элементом (линзой) 5 и детектором ПМ 6 может быть дополнительно помещена поляризационная решетка, позволяющая фиксировать любые изменения в поляризационных свойствах отраженного от объекта излучения. При этом объект может освещаться линейно поляризованным излучением с взаимно ортогональными поляризациями независимых парциальных компонент. Это позволит получать любые компоненты когерентной матрицы (или поляризационной матрицы) для выявления любых

особенностей деполяризации излучения объектом.

Информация об парциальных изображениях, полученная после декодирования сигналов ПМ 6, направляется на процессор 8, который обрабатывает информацию, чтобы создать видимое синтезированное изображение или набор видимых синтезированных изображений. Декодирование сигналов может также осуществляться и самим процессором. Видимое изображение (изображения) направляется на дисплей 9. Изображения могут быть запомнены в компьютерной памяти, что допускает улучшенную обработку сигналов для требуемых этого изображений.

Возможно исполнение, согласно которому процессор 8 связан также с источником 2 и/или диффузором 3. Такая обратная связь может быть использована, чтобы контролировать операции источника 2 и/или диффузора 3 в сочетании с принципами кодирования спектральной и поляризационной информации в источнике 2 и/или угловой, и/или поляризационной информации на диффузоре 3. Это может быть сделано, в частности, для достижения минимально необходимого уровня излучения в зоне наблюдения для каждого парциального излучения независимо. Или, например, на диффузор может быть оказано воздействие, чтобы минимизировать зеркальные отражения излучения от объекта в реальном времени в процессе формирования изображений.

Под многочастотным источником понимается источник, который испускает излучение по крайней мере на двух различных частотах. Использование такого источника 2 позволяет, как указывалось, решить ряд серьезных задач по повышению качества изображения.

Известно, что исключить или по крайней мере минимизировать спекл-эффекты в результатном изображении объекта 4 можно посредством создания многочисленных статистически независимых парциальных изображений с последующей обработкой таких изображений при создании результатного изображения улучшенного качества. Спектрально различные пространственно-когерентные парциальные изображения могут быть созданы только при использовании излучения, состоящего по крайней мере из двух существенно различных спектральных диапазонов. Это существенно, поскольку волновые фронты излучения для близко расположенных узких спектральных диапазонов могут быть трансформированы объектом 3 и проецированы затем линзой 5 на ПМ 6 подобным образом, что в результате приводит к практически тем же самым спекл-изображениям.

Увеличение частотного различия между компонентами освещающего излучения будет приводить к отличительно различным спекл-изображениям. Эти парциальные изображения представлены на фиг.2-5. Разрушенные волновые фронты, полученные после взаимодействия с шершавым (неровным) объектом, представлены кривыми 10, 11 и 12 (фиг.2-4). Кривые 13, 14, 15 (фиг.2-4) относятся к парциальным изображениям, полученным при очень различных частотах. Комбинирование различных парциальных изображений посредством аккумуляции их энергии в течение времени экспозиции с использованием нелинейного приемника позволяет получить улучшенное суммарное изображение, представленное кривой 16 на фиг 5.

Расширение эффективной полосы частот освещающего излучения приводит к увеличенному числу спектрально различных, а значит, статистически независимых спекл-изображений. Все это приводит к уменьшению временной когерентности излучения. В рамках настоящей системы возможно применение как аналогового или оптико-подобного интегрирования сигналов парциальных изображений, так и цифрового (в том числе взвешенного) суммирования парциальных статистически независимых изображений.

Многочастотное ММ/СММ освещение объекта позволяет минимизировать “ринг”-эффекты. На фиг.6-9 продемонстрирована зависимость результирующих квазиоптических когерентных изображений 17, 18, 19 идеализированного гладкого объекта от спектрального состава многочастотного источника. Различные кривые показывают изоинтенсивные контурные графики, полученные при различных монохроматических частотах.

В случае недостаточно широкого спектрального состава мы видим, что изображения

(распределение интенсивности) 17, 18, 19 объекта представляются в искаженном виде. По результатам моделирования установлено, что многочастотное излучение позволяет получить лучшее пространственное разрешение изображения 20 (фиг.9), чем моночастотное излучение (фиг.6-8). Но простое увеличение числа частот не способно автоматически увеличить качество изображения. Гиббс-эффект появляется, когда пространственные частоты в изображении объекта превышают полосу пропускания пространственных частот при формировании изображений. Установлено, что предпочтительный частотный шаг равен  $N=5-15$  ГГц. Изменения в длине волны, следовательно, и частоты, таким образом, предпочтительны для величин порядка 5-20 процентов от длины волны соседних длин волн. Дальнейшее уменьшение частотного шага будет вести к суммированию практически одинаковых распределений в интенсивности парциальных изображений и к увеличению абсолютной величины сигнала, но не к существенному ограничению осцилляционных ограничений.

Ниже представлены описания различных исполнений многочастотного источника 2. Многочастотный источник может быть представлен как набор парциальных независимых источников, имеющих узкополосные спектральные линии. Спектральные линии могут быть как состоящие из одной спектральной составляющей (синглеты), так и из двух (дублеты). В зависимости от их реализации эти линии могут быть кодированы (модулированы АМ или ФМ модуляцией). Когда различные парциальные источники кодированы, их излучение может быть легко идентифицировано на приемной стороне. Спектральная ширина линий может быть увеличена путем добавления шума или хаоса от различных генераторов излучения, что, впрочем, не является оптимальным для узкополосного приема излучений. Многочастотный источник может быть выполнен как источник свипируемого (изменяющегося по частоте) излучения. Различные источники могут использоваться в различные моменты времени, или могут изменять частоту по всему спектральному диапазону, или источник может изменять частоту дискретным образом через весь диапазон.

Обобщенная схема адаптивной ММ/СММ системы с широкозонным многочастотным источником с контролируемым уровнем интенсивности и спектральным содержанием излучаемого излучения показана на фиг 10. Широкодиапазонный спектрально-контролируемый источник ММ/СММ излучения включает по крайней мере два парциальных источника ММ/СММ излучения с существенно различным спектральным составом излучаемой радиации (или только центральными частотами). Более предпочтительной является конструкция источника, в котором различные спектральные компоненты излучаются существенно из одной и той же пространственной точки. Для волноводной реализации один и тот же рупор 21 может быть использован для излучения всех спектральных компонент. В этом случае, однако, каждый частотный канал должен быть изолирован друг от друга, чтобы исключить взаимное влияние. Для того чтобы выполнить эту задачу, используется набор волноводных направленных ответвителей 22. Ширина спектра, излучаемого рупором 21, будет ограничена шириной пропускания соответствующей волноводной системы. Если необходимо более широкополосное излучение, источник должен включать ограниченное число точечно подобных рупоров, являющихся частотно различными и со своим набором парциальных источников для каждого рупора. В случае монолитной реализации парциальных источников набор направленных ответвителей 22 не нужен. Каждый парциальный источник включает индивидуальную излучающую антенну (рупор), которая интегрально связана с источником 2.

Фиг.6 показывает общую блок-схему диаграммы источника и она предназначена только для демонстрации функционального устройства. Каждый из источников может иметь независимый контроль, так как управляющий узел 23 является приводом, а соответствующий модуляционный узел 24 имеет индивидуальное электрическое соединение с узлом интерфейса 25 и соответственно с процессором 26. Включение механизма обратной связи позволяет обеспечить возможность определения оптимального спектрального распределения многочастотного ММ/СММ источника для каждого определенного объекта и соответствующей

окружающей среды.

Четыре принципиальные подсистемы могут быть выделены в петле обратной связи самоадаптирующейся системы формирования изображений: широкозонная система формирования изображений (ШСФИ) 26, включающая широкополосную (ШЗ) линзу 5 и ШЗ приемное устройство ПУ6; многоканальный блок сбора визуальной информации (МБСВИ) 27, обеспечивающий сбор сигналов, принятых ПМ 6, усиленных, предварительно обработанных (частично или полностью декодированных) и преобразованных в цифровую форму; подсистема обработки и визуализации изображений (ПОВИ) 28, выполняющая функции численной обработки сигналов парциальных изображений; блок контроля источников излучения (БКИИ) 29, контролирующий уровень мощности излучения парциальных источников 2 посредством использования полученной информации от анализа парциальных изображений в соответствии с выбранным критерием.

В случае другого применения источника соответствующая обратная связь будет содержать другие подсистемы, соответствующие функциональному назначению такого источника с оптимальным устройством для их характеристик.

Контролирование средней интенсивности (или другую характеристику интенсивности) для каждого парциального изображения (включая изображения, существенно отличающиеся по частоте) посредством цепи обратной связи позволяет устанавливать оптимальное спектральное распределение во всех спектральных диапазонах источника в реальном масштабе времени. Предложенный подход способен принимать во внимание любую частотную зависимость для распространения, проникновения, отражения, поглощения и детектирования (смешивания) сигналов излучения, чтобы получить изображения наилучшего качества.

Многочастотный подход может быть успешно реализован, если используется ПМ, чувствительная к излучению во всем спектральном диапазоне используемого источника, и квазиоптические элементы, используемые для формирования изображений, также являются широкополосными.

В большинстве случаев усреднение сигналов интенсивности по всему набору пикселей каждого парциального изображения необходимо, чтобы сигналы интенсивности этого изображения правильно использовались для оценки истинного уровня интенсивности в таком изображении. Это имеет место благодаря спекловой структуре, присутствующей в каждом парциальном изображении, благодаря чему значение интенсивности в одном каком-нибудь пикселе такого изображения (или малом их количестве) не может быть презентативным.

В общем случае, сначала парциальные изображения должны быть получены посредством ШСФИ 26, отдельно предварительно обработаны и переведены в цифровую форму посредством МБСВИ 27, затем обработаны блоком цифровой обработки ПОВИ 28 и лишь затем информация может быть использована для калибровки источников. Такая же калибровка источников должна быть повторена в соответствии с изменившимися условиями отражения и поглощения для наблюдаемого объекта.

Калибровка интенсивности источников может быть выполнена различным образом. Например, различные спектральные поддиапазоны (излученные отдельными парциальными источниками) могут быть индивидуально отрегулированы последовательно во времени. Последовательность действий калибровочного метода системы будет описана со ссылкой на фиг.10 совместно с фиг.1. Квазимонохроматическое излучение каждого из парциальных источников ММ/СММ излучения 2 выбрано из условия, что они будут легко детектированы приемной стороной. Это условие состоит в амплитудной или частотной модуляции несущей частоты, возможно в сочетании с дублетной реализацией спектрального состава излучения. Это излучение направляется либо на объект, либо первоначально на диффузор 3 и затем рассеивается по направлению на объект 4. Излучение, отраженное и рассеянное объектом 4, затем формируется в виде изображения этого объекта посредством фокусирующего излучения элемента 5 на ПМ 6. Каждый антенный элемент ПМ создает первый электрический

сигнал, который затем должен быть демодулирован соответствующей демодуляционной схемой после соответствующего преобразования и усиления.

Далее сигнал смешивается с сигналом гетеродина 30, имеющим частоту, равную частоте каждого спектрального поддиапазона, что имеет место, если принцип гетеродинирования используется в приемной схеме каналов усиления. Далее сигнал может быть усилен посредством УПЧ, он должен пройти этап вторичного гетеродинирования (в случае использования супергетеродинного приема), распараллелен на входы цепей декодирующих устройств (например, частотно-селективные), выходы которых связаны с амплитудными детекторами и последующими низкочастотными фильтрами (которые могут выполнять также и роль интеграторов сигналов) - с различными в зависимости от реализации аналоговыми интегрирующими устройствами.

Известно, что при полном или частичном аналоговом накоплении сигналов парциальных изображений усиленный после амплитудного детектора сигнал, содержащий несколько парциальных сигналов, должен пройти фильтрацию для накопления энергии сигналов парциальных изображений и удаления всех интермодуляционных продуктов. В случае частичного аналогового накопления сигналов парциальных изображений на амплитудный детектор должны поступать сигналы только той части парциальных изображений, которые подлежат аналоговому накоплению. Это можно сделать, например, путем полосовой фильтрации этих сигналов в силу различия в частотах их модуляции или любым другим образом.

Если используется свипируемый источник излучения, то время накопления-интегрирования, по крайней мере, должно быть больше или равно максимальному времени развертки по частоте частотно изменяющегося сигнала и обратной величине от минимального частотного интервала, присутствующего в общем спектре излучаемой радиации.

Сигналы с выхода интегрирующих фильтров переключаются на вход(ы) аналогового цифрового преобразователя 31 и затем после цифрового преобразования далее обрабатываются пред- и главным процессором 32 и 26 соответственно. Двухмерная матрица оцифрованных электрических сигналов (предварительно декодированных в аналоговой схеме) второго типа создает одно из парциальных изображений объекта. Понятно, что частотное декодирование можно делать и полностью в цифровой форме посредством выполнения цифрового БПФ над соответствующим временным сигналом, переведенным в цифровую форму. Алгоритм самоадаптации источников разработан таким образом, чтобы вычислять среднюю величину или другую статистическую величину для нормализации электрических сигналов второго типа по всем элементам формируемых изображений. Этот метод является калибровочным методом последовательного типа. Повторяя указанную процедуру для каждого парциального источника 2, многочастотный источник регулируется по всему диапазону частот, используемому в данном приложении.

Таким образом, фактор взвешивания создан для каждого из частотных диапазонов. Этот фактор взвешивания может быть далее прямо направлен на пин-переключатели, которые являются частью узла управления привода 23, чтобы регулировать интенсивность каждого источника. Интенсивность каждого источника может поддерживаться постоянной, а фактор взвешивания для каждого частотного интервала может использоваться в программном обеспечении при создании улучшенного изображения посредством цифровых методов. Другой метод для калибровки системы является методом параллельного типа. Парциальный источник для каждого частотного интервала в этом случае амплитудно или частотно модулируем различными низкочастотными сигналами, например, генерируемыми модуляционным узлом 24. Все частотно-модулируемые сигналы направляются на матрицу-диффузор 3 через рупор 21 и затем на объект 4 (фиг.1). Излучение, отраженное и рассеянное объектом 4, затем фокусируется на элементах ПМ 6. Одновременное демодулирование сигналов каждого частотного интервала посредством узлов усиления и предобработки 33 опять приводит к калибровке и получению коэффициентов взвешивания. Опять эти



коэффициенты (факторы) могут быть использованы либо в программном обеспечении, либо посредством прямого использования для переключателя пин-узлов управления привода 23.

Во время калибровочной процедуры, когда каждый из парциальных изображений индивидуально анализируется, чтобы определить фактор взвешивания для каждого из них, могут иметь место спекл-, глинт- и ринг-эффекты. Однако процедура усреднения по всему набору возможных пикселей изображения сводит на нет влияние этих эффектов на конечный результат.

Так как принцип улучшения качества изображений состоит в накоплении статистически независимых спекл-изображений, которые содержат детерменистскую пространственную информацию об изображаемом объекте, любой дополнительный подход в независимом получении таких изображений будет комплементарно вносить свой вклад в реализацию этой поставленной цели.

Даже относительно небольшие изменения ориентации поверхности объекта, которая может быть геометрически достаточно сложной, может вести к существенному изменению распределения относительных фазовых сдвигов, возникающих в волновых фронтах полей излучения, которые рассеяны различными частями этой поверхности (эти фазовые сдвиги оказываются различными для различных спектральных диапазонов, что увеличивает возможности многочастотного метода), что вызывает изменения в пространственной спекловой структуре соответствующих парциальных изображений.

Поскольку детерменистская пространственная информация об объекте в слегка переориентированных объектах будет практически та же самая (предполагается, что частота кадров в СФИ достаточна высокая, что позволяет фиксировать небольшие изменения ракурса объекта при движении его носителя-индивидуума в поле зрения СФИ) и в то же время их спекл-структура будет достаточно различной, набор таких изображений (полученных в соответствии с методом быстрой смены кадров) является дополнительным набором для процедуры накопительного улучшения качества результатного изображения. Эта методика привлекательна, когда система позволяет делать запись многочисленных кадров в процессе детектирования контрабанды, благодаря тому факту, что человек-носитель контрабанды практически всегда делает произвольные движения телом, даже когда стоит и тем более в процессе его движения. Эти движения позволяют сделать набор мгновенных кадров парциальных изображений с различными спекл-распределениями для ближайших ракурсов наблюдаемого объекта. Скорость получения таких кадров-изображений должна быть достаточно высокой, чтобы обеспечить "фотографирование" даже небольших изменений в ракурсе объекта. Эти условия могут быть удовлетворены для СФИ аппаратуры, где кадровая скорость выше чем 1 кадр/с.

Любое совместное использование адаптивного, временно или пространственно, либо разложенного на соответствующие парциальные компоненты излучения (в случае разложения как по широкому пространственному спектру, так и по широкому спектру несущих часто можно говорить об источнике "белого" излучения) в комбинации с вышеописанной многокадровой методикой будет создавать множество эффектов, приводящих к увеличению качества изображений наблюдаемых объектов благодаря взаимно независимым характеристикам соответствующих парциальных изображений. Адаптивное комплексное СММ излучение освещения создает изображения высокого визуального качества благодаря тому, что, во-первых, увеличенное число статистически независимых изображений может быть совместно использовано, и, во вторых, что их комбинированное использование может осуществляться цифровыми методами на основе используемых компьютерных систем.

Следует отметить, что в предложенном способе осуществляется простое цифровое суммирование парциальных изображений, содержащих парциальные радиационные компоненты, рассеянные пространственно различными рассеивателями-элементами диффузора. В этом случае информация о взаимных фазах между волновыми фронтами, ответственных за формирование различных парциальных изображений, будет естественным

образом потеряна, как это и требуется для пространственно-некогерентного освещения. Процедура суммирования парциальных изображений цифровыми средствами эквивалентно некогерентному накоплению излучения посредством интегрирующих аналоговых приемных цепей. Конечно, число и вид парциальных изображений не должны быть больше, чем необходимо для целей правильного детектирования. Накопление парциальных изображений в вышеуказанной процедуре может быть использовано как цифровой и аналоговый типы совместно в той или иной степени в соответствии с целями частного применения СФИ.

Поскольку сигнал, получаемый каждым элементом ПМ (или другими словами, сигнал каждого пикселя изображения), является временным, единственный такой временный сигнал будет содержать всю информацию (включая динамику траектории наблюдаемого объекта) об изображении объекта, получаемого квазиоптическим образом. Такой сигнал может быть передан посредством традиционных широкополосных коммуникационных систем в любое место нахождения более мощного компьютера, если возможности обработки процессорной системы, встроенной в СФИ, окажутся недостаточными.

Для посылки таких сигналов от всех элементов приемной матрицы схема мультиплексирования может быть использована, когда сигналы от различных элементов ПМ посылаются в различные временные интервалы (сначала сигнал от  $i$ -элемента ПМ, затем сигнал от  $(i+1)$ -элемента).

При использовании только СММ излучения широкозонный многочастотный источник характеризуется числом парциальных узких спектральных линий с большими и существенно эквидистантными частотными сдвигами друг относительно друга. Излучение каждой спектральной линии создает статистически независимое изображение, представленное кривыми 34 и 35 на фиг.12. В этом случае амплитудные сигналы таких изображений  $v(x,f)$  (где  $x$  - пространственная координата точки наблюдения сигнала в плоскости приемной матрицы СФИ,  $f$  - значение несущей частоты принимаемого сигнала) могут быть скомбинированы благодаря преобразованию сигналов на приемном нелинейном элементе следующим образом:

$$V_{n,d}(x,t) = V(x,f_1) * v(x,f_2) * \cos[(f_1 - f_2) * t + \Phi_{f_1, f_2}]$$

где  $v(x,f_1)$  - амплитуда первого (спекл) изображения на частоте  $f_1$  и в точке  $x$ , а  $v(x,f_2)$  - амплитуда второго (спекл) изображения на частоте  $f_2$  и в той же самой точке  $x$ . На приемной стороне антенно-связанный смеситель настроен таким образом, что разностный сигнал на частоте  $(f_1 - f_2)$  может быть создан и усилен, даже если этот сигнал соответствует большому значению частоты. Когда фильтры, настроенные на величину частотного сдвига  $(f_1 - f_2)$ , будут добавлены к выходам смесительных элементов, тогда число статистически независимых кросс-корреляционных изображений 36 равно числу парциальных источников минус 1. Большой частотный сдвиг обеспечивает улучшенное визуальное качество изображений благодаря сильному ослаблению спекл- и ринг-эффектов. Если первоначальные сигналы, соответствующие кривым 37 и 38, которые ответственны за два различных парциальных изображения, которые смешиваются на элементе ПМ, имеют почти те же самые частоты, тогда новое сгенерированное парциальное изображение будет создано промежуточным сигналом, соответствующим кривой 39, как показано на фиг.11, это изображение будет характеризоваться спекловой структурой, практически такой же, как первичные парциальные изображения, соответствующие изображениям как на первой, так и на второй частоте. Поскольку каждое из первоначальных изображений, выраженное кривыми 37 и 38, создано только одной спектральной компонентой освещающего излучения, то такие первоначальные изображения могут быть названы как одночастотные парциальные изображения. В противоположность одночастотным изображениям изображения на промежуточном сигнале могут быть названы как двухчастотные парциальные изображения. Если частотное различие между первоначальными одночастотными парциальными изображениями достаточно велико для того, чтобы создать статистически независимые спекловые структуры таких изображений, представленных кривыми 34 и 35, тогда результирующее двухчастотное изображение будет

характеризоваться более смягченной (менее выраженной) спекловой структурой 36, как показано на фиг.12. Амплитуда двухчастотного изображения является результатом произведения амплитуд парциальных изображений. В случае, когда распределения одночастотных изображений имеют значительные максимумы, пространственно не совпадающие друг с другом (для разных изображений), в среднем пространственное распределение максимумов первого парциального изображения не совпадает с расположением максимумов второго парциального изображения. В этом случае сгенерированное двухчастотное парциальное изображение будет проявлять улучшенное визуальное качество со смягченной спекловой структурой.

Возможная реализация такого двухчастотного формирования изображений по всему спектральному диапазону, которая заключается в освещении объекта излучением с частотой, изменяющейся шаг за шагом через весь спектральный диапазон, при этом излучение создается двумя свипируемыми источниками узкополосного излучения, разница между частотами которого строго постоянна. Одновременно необходимый контроль за уровнем мощности излучения может быть реализован путем учета времени указанного частотного свипирования. В данном случае контроль за уровнем интенсивности нужен для правильной суперпозиции двухчастотных изображений во время процедуры получения результатного изображения улучшенного качества (в данном случае результатного двухчастотного изображения), а не выравнивания амплитуд одночастотных парциальных изображений (для двухчастотных изображений это не является необходимым). Дело в том, что характер пространственного распределения двухчастотных изображений не зависит от абсолютных величин амплитуд в парциальных одночастотных изображениях-компонентах, поскольку двухчастотные изображения являются результатом умножения этих компонент.

Такое исполнение является предпочтительным благодаря тому, что частотно-модульный модуляционный блок 24 на фиг.10 может быть опущен, и частотно селективные цепи на стороне ПМ могут быть ограничены до одной. Такая двухчастотная СФИ в дальнейшем может быть улучшена посредством использования диффузора 3 для того, чтобы разрушать пространственную когерентность излучения для каждой спектральной компоненты.

На фиг.13 показана схема лампы обратной волны (ЛОВ) 40, которая обеспечивает возможность реализации парциального источника ММ/СММ излучения. Отличительная особенность такого источника заключается в возможности изменять частоту излучаемой радиации внутри широкого спектрального диапазона в реальном масштабе времени посредством изменения по времени напряжения сигнала управления. Поэтому такой источник может быть успешно использован в системах, где изменение частоты излучаемой радиации желательно. Принцип действия ЛОВ основан на преобразовании энергии электронного пучка 41 в энергию ММ/СММ радиации. Для того чтобы обеспечить эффективное взаимодействие электронов пучка с излучаемой радиацией, необходимо, чтобы продольная скорость электронов и фазовая скорость соответствующей ММ/СММ волны были равны. Необходимым элементом для реализации такого фазового синхронизма является линия задержки 42, которая уменьшает скорость волны. Напряжение на ускоряющем электроде 43 контролирует электронную скорость. Напряжение на управляющей сетке определяет ток пучка. Катод 44 ЛОВ и катодный нагреватель обеспечивают эмиссию электронов. Волновод 45 направляет ММ/СММ излучение на выход ЛОВ. При этом электронный пучок фокусируется посредством магнитного поля 46.

ЛОВ представляет собой источник ММ/СММ излучения с возможностью электронного регулирования частоты испускаемого излучения. К настоящему времени ЛОВ разработаны для действия в частотном диапазоне от 1 до 700 ГГц с интенсивностью до 10 Вт. Для частотного свипирования в целом ММ/СММ диапазоне ЛОВ выглядит наиболее предпочтительным блоком или парциальным источником для того, чтобы функционировать во всем спектральном диапазоне. Благодаря принципам функционирования ЛОВ может изменять частоту излучаемой радиации до нескольких десятков ГГц.

Источники ММ/СММ радиации могут быть использованы для СФИ как в комбинации с искусственными диффузорами (разрушающими пространственную когерентность излучения и установленными в зоне наблюдения), так и даже с диффузорами натурального типа (типа кирпичной стены или что-либо аналогичного). Последние также допускают возможность эффективного использования многочастотного излучения для формирования изображений улучшенного качества.

На фиг.14 представлена волноводная реализация ММ/СММ “полихроматического” точечно подобного источника с контролируемой спектральной плотностью излучения для самоадаптивной СФИ, работающей в реальном масштабе времени. Волноводные парциальные источники (30-300 ГГц) и ММ/СММ источники (300-3000 ГГц) могут быть использованы в этой системе.

Для простоты только небольшое число парциальных источников 47, 48, 49 изображены на фиг.14. Предпочтительно, чтобы этот набор источников с отличительно различными частотами и спектральным содержанием был достаточным чтобы покрывать весь спектр интереса (вплоть до “полихроматического” диапазона). Каждый парциальный источник, испускающий узкую линию излучения, или с ограниченной шириной связаны с аттенюаторами 50, 51, 52 для того, чтобы регулировать интенсивность излучения (или соответственно спектральную плотность) каждого парциального источника индивидуально.

Каждый аттенюатор 50, 51, 52 контролируется узлом управления 53, который управляется средствами предобработки в виде препроцессора 54 в соответствии с алгоритмом самоадаптивного формирования изображений. Информация, касающаяся средней интенсивности или других требуемых параметров для каждого отличительного парциального изображения, вводится в реальном масштабе времени в препроцессор 54 через многоканальный блок сбора данных для реализации самоадаптивного формирования изображений. В случае парциальных узкополосных источников, которые свипируются по достаточно широкому поддиапазонам (которые различны для различных источников), свип-генератор(ы) 55 связан с источниками 47, 48, 49. Каждый свип-генератор 55 управляется препроцессором 54 посредством времянсинхронизирующего блока 56 в соответствии с самоадаптирующимся алгоритмом.

Всеволноводные выходы каналов парциальных источников связаны посредством узла соединения 57, 58 с выходом на рупор 59. В этом случае каждая спектральная компонента полихроматической радиации направляется в свободное пространство через один и тот же рупор 59.

Для того чтобы предотвратить связывание различных частотных каналов, они связаны с рупором посредством изоляторов 60, 61, 62. Рупор 59 должен быть при этом широкополосным. Каждый источник 47, 48, 49 может быть отключен от общего волновода посредством пина или микроэлектромеханического переключателя переключающими узлами 63, 64, 65 для того, чтобы позволить калибровать каждый из каналов независимо.

Интенсивность каждого частотного поддиапазона может быть точно отрегулирована посредством волноводных ослабительных аттенюаторов 50, 51, 52, каждый из которых находится под контролем препроцессора 54 через узел управления 53. Если используется частотно-свипирующий узел, то указанные узлы (аттенюатор, свипирующий генератор и т.д.) должны быть контролируемы препроцессором 54 в соответствии с самоадаптивным алгоритмом для такого типа источников. В этом случае каждый узел аттенюатора должен быть по времени зависимым и контролируемым по синхронизации со свипируемым генератором 56 для обеспечения требуемого регулирования спектральной плотности излучения по всему широкозонному спектру. Максимальная ширина такого спектра не должна быть больше полосы пропускания соответствующего волновода. Если требуется излучение с большей шириной полосы, то необходимо использовать набор источников с соответствующей волноводной характеристикой.

Каждый волноводный парциальный источник 47, 48, 49 может быть реализован как

источник дублетного или мультиплетного излучения с индивидуальными схемами контроля частотного сдвига между компонентами дублета (дублет - пара двух близко расположенных частот). Мультиплет представляет собой несколько дублетных линий, которые сгруппированы вблизи друг друга в некоторый кластер. При этом может быть достигнуто новое качество в модулировании таких дублетных сигналов, стабилизации их разностной частоты (а также синхронного фазирования их разностного сигнала с высокостабилизированным сигналом (например, кварцевого) генератора. Последнее особенно важно, поскольку указанный разностный сигнал будет получен в каналах усиления ПМ после амплитудного детектирования усиленного дублетного сигнала. И этот дублетный сигнал будет обладать повышенной спектральной частотой (и низкими фазовыми шумами), сравнимой со спектральной частотой сигнала кварцевого генератора. При этом частоты самих генераторов ММ/СММ могут характеризоваться очень плохой стабильностью, так же как и не важны стабильность и спектральная частота любых гетеродинных генераторов приемного устройства, поскольку их фазовые шумы добавляются в обе компоненты дублетного сигнала идентичным образом и будут взаимно исключены на этапе амплитудного детектирования. Более того разностный сигнал может быть вторично детектирован синхронным детектором, опорный сигнал в котором взят от указанного кварцевого генератора. Предложенная схема генерации и приема дублетных сигналов обеспечивает рекордно высокую чувствительность и помехозащищенность (и даже скрытность, если несущая частота источников меняется дополнительно и специальным образом) приема, поскольку гарантирует предельно высокую мгновенную узкополосность такого приема и соответственно низкий уровень собственных шумов приемного устройства. Дублетное представление спектральных линий гарантирует также простоту кодирования излучения набора источников с различной несущей частотой и поляризацией. Поскольку частотный сдвиг может быть сколь угодно большим, а стабилизация разностных частот (которые различны для разных дублетных источников) предельно высокой, то число таких парциальных компонент с различными физическими параметрами может быть сколь угодно большим, поскольку спектральная сетка разностных частот, получаемых после амплитудного детектирования, будет прецизионно стабильна. Более того, по сути предложен новый метод ЧМ модулирования посредством модулирования частоты и/или фазы разностного сигнала дублетных компонент, который может быть синхронно фазирован любым ЧМ/ФМ сигналом.

Реализация устройства такого стабилизированного дублетного источника может быть следующей. Два практически идентичных генератора ММ/СММ излучения (волноводного либо монолитного исполнения), один или оба из которых являются генератором, управляемым напряжением (ГУН - т.е. его частота может изменяться при изменении напряжения управления), располагаются, чтобы генерировать излучение в открытое пространство одинаковым образом (или даже из одного фазового центра), часть энергии ММ/СММ каждого генератора ответвляется в смеситель для образования сигнала разностной частоты, сигнал разностной частоты отфильтровывается и усиливается и затем смешивается во втором смесителе сигналов стабилизированного кварцевого генератора (или его невысоких гармоник), второй разностный сигнал после его усиления и фильтрации подается на фазовый (либо в худшем случае частотный дискриминатор), сигнал с которого фильтруется в необходимых пределах и подается как сигнал ошибки на управляющий электрод одного из ГУН. Указанная петля ФАПЧ (фазовой автоматической подстройки частоты) обеспечивает фазовый синхронизм разностного сигнала и спектрально чистого стабилизированного сигнала. Схема может быть дополнена цепями автоматического поиска и захвата частоты разностного сигнала путем предварительной подачи свипируемого напряжения на управляющий электрод ГУН до момента захвата разностной частоты с последующим отключением свипирующего сигнала. Возможны и любые другие реализации дублетного источника со стабилизированной разностной частотой повышенной спектральной чистоты.

При этом спектральная частота самих генераторов ММ/СММ может быть сколь угодно плохой. Это тем более важно, что стабилизация ММ/СММ источников является крайне

трудной и очень дорогостоящей. В указанном подходе нужно стабилизировать сигналы в диапазоне от 1 МГц и даже менее и в крайнем случае до 3-5 ГГц.

Принцип улучшения визуального качества изображений объекта, разрушенного когерентными шумами источника излучения, включает накопление многочисленных спекл изображений объекта, при этом каждое спекловое изображение должно быть статистически независимым (в данном случае речь идет о пространственном распределении спекловой структуры изображения). Как было показано выше, изменение частоты излучения, которое может быть выпущено из одной и той же пространственной точки, ведет к получению таких статистически независимых спекл-изображений, а их последующее накопление позволяет получить уменьшение спеклов в резульатном изображении, что способствует улучшению визуального качества изображений.

Возможно изменение положения точечного рассеивателя (диффузора) относительно освещаемого объекта без изменения частоты излучения освещения. Эти изменения пространственного положения элемента диффузора ведут к изменению углов падения излучения на поверхность объекта, что в свою очередь ведет к изменению относительного оптического пути этой радиации от рассеивающего излучения элементов диффузора до ближайших точек объектной поверхности. Благодаря последнему фазовые различия в волновых полях, рассеянных указанными ближайшими точками объекта, будут перераспределены, вызывая изменения в спекловой структуре соответствующих парциальных изображений.

Как показано на фиг.1, когерентная радиация 67 из источника 2 направляется прямо на неподвижный, но электрически управляемый (или оптически) диффузор 3, который предназначен для разрушения пространственной когерентности излучения (либо дополнительного кодирования), падающего на него. В этом контексте “неподвижный” означает, что диффузор не вращается или не двигается как целое. В рамках одного аспекта настоящего изобретения диффузор может быть выполнен антенно-матричным.

На фиг.15 представлена диффузорная матрица, являющаяся двухмерной матрицей, элементами которой являются антенны, нагруженные нагрузкой с изменяющимся импедансом (импедансно-нагруженной антенной) 68, одна из которых показана на фиг.16. Полоса частот таких антенн выбирается в соответствии с излучением ММ/СММ источника 2. Падающая пространственно-когерентная радиация 67 (фиг.1) превращается в рассеянную пространственно-некогерентную радиацию 69 (или разложенную на пространственные компоненты, которые независимо кодируемы) посредством электронно-контролируемых элементов диффузорной матрицы 3.

На фиг.16 показано сечение импедансно-нагруженной антенны 68. В этой реализации каждая антенна представляет собой по крайней мере две проводящие антенные части 70 и 71, оснащенные по крайней мере двумя контактами (или портами) 72 и 73, соединенные между собой для обеспечения импедансной нагрузки 74, на которую напряжение смещения и/или модуляционный сигнал для управления величиной импеданса нагрузки рассеивающего элемента подается через проводящие части 70, 71. В качестве нелинейной нагрузки может быть выбран фотопроводящий элемент (фотодиод, фототранзистор и т.д.), в этом случае управляющий оптический модуляционный сигнал поступает со стороны подложки либо противоположной подложке стороны. Когда импеданс нагрузки 74 (которым в случае управления электрическим модуляционным сигналом может быть ДБШ, р-I-n диод, соответствующий транзистор или другой нелинейный элемент такого типа) полностью согласован с импедансом антенных частей 70, 71, падающее излучение рассеивается такой импедансно-нагруженной антенной некоторым “почти зеркальным” образом, как это показано индикатрисой рассеяния 75 на фиг.17. В том случае, когда нагрузка полностью рассогласована с импедансом антенны, индикатриса рассеяния, будучи первоначально “почти зеркальной”, становится более “диффузной” (фиг.18), при этом уровень рассеиваемого излучения резко падает.

Переключение нагрузки между величинами согласованного и рассогласованного импедансами волнового поля, рассеянное такой антенной 68, может быть выполнено контролируемым и модулируемым. Это переключение может быть реализовано приложением электрического или оптического модулирующего сигнала к комбинированному рассеивающему элементу.

Импедансная нагрузка 74 антенны 68, а также принципы ее модуляции могут быть различны по природе. Например, нагрузки могут включать диод Шоттки или висмутовый болометр, или даже двух- или трехтерминальный микромеханический переключатель (MEMS). Нагрузки могут быть также фотоуправляемыми от фотопроводника до фототранзистора.

Существуют различные подходы для модуляции нагрузки антенны. Сопротивление болометра, например, может быть изменено благодаря нагреванию и охлаждению сопротивления или посредством модулирования низкочастотным электрическим сигналом, например, приложенным к нагрузке 74 через антенные порты 70, 71. Модуляционные сигналы могут быть приложены к антенным элементам через СВЧ полосовые фильтры-ловушки, например, включающие индуктивные элементы, разработанные таким образом, что электрические модуляционные сигналы проходят через них, а сигналы миллиметрового излучения полностью блокируются.

Другой подход для модулирования нагрузки может быть реализован на принципе модуляции фотопроводящей нагрузки посредством оптического модуляционного сигнала, который может освещать нагрузки через соответствующие отверстия в матричной подложке. Принцип оптической модуляции обеспечивает преимущества в том, что цепи не требуют никаких низкочастотных электрических цепей, необходимых для того, чтобы подать сигнал к модулируемому элементу.

В качестве точно-подобного модулируемого рассеивателя диффузора может быть взята более сложная конструкция, состоящая из проводящих ток элементов, которые соединены между собой нелинейными элементами, импеданс которых может управляться модулирующими электрическими или оптическими сигналами. В случае низкой величины импедансов нелинейных элементов вся конструкция становится проводящей для наводимых на ней токов частоты излучения и таким образом (будучи соответственно сконструированной) максимально отражает падающее на нее излучение (или не пропускает) и, наоборот, при переключении нелинейных элементов в высокоимпедансные состояния такая конструкция не способствует наведению токов на ее поверхности и пропускает или не отражает соответствующее излучение. Такой конструкцией, например, может быть поляризационная решетка, в металлические полоски которой вставлены оптимальным образом нелинейные элементы. В проводящем состоянии нелинейных элементов такая конструкция работает как поляризационная решетка, в непроводящем состоянии ее эффективность резко падает. Набор таких небольших по размеру (точно-подобных - до десяти длин волн) обеспечит крайне эффективное модулирование падающего излучения, причем различным образом для различных его участков.

Независимые элементы диффузора дополнительно рассеивают независимые пространственные компоненты излучения, которые имеют различные углы их падения на поверхность спрятанного объекта и при этом независимо кодированы. Различное кодирование в данном случае основано на том факте, что рассеивающие свойства элементов диффузора модулируются различными частотами, поэтому спектр этих компонент будет изменен различным образом, а именно спектр каждой отдельной пространственной компоненты излучения будет состоять по крайней мере из спектральной компоненты на несущей частоте освещающего излучения и по крайней мере дополнительно из двух спектральных боковых компонент, возникающих в результате указанной модуляции, которые сдвинуты относительно основной (нулевой) составляющей на величину частоты модуляции. Эти сдвиги для боковых спектральных составляющих оказываются различными для

различных элементов диффузора и соответствующих радиационных компонент. Диффузор разработан таким образом, что интенсивность указанных составляющих - компонент излучения после их отражения этим диффузором оказывалась равной по величине во всей области наблюдения (т.е. выполняется условие равномерного освещения объекта излучением указанной компонентой). Поэтому любые их относительные изменения после отражения от объекта и попадания в соответствующие элементы приемного устройства показывают на отличия в их отражении различными участками наблюдаемых объектов. Каждая отдельная пространственная составляющая излучения имеет свой собственный угол распространения в зоне наблюдения. Здесь каждая спектральная компонента является компонентой радиации, разложенной по углу распространения, такая компонента освещает объект из соответствующей диффузорной точки, и положение этой точки в пространстве строго связано с величиной частоты модулирующего сигнала для этого точечно-подобного рассеивающего элемента диффузора. Области локализации в спектре таких компонент и области пространственной локализации соответствующих элементов диффузора, которые ответственны за генерацию этих компонент, изображены однозначно, связаны друг с другом, что важно при спектральном анализе принятых сигналов и их эффективном декодировании. Любые относительные изменения в амплитудах указанных радиационных компонент, которые рассеяны каждой отдельной точкой поверхности (и/или внутренней точкой) объекта, будут строго определяться рассеивающими характеристиками этого объекта в этой точке. Некоторые из таких компонент могут быть зеркально отражены от этой точки (благодаря зеркальному отражению при определенных углах падения, так называемый глинт-эффект) и представляют собой очень сильные сигналы на выходе элемента приемной матрицы. В предложенной СФИ такие разрушающие сигналы могут быть просто удалены или извлечены на этапе обработки сигналов, поскольку они имеют различные частотные локализации. Возможность выборочного извлечения разрушающих сигналов без какого-либо влияния на другие информационные сигналы изображения (даже только для одного пикселя такого изображения) является базовым свойством этой новейшей ММВ/СММВ СФИ, которое создает новые реальности для процедур формирования изображений.

Следует указать, что не способные кодировать различные пространственные компоненты, но разрушающие пространственную когерентность излучения, могут иметь крайне простую реализацию, но тем не менее обеспечивают высокое качество получаемых изображений.

Это может быть диффузор, состоящий, например, из набора зеркально-отражающих небольших элементов, положение которых относительно общего плоского основания (или основания в виде сложной поверхности) меняется случайным во времени образом, но на величину не больше полдлины подсвечивающего излучения. Элементы могут быть присоединены к подвижным магнитным сердечникам индуктивных токовых катушек, питаемых случайными электрическими токами (либо присоединены к пьезоэлементам). Ими могут быть зеркала, наклоненные по отношению к общей поверхности и вращающиеся вокруг собственных осей симметрии.

Диффузор может состоять из независимых жидкокристаллических (ЖК) ячеек, оптические (рассеивающие/пропускающие) свойства которых меняются модулированными или случайными модуляционными сигналами независимо.

Это может быть набор (пространственно распределенный) резонансно-рассеивающих антенных систем (узкополосных) со слегка различными центральными частотами, при этом диффузор освещается свипируемым по частоте излучением и т.д.

Любой диффузор, способный случайно изменять взаимные фазы пространственных составляющих излучения, рассеянных разными его пространственными частями, будет эффективен для разрушения пространственной когерентности излучения (при условии использования должного приемного устройства, обеспечивающего полное накопление энергий этих компонент в каждом пикселе формируемого им изображения)

Привлекательность предложенного подхода заключается в возможности использования



любого типа излучения для освещения объектов, если диффузор разработан для рассеивания такой радиации (это касается не только типа поляризации, но и несущей частоты излучения, причем эта частота может не ограничиваться ММВ/СММВ диапазонами, но лежать даже в инфракрасном и оптическом диапазонах - это определяется технологическими возможностями разработки рассеивающих элементов для диффузора в указанных диапазонах). Для ММВ/СММВ диапазона, например, линейно-поляризованное излучение может быть разложено на пространственные составляющие посредством диффузора рассмотренным выше способом (либо диффузор разрушил пространственную когерентность освещающего излучения), при этом СФИ может быть снабжена поляризационной решеткой, которая предпочтительно поляризована в плоскости, перпендикулярной поляризации освещающего излучения. В этом случае только радиационные компоненты, поляризационное состояние которых изменяется после взаимодействия с объектом, будут получены приемным устройством СФИ. Наркотики так же, как и пластиковое оружие и взрывчатка, способны изменять поляризацию отраженного излучения и они могут быть изображены предложенной системой с высоким контрастом и большим количеством деталей. При этом такие объекты могут быть невидимы на изображениях, полученных в ко-поляризованном излучении. Наоборот, обычное (металлическое) оружие может иметь плохой контраст на кросс-поляризованных изображениях. Поскольку вся информация, заключенная в изображениях (включая ко- и кросс- поляризованные изображения) может быть получена одновременно, может быть получено в реальном масштабе времени результатное изображения с включенными ко- и кросс-изображениями в одно такое изображение. В этом случае как традиционное оружие, так и пластиковое и наркотики могут быть изображены с улучшенным качеством и могут быть легко идентифицированы. Таким образом, еще одно существенное дополнительное преимущество имеет предлагаемая активная СФИ по сравнению с любыми альтернативными системами, включая пассивные СФИ.

В ситуации, когда никаких модулирующих сигналов не приложено к элементам матрицы диффузора 3, пространственная когерентность излучения, отраженного такой матрицей, не будет изменяться и по-прежнему будет оставаться достаточно высокой. В этом случае шершавые (неровные) поверхности объектов будут вносить случайные искажения в распределения интенсивности изображений, формируемых на плоскости приемной матрицы благодаря спекл-эффектам. Благодаря модулированию импедансных нагрузок 74 пространственно расположенных антенн 68 диффузорной матрицы 3, сечения обратного рассеяния различных элементов матрицы модулируются, что позволяет разрушить пространственную когерентность отраженного от матрицы излучения и таким образом минимизировать разрушения в изображениях, вызванных спеклами.

Модуляционные сигналы для различных компонент разложенного на составляющие излучения (включая излучение, разложенное по компонентам с различными углами распространения) могут быть упорядочены определенным образом для того, чтобы кодировать различные физические свойства указанных радиационных компонент. Такая информация полезна для правильного распознавания наблюдаемого объекта, поскольку его поверхность (и/или внутренняя структура) будет отражать радиационные компоненты с различными физическими характеристиками. Парциальные изображения объекта, сформированные для некоторых из таких компонент (например, для определенного угла падения подсвечивающего излучения), могут содержать характерные детали об объекте, достаточные для распознавания объекта.

Согласно изобретению принцип модулирования нагрузочных импедансов широкозонных антенн (или многопортовых проводящих структур) используется для контроля уровня пространственной когерентности излучения антеннами (структурами) матрицы. Любые нагрузки, которые проявляют импедансы, - емкостной, резистивный, индуктивный или комплексный, могут быть использованы в качестве антенной нагрузки.

Известно, что фокусирующие элементы, основанные на дифракционном принципе (например, зонные линзы Френеля), изменяют свое фокусное расстояние при изменении

частоты подсвета. Это позволяет изменять плоскость резкого изображения электронным быстрым образом без пространственного перемещения каких-либо элементов СФИ. Однако не использовалось на практике, поскольку соответствующие генераторы излучают пространственно-когерентное излучение и получаемые изображения оказывались предельно низкого качества. Предложенный подход в предварительном разрушении (или кодировании пространственных компонент) пространственной когерентности диффузором позволит на практике использовать такие фокусирующие элементы. Благодаря этому может быть построено объемное изображение объекта высокого визуального качества либо просканирована по глубине зона наблюдения в реальном масштабе времени только посредством электронного управления соответствующего источника излучения.

Рассеивающие свойства любого объекта существенно зависят от угла падения излучения по отношению к поверхности объекта, поляризации излучения, несущей частоты и других физических характеристик излучения. Операция сбора на приемной стороне большого объема многопараметрических данных о рассеянии излучения, излученных из излучения, проваимодействовавшего с поверхностью и внутренней структурой спрятанной под одеждой контрабанды, представляет собой важную задачу. Согласно изобретению предлагается осуществлять предварительную декомпозицию (разложение) излучения, освещающего объект на многочисленные независимые радиационные компоненты, проявляющие различные физические качества и допускающие многопараметрический анализ рассеянных данных на приемной стороне. Предлагается осуществлять кодирование информации о разложенной радиации и ее парциальных компонентах (ПК). Кодирование может иметь место либо на стороне источника 2 (фиг.1), где может быть закодирована информация о несущей частоте и/или поляризации излучаемой радиации, или на стороне диффузора 3, где информация об угле распространения ПК может быть независимо закодирована, или одновременно посредством и источника 2, и диффузора 3 для взаимодополняющего кодирования. Кодированная информация декодируется процессором 8.

Согласно настоящему изобретению обеспечивается генерирование излучения, которое включает многочисленные фазонезависимые ПК, проявляющие отличительные физические свойства. Например, эти свойства могут включать угол распространения ПК (который эквивалентен углу падения ПК на поверхность наблюдаемого объекта), несущую частоту или поляризацию излучения. Каждая из таких характеристик обеспечивает информацию об объекте, будучи переотраженной от него, и эта информация может быть использована для улучшения качества изображения и/или правильного его распознавания.

Излучение кодируется, чтобы пометить различные из всего множества парциальных компонент. Такое кодирование может быть выполнено модулированием каждой спектральной компоненты отдельно или путем создания дублетных спектральных компонент с кодированием частотного сдвига между спектральными составляющими. После того как радиация отражена и рассеяна объектом, изображение которого формируется, радиация принимается ПМ и превращается в электрический сигнал. Парциальные электрические сигналы, имеющие прямое отношение к соответствующим парциальным радиационным составляющим благодаря указанному кодированию, могут быть независимо извлечены из общего электрического сигнала в результате процедуры декодирования, осуществляемой соответствующими электронными цепями и/или процессором. Декодированные парциальные сигналы могут быть конвертированы в набор так называемых парциальных изображений, при этом парциальные изображения могут быть составлены из любых пикселей (матричных наборов) общего огромного и многомерного объема декодированных сигналов, получая каждый раз новое изображение с индивидуальными особенностями используемого для его формирования излучения (например, либо пространственно некогерентное, но монохроматическое или, наоборот, пространственно-когерентное, но полихроматическое с различными углами освежения, поляризацией и т.д.). Можно присвоить каждому элементу или кластеру близко расположенных элементов различные модуляционные характеристики. В этом случае каждый модулируемый рассеивающий элемент должен иметь свою собственную

отличительную модуляционную частоту или иную модуляционную характеристику. В этом примере углового кодирования, где каждый элемент или их кластеры имеют отличительные собственные модуляционные характеристики, появляется двойное преимущество в обеспечении одновременного разрушения пространственной когерентности излучения и кодировании различных углов падения излучения.

При приеме приемной аппаратурой СФИ спектра излучения, многократно расщепленного (разложенного) и в дальнейшем рассеянного наблюдаемым объектом, радиационные компоненты, различным образом рассеянные различными частями объекта, отдельно идентифицируются и выделяются в каждом пикселе приемного изображения. Это позволяет контролировать весь набор информации об объекте. Радиационная компонента, характеризующаяся различными физическими параметрами, до своего взаимодействия с объектом предварительно рассеивается диффузором. В этом случае информация об угле падения такого пространственно-расщепленного излучения (точнее каждой из парциальных спектральных составляющих) будет закодирована в спектральном сдвиге на частоту модуляции элементов матрицы диффузора, в то время как информация о несущей частоте поляризации и т.д. этой составляющей может также быть закодирована в частотный сдвиг компонент в дублетном представлении рассматриваемой спектральной составляющей.

Таким образом, благодаря способу индивидуального кодирования (например, по модуляции) радиационных составляющих многочисленных парциальных составляющих спрятанного объекта, где каждое такое парциальное изображение генерируется частной парциальной составляющей излучения, могут быть приняты приемной аппаратурой СФИ независимо друг от друга. Эти независимые парциальные изображения могут быть отправлены в память цифровых обрабатывающих средств для последующей обработки. При этом все парциальные изображения могут быть получены параллельно в один и тот же момент времени, что существенно отличает разрабатываемые системы от известных.

Необходимо указать два существенных момента предложенной техники формирования изображений.

Во первых, благодаря использованию искусственного узкополосного ММ/СММ модулируемого излучения и специально разработанной приемной аппаратуры, уровень освещающей объекты радиации будет ниже уровня радиации, естественным образом излучаемой человеческим телом в ММ/СММ диапазоне волн. Таким образом, любой человек, стоящий вблизи человека, находящегося под наблюдением СФИ, будет излучать ММ/СММ энергии в сторону этого наблюдаемого человека больше, чем соответствующая система освещения используемой СФИ (при различных спектральных распределениях таких энергий, конечно).

Во вторых, приемная аппаратура предложенной системы может быть разработана таким образом, что такая система будет способна формировать наряду с активными также и пассивные радиометрические изображения подобно любым пассивным системам, разработанным ранее. Это будет иметь место благодаря тому факту, что первые базовые каскады усиления предложенной системы цепей трансформирования и усиления сигналов соответствуют соответствующим каскадам пассивных СФИ. Извлечение сигналов, принадлежащих различным парциальным изображениям, будет выполнено дополнительными частотно-селективными цепями. Таким образом, предлагаемая система будет способна получать пассивные изображения в тех редких случаях, когда такая информация может быть полезна для целей распознавания спрятанных объектов. Система освещения должна быть предпочтительно выключена во время формирования пассивных изображений, так как активные сигналы могут влиять на сигналы пассивных изображений.

Предложенная СФИ будет получать объемы информации, которые не достижимы для любых других СФИ, детектирующих контрабанду систем, включая конечно и пассивные радиометрические СФИ. С другой стороны, для реализации таких систем не требуется дополнительного развития уровня технологии ММВ/СММВ компонент и узлов, и такие

системы могут быть эффективно разработаны на основе развитой уже технологии. Дополнительный диффузор и аппаратура для контролирования процедур формирования изображений и обработки изображений не являются дорогостоящими в сравнении с узлами пассивных систем. Преимущества же, которые открываются при использовании таких систем, очевидны.

#### Формула изобретения

1. Система формирования изображений в миллиметровом и субмиллиметровом диапазоне волн, содержащая по крайней мере один источник излучения в миллиметровом или субмиллиметровом диапазоне волн, выполненный в виде набора отдельных независимых элементов излучения, физические параметры излучения каждого из которых выполнены отличными от физических параметров излучения других элементов излучения, элемент для фокусирования излучения, рассеянного в зоне наблюдения, на приемное устройство, выполненное с функцией независимого приема излучения, рассеянного различными пространственными частями зоны наблюдения, преобразования его в набор соответствующих сигналов, при этом каждому сигналу указанного набора соответствует излучение, рассеянное пространственно определенной частью зоны наблюдения, выходы указанного приемного устройства связаны с процессором для преобразования указанного набора сигналов в соответствующее изображение зоны наблюдения и отображения этого изображения на дисплее, причем каждый элемент изображения сформирован из соответствующего сигнала указанного набора, отличающаяся тем, что она снабжена диффузором, расположенным на расстоянии от источника излучения, освещающего его излучением, для рассеяния этого излучения в направлении зоны наблюдения, каждый отдельный независимый элемент излучения выполнен с возможностью кодирования собственного излучения, отличного от кодирования излучения других отдельных независимых элементов излучения, при этом указанные независимые элементы излучения выполнены с фиксированными или изменяемыми во времени по величине указанными отличительными физическими параметрами их излучения, диффузор выполнен с возможностью реализации функции диффузного рассеяния падающего излучения или с возможностью реализации функции рассеяния падающего излучения пространственно различными частями диффузора с дополнительным различным кодированием рассеиваемого излучения посредством различной модуляции рассеивающих свойств указанных различных частей диффузора и/или с реализацией функции уменьшения пространственной когерентности рассеиваемого им излучения, приемное устройство выполнено с возможностью независимого приема каждой кодированной составляющей излучения, получаемых из указанной зоны наблюдения, и преобразования каждого сигнала из указанного набора сигналов в дополнительный набор парциальных сигналов, причем различные парциальные сигналы для любого, но одного и того же из указанных дополнительных наборов парциальных сигналов соответствуют отличительно кодированным составляющим излучения или одинаково кодированным составляющим излучения, но с отличительными величинами указанных отличительных физических параметров излучения соответствующего элемента излучения, процессор выполнен с функциями независимого приема отдельных парциальных электрических сигналов формирования из указанных парциальных сигналов парциальных изображений зоны наблюдения, для каждого из которых отдельный элемент такого изображения соответствует излучению, рассеянному пространственно определенной частью зоны наблюдения, и который сформирован из отдельного парциального сигнала с одинаковым кодированием и с одинаковыми и/или близкими значениями физических параметров излучений указанных независимых элементов излучений, и формирования резульатного изображения зоны наблюдения путем объединения указанных парциальных изображений и/или их фрагментов.

2. Система по п.1, отличающаяся тем, что диффузор дополнительно снабжен поляризационными средствами, выделяющими из излучения, рассеянного диффузором,

излучение преимущественно линейно поляризованное в первом пространственном направлении, а приемное устройство снабжено поляризационными средствами для выделения принимаемого им излучения, линейно поляризованного во втором пространственном направлении.

3. Система по п.2, отличающаяся тем, что первое указанное направление совпадает со вторым указанным направлением.

4. Система по п.2, отличающаяся тем, что первое указанное направление ортогонально второму указанному направлению.

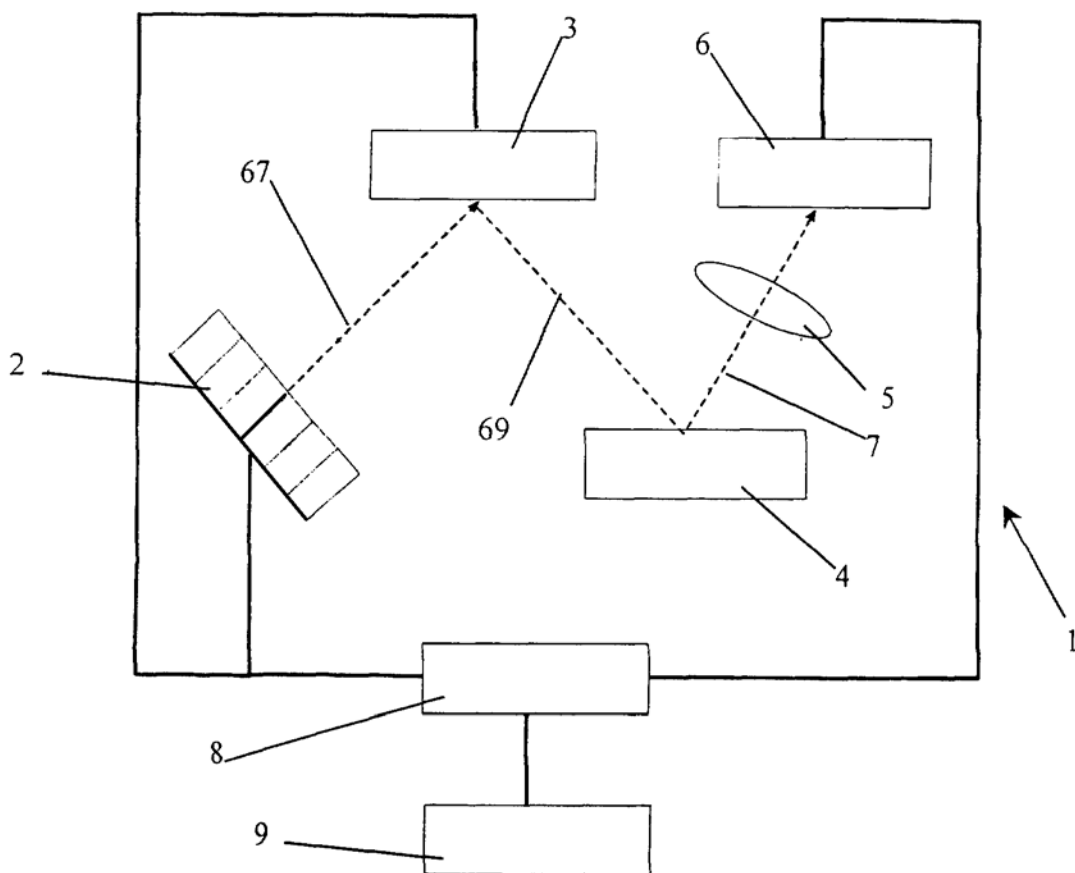
5. Система по п.1, отличающаяся тем, что каждый независимый элемент снабжен регулируемым аттенуатором для обеспечения допустимого уменьшения среднего уровня мощности излучения элементов излучения.

6. Система по п.1, отличающаяся тем, что отличными и/или сканируемыми физическими параметрами излучений указанных независимых элементов излучений является частота излучения.

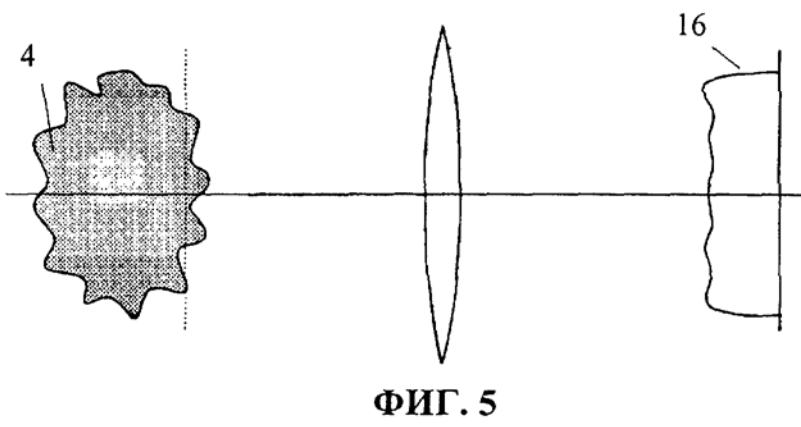
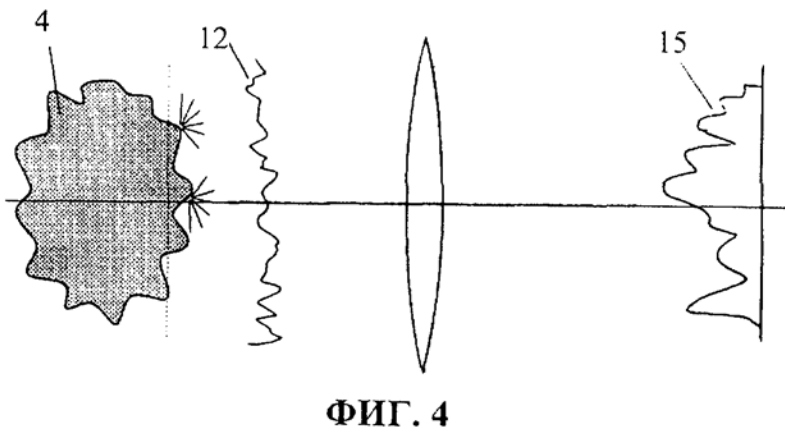
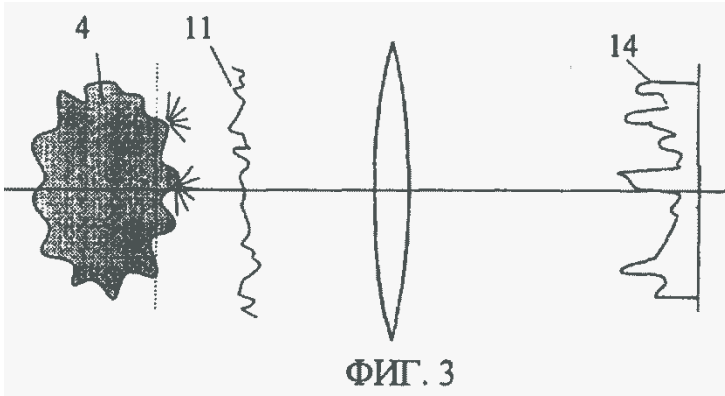
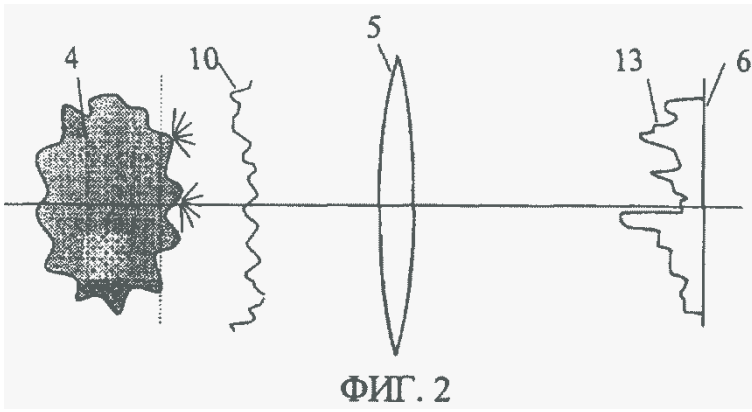
7. Способ формирования изображений в миллиметровом и субмиллиметровом диапазоне волн, заключающийся в формировании излучения в миллиметровом или субмиллиметровом диапазоне волн, состоящего из отдельных парциальных отличающихся друг от друга по физическим параметрам составляющих излучения, направлении сформированных парциальных составляющих излучения в зону наблюдения, приеме через фокусирующий элемент излучения, рассеянного в зоне наблюдения, преобразовании принятого излучения в сигналы, при этом каждый сигнал соответствует излучению, рассеянному определенной пространственной частью зоны наблюдения, и формировании по данным сигналам визуально воспринимаемого изображения зоны наблюдения, отличающийся тем, что каждую отдельную парциальную составляющую излучения дополнительно кодируют отличительно от кодирования других парциальных составляющих излучения, направляют указанные парциальные составляющие излучения на диффузор, расположенный для рассеяния падающего на него излучения в зону наблюдения и выполненный с функцией диффузного рассеяния падающего на него излучения или с функцией рассеяния падающего на него излучения пространственно различными частями диффузора с дополнительным различным кодированием рассеиваемого им излучения посредством различной модуляции рассеивающих свойств указанных различных частей диффузора и/или с функцией уменьшения пространственной когерентности рассеиваемого им излучения, после рассеяния указанного излучения в зоне наблюдения осуществляют фокусирование этого рассеянного излучения на приемное устройство, которое осуществляет прием этого излучения независимо из каждой пространственной части зоны наблюдения, путем преобразования указанного излучения в соответствующий набор сигналов, каждый из которых соответствует излучению, рассеянному в определенной пространственной части указанной зоны наблюдения, и образует из каждого сигнала указанного набора сигналов дополнительный набор парциальных сигналов, причем указанным парциальным сигналам соответствуют кодированные составляющие излучения, формируют парциальные изображения, для каждого из которых отдельный элемент изображения соответствует излучению, рассеянному пространственно определенной частью зоны наблюдения, и который сформирован из отдельного парциального сигнала соответствующего дополнительного набора парциальных сигналов, а затем осуществляют объединение парциальных изображений и/или их фрагментов для формирования результирующего изображения объекта и его визуального отображения на дисплее.

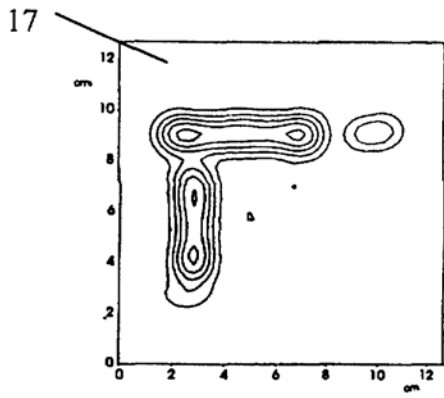
8. Способ формирования изображений в миллиметровом и субмиллиметровом диапазоне волн, заключающийся в формировании излучения в миллиметровом или субмиллиметровом диапазоне волн, состоящего из отдельных парциальных отличающихся друг от друга по физическим параметрам составляющих излучения, направлении сформированных парциальных составляющих излучения в зону наблюдения, приеме через фокусирующей

элемент излучения, рассеянного в зоне наблюдения, преобразовании принятого излучения в электрические сигналы, при этом каждый электрический сигнал соответствует излучению, рассеянному определенной пространственной частью зоны наблюдения, и формировании по данным электрическим сигналам визуально воспринимаемого изображения зоны наблюдения, отличающийся тем, что каждую отдельную указанную парциальную составляющую излучения дополнительно кодируют отличительно от кодирования других парциальных составляющих излучения и направляют указанные парциальные составляющие излучения в зону наблюдения, после рассеяния указанного излучения в зоне наблюдения осуществляют фокусирование этого рассеянного излучения на приемном устройстве, которое осуществляет прием этого излучения независимо из каждой пространственной части зоны наблюдения посредством преобразования указанного излучения в соответствующий набор сигналов, каждый из которых соответствует излучению, рассеянному в определенной пространственной части указанной зоны наблюдения, и образует из каждого сигнала указанного набора сигналов дополнительный набор парциальных сигналов, причем указанным парциальным сигналам соответствуют закодированные составляющие излучения, формируют парциальные изображения зоны наблюдения, для каждого из которых отдельный элемент изображения соответствует излучению, рассеянному пространственно определенной частью зоны наблюдения, и который сформирован из отдельного парциального сигнала соответствующего дополнительного набора парциальных сигналов, а затем осуществляют объединение парциальных изображений и/или их фрагментов для формирования результирующего изображения объекта и визуального его отображения на дисплее.

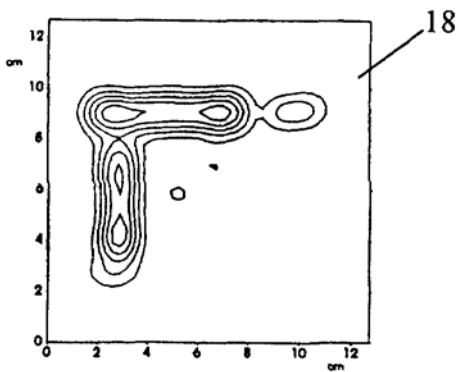


ФИГ. 1

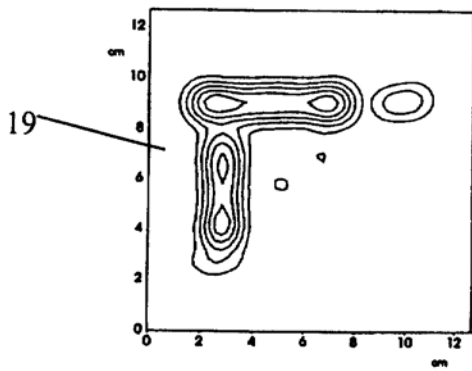




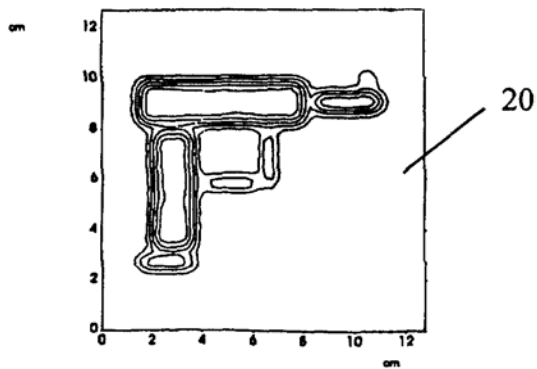
ФИГ. 6



ФИГ. 7

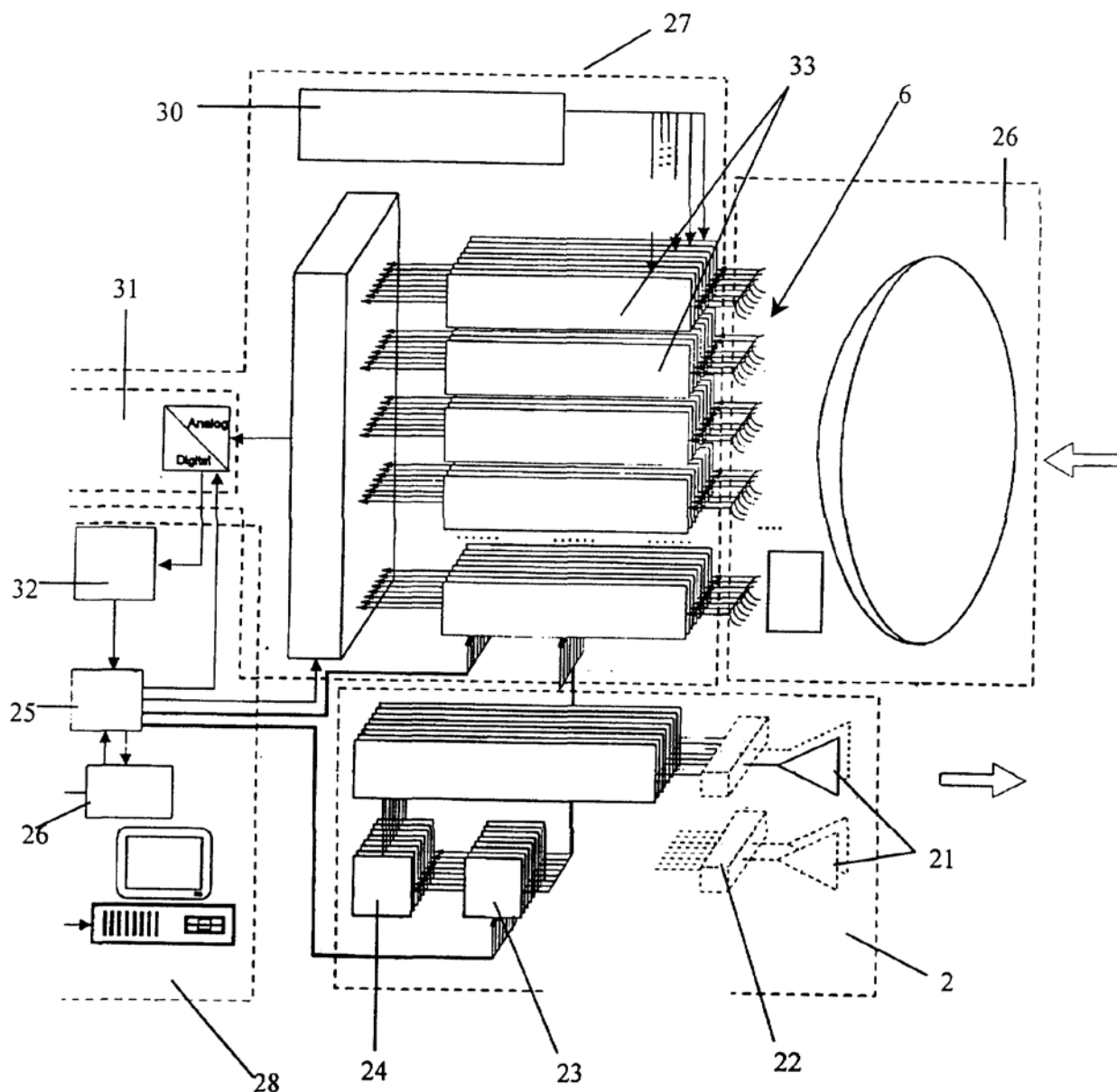


ФИГ. 8

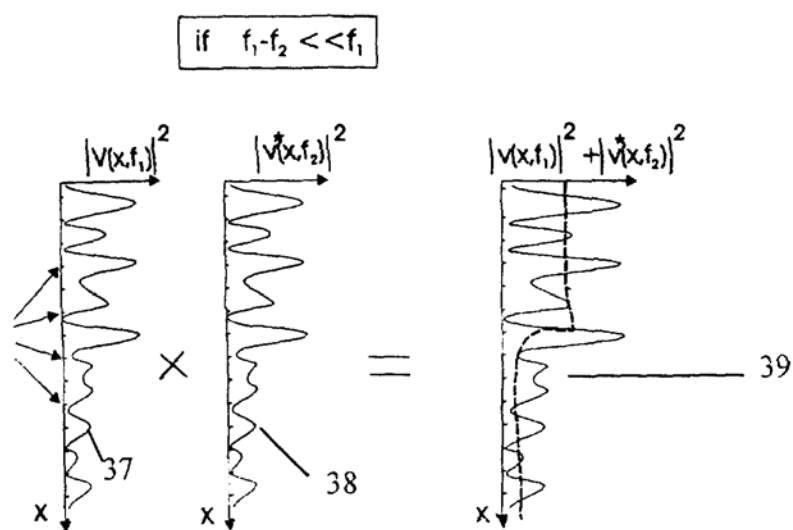


ФИГ. 9

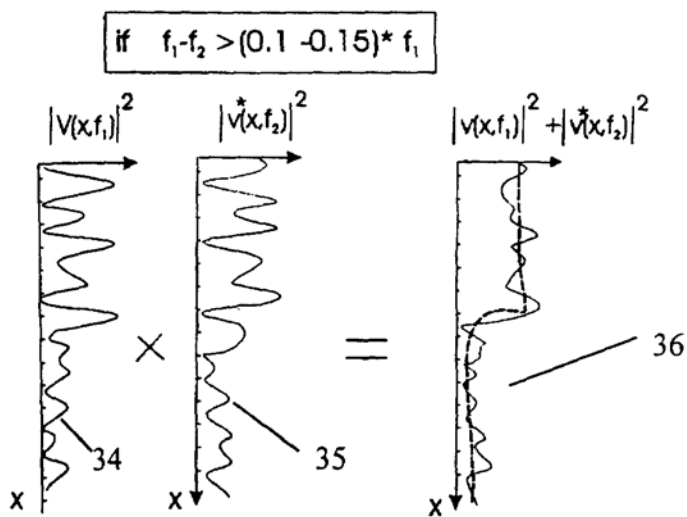




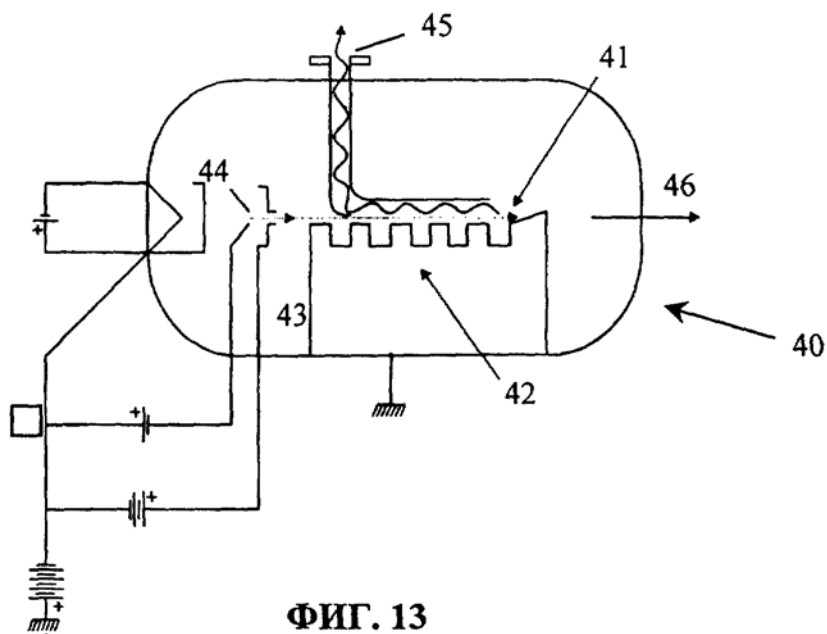
ФИГ. 10



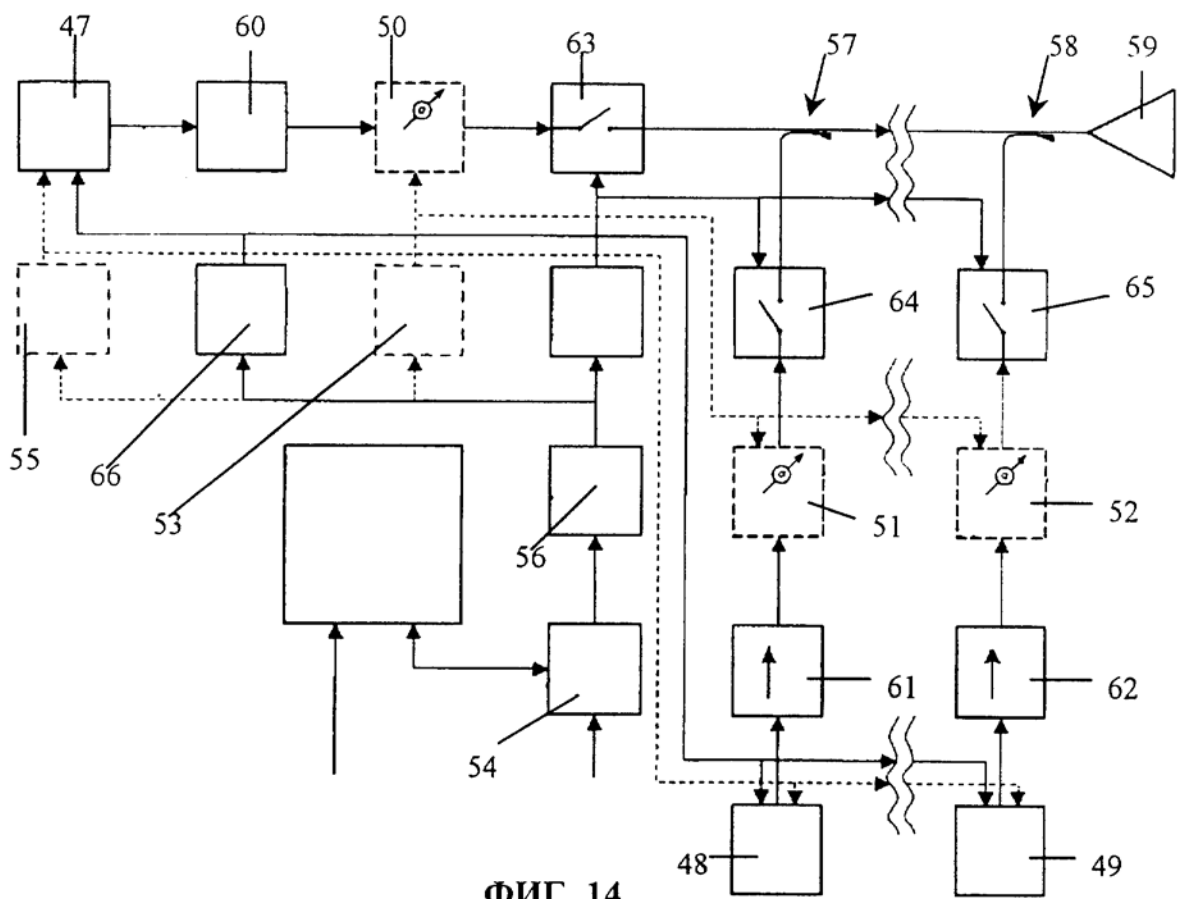
ФИГ. 11



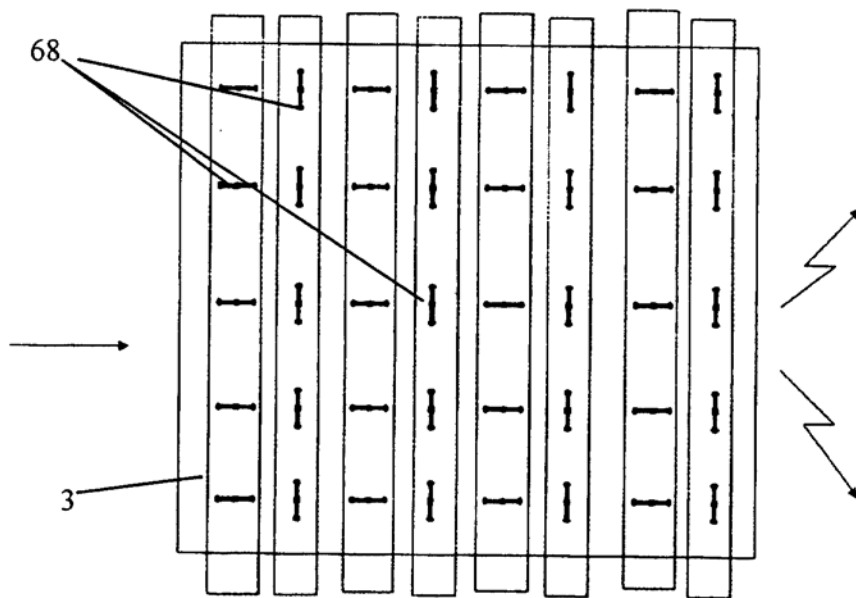
**ФИГ. 12**



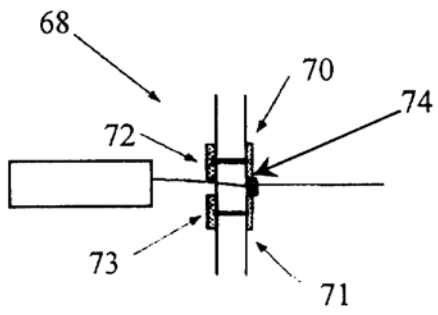
**ФИГ. 13**



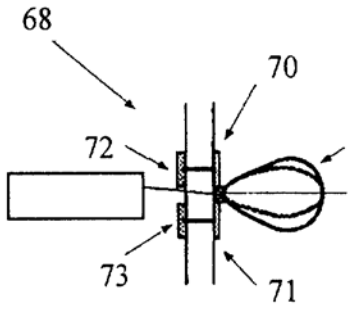
ФИГ. 14



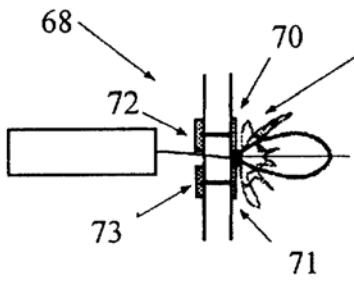
ФИГ. 15



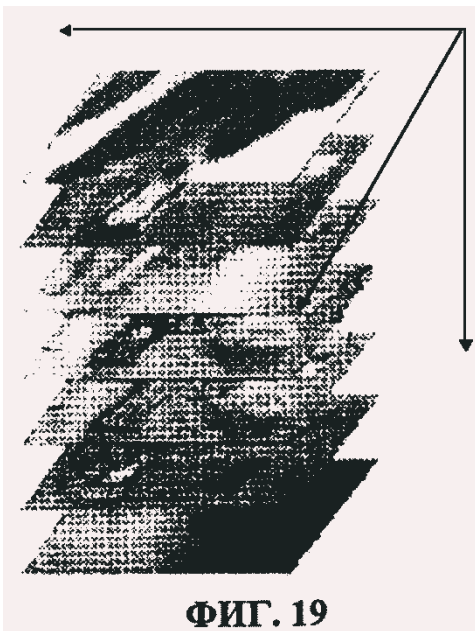
ФИГ. 16



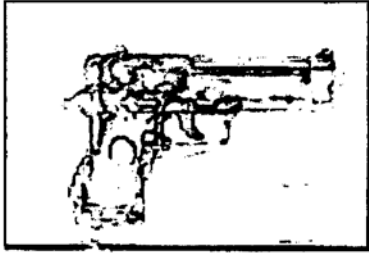
ФИГ. 17



ФИГ. 18



ФИГ. 19



**ФИГ. 20**