

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202391543** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки
2024.01.31

(51) Int. Cl. **G02B 27/14** (2006.01)
A61B 1/005 (2006.01)
G01N 21/64 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2023.06.19

(54) **СВЕТОДЕЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ДИСТАЛЬНОЙ КОНЦЕВОЙ ЧАСТИ
ЭНДОСКОПА, СИСТЕМА ОБЪЕКТИВА И ЭНДОСКОП**

(31) **102022116292.3**

(72) Изобретатель:

(32) **2022.06.30**

Бауэр Франц (DE)

(33) **DE**

(74) Представитель:

(71) Заявитель:

Рыбина Н.А. (RU)

КАРЛ ШТОРЦ СЕ ЭНД КО. КГ (DE)

(57) Изобретение относится к светоделительному устройству для дистальной торцевой части эндоскопа, причем светоделительное устройство содержит первую призму с первой входной поверхностью, первой внутренней поверхностью падения и первой выходной поверхностью, а также вторую призму со второй входной поверхностью и второй выходной поверхностью, и дихроичный светоделительный слой, при этом первая выходная поверхность первой призмы и вторая входная поверхность второй призмы являются смежными, а дихроичный светоделительный слой расположен между этими смежными поверхностями так, что входящие лучи, содержащие первую и вторую спектральные области, отражаются от первой внутренней поверхности падения первой призмы, падают на первую выходную поверхность первой призмы и разделяются дихроичным светоделительным слоем на первые лучи первой спектральной области и вторые лучи второй спектральной области для захвата отдельных изображений первой спектральной области первым датчиком изображения и второй спектральной области вторым датчиком изображения параллельно. Кроме того, изобретение относится к системе объектива и эндоскопу.

A1

202391543

202391543

A1

СВЕТОДЕЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ДИСТАЛЬНОЙ КОНЦЕВОЙ ЧАСТИ ЭНДОСКОПА, СИСТЕМА ОБЪЕКТИВА И ЭНДОСКОП

Изобретение относится к светоделительному устройству для дистальной торцевой части эндоскопа, при этом светоделительное устройство содержит первую призму с первой входной поверхностью, первой внутренней поверхностью падения и первой выходной поверхностью; вторую призму со второй входной поверхностью, второй выходной поверхностью, и дихроичный светоделительный слой, при этом светоделительное устройство может быть обеспечено по меньшей мере первым датчиком изображения для улавливания света первой спектральной области и вторым датчиком изображения для улавливания света второй спектральной области, причем первая спектральная область и вторая спектральная область по меньшей мере частично отличаются друг от друга. Кроме того, изобретение относится к системе объектива и эндоскопу.

Эндоскопы для использования в медицинских и немедицинских целях могут использовать как формирование изображений в белом свете, так и формирование флуоресцентных изображений. Эндоскопические приборы, предназначенные для промышленного, а не медицинского использования, часто называют бороскопами. Поскольку данное изобретение относится как к медицинским эндоскопам, так и к бороскопам, термин «эндоскоп» обычно используется для обозначения обоих приборов. Обычные эндоскопы способны захватывать как изображения в белом свете, так и флуоресцентные изображения с помощью одного оптического пути и только одним датчиком изображения, собирая чередующиеся кадры со смещенным белым светом и возбуждающим освещением. Такая компоновка системы приводит к частоте кадров, которая значительно ниже, чем частота кадров системы, использующей только видимый белый свет, обычно достигая максимум половины частоты кадров системы, использующей только белый свет. Помимо необходимого прерывания между кадрами белого света и флуоресцентными кадрами, чувствительность флуоресцентных кадров кроме того ограничивается несколькими оптическими элементами на одном общем оптическом пути, что обычно приводит к невозможности ослабления одного сигнала по сравнению с другим сигналом. Затем обработка изображений анализирует и объединяет изображения из чередующихся кадров в наложение флуоресцентного/белого света с низкой общей частотой кадров. Этот метод приводит к более низкой чувствительности в диапазоне флуоресценции, а также к снижению яркости и разрешения наложенного изображения по сравнению с одиночным изображением в белом свете.

Вместо того, чтобы использовать только один датчик изображения, прерывая кадры и накладывая изображения в белом свете и флуоресцентные изображения, альтернативным решением было бы размещение двух полных систем объективов в эндоскопе для захвата изображений в белом свете и флуоресцентных изображений по отдельности. Однако из-за требований к пространству для двух параллельных систем объективов, не говоря уже о дополнительной сложности ориентации, такое решение неприемлемо для эндоскопов с чипом на дистальном конце, где соответствующий электронный датчик изображения или датчики изображения расположен(ы) в дистальной торцевой части, например, наконечнике узкой трубки эндоскопа.

Документ US 2012/0248333 A1 раскрывает устройство для флуоресцентной диагностики, которое может одновременно работать в режиме флуоресценции и в режиме белого света и включает в себя камеру с первым датчиком изображения для получения изображения в белом свете и вторым датчиком изображения для получения флуоресцентного изображения, при этом камера может быть соединена с проксимальным концом эндоскопа или может быть расположена в дистальной торцевой части трубки эндоскопа. Камера включает в себя светоделитель, который делит путь наблюдения на первый подпуть и второй подпуть непосредственно на границе раздела между первой призмой и второй призмой светоделителя. На границе раздела между обеими призмами может быть расположен спектральный фильтр наблюдения для блокирования света в спектральных диапазонах за пределами флуоресценции, связанной со вторым датчиком изображения, для улавливания флуоресцентного света, причем вторая призма функционирует как путь флуоресценции для направления флуоресцентного света на второй датчик изображения. В отличие от этого, белый свет отражается на границе раздела с первым подпутём и направляется на первый датчик изображения. Благодаря непосредственному и прямому разделению на границе раздела между двумя призмами обе призмы имеют одинаковые физические размеры по длине и высоте, а светоделитель имеет квадратную форму, благодаря чему второй датчик изображения расположен перпендикулярно оптическому пути и первому датчику изображения.

В документе EP 3 346 897 B1 описано устройство медицинской визуализации, подсоединяемое к системе микроскопа или, в качестве головки камеры, к системе эндоскопа, которое содержит цветоделительную призму с дихроичной пленкой, предназначенную для разделения падающего света на первый свет с диапазоном длин волн видимого света и второй свет с диапазоном длин волн флуоресценции. Цветоделительная призма содержит первую призму и вторую призму, при этом падающий

свет, попадающий в первую призму, сразу и непосредственно разделяется дихроичной пленкой на границе раздела между первой призмой и второй призмой. Видимый свет, разделенный дихроичной пленкой, отражается внутри первой призмы и снова отражается от отражающей поверхности первой призмы и, таким образом, направляется на первый датчик изображения, расположенный снаружи первой призмы, для улавливания видимого света. Вторая призма функционирует как оптический путь флуоресценции, пропуская флуоресцентный свет, прошедший через дихроичную пленку, во второй датчик флуоресцентного изображения. Положение второго датчика флуоресцентного изображения можно смещать вдоль оптического пути относительно второй призмы, чтобы регулировать относительные длины оптического пути видимого света и оптического пути флуоресценции. В этой цветоделительной призме выходная сторона второй призмы и датчик флуоресцентного изображения расположены перпендикулярно оптической оси, и из-за условия полного отражения видимого света на отражающей поверхности, направленной к падающему свету, самая длинная сторона каждой из призм, то есть первой и второй призм, расположены перпендикулярно друг другу. Поэтому цветоделительная призма занимает много места как в продольном направлении вдоль оптического пути, так и по высоте и, следовательно, не подходит для размещения в узкой трубке эндоскопа.

Целью настоящего изобретения является улучшение известного уровня техники.

Задача решается с помощью цветоделительного устройства для дистальной торцевой части эндоскопа, при этом цветоделительное устройство содержит первую призму с первой входной поверхностью, первой внутренней поверхностью падения и первой выходной поверхностью; вторую призму со второй входной поверхностью, второй выходной поверхностью, и дихроичный цветоделительный слой; при этом цветоделительное устройство может быть обеспечено по меньшей мере первым датчиком изображения для улавливания света первой спектральной области и вторым датчиком изображения для улавливания света второй спектральной области, причем первая спектральная область и вторая спектральная область по меньшей мере частично отличаются друг от друга, при этом первая выходная поверхность первой призмы и вторая входная поверхность второй призмы являются смежными, а дихроичный цветоделительный слой расположен между этими смежными поверхностями таким образом, что входящие лучи, включающие первую и вторую спектральные области, отражаются первой внутренней поверхностью падения первой призмы, падают на первую выходную поверхность первой призмы и разделяются дихроичным цветоделительным

слоем на первые лучи первой спектральной области и вторые лучи второй спектральной области для захвата отдельных изображений первой спектральной области первым датчиком изображения и второй спектральной области вторым датчиком изображения параллельно.

При этом для эндоскопа с чипом на дистальном конце предусмотрено дихроичное светоделительное устройство, обеспечивающее одновременный захват изображений двух разных спектральных областей двумя отдельными датчиками изображения. В результате, может быть достигнуто увеличение общей частоты кадров, соответствующей чувствительности и яркости захваченных изображений соответствующей спектральной области по сравнению с современными эндоскопами, использующими один оптический путь. Благодаря специфической конструкции светоделительного устройства с расположением первой внутренней поверхности падения первой призмы, первой выходной поверхности первой призмы и второй входной поверхности второй призмы смежно с первой выходной поверхностью первой призмы, с дихроичным светоделительным слоем, расположенным между этими смежными поверхностями, предложено компактное светоделительное устройство, достаточно маленькое, чтобы его можно было разместить в дистальной торцевой части и/или дистальном наконечнике эндоскопа.

Кроме того, благодаря геометрической и компактной конструкции светоделительного устройства возможна оптимизация относительного пути луча за счет введения дополнительных оптических элементов и/или покрытий, которые присутствуют только на каждом соответствующем пути. При этом чувствительность и яркость изображения определенной спектральной области могут быть оптимизированы без обязательного влияния на оптические параметры другой спектральной области.

Одной из основных идей изобретения является специальная конструкция светоделительного устройства с первой выходной поверхностью первой призмы и второй входной поверхностью второй призмы в виде смежных поверхностей и дихроичным светоделительным слоем, расположенным между этими смежными поверхностями и/или на одной из этих смежных поверхностей. В отличие от известных светоделительных призм, в которых после входа в первую призму падающий свет сразу и непосредственно разделяется дихроичным покрытием, нанесенным на первую выходную поверхность первой призмы, непосредственно перед границей раздела между обеими призмами, в предложенном изобретении светоделительном устройстве падающие лучи, включающие первую и вторую спектральные области, отражаются в первую очередь от первой

внутренней поверхности падения первой призмы, проходят далее и падают на первую выходную поверхность первой призмы до того, как эти отраженные падающие лучи разделяются дихроичным светоделительным слоем на первые лучи первой спектральной области и вторые лучи второй спектральной области. При этом обеспечивается компактная геометрия первой и второй призм и светоделительного устройства в целом, что дает возможность легко установить светоделительное устройство и/или соответствующие датчики изображения внутри трубки эндоскопа в продольном и радиальном направлении, и дает возможность одновременного захвата отдельных изображений в первой спектральной области и во второй спектральной области, каждое с помощью отдельного специализированного датчика изображения, что приводит к улучшению качества изображения.

Геометрия каждой первой и второй призмы, а вместе с ней и светоделительного устройства, может быть рассчитана более гибко, поскольку в направлении движения падающих лучей после прохождения через первую входную поверхность падающие лучи не разделяются непосредственно поверхностью раздела между первой призмой и второй призмой в том же направлении движения, а вместо этого сначала отражаются от первой внутренней поверхности падения, проходят к первой выходной поверхности первой призмы и только затем разделяются дихроичным светоделительным слоем, расположенным между первой выходной поверхностью первой призмы и второй входной поверхностью второй призмы, на два луча с разными спектральными областями. В результате, физические размеры первой призмы и второй призмы, а также локальное расположение первого датчика изображения и второго датчика изображения могут быть выбраны более гибко и, таким образом, могут быть более легко адаптированы к ограничениям каждого конкретного диаметра трубки и имеющегося пространства внутри трубки.

При использовании в соответствии с настоящим описанием следующие термины имеют следующие значения, если не указано иное.

"Светоделительное устройство" представляет собой, в частности, оптическое устройство, которое разделяет пучок света на два луча. Светоделительное устройство используется, в частности, для разделения падающих лучей на два отдельных луча в определенном соотношении и тем самым на первые лучи первой спектральной области и вторые лучи второй спектральной области. В предпочтительном варианте светоделительное устройство эффективно разделяет падающий свет таким образом, чтобы, насколько это практически возможно, 100% отраженного света относилось к

первой спектральной области и 100% прошедшего света относилось ко второй спектральной области. В связи с этим подчеркивается, что термины "первый" и "второй" используются только для дифференциации, а не для определенной последовательности, так что, и наоборот, первые лучи первой спектральной области также могут пропускаться через смежные поверхности и проходить через вторую призму, а вторые лучи второй спектральной области могут отражаться дихроичным светоделительным слоем, проходить через первую призму и выходить из нее через первую внутреннюю поверхность падения. Светоделительное устройство представляет собой, в частности, дихроичный светоделитель с двумя призмами, который разделяет свет на два луча с разными длинами волн или диапазонами длин волн и, следовательно, на разные спектральные области. Таким образом, светоделительное устройство содержит дихроичный светоделительный слой, расположенный между смежными поверхностями обеих призм и/или выходной поверхностью первой призмы и/или второй входной поверхностью второй призмы. В отличие от известных светоделительных устройств предлагаемое светоделительное устройство не содержит двух треугольных призм, которые объединены в их основании и, следовательно, по их самой длинной стороне каждого треугольника. Вместо этого в светоделительном устройстве согласно изобретению первая выходная поверхность первой призмы, как, в частности, вторая по длине сторона первой призмы, расположена смежно со второй входной поверхностью второй призмы и, следовательно, с основанием второй призмы. В результате, заявляемое светоделительное устройство не имеет кубической формы. При этом первые лучи первой спектральной области, отраженные от смежной поверхности благодаря дихроичному светоделительному слою, и вторые лучи второй спектральной области, прошедшие через дихроичный светоделительный слой и далее через вторую призму, могут иметь разные оптические пути в соответствующих призмах. Первая призма светоделительного устройства функционирует сначала за счет отражения падающих лучей от ее первой внутренней поверхности падения в качестве общего оптического пути для падающих лучей, а вместе с ними и включенных лучей первой спектральной области и второй спектральной области, и, только после разделения дихроичным светоделительным слоем, первая призма дополнительно выполняет функцию оптического пути для отраженных первых лучей первой спектральной области, падающих на первую внутреннюю поверхность падения и выходящих из первой призмы через первую внутреннюю поверхность падения, чтобы улавливаться определенным соответствующим первым датчиком изображения. При этом вторая призма выполняет

только функцию оптического пути для прошедших вторых лучей второй спектральной области.

Под "призмой" понимается, в частности, элемент в виде геометрического тела. Призму можно использовать для различных оптических эффектов. Оптические свойства призмы зависят, в частности, от углов треугольника и/или положения оптически эффективных поверхностей призмы по отношению друг к другу и от показателя преломления материала. В частности, первая призма и вторая призма состоят из стекла, и стекло первой и второй призмы выбирают так, чтобы оно имело одинаковый или почти одинаковый показатель преломления. В поперечном сечении, параллельном направлению движения падающего света и, соответственно, в продольном сечении, первая призма и вторая призма имеют, каждая, по существу, треугольную форму. «По существу треугольный», в частности, означает, что не все три угла треугольной формы призмы должны быть острыми углами. Один или несколько углов треугольной формы также могут быть выполнены тупыми или усеченными и, следовательно, не совсем угловатыми. При этом вместо угла в поперечном и/или продольном сечении могут быть два угла со стороны между ними. Предпочтительно первая призма не имеет прямого угла, а вторая призма может иметь прямой угол в продольном сечении. Конечно, вместо углов в углах призмы или усеченной стороны углы могут быть изогнутыми или иметь другую форму.

"Первая входная поверхность" первой призмы представляет собой, в частности, поверхность первой призмы, через которую входящие лучи (падающие лучи), включающие первую и вторую спектральные области, входят в первую призму. Область первой входной поверхности первой призмы может действовать как входная апертура, а области за пределами эффективного диаметра входящего луча могут быть выполнены непрозрачными для входящего света. Входящие лучи предпочтительно входят в светоделительное устройство только через первую входную поверхность первой призмы. Соответствующая поверхность второй призмы, обращенная к падающим лучам, в частности, не пропускает падающие лучи. Следовательно, области первой входной поверхности первой призмы и не пропускающие луч поверхности второй призмы могут быть покрыты непрозрачным веществом, например черной краской, чтобы избежать проникновения внутрь любого рассеянного или нежелательного света.

"Первая внутренняя поверхность падения" первой призмы представляет собой, в частности, основание и, следовательно, самую длинную сторону первой призмы. В частности, первая внутренняя поверхность падения расположена в направлении прохождения падающих лучей, так что после входа в первую призму через первую

входную поверхность падающие на первую внутреннюю поверхность падения лучи отражаются первой внутренней поверхностью падения в направлении к смежным поверхностям двух призм и, тем самым, к дихроичному светоделительному слою, находящемуся между ними. При первом падении на первую внутреннюю поверхность падения эта поверхность, в частности, служит первой отражающей поверхностью для всех спектральных областей, и только после этого отражения следует разделение дихроичным светоделительным слоем. После разделения луча первые лучи первой спектральной области, которые отражаются дихроичным светоделительным слоем, могут падать на первую внутреннюю поверхность падения и проходить через нее. Таким образом, первая внутренняя поверхность падения является, в частности, поверхностью полного внутреннего отражения (ПВО) при первом общем падении обеих спектральных областей и является пропускающей поверхностью при втором падении только отраженных лучей первой спектральной области.

«Первая выходная поверхность» первой призмы представляет собой, в частности, поверхность первой призмы, смежную со второй входной поверхностью второй призмы. В продольном сечении первая выходная поверхность является, в частности, нижней стороной первой призмы, в результате чего первая призма расположена над второй призмой.

В предпочтительном варианте вторая призма представляет собой прямоугольный треугольник в продольном сечении, при этом прямой угол расположен в нижней части второй призмы напротив второй входной стороны. «Вторая входная сторона» второй призмы – это, в частности, самая длинная сторона второй призмы, и вместе с тем и гипотенуза. «Вторая выходная поверхность» представляет собой, в частности, поверхность второй призмы, которая расположена по существу параллельно направлению прохождения входящих лучей и/или оптической оси.

Под термином «смежно с» подразумевается, что первая выходная поверхность первой призмы и вторая входная поверхность второй призмы расположены рядом друг с другом и/или по соседству. Однако первая выходная поверхность первой призмы и вторая входная поверхность второй призмы не обязательно должны находиться в непосредственном контакте друг с другом. Следовательно, под «смежно с» также подразумевается, что лучи света проходят сначала через первую выходную поверхность первой призмы, а затем через вторую входную поверхность второй призмы. Таким образом, обе смежные поверхности с расположенным между ними дихроичным светоделительным слоем могут располагаться непосредственно или опосредовано рядом

друг с другом. В последнем случае смежные поверхности могут быть разделены другим материалом, воздушным зазором и/или другим элементом.

В общем случае геометрия первой и второй призмы, а также светоделительного устройства может отличаться по длинам соответствующих сторон в продольном и/или поперечном сечениях, в области отдельных поверхностей первой и второй призмы, а также по внутренним углам между сторонами соответствующих поверхностей в продольном и/или поперечном сечениях, при условии, что описанные и необходимые функции первой призмы и второй призмы выполняются и, следовательно, достигается общая эффективность светоделительного устройства. Важно, чтобы углы луча для каждой из призм светоделительного устройства были установлены таким образом, чтобы свет, отраженный от первой выходной поверхности обратно в первую призму, падал на первую внутреннюю поверхность падения под углом, близким к 90° . С учетом этого можно выбирать остальные углы. В одном таком примере в продольном сечении внутренний угол между первой входной поверхностью и первой внутренней поверхностью падения первой призмы может составлять 45° . Внутренний угол между первой входной поверхностью и первой выходной поверхностью первой призмы может составлять $112,5^\circ$. Внутренний угол поверхности второй призмы, перпендикулярный входящему лучу и, следовательно, выходящему из первой входной поверхности первой призмы вниз, может составлять 90° , а внутренний угол между второй входной поверхностью и второй выходной поверхностью может быть 23° в продольном сечении. В результате такой геометрии призмы лучи света, которые не проходят через первую выходную поверхность первой призмы, отражаются примерно под углом 45° и, таким образом, падают, как и требуется, на первую внутреннюю поверхность падения первой призмы приблизительно под углом 90° , что приводит к их прохождению сквозь нее. Таким образом, возможны многие конструкции призмы, в которых свет, входящий в первую призму, сначала отражается от первой внутренней поверхности падения, а затем проходит через нее после отражения на первой выходной поверхности.

«Внутренний угол» представляет собой угол, заключенный между двумя соседними сторонами, лежащими внутри соответствующей призмы. Углы призмы образуют вершину внутреннего угла.

«Дихроичный светоделительный слой» представляет собой, в частности, тонкий слой, который избирательно отражает или пропускает свет в зависимости от длины волны света. Дихроичный светоделительный слой выбирают таким образом, чтобы входящий свет разделялся на первые лучи первой спектральной области и вторые лучи второй

спектральной области. Дихроичный светоделительный слой может представлять собой покрытие, нанесенное на первую выходную поверхность первой призмы. В некоторых вариантах осуществления изобретения светоделительный слой может представлять собой покрытие, нанесенное как на первую выходную поверхность первой призмы, так и покрытие, нанесенное на вторую входную поверхность второй призмы. Смежные поверхности призм с соответствующим покрытием/покрытиями могут быть склеены оптическим клеем. Таким образом, комбинация этих поверхностей с покрытием и оптического клея может действовать как дихроичный фильтр. Выражение «дихроичный светоделительный слой расположен между смежными поверхностями» означает, в частности, что дихроичный светоделительный слой и/или покрытие расположен по меньшей мере на одной из двух смежных поверхностей. При этом один дихроичный светоделительный слой может быть расположен на первой выходной поверхности первой призмы или на второй входной поверхности второй призмы, или два дихроичных светоделительных слоя могут быть расположены на первой выходной поверхности первой призмы и на второй входной поверхности второй призмы. Однако точная полоса пропускания дихроичного светоделительного слоя также зависит от угла падения падающего света, который ранее был отражен первой внутренней поверхностью падения первой призмы. Например, дихроичный светоделительный слой выбирают для угла падения (АОИ) $22,5^\circ$, чтобы ранее отраженные входящие лучи отражались обратно на первую внутреннюю поверхность падения в качестве первых лучей первой спектральной области. Таким образом, выбранный угол падения $22,5^\circ$ не является резкой границей для отражения первых лучей первой спектральной области. Дихроичный светоделительный слой также может представлять собой диэлектрическое покрытие или дихроичное зеркало. Дихроичный светоделительный слой может быть расположен между смежными поверхностями или на одной из них, или между смежными поверхностями может быть дополнительно образован воздушный зазор. Предпочтительно на дихроичном светоделительном слое первые лучи отражаются под углом 45° , а вторые лучи пропускаются и проходят на вторую призму.

«Угол падения» (АОИ) представляет собой, в частности, угол между лучом, падающим на поверхность, и линией, перпендикулярной этой поверхности в точке падения (называемой «нормалью»).

«Оптическая ось» представляет собой, в частности, линию, вдоль которой в оптической системе существует некоторая степень симметрии вращения. Оптическая ось представляет собой, в частности, воображаемую линию, определяющую путь, по

которому падающие лучи проходят через систему объектива перед светоделительным устройством или входят в светоделительное устройство. Предпочтительно оптическая ось проходит через центр кривизны каждого оптического элемента в системе линз и/или системе объектива и/или первой входной поверхности первой призмы светоделительного устройства. Однако оптическая ось также может быть изогнута и/или направлена линзой, оптическим элементом и/или светоделительным устройством, включающим в себя обе призмы.

«Эндоскоп», в частности видеоэндоскоп, представляет собой эндоскоп с устройством для получения цифрового изображения на дистальном конце удлиненной трубки и передачи данных оттуда, например, на проксимальный конец эндоскопа. Эндоскоп содержит удлиненную трубку и рукоятку, которые могут соединяться друг с другом. В данном изобретении для получения изображения по меньшей мере два датчика цифрового изображения расположены на дистальном конце удлиненной трубки. В частности, видеоэндоскоп представляет собой любой вид цифрового эндоскопа, например 2D-колоноскоп или гастроэнтероскоп, или 3D-видеоэндоскоп. В частности, эндоскоп представляет собой эндоскоп с чипом на дистальном конце.

«Удлиненная трубка» представляет собой, в частности, жесткую, полугибкую или гибкую трубку. В частности, трубка выполнена с возможностью введения в полость, подлежащую эндоскопическому осмотру, например полость тела человека или животного. При промышленном применении трубку эндоскопа, или бороскопа, помещают в такой элемент, как труба, или в другую область, к которой трудно получить прямой доступ, например, за стеной. Как правило, трубка может иметь внешний диаметр в пределах 4-10 мм. Помимо системы объектива и двух или более датчиков изображения, трубка может содержать один или несколько каналов для промывки или прохождения через рабочие инструменты (обычно называемых «рабочими каналами») для достижения необходимого эффекта в полости или отверстии. Трубка может быть съемно соединена своим проксимальным концом с рукояткой или может быть соединена с ней неразъемно. Дистальный торцевая часть удлиненной трубки удалена от оператора, а проксимальная торцевая часть расположена ближе к оператору.

«Датчик изображения» имеет, в частности, свою сенсорную плоскость в плоскости изображения светоделительного устройства. Сенсорная плоскость первого датчика изображения может быть расположена по существу на расстоянии от первой внутренней поверхности падения первой призмы и параллельно ей, а сенсорная плоскость второго датчика изображения может быть расположена на расстоянии от второй выходной

поверхности второй призмы и по существу параллельно ей. Датчик изображения, в частности электронный датчик изображения, может представлять собой, например, устройство с зарядовой связью (ПЗС) или комплементарный металл-оксид-полупроводник (КМОП). Электронный датчик изображения предпочтительно представляет собой датчик изображения высокой четкости (HD), имеющий, например, разрешение формата Full HD. Как правило, электронный датчик изображения выполнен с возможностью преобразования захваченного изображения в электрические сигналы изображения и, следовательно, в данные изображения. В частности, электронный датчик изображения расположен в дистальной торцевой части, например наконечнике трубки, и передает электрические сигналы изображения от дистального конца трубки к ее проксимальному концу по линиям электропередачи, таким как провода, кабели и/или гибкая печатная плата. Предпочтительно электрические сигналы изображения, генерируемые электронным датчиком изображения, передаются от трубки к рукоятке эндоскопа и/или системе отображения и/или блоку обработки для отображения захваченных изображений. Как вариант, электрические сигналы изображения могут передаваться по беспроводной сети либо непосредственно от дистальной торцевой части, либо после ретрансляции на передатчик, содержащийся в рукоятке. Первый датчик изображения и второй датчик изображения, относящиеся к светоделительному устройству и/или расположенные вне его, расположены, в частности, в наконечнике или дистальной торцевой части эндоскопа. В случае 3D-видеоэндоскопа, соответственно, четыре датчика изображения расположены параллельно, каждый набор из двух датчиков изображения обеспечивает визуальные и флуоресцентные изображения с заданного, определенного ракурса.

Выражение «первая спектральная область и вторая спектральная область отличаются, по меньшей мере, частично друг от друга» означает, что первая спектральная область, а вместе с ней и первый диапазон длин волн, и вторая спектральная область, а вместе с ней и второй диапазон длин волн, не включают одинаковые длины волн. Однако первая спектральная область может полностью включать в себя вторую спектральную область или наоборот. Например, первая спектральная область может включать диапазон длин волн от 400 нм до 900 нм, а вторая спектральная область может включать диапазон длин волн от 700 нм до 800 нм.

В другом варианте осуществления изобретения светоделительное устройство содержит первый датчик изображения и/или второй датчик изображения.

Следовательно, сохраняя компактную конструкцию светоделительного устройства, первый датчик изображения может быть расположен снаружи первой внутренней

поверхности падения первой призмы и/или второй датчик изображения может быть расположен снаружи на второй выходной поверхности второй призмы. Таким образом, первый датчик изображения и/или второй датчик изображения также могут быть расположены внутри дистальной торцевой части трубки эндоскопа. При компоновке первого и второго датчиков изображения предпочтительно, чтобы оба датчика изображения были синхронизированы друг с другом механически и/или в цифровой форме. В предпочтительном варианте оба датчика изображения для улавливания первых лучей с первой спектральной областью и вторых лучей со второй спектральной областью расположены на соответствующем расстоянии от светоделительного устройства таким образом, что длины обоих оптических путей имеют одинаковое значение, чтобы получать сфокусированное изображение как для первого, так и для второго луча. Первый датчик изображения и второй датчик изображения могут содержать покровное стекло, направленное на соответствующую поверхность первой призмы и второй призмы.

Для оптимального разделения входящих лучей, которые сразу же отражаются от первой внутренней поверхности падения первой призмы, дихроичный светоделительный слой размещают на первой выходной поверхности первой призмы или на второй входной поверхности второй призмы.

В еще одном варианте осуществления изобретения светоделительное устройство может быть обеспечено источником света с первой спектральной областью освещения, содержащей белый свет, и второй спектральной областью возбуждения, содержащей возбуждающий свет, так что флуорофор в пределах освещенной зоны начинает излучать флуоресцентный свет.

При этом, несмотря на использование только одного оптического пути для входящих лучей, с помощью светоделительного устройства изображение в белом свете и флуоресцентное изображение могут быть получены одновременно и отдельно первым датчиком, предназначенным для формирования изображения в белом свете в диапазоне видимого света, и вторым датчиком изображения, предназначенным для формирования флуоресцентного изображения. В результате, можно получать высокую общую частоту кадров в режиме наложения и повышенную чувствительность для формирования флуоресцентного изображения при сохранении яркости белого света для эндоскопа с чипом на наконечнике по сравнению с обычными средствами применения перекрытия эндоскопа между кадрами в белом свете и флуоресцентными кадрами.

В некоторых вариантах осуществления изобретения одна спектральная область освещения содержит как спектральную область освещения, так и спектральную область возбуждения.

Под «белым светом» (также называемым «видимым светом») обычно понимают комбинацию длин волн света от 380 нм до 750 нм, то есть между ультрафиолетовым и инфракрасным диапазонами, то есть электромагнитное излучение в пределах части спектра, воспринимаемой человеческим глазом.

«Флуоресцентный свет» представляет собой, в частности, испускание света веществом, называемым флуорофором, которое поглотило свет или другое магнитное излучение. Флуорофор обычно облучают определенной длиной волны возбуждения или диапазоном длин волн, что приводит к излучению света с определенной длиной волны излучения или диапазоном длин волн. Обычно длина волны излучения больше длины волны возбуждения. Например, в случае обычно используемого флуорофора индоцианина зеленого (ICG) диапазон длин волн возбуждения составляет 600-900 нм, а диапазон длин волн излучения составляет 750-950 нм в ИК-спектре. При формировании флуоресцентного изображения, которое часто используется для оптического определения области опухоли во время операции, биологический материал, например ткань в полости тела, непосредственно окрашивается флуорофором, или введенное вещество преобразуется организмом или микроорганизмом в флуорофор перед получением изображения с помощью эндоскопа. Кроме того, аутофлуоресценцию также можно наблюдать без предварительного окрашивания флуорофором или красителем.

Таким образом, «флуоресцентный свет» может относиться к длинам волн возбуждения и/или излучения, или диапазонам длин волн флуорофора. Излучение, которое заставляет флуорофор излучать флуоресцентный свет, обычно называют «светом возбуждения», а результирующий свет, испускаемый флуорофором, называют «светом излучения» или «флуоресцентным светом». При формировании флуоресцентного изображения дополнительный флуоресцентный фильтр может препятствовать тому, чтобы длина волны возбуждения достигала детектирующего датчика изображения, поэтому флуоресцентный свет содержит только свет, излучаемый флуорофором.

Для достижения высокоэффективного дихроичного разделения посредством дихроичного светоделительного слоя между выходной стороной дихроичного светоделительного слоя и второй входной поверхностью второй призмы может быть образован воздушный зазор.

Следовательно, свойства дихроичного светоделительного слоя можно выбирать, чтобы максимизировать необходимое отражение первых лучей первой спектральной области. Такой выбор осуществляют путем определения соответствующих характеристик дихроичного светоделительного слоя относительно воздушного зазора. Для этого воздушный зазор может иметь размер в пределах 2-30 мкм, в частности 5-20 мкм, предпочтительно 7,5-15 мкм. За счет этого контраст между изображениями первых лучей и/или белого света и вторых лучей и/или флуоресцентного света увеличивается, и гарантируется, что никакие лучи белого света не попадут на второй датчик изображения, предназначенный для улавливания флуоресцентного света.

В другом варианте осуществления изобретения в воздушном зазоре вне области смежных поверхностей, через которые проходят вторые лучи второй спектральной области расположены один или два, или несколько дистанцирующих элементов.

Путем размещения в воздушном зазоре одного или нескольких дистанцирующих элементов можно точно регулировать размер воздушного зазора. Поскольку дистанцирующий элемент или дистанцирующие элементы могут быть расположены на краях смежных поверхностей и/или дихроичного светоделительного слоя, вторые лучи второй спектральной области могут проходить воздушный зазор, не затрагивая соответствующие дистанцирующие элементы и, следовательно, без каких-либо отрицательных оптических помех.

«Дистанцирующий элемент» представляет собой, в частности, любой элемент, который может располагаться в воздушном зазоре, обеспечивая точную глубину воздушного зазора. Дистанцирующим элементом может быть любое трехмерное тело, например тонкая пластина на внешних противоположных сторонах воздушного зазора, при этом вторые лучи проходят через центральную часть воздушного зазора. Аналогичным образом, в качестве дистанцирующего элемента можно использовать три или более шариков или можно использовать фольгу соответствующей толщины, изготовленную электрохимическим осаждением.

Для пространственной фиксации дистанцирующего элемента или дистанцирующих элементов их можно неподвижно зафиксировать клеем в воздушном зазоре.

Путем фиксации дистанцирующего элемента или дистанцирующих элементов с помощью клея обеспечивают точное расстояние между первой выходной стороной первой призмы с дихроичным светоделительным слоем и первой входной поверхностью второй призмы, а также обеспечивают высокую воспроизводимость характеристик дихроичного светоделительного слоя для отражения пути луча белого света и длительный срок службы

дихроичного светоделительного слоя. Поэтому для контроля размера клеевых точек между первой выходной поверхностью с дихроичным светоделительным слоем первой призмы и второй входной поверхностью второй призмы применяется высокоточная дозировка клея, предпочтительно с помощью дистанцирующих элементов, например множества керамических шариков очень точного радиуса, вкрапленных относительно равномерно внутри самого клея. Одна клеевая точка предпочтительно содержит по меньшей мере три шарика, распределенных по площади точки, чтобы обеспечить постоянное, стабильное расстояние между смежными поверхностями.

В целом, напротив точно определенного воздушного зазора высокоэффективный дихроичный светоделительный слой обеспечивает эффективное отражение первых лучей и/или пути лучей белого света.

В другом варианте осуществления изобретения дихроичный светоделительный слой соединен посредством оптического клея со второй входной поверхностью второй призмы.

В некоторых вариантах осуществления изобретения свойства дихроичного светоделительного слоя специально выбирают для их проявления относительно данного оптического клея. Специально выбранный дихроичный светоделительный слой находится в непосредственном контакте с оптическим клеем, соединяющим первую выходную поверхность первой призмы и вторую входную поверхность второй призмы. В этом случае как дихроичный светоделительный слой действует диэлектрическое покрытие, наклеенное либо на первую выходную поверхность первой призмы, либо на вторую входную поверхность второй призмы, непосредственно контактирующее с оптическим клеем. При этом высокоэффективное отражение первых лучей и/или белого света обеспечивается дихроичным светоделительным слоем с непосредственным соединением обеих призм без соответствующего воздушного зазора между ними.

Для дальнейшего увеличения отражения входящих, падающих лучей на первую внутреннюю поверхность падения первой призмы первая призма может содержать стекло с показателем преломления выше 1,60, наиболее предпочтительно выше 1,61, возможно выше 1,70, оптимизируя тем самым полное внутреннее отражение лучей первой и второй спектральных областей на первой внутренней поверхности падения.

В общем, первая внутренняя поверхность падения является и пропускающей, и отражающей в зависимости от угла падения лучей. В результате заданного полного внутреннего отражения входящие лучи, попадая на границу раздела первой внутренней поверхности падения первой призмы и наружного воздуха, не преломляются в воздух, а полностью отражаются обратно в первую призму. Таким образом, критический угол

представляет собой наименьший угол падения, обеспечивающий полное отражение, при этом критический угол измеряется между соответствующим критическим лучом и нормалью в точке падения на первую внутреннюю поверхность падения. Следовательно, если угол падения близок к нормали и меньше критического угла, то первая внутренняя поверхность падения является пропускающей. И наоборот, когда угол падения больше критического угла, происходит полное внутреннее отражение, и входящие лучи, включая обе спектральные области, отражаются в направлении к первой выходной поверхности и тем самым к дихроичному светоделительному слою. Так, например, лучи, падающие на первую внутреннюю поверхность падения первой призмы под углом приблизительно 45° к нормали и выше критического угла, полностью отражаются с углом отражения 45° от нормали, так что входящие отраженные лучи перенаправляются на общий угол 90° . При этом первая внутренняя поверхность падения может рассматриваться как эффективно отражающая для лучей с углом падения $\text{AOI} > 36^\circ$ и хорошо пропускающая для лучей с углом падения $\text{AOI} < 7^\circ$.

Следовательно, показатель преломления стекла первой призмы выбирают таким образом, чтобы входящие лучи, включающие и первую, и вторую спектральные области, эффективно отражались от первой внутренней поверхности падения за счет полного внутреннего отражения. Следовательно, стекло первой призмы предпочтительно имеет соответствующий более высокий показатель преломления по сравнению с противоположной поверхностью раздела первой внутренней поверхности падения, которая контактирует с воздухом. Однако это компромисс, так как при более высоком показателе преломления стекла первой призмы полное внутреннее отражение оптимизируется на первой внутренней поверхности падения, а на первой выходной поверхности первой призмы дихроичный светоделительный слой оптимизируется, когда первая призма имеет более низкий показатель преломления, что также дает возможность использовать более компактную конструкцию светоделительного устройства. Выбирая определенный показатель преломления стекла, который является одинаковым для обеих призм, можно соответствующим образом изменять необходимые или предпочтительные углы обеих призм.

«Показатель преломления» оптической среды представляет собой безразмерное число, которое указывает на способность среды изгибать свет. В частности, показатель преломления определяет, насколько изгибается или преломляется путь света при попадании в оптическую среду. Предпочтителен показатель преломления выше 1,61.

В еще одном варианте осуществления изобретения первая входная поверхность

и/или первая внутренняя поверхность падения первой призмы содержит или содержат широкополосное антиотражающее покрытие.

Широкополосное антиотражающее покрытие увеличивает пропускание через соответствующую границу раздела на первой входной поверхности и/или на первой внутренней поверхности падения. Кроме того, фантомные изображения, которые могут возникнуть, например, из-за капель воды или царапин, присутствующих на поверхности первой внутренней поверхности падения призмы, не могут, благодаря широкополосному антиотражающему покрытию, захватываться первым датчиком изображения. Кроме того, как правило, широкополосное антиотражающее покрытие может быть нанесено на любую поверхность, например первую входную поверхность первой призмы, для улучшения пропускания через нее света.

«Антиотражающее покрытие» представляет собой, в частности, тип оптического покрытия, наносимого на поверхность светоделительного устройства, в частности на первую призму, для уменьшения отражения. Кроме того, антиотражающее покрытие также может улучшить контрастность изображения, устраняя рассеянный свет и другие источники оптических помех.

Для того чтобы оптимизировать захват изображений, соответствующих первым лучам первой спектральной области, первым датчиком изображения, первая призма сконструирована таким образом, что первые лучи первой спектральной области, отраженные дихроичным светоделительным слоем, падают на первую внутреннюю поверхность падения и проходят через нее под углом падения приблизительно 90° .

Во всех случаях отраженные первые лучи падают на первую внутреннюю поверхность падения под углом падения, меньшим чем рассмотренный выше критический угол.

В еще одном варианте осуществления изобретения имеется зазор между выходной стороной первой внутренней поверхности падения первой призмы и первым датчиком изображения и/или между выходной стороной второй выходной поверхности второй призмы и вторым датчиком изображения.

При этом зазор, предпочтительно воздушный зазор, расположенный между выходной стороной первой внутренней поверхности падения первой призмы, дополнительно усиливает полное внутреннее отражение на первой внутренней поверхности падения, описанной выше. Кроме того, воздушный зазор, расположенный между выходной стороной соответствующей поверхности первой и/или второй призмы и соответствующим датчиком изображения, может использоваться для регулирования

длины оптического пути первых лучей и вторых лучей. В некоторых случаях длины оптического пути могут иметь одинаковое значение. Однако в других случаях, чтобы скорректировать фокусные расстояния, связанные с каждым отдельным диапазоном длин волн, длины оптического пути для каждого луча могут быть разными, так что флуоресцентное изображение (состоящее из длин волн, как правило, в ближней ИК-области спектра) фокусируется на его соответствующий второй датчик изображения, в то время как белый свет, имеющий немного другую фокальную плоскость, будет иметь другую соответствующую длину пути, и его датчик изображения будет соответствующим образом расположен так, что изображение в белом свете (обычно состоящее из света в видимом спектре) фокусируется на соответствующем первом датчике изображения. Таким образом, либо размер соответствующего зазора может быть отрегулирован для достижения необходимой длины соответствующего оптического пути, либо соответствующий датчик изображения может локально перемещаться с помощью привода, например, линейного двигателя или пьезоактюатора. Таким образом, регулируя длину соответствующего воздушного зазора путем перемещения положения соответствующего датчика изображения, можно оптимизировать фокус, и как изображение в белом свете, так и флуоресцентное изображение можно улавливать в правильном фокусе. Таким образом, воздушный зазор можно использовать для выравнивания фокуса и положения второго датчика изображения относительно первого датчика изображения.

Для увеличения контраста между обеими спектральными областями, на выходной стороне второй выходной поверхности и/или между выходной стороной второй выходной поверхности и вторым датчиком изображения расположено оптическое фильтрующее покрытие для увеличения оптической плотности лучей второго спектральной области.

Дополнительное оптическое фильтрующее покрытие обеспечивает возможность предпочтительного увеличения оптической плотности до OD_6 для излучения в диапазоне от 400 до 800 нм. Это дает возможность дополнительно устранить нежелательные длины волн за пределами второй спектральной области и/или спектра флуоресценции. Следовательно, благодаря этому оптическому фильтрующему покрытию может быть достигнута высокая блокировка нефлуоресцентного излучения. В зависимости от качества дихроичного светоделительного слоя в качестве альтернативного оптического фильтрующего покрытия можно использовать стандартное антиотражающее покрытие.

В следующем аспекте изобретения проблема решается с помощью системы объектива для эндоскопа, при этом система объектива может быть установлена в

дистальной торцевой части удлиненной трубки эндоскопа, и в этой дистальной торцевой части могут быть расположены по меньшей мере первый датчик изображения для захвата изображений первой спектральной области и второй датчик изображения для захвата изображений второй спектральной области, при этом система объектива содержит систему линз объектива с первой линзой, второй линзой и необязательными дополнительными линзами для того, чтобы со стороны объектива принимать световой поток, несущий изображение, и пропускать этот световой поток, несущий изображение, в направлении к первому датчику изображения и второму датчику изображения, при этом система объектива содержит ранее описанное светоделительное устройство, причем это светоделительное устройство расположено между наиболее проксимальной линзой системы линз объектива и первым и вторым датчиком изображения и, при необходимости, фильтр для блокировки длины волны возбуждения или для различения первой и второй спектральных областей.

Таким образом, система объектива для эндоскопа имеет только один оптический путь для двух спектральных областей, предпочтительно для формирования изображений в белом свете и флуоресцентном свете, при этом после системы линз этот один оптический путь разделяется светоделительным устройством на отдельный первый оптический путь для первых лучей в первой спектральной области и отдельный второй оптический путь для вторых лучей во второй спектральной области, что дает возможность одновременно захватывать изображения, связанные с каждой из первой и второй спектральных областей, отдельными специализированными датчиками изображения. При этом предложена система объектива с дихроичным светоделительным устройством, размещаемая в дистальной торцевой части узкой трубки эндоскопа.

«Система объектива» представляет собой оптическую систему, которая включает в себя систему линз объектива для приема, пропускания и изменения светового потока, несущего изображение из пространства объекта, и могут быть обеспечена или содержать по меньшей мере два датчика изображения для захвата изображения.

«Система линз объектива» содержит, в частности, в порядке от стороны объекта покровное стекло и/или первую линзу, вторую линзу и необязательные дополнительные линзы, которые расположены вдоль оптической оси системы линз. При необходимости, между любыми двумя линзами системы линз можно разместить один или несколько оптических фильтров.

«Линза» представляет собой, в частности, прозрачное оптическое тело, которое фокусирует или рассеивает световой пучок (световые лучи) посредством преломления.

Первая линза, вторая линза и необязательные дополнительные линзы могут быть отдельными линзами, которые разделены воздушным зазором или контактируют с соседними линзами самое большее точечно. Также линза может быть комбинированной, составной, линзой и/или стержневой линзой. Предпочтительно линзы изготовлены из стекла и/или кристаллического материала.

В еще одном аспекте изобретения проблема решается с помощью эндоскопа, в частности медицинского или промышленного видеоэндоскопа, с рукояткой, удлиненной трубкой, источником света и системой объектива и/или блоком обработки изображений, и/или системой отображения, причем эндоскоп содержит ранее описанное светоделительное устройство, или система объектива представляет собой ранее описанную систему объектива, так что изображения первой спектральной области захватываются первым датчиком изображения, а изображения второй спектральной области захватываются вторым датчиком изображения отдельно параллельно и/или могут отображаться системой отображения как наложенные изображения.

Далее изобретение поясняется следующими иллюстративными описаниями конкретных вариантов осуществления. На чертежах представлены:

фиг. 1 – схематическое частично трехмерное изображение эндоскопа и системы отображения;

фиг. 2 – схематическое изображение в поперечном разрезе системы объектива со светоделительным устройством и двумя датчиками изображения;

фиг. 3 – схематическое изображение в продольном разрезе светоделительного устройства с двумя призмами и двумя датчиками изображения; и

фиг. 4 – схематическое изображение в поперечном разрезе смежных поверхностей между первой призмой и второй призмой светоделительного устройства.

Видеоэндоскоп 101 содержит рукоятку 103 и удлиненную трубку 105, соединяемые друг с другом на проксимальном конце 107 трубки 105. Рукоятка 103 содержит элементы управления 115 пульта оператора и соединена кабелем 113 на своем проксимальном конце с внешним блоком управления и обработки (не показан), часто называемым блоком управления камерой (CCU), и/или с системой отображения 201, показанной на фиг. 1. Система отображения 201 включает в себя монитор 203 для отображения эндоскопических изображений и элементы управления 215 пульта оператора.

Видеоэндоскоп 101 предназначен для предоставления видеоданных и данных изображения из пространства объекта внутри полости тела (не показано). Для этого удлиненная трубка 105 содержит на своем дистальном конце 109 торцевую часть 111.

Дистальная торцевая часть 111 дистального конца удлиненной трубки 105 содержит систему 301 объектива с системой 303 линз объектива, за которой расположено светоделительное устройство 401 на проксимальной стороне 329 (см. фиг. 2).

Система 303 линз содержит, вдоль оптической оси 373 от дистальной стороны 327 в направлении к проксимальной стороне 329, покровное стекло 339, за которым следует первая, наиболее дистальная линза 340 объектива, за которой следуют ослабляющие и/или оборачивающие оптические элементы 341, вторую линзу 343, выполненную в виде комбинированной линзы, третью линзу 345, четвертую линзу 347 и обычный флуоресцентный фильтр 349, расположенный между четвертой линзой 347 и следующей за ней пятой линзой 353, выполненной в виде комбинированной линзы. Ближе к пятой и последней линзе 353 системы 303 линз расположено светоделительное устройство 401, включающее в себя первый датчик 423 изображения для белого света и второй датчик 425 изображения для флуоресцентного света. В системе 303 линз флуоресцентный фильтр 349 служит для поглощения длины волны возбуждения флуоресцентного света и пропускает только диапазон длин волн излучения флуорофора, используемого в пространстве объекта.

Светоделительное устройство 401 содержит первую призму 403 и вторую призму 405, причем первая призма 403 расположена над второй призмой 405, как показано на фиг. 3. Первая призма 403 содержит первую входную поверхность 407, которая ориентирована перпендикулярно оптической оси 373 системы 301 объектива. Область первой входной поверхности 407 действует как входная апертура, а области за пределами эффективного диаметра входящего луча 311 могут быть выполнены непрозрачными для входящего света. Следовательно, области первой входной поверхности 407 первой призмы 403 и поверхности второй призмы 405, не пропускающие лучи, покрыты черной краской в качестве непрозрачного вещества, чтобы избежать проникновения внутрь любого рассеянного или нежелательного света. Первая входная поверхность 407 содержит широкополосное антиотражающее покрытие 431. Кроме того, первая призма содержит первую внутреннюю поверхность падения 409, которая также содержит широкополосное антиотражающее покрытие 433. На выходной стороне первой внутренней поверхности падения 409 расположен первый воздушный зазор 419, за которым следует первое покровное стекло 427 датчика и первый датчик 423 изображения для улавливания белого света. Кроме того, первая призма 403 содержит первую выходную поверхность 411. Первая выходная поверхность 411 имеет дихроичное покрытие 417, которое действует как зеркало для белого света и как антиотражающее покрытие для флуоресцентного света, и

расположена рядом со второй входной поверхностью 413 второй призмы 405. Вторая призма 405 содержит вторую выходную поверхность 415, расположенную параллельно оптической оси 373 системы 301 объектива. Между выходной стороной второй выходной поверхности 415 имеется второй воздушный зазор 421, расположенный за вторым покровным стеклом 429 датчика и вторым датчиком 425 изображения для улавливания флуоресцентного света (см. фиг. 3).

Между первой выходной поверхностью 411 с дихроичным покрытием 417 первой призмы 403 и второй входной поверхностью 413 второй призмы 405 может быть расположен воздушный зазор 439 (см. фиг. 4). Воздушный зазор 439 имеет толщину 10 мкм, что обеспечивается шариками 445 соответствующего диаметра, неподвижно зафиксированными клеем 447. Неподвижно зафиксированные шарики 445, содержащиеся в соответствующем клее 447, расположены на внешних краях между первой выходной поверхностью 411 с дихроичным покрытием 417 и второй входной поверхностью 413 (на фиг. 4 показана только точка с левой стороны смежных поверхностей 411, 413).

При использовании видеоэндоскопа 101 объектные лучи 309, идущие из пространства объекта на дистальной стороне 327, собираются системой 301 объектива и преобразуются системой 303 линз объектива в единый оптический путь. После последней, пятой линзы 353 системы 303 линз падающие лучи 311 входят в светоделительное устройство 401 через первую входную поверхность 407 первой призмы 403 и падают на первую внутреннюю поверхность падения 409. Поскольку первая призма 403 содержит стекло с показателем преломления 1,65, то благодаря расположению воздушного зазора 419 на выходной стороне первой внутренней поверхности падения 409 входящие лучи 311, содержащие белый свет и флуоресцентный свет, полностью отражаются от первой внутренней поверхности падения 409 и таким образом перенаправляются на 90° в виде первых отраженных падающих лучей 315. Следовательно, первые отраженные падающие лучи 315 падают на первую выходную поверхность 411 и дихроичное покрытие 417. Первые отраженные падающие лучи 315 разделяются дихроичным покрытием 417 на лучи 323 белого света и лучи 325 флуоресцентного света. Лучи 323 белого света отражаются под углом 45° назад к первой внутренней поверхности падения 409, проходят через нее, а затем через воздушный зазор 419 и покровное стекло 427 первого датчика, чтобы их уловил первый датчик 423 изображения. Лучи 325 флуоресцентного света проходят через дихроичное покрытие 417 и воздушный зазор 439 в области между точками с шариками 445, неподвижно зафиксированными в клее 447. Лучи 325 флуоресцентного света проходят через вторую призму 405, выходят из нее практически перпендикулярно второй

выходной поверхности 415, проходят через воздушный зазор 421 и покрывное стекло 429 второго датчика, чтобы их уловил второй датчик 425 изображения. При необходимости, на вторую выходную поверхность 415 второй призмы 405 может быть нанесено покрытие для увеличения пропускания лучей 325 флуоресцентного света, проходящих через нее (например, антиотражающее покрытие) или для дополнительного увеличения контраста между двумя спектральными областями (например, полосовой фильтр, пропускающий только нужное излучение).

При этом видеозэндоскоп 101 снабжен компактной системой 301 объектива и светоделительным устройством 401, расположенным в его дистальной торцевой части, причем система объектива имеет один оптический путь в системе 303 линз объектива, который затем разделяется светоделительным устройством 401 с дихроичным покрытием 417 на отдельные лучи 323 белого света и лучи 325 флуоресцентного света, которые улавливаются отдельными первым и вторым датчиками 423, 425 изображения, обеспечивая при этом высококачественные изображения.

Числовые обозначения

101	видеозэндоскоп
103	рукоятка
105	удлиненная трубка
107	проксимальный конец трубки
109	дистальный конец трубки
111	дистальная торцевая часть
113	кабель
115	органы управления пульта оператора
201	система отображения
203	монитор
215	органы управления пульта оператора
301	система объектива
303	система линз
309	объектные лучи
311	падающие лучи
315	первые отраженные падающие лучи
323	лучи белого света
325	лучи флуоресцентного света
327	дистальная сторона

- 329 проксимальная сторона
- 339 покровное стекло
- 340 наиболее дистальная линза объектива
- 341 ослабляющие и/или оборачивающие оптические элементы
- 343 вторая линза (комбинированная)
- 345 третья линза
- 347 четвертая линза
- 349 флуоресцентный фильтр
- 353 пятая линза (комбинированная)
- 373 оптическая ось
- 401 светоделительное устройство
- 403 первая призма
- 405 вторая призма
- 407 первая входная поверхность
- 409 первая внутренняя поверхность падения
- 411 первая выходная поверхность
- 413 вторая входная поверхность
- 415 вторая выходная поверхность
- 417 дихроичное покрытие
- 419 воздушный зазор
- 421 воздушный зазор
- 423 первый датчик изображения (белый свет)
- 425 второй датчик изображения (флуоресцентный свет)
- 427 покровное стекло первого датчика
- 429 покровное стекло второго датчика
- 431 широкополосное антиотражающее покрытие
- 433 широкополосное антиотражающее покрытие
- 439 воздушный зазор
- 445 шарики
- 447 клей

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Светоделительное устройство (401) для дистальной торцевой части (111) эндоскопа (101), причем светоделительное устройство (401) содержит первую призму (403) с первой входной поверхностью (407), первой внутренней поверхностью падения (409) и первой выходной поверхностью (411), вторую призму (405) со второй входной поверхностью (413) и второй выходной поверхностью (415), и дихроичный светоделительный слой (417), при этом светоделительное устройство (401) может быть обеспечено по меньшей мере первым датчиком (423) изображения для улавливания света первой спектральной области и вторым датчиком (425) изображения для улавливания света второй спектральной области, причем первая спектральная область и вторая спектральная область отличаются по меньшей мере частично друг от друга, **отличающееся** тем, что первая выходная поверхность (411) первой призмы (403) и вторая входная поверхность (413) второй призмы (405) являются смежными, а дихроичный светоделительный слой (417) расположен между смежными поверхностями (411, 413) так, что входящие лучи (311), содержащие первую и вторую спектральные области, отражаются от первой внутренней поверхности падения (409) первой призмы (403), падают на первую выходную поверхность (411) первой призмы (403) и разделяются дихроичным светоделительным слоем (417) на первые лучи (323) первой спектральной области и вторые лучи (325) второй спектральной области для захвата отдельных изображений первой спектральной области первым датчиком (423) изображения и второй спектральной области вторым датчиком (425) изображения параллельно.

2. Светоделительное устройство (401) по п. 1, **отличающееся** тем, что оно содержит первый датчик (423) изображения и/или второй датчик (425) изображения.

3. Светоделительное устройство (401) по п. 1 или 2, **отличающееся** тем, что дихроичный светоделительный слой (417) расположен на первой выходной поверхности (411) первой призмы (403) или на второй входной поверхности (413) второй призмы (405).

4. Светоделительное устройство (401) по одному из предыдущих пунктов, которое может быть обеспечено источником света, **отличающееся** тем, что источник света содержит первую спектральную область освещения, содержащую белый свет, и вторую спектральную область, содержащую возбуждающий свет, так что флуорофор в освещенной зоне начинает излучать флуоресцентный свет.

5. Светоделительное устройство (401) по одному из предыдущих пунктов, **отличающееся** тем, что между выходной стороной дихроичного светоделительного слоя (417) и второй входной поверхностью (413) второй призмы (405) расположен воздушный зазор (439).

6. Светоделительное устройство (401) по п. 5, **отличающееся** тем, что в воздушном зазоре (439) вне области смежных поверхностей (411, 413), через которые проходят вторые лучи (325) второй спектральной области, расположены один или два, или более дистанцирующих элементов (445).

7. Светоделительное устройство (401) по п. 6, **отличающееся** тем, что дистанцирующий элемент или дистанцирующие элементы (445) можно неподвижно зафиксировать клеем (447) в воздушном зазоре (439).

8. Светоделительное устройство (401) по одному из пунктов 1-4, **отличающееся** тем, что дихроичный светоделительный слой (417) соединен посредством оптического клея со второй входной поверхностью (413) второй призмы (405).

9. Светоделительное устройство (401) по одному из предыдущих пунктов, **отличающееся** тем, что первая призма (403) содержит стекло с показателем преломления выше 1,60, наиболее предпочтительно выше 1,61, возможно выше 1,70, для оптимизации полного внутреннего отражения лучей первой и второй спектральных областей на первой внутренней поверхности падения (409).

10. Светоделительное устройство (401) по одному из предыдущих пунктов, **отличающееся** тем, что первая входная поверхность (407) и/или первая внутренняя поверхность падения (409) первой призмы (403) содержит или содержат широкополосное антиотражающее покрытие (431, 433).

11. Светоделительное устройство (401) по одному из предыдущих пунктов, **отличающееся** тем, что первая призма (403) выполнена таким образом, что первые лучи (323) первой спектральной области, отраженные дихроичным светоделительным слоем (417), падают на первую внутреннюю поверхность падения (409) и проходят через нее под углом падения приблизительно 90° .

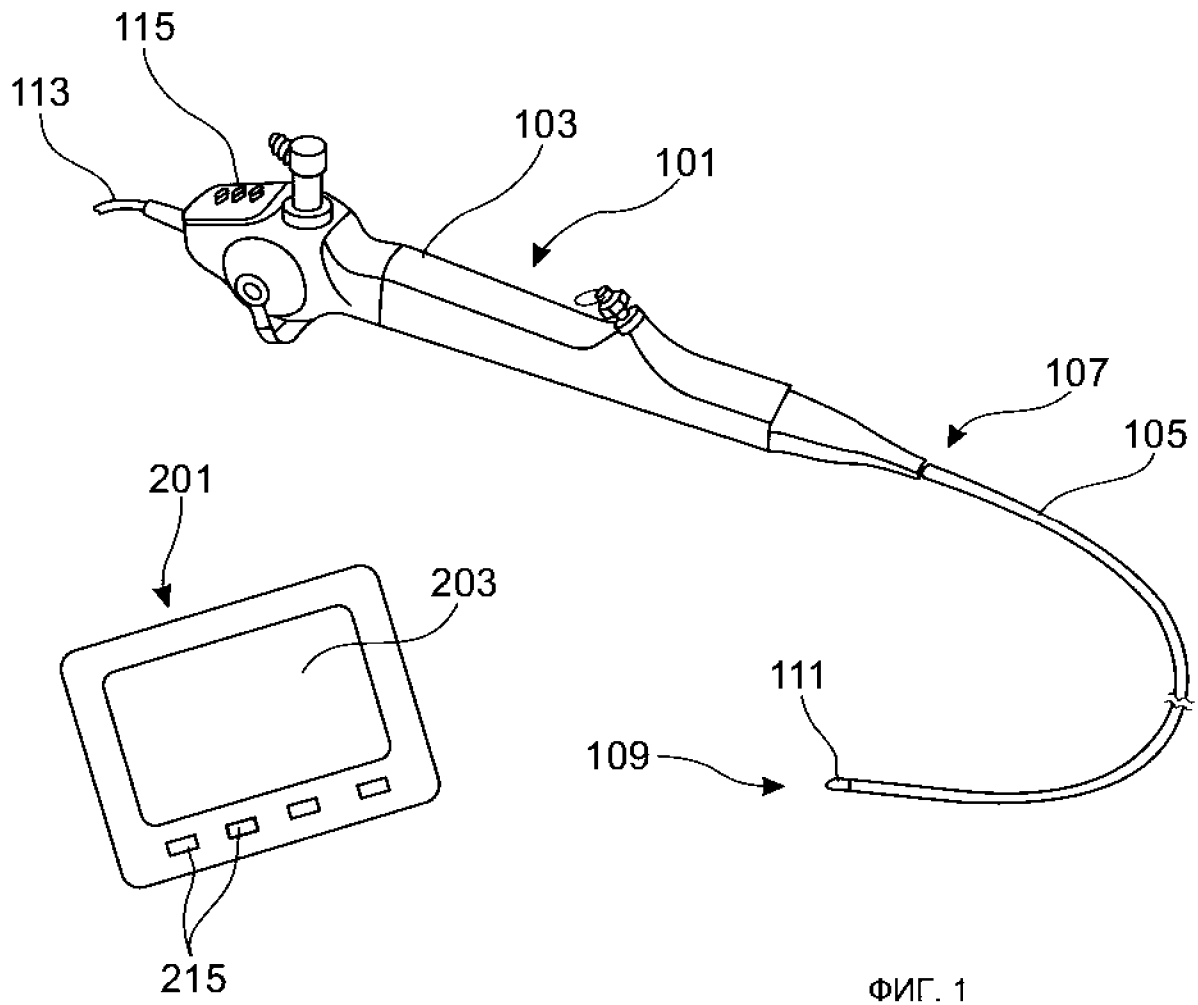
12. Светоделительное устройство (401) по одному из предыдущих пунктов, **отличающееся** тем, что между выходной стороной первой внутренней поверхности падения (409) первой призмы (403) и первым датчиком (423) изображения и/или между выходной стороной второй выходной поверхности (415) второй призмы (405) и вторым датчиком (425) изображения выполнен зазор (419, 412).

13. Светоделительное устройство (401) по п. 12, **отличающееся** тем, что для увеличения оптической плотности лучей (325) второй спектральной области на

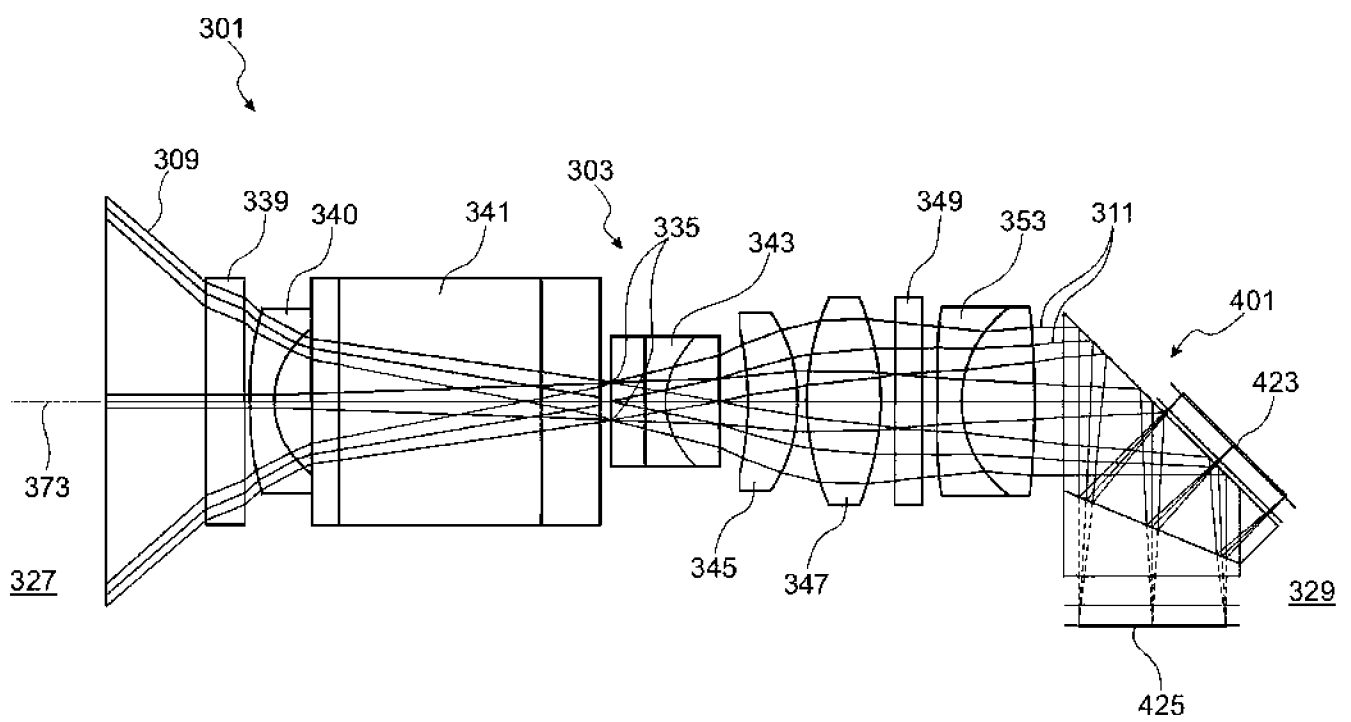
выходной стороне второй выходной поверхности (415) и/или между выходной стороной второй выходной поверхности (415) и вторым датчиком (425) изображения расположено оптическое фильтрующее покрытие (435).

14. Система (301) объектива для эндоскопа (101), причем система (301) объектива может быть расположена в дистальной торцевой части (111) удлиненной трубки (105) эндоскопа (101) и в этой дистальной торцевой части (111) могут быть расположены по меньшей мере первый датчик (423) изображения для захвата изображений первой спектральной области и второй датчик (425) изображения для захвата изображений второй спектральной области, при этом система (301) объектива содержит систему (303) линз объектива с первой линзой (341), второй линзой (343) и необязательными дополнительными линзами (345, 347, 353), чтобы со стороны объектива принимать световой поток, несущий изображение, и пропускать этот световой поток, несущий изображение, в направлении к первому датчику (423) изображения и второму датчику (425) изображения, **отличающаяся** тем, что система (301) объектива содержит светоделительное устройство (401) по одному из пунктов 1-13, причем светоделительное устройство (401) расположено между наиболее проксимальной линзой (453) системы линз объектива и первым и вторым датчиками ((423, 425) изображения и, при необходимости, фильтр (349) для блокировки длины волны возбуждения или для различения первой и второй спектральных областей.

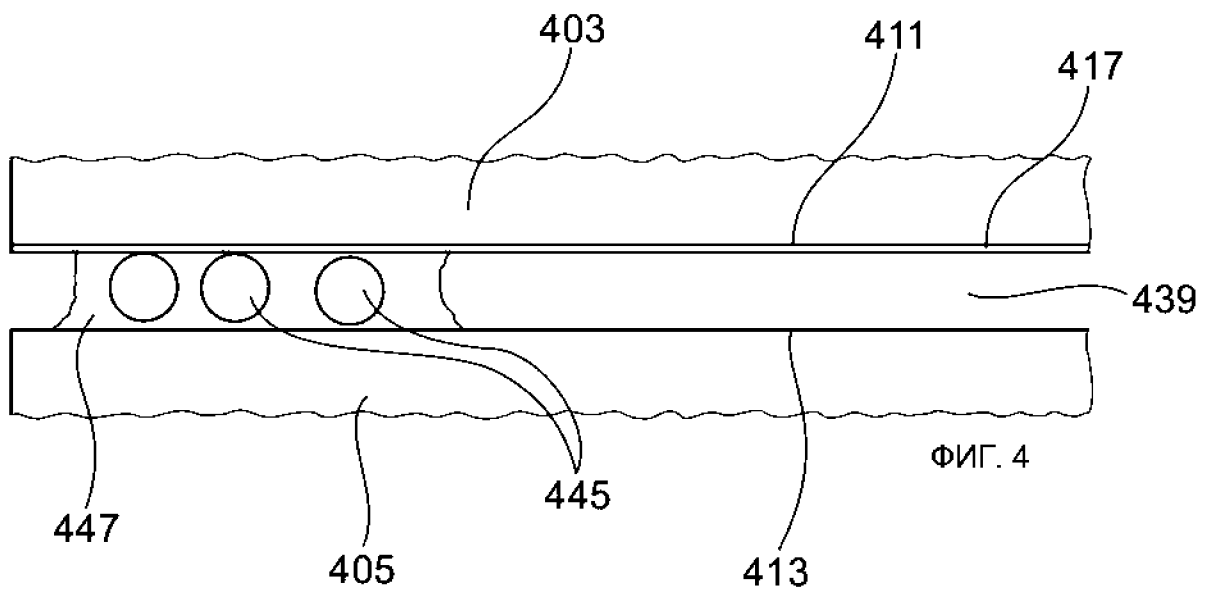
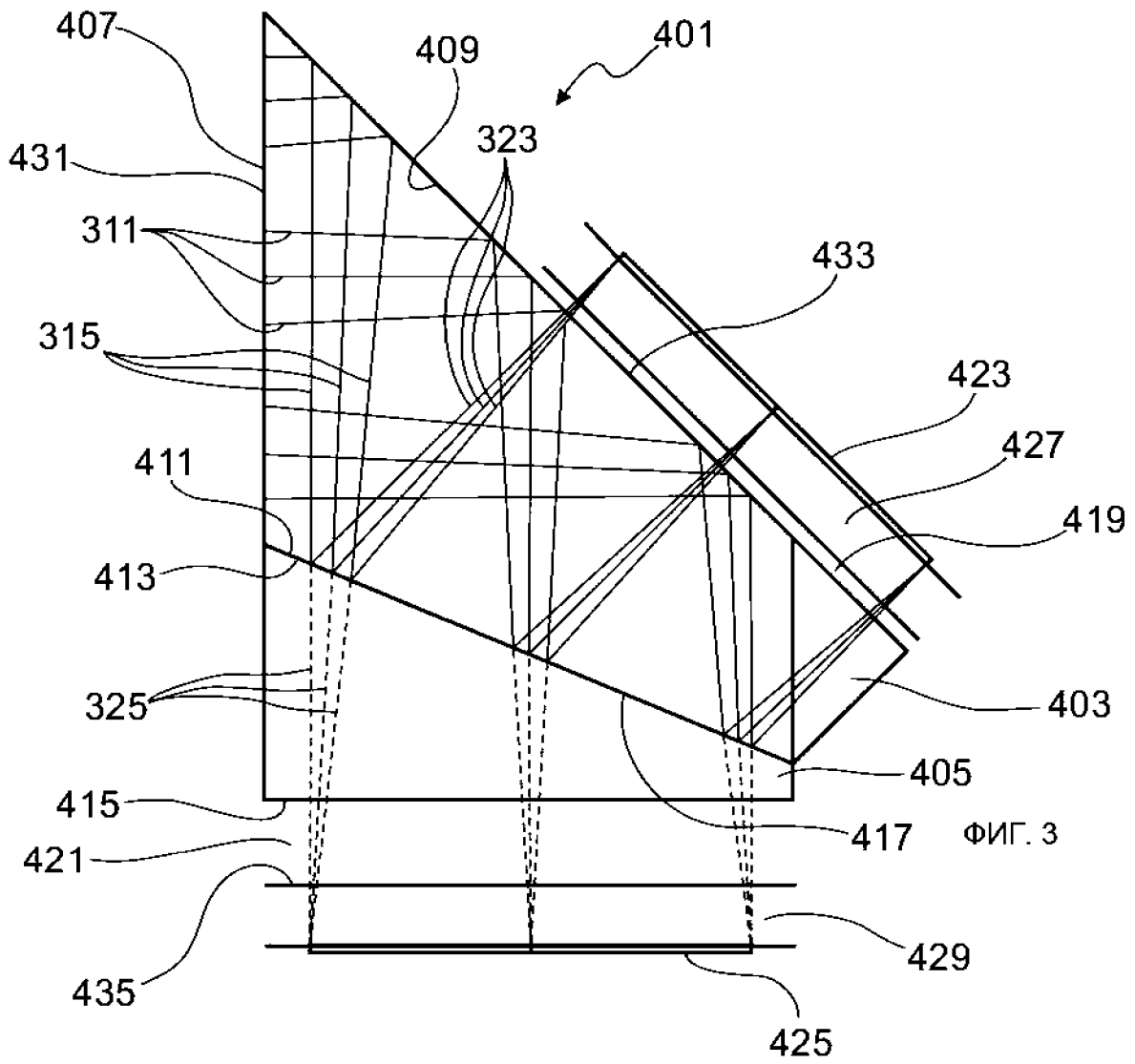
15. Эндоскоп (101), в частности медицинский или промышленный видеоскоп, с рукояткой (103), удлиненной трубкой (105), источником света и системой объектива и/или блоком обработки изображений, и/или системой отображения (201), **отличающийся** тем, что эндоскоп (101) содержит светоделительное устройство (401) по одному из пунктов 1-13, или систему (301) объектива по п. 14, так что изображения первой спектральной области захватываются первым датчиком (423) изображения, а изображения второй спектральной области захватываются вторым датчиком (425) изображения отдельно параллельно и/или могут отображаться системой отображения (201) как наложенные изображения.



ФИГ. 1



ФИГ. 2



ОТЧЕТ О ПАТЕНТНОМ ПОИСКЕ
(статья 15(3) ЕАПК и правило 42 Патентной инструкции к ЕАПК)

Номер евразийской заявки:

202391543

А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:

МПК:

G02B 27/14 (2006.01)
A61B 1/005 (2006.01)
G01N 21/64 (2006.01)

СПК:

G02B 27/141
A61B 1/00096
A61B 1/005
G01N 21/64

Б. ОБЛАСТЬ ПОИСКА:

Просмотренная документация (система классификации и индексы МПК)

A61B 1/00, 1/002, 1/005, 1/04, 1/05, 1/055, G01N 21/64, G02B 23/24, 23/26, 27/14

Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, используемые поисковые термины)

ЕАПАТИС, Espacenet, Google Patents, «Поисковая платформа» Роспатент

В. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ

Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
A	RU 2510235 C2 (НОВАДАК ТЕКНОЛОДЖИЗ ИНК.) 2014.03.27, весь документ	1-15
A, D	US 2021/0022591 A1 (SONY CORP) 2021.01.28, весь документ	1-15
A	JPS 6138921 A (OLYMPUS OPTICAL CO) 1986.02.25, весь документ	1-15
A	CN 216434530 U (CHONGQING XISHAN SCIENCE AND TECH CO) 2022.05.03, весь документ	1-15
A	CN 107405058 A (OLYMPUS CORP) 2017.11.28, весь документ	1-15

последующие документы указаны в продолжении

* Особые категории ссылочных документов:

«А» - документ, определяющий общий уровень техники

«D» - документ, приведенный в евразийской заявке

«E» - более ранний документ, но опубликованный на дату подачи евразийской заявки или после нее

«O» - документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.

«P» - документ, опубликованный до даты подачи евразийской заявки, но после даты испрашиваемого приоритета"

«Т» - более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения

«X» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну или изобретательский уровень, взятый в отдельности

«Y» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий изобретательский уровень в сочетании с другими документами той же категории

«&» - документ, являющийся патентом-аналогом

«L» - документ, приведенный в других целях

Дата проведения патентного поиска: **11/12/2023**

Уполномоченное лицо:

Начальник отдела механики,
физики и электротехники

 Д. Ф. Крылов