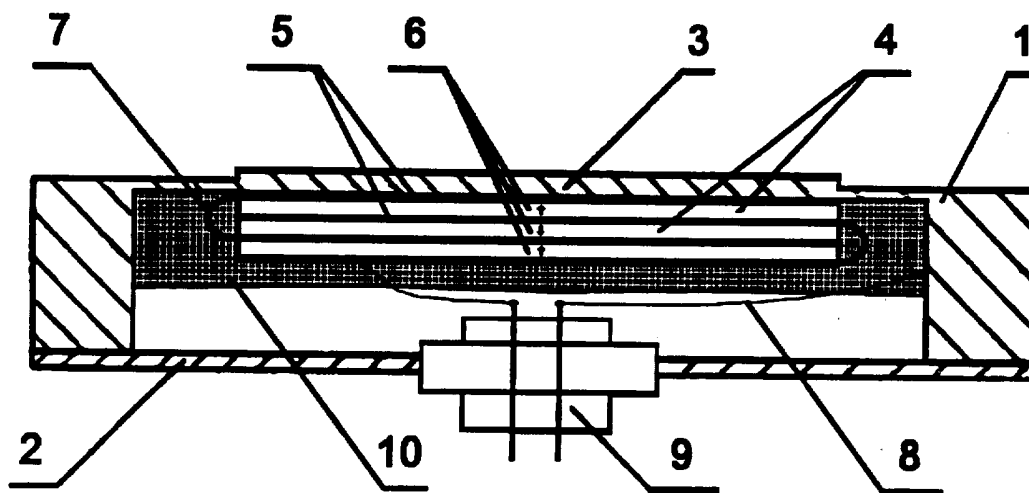


МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В СООТВЕТСТВИИ
С ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

(51) Международная классификация изобретения ⁶ : G02B 5/10	A1	(11) Номер международной публикации: WO 96/18919 (43) Дата международной публикации: 20 июня 1996 (20.06.96)
(21) Номер международной заявки: PCT/RU96/00053 (22) Дата международной подачи: 6 марта 1996 (06.03.96) (30) Данные о приоритете: 96102312 12 февраля 1996 (12.02.96) RU (71) Заявитель (для всех указанных государств, кроме US): NICK & C CORPORATION C/O HOFFMANN, SHWIFF AND CO. [US/US]; 433 California St., Ste. 1000, San Francisco, CA 94104-2014 (US). (72) Изобретатель; и (75) Изобретатель / Заявитель (только для US): САФРОНОВ Андрей Геннадьевич [RU/RU]; 141070 Московская обл., г. Калининград, ул. Кирова, д. 6а, кв. 85 (RU) [SAFRONOV, Andrei Gennadievich, Kaliningrad, (RU)].		(74) Агент: МОРАВСКИЙ Александр Владимирович; 113556 Москва, ул. Болотниковская, д. 10а, кв. 101 (RU) [MORAVSKY, Alexandr Vladimirovich, Moscow (RU)]. (81) Указанные государства: AT, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, HU, JP, KG, KP, KR, KZ, LT, LU, LV, MD, MN, MX, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TJ, UA, US, UZ, европейский патент (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Опубликовано С отчетом о международном поиске. До истечения срока для изменения формулы изобретения и с повторной публикацией в случае получения изменений.

(54) Title: MULTIPLE LAYER PIEZOELECTRIC DEFORMABLE BIMORPHIC MIRROR

(54) Название изобретения: МНОГОСЛОЙНОЕ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ДЕФОРМИРУЕМОЕ БИМОРФНОЕ ЗЕРКАЛО



(57) Abstract

The invention concerns a multiple layer piezoelectric deformable bimorphic mirror intended for use in astronomical telescopes, industrial lasers and guidance and tracking systems. The proposed mirror comprises a housing (1) in the form of a shallow cylinder with a cover (2) and a reflecting surface (3) on the outer face of the cylinder bottom. At least two piezoelectric plates (4), each provided with continuous electrodes (5) on opposite faces, are provided on and parallel to the inner surface of the bottom and within the boundaries of the reflecting surface (3). The polarisation vectors (6) of any two adjacent plates are opposite in direction and like electrodes of adjacent plates are connected by wires (7). The cylinder is designed as a single component, and the cylinder bottom is thicker in the middle, where the reflecting surface (3) is supported, than around the periphery. The cavity of the housing (1) can be filled with an elastic sealant (10).

Многослойное пьезоэлектрическое деформируемое биморфное зеркало для астрономических телескопов, промышленных лазеров, систем наведения и сопровождения, содержит корпус (1) в виде стакана с крышкой (2) и отражающей поверхностью (3) на внешней стороне днища стакана. На внутренней поверхности днища в пределах отражающей поверхности (3) закреплены параллельно внутренней поверхности днища по крайней мере две пьезопластины (4) со сплошными электродами (5) на противоположных сторонах. Векторы поляризации (6) смежных пластин направлены в противоположные стороны, а их одноименные электроды соединены проводами (7). Стакан выполнен в виде единой детали, а средняя часть его днища, несущая отражающую поверхность (3), имеет большую по сравнению с периферийной частью толщину. Полость корпуса (1) может быть заполнена эластичным герметиком (10).

ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИИ

Коды, используемые для обозначения стран-членов РСТ на титульных листах брошюр, в которых публикуются международные заявки в соответствии с РСТ.

AT	Австрия	FI	Финляндия	MR	Мавритания
AU	Австралия	FR	Франция	MW	Малави
BB	Барбадос	GA	Габон	NE	Нигер
BE	Бельгия	GB	Великобритания	NL	Нидерланды
BF	Буркина Фасо	GN	Гвинея	NO	Норвегия
BG	Болгария	GR	Греция	NZ	Новая Зеландия
BJ	Бенин	HU	Венгрия	PL	Польша
BR	Бразилия	IE	Ирландия	PT	Португалия
CA	Канада	IT	Италия	RO	Румыния
CF	Центральноафриканская Республика	JP	Япония	RU	Российская Федерация
BY	Беларусь	KR	Корейская Народно-Демократическая Республика	SD	Судан
CG	Конго	KR	Корейская Республика	SE	Швеция
CH	Швейцария	KZ	Казахстан	SI	Словения
CI	Кот д'Ивуар	LI	Лихтенштейн	SK	Словакия
CM	Камерун	LK	Шри-Ланка	SN	Сенегал
CN	Китай	LU	Люксембург	TD	Чад
CS	Чехословакия	LV	Латвия	TG	Того
CZ	Чешская Республика	MC	Монако	UA	Украина
DE	Германия	MG	Малагаскар	US	Соединенные Штаты Америки
DK	Дания	ML	Мали	UZ	Узбекистан
ES	Испания	MN	Монголия	VN	Вьетнам

МНОГОСЛОЙНОЕ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ДЕФОРМИРУЕМОЕ
БИМОРФНОЕ ЗЕРКАЛО.

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

5

Изобретение относится к управляемой оптике и может быть использовано для статического и динамического управления волновым фронтом излучения в различных оптических приборах и системах, включая астрономические телескопы, промышленную лазерную технику, а также оптические системы наведения и сопровождения.

ПРЕДШЕСТВУЮЩИЙ УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ.

Известно неохлаждаемое деформируемое биморфное зеркало, содержащее две пьезоэлектрические пластины, одна из которых является отражающей, и имеющее 13 независимых секционированных управляющих электрода (см. J.-P.Gaffard, P. Jagourel, P. Gigan. Adaptive Optics: Description of available components at Laserdot. - Proc. SPIE, 1994, vol. 2201, p. 688-702). Деформации отражающей поверхности в данном биморфном зеркале достигаются благодаря возникновению изгибающему момента в активной биморфной структуре при деформации пьезокерамики в параллельном оптической поверхности направлении за счет обратного поперечного пьезоэлектрического эффекта. Наибольшая амплитуда управляемых перемещений оптической поверхности в этом зеркале достигается при подаче максимального электрического напряжения (400 В) одновременно на все управляющие электроды и не превышает 10 мкм. Недостатками данного биморфного зеркала являются: малая амплитуда управляемых деформаций отражающей поверхности, низкая чувствительность (не более 25 мкм/кВ), высокая трудоемкость формирования оптической поверхности, низкое качество и стабильность ее исходной формы, а также низкая прочность и надежность зеркала.

30

Известно многослойное пьезоэлектрическое деформируемое биморфное зеркало, содержащее корпус в виде стакана с крышкой и отражающей поверхностью на внешней стороне дна стакана, и пьезоэлектрический элемент, закрепленный на внутренней поверхности

днища стакана, не выходя за пределы отражающей поверхности (см. SU патент, 1808159, HOIS 3/02, 1993). Зеркало имеет дополнительную пьезопластину, расположенную между отражающей и основной пьезокерамическими пластинами и жестко соединенную с ними.

5 Дополнительная пластина используется независимо от основной, то есть ее управляющий электрод не имеет электрического контакта с другими электродами. Назначение этой дополнительной пьезопластины заключается в стабилизации реперной формы отражающей поверхности зеркала, уменьшении его электромеханического гистерезиса и, при

10 определенных условиях, увеличении диапазона управляемых перемещений отражающей поверхности. При этом деформации отражающей поверхности достигаются за счет создания при деформациях каждой пьезопластины изгибающий моментов и их последующей суперпозиции; каждая пьезопластина деформируется в параллельном отражающей

15 поверхности направлении за счет обратного поперечного пьезоэлектрического эффекта. Недостатками известного зеркала являются: наличие электрического потенциала на металлическом корпусе зеркала, малая амплитуда управляемых деформаций отражающей поверхности (максимум 11,2 мкм), низкая чувствительность (максимум 37,3 мкм/В),

20 высокая трудоемкость формирования оптической поверхности, низкое качество и стабильность ее исходной формы, а также низкая прочность и надежность зеркала.

РАСКРЫТИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ.

Технический результат, на решение которого направлено

25 изобретение, заключается в увеличении амплитуды управляемых перемещений оптической поверхности деформируемых биморфных зеркал и повышении их чувствительности. Кроме того, предлагаемая конструкция позволяет снизить трудоемкость при формировании оптической поверхности зеркала, повысить качество и стабильность ее исходной

30 формы, увеличить прочность и надежность зеркала, а также обеспечить более равномерную деформацию отражающей поверхности.

Указанный технический результат достигается тем, что в многослойном пьезоэлектрическом деформируемом биморфном зеркале, содержащем корпус в виде стакана с крышкой и отражающей поверхностью на внешней стороне дна стакана, и пьезоэлектрический элемент, закрепленный на внутренней поверхности дна стакана, не выходя за пределы отражающей поверхности, согласно изобретению пьезоэлектрический элемент выполнен из последовательно расположенных параллельно внутренней поверхности дна стакана по крайней мере двух пьезопластин с электродами на их противоположных сторонах, электроды выполнены сплошными, векторы поляризации смежных пьезопластин направлены в противоположные стороны, а их одноименные электроды электрически связаны между собой, при этом стакан выполнен в виде единой детали с дном переменной толщины, причем отражающая поверхность выполнена в средней части дна, имеющей большую толщину. Предпочтительно, чтобы дно стакана было выполнено охлаждаемым, смежные пьезопластины были сопряжены между собой через общий для них электрод, а полость корпуса была заполнена эластичным герметиком.

Увеличение амплитуды управляемых перемещений оптической поверхности биморфного зеркала и повышение его чувствительности обеспечивается по следующим причинам:

- 1) благодаря наличию дополнительных изгибающих моментов, возникающих при использовании каждой дополнительной пьезопластины, что реализуется вследствие того, что пьезоэлектрический элемент образован, по крайней мере, двумя пьезопластинами или является многослойным;
- 2) за счет синхронных и синфазных (т.е., равных по величине и по знаку) деформаций всех пьезокерамических пластин, что реализуется вследствие того, что все электроды выполнены сплошными, векторы поляризации смежных пластин направлены в противоположные стороны, а их одноименные электроды электрически связаны между собой;

3) за счет снижения жесткости отражающей пластины (т.е., днища корпуса стакана) в ее периферийной части и, тем самым, реализации более эластичного закрепления отражающей пластины. Это обеспечивается тем, что стакан выполнен в виде единой детали с днищем переменной
5 толщины, причем отражающая поверхность выполнена в средней части днища, имеющей большую толщину.

Необходимо отметить, что первая из вышеперечисленных причин имеет место в охлаждаемом биморфном зеркале, выбранном за прототип. Действительно, при использовании в конструкции зеркала второй
10 пьезопластины при ее деформации возникает добавочный изгибающий момент, который складывается с изгибающим моментом, возникающем при деформации первой пьезопластины. Однако, в этом случае увеличения суммарного изгибающего момента, возникающего в двухслойной биморфной структуре (и, тем самым, увеличения амплитуды
15 деформаций отражающей поверхности и чувствительности зеркала), может и не происходить, поскольку при переходе от однослойного биморфного зеркала к двухслойному имеет место конкуренция трех факторов:

- 1) добавление к существующему изгибающему моменту дополнительного
20 изгибающего момента за счет новой пьезопластины;
- 2) снижение, по сравнению с однослойным зеркалом, величины изгибающего момента, вызываемого деформациями первой пьезопластины, т.к., в двухслойном зеркале данному изгибающему моменту необходимо компенсировать противодействие не только со
25 стороны отражающей пластины, но также противодействие со стороны второй (новой) пьезопластины;
- 3) добавление к существующему изгибающему моменту дополнительного изгибающего момента, возникающего в биморфной структуре "первая (старая) пьезопластина - вторая (новая) пьезопластина", т.е. за счет
30 одновременных деформаций обеих пьезопластин.

Понятно, что, с точки зрения увеличения амплитуды управляемых перемещений оптической поверхности биморфного зеркала и повышения

его чувствительности, первый из названных факторов является положительным, а второй - отрицательным. Действие третьего фактора сказывается положительно только в том случае, когда возникающий в биморфной структуре "первая пьезопластины - вторая пьезопластина" добавочный изгибающий момент совпадает по знаку с моментом, возникающем благодаря деформациям первой (старой) пьезопластины. А это, в свою очередь, возможно только тогда, когда деформации второй (новой) пьезопластины совпадают по знаку с деформациями первой (старой) и превосходят их по величине. Во всех остальных случаях действие третьего фактора является отрицательным, даже в том случае, когда деформации обеих пьезопластин совпадают по знаку, но отличаются друг от друга по величине.

Из вышеизложенного рассмотрения ясно, что при переходе от однослойного зеркала к двухслойному первые два фактора являются принципиальными, присутствующими всегда и, следовательно, второй фактор принципиально неустраним. Действие третьего фактора можно обратить на пользу дела, обеспечив при работе биморфного зеркала, чтобы в каждый момент времени управляющее напряжение на второй пьезопластине совпадало по знаку с напряжением на первой и превышало последнее по величине. Однако, все варианты подобного управления пьезопластинами в двухслойном биморфном зеркале крайне неудобны. Действительно, во-первых, во всех подобных случаях необходимо иметь два электрически независимых управляющих канала. Во-вторых, значение управляющего напряжения на второй пьезопластине все время необходимо сравнивать с величиной напряжения на первой пьезопластине, что весьма неудобно в динамическом режиме работы зеркала.

При переходе от двухслойного зеркала к трехслойному и далее к многослойному действие всех трех вышеперечисленных факторов усиливается, а именно:

- 1) добавка к существующему изгибающему моменту дополнительного изгибающего момента уменьшается с присоединением каждой новой

пьезопластины, т.к. общая жесткость биморфной структуры все более возрастает;

- 2) снижаются значения изгибающих моментов, вызываемых деформациями всех уже имеющихся пьезопластин, а не только первой, т.к. в многослойном зеркале каждой имеющейся пьезопластине необходимо компенсировать противодействие со стороны отражающей пластины и со стороны всех остальных пьезопластин;
- 3) добавляются дополнительные изгибающие моменты, возникающие во всех биморфных структурах, образованных каждой парой смежных пьезопластин.

По аналогии с двухслойным биморфным зеркалом понятно, что в многослойном зеркале добиться вышеуказанного технического результата (т.е. увеличения чувствительности и амплитуды деформаций) за счет простого увеличения количества пьезопластин не удастся. Кроме того, в многослойном зеркале добиться положительного действия третьего фактора (т.е. когда управляющее напряжение на всех пьезопластинах является однополярным, причем его величина для каждой последующей пьезопластины больше, чем для предыдущей) еще сложнее, чем в двухслойном и в динамике, практически, невозможно. Поэтому, практически всегда третий фактор будет оказывать отрицательное воздействие на амплитуду деформаций.

Выход из сложившейся ситуации в предлагаемом изобретении заключается в устранении третьего фактора вообще, т.е. за счет того, что все соединения каждой пары смежных пьезопластин друг с другом не являются биморфными. Последнее реализуется в том случае, когда любые две смежные пьезопластины деформируются абсолютно одинаково или, иными словами, когда, при прочих равных условиях, на все пьезопластины подается одинаковое управляющее напряжение. Именно благодаря этому деформации всех пьезопластин являются синхронными и синфазными, что, как отмечалось выше (см. п. 2 на стр. 3), является второй причиной, приводящей к достижению указанного технического результата. При этом соответствующим отличительным признаком является то, что все

5 электроды выполнены сплошными, векторы поляризации смежных пьезопластин направлены в противоположные стороны, а их одноименные электроды электрически связаны между собой. Таким образом, только сочетание данного отличительного признака с первым (что пьезоэлектрический элемент образован, по крайней мере, двумя пьезопластинами или является многослойным) позволяет добиться указанного технического результата.

10 С другой стороны, необходимо отметить, что даже при устранении влияния третьего из рассмотренных факторов, конкуренция первых двух по-прежнему имеет место. Это обуславливает существование оптимального количества дополнительных пьезопластин с точки зрения увеличения чувствительности многослойного биморфного зеркала и повышения его управляемых деформаций. Т.е., добавление каждой новой пьезопластины (даже при условии ориентации и соединения ее указанным 15 нужным образом) приведет не к увеличению амплитуды деформаций и чувствительности, а к их уменьшению. Говоря другими словами, дальнейшее увеличение количества пьезопластин приведет к такому увеличению жесткости многослойной биморфной структуры, которое не позволит достичь указанного технического результата.

20 В данном изобретении предлагается следующий выход из этой ситуации, а именно: увеличение жесткости многослойной биморфной структуры компенсируется, причем с избытком, более эластичным ее креплением к корпусу зеркала по сравнению с прототипом. Для этого оказывается достаточным понизить жесткость отражающей пластины 25 (т.е., днища корпуса стакана) в ее периферийной части, что, как было отмечено выше, является третьей причиной, приводящей к указанному техническому результату. При этом, соответствующим отличительным признаком является то, что стакан выполнен в виде единой детали с днищем переменной толщины, причем отражающая поверхность 30 выполнена в средней части днища, имеющей большую толщину. Таким образом, только сочетание всех указанных отличительных признаков позволяет добиться существенного гарантированного увеличения

амплитуды управляемых перемещений оптической поверхности многослойного биморфного зеркала, т.е. гарантированно получить существенный указанный выше технический результат.

Другими словами, сочетание признаков, характеризующих
5 выполнение корпуса и пьезоэлектрического элемента, позволяет снизить суммарную жесткость элемента, несущего отражающую поверхность, и пьезоэлектрического элемента, что позволяет значительно повысить чувствительность зеркала. Хотя уже известно использование смежных пьезопластин с векторами поляризации, направленными в
10 противоположные стороны (см. патент США N 4257686 кл. G02F 1/00 от 24 марта 1981 г.). Однако, только сочетание указанных признаков с признаками, характеризующими форму выполнения корпуса и расположение электродов, позволяет достигнуть указанный выше технический результат, обеспечивая согласованное снижение массы
15 элемента, несущего отражающую поверхность и пьезоэлектрический элемент, и суммарную жесткостью всех перечисленных элементов.

Если обеспечена минимально возможная толщина пьезоэлектрических пластин, составляющих многослойную биморфную структуру, а их количество пропорционально увеличено, то повышение
20 чувствительности зеркала обеспечивается, ко всему прочему, за счет снижения управляющего напряжения. Этот результат является прямым следствием того, что чувствительность биморфного зеркала есть отношение величины деформаций его оптической поверхности к приложенному управляющему напряжению.

25 Снижение трудоемкости формирования оптической поверхности биморфного зеркала и повышение качества ее исходной формы обеспечиваются благодаря тому, что стакан выполнен в виде единой детали с днищем переменной толщины, причем отражающая поверхность выполнена в средней части днища, имеющей большую толщину.
30 Непосредственными причинами, вытекающими из данного отличия предлагаемого изобретения, которые приводят к указанному результату, являются:

а) более однородный и равномерный контакт оптической поверхности зеркала при его полировке с обрабатывающим инструментом (полировальником);

б) исключение из процесса полировки периферии корпуса, т.е.
5 стенок стакана со стороны его днища.

Другим отличием многослойного пьезокерамического деформируемого биморфного зеркала является то, что для увеличения простоты и удобства его конструкции смежные пьезопластины сопряжены между собой через общий для них электрод. По сути дела, в данном
10 случае, вместо двух электродов двух различных смежных пьезопластин имеется один единственный электрод, расположенный в месте соединения этих пластин.

Следующим отличием предлагаемого изобретения является то, что полость его корпуса заполнена эластичным герметиком. Снижение
15 трудоемкости формирования оптической поверхности зеркала и повышение качества ее исходной формы достигается благодаря демпфированию эластичным герметиком давления полировальника на отражающую пластину зеркала в процессе полировки последнего, за счет чего обеспечивается более однородный и равномерный контакт
20 оптической поверхности зеркала с полировальником. Стабильность исходной отражающей поверхности зеркала, а также увеличение его прочности и надежности достигаются благодаря демпфированию эластичным герметиком внешних ударных, вибрационных и иных нагрузок, действующих на корпус зеркала в процессе его эксплуатации.
25 Надежность зеркала также повышается благодаря тому, что герметик защищает внутреннее устройство зеркала от непосредственного повреждения. Помимо этого, использование эластичного герметика способствует возврату днища стакана в исходное положение. Таким образом, данное изобретение соответствует условиям патентоспособности
30 новизна (N), изобретательский уровень (IS) и промышленная применимость (IA).

Указанные преимущества изобретения будут понятны из нижеследующего описания конструкции и прилагаемого чертежа.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ.

На фиг.1 показан общий вид многослойного пьезокерамического деформируемого биморфного зеркала.

ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЫЙ ВАРИАНТ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ.

Пьезокерамическое деформируемое биморфное зеркало содержит корпус 1 в виде единой детали - стакана с крышкой 2 и отражающей поверхностью 3 на внешней поверхности дна корпуса 1. При этом средняя часть дна имеет большую по сравнению с периферийной частью толщину. На внутренней поверхности дна в пределах отражающей поверхности укреплен пьезокерамический элемент, состоящий из нескольких (трех, как показано на фиг. 1 и более) последовательно расположенных параллельно внутренней поверхности дна стакана пьезокерамических пластин 4 со сплошными управляющими электродами 5 на противоположных сторонах пластин. Векторы поляризации 6 смежных пластин 4, как показано на фиг. 1, направлены в противоположные стороны. Одноименные электроды 5 соединены проводниками 7 и подключены проводами 8 к электрическому разъему 9. Полость корпуса 1 может быть заполнена герметиком 10. Как показано на фиг.1 смежные пластины 4 соединены между собой через общие для них электроды 5. Дно корпуса 1 может быть выполнено охлаждаемым (на фиг.1 этот вариант не показан).

Многослойное пьезоэлектрическое деформируемое биморфное зеркало работает следующим образом. Через электрический разъем 9 к каждой пьезопластине 4 прикладывается управляющее напряжение. Следовательно, за счет обратного поперечного пьезоэлектрического эффекта все пьезопластины 4 будут деформироваться. Причем эти деформации будут одинаковыми для всех пьезопластин 4, в силу их выбранной ориентации и указанного соединения электродов 5. Иными словами, трехслойная (и, следовательно, многослойная) пьезоструктура будет деформироваться как единое целое, то есть как монолитная

пъезопластина эквивалентной толщины. Таким образом, при выбранной ориентации пьезопластин 4 и указанном соединении их электродов 5 многослойная пьезоструктура эквивалентна монолитной пьезопластине.

Имея это ввиду, легко понять, что соединение "днище корпуса 1 -
5 многослойная пьезоструктура" эквивалентно соединению двух монолитных пластин: отражающей и пьезокерамической. Такое соединение, как известно (см. напр., Kokorowski S.A. Analysis of adaptive optical elements made from piezoelectric bimorphs. - J. Opt. Soc. Am., 1979, v.69, N 1, p. 181-187), является полупассивной биморфной структурой.
10 Следовательно, при подаче электрического напряжения на пьезокерамику отражающая поверхность 3 зеркала будет деформироваться определенным образом, а именно прогибаться за счет возникновения изгибающего момента в биморфной структуре. При этом, в соответствии с проведенным выше рассмотрением за счет сочетания всех указанных отличительных
15 признаков описанное техническое решение обеспечивает гарантированное существенное увеличение амплитуды управляемых перемещений оптической поверхности зеркала.

Поскольку чувствительность деформируемого зеркала есть отношение величины деформаций его отражающей поверхности к
20 приложенному управляющему напряжению, то из приведенного рассмотрения ясно, что в предлагаемом многослойном биморфном зеркале сочетание всех отличительных признаков, характеризующих выполнение корпуса и пьезоэлектрического элемента, также обеспечивает гарантированное значительное увеличение чувствительности по
25 сравнению с известными аналогами и прототипом. Очевидно, в случае использования в конструкции биморфного зеркала не трех, а более пьезоэлектрических пластин 4, а также в случае многослойного пьезоэлемента все приведенные рассуждения сохраняют свою справедливость при условии указанных выше ориентации всех
30 пьезопластин 4, соединения их электродов 5, выполнения корпуса 1.

Наибольшая простота и удобство конструкции предлагаемого изобретения достигаются в том случае, когда смежные пьезопластины

сопряжены между собой через общий для них электрод. Действительно, в этом случае многослойный пьезоэлемент может быть образован не простым соединением отдельных пьезопластин с нанесенными на обе стороны электродами, а, например, спеканием по платине тонких пьезоэлектрических пленок. При этом сами пьезопленки не имеют управляющих электродов, а их роль играют платиновые прокладки. Кроме того, при спекании одновременно проводится термообработка пьезопленок, за счет чего они превращаются в жесткие (но тонкие) пьезопластины. Таким образом, в итоге, пьезопластины в многослойном пьезоэлементе оказываются сопряженными через общий для них электрод.

Выше уже были отмечены преимущества, которые обеспечивает использование эластичного герметика, заполняющего внутреннюю полость корпуса зеркала. Остается добавить, что при заполнении жидким герметиком полости корпуса и его последующем высыхании происходит его адгезия к стенкам корпуса и поверхности пьезоэлемента. Таким образом, герметик играет роль своеобразной пружины, возвращающей отражающую пластину (днище корпуса) в исходное положение при любых нагрузках, действующих на нее в процессе изготовления или эксплуатации зеркала.

Необходимо отметить, что по аналогии с прототипом отражающая пластина (днище корпуса) может быть выполнена охлаждаемой. Например, она может содержать каналы охлаждения для пропускания воды или любого иного хладагента, расположенные непосредственно под отражающей поверхностью 3 зеркала.

Немаловажным достоинством предлагаемого устройства многослойного биморфного зеркала является возможность уменьшения толщины отдельных пьезопластин 4 с целью понижения величины управляющего напряжения (без снижения амплитуды полезных деформаций отражающей поверхности) и, следовательно, еще большего повышения чувствительности. Действительно, для существующих аналогов и прототипа толщина одной пьезопластины ограничена снизу,

так как ее жесткость должна быть достаточна для максимального изгиба отражающей пластины. В свою очередь, общая толщина биморфной структуры также ограничена снизу, поскольку ее жесткость должна обеспечивать возможность оптического формообразования и полировки
5 зеркала. Таким образом, для имеющихся аналогов и прототипа существует минимально допустимая толщина пьезопластины, при которой возможно создание эффективного деформируемого биморфного зеркала.

Из приведенного выше описания ясно, что для предлагаемого
10 многослойного биморфного зеркала какого-либо ограничения минимальной толщины отдельных пьезопластин 4 не существует. Очевидно, в этом случае возможный недостаток жесткости пьезоструктуры в целом легко компенсируется увеличением количества пьезоэлектрических пластин 4. Таким образом, предлагаемое устройство
15 обеспечивает возможность создания низковольтных высокочувствительных одноканальных деформируемых биморфных зеркал с высокой амплитудой управляемых перемещений оптической поверхности.

ПРОМЫШЛЕННАЯ ПРИМЕНИМОСТЬ.

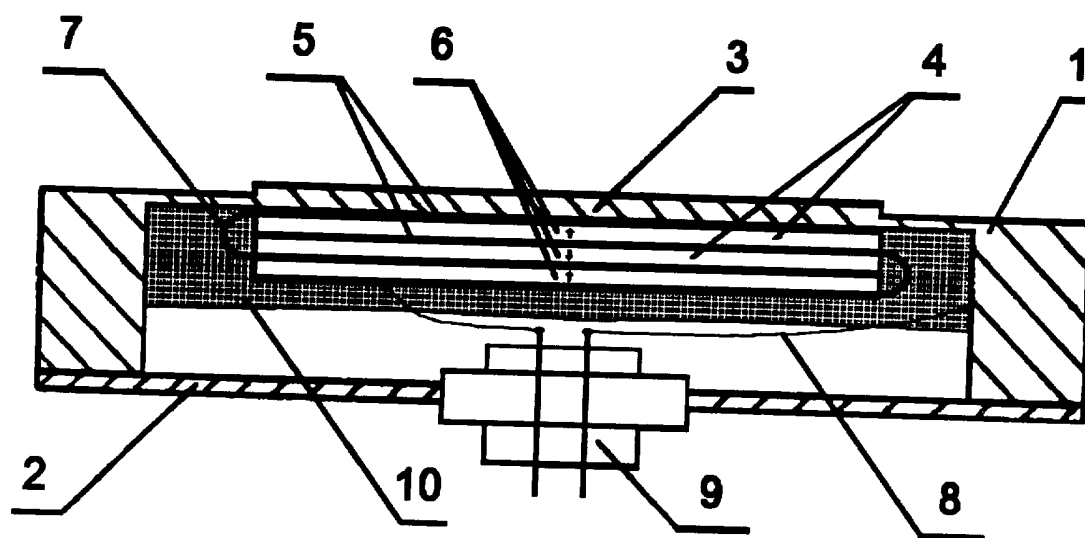
20 Изобретение может быть реализовано на стандартном промышленном оборудовании с использованием известных материалов и технологических операций. Используемые в конструкции зеркала пьезоэлектрические пластины также являются стандартной промышленной продукцией.

25 Практически, изобретение может быть использовано в любых оптических системах для выполнения динамической коррекции (компенсации) осесимметричных искажений оптических пучков с высокой точностью, например в технологических лазерных установках с "летающей" оптикой с целью получения равномерного качества сварного
30 шва во всем рабочем поле комплекса.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ.

1. Многослойное пьезоэлектрическое деформируемое биморфное зеркало, содержащее корпус в виде стакана с крышкой и отражающей поверхностью на внешней стороне дна стакана, и пьезоэлектрический элемент, закрепленный на внутренней поверхности дна стакана, не выходя за пределы отражающей поверхности, отличающееся тем, что пьезоэлектрический элемент выполнен из последовательно расположенных параллельно внутренней поверхности дна стакана по крайней мере двух пьезопластин с электродами на их противоположных сторонах, электроды выполнены сплошными, векторы поляризации смежных пьезопластин направлены в противоположные стороны, а их одноименные электроды электрически связаны между собой, при этом стакан выполнен в виде единой детали с дном переменной толщины, причем отражающая поверхность выполнена в средней части дна, имеющей большую толщину.
2. Зеркало по п.1, отличающееся тем, дно стакана выполнено охлаждаемым.
3. Зеркало по п.1 или 2, отличающееся тем, что смежные пьезопластины сопряжены между собой через общий для них электрод.
4. Зеркало по любому из п.п. 1-3, отличающееся тем, что полость корпуса заполнена эластичным герметиком.

МНОГОСЛОЙНОЕ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ
ДЕФОРМИРУЕМОЕ БИМОРФНОЕ ЗЕРКАЛО



Фиг. 1.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/RU96/00053

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC⁶ : G02B 5/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC⁶ : G02B 5/00, 5/08, 5/10, 7/18, 26/06 - 26/10, G02F 1/00, 1/01

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US, A, 4298247 (QUANTEL S.A.), 3 November 1981 (03.11.81)	1,3
A	US, A, 4589740 (OFFICE NATIONAL D'ETUDES ET DE RECHERCHE AEROSPATIALES (ONERA)), 20 April 1986 (20.04.86)	1,3
A	US, A, 4915492 (THEODOR A.TOTH), 10 April 1990 (10.04.90)	1-4
A	US, A, 4969726 (NORTHROP CORPORATION), 13 November 1990 (13.11.90)	1



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

04 April 1996 (04.04.96)

Date of mailing of the international search report

09 April 1996 (09.04.96)

Name and mailing address of the ISA/

RU

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Международная заявка №
PCT/RU 96/00053

А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:

G02B 5/10

Согласно международной патентной классификации (МПК-6)

В. ОБЛАСТИ ПОИСКА:

Проверенный минимум документации (система классификации и индексы) МПК-6

G02B 5/00, 5/08, 5/10, 7/18, 26/06 - 26/10, G02F 1/00, 1/01

Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в поисковые подборки:

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

С. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ

Категория	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
A	US, A, 4298247 (QUANTEL S.A.), 3 ноября 1981 (03.11.81)	1,3
A	US, A, 4589740 (OFFICE NATIONAL d'ETUDES ET DE RECHERCHE AEROSPATIALES (ONERA)), 20 мая 1986 (20.04.86)	1,3
A	US, A, 4915492 (THEODOR A.TOTH), 10 апреля 1990 (10.04.90)	1-4
A	US, A, 4969726 (NORTHROP CORPORATION), 13 ноября 1990 (13.11.90)	1

☐ последующие документы указаны в продолжении графы С.

☐ данные о патентах-аналогах указаны в приложении

* Особые категории ссылочных документов:

"А" документ, определяющий общий уровень техники

"Е" более ранний документ, но опубликованный на дату международной подачи или после нее

"О" документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.

"Р" документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета

"Т" более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения

"Х" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну и изобретательский уровень

"У" документ, порочащий изобретательский уровень в сочетании с одним или несколькими документами той же категории

"&" документ, являющийся патентом-аналогом

Дата действительного завершения международного поиска
04 апреля 1996 (04.04.96)

Дата отправки настоящего отчета о международном поиске
09 апреля 1996 (09.04.96)

Наименование и адрес Международного поискового органа:
Всероссийский научно-исследовательский институт
институт государственной патентной экспертизы,
Россия, 121858, Москва, Бережковская наб., 30-1
Факс: 243-3337, телетайп: 114818 ПОДАЧА

Уполномоченное лицо:

Е.Андрейченко

Телефон №: (095)240-5888