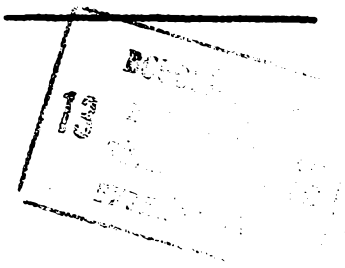
СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1125592 A

3 (51) G 02 B 21/14

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ



ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 7771193/24-10
(89) 143183 ГДР
(22) 23.05.80
(31) WPG 02 B/213164
(32) 28.05.79
(33) ГДР
(46) 23.11.84. Бюл. № 43
(72) Херман Бейер и Райнер Ланц (ГДР)
(71) ФЕБ Карл-Цейсс-Йена (ГДР)
(53) 535.82(088.8)

(54)(57) 1. ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ КОНТРАСТНЫХ МЕТОДОВ В МИКРОСКОПАХ, содержащая конденсатор, поляризатор, объектив для получения промежуточного изображения предмета, анализатор, оптические компоненты, сопрягающие выходной зрачок и поляризационно-оптический элемент, расположенный в плоскости промежуточного изображения выходного зрачка, о т л и ч а ю щ а я с я тем, что, с целью уменьшения ее габаритов при сохранении ортогональности поляризованных пучков лучей, в нее введены по крайней мере три отклоняющие призмы, расположенные между выходным зрачком объектива и его промежуточным изображением, показатель преломления n которых и угол падения V связаны соотношением

$$\hat{n} = \sum_{i=1}^{N} \operatorname{arctg} \frac{\cos V_i \sqrt{\sin^2 V_i - \frac{1}{n_i^2}}}{\sin^2 V_i},$$

где N – число призм.

2. Система по п. 1, о т л и ч а ю щ а я с я тем, что между выходным зрачком объектива и его промежуточным изображением введена поляризационно-оптическая полуволновая пластина.

SU (11) 1125592 A

Изобретение применяется для контрастирования в фазовом контрасте или в контрасте интерференционной картины, действующей с поляризованным светом, органических или неорганических объектов, не поглощающих в проходящем свете и имеющих в падающем свете отражательную способность, равную окружающей среде.

Система служит преимущественно в качестве дополнительного устройства в сочетании с подобранными к этому устройствами фазового контраста или контраста интерференционной картины для микроскопов для наблюдения в проходящем или в отраженном свете, но она может быть и существенной составной частью микроскопа. При этом, например, для фазового контраста не надо особых фазово-контрастных объективов, а необходимые кольцевые фазовые пластинки могут быть расположены на изображении зрачка объектива, созданном частью системы промежуточного изображения. На том же месте можно вставлять необходимые для осуществления поляризационно-оптического контраста интерференционной картины призмы Волластона. Таким образом, возможна быстрая смена между обоими видами контраста.

Изобретение прежде всего используется в биологии и медицине, однако и в технических областях, как например, в химии и металлографии для контрастирования фазовых объектов. Это такие микроскопические объекты, которые при нормальном наблюдении в светлом поле совсем не контрастированы или контрастированы только незначительно.

Известна система промежуточного изображения, которая выполняет условие сохранения линейной поляризации путем обеспечения требования, что промежуточное изображение зрачка объектива получается еще перед первым отражающим элементом (например патент Австрии № 313222, кл. 42 h 12/01, 1974).

На это предложение не выгодно в конструктивном отношении, так как при посильной затрате на коррекцию необходима определенная минимальная длина, которая или приводит к неприемлемой смотровой высоте или, как представлено на примере, требует дорогой и непригодной в конструктивном отношении отклоняющей системы, которая ход лучей наблюдения подводит обратно к тубусу микроскопа, расположенному на нормальной смотровой высоте.

Известна оптическая система для получения промежуточного изображения при осуществлении контрастных методов в микроскопах, содержащая конденсор, поляризатор, объектив для получения промежуточного изображения предмета, анализатор, оптические компоненты, сопрягающие выходной зрачок и поляризационно-оптический элемент, расположенный в плоскости промежуточного изображения выходного зрачка (хозяйственный патент ГДР № 53890, кл. 42h, 38, 1967 г.).

Цель изобретения - создать устройство, осуществляющее при применении светопольных объективов для нормальных или больших полей и высокого качества изображения фазового контраста и поляризационно-оптического интерференционного контраста быстрое переключение одного вида наблюдения на другой, как это желательно для многих микроскопических исследований, в частности живых объектов, и имеющее уменьшенные габариты при сохранении ортогональности поляризованных пучков лучей.

Задачей изобретения является создание системы промежуточного изображения для осуществления контрастности в микроскопах при применении светлопольных объективов для нормальных или больших полей, которая вводится в ход лучей и при помощи отражающих элементов и проекционной оптики создает доступные промежуточные изображения плоскости предмета и зрачка объектива. При этом отражающие элементы расположены и согласованы один с другим так, чтобы свет, линейно-поляризованный в зрачке объектива, в промежуточном изображении зрачка объектива опять получился в качестве линейно-поляризованного света. Это соответствует условиям поляризации, необходимым для поляризационно-оптического изображения интерференционного контраста, при котором важно разложение линейно-поляризованного света, падающего на призму Волластона, состоящую из двоякопреломляющего материала и

расположенную в пространстве предмета, на обыкновенную и необыкновенную составляющие, колеблющихся перпендикулярно одна другой и линейно-поляризованных. Обе составляющие, смещенные в сторону на незначительную величину, выходят из призмы Волластона. В последней, расположенной в плоскости изображения и на изображении или вблизи от изображения зрачка объектива и тем самым внутри системы промежуточного изображения, обе составляющие опять соединяются в один луч. Однако это будет только в том случае, если они у призмы Волластона, расположенной на стороне изображения, получаются в качестве линейно-поляризованного света.

Из теоретической оптики известно, что при полном внутреннем отражении на стеклянной поверхности между составляющими лучей, колеблющимися параллельно и перпендикулярно плоскости падения, встречается зависимая от угла падения V и показателя преломления стекла n разность фаз δ. Существует отношение

$$\operatorname{tg}\frac{\delta}{2}=\frac{\cos V\sqrt{\sin^2 V-\frac{1}{n^2}}}{\sin^2 V},$$

V для осевого луча при отклонении 90^0 составляет 45^0. Так при $n=\sqrt{3}$, $\delta=60^0$, так что после троекратного отражения разность фаз составляет 180^0, и равнодействующая обеих составляющих лучей колеблется в той же плоскости как прежде, т.е. она является линейно-поляризованной. Подобный эффект достигается при помощи четырех призм, если n (смотря по обстоятельствам и V) изменяется так, что $\delta=45^0$.

Если направление колебаний составляющих лучей включением поляризационно-оптической пластинки $\lambda/2$ вращается на 90^0, например, вследствие вращения плоскости падения с одной до следующей призмы, обыкновенный на отражающей поверхности луч на следующей поверхности превращается в необыкновенный, и необыкновенный луч превращается в обыкновенный, и, таким образом, разность фаз, образованная от этих обоих отражений, составляет нуль. При помощи пластинки $\lambda/2$ достигается, что и в этой части обыкновенный луч остается обыкновенным и необыкновенный луч остается необыкновенным.

Так как падающие на плоскости призм отображающие лучи имеют немного различное наклонение и поэтому достигают отражающих поверхностей под различными углами падения V разность фаз не одинаковая для всех лучей и для внеосевых лучей надо считаться с незначительной эллиптичностью поляризованного света, которая в крайнем случае не больше 1% и на практике почти не мешает. Так как апертуры углов отображающих световых пучков на разных поверхностях в общем различны, кроме того, возможна оптимизация призмами с различным показателем преломления. В общем случае показатель преломления призм и угол падения V связаны соотношением

$$\Pi=\sum_{i=1}^{N}\operatorname{arctg}\frac{\cos V_i\sqrt{\sin^2 V_i-\frac{1}{n_i^2}}}{\sin^2 V_i},$$

где N – число призм.

На чертеже представлена схема устройства.

Пучок световых лучей 1 от источника света линейно поляризуется поляризатором 2, ориентированным под 45^0 относительно расположенной в пространстве предмета призмы Волластона 3 и разлагается ею на обыкновенную и необыкновенную составляющие, колеблющиеся перпендикулярно одна другой.

После прохождения через конденсор 4 оба частичных пучка, латерально смещенных на незначительную величину, проходят через плоскость предмета 5, объектив 6 и зрачок объектива 7, обозначенный перекрестием, и отражаются на поверхности 9, полностью покрытой зеркальным слоем, стеклянного кубика 8, состоящего из двух склеенных прямоугольных призм. Так как составляющие светового потока с различным направлением колебаний падают на поверхность 9 перпендикулярно или параллельно плоскости падения, линейная поляризация для обеих составляющих сохраняется.

На призмах 10, 13 и 14, состоящих из стекла с приближенным показателем

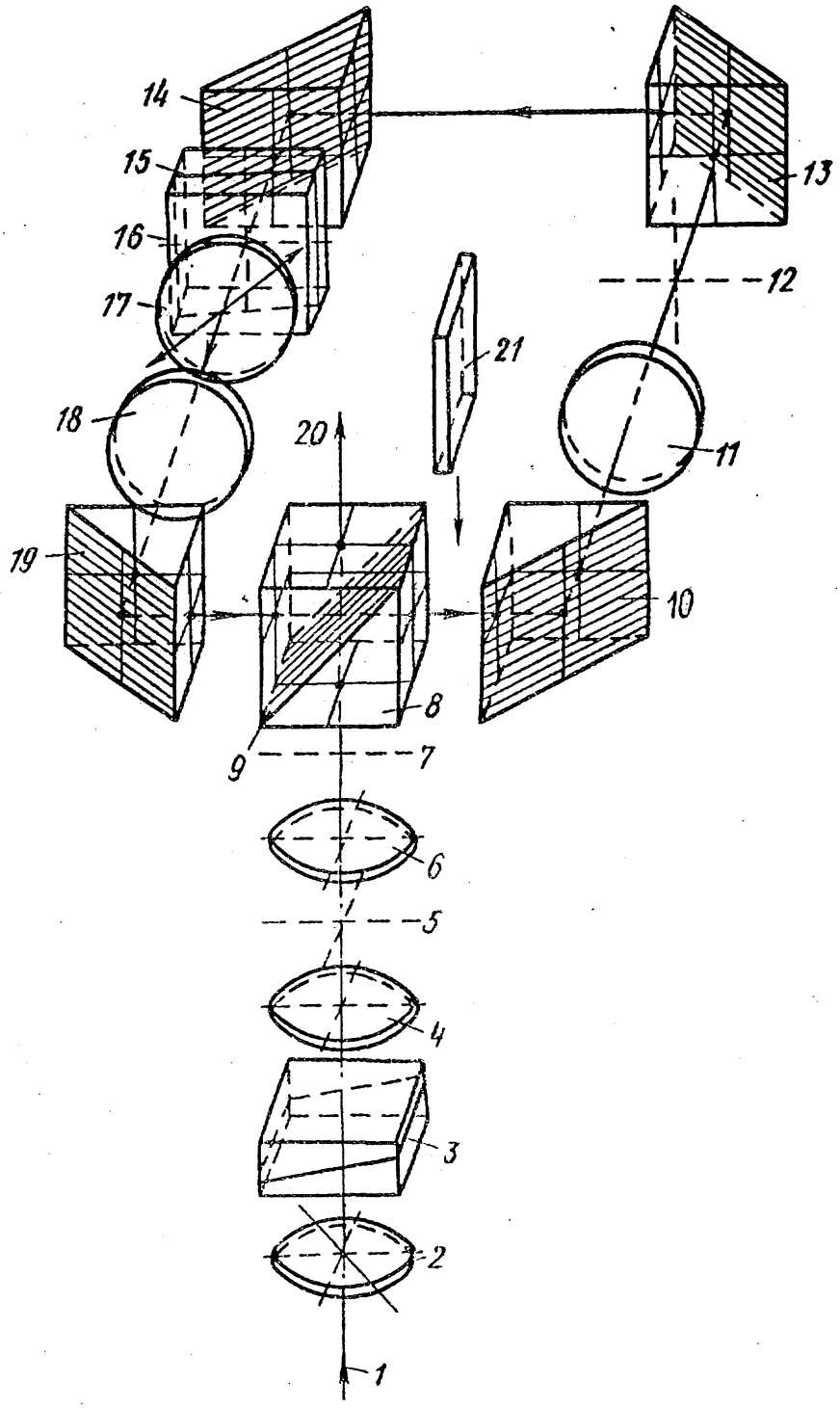
преломления $n \approx \sqrt{3}$, оба частичных пучка подвергаются полному внутреннему отражению. Между составляющими каждого частичного пучка, колеблющимися параллельно и перпендикулярно плоскости падения, при этом имеется разность фаз $\delta \approx 60^{\circ}$, так что на призме 10 из линейно-поляризованного света получается эллиптически поляризованный свет. Так как одинаковый процесс состоится на призмах 13 и 14, названная разность фаз накопляется и на изображении зрачка 16, обозначенном перекрестием и созданном линзовой системой 11, она составляет $\approx 180^{\circ}$, так что там опять получается линейно-поляризованный свет.

В призму Волластона 15, расположенную в плоскости изображения, следовательно входят два частичных пучка, латерально смещенных на незначительную величину, колеблющихся перпендикулярно одна другой и в общем имеющих незначительную разность фаз, которые в пространственно соединенном состоянии выходят из призмы.

Анализатор 17, ориентированный перпендикулярно или параллельно поляризатору 2, пропускает только колеблющиеся в его направлении пропускания составляющие обеих перпендикулярно один другому колеблющихся частичных пучков, которые интерферируют один с другим. Созданное объективом 6 и линзовой системой 11 промежуточное изображение 12 предмета, расположенного в плоскости предмета 5, в которое для целей измерения можно вводить пластинки с сеткой штрихов или другие маркировки, линзовой системой 18 через призму 19 и поверхность 9, совершенно покрытую зеркальным слоем, контрастированно изображается в полевую диафрагму (не представлена) окуляра, расположенную в направлении 20. Показатель преломления стекла призмы 19 при этом незначительный. Призму 19 можно заменять и другой поверхностью, покрытой зеркальным слоем.

Дальнейший пример конкретного исполнения относится к возможности применения четырех полных внутренних отражений и стеклянных призм более низкого показателя преломления. Устройство соответствует устройству, представленному на чертеже, однако заменяют поверхность 9, совершенно покрытую зеркальным слоем, тонким слоем воздуха $\geqslant 0{,}01$ мм и призмы с полным внутренним отражением 8, 10, 13 и 14 призмами из стекла показателя преломления $n \approx 1{,}554$. В этом случае на каждой поверхности при угле падения $V \approx 45^{\circ}$ получается разность фаз $\delta \approx 45^{\circ}$, Поскольку плоскости падения отражающих поверхностей призм 9 и 10 повернуты, обыкновенная составляющая превращается в необыкновенную и наоборот, так что разности фаз взаимно уничтожаются. Эту трудность можно устранить введением поляризационно-оптической пластинки $\lambda/2$ 21, так как она вращает направление колебаний на 90°, так что складываются разности фаз, возникающие при отражении на четырех названных призмах, и на изображении зрачка опять получается линейно-поляризованный свет.

Путем вариации устройства отражающих элементов и построения изображения возможны дальнейшие варианты. В частности, различными показателями преломления призм с полным внутренним отражением возможна оптимизация относительно изменяющихся из призмы в призму апертурных углов изображающих пучков лучей.



Составитель Л. Мухина
Редактор Р. Цицика Техред А.Бабинец Корректор Л. Пилипенко

Заказ 8537/36 Тираж 496 Подписное
ВНИИПИ Государственного комитета СССР
по делам изобретений и открытий
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4