

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **039634**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.02.18

(21) Номер заявки
202090160

(22) Дата подачи заявки
2018.06.28

(51) Int. Cl. **G02B 3/14** (2006.01)
G02B 27/64 (2006.01)
H01L 41/09 (2006.01)
G02B 26/08 (2006.01)

(54) **ЛИНЗА В СБОРЕ ДЛЯ ОПТИЧЕСКОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЯ И РЕГУЛИРОВКИ ФОКУСНОГО РАССТОЯНИЯ**

(31) **17179023.1; 17179006.6**

(32) **2017.06.30**

(33) **EP**

(43) **2020.05.31**

(86) **PCT/EP2018/067511**

(87) **WO 2019/002524 2019.01.03**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ПОЛАЙТ АСА (NO)

(72) Изобретатель:
**Краен Пьер (BE), Карташов
Владимир (NO), Кильпинен Янне
Тапани (FI), Таллярон Николя (FR),
Хенриксен Лаш (NO)**

(74) Представитель:
**Ловцов С.В., Вилесов А.С., Гавриков
К.В., Коптева Т.В., Левчук Д.В.,
Стукалова В.В., Ясинский С.Я. (RU)**

(56) **US-B2-8072689
WO-A1-2008100154
WO-A1-2008100153
US-A1-2010208194
US-A1-2017045649
WO-A1-2008035983**

(57) Изобретение относится к регулируемой или настраиваемой линзе в сборе, в которой деформируемое нежидкостное тело линзы зажато между сгибаемой крышкой линзы и задним окошком, образуя линзу. Линза в сборе снабжена приводной системой с тремя отдельно срабатывающими приводами, которые прикладывают усилие к крышке линзы в направлении вдоль оптической оси с целью изменения общей формы линзы. Приводная система предусматривает режим регулировки фокусного расстояния для корректировки оптической силы линзы и режим оптической стабилизации изображения с наклоном оптической оси линзы.

B1

039634

039634

B1

Область техники, к которой относится настоящее изобретение

Настоящее изобретение относится к регулируемым или настраиваемым системам линз для оптических устройств, таких как компактные камеры, в частности к регулируемым системам линз, способствующим оптической стабилизации изображения и регулировке фокусного расстояния.

Предшествующий уровень техники настоящего изобретения

Большинство компактных камер характеризуется наличием таких стандартных функций, как автофокусировка (AF) и стабилизация изображения; и за то, чтобы сделать системы, выполняющие указанные задачи, более компактными, дешевыми и надежными с одновременным повышением оптического качества, ведется непрекращающаяся борьба.

В документе US 5315435 представлен регулируемый призмный блок для передачи и преломления луча света с целью стабилизации изображения. Этот блок снабжен двумя пластинами, между которыми находится жидкость, причем одна из пластин выполнена неподвижной; при этом предусмотрены приводы для оказания давления на другую пластину с целью создания оптического клина, который будет преломлять луч света. Регулируемый призмный блок не обеспечивает какие-либо возможности фокусировки, и для формирования изображения и автофокусировки требуются дополнительные оптические элементы. Также известно, что использование жидкости для обеспечения оптических функций затруднено и не совместимо с массовым производством линз, например, линз для мобильных телефонов.

В документе WO 2008/100153 раскрыто устройство, обладающее как функцией стабилизации изображения, так и возможностями автофокусировки. Это устройство характеризуется наличием гибкого тела линзы, зажатого между тонкой сгибаемой крышкой, включающей в себя прозрачную призму, и тонкой сгибаемой крышкой, центральная часть которой может изгибаться, формируя линзу. Обе тонкие сгибаемые крышки снабжены приводами, которые могут наклонять призму и регулировать фокусное расстояние линзы. Призма и линза функционируют независимо друг от друга, и поэтому устройству необходимо два комплекта приводов - по одному на каждой из сторон крышки линзы; а поскольку приводы представляют собой пьезоэлектрические приводы, располагаемые на крышках, что ограничивает размер оптической апертуры или дает экономически невыгодное решение, то требуется увеличение размеров устройства.

В обоих указанных решениях, обеспечивающих стабилизацию изображения, приводы срабатывают по сигналу датчиков движения в камере для противодействия ее небольшим смещениям, перемещая изображение в противоположном направлении с тем, чтобы изображение не переходило датчик изображения, занимающий неподвижное положение внутри камеры.

Краткое раскрытие настоящего изобретения

Одна из целей настоящего изобретения состоит в том, чтобы предложить линзу, которая может приводиться в действие с помощью простого, но эффективного приводного механизма.

Альтернативная цель настоящего изобретения заключается в том, чтобы предложить линзу в сборе, которая может подстраиваться и использоваться, как при оптической стабилизации изображения (OIS), так и при регулировке фокусного расстояния (FA).

Другая альтернативная цель настоящего изобретения состоит в том, чтобы предложить такую линзу в сборе, в которой для оптической стабилизации изображения и регулировки фокусного расстояния используется один и тот же комплект приводов и одна и та же крышка линзы.

Еще одна альтернативная цель настоящего изобретения состоит в том, чтобы предложить такую линзу в сборе, которая была бы экономически выгодной и обеспечивала бы возможность увеличения оптической апертурной диафрагмы.

Согласно первому аспекту настоящего изобретения предложена оптическая линза 1 в сборе, содержащая

рамку 6, сгибаемую прозрачную крышку 4 линзы и прозрачное заднее окошко 3, соединенное с рамкой, причем крышка линзы и/или заднее окошко характеризуются ненулевым прогибом;

прозрачное деформируемое нежидкостное тело 2 линзы, зажатое между крышкой линзы и задним окошком 3 таким образом, что образуется линза, которая характеризуется наличием оптической оси 5 и обладает первой оптической силой;

приводную систему 7, 8, прилагающую усилие к крышке линзы для изменения общей формы линзы, причем приводная система содержит один или несколько, например по меньшей мере три отдельно срабатывающих привода 7, 8, каждый из которых соединен с рамкой и выполнен с возможностью приложения усилия к крышке линзы в направлении, по меньшей мере, по существу вдоль оптической оси 5;

при этом приводная система 7, 8 предусматривает режим регулировки фокусного расстояния, в котором один или несколько приводов, например все приводы, предназначены для приложения усилия к крышке 4 линзы в одном и том же направлении для регулировки оптической силы/прогиба линзы; и/или

при этом приводная система 7, 8 предусматривает режим оптической стабилизации изображения, в котором каждый привод из числа одного или нескольких приводов предназначен для приложения разных усилий к крышке 4 линзы, варьирующихся вдоль обода крышки линзы, чтобы наклонять оптическую ось 5 линзы;

при этом крышка 4 линзы содержит на своем периферийном участке один или несколько элементов

24 жесткости, таких как кольцевые элементы 23 жесткости, которые служат для распределения напряжения и несимметричных деформаций вокруг оптической оси, возникающих в результате приложения усилий к участкам крышки 4 линзы большой площади; и

при этом приводная система 7, 8 выполнена с возможностью смещения по меньшей мере части, например, всего края крышки 4 линзы относительно рамки 6.

Настоящее изобретение может обеспечить преимущество, состоящее в том, что оно предлагает простой, но эффективный приводной механизм. Например, кольцо жесткости обеспечивает возможность распределения напряжения, а смещение края крышки линзы относительно рамки обеспечивает возможность использования сил действия и противодействия тела линзы для придания крышке линзы определенной формы и/или для ее наклона. Может быть использован всего один привод, необязательно снабженный направляющим устройством, которое направляет перемещение крышки линзы (возможно не вращательное относительно оптической оси) после приложения усилия единственным приводом. Может оказаться целесообразным использовать множество приводов для обеспечения наклона (в режиме оптической стабилизации изображения), например, за счет их распределения вокруг оптической оси и/или для симметричного приложения усилия вокруг оптической оси (в режиме регулировки фокусного расстояния).

Под "элементом жесткости" может пониматься элемент, усиливающий жесткость крышки линзы и элемента жесткости в сборе относительно крышки линзы (по меньшей мере, в месте его прикрепления), причем жесткость элемента жесткости превышает жесткость крышки линзы (при этом жесткость может быть определена как толщина вдоль оптической оси, помноженная на модуль упругости в направлении вдоль оптической оси). Элемент жесткости может обладать достаточно большой жесткостью, благодаря чему он по существу не деформируется, например не подвергается деформации при срабатывании приводной системы. Элементом жесткости может служить кольцо жесткости, охватывающее (например, полностью охватывающее) оптическую ось.

Под "периферийным участком" может пониматься участок крышки линзы, радиально отстоящий от оптической оси на расстояние, например, превышающее 50% расстояния от оптической оси до края крышки линзы.

Согласно первому альтернативному аспекту настоящего изобретения предложена оптическая линза в сборе, содержащая

рамку, сгибаемую прозрачную крышку линзы и прозрачное заднее окошко, соединенное с рамкой, причем крышка линзы и/или заднее окошко характеризуются ненулевым прогибом;

прозрачное деформируемое нежидкостное тело линзы, зажатое между крышкой линзы и задним окошком таким образом, что образуется линза, которая характеризуется наличием оптической оси и обладает первой оптической силой;

приводную систему, прилагающую усилие к крышке линзы для изменения общей формы линзы, причем приводная система содержит по меньшей мере три отдельно срабатывающих привода, каждый из которых соединен с рамкой и выполнен с возможностью приложения усилия к крышке линзы в направлении, по меньшей мере, по существу вдоль оптической оси;

при этом приводная система предусматривает режим регулировки фокусного расстояния (именуемый в настоящем документе также "режимом фокусировки"), в котором все приводы предназначены для приложения усилия к крышке линзы в одном и том же направлении для корректировки оптической силы/прогиба линзы; и

при этом приводная система предусматривает режим оптической стабилизации изображения, в котором приводы предназначены для приложения усилия к крышке линзы, которое варьируется вдоль обо- да крышки линзы, чтобы наклонять оптическую ось линзы.

Следует отметить, что аспекты и варианты осуществления настоящего изобретения могут комбинироваться с альтернативными аспектами и вариантами осуществления настоящего изобретения.

Согласно второму аспекту настоящего изобретения предложен модуль объектива, содержащий линзу в сборе согласно первому аспекту.

Согласно третьему аспекту настоящего изобретения предложена камера, содержащая линзу в сборе согласно первому аспекту и трехосные датчики движения, подключенные таким образом, чтобы они могли передавать на приводную систему сигналы, указывающие на перемещение камеры.

Ниже суммирован ряд предпочтительных и/или необязательных признаков, элементов, примеров и вариантов осуществления настоящего изобретения. Признаки или элементы, раскрытые в привязке к одному из вариантов осуществления или аспектов настоящего изобретения, при необходимости могут комбинироваться с другими вариантами осуществления или аспектами или применяться к другим вариантам осуществления или аспектам. Кроме того, разъяснения в отношении лежащего в основе механизма настоящего изобретения, реализованные его авторами, носят исключительно иллюстративный характер и не должны использоваться при анализе постфактум для выведения настоящего изобретения.

Согласно четвертому аспекту настоящего изобретения предложено оптическое устройство, например камера, микроскоп, бинокль или телескоп, пара очков или окуляров, носимый дисплей и т.п., содержащее линзу в сборе согласно первому аспекту настоящего изобретения. Линза в сборе может представ-

лать собой дополнительный компонент оптического устройства, включенный в состав пакета оптических линз, или характеризоваться наличием модуля объектива, содержащего линзу в сборе.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения предложено оптическое устройство, содержащее линзу в сборе согласно первому аспекту настоящего изобретения, причем оптическим устройством может служить любое устройство из числа камеры, микроскопа, бинокля или телескопа, пары очков или окуляров, носимого дисплея и компактной камеры.

Согласно пятому аспекту настоящего изобретения предложен способ получения линзы в сборе согласно первому аспекту, причем указанный способ предусматривает

подготовку рамки;

подготовку по меньшей мере одного привода, например по меньшей мере трех отдельно срабатывающих приводов; и

соединение по меньшей мере одного привода с рамкой.

Следует понимать, что за счет подготовки по меньшей мере одного привода и соединения по меньшей мере одного привода с рамкой такой привод становится приводом, пригодным к эксплуатации, перед соединением привода с рамкой. Этот способ может рассматриваться как отличный от способа, в котором сначала обеспечивается наличие рамки, а затем на эту рамку наносится материал, который в итоге становится приводом, но который ни в каком отношении не является приводом, который не соединен с рамкой. Одно из преимуществ пятого аспекта может состоять в том, что обеспечивается возможность отдельного изготовления (раздельных) приводов. Преимущество такого решения, в свою очередь, может заключаться в том, что эти отдельно производимые (раздельные) приводы могут производиться эффективно, например, в большом количестве в расчете на одну пластину (с высокой плотностью). Еще одно возможное преимущество может состоять в том, что остальные части линзы в сборе не подвергаются воздействию производственных условий в процессе изготовления приводов. Например, в процессе производства приводов может потребоваться переход к более высоким температурам, а это может сделать невозможным включение в линзу определенных материалов, таких как пластмассы, если приводы должны производиться на рамке; но использование указанных материалов становится возможным при добавлении приводов (готовых, раздельных).

Согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения предложен способ, в котором подготовка по меньшей мере одного привода, например по меньшей мере трех отдельно срабатывающих приводов, предусматривает подготовку по меньшей мере одного привода, отделенного от рамки.

Согласно шестому аспекту настоящего изобретения предложено использование линзы в сборе согласно первому аспекту для выполнения одной или нескольких операций, таких как

настройка фокуса, например настройка фокуса любого из таких устройств, как камера, микроскоп, бинокль или телескоп, пара очков или окуляров, носимый дисплей и компактная камера;

наклон оптической оси и необязательное выполнение оптической стабилизации изображения, например наклон оптической оси и выполнение оптической стабилизации изображения любого из таких устройств, как камера, микроскоп, бинокль или телескоп, пара очков или окуляров, носимый дисплей и компактная камера.

Прогиб проиллюстрирован на фиг. 1, и он определяется как высота поверхности линзы от ее хорды, описываемая следующей формулой:

$$S_{\text{ог}} = R - \sqrt{R^2 - \left(\frac{D}{2}\right)^2} \quad (1)$$

где величина R обозначает радиус кривизны (центральной части крышки линзы); а

величина D обозначает длину хорды, равную диаметру апертуры.

Заданный прогиб не ограничен конкретными значениями диаметра апертуры или радиуса кривизны; и, таким образом, он адаптирован для линз разных размеров и прочности. В других вариантах осуществления настоящего изобретения предпочтительно, чтобы естественный ненулевой прогиб крышки линзы и/или заднего окошка составлял по меньшей мере 10 мкм, например, 15 мкм или по меньшей мере 20 мкм.

Ниже представлено отношение прогиба к оптической силе (OP):

$$OP = \delta \cdot S_{\text{ог}} \cdot \frac{n - 1}{D^2} \quad (2)$$

где величина n обозначает индекс преломления тела линзы.

В предпочтительных вариантах осуществления настоящего изобретения первая оптическая сила составляет по меньшей мере 5 диоптрий, например, по меньшей мере, 10 диоптрий или по меньшей мере 20 диоптрий.

Естественный прогиб или оптическая сила линзы обеспечивает преимущество, поскольку большинство небольших регулируемых линз предшествующего уровня техники характеризуется нулевой или незначительной естественной оптической силой, что дает полную оптическую силу при максимальном напряжении, возможно, всего в несколько диоптрий. Соответственно, такие линзы обычно должны ком-

бинироваться со стандартной линзой с оптической силой, относительно которой осуществляется регулировка. В таких линзах используются деформируемые крышки, плоские или почти плоские при нулевом напряжении.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения естественная оптическая сила линзы в сборе не является нулевой, а составляет по меньшей мере 0,1 диоптрии; например, по меньшей мере 1 диоптрию; например, по меньшей мере 2 диоптрии; например, по меньшей мере 5 диоптрий; например, по меньшей мере 10 диоптрий или, например, по меньшей мере 100 диоптрий. В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения крышка линзы и/или заднее окошко обладают по существу нулевой или полностью нулевой оптической силой, например, менее 1 диоптрии; например, менее 0,1 диоптрии или, например, 0 диоптрий (при этом оптическая сила, такая как значительная оптическая сила, обеспечивается за счет придания телу рефракционной линзы определенной формы крышкой линзы и/или задним окошком). В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения крышка линзы характеризуется ненулевым прогибом.

В режиме регулировки фокусного расстояния точка фокусировки линзы смещается вдоль оптической оси путем регулирования прогиба, оптической силы или фокусного расстояния, т.е. разными способами, характеризующими изменение. Такая регулировка фокусного расстояния часто используется в системах автофокусировки (AF), где фокусное расстояние регулируется по факту измерения фокуса в изображении.

В одном из предпочтительных вариантов осуществления настоящего изобретения приводная система в режиме фокусировки может изменять общую форму линзы путем преобразования первой общей формы, при которой линза характеризуется первой оптической силой, во вторую общую форму, при которой линза характеризуется второй оптической силой; при этом разница между первой оптической силой и второй оптической силой, т.е. диапазон оптической силы, составляет по меньшей мере 2 диоптрии.

В режиме оптической стабилизации изображения оптическая ось линзы наклоняется. Когда линза в сборе включена в модуль объектива, результатом этого наклона будет по существу небольшое (для малых углов) поперечное смещение изображения, сформированного датчиком изображения. За счет генерирования сигналов (например, в камере согласно третьему аспекту настоящего изобретения), указывающих на перемещение камеры, это поперечное смещение может быть использовано для противодействия небольшим смещениям камеры и, таким образом, для стабилизации изображения. Следовательно, в одном из предпочтительных вариантов осуществления настоящего изобретения приводная система в режиме OIS (оптической стабилизации изображения) активирует приводы по сигналам с датчиков движения, указывающим на перемещение рамки. В предпочтительном варианте приводная система может наклонять оптическую ось линзы по меньшей мере на $\pm 0,5^\circ$ при частоте по меньшей мере 20 Гц.

Поскольку и для регулировки фокусного расстояния, и для стабилизации изображения используются одни и те же по меньшей мере три привода, настоящее изобретение обеспечивает преимущество, состоящее в том, что в этом случае требуется меньшее число приводов в сравнении с решениями предшествующего уровня техники, где выполнение указанных функций обеспечивается отдельными комплектами приводов. Аналогичным образом, поскольку и для регулировки фокусного расстояния, и для стабилизации изображения используется одна и та же мембранная крышка, настоящее изобретение обеспечивает преимущество над решениями предшествующего уровня техники, использующими отдельные поверхности/компоненты для выполнения указанных функций. В общем, такое решение приводит к снижению стоимости и упрощению конструкции (за счет меньшего количества подвижных деталей) устройства, а также к уменьшению его размеров.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения крышка линзы и/или заднее окошко характеризуются ненулевым прогибом.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения приводная система содержит по меньшей мере три отдельно срабатывающих привода 7, 8.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения приводная система 7, 8 предусматривает режим регулировки фокусного расстояния, в котором все приводы предназначены для приложения усилия к крышке 4 линзы в одном и том же направлении для корректировки оптической силы/прогиба линзы; и

при этом приводная система 7, 8 предусматривает режим оптической стабилизации изображения, в котором приводы предназначены для приложения разных усилий к крышке 4 линзы, которые варьируются вдоль обода крышки линзы, чтобы наклонять оптическую ось 5 линзы.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения крышка линзы и/или заднее окошко характеризуются ненулевым прогибом;

при этом приводная система содержит по меньшей мере три отдельно срабатывающих привода 7, 8; и

приводная система 7, 8 предусматривает режим регулировки фокусного расстояния, в котором все приводы предназначены для приложения усилия к крышке 4 линзы в одном и том же направлении для корректировки оптической силы/прогиба линзы; и

приводная система 7, 8 предусматривает режим оптической стабилизации изображения, в котором приводы предназначены для приложения разных усилий к крышке 4 линзы, которые варьируются вдоль

обода крышки линзы, чтобы наклонять оптическую ось 5 линзы.

В одном из предпочтительных вариантов осуществления настоящего изобретения приводная система может приводиться в действие одновременно в режиме фокусировки и в режиме OIS путем выдачи каждому приводу команды на приложение усилия, представляющего собой по существу, по меньшей мере, сумму усилий, которые могли бы прикладываться в указанных режимах. Поскольку деформация крышки линзы может зависеть нелинейно от хода привода, изменение формы, обусловленное просто сложением усилий, которые могли бы прикладываться в каждом режиме, не обязательно дает в точности суммарный эффект указанных режимов. Подробнее это описано ниже.

В одном из предпочтительных вариантов осуществления настоящего изобретения приводы могут прикладывать усилия в первом направлении, по меньшей мере, по существу вдоль оптической оси в сторону заднего окошка (втягивание) и/или во втором направлении, по существу, вдоль оптической оси в сторону от заднего окошка (толкание) относительно положения "Ненапряженное" или "0 вольт" крышки линзы.

Предпочтительный вариант исполнения зависит от типа привода и характеристик тела линзы. В одном из предпочтительных вариантов осуществления настоящего изобретения приводы могут, по меньшей мере, втягивать крышку линзы в сторону заднего окошка, изменяя ее форму и сжимая тело линзы. Это дает определенное преимущество, поскольку - в отличие от толкания - не требует жесткого соединения крышки линзы с ее телом. В другом предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения приводы могут прикладывать усилие только в первом направлении относительно положения "Ненапряженное" или "0 вольт" крышки линзы. Такие приводы могут обладать преимуществами, состоящими в более простой конструкции и меньшей стоимости. Предпочтение может отдаваться приводам, которые могут осуществлять как втягивание, так и толкание, поскольку они обеспечивают преимущество увеличенного общего хода и, соответственно, более эффективной деформации крышки линзы.

Заданы следующие части крышки линзы: центральная часть, периферийный участок и обод; при этом центральная часть имеет, по меньшей мере, по существу сферическую форму, а периферийный участок представляет собой участок, который располагается между центральной частью и ободом крышки линзы.

Крышка линзы может быть плоской или же ей может быть заранее придана определенная форма, обеспечивающая ненулевой прогиб. Линза выполнена сгибаемой, а это значит, что она обладает определенной гибкостью для изменения своей формы вследствие воздействия сил со стороны приводов и сил противодействия со стороны тела линзы. Однако жесткость крышки превышает жесткость тела линзы. В варианте осуществления, где используется крышка линзы с предварительно приданной формой фраза "с предварительно приданной формой" означает, что крышка линзы получила свою форму до начала сборки линзы в сборе. После сборки с телом линзы и задним окошком такая крышка линзы с предварительно приданной формой будет предпочтительно иметь колоколообразную форму (выпуклую или вогнутую) с центральной частью, имеющую сферическую или, по меньшей мере, по существу сферическую форму; но она может также иметь и асферическую форму, соответствующую форме поверхности обычной линзы. Это проиллюстрировано на фиг. 2, 3А и 6. Ненулевой прогиб, обусловленный предварительным приданием формы крышке линзы, должен замеряться, когда приводная система находится в неактивированном состоянии, т.е. когда линза находится в состоянии по умолчанию, в естественном состоянии или в состоянии нулевого напряжения.

Стандартным материалом для изготовления крышки линзы может служить стекло или пластмасса. При использовании стекла крышка линзы предпочтительно представляет собой мембрану толщиной 5-50 мкм. Такие стеклянные мембраны характеризуются как гибкостью, так и высокой прочностью. При использовании пластмассы предпочтение отдается пластмассам с хорошими оптическими свойствами (равномерной и высокой прозрачностью для всех длин волн излучения в видимой области спектра), при этом в предпочтительном варианте толщина крышки линзы составляет 20-500 мкм.

В одном из предпочтительных вариантов осуществления настоящего изобретения крышка линзы содержит на своем периферийном участке один или несколько элементов жесткости, которые служат для распределения напряжения и несимметричных деформаций вокруг оптической оси, обусловленных приложением усилий к участкам мембраны большой площади. При необходимости выполнения операций, не предусматривающих каких-либо аберраций, один или несколько элементов жесткости предпочтительно представляют собой кольцо, охватывающее всю центральную часть. Это дает определенное преимущество, поскольку гарантирует, что периферийный участок будет перемещаться как единое целое даже при наличии минимального количества приводов, и поэтому предотвращаются локальные деформации. Одна из функций одного или нескольких элементов жесткости может состоять в том, чтобы в режиме OIS, в котором крышка наклонена, можно было сжать тело линзы с одной стороны без изменения оптической силы. В альтернативном варианте, когда кто-либо намеренно желает создать астигматизм более высокого порядка, вдоль периферийного участка может быть установлено множество дугообразных элементов жесткости в положениях, обеспечивающих их зацепление приводами во время приложения усилия.

Согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения приводная система выпол-

нена с возможностью смещения по меньшей мере части, например всего края (например, обода), крышки линзы относительно рамки. Одно из возможных преимуществ этого решения состоит в том, что оно не требует частичной или полной деформации крышки линзы, которая неизбежна в тех случаях, когда край (например, обод) крышки линзы жестко соединен с рамкой. Например, наклон крышки линзы неизбежно повлечет за собой деформацию крышки линзы, если бы край крышки линзы был жестко соединен с рамкой, но, когда приводы выполнены с возможностью смещения края крышки линзы относительно рамки, а край крышки линзы жестко не соединен с рамкой, эта деформация необязательна (что обеспечивает снижение энергопотребления и/или увеличивает диапазон наклона и/или фокусировки).

Согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения крышка линзы содержит на своем периферийном участке один или несколько элементов жесткости, таких как кольцевые элементы жесткости; при этом каждый привод из числа по меньшей мере трех отдельно срабатывающих приводов, каждый из которых соединен с рамкой, соединен с одним или несколькими элементами жесткости. Одно из возможных преимуществ этого решения состоит в том, что приводы могут прикладывать усилия к крышке линзы через один или несколько элементов жесткости путем толкания/втягивания рамки.

Согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения крышка линзы соединена с рамкой через, например, исключительно через, приводную систему. Преимущество этого решения состоит в том, что оно облегчает контроль приводами положения и ориентации крышки линзы.

Согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения крышка линзы содержит один или несколько элементов жесткости, таких как кольцевые элементы жесткости, расположенные на ее периферийном участке; при этом крышка линзы соединена с рамкой через, например, исключительно через, приводную систему и один или несколько элементов жесткости. Преимущество этого решения состоит в том, что оно облегчает контроль приводом положения и ориентации крышки линзы, а также в том, что приводы могут прикладывать усилия к крышке линзы через один или несколько элементов жесткости путем толкания/втягивания рамки.

В отношении некоторых типов камер наблюдается стремление уменьшить их размеры, и для этого было бы целесообразно обеспечить высокоплотное размещение всех элементов линзы в сборе с целью уменьшения габаритных размеров линзы в сборе. Таким образом, в другом предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения приводы размещаются вблизи тела линзы между периферийным участком крышки линзы и задним окошком или задней частью рамки. Отличительная особенность, состоящая в том, что приводы могут прикладывать усилия только в первом и втором направлениях, а не по касательной к оптической оси, делает их особенно пригодными для такой установки.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения один или несколько, например по меньшей мере три, отдельно срабатывающих привода устанавливаются между - частично или полностью - крышкой линзы или плоскостью (ободом) крышки линзы, например между периферийным участком крышки 4 линзы и задним окошком или задней частью рамки.

В одном из предпочтительных вариантов осуществления настоящего изобретения каждый привод из числа одного или нескольких указанных приводов содержит кронштейн с первым концом, соединенным с рамкой, и вторым концом, выполненным с возможностью входа в зацепление с периферийным участком крышки линзы для приложения усилия. Предпочтительно, чтобы кронштейн отходил в направлении по касательной к точке зацепления периферийного участка. Это дает преимущество, состоящее в том, что обеспечивается возможность уплотнения привода вокруг крышки линзы или под ней. Путем изгиба или поворота кронштейна можно толкать периферийный участок вверх или вниз. Использование таких кронштейнов обеспечивает преимущество, состоящее в возможности увеличения длины хода. В одном из предпочтительных вариантов осуществления настоящего изобретения кронштейн содержит слой пьезоэлектрического материала, а активация привода предусматривает подачу напряжения на пьезоэлектрический материал.

Согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения линия, прочерченная от точки соединения кронштейна с рамкой и до точки соединения кронштейна с крышкой линзы (например, через элемент жесткости, такой как кольцо жесткости), является непараллельной и характеризуется наименьшим углом по меньшей мере в 1° ; углом, по меньшей мере в 5° ; углом в пределах $5-175^\circ$, например, в пределах $10-170^\circ$, например, в пределах $20-160^\circ$, например, в пределах $30-150^\circ$, например, в пределах $45-135^\circ$, например, в пределах $60-120^\circ$, например, в пределах $75-105^\circ$ или, например, в 90° относительно линии, прочерченной от точки соединения кронштейна с рамкой и до оптической оси.

Это дает определенное преимущество, поскольку обеспечивается возможность уплотнения привода вокруг крышки линзы или под ней, причем при таком уплотнении вокруг крышки линзы или под ней сумма (такая как сумма каждой скалярной длины, а не векторная сумма) первого расстояния (от оптической оси до точки соединения кронштейна с крышкой линзы (например, через элемент жесткости, такой как кольцо жесткости)) и второго расстояния (от точки соединения кронштейна с рамкой) составляет, например, более 101%, или составляет, например, более 105%, или составляет, например, более 110%, или составляет, например, более 125%, или составляет, например, более 142%, или составляет, например, более 150%, или составляет, например, более 200% от третьего расстояния (от оптической оси до точки соединения

кронштейна с рамкой, причем третье расстояние соответствует сумме векторов, соответствующих векторам, которые соединяют конечные точки, задающие первое расстояние и второе расстояние соответственно). Это может обеспечить относительно большой ход при компактной конструкции. В случае, когда "точка соединения" (такая как точка соединения кронштейна с рамкой или точка соединения кронштейна с крышкой линзы или кольцом жесткости) пространственно выходит за границы математически бесконечно малой точки, например, если точка соединения фактически представляет собой планарную область или даже непланарную область, то под указанной "точкой соединения" следует понимать центроид или среднее геометрическое такой области.

Согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения по меньшей мере один привод или, например, все приводы из числа одного или нескольких приводов, например из числа по меньшей мере трех отдельно срабатывающих приводов 7, 8, образуют сборной узел с рамкой путем их соединения с рамкой методом склеивания, или приваривания, или скрепления винтами, или скрепления болтами, или приклеивания.

Под фразой "образуют сборной узел" следует понимать соединение воедино двух отдельных частей, таких как отдельные функциональные элементы (например, кронштейн и рамка). Соединение может представлять собой соединение любого типа, например прямое соединение, анодная сварка или клеевое соединение.

Согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения линза 1 в сборе содержит пластик. Согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения крышка 4 линзы и/или заднее окошко 3 содержат пластик, такой как полимеры, например органические полимеры.

Согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения по меньшей мере один привод или, например, все приводы из числа одного или нескольких приводов, например из числа по меньшей мере трех отдельно срабатывающих приводов 7, 8, имеют прямоугольную форму, если смотреть в направлении вдоль оптической оси. Это может давать определенное преимущество, поскольку такое решение представляет собой эффективный способ создания привода, обеспечивающий максимальную плотность в расчете на одну пластину.

Каждый привод другого типа предпочтительно может включать в себя катушку и магнит, причем активация привода предусматривает пропускание тока через катушку.

В предпочтительном варианте деформируемое нежидкостное тело линзы выполнено из упругого материала. Поскольку тело линзы не является жидкостным, для его удержания не требуется герметичный корпус, при этом отсутствует риск протечек. В одном из предпочтительных вариантов осуществления настоящего изобретения тело линзы выполнено из мягкого полимера, в качестве которого может использоваться ряд разных материалов, таких как силикон, полимерный гель, полимерная сетка со сшитыми или частично сшитыми полимерами и смешивающееся масло или сочетание масел. Использование мягкого полимера позволяет производить линзы, в которых полимер контактирует с воздухом, благодаря чему требуется гораздо меньше усилий при регулировке фокусного расстояния линзы. Это также облегчает производство, поскольку полимер удерживается на месте, даже если разные этапы производственного цикла локализованы в разных местах или на разных производственных объектах. Как было указано выше, это также позволяет создавать каналы утечки или пузырьки сжимаемого газа с целью уменьшения потребного усилия, необходимого для регулировки линзы и уменьшения напряжений, обусловленных колебаниями температуры и давления в окружающей среде.

Для того чтобы зафиксировать тело линзы в определенном положении и сконцентрировать его деформацию на участках непосредственно под крышкой линзы, линза в сборе дополнительно содержит конструктивные элементы, выполненные с возможностью ограничения деформации той части тела линзы, которая находится напротив крышки линзы. Эти конструктивные элементы предпочтительно располагаются на поверхности заднего окошка и контактируют с телом линзы.

Для лучшего преобразования прилагаемого усилия в деформацию крышки линзы и минимизации астигматизма при активации желательным, чтобы центр крышки линзы всегда совпадал с оптической осью даже во время наклона в режиме OIS. По этим причинам в одном из предпочтительных вариантов осуществления настоящего изобретения линза в сборе может содержать центральный элемент, расположенный внутри или вблизи тела линзы и на оптической оси; при этом центральный элемент инициирует изменение телом линзы сил противодействия вдоль радиуса со стороны тела линзы при перемещении крышки линзы во втором направлении, причем силы противодействия уменьшаются по мере увеличения радиуса. Это изменение вдоль радиуса может быть обусловлено

изменением жесткости тела линзы, и в этом случае частью тела линзы может являться центральный элемент с иным параметром материала (например, модулем упругости);

объектом, отличным от тела линзы и более жестким в сравнении с телом линзы, который располагается в теле линзы и отцентрован по оптической оси;

изменением толщины тела линзы вдоль радиуса вследствие того, что центральный элемент характеризуется большей жесткостью в сравнении с телом линзы и располагается под телом линзы, что формирует центросимметричную вогнутую форму на конце тела линзы, который обращен в сторону заднего окошка.

Эффект от всех этих внедрений состоит в том, что центральная часть тела линзы будет воспринимать элемент жесткости при приложении толкающего усилия сверху, и этот "центр" жесткости тела линзы служит точкой поворота и опорой для центральной области крышки линзы. Центр жесткости также обуславливает, что в режиме фокусировки, когда приводы втягивают крышку линзы, радиально изменяющиеся силы противодействия со стороны тела линзы изменяют прогиб крышки линзы (и, соответственно, оптическую силу) вместо того, чтобы просто сжимать тело линзы по вертикали, не изменяя прогиб. Кроме того, это способствует передаче усилий между разными частями крышки линзы и тела линзы в режиме OIS. Несколько разных вариантов осуществления центрального элемента описаны ниже в привязке к фигурам. В вариантах осуществления настоящего изобретения центральный элемент может проходить полностью или частично в направлении вдоль оптической оси от заднего окошка в сторону крышки линзы, занимая по меньшей мере 50%, например, по меньшей мере 75%, например, по меньшей мере 90% или, например, 100% от этого расстояния.

Крышка линзы прикреплена к телу линзы. Для обеспечения гарантии того, что крышка линзы, а возможно и тело линзы не сместится и/или не сломается при больших ускорениях, в предпочтительном варианте линза в сборе дополнительно содержит механические стопоры, ограничивающие перемещение крышки линзы, по меньшей мере, в первом и втором направлениях, а предпочтительно также и в перпендикулярной плоскости. Это обеспечивает преимущество, состоящее в улучшении характеристик линзы в сборе, выявленных в результате испытания путем сбрасывания.

Механические стопоры могут быть сформированы частями рамки, которые могут охватывать приводы. В варианте осуществления настоящего изобретения, в котором крышка линзы содержит один или несколько элементов жесткости, один или несколько элементов жесткости предпочтительно располагаются таким образом, чтобы они входили в зацепление с механическими стопорами.

В одном из предпочтительных вариантов осуществления настоящего изобретения поверхность заднего окошка напротив тела линзы характеризуется ненулевым прогибом (линзы плосковогнутой/выгнутой или двояковогнутой/двояковыпуклой формы), что обеспечивает естественную оптическую силу линзы. Заднее окошко предпочтительно обладает высоким оптическим качеством и предпочтительно выполнено из стекла или обычной оптической пластмассы, такой как поликарбонат. Заднее окошко предпочтительно характеризуется индексом преломления, близкого к индексу преломления тела линзы, поскольку устранена необходимость в наличии антибликового покрытия между задним окошком и телом линзы.

В предпочтительном варианте рамка представляет собой опорную конструкцию линзы в сборе, которая соединяет линзу в сборе с остальными частями модуля объектива или камеры. Рамка может представлять собой монолитную конструкцию или сборную конструкцию, составленную из разных частей. Заднее окошко обычно выполняется из материала, состав которого отличается от состава материала, используемого для изготовления рамки. Заднее окошко может также выполнять некоторые функции рамки и являться по существу частью рамки, т.е. заднее окошко может также служить основанием для фиксации приводов и механическим устройством сопряжения остальных частей модуля объектива или камеры.

Заднее окошко может образовывать покровное стекло для устройства с линзой в сборе, такого как камера мобильного телефона. Благодаря этому может быть сокращено количество слоев и улучшено оптическое качество за счет уменьшения бликов и улучшения светопропускаемости. Заднее окошко может быть снабжено антибликовым покрытием (ARC), а также выполнять функцию инфракрасного светофильтра, возможно в сочетании с фильтрующими свойствами тела линзы. В другом варианте осуществления настоящего изобретения заднее окошко образует часть прозрачной подложки сенсорного экрана. Такие сенсорные экраны являются стандартными для многих электронных устройствах, таких как мобильные телефоны, планшеты, мониторы компьютеров, устройства GPS (глобальной спутниковой навигационной системы), проигрыватели мультимедиа, часы и т.п. Такой чувствительный к прикосновениям экран может быть изготовлен на базе разных сенсорных технологий, таких как резистивные системы, емкостные системы, системы поверхностных акустических волн, инфракрасные и прочие системы, во всех из которых предусмотрено наличие прозрачной подложки на основании.

Одним из вариантов осуществления настоящего изобретения предложена камера мобильного телефона, содержащая линзу в сборе согласно первому аспекту настоящего изобретения, причем ее заднее окошко используется в качестве покровного стекла камеры мобильного телефона.

Согласно одному из аспектов предложено использование линзы в сборе согласно первому аспекту настоящего изобретения в качестве части мобильного телефона, причем ее заднее окошко используется в качестве покровного стекла камеры мобильного телефона.

В одном из альтернативных вариантов осуществления настоящего изобретения предусмотрен дополнительный полимерный слой между задним окошком и покровным стеклом на стороне заднего окошка, противоположной телу линзы. Это дает преимущество большей компактности и улучшений в плане светопропускаемости и паразитных изображений в сравнении с решением с решаемого уровня техники, поскольку требуется меньшая поверхность раздела "воздухо-стекло". Это также устраняет необходимость в антибликовом покрытии на поверхности заднего окошка.

В одном из предпочтительных вариантов осуществления настоящего изобретения линза в сборе со-

держит оптическую апертурную диафрагму в виде первого оптического ограничителя, примыкающего к крышке линзы, и второго оптического ограничителя, примыкающего к заднему окошку; при этом первый и второй оптические ограничители являются непрозрачными и задают окружности отверстий (обычно круглого сечения, но может быть также предусмотрена иная форма), причем эти окружности располагаются перпендикулярно и концентрично относительно оптической оси и задают оптическую апертурную диафрагму линзы в сборе. Диаметр оптической апертурной диафрагмы предпочтительно составляет по меньшей мере 1 мм, например, по меньшей мере 2 мм или, по меньшей мере 3 мм или по меньшей мере 4 мм. Второй оптический ограничитель может представлять собой слой непрозрачного материала, нанесенный на обе стороны заднего окошка, например, методом печати.

Одним из вариантов осуществления настоящего изобретения предложена линза в сборе, в которой приводная система и крышка линзы сконфигурированы таким образом, что в режиме регулировки фокусного расстояния приводная система после своей активации опосредованно деформирует крышку линзы. Под термином "опосредованно" следует понимать, что приводная система располагается относительно крышки линзы таким образом, что деформация крышки линзы (в режиме регулировки фокусного расстояния) зависит от третьего элемента, такого как тело линзы и/или центральный элемент.

Каждый аспект из числа первого, второго, третьего, четвертого, пятого и шестого аспектов настоящего изобретения может комбинироваться с любым другим аспектом из числа остальных аспектов. Эти и прочие аспекты настоящего изобретения станут очевидными после их разъяснения в привязке к вариантам осуществления настоящего изобретения, описанными ниже.

Краткое описание фигур

Линза в сборе согласно настоящему изобретению подробно описана ниже в привязке к прилагаемым фигурам. На этих фигурах проиллюстрирован только один вариант реализации настоящего изобретения, который не должен рассматриваться как ограничивающий другие возможные варианты осуществления настоящего изобретения, входящие в объем прилагаемой формулы изобретения.

На фиг. 1 показаны различные расчетные параметры линзы в сборе согласно настоящему изобретению.

На фиг. 2 показан вид в поперечном разрезе линзы в сборе согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 3А и 3В представлены виды сбоку и сверху в поперечном разрезе линзы в сборе согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 4А-4С проиллюстрировано перемещение привода в варианте осуществления, который показан на фиг. 3А и 3В.

На фиг. 5 представлен схематический обзор различных аспектов настоящего изобретения.

На фиг. 6 показан вид в поперечном разрезе линзы в сборе, иллюстрирующий ряд предпочтительных признаков и элементов согласно вариантам осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 7 показано, как может быть реализован механический стопор с использованием привода согласно варианту осуществления, который проиллюстрирован на фиг. 3А и 3В.

На фиг. 8 показана крышка линзы с кольцом жесткости.

На фиг. 9А-9С проиллюстрированы разные варианты осуществления центрального элемента.

На фиг. 10А-10D показаны различные виды линзы в сборе согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 11 показан вид в поперечном разрезе линзы в сборе с дополнительным полимерным слоем и покровным стеклом согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 12 представлен чертеж привода.

Подробное раскрытие настоящего изобретения

Из-за большого числа предпочтительных, но необязательных признаков и элементов они будут проиллюстрированы и описаны в привязке к ряду фигур, на каждой из которых показаны только некоторые признаки и элементы; причем ни на одной из фигур не отображены все возможные признаки и элементы. Если какие-либо признаки и элементы показаны или описаны вместе, то это не указывает на то, что они связаны или зависят друг от друга, если явным образом не подразумевается иное.

Линза 1 в сборе согласно одному из предпочтительных вариантов осуществления настоящего изобретения, показанная на фиг. 2, содержит деформируемое нежидкостное тело 2 линзы, зажатое между задним окошком 3 и прозрачной гибкой крышкой 4 линзы, образуя линзу с оптической осью 5, перпендикулярной поверхности заднего окошка. Различные компоненты линзы в сборе удерживаются вместе рамкой 6, которая может содержать отдельные части, также выполняющие иные функции в составе линзы в сборе. Например, заднее окошко 3 может также служить опорой для других компонентов, и в этом отношении оно является частью рамки. Кроме того, предусмотрена приводная система 7 и 8, предназначенная для приложения усилия с целью изменения общей формы мембраны и линзы.

В варианте осуществления настоящего изобретения, который проиллюстрирован на фиг. 2, приводная система содержит катушку 7, прикрепленную к рамке, а также магнит или намагничиваемый элемент 8, прикрепленный к крышке линзы и возможно заходящий в катушку, но не прикрепленный к ней. В данном случае активация привода предусматривает пропускание тока через катушку с целью генериро-

вания магнитного поля, оказывающего воздействие на магнит. На этой стадии, когда магнит или элемент 8 отцентрован относительно продольной оси катушки, которая проходит параллельно оптической оси, силы, воздействующие на крышку линзы, будут направляться, по меньшей мере, по существу вдоль оптической оси.

Еще одна предпочтительная приводная система показана вместе с линзой 30 в сборе на фиг. 3А и 3В. В данном случае привод снабжен кронштейном 14, противоположные концы которого соединены, соответственно, с рамкой 6 и крышкой линзы. Кронштейн может быть изогнут или повернут таким образом, что его конец, соединенный с крышкой, может перемещаться вверх/вниз относительно рамки. Кронштейн может быть изготовлен из силикона, причем он может изгибаться благодаря наличию слоя пьезоэлектрического материала на одной или обеих его сторонах, на который подается напряжение. За счет того, что кронштейн проходит по касательной относительно точки, где он соединяется с крышкой линзы, кронштейн может быть выполнен относительно длинным, но не занимающим дополнительное пространство. Чем длиннее привод, тем больше может быть его ход (расстояние, на которое перемещается точка соединения в сторону крышки линзы). Достижимый ход зависит не только от длины кронштейна (или пьезоэлектрического привода), но также и от толщины пластины под пьезопленкой. Если указанная толщина слишком велика, то ход будет небольшим, так как пьезоэлектрическое воздействие будет слишком слабым, чтобы обеспечить сильное изгибание. Если толщина слишком мала, то ход также будет небольшим, поскольку кронштейн не обеспечивает жесткую опору для пьезопленки. На фиг. 4А-4С показан кронштейн 14 при подаче разного напряжения на пьезоэлектрический материал 15 и итоговое изгибание кронштейна с изменением формы крышки 4 линзы.

Наличие трех или более таких кронштейнов позволяет им функционировать синхронно для изменения формы линзы, что дает в итоге требуемый оптический эффект. Пунктирный профиль над крышкой 4 линзы, показанный на фиг. 2, иллюстрирует следствие одного из примеров перемещения (не в масштабе) в режиме регулировки фокусного расстояния (FA), где всем приводам дается команда на приложение усилия в одном и том же направлении для смещения периферийного участка вверх. Вследствие этого форма крышки линзы меняется в сторону более плоского профиля, что дает увеличенное фокусное расстояние (меньший прогиб и ОР). Аналогичным образом пунктирный профиль над крышкой 4 линзы, показанный на фиг. 3А, иллюстрирует следствие одного из примеров перемещения (не в масштабе) в режиме OIS, где приводам дается команда на приложение разных усилий к крышке линзы в первом или втором направлении, варьирующихся вдоль обода крышки линзы. Вследствие этого форма крышки линзы меняется таким образом, что оптическая ось наклоняется на угол 9, а фокусное расстояние/прогиб/ОР остается по существу без изменений.

Как приводы 7 и 8, так и приводы 14 и 15, описанные выше, могут располагаться между крышкой линзы и задним окошком таким образом, чтобы они могли быть максимально уплотнены для уменьшения габаритных размеров линзы в сборе.

Приводная система может содержать электронный процессор, управляющий приводами, т.е. снабжающий их корректными сигналами, что может также выполняться процессором модуля объектива или камеры. На фиг. 5 показан электронный процессор 16, соединенный с приводами 17 на линзе 50 в сборе. Этот процессор запрограммирован на управление приводами в режимах OIS и FA, руководствуясь входными данными, поступающими от датчика 18 двухмерного (2D) или трехмерного (3D) движения, соединенного с рамкой 6, и детектора 19 фокусировки, на который поступает свет, передаваемый линзой. Датчик фокусировки может представлять собой активный или пассивный датчик, такой как датчик фазовой или контрастной автофокусировки.

Как было указано выше, изменение формы, обусловленное сложением усилий, которые могли бы прикладываться в режимах OIS и фокусировки, не обязательно дает в точности суммарный эффект указанных режимов. Это объясняется тем, что изменение формы крышки линзы обычно находится в нелинейной зависимости от длины хода привода. Следует учитывать определенный ход привода, толкающий или втягивающий одну часть окружности на заданное расстояние, и приводящий в итоге к определенному изменению формы крышки линзы. Это изменение формы будет разным в зависимости от того, была ли вся окружность уже смещена в обоих направлениях или нет. Следовательно, простое сложение усилий, которые могли бы прикладываться в режимах OIS и FA, необязательно дают суммарный эффект этих усилий, прикладываемых по отдельности. Способ управления приводами в разных режимах может быть определен в результате процедуры поверки, во время которой осуществляется формирование изображения четко определенного объекта с использованием модуля объектива, а приводы приводятся в действие до тех пор, пока не будут получены определенные боковые смещения изображения и модели фокусировки/расфокусировки изображения. За счет регистрации значений, при которых отработывались приводы во время процедуры поверки, значения, подлежащие использованию для любого требуемого смещения или фокуса, могут быть рассчитаны методом интерполяции и экстраполяции. В альтернативном варианте нелинейный характер деформаций крышки линзы в функциональной зависимости от хода привода может быть известен заранее, что позволяет применить алгоритм сложения усилий приводов.

Крышка линзы может быть заранее сформована таким образом, чтобы придать линзе общую форму, обеспечивающую ненулевой прогиб. В данном случае центральная часть предварительно сформованной

мембраны имеет по существу сферическую форму, чтобы она могла выполнять функцию поверхности линзы, но возможно с небольшими отличиями для введения поправки на различные оптические аберрации. Предварительно приданная форма мембраны может быть колоколообразной (см. фиг. 2, 3А и 6), сферической (не показана) или иной. В случае использования мембраны колоколообразной формы центральная часть может быть определена как лежащая в пределах точек перегиба на кривой, так как наружные области будут иметь вогнутую форму, и поэтому они не участвуют в фокусировке.

Тело линзы может иметь форму, соответствующую форме мембраны с предварительно приданной формой с тем, чтобы стыкование этих элементов не могло изменить форму мембраны. Это может быть сделано путем придания телу линзы определенной формы заранее, т.е. до начала сборки, или путем впрыска формирующегося материала между задним окошком и мембраной. В одном из конкретных вариантов осуществления настоящего изобретения между задним окошком и мембраной впрыскивается жидкая реакционная смесь. Затем линза помещается в печь, где она выдерживается при высокой температуре в течение заданного времени с тем, чтобы жидкая реакционная смесь превратилась в вязкоупругий полимер в нежидком состоянии с предварительно приданной формой, например, с предварительно приданной формой, соответствующей форме мембраны с предварительно приданной формой.

Тело линзы не является жидкостным, и поэтому его модуль упругости предпочтительно превышает 300 Па, что предотвращает деформацию вследствие воздействия гравитационных сил в режиме нормальной эксплуатации. Тело линзы может быть выполнено из полимерной сетки со сшитыми или частично сшитыми полимерами и смешивающихся масел или сочетания масел, что в предпочтительном варианте дает индекс преломления тела линзы более 1,3.

Как было указано выше, центральный элемент может инициировать изменение сил противодействия вдоль радиуса со стороны тела линзы при активации крышки линзы, причем это изменение вдоль радиуса может быть обусловлено

изменением жесткости тела линзы, где частью тела линзы является центральный элемент с иным параметром материала (например, модулем упругости). Это проиллюстрировано на фиг. 2 и 3А, где тело линзы характеризуется наличием центрального элемента 9 или 10, расположенного на оптической оси и вдоль нее и обладающего жесткостью, превышающей жесткость остальной части тела линзы, но аналогичным индексом преломления. Этот центральный элемент может служить точкой поворота и опорой для крышки линзы, когда приводы толкают/втягивают его периферийный участок. Центральный элемент 9 может представлять собой четко выраженный участок с отличным от остальной части тела линзы модулем упругости, как это показано на фиг. 2. В альтернативном варианте центральный элемент 10 может быть сформирован в теле линзы, обеспечивая радиальный градиент модуля упругости, как это показано на фиг. 3А. Центральные элементы 9 и 10 могут быть сформованы методом неравномерного отверждения жидкой реакционной смеси, вследствие чего образуется вязкоупругий полимер в нежидком состоянии с радиально неравномерными - например, изменяемыми вдоль радиуса и/или радиально варьирующимися - параметрами материала;

объектом, отличным от тела линзы и более жестким в сравнении с телом линзы, который располагается в теле линзы и оцентрирован по оптической оси, как это показано на фиг. 9А и 9В. На фиг. 9А центральным элементом служит шток или стержень, выполненный из материала с индексом преломления, идентичным или приближенным к телу линзы, но с более высоким модулем упругости. Поскольку в предпочтительном варианте крышка линзы должна быть соединена с телом линзы, центральный элемент может быть короче тела линзы с тем, чтобы он не был сквозным, как это показано на фиг. 9А. На фиг. 9В центральный элемент 25 представляет собой цилиндрический объект с радиусом $r \ll R$, который располагается на оптической оси и вдоль нее, но не проходит через тело линзы до ее крышки. Из-за очень малого диаметра этот объект вряд ли можно будет разглядеть на сформированном изображении, так как единственным последствием будет уменьшение светосбора для создания изображения в соотношении $(r/R)^2$. Таким образом, индекс преломления объекта не имеет значения, и этот объект необязательно должен быть прозрачным;

изменением толщины тела линзы вдоль радиуса вследствие того, что центральный элемент располагается таким образом, что он придает нижнему концу тела линзы centrosимметричную вогнутую форму, как это показано на фиг. 9С. В данном случае заднее окошко характеризуется прогибом в направлении тела линзы, обеспечивающим оптическую силу, которое также служит центральным элементом 26, что дает радиально изменяемую толщину тела линзы.

Как было указано выше, линза в сборе может включать в себя механические стопоры, предотвращающие смещение и/или разрыв мембранной крышки и возможно тела линзы при больших ускорениях. Разные варианты реализации таких стопоров показаны на фиг. 6 и 7.

На фиг. 6, в левой части линзы 60 в сборе, механические стопоры 21 образованы частями рамки, которые ограничивают перемещение периферийного участка крышки линзы в первом и втором направлениях. Привод здесь не показан. С правой стороны линзы 60 в сборе показаны приводы 7 и 8, описанные выше в привязке к фиг. 2. В данном случае механический стопор 21 ограничивает перемещение элемента 8, а также - за счет своего соединения с крышкой - и крышки.

На фиг. 7 показана крышка линзы и приводы 14 и 15, описанные выше в привязке к фиг. 3. В дан-

ном случае кронштейн 15 снабжен выступом, заходящим в вырез, выполненный в рамке 6, обеспечивая тем самым механические стопоры 21 для конца кронштейна, соединенного с крышкой линзы.

На фиг. 6, в ее левой части, показан элемент 24 жесткости, покоящийся на крышке 3 линзы. Элементы жесткости могут повышать прочность точек зацепления механических стопоров или приводов и распределять усилия на участках большой площади, или же они могут использоваться для усиления жесткости участков между такими точками зацепления с целью обеспечения плавного изменения формы.

На фиг. 8 проиллюстрирован предпочтительный вариант осуществления одного отдельного кольцевого элемента 23 жесткости на периферийном участке крышки 4 линзы. Элементы жесткости могут быть изготовлены из металла или иного жесткого материала, обеспечивающего высокое отношение предела прочности к массе. Обычно их толщина составляет 50-200 мкм.

Одним из вариантов осуществления настоящего изобретения предложена линза в сборе, в которой крышка 4 линзы содержит на своем периферийном участке один или несколько кольцевых элементов 23 жесткости, которые служат для распределения напряжения и несимметричных деформаций вокруг оптической оси, возникающих в результате приложения усилий к участкам крышки 4 линзы большой площади.

Разные апертурные диафрагмы 11 и 12, установленные в разных положениях, показаны на фиг. 2, 3А и 6 (см. также фиг. 9А-9С и 11). Размер апертуры обычно лежит в пределах 1-6 мм, а диафрагмы могут быть выполнены из листа любого черного металла или печатного непрозрачного материала. Апертурными диафрагмами могут служить непосредственно заднее окошко и/или крышка линзы, а их толщина может варьироваться в диапазоне от нескольких микрон до нескольких десятков микрон.

Для того чтобы зафиксировать тело линзы в определенном положении и сконцентрировать изменение ее формы на участках непосредственно под крышкой линзы, линза в сборе может быть полузакрыта и предпочтительно дополнительно содержать конструктивные элементы 13 (см. фиг. 2), выполненные с возможностью ограничения деформации той части тела линзы, которая находится напротив крышки линзы. Эти конструктивные элементы предпочтительно располагаются на поверхности заднего окошка и контактируют с телом линзы, и могут быть обеспечены апертурной диафрагмой 12, показанной на фиг. 6 и 9А-9С.

Для того чтобы зафиксировать тело линзы в определенном положении и сконцентрировать изменение ее формы на участках непосредственно под крышкой линзы, линза в сборе может быть полузакрыта и предпочтительно дополнительно содержать конструктивные элементы 13 (ограждающие, например, охватывающие тело линзы и оптическую ось) (см. фиг. 2), выполненные с возможностью ограничения деформации той части тела линзы, которая находится напротив крышки линзы. Эти конструктивные элементы предпочтительно располагаются на поверхности заднего окошка и контактируют с телом линзы и могут быть обеспечены апертурной диафрагмой 12, показанной на фиг. 6 и 9А-9С.

В вариантах осуществления настоящего изобретения линза в сборе сконструирована таким образом, что между телом линзы и рамкой предусмотрено ненулевое расстояние в направлении, перпендикулярном оптической оси. Таким образом, тело линзы может не заполнять собой весь объем пространства, ограниченный рамкой, задним окошком и крышкой линзы. На практике это может стать преимуществом, состоящим в том, что отпадает необходимость в термокомпенсации.

Крышка линзы и/или заднее окошко предпочтительно содержат один или несколько слоев или покрытий, таких как

- влагозащитный слой;
- антибликовое покрытие и
- фильтрующий слой для длин волн инфракрасной области (ИК) спектра, выполняющий фильтрацию ИК-излучения.

Один из возможных примеров реализации линзы в сборе 20 проиллюстрирован на фиг. 10А-10D, где показаны реальные относительные размеры различных компонентов. На разных видах суммированы компоненты, раскрытые в предшествующем описании:

20: Линза в сборе.

2: Тело линзы.

3: Заднее окошко, также являющееся частью рамки 6.

4: Крышка линзы.

6: Рамка или часть рамки.

14: Кронштейн.

23: Кольцо жесткости с выступами, входящими в зацепление с кронштейном.

27: Уплотнение и/или крепление между кольцом жесткости и линзой, например, крышкой 4 линзы.

28: Гибкие и/или противоскользящие подушки или шарниры (такие как шарниры, необязательно гибкие и/или противоскользящие), предотвращающие вращение кольца жесткости вокруг оптической оси при изгибании кронштейна. Следует понимать, что в условиях нормальной эксплуатации указанные подушки обеспечивают возможность отделения, например отделения друг от друга, кронштейна 14 и кольца 23 жесткости, тогда как шарниры не дают такой возможности (например, в условиях нормальной эксплуатации).

29: Опора кронштейна, также являющаяся частью рамки 6.

На фиг. 10 показано, что приводы (кронштейны 14) соединены с рамкой 6 таким образом, что каждый кронштейн соединяет рамку 6 с кольцом 23 жесткости, а кольцо 23 жесткости соединяет приводы с крышкой 4 линзы. Таким образом, ни крышка линзы, ни кольцо жесткости жестко не соединены с рамкой. Крышка линзы и кольцо жесткости соединяются с рамкой только посредством приводов. Соответственно, активация приводной системы может сместить крышку линзы и кольцо жесткости, например край или обод крышки линзы, относительно рамки. Приводы прикладывают усилия к крышке линзы через кольцо жесткости. Для практических целей кольцо жесткости может считаться жестким (т.е. более жестким в сравнении с крышкой линзы), и поэтому приводная система непосредственно не деформирует крышку линзы, а просто напрямую смещает (вверх/вниз) крышку линзы или ее боковые стороны. Однако при перемещении крышки линзы вверх/вниз тело линзы прикладывает определенное усилие к крышке линзы, что может ее деформировать. Приводная система может наклонять крышку линзы таким образом, что это не влечет за собой обязательное изменение оптической силы тела линзы. Показанная на фиг. 10 линия, прочерченная от точки соединения кронштейна с рамкой и до точки соединения кронштейна с крышкой линзы (например, через элемент жесткости, такой как кольцо жесткости), не параллельна линии, прочерченной от точки соединения кронштейна с рамкой и до оптической оси.

Интеграция в устройства.

Если линза в сборе должна быть интегрирована в устройство, которое уже снабжено покровным стеклом, использование заднего окошка в качестве покровного стекла может оказаться невозможным, и необходимо будет найти решение, которое обеспечит оптическое сопряжение линзы в сборе с устройством или ее интеграцию в это устройство. На фиг. 11 показана линза 32 в сборе с дополнительным полимерным слоем 30 и покровным стеклом 31. В данном случае дополнительный полимерный слой 30, который в предпочтительном варианте является пассивным, обеспечивает гибкий оптический интерфейс без необходимости использования поверхности раздела "воздухо-стекло".

На фиг. 12 представлен чертеж привода, такого как привод 14, показанный на фиг. 10. Привод имеет прямоугольную форму. Единицы измерения выражены в миллиметрах. Толщина "D" может лежать в пределах 1-1000 мкм, например, 1 мкм, например, 10 мкм, например, 50 мкм, например, 100 мкм, например, 175 мкм, например, 200 мкм, например, 350 мкм или, например, 750 мкм. Согласно одному из примеров осуществления толщина "D" может составлять 175 мкм; отклонение может представлять собой двустороннее отклонение, составляющее ± 125 мкм при максимальном напряжении 50 В; нагрузка при максимальном отклонении лежит в пределах 10-40 мН; электрический контакт обеспечивается контактными площадками, пригодными для установления проводных соединений; система защиты окружающей среды включает в себя пассивирующий слой, наносимый поверх всех светочувствительных слоев; а напряжение разрушения составляет 80 вольт.

Ниже представлены следующие альтернативные варианты E1-E33 осуществления настоящего изобретения.

E1. Оптическая линза в сборе, содержащая

рамку, сгибаемую прозрачную крышку линзы и прозрачное заднее окошко, соединенное с рамкой, причем крышка линзы и/или заднее окошко характеризуются ненулевым прогибом;

прозрачное деформируемое нежидкостное тело линзы, зажатое между крышкой линзы и задним окошком таким образом, что образуется линза, которая характеризуется наличием оптической оси и обладает первой оптической силой; и

приводную систему, прилагающую усилие к крышке линзы для изменения общей формы линзы, причем приводная система содержит по меньшей мере три отдельно срабатывающих привода, каждый из которых соединен с рамкой и выполнен с возможностью приложения усилия к крышке линзы в направлении, по меньшей мере, по существу вдоль оптической оси;

при этом приводная система предусматривает режим регулировки фокусного расстояния, в котором все приводы предназначены для приложения усилия к крышке линзы в одном и том же направлении для корректировки оптической силы/прогиба линзы; и

при этом приводная система предусматривает режим оптической стабилизации изображения, приводы предназначены для приложения разных усилий к крышке линзы, варьирующихся вдоль обода крышки линзы, чтобы наклонять оптическую ось линзы.

E2. Линза в сборе по варианту E1 осуществления, в которой приводная система может быть приведена в действие одновременно в режиме регулировки фокусного расстояния и в режиме стабилизации изображения путем выдачи команды каждому приводу на приложение усилия, представляющего собой, по меньшей мере, по существу сумму усилий, которые могли бы прикладываться в этих режимах.

E3. Линза в сборе по любому из предшествующих вариантов осуществления, в которой приводная система в режиме регулировки фокусного расстояния может изменять общую форму линзы путем преобразования первой общей формы, при которой линза характеризуется первой оптической силой, во вторую общую форму, при которой линза характеризуется второй оптической силой; при этом разница между первой оптической силой и второй оптической силой, т.е. диапазон оптической силы, составляет по меньшей мере 2 диоптрии.

Е4. Линза в сборе по любому из предшествующих вариантов осуществления, в которой приводы располагаются вблизи тела линзы между периферийным участком крышки линзы и задним окошком.

Е5. Линза в сборе по любому из предшествующих вариантов осуществления, в которой каждый из приводов снабжен кронштейном с первым концом, соединенным с рамкой, и вторым концом, выполненным с возможностью вхождения в зацепление с крышкой линзы для приложения усилия, причем каждый кронштейн содержит слой пьезоэлектрического материала, а активация привода предусматривает подачу напряжения на пьезоэлектрический материал.

Е6. Линза в сборе по любому из предшествующих вариантов осуществления, дополнительно содержащая центральный элемент, расположенный внутри или вблизи тела линзы и на оптической оси, причем центральный элемент инициирует изменение телом линзы сил противодействия вдоль радиуса со стороны тела линзы при перемещении крышки линзы в сторону заднего окошка, причем силы противодействия уменьшаются по мере увеличения радиуса.

Е7. Линза в сборе по любому из предшествующих вариантов осуществления, дополнительно содержащая механические стопоры, ограничивающие перемещение крышки линзы в направлениях, по меньшей мере, по существу вдоль оптической оси.

Е8. Линза в сборе по варианту Е7 осуществления, в которой механические стопоры образованы частями рамки, а один или несколько элементов жесткости на периферийном участке крышки линзы расположены таким образом, чтобы они входили в зацепление с механическими стопорами.

Е9. Линза в сборе по любому из предшествующих вариантов осуществления, в которой крышка линзы и/или заднее окошко характеризуются ненулевым прогибом, составляющим по меньшей мере 10, 15 или по меньшей мере 20 мкм.

Е10. Линза в сборе по любому из предшествующих вариантов осуществления, дополнительно содержащая первый оптический ограничитель, примыкающий к крышке линзы, и второй оптический ограничитель, примыкающий к заднему окошку; при этом первый и второй оптические ограничители являются непрозрачными и задают окружности отверстий, причем эти окружности располагаются перпендикулярно и концентрично относительно оптической оси и задают оптическую апертурную диафрагму линзы в сборе.

Е11. Линза в сборе по любому из предшествующих вариантов осуществления, в которой заднее окошко используется в качестве покровного стекла камеры мобильного телефона.

Е12. Линза в сборе по любому из предшествующих вариантов осуществления, в которой крышка линзы содержит кольцевые элементы жесткости на своем периферийном участке, которые служат для распределения напряжения и несимметричных деформаций вокруг оптической оси, возникающих в результате приложения усилий к участкам мембраны большой площади.

Е13. Линза 1 в сборе по любому из предшествующих вариантов осуществления, в которой крышка 4 линзы содержит на своем периферийном участке один или несколько кольцевых элементов 23 жесткости, которые служат для распределения напряжения и несимметричных деформаций вокруг оптической оси, возникающих в результате приложения усилий к участкам крышки 4 линзы большой площади.

Е14. Линза 1 в сборе по любому из предшествующих вариантов осуществления, в которой приводная система 7, 8 выполнена с возможностью смещения по меньшей мере части, например, всего края крышки 4 линзы относительно рамки 6.

Е15. Линза 1 в сборе по любому из предшествующих вариантов осуществления, в которой крышка 4 линзы содержит на своем периферийном участке один или несколько элементов жесткости, таких как кольцевые элементы 24 жесткости; при этом каждый привод из числа по меньшей мере трех отдельно срабатывающих приводов 7, 8, каждый из которых соединен с рамкой, соединен с одним или несколькими элементами жесткости.

Е16. Линза 1 в сборе по любому из предшествующих вариантов осуществления, в которой крышка 4 линзы соединена с рамкой через, например исключительно через, приводную систему 7, 8.

Е17. Линза 1 в сборе по любому из предшествующих вариантов осуществления, в которой крышка 4 линзы содержит на своем периферийном участке один или несколько элементов жесткости, таких как кольцевые элементы 24 жесткости; при этом крышка 4 линзы соединена с рамкой через, например исключительно через, приводную систему 7, 8 и один или несколько элементов жесткости.

Е18. Линза 1 в сборе по любому из предшествующих вариантов осуществления, в которой по меньшей мере один привод или, например, все приводы из числа по меньшей мере трех отдельно срабатывающих приводов 7, 8 образуют сборной узел с рамкой путем их соединения с рамкой 6 методом склеивания, или приваривания, или скрепления винтами, или скрепления болтами, или приклепывания.

Е19. Линза 1 в сборе по любому из предшествующих вариантов осуществления, в которой по меньшей мере один привод или все приводы из числа по меньшей мере трех отдельно срабатывающих приводов 7, 8 имеют прямоугольную форму, если смотреть в направлении вдоль оптической оси.

Е20. Линза 1 в сборе по любому из предшествующих вариантов осуществления, отличающаяся тем, что линза 1 в сборе содержит пластик.

Е21. Линза 1 в сборе по любому из предшествующих вариантов осуществления, в которой

крышка 4 линзы и/или заднее окошко 3 содержит пластик.

E22. Линза 1 в сборе по любому из предшествующих вариантов осуществления, в которой естественная оптическая сила линзы 1 в сборе не является нулевой, а составляет по меньшей мере 0,1 диоптрии; например, по меньшей мере 1 диоптрию; например, по меньшей мере 2 диоптрии; например, по меньшей мере 5 диоптрий; например, по меньшей мере 10 диоптрий или, например, по меньшей мере 100 диоптрий.

E23. Линза 1 в сборе по любому из предшествующих вариантов осуществления, в которой крышка 4 линзы и/или заднее окошко 3 обладают по существу нулевой или полностью нулевой оптической силой, например менее 1 диоптрии или, например, менее 0,1 диоптрии, например, 0 диоптрий.

E24. Линза 1 в сборе по любому из предшествующих вариантов осуществления, в которой крышка 4 линзы характеризуется ненулевым прогибом.

E25. Линза 1 в сборе по любому из предшествующих вариантов осуществления, в которой по меньшей мере три отдельно срабатывающих привода 7, 8 устанавливаются между крышкой 4 линзы или плоскостью крышки линзы, например, между периферийным участком крышки 4 линзы и задним окошком 3 или задней частью рамки 6.

E26. Линза 1 в сборе по любому из предшествующих вариантов осуществления, в которой приводная система 7, 8 и крышка 4 линзы сконфигурированы таким образом, что в режиме регулировки фокусного расстояния приводная система после своей активации опосредованно деформирует крышку 4 линзы.

E27. Линза 1 в сборе по любому из предшествующих вариантов осуществления, в которой линия, прочерченная от точки соединения кронштейна с рамкой и до точки соединения кронштейна с крышкой линзы (например, через элемент жесткости, такой как кольцо жесткости), не параллельна линии, прочерченной от точки соединения кронштейна с рамкой и до оптической оси.

E28. Оптическое устройство, содержащее линзу 1, 30, 60 и 32 в сборе по любому из предшествующих вариантов осуществления.

E29. Оптическое устройство, содержащее линзу 1, 30, 60 и 32 в сборе по любому из предшествующих вариантов E1-E27 осуществления, отличающееся тем, что этим оптическим устройством может служить любое устройство из числа камеры, микроскопа, бинокля или телескопа, пары очков или окуляров, носимого дисплея и компактной камеры.

E30. Камера мобильного телефона, содержащая линзу 1 в сборе по любому из предшествующих вариантов E1-E27 осуществления, в которой заднее окошко 3 используется в качестве покровного стекла камеры мобильного телефона.

E31. Способ получения линзы 1 в сборе по любому из предшествующих вариантов E1-E27 осуществления, предусматривающий

подготовку рамки 6;

подготовку по меньшей мере одного привода, например, по меньшей мере трех отдельно срабатывающих приводов 7, 8;

соединение по меньшей мере одного привода с рамкой 6.

E32. Способ получения линзы 1 в сборе по варианту E31 осуществления, в котором подготовка по меньшей мере одного привода, например, по меньшей мере трех отдельно срабатывающих приводов 7, 8 предусматривает подготовку по меньшей мере одного привода, отделенного от рамки 6.

E33. Использование линзы 1, 30, 60 и 32 в сборе по любому из предшествующих вариантов E1-E27 осуществления для выполнения одной или нескольких следующих операций:

настройка фокуса, например настройка фокуса любого из таких устройств, как камера, микроскоп, бинокль или телескоп, пара очков или окуляров, носимый дисплей и компактная камера; и

наклон оптической оси и необязательное выполнение оптической стабилизации изображения, например наклон оптической оси и выполнение оптической стабилизации изображения любого из таких устройств, как камера, микроскоп, бинокль или телескоп, пара очков или окуляров, носимый дисплей и компактная камера.

В отношении вариантов E1-E33 осуществления, указанных выше, следует понимать, что ссылка на предшествующие "варианты осуществления" может относиться

к предшествующим вариантам осуществления, включающим в себя варианты E1-E33 осуществления.

Хотя настоящее изобретение описано на конкретных примерах своего осуществления, оно ни в коем случае не должно рассматриваться как ограниченное представленными примерами. Объем заявленного изобретения определяется пунктами прилагаемой формулы изобретения. В контексте указанной формулы термины "содержащий" или "содержит" не исключают иные возможные элементы или стадии. Кроме того, упоминание чего-либо в единственном числе не должно трактоваться как исключающее множественное число. Использование ссылочных позиций в формуле изобретения в отношении элементов, обозначенных на фигурах, также не должно трактоваться как ограничивающее объем настоящего изобретения. Более того, отдельные признаки, упомянутые в различных пунктах формулы, могут быть эффективно объединены, а упоминание этих признаков в разных пунктах формулы не исключает того,

что какое-либо сочетание этих признаков представляется возможным и может обеспечить определенное преимущество.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Оптическая линза (1) в сборе, содержащая рамку (6), сгибаемую прозрачную крышку (4) линзы и прозрачное заднее окошко (3), соединенное с рамкой, причем крышка линзы и/или заднее окошко характеризуются ненулевым прогибом;

прозрачное деформируемое нежидкостное тело (2) линзы, зажатое между крышкой линзы и задним окошком (3) таким образом, что образуется линза, которая характеризуется наличием оптической оси (5) и обладает первой оптической силой;

приводную систему (7, 8), прилагающую усилие к крышке линзы для изменения общей формы линзы, причем приводная система содержит по меньшей мере один отдельно срабатывающий привод (7, 8), каждый из которых соединен с рамкой и выполнен с возможностью приложения усилия к крышке линзы в направлении, по меньшей мере, по существу вдоль оптической оси (5), крышка (4) линзы соединена с рамкой через приводную систему (7, 8);

при этом приводная система (7, 8) предусматривает режим регулировки фокусного расстояния, в котором указанный по меньшей мере один привод предназначен для приложения усилия к крышке (4) линзы в одном и том же направлении для корректировки оптической силы/прогиба линзы; и/или

при этом приводная система (7, 8) предусматривает режим оптической стабилизации изображения, в котором каждый привод из числа одного или нескольких приводов предназначен для приложения разных усилий к крышке (4) линзы, варьирующихся вдоль обода крышки линзы с тем, чтобы наклонять оптическую ось (5) линзы;

при этом крышка (4) линзы содержит на своем периферийном участке один или несколько элементов (24) жесткости, таких как кольцевые элементы (23) жесткости, которые служат для распределения напряжения и несимметричных деформаций вокруг оптической оси, возникающих в результате приложения усилий к участкам крышки (4) линзы большой площади; и

при этом приводная система (7, 8) выполнена с возможностью смещения по меньшей мере части края крышки (4) линзы относительно рамки (6).

2. Линза (1) в сборе по п.1, в которой крышка линзы и/или заднее окошко характеризуются ненулевым прогибом.

3. Линза (1) в сборе по п.1, в которой приводная система содержит по меньшей мере три отдельно срабатывающих привода (7, 8).

4. Линза (1) в сборе по п.1, в которой приводная система содержит множество, например по меньшей мере три, отдельно срабатывающих приводов (7, 8),

при этом приводная система (7, 8) предусматривает режим регулировки фокусного расстояния, в котором все приводы предназначены для приложения усилия к крышке (4) линзы в одном и том же направлении для корректировки оптической силы/прогиба линзы; и

при этом приводная система (7, 8) предусматривает режим оптической стабилизации изображения, в котором приводы предназначены для приложения разных усилий к крышке (4) линзы, варьирующихся вдоль обода крышки линзы с тем, чтобы наклонять оптическую ось (5) линзы.

5. Линза (1) в сборе по п.1, в которой приводная система содержит множество, например по меньшей мере три, отдельно срабатывающих приводов (7, 8); при этом приводная система (7, 8) может приводиться в действие одновременно в режиме регулировки фокусного расстояния и в режиме оптической стабилизации изображения путем выдачи каждому приводу команды на приложение усилия, представляющего собой, по меньшей мере, по существу сумму усилий, которые могли бы прикладываться в указанных режимах.

6. Линза (1) в сборе по п.1, в которой приводная система (7, 8) в режиме регулировки фокусного расстояния может изменять общую форму линзы путем преобразования первой общей формы, при которой линза характеризуется первой оптической силой, во вторую общую форму, при которой линза характеризуется второй оптической силой; при этом разница между первой оптической силой и второй оптической силой, т.е. диапазон оптической силы, составляет по меньшей мере 2 диоптрии.

7. Линза (1) в сборе по п.1, в которой множество приводов (7, 8) располагается вблизи тела (2) линзы между периферийным участком крышки (4) линзы и задним окошком (3).

8. Линза (1) в сборе по п.1, в которой каждый из множества приводов (7, 8) снабжен кронштейном (14) с первым концом, соединенным с рамкой (6), и вторым концом, выполненным с возможностью вхождения в зацепление с крышкой (4) линзы для приложения усилия, причем каждый кронштейн содержит слой пьезоэлектрического материала (15), а активация привода предусматривает подачу напряжения на пьезоэлектрический материал.

9. Линза (1) в сборе по п.1, дополнительно содержащая центральный элемент (9, 10, 25, 26), располагающийся внутри или вблизи тела (2) линзы и на оптической оси; при этом центральный элемент инициирует изменение телом линзы сил противодействия вдоль радиуса со стороны тела линзы при переме-

шении крышки линзы в сторону заднего окошка (3), причем силы противодействия уменьшаются по мере увеличения радиуса.

10. Линза (1) в сборе по п.1, дополнительно содержащая механические стопоры (21), ограничивающие перемещение крышки (4) линзы в направлениях, по меньшей мере, по существу вдоль оптической оси.

11. Линза (1) в сборе по п.7, в которой механические стопоры (21) образованы частями рамки (6), а один или несколько элементов (24) жесткости на периферийном участке крышки линзы расположены таким образом, чтобы они входили в зацепление с механическими стопорами.

12. Линза (1) в сборе по п.1, дополнительно содержащая первый оптический ограничитель, примыкающий к крышке (4) линзы, и второй оптический ограничитель, примыкающий к заднему окошку (3); при этом первый и второй оптические ограничители являются непрозрачными и задают окружности отверстий, причем эти окружности располагаются перпендикулярно и концентрично относительно оптической оси и задают оптическую апертурную диафрагму линзы (1) в сборе.

13. Линза (1) в сборе по п.1, в которой крышка (4) линзы содержит на своем периферийном участке один или несколько элементов жесткости, таких как кольцевые элементы (23) жесткости; при этом приводная система содержит по меньшей мере три отдельно срабатывающих привода (7, 8), причем каждый привод из числа по меньшей мере трех отдельно срабатывающих приводов (7, 8), каждый из которых соединен с рамкой, соединен с одним или несколькими элементами жесткости.

14. Линза (1) в сборе по п.1, в которой по меньшей мере один привод или, например, все приводы из числа множества отдельно срабатывающих приводов (7, 8) образуют сборной узел с рамкой путем их соединения с рамкой (6) методом склеивания, или приваривания, или скрепления винтами, или скрепления болтами, или приклепывания.

15. Оптическое устройство, содержащее линзу (1, 30, 60 и 32) в сборе по п.1, отличающееся тем, что этим оптическим устройством может служить любое устройство из числа камеры, микроскопа, бинокля или телескопа, пары очков или окуляров, носимого дисплея и компактной камеры.

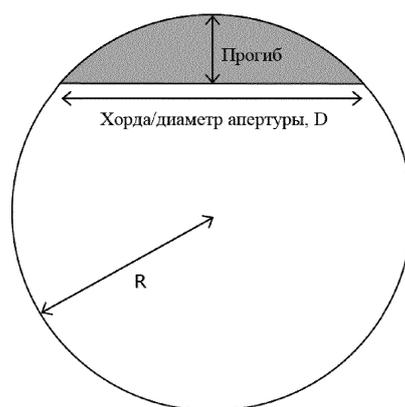
16. Камера мобильного телефона, содержащая линзу (1) в сборе по п.1, в которой заднее окошко (3) используется в качестве покровного стекла камеры мобильного телефона.

17. Линза (1) в сборе по п.1, в которой крышка линзы и/или заднее окошко характеризуются ненулевым прогибом,

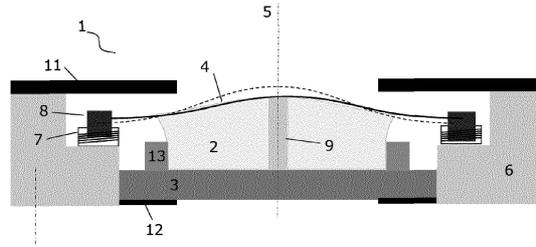
при этом приводная система содержит по меньшей мере три отдельно срабатывающих привода (7, 8);

при этом приводная система (7, 8) предусматривает режим регулировки фокусного расстояния, в котором все приводы предназначены для приложения усилия к крышке (4) линзы в одном и том же направлении для корректировки оптической силы/прогиба линзы; и

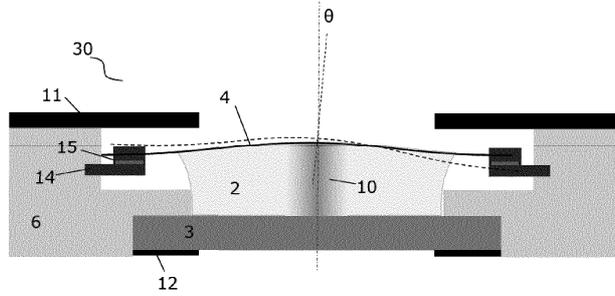
при этом приводная система (7, 8) предусматривает режим оптической стабилизации изображения, в котором приводы предназначены для приложения разных усилий к крышке (4) линзы, варьирующихся вдоль обода крышки линзы с тем, чтобы наклонять оптическую ось (5) линзы.



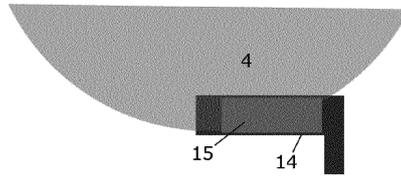
Фиг. 1



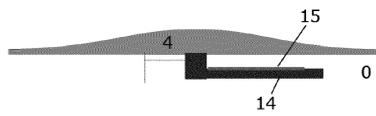
Фиг. 2



Фиг. 3А



Фиг. 3В



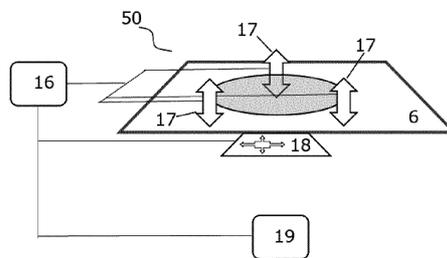
Фиг. 4А



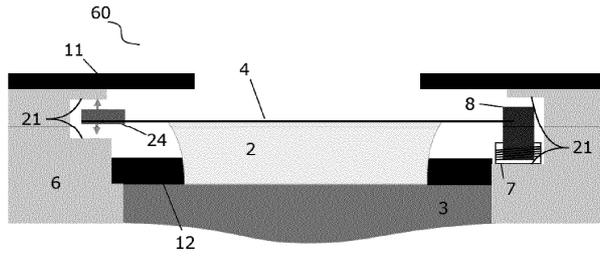
Фиг. 4В



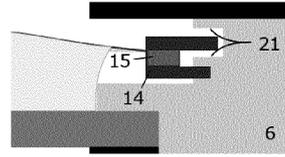
Фиг. 4С



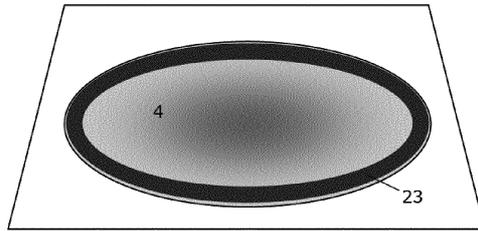
Фиг. 5



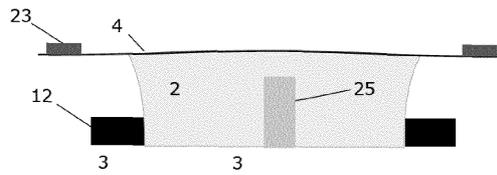
Фиг. 6



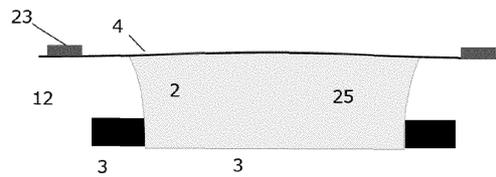
Фиг. 7



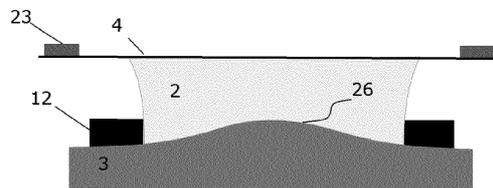
Фиг. 8



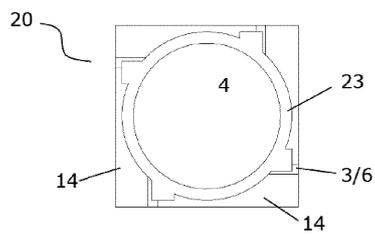
Фиг. 9А



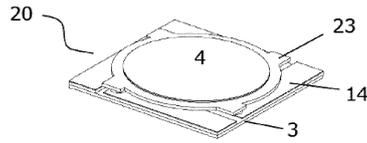
Фиг. 9В



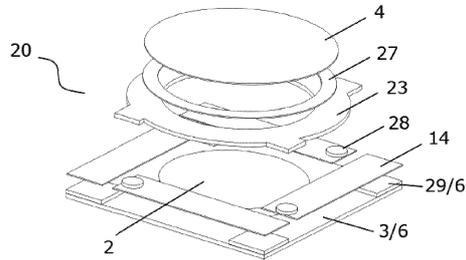
Фиг. 9С



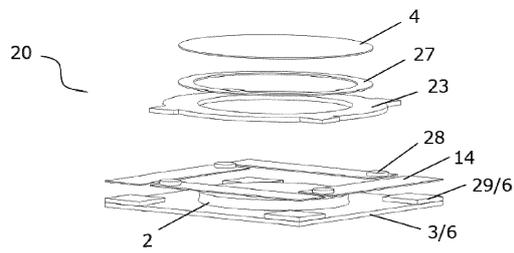
Фиг. 10А



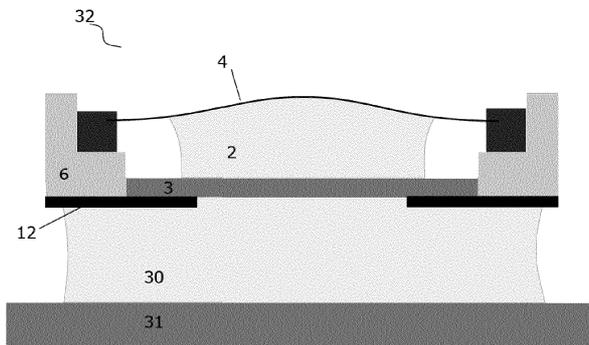
Фиг. 10B



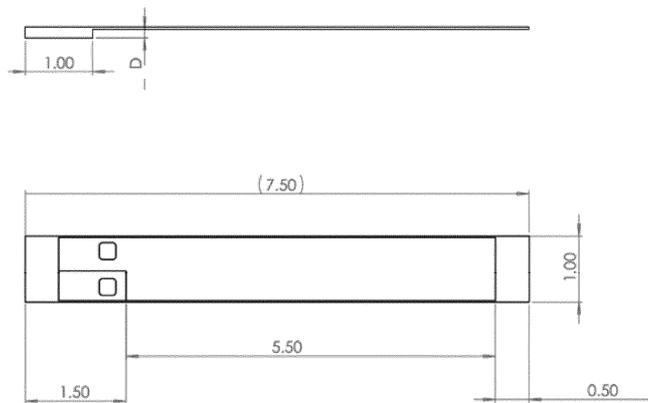
Фиг. 10C



Фиг. 10D



Фиг. 11



Фиг. 12