

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **042494**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.02.20

(21) Номер заявки
202290229

(22) Дата подачи заявки
2020.08.06

(51) Int. Cl. **G02C 7/08** (2006.01)
G02B 3/14 (2006.01)
G02B 26/06 (2006.01)

(54) **ОЧКИ С МНОГОСЛОЙНОЙ ПОЛИМЕРНОЙ СТРУКТУРОЙ**

(31) **19190462.2**

(32) **2019.08.07**

(33) **EP**

(43) **2022.04.11**

(86) **PCT/EP2020/072130**

(87) **WO 2021/023815 2021.02.11**

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

(72) Изобретатель:
**Каргашов Владимир, Хенриксен Ларс
(NO), Кран Пьер (BE), Кильпинен
Янне Тапани (FI)**

(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) **WO-A1-2019002448
WO-A1-2013144533
WO-A1-9527912
WO-A1-2008100154
WO-A1-2008035983
US-B1-6318857**

(57) Изобретение относится к очковой линзе, содержащей первый прозрачный покровный элемент, второй прозрачный покровный элемент, при этом первый покровный элемент содержит проксимальную поверхность, обращенную к глазу, а второй покровный элемент содержит дистальную поверхность, обращенную к окружающему пространству при использовании, один или несколько исполнительных механизмов, выполненных с возможностью создания сил или крутящих моментов, воздействующих на первый или второй покровный элемент по замкнутому контуру первого или второго покровного элемента, чтобы вызвать контролируемое изменение кривизны первого или второго покровного элемента, прозрачное, деформируемое, нетекучее тело, находящееся между первым и вторым прозрачными покровными элементами.

B1

042494

042494

B1

Область техники, к которой относится настоящее изобретение

Изобретение относится к очкам, в частности к очкам, предусматривающим линзы, оптическая сила которых регулируется.

Предшествующий уровень техники настоящего изобретения

Способность глаза фокусироваться на предметах, находящихся на разном расстоянии, может быть ограничена по разным причинам. Как правило, эта способность снижается с возрастом. Тогда может возникнуть необходимость в использовании разных очков с разными оптическими силами или очков с разными или переменными оптическими силами, таких как бифокальные или прогрессивные очки.

Хотя эти решения приносят большую пользу, необходимость смены разных очков или использования очков с различными стандартными оптическими силами не является оптимальной по сравнению со зрением человека с неухудшенными фокусирующими способностями.

Соответственно, целью настоящего изобретения является улучшение очков в отношении вышеупомянутых проблем и других ограничений доступных в настоящее время очков.

Краткое раскрытие настоящего изобретения

Задачей настоящего изобретения является улучшение очков, в частности создание очков, обеспечивающих различную оптическую силу более удобным для пользователя способом, чем традиционные очки. Также задачей настоящего изобретения является дальнейшее улучшение зрения человека с ухудшенными возможностями фокусировки или страдающего другими ограничениями зрения по сравнению с доступными в настоящее время очками.

Согласно первому аспекту настоящего изобретения предложена очковая линза, которая содержит: первый прозрачный покровный элемент, второй прозрачный покровный элемент, при этом первый покровный элемент содержит проксимальную поверхность, расположенную с возможностью быть обращенной к глазу при использовании, а второй покровный элемент содержит дистальную поверхность, расположенную с возможностью быть обращенной к окружающему пространству при использовании, один или несколько исполнительных механизмов, выполненных с возможностью создания сил или крутящих моментов, воздействующих на первый или второй покровный элемент, чтобы вызывать контролируемое изменение кривизны первого или второго покровного элемента, и прозрачное, деформируемое, нетекучее тело, находящееся между первым и вторым прозрачными покровными элементами, в которой один из первого и второго прозрачного покровного элемента, на который воздействует один или несколько исполнительных механизмов, опирается на дистальную поверхность или проксимальную поверхность соответственно с помощью скользящего контакта (304), который обеспечивает смещение дистальной поверхности или проксимальной поверхности относительно одного или нескольких исполнительных механизмов (160).

Предпочтительно управляемые исполнительные механизмы позволяют управлять оптической силой линз в очках, подразумевая, что оптическую силу линз можно изменять без необходимости пользователю смотреть через разные участки линз для доступа к разным оптическим силам, как в традиционных мультифокальных или прогрессивных линзах.

Преимущественно прозрачное, деформируемое, нетекучее тело поддерживает изгиб первого или второго покровного элемента, так что результирующая кривизна изгиба приближается к сферической форме. То есть полимеры, которые используются для нетекучего тела, создают неравномерное распределение силы, прикладываемой к покровным элементам, когда исполнительные механизмы активированы. Для сравнения, гидростатическое давление в жидкости одинаково везде в жидкости. Неравномерное распределение силы может быть полезным в некоторых ситуациях для создания сферического профиля деформации.

Кроме того, нетекучее тело менее чувствительно к силе тяжести по сравнению с жидкостью. Таким образом, оптические искажения из-за гравитационных эффектов ограничены за счет использования нетекучего тела.

Один или несколько исполнительных механизмов могут быть выполнены с возможностью создания сил или крутящих моментов, действующих на первый или второй покровный элемент вдоль траектории, которая окружает по меньшей мере часть нетекучего тела, например, вдоль замкнутого контура первого или второго покровного элемента, для обеспечения контролируемого изменения кривизны первого или второго покровного элемента.

Скользящий контакт, выполненный с возможностью обеспечения смещения дистальной поверхности или проксимальной поверхности относительно одного или нескольких исполнительных механизмов, является необязательным и может отсутствовать в других конфигурациях.

Согласно варианту осуществления настоящего изобретения проксимальная поверхность и/или дистальная поверхность изогнуты внутрь, если смотреть со стороны глаза.

Согласно варианту осуществления настоящего изобретения один из первого и второго прозрачного покровного элемента, на который воздействует один или несколько исполнительных механизмов, сгибается под воздействием сил, создаваемых одним или несколькими исполнительными механизмами, а другой из первого и второго прозрачного покровного элемента выполнен по форме с возможностью обеспечения статической оптической коррекции.

Согласно варианту осуществления настоящего изобретения один из первого и второго прозрачного покровного элемента, на который воздействует один или несколько исполнительных механизмов, опирается на дистальную поверхность или проксимальную поверхность соответственно с помощью скользящего контакта, который позволяет смещать дистальную поверхность или проксимальную поверхность вдоль поверхности относительно исполнительного механизма.

Согласно варианту осуществления настоящего изобретения очковая линза выполнена таким образом, что нетекучее тело может расширяться беспрепятственно в кольцевом объеме, расположенном между первым и вторым прозрачными покровными элементами и окружающим нетекучее тело.

Согласно варианту осуществления настоящего изобретения очковая линза выполнена таким образом, что свет снаружи, проходящий через очковую линзу к глазу, преломляется через многослойную структуру, состоящую из первого и второго прозрачных покровных элементов и нетекучего тела, необязательно включающую оптические покрытия на дистальных поверхностях первого и второго прозрачных покровных элементов. Предпочтительно простая конструкция очковой линзы обеспечивает решение с использованием нескольких компонентов.

Согласно варианту осуществления настоящего изобретения по меньшей мере один из первого и второго прозрачных покровных элементов имеет начальную криволинейную форму, так что очковая линза имеет ненулевую оптическую силу, когда один или несколько исполнительных механизмов обеспечивают нулевую или минимальную силу, воздействующую на первый или второй покровный элемент.

Согласно варианту осуществления настоящего изобретения по меньшей мере один из первого и второго прозрачных покровных элементов имеет участок выпуклой или вогнутой формы, прилегающий к нетекучему телу.

Согласно варианту осуществления настоящего изобретения один или несколько исполнительных механизмов являются управляемыми для создания по меньшей мере двух заданных оптических сил очковой линзы.

Согласно варианту осуществления настоящего изобретения очковая линза оптимизирована для создания минимальных оптических ошибок при по меньшей мере двух предварительно заданных оптических силах.

Согласно варианту осуществления настоящего изобретения один или несколько исполнительных механизмов управляются с помощью управляющего или электрического сигнала, при этом управляющий или электрический сигнал определен как функция измеренных данных.

Согласно варианту осуществления настоящего изобретения один или несколько исполнительных механизмов управляются с помощью управляющего или электрического сигнала, при этом управляющий или электрический сигнал определен как функция отклонения между требуемой оптической силой очковой линзы и измеренными данными, относящимися к фактической оптической силе.

Согласно варианту осуществления настоящего изобретения исполнительные механизмы являются двигателями линейного перемещения, выполненными с возможностью поддерживать достигнутую кривизну первого и второго прозрачного покровного элемента в обесчощенном состоянии.

Согласно варианту осуществления настоящего изобретения минимальный диаметр линии, проходящей от одной кромки к противоположной кромке и пересекающей центральную точку очковой линзы, составляет 15 мм.

Согласно варианту осуществления настоящего изобретения скользящий контакт содержит один или несколько упругих элементов, соединяющих один или несколько исполнительных механизмов с дистальной поверхностью и/или проксимальной поверхностью.

Второй аспект настоящего изобретения относится к очкам, содержащим по меньшей мере одну очковую линзу по п.1, цепь питания и управления для питания и управления одним или несколькими исполнительными механизмами.

В целом, различные аспекты и варианты осуществления настоящего изобретения могут быть скомбинированы и объединены любым образом, возможным в пределах объема настоящего изобретения. Эти и другие аспекты, характеристики и/или преимущества настоящего изобретения будут с очевидностью следовать и поясняться со ссылкой на варианты осуществления настоящего изобретения, описанные ниже.

Краткое описание фигур

Варианты осуществления настоящего изобретения будут описаны только в качестве примера со ссылкой на фигуры, где

на фиг. 1 показана пара очков,

на фиг. 2А-2В показаны вид спереди одной из очковых линз и вид сбоку линзы,

на фиг. 3А-3В показан принцип управления кривизной одного из первого или второго покровных элементов,

на фиг. 3С показан скользящий контакт,

на фиг. 4А-4В показаны оптическая сила и оптическая ошибка как функция энергии, подаваемой на исполнительные механизмы,

на фиг. 5А-5В показаны альтернативные конфигурации исполнительных механизмов,

на фиг. 6А в целом показана другая конфигурация скользящего контакта и на фиг. 6В в целом показан упругий элемент скользящего контакта.

Подробное раскрытие настоящего изобретения

На фиг. 1 показана пара очков 100, содержащая две очковые линзы 101, установленные в оправе 102 очков. Пара очков 100 дополнительно содержит цепь 150 питания и управления, которая может быть интегрирована в оправу 102 для питания и управления одним или несколькими исполнительными механизмами 160, предназначенными для создания сил, действующих на одну или несколько линз 101 для создания управляемого изменения оптической силы линз 101. Цепь 150 питания и управления, а также исполнительные механизмы 160 показаны в целом.

На фиг. 2А показан вид спереди одной из очковых линз 101, а на фиг. 2В показан вид сбоку или вид в поперечном разрезе линзы 101.

Линза содержит первый прозрачный покровный элемент 211 и второй прозрачный покровный элемент 212. Первый прозрачный покровный элемент 211 определен как покровный элемент, который при использовании располагается рядом с глазом 290. Соответственно второй покровный элемент 212 определен как покровный элемент, который при использовании располагается ближе всего к окружающему пространству, т.е. к предметному пространству.

Обращенная наружу поверхность первого прозрачного покровного элемента 211 определена как проксимальная поверхность 213, при использовании обращенная к глазу 290. Обращенная наружу поверхность второго прозрачного покровного элемента 211 определена как дистальная поверхность 214, при использовании обращенная к окружающей среде.

Линза 101 содержит прозрачное, деформируемое, нетекучее тело 205, расположенное между первым и вторым прозрачными покровными элементами 211, 212. Нетекучее тело 205 упирается в обращенные внутрь поверхности первого и второго покровных элементов 211, 212.

Один или несколько исполнительных механизмов 160 предназначены для создания сил или крутящих моментов, действующих на первый или второй покровный элемент 211, 212 по замкнутому контуру 261 первого или второго покровного элемента.

Например, исполнительные механизмы 160 могут представлять собой приводы линейного перемещения, такие как линейные пьезоэлектрические двигатели, предназначенные для того, чтобы вызывать смещение в нескольких точках, в настоящем документе показаны четыре точки, по замкнутому контуру 261.

Замкнутый контур 261 может быть расположен снаружи прозрачного, деформируемого, нетекучего тела 205, так что нетекучее тело 205 окружено замкнутым контуром, как показано. Однако замкнутый контур 261 также может быть расположен в пределах расширения нетекучего тела 205. Исполнительные механизмы 160 также могут быть расположены так, чтобы они действовали на кромку 219 первого или второго покровного элемента 211, 212.

Таким образом, замкнутый контур 261 понимается как кривая, которая окружает по меньшей мере часть нетекучего тела, такую как часть, которая включает оптическую ось 291 или центральную часть нетекучего тела.

Также возможны другие конфигурации, в которых исполнительные механизмы воздействуют на оправу или крепление, передающие силу на линзы 101. В этом случае сила или крутящий момент от одного исполнительного механизма могут быть распределены на покровные элементы 211, 212. Оправа или крепление могут преобразовывать вращение вращательного исполнительного механизма в линейное перемещение.

Исполнительные механизмы 160 предназначены для создания смещения по замкнутому контуру 261 в направлении, перпендикулярном или, по существу, перпендикулярном к одной из поверхностей, например, проксимальной или дистальной поверхности 213, 214. По существу, перпендикулярный в данном контексте может означать отклонения относительно нормали, например, до 10-15°.

Также возможны другие конфигурации, в которых исполнительные механизмы воздействуют на кромку 219, например, исполнительный механизм, содержащий натяжной ремень, который по меньшей мере частично огибает кромку 219. Таким образом, в таких других конфигурациях исполнительные механизмы могут быть выполнены с возможностью создания сил, действующих в плоскости покровного элемента 211, 212.

Воздействие исполнительных механизмов, как более подробно описано ниже, изменяет кривизну первого или второго покровного элемента в зависимости от силы, крутящего момента или смещения, обеспечиваемых исполнительными механизмами. Таким образом, управляя исполнительными механизмами, можно управлять изгибом и, таким образом, оптической силой линзы 101.

Для обеспечения изгиба первой или второй мембраны 211, 212, та из первой и второй мембран, которая не находится в контакте с исполнительными механизмами 160, может поддерживаться частью оправы 102 очков, т.е. так эта первая или вторая мембрана прикреплена к оправе 102.

Пример на фиг. 2В показывает, что вторая мембрана 212 прикреплена к оправе 102, 202 и что первая мембрана 211 соединена с одним или несколькими исполнительными механизмами 160. В другом примере первая мембрана 211 прикреплена к оправе 102, 202, а вторая мембрана 212 соединена с одним

или несколькими исполнительными механизмами 160.

Также возможно, чтобы исполнительные механизмы расположены так, чтобы воздействовать как на первую, так и на вторую мембраны 211, 212, так что обе мембраны вынуждены изгибаться под действием исполнительных механизмов 160, возможно так, чтобы исполнительные механизмы на каждой стороне могли управляться независимо, т.е. так, что смещение/сила, приложенные к одному из покровных элементов, не зависит от смещения/силы, приложенных к другому. Пример такого решения показан на фиг. 5А, где исполнительные механизмы прикреплены к оправе 120, 202 очков, а покровные элементы 211, 212 прикреплены к исполнительным механизмам.

На фиг. 5В показан другой исполнительный механизм 160, выполненный в виде одного или нескольких элементов 501, расположенных вдоль замкнутого контура 261. Например, исполнительный механизм 160 может быть представлен кольцеобразным исполнительным элементом 501, таким как кольцеобразный пьезоэлемент, который прикреплен к проксимальной и/или дистальной поверхностям 213, 214 первого и/или второго покровного элемента 211, 212.

Исполнительный элемент 160 в форме кольцеобразного исполнительного механизма, такого как кольцеобразный пьезоэлектрический элемент 501, или набор отдельных элементов 501, установленных на поверхности, расположен с центром на оптической оси 291, так что внутренняя часть кольцеобразного элемента 501 или распределение элементов 501 по замкнутому контуру 261 позволяет пропускать свет. При подаче электрического сигнала на элементы 501 элементы сжимаются или расширяются в радиальном направлении (например, в плоскости, перпендикулярной оптической оси 291), по существу симметрично относительно оптической оси 291 при вращении. Создаваемые сжимающие или расширяющие силы T передаются покровным элементам 211, 212 и вызывают изгиб из-за крутящих моментов, создаваемых силами T . Линзы 101 на фиг. 5В могут быть соединены с оправой через элементы 501, как на фиг. 5А, например, когда оба покровных элемента содержат элементы 501, или через покровный элемент, как на фиг. 3В, когда этот покровный элемент не имеет элементов 501.

Компоненты фиг. 5А и 5В более подробно описаны на фиг. 3D-E.

Линза 101 определяет оптическую ось 291. Оптическая ось может рассматриваться как ось, вдоль которой свет распространяется из пространства объекта к глазу 290, по меньшей мере для некоторых параксиальных световых лучей. Плоские или криволинейные поверхности первой и второй прозрачных мембран 211, 212, такие как плоские или криволинейные проксимальные/дистальные поверхности 213, 214, могут по меньшей мере в одной точке поверхности определять плоскость или касательную плоскость, которая перпендикулярна оптической оси 291, или, по меньшей мере, определяют плоскость или касательную плоскость, которая образует острый угол с плоскостью, перпендикулярной оптической оси 291. Таким образом, плоскости первой и второй прозрачных мембран 211, 212 в целом проходят вдоль направления, перпендикулярного оптической оси 291.

Прозрачное, деформируемое, нетекучее тело 205 линзы предпочтительно изготовлено из упругого материала. Поскольку тело линзы нетекучее, не требуется герметичной оболочки для удержания тела линзы, и отсутствует риск утечки. В предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения тело линзы изготовлено из мягкого полимера, который может включать ряд различных материалов, таких как кремнийорганическое соединение, полимерные гели, полимерная сетка из сшитых или частично сшитых полимеров и смешивающееся масло или сочетание масел. Модуль упругости нетекучего тела линзы может быть больше 300 Па, что позволяет избежать деформации под действием гравитационных сил при эксплуатации в обычных условиях. Показатель преломления нетекучего тела линзы может быть больше 1,3. Нетекучее тело 205 может иметь показатель преломления, который равен, по существу равен или близок к показателю преломления прозрачных покровных элементов 211, 212 для уменьшения отражения на границах нетекучего тела 205.

Прозрачные покровные элементы 211, 212 могут быть изготовлены из большого количества различных материалов, таких как акриловые соединения, полиолефины, полиэферы, кремнийорганические соединения, полиуретаны, стекло и другие. По меньшей мере один из первого и второго покровных элементов 211, 212, который выполнен с возможностью его деформации исполнительными механизмами, имеет жесткость и толщину, подходящие для обеспечения возможности изгиба при приведении в действие исполнительных механизмов 160. В целом, материал первого и/или второго покровного элемента 211, 212 может быть изготовлен из материала с модулем Юнга в диапазоне от 5 МПа до 100 ГПа для обеспечения необходимой жесткости. Например, модуль Юнга для боросиликатного стекла составляет 63 ГПа, а для плавленого кварцевого стекла - 72 ГПа.

Изгиб первого и/или второго покровных элементов 211, 212 по меньшей мере частично обусловлен радиально изменяющимися силами реакции со стороны нетекучего тела 105 линзы, которые влияют на прогиб покровных элементов 111, 112 и, таким образом, на оптическую силу вместо простого сжатия тела линзы по вертикали без изменения прогиба. Полное объяснение влияния тела 105 линзы на кривизну покровных элементов описано в WO 2019002524A1, включенной в настоящий документ посредством ссылки. Материал нетекучего тела 105 линзы по существу несжимаем. Эта несжимаемость по меньшей мере частично отвечает за способность изгибать первый и/или второй покровные элементы 211, 212 в форму, обеспечивающую эффект оптической линзы.

Подобно традиционным очковым линзам линза 101 может содержать покрытия, такие как антибликовые покрытия, нанесенные на проксимальную поверхность 213 и/или дистальную поверхность 214.

Прозрачные покровные элементы 211, 212 обычно имеют форму плиты и могут иметь криволинейные или плоские поверхности или их комбинацию. Покровные элементы в форме плиты содержат первую и вторую поверхности, например, дистальную поверхность 214 и внутреннюю поверхность 216, а также кромку, где кривизна проходит по меньшей мере в одном направлении по меньшей мере на одной из поверхностей. Таким образом, прозрачные покровные элементы 211, 212 могут быть изогнуты только вдоль одного направления или вдоль двух направлений. Альтернативно, одна или обе из первой и второй поверхностей могут быть плоскими. Например, один или оба покровных элемента 211, 212 могут представлять собой плоско-выпуклую или плоско-вогнутую линзу.

Толщина покровного элемента, который выполнен с возможностью быть изогнутым исполнительными механизмами, может составлять от 0,1 до 2 мм или до 10 мм, хотя возможны и другие толщины.

Очковые линзы 101 могут иметь минимальный диаметр, определяемый линией, проходящей от одной кромки к противоположной кромке и пересекающей центральную точку очковой линзы, равный 15 мм. Т.е. минимальный диаметр линз 101 обычно больше 15 мм. Обычные диаметры линз 101 находятся в диапазоне от 20 до 50 мм.

На фиг. 3А и 3В показан принцип управления кривизной одного из первого или второго покровных элементов 211, 212. На фиг. 3А первый покровный элемент 211 имеет криволинейную поверхность, что означает, что линза может создавать ненулевую оптическую силу.

Деформации и расширения, показанные на фиг. 3А-3С, значительно преувеличены. Кроме того, первый покровный элемент 211 показан с изогнутым наружу изгибом (см. со стороны глаз), в то время как изогнутая внутрь форма была бы более типичной. Тем не менее, для различных коррекций зрения возможна как изогнутая наружу, так и изогнутая внутрь форма изгиба.

Кривизна первого покровного элемента 211 на фиг. 3А может быть обусловлена силами, создаваемыми исполнительными механизмами 160. В качестве альтернативы, кривизна первого элемента 211 крышки может быть кривизной предварительно заданной формы. Таким образом, первый покровный элемент 211 может иметь первоначальную кривизну, т.е. кривизну, присутствующую при отсутствии сил от исполнительных механизмов, что означает, что очковая линза 101 имеет ненулевую оптическую силу, когда один или несколько исполнительных механизмов обеспечивают нулевую или минимальную силу, воздействующую на первый покровный элемент 211 или второй покровный элемент 212, например, в обесточенном состоянии исполнительных механизмов.

На фиг. 3В показан дополнительный изгиб первого покровного элемента 211 из-за смещения, например, в направлении оптической оси, исполнительных механизмов 160. Дальнейший изгиб изменяет оптическую силу линзы 101.

Из-за дальнейшего изгиба первого покровного элемента 211 объем между первой и второй мембранами 211, 212 уменьшается, а это означает, что несжимаемое нетекучее тело 205 расширяется в радиальном направлении от оптической оси, как показано на фиг. 3В, где граница нетекучего тела 205 расширилась от границы, обозначенной пунктирными линиями, до границы 303, обозначенной сплошными линиями.

Нетекучее тело 205 должно иметь возможность расширяться без ограничений, по существу без ограничений или, по меньшей мере, с низким сопротивлением, чтобы не создавать отклонений формы изгиба от требуемой формы изгиба. Такие отклонения могут привести к оптическим ошибкам, таким как абберации волнового фронта. Соответственно, очковая линза 101 может содержать кольцевой объем 301, расположенный между первым и вторым прозрачными покровными элементами 211, 212 и окружающий нетекучее тело, при этом нетекучее тело 205 может расширяться без ограничений. Кольцевой объем 301 может быть наполненным воздухом объемом, который может быть непосредственно связан с окружающей средой, так что воздух может свободно или по существу свободно циркулировать между кольцевым объемом 301 и окружающей средой.

На фиг. 3А показана точка А на первом покровном элементе 211. На фиг. 3В показано, что точка А сместилась вправо относительно левого исполнительного механизма 160 из-за увеличения изгиба первого покровного элемента 211. Соответственно, по мере изменения изгиба первого или второго покровного элемента 211, 212, положения А на проксимальной поверхности 213 или дистальной поверхности 214 смещаются радиально относительно оптической оси 291, например, в направлении 302, перпендикулярном оптической оси 291 для проиллюстрированного поперечного сечения.

Чтобы избежать напряжения в первом или втором покровном элементе, очковая линза 101 содержит скользящий контакт 304, как показано в целом на фиг. 3С. Один из первого и второго прозрачных покровных элементов, выполненных с возможностью изгиба одним или несколькими исполнительными механизмами, поддерживается или механически зацепляется на дистальной поверхности/проксимальной поверхности 213, 214 исполнительным механизмом 160 или частью исполнительного механизма 160, которая взаимодействует с покровным элементом через скользящий контакт 304.

Скользящий контакт 304 может быть реализован в виде контакта с низким коэффициентом трения между исполнительным механизмом 160 и дистальной поверхностью/проксимальной поверхностью 213,

214. Контакт с низким коэффициентом трения может быть реализован с помощью пар материалов с низким коэффициентом трения, т.е. материал контактной части исполнительного механизма 160 должен обеспечивать низкое трение или достаточно низкое трение по сравнению с прозрачным материалом покровного элемента 211, 212. Примеры включают полиэтилен и другие пластмассовые материалы.

Скользкий контакт 304 обеспечивает возможность смещения заданной точки на проксимальной/дистальной поверхности 213, 214 вдоль этой поверхности относительно контактной части исполнительного механизма 160.

Скользкий контакт 304 выполнен с возможностью смещения дистальной поверхности 214 или проксимальной поверхности 213 вдоль поверхности относительно части исполнительного механизма 160, которая контактирует с указанной поверхностью. Кроме того, скользкий контакт должен обеспечивать жесткое, т.е. твердое, соединение в направлении, перпендикулярном к поверхности в поддерживаемом месте, или в направлении смещения исполнительного механизма 160, чтобы смещения исполнительного механизма непосредственно передавались на покровный элемент 211, 212.

На фиг. 6А показана другая конфигурация скользкого контакта 304, в которой скользкий контакт 304 выполнен в виде упругого элемента 601, расположенного между исполнительным механизмом 160 и дистальной поверхностью/проксимальной поверхностью 213, 214 и соединяющего исполнительный механизм 160 с дистальной поверхностью/проксимальной поверхностью 213, 214.

Упругий элемент 601 выполнен с возможностью упругой деформации в результате относительного смещения между исполнительным механизмом 160 и дистальной поверхностью/проксимальной поверхностью 213, 214, например, в результате радиального смещения между ними, например, радиальное перемещение в направлении 302, перпендикулярном оптической оси 291.

Неподвижная система координат x, y, z определяется относительно начального местоположения упругого элемента 601, например, когда упругий элемент 601 находится в недеформированном состоянии. В этом примере ось z параллельна оптической оси 291.

На иллюстрации слева первый прозрачный покровный элемент 211 (также мог быть второй прозрачный покровный элемент 212) имеет начальную кривизну, которая может быть обусловлена предварительно сформированной кривизной или начальным смещением. Точка 681 контакта на первом прозрачном покровном элементе 211, на поверхности контакта между эластичным элементом 601 и первым прозрачным покровным элементом 211, имеет xz координаты x_0, z_0 .

На иллюстрации справа исполнительный механизм 160 управляется для перемещения или выдвижения его поршня или другого элемента перемещения на расстояние ΔL_1 вдоль оси z . Смещение вызывает изгиб или дополнительный изгиб первого прозрачного покровного элемента 211 так, что точка 681 контакта смещается от x_0, z_0 к x_1, z_1 за счет радиального смещения точки 681 контакта по направлению к оптической оси и за счет смещения вдоль оси z .

Из-за изгиба первого прозрачного элемента 211 поверхность на поверхности контакта упругого элемента 601 и первого прозрачного покровного элемента 211 поворачивается вокруг оси y , т.е. в целом вокруг оси, касательной к замкнутому контуру 261, охватывающему оптическую ось 291.

Как показано, упругий элемент 601 выполнен с возможностью упругой деформации в радиальном направлении, в настоящем документе показанной вдоль оси x , в результате относительного радиального смещения между первым прозрачным покровным элементом 211 и исполнительным механизмом 160.

Кроме того, упругий элемент 130 выполнен с возможностью упругой деформации в ответ на крутящий момент T_y , действующий вокруг оси y или касательной оси. Крутящий момент T_y создается из-за изгиба первого прозрачного покровного элемента 211, который включает вращение вокруг оси y , или в целом из-за относительного смещения между первым прозрачным покровным элементом и элементом перемещения исполнительного механизма.

Предпочтительно упругий элемент 130 имеет низкую жесткость в результате деформаций в радиальном направлении и в результате поворотов, таких как повороты вокруг касательной оси, касательной к замкнутому контуру 261 оси y на этом виде. Низкая жесткость предпочтительна для того, чтобы позволить первому прозрачному покровному элементу 211 изгибаться, не подвергаясь воздействию поверхностных напряжений, которые могут ненадлежащим образом повлиять на кривизну первого прозрачного покровного элемента 211, так что измененная кривизна приведет к увеличению ошибок фронта волны или другим отклонениям изгиба. Нежелательные напряжения могут быть вызваны, например, силами и крутящими моментами от упругого элемента 601, действующими в радиальном направлении и вокруг касательной оси.

С другой стороны предпочтительно, чтобы упругий элемент имел высокую жесткость в направлении смещения исполнительного механизма 150, т.е. вдоль оси z или вдоль оптической оси 291, для передачи смещения исполнительного механизма на покровный элемент 211, 212.

Эластичный элемент 601 можно определить как структуру, которая имеет первую часть 611 (например, поверхность эластичного элемента, контактирующую с покровным элементом 211, 212), прикрепленную к первому или второму прозрачному покровному элементу 211, 212, и вторую часть 612 (например, поверхность, контактирующую с исполнительным механизмом 160), прикрепленную к исполнительному механизму 160 или его элементу перемещения. Первая и вторая части 611, 612 упруго

соединены, так что они могут упруго смещаться друг относительно друга, например, в радиальном направлении к оптической оси 291. Упругий элемент 601 может быть монолитно изготовлен из упругого материала, такого как кремнийорганическое соединение, полимер металл, пластик и другие материалы. В примере упругий элемент 601 сформирован из адгезива, нанесенного для соединения исполнительного механизма 160 с прозрачным покровным элементом.

Соответственно, упругий элемент 601, который представляет собой скользящий контакт 304, позволяет смещать первый или второй прозрачный покровный элемент 211, 212, в частности точку 681 контакта, относительно части исполнительного механизма 160, которая взаимодействует с покровным элементом, в результате изгиба покровного элемента.

Согласно другому примеру упругий элемент 601 выполнен в виде пружинного элемента, расположенного между исполнительным механизмом 160 и дистальной поверхностью/проксимальной поверхностью 213, 214. Например, пружинный элемент может быть выполнен в виде гибкого элемента, имеющего относительно низкую жесткость в радиальном направлении, относительно низкую жесткость при вращении вокруг касательной оси, но относительно высокую жесткость вдоль оптической оси.

На фиг. 6B в целом показан упругий элемент 601, содержащий пружинный элемент 651. На фигуре слева показан упругий элемент 601 или часть упругого элемента, содержащая пружинный элемент 651, в состоянии, когда исполнительный механизм 160 не создает силу, т.е. $F=0$. Таким образом, первый прозрачный покровный элемент 211 находится в состоянии, когда его кривизна не изменяется исполнительными механизмами.

На иллюстрации справа элемент перемещения исполнительного механизма был активирован, чтобы вызвать смещение по оси z на $\Delta L1$. Смещение по оси z создает ненулевую уравнивающую силу $F1$ (т.е. в стационарном состоянии изгиба покровного элемента) в направлении z из-за сил реакции, вызванных, по меньшей мере частично, изгибом первого прозрачного покровного элемента 211. Смещение по оси z , создаваемое исполнительным механизмом 160, заставляет первый прозрачный покровный элемент 211 изгибаться, как преувеличенно показано. Кроме смещения $\Delta L1$ по оси z изгиб вызывает радиальное смещение первой части 611 (в данном случае смещение вправо) вдоль оси x и вращение первой части 611 вокруг оси y .

Установлено, что контакт 304 скользящего элемента может содержать как пружинный элемент 651, так и упругий материал, такой как эластичный клей, расположенный между первой и/или второй частью 611, 612 и поверхностью первого или второго прозрачного покровного элемента 211, 212.

Таким образом, в целом, примеры контакта 304 скользящего элемента, реализованного посредством упругого элемента 601 и/или контакта с низким коэффициентом трения обеспечивают одинаковую реакцию скольжения на смещение, генерируемое исполнительным механизмом 160, а именно радиальное смещение точки 681 контакта, А (фиг. 6A, 3C соответственно) и поворот для поддержания изгиба первого или второго покровного элемента 211, 212 и передачи смещения исполнительного механизма на первый или второй покровный элемент.

В возможной конфигурации первого или второго покровного элемента 211, 212 первый или второй покровный элемент содержит элемент жесткости, такой как кольцо жесткости (не показано). Элемент жесткости может иметь кольцеобразную форму, чтобы он повторял замкнутый контур 261, и может, например, быть наклеенным на дистальную/проксимальную поверхность 213, 214 покровного элемента 211, 212. Элемент жесткости может быть изготовлен из металла или другого жесткого материала. В этой конфигурации контактная часть исполнительного механизма 160, т.е. часть, предназначенная для контакта с покровным элементом 211, 212, будет контактировать с кольцом жесткости, например, через скользящий контакт 304. Ясно, что радиальное удлинение элемента жесткости должно быть достаточно большим, чтобы компенсировать радиальные перемещения поверхности покровного элемента 211, 212 из-за изгиба.

На фиг. 3D показан пример, в котором проксимальная поверхность 213 первого прозрачного покровного элемента 211 и дистальная поверхность 214 второго прозрачного покровного элемента 212 изогнуты внутрь (выпуклы внутрь или вогнуты), если смотреть со стороны глаза. Изогнутая внутрь форма может быть предпочтительной по оптометрическим причинам или для обеспечения привлекательного дизайна очков. Также возможно, что только одна из проксимальной поверхности 213 первого прозрачного покровного элемента 211 и дистальной поверхности 214 второго прозрачного покровного элемента 212 имеет вогнутую форму, если смотреть со стороны глаза 290. Изогнутая внутрь форма одного из покровных элементов 211, 212, которые выполнены с возможностью изгиба под воздействием исполнительных механизмов 160, может быть обусловлена предварительным формированием покровного элемента. Соответственно, кривизна изогнутой внутрь формы может быть изменена исполнительными механизмами 160 для обеспечения переменной оптической силы.

На фиг. 3D также показано, что кривизны проксимальной поверхности 213 и внутренней поверхности 315 первого покровного элемента 211 различны, и аналогичным образом различны дистальная поверхность 214 и внутренняя поверхность 316 второго покровного элемента 211. Различные кривизны данного покровного элемента 211, 212 обеспечивают оптическую силу или оптическую коррекцию, ис-

пользуемую в традиционных очковых линзах. Также возможно, что только один из первого и второго покровных элементов имеет различную кривизну своих поверхностей. Например, один из первого и второго прозрачных покровных элементов 211, 212, который не выполнен с возможностью изгиба исполнительными механизмами, может иметь форму, обеспечивающую статическую оптическую коррекцию. Статическая оптическая коррекция может включать коррекцию миопии, гиперметропии, астигматизма и др.

На фиг. 3Е показан пример, в котором один из первого и второго прозрачных покровных элементов 211, 212, который не выполнен с возможностью изгиба исполнительными механизмами, имеет выпуклую часть 330, т.е. с центром на оптической оси, которая образует часть внутренней поверхности 316. Выпуклая часть прилегает к нетекучему телу 205.

Как правило, любой или оба из первого и второго прозрачных покровных элементов 211, 212 могут быть выполнены с вогнутой или выпуклой частью 330, образующей часть внутренней поверхности 316 и прилегающей к нетекучему телу 205.

Например, выгнутая часть 330 обеспечивает куполообразную форму, которая предпочтительно обеспечивает механическую поддержку противоположного покровного элемента и, следовательно, помогает контролировать изгиб. Форма купола может быть выполнена таким образом, что он действует, по меньшей мере, частично как матрица для формы противоположного покровного элемента. Кроме того, куполообразный или выпуклый выступ может обеспечивать большую деформацию противоположного покровного элемента.

Фиг. 4А в целом иллюстрирует зависимость, выраженную кривой 405, между управляющим или электрическим сигналом 401, подаваемым на исполнительные механизмы 160, и результирующей оптической силой 402. Кривая 405 показывает, что оптическая сила может непрерывно изменяться от минимального значения до максимального значения. Линзы 101 могут быть выполнены с возможностью изменения до 3, до 5 или, возможно, до 7 диоптрий от минимальной оптической силы до максимальной оптической силы. Соответственно, оптическая сила может непрерывно регулироваться в соответствии с потребностями глаз пользователя.

В других ситуациях непрерывное изменение оптической силы может оказаться нежелательным, например, для создания очков 100, которые схожи с традиционными очками. Соответственно, система 150 управления может быть выполнена с возможностью переключения между предварительно заданными оптическими силами очковых линз 101. На фиг. 4А показано, что линзой 101 можно управлять для обеспечения двух заданных оптических сил 413, 414 путем управления исполнительными механизмами с двумя значениями 403, 404 управляющего или электрического сигнала. Значения 403, 404 могут быть заданы заранее, определены как функция других данных или определены посредством функции обратной связи. Соответственно, одним или несколькими исполнительными механизмами можно управлять для создания по меньшей мере двух предварительно заданных оптических сил линзы 101.

На фиг. 4В показана оптическая ошибка 406, в частности ошибка искажения волнового фронта или ошибка абберации, выраженная кривой 407, как функция управляющего или электрического сигнала 401. Как показано, оптическая ошибка 406 минимизируется для двух значений управляющего или электрического сигнала 401, соответствующих двум значениям оптической силы 402. Оптическая ошибка 406 может быть минимизирована для двух или более оптических сил путем оптимизации предварительно сформированных кривизн первого и второго покровных элементов 211, 212 для обеспечения минимальных оптических ошибок при требуемых значениях предварительно заданных оптических сил 413, 414.

Управляющий или электрический сигнал, т.е. управляющий сигнал, который косвенно используется для управления исполнительными механизмами, или электрический сигнал, непосредственно используемый для питания исполнительных механизмов, может быть предварительно задан, т.е. таким образом используется предварительно заданное соотношение между одним или несколькими значениями управляющего или электрического сигнала и соответствующими оптическими силами 402. Это соотношение может быть сохранено в памяти, содержащейся в цепи 150 управления.

В качестве альтернативы, поскольку результирующая оптическая сила может зависеть от различных факторов, таких как температура, история использования или срок использования исполнительных механизмов и других параметров, управляющий или электрический сигнал может быть определен как функция измеренных данных, таких как измеренная температура, измеренная емкость в случае исполнительных механизмов 160 на основе пьезоэлементов, измеренное изменение амплитуд смещений во времени и другие.

Возможно предусмотреть очки 100 с датчиком расстояния, способным измерять расстояние между линзами 101 и объектом, на который смотрит пользователь очков 100. Такие датчики могут быть датчиками времени прохождения волн или другими датчиками. В этом случае управляющий или электрический сигнал может быть определен как функция отклонения между требуемой оптической силой очковой линзы и измеренными данными, относящимися к требуемой фактической оптической силе, такими как измеренное расстояние. В очках может быть реализовано отслеживание взгляда, чтобы следить за направлением взгляда. Такое отслеживание взгляда можно использовать в сочетании с датчиком расстояния, чтобы определить, какое расстояние следует измерять, и, следовательно, правильно определить рас-

стояние и соответствующую оптическую силу.

Исполнительные механизмы 160 могут быть двигателями линейного перемещения, такими как линейные пьезоэлектрические двигатели или электромагнитные линейные двигатели. Пьезоэлектрические двигатели могут иметь преимущество, поскольку они способны поддерживать достигнутое смещение линейного ведомого элемента, когда на двигатель не подается питание. Таким образом, кривизна первого или второго прозрачного покровного элемента 211, 212 может сохраняться в обесточенном состоянии, т.е. когда на двигатель не подается питание. Это выгодно снижает потребление энергии, поскольку энергия в основном требуется при изменении оптической силы.

Цепь 150 управления может содержать электронную схему и/или цифровой процессор, выполненные с возможностью генерирования управляющего или электрического сигнала, необязательно для получения измеренных данных для определения управляющего или электрического сигнала и для управления исполнительными механизмами с использованием алгоритма управления с прямой или обратной связью.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Очковая линза (100), содержащая

первый прозрачный покровный элемент (211), второй прозрачный покровный элемент (212), при этом первый покровный элемент содержит проксимальную поверхность (213), расположенную с возможностью быть обращенной к глазу при использовании, а второй покровный элемент содержит дистальную поверхность (214), расположенную с возможностью быть обращенной к окружающему пространству при использовании,

один или несколько исполнительных механизмов (160), выполненных с возможностью создания сил или крутящих моментов, воздействующих на первый или второй покровный элемент (211, 212), чтобы вызывать контролируемое изменение кривизны первого или второго покровного элемента, при этом исполнительные механизмы выполнены с возможностью создания смещения в направлении, перпендикулярном или, по существу, перпендикулярном к проксимальной поверхности или дистальной поверхности,

прозрачное, деформируемое, нетекучее тело (205), находящееся между первым и вторым прозрачными покровными элементами,

скользящий контакт (304),

в которой один или несколько исполнительных механизмов (160) механически взаимодействуют с проксимальной поверхностью или дистальной поверхностью через скользящий контакт (304), при этом скользящий контакт выполнен с возможностью смещения дистальной поверхности или проксимальной поверхности вдоль дистальной или проксимальной поверхности относительно исполнительного механизма и при этом скользящий контакт выполнен с возможностью обеспечения жесткого соединения в направлении, перпендикулярном к проксимальной или дистальной поверхности в месте взаимодействия, или в направлении смещения исполнительного механизма, так что смещение исполнительного механизма может быть непосредственно передано на покровный элемент (211, 212).

2. Очковая линза по п.1, в которой проксимальная поверхность (213) и/или дистальная поверхность (212) изогнуты внутрь, если смотреть со стороны глаза.

3. Очковая линза по любому из предыдущих пунктов, в которой один из первого и второго прозрачного покровного элемента, на который воздействует один или несколько исполнительных механизмов, сгибается под воздействием сил, создаваемых одним или несколькими исполнительными механизмами, и в которой другой из первого и второго прозрачного покровного элемента выполнен по форме с возможностью обеспечения статической оптической коррекции.

4. Очковая линза по любому из предыдущих пунктов, причем очковая линза выполнена таким образом, что нетекучее тело может расширяться беспрепятственно в кольцевом объеме (301), расположенном между первым и вторым прозрачными покровными элементами и окружающем нетекучее тело.

5. Очковая линза по любому из предыдущих пунктов, причем очковая линза выполнена таким образом, что свет снаружи, проходящий через очковую линзу к глазу, преломляется через многослойную структуру, состоящую из первого и второго прозрачных покровных элементов и нетекучего тела, необязательно включающую оптические покрытия на дистальных поверхностях первого и второго прозрачных покровных элементов.

6. Очковая линза по любому из предыдущих пунктов, в которой по меньшей мере один из первого и второго прозрачных покровных элементов имеет начальную криволинейную форму, так что очковая линза имеет ненулевую оптическую силу, когда один или несколько исполнительных механизмов обеспечивают нулевую или минимальную силу, воздействующую на первый или второй покровный элемент.

7. Очковая линза по любому из предыдущих пунктов, в которой по меньшей мере один из первого и второго прозрачных покровных элементов имеет часть выпуклой или вогнутой формы, прилегающую к нетекучему телу.

8. Очковая линза по любому из предыдущих пунктов, в которой один или несколько исполнитель-

ных механизмов являются управляемыми для создания по меньшей мере двух предварительно заданных оптических сил (413, 414) очковой линзы.

9. Очковая линза по п.8, причем очковая линза оптимизирована для создания минимальных оптических ошибок (406) при по меньшей мере двух предварительно заданных оптических силах.

10. Очковая линза по любому из предыдущих пунктов, в которой один или несколько исполнительных механизмов управляются с помощью управляющего или электрического сигнала, при этом управляющий или электрический сигнал определен как функция измеренных данных.

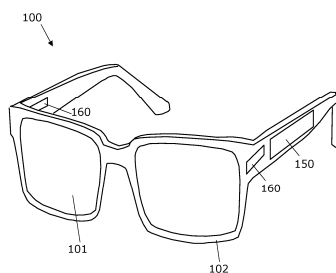
11. Очковая линза по любому из предыдущих пунктов, в которой один или несколько исполнительных механизмов управляются с помощью управляющего или электрического сигнала, при этом управляющий или электрический сигнал определен как функция отклонения между требуемой оптической силой очковой линзы и измеренными данными, относящимися к фактической оптической силе.

12. Очковая линза по любому из предыдущих пунктов, в которой исполнительные механизмы являются двигателями линейного перемещения, выполненными с возможностью поддерживать достигнутую кривизну первого и второго прозрачного покрывного элемента в обесточенном состоянии.

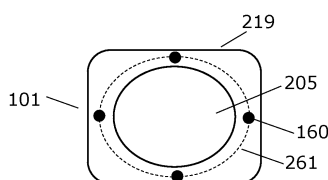
13. Очковая линза по любому из предыдущих пунктов, в которой минимальный диаметр, определяемый линией, проходящей от одной кромки к противоположной кромке и пересекающей центральную точку очковой линзы, составляет 15 мм.

14. Очковая линза по любому из предыдущих пунктов, в которой скользящий контакт (304) содержит один или несколько упругих элементов (601), соединяющих один или несколько исполнительных механизмов (160) с дистальной поверхностью и/или проксимальной поверхностью (213, 214).

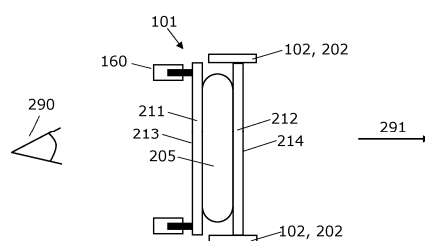
15. Очки, содержащие по меньшей мере одну очковую линзу по п.1, цепь питания и управления для питания и управления одним или несколькими исполнительными механизмами.



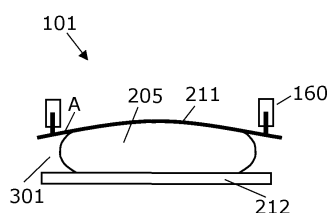
Фиг. 1



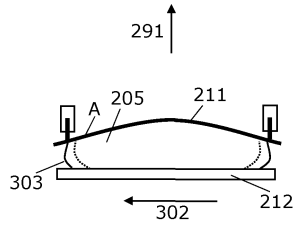
Фиг. 2А



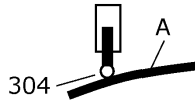
Фиг. 2В



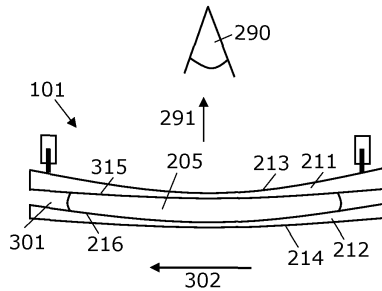
Фиг. 3А



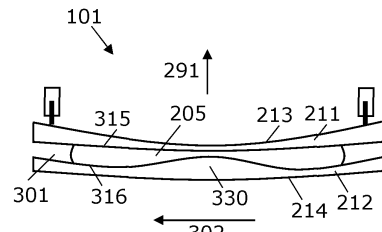
Фиг. 3В



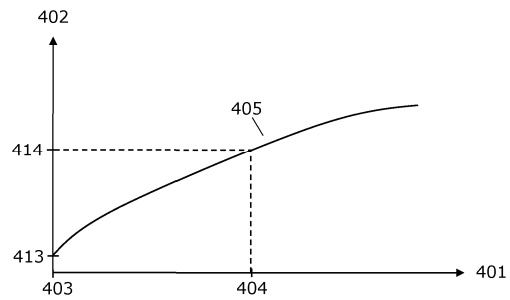
Фиг. 3С



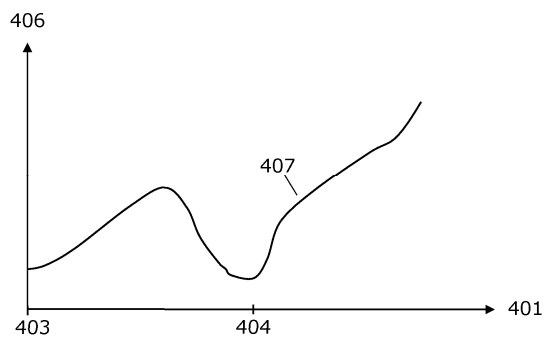
Фиг. 3D



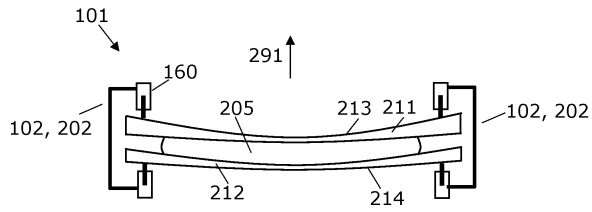
Фиг. 3Е



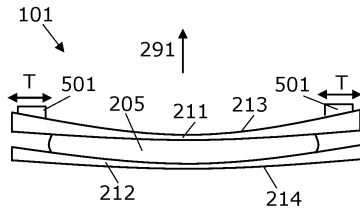
Фиг. 4А



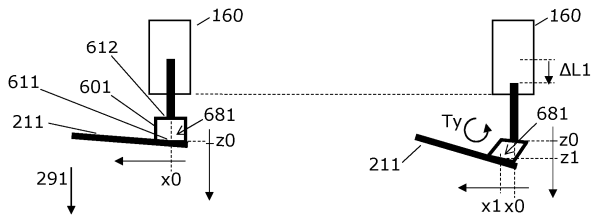
Фиг. 4В



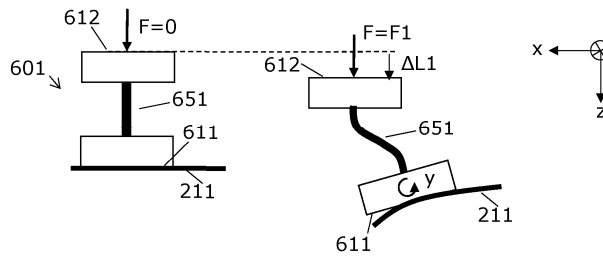
Фиг. 5А



Фиг. 5В



Фиг. 6А



Фиг. 6В