



УКРАЇНА

(19) UA (11) 15667 (13) C1

(51) G 01 C 5/02, 15/10

ДЕРЖАВНЕ
ПАТЕНТНЕ
ВІДМОВСТВООПИС ДО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІД(54) ОПТИЧНИЙ РІДИННИЙ КОМПЕНСАТОР І СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ ОПТИЧНОГО
РІДИННОГО КОМПЕНСАТОРА

1

(20) 94321828, 03.05.93

(21) 4834575/SU

(22) 08.06.90

(24) 30.06.97

(46) 30.06.97, Бюл. № 3

(56) 1. Кочетов Ф.Г. Нивелиры с компенсаторами. М., "Недра", 1985, с. 55-56.

2. Авторское свидетельство СССР № 1500635, кл. G 03 C 17/36, 1989.

3. Авторское свидетельство СССР № 109177, кл. G 01 C 05/02, 1956.

4. Зубаков В.Г. и др. Технология оптических деталей. М., "Машиностроение", 1985, с. 194-200 (прототип).

(72) Бурачек Всеволод Германович, Боровий Валентин Олександрович, Крячок Сергій Дмитрович

(73) Боровий Валентин Олександрович (UA)

(57) 1. Оптический жидкостный компенсатор, содержащий корпус, две частично заполненные прозрачной жидкостью компенсационные камеры, выполненные в виде верхней, средней и нижней горизонтальных прозрачных плоскопараллельных пластин и двух оптических соединительных элементов, последовательно закрепленных между плоскопараллельными пластинами, отличающийся тем, что плоскости главных сечений остаточных клиньев средней и нижней плоскопараллельных пластин развернуты в горизонтальной плоскости на 180° относительно плоскости главного сечения остаточного клина верхней плоскопараллельной пластины, при этом величины остаточных клиньев всех плоскопараллельных пластин равны между собой, верхние поверхности верхней и нижней плоскопараллельных пластин и нижняя поверхность средней плоскопараллельной пластины параллельны между собой, а показатель преломления плоскопараллельных пластин равен показателю преломления прозрачной жидкости.

2

2. Способ изготовления оптического жидкостного компенсатора, включающий обработку поверхностей трех плоскопараллельных пластин и двух оптических соединительных элементов, при которой производят грубое и тонкое шлифование с последующим полированием каждой из поверхностей, закрепление соответствующих соединительных элементов между верхней и средней, а также средней и нижней плоскопараллельными пластинами и частичное заполнение пространства между плоскопараллельными пластинами прозрачной жидкостью, отличающийся тем, что плоскопараллельные пластины обрабатывают одновременно, закрепив их на одном основании, после обработки, перед снятием пластин с основания, на каждой из них маркируют двумя метками ориентирную прямую, проходящую через центр пластины и параллельную ориентирным прямым на других пластинах, а при закреплении соединительных элементов располагают ориентирные прямые в одной вертикальной плоскости с разворотом средней и нижней плоскопараллельных пластин на 180° относительно верхней.

3. Способ по п. 2, отличающийся тем, что каждый оптический соединительный элемент выполняют в виде трех отдельных опор с размером поперечного сечения меньшим размером поперечного сечения плоскопараллельных пластин, при обработке поверхностей размещают опоры на одном основании в непосредственной близости друг от друга, а при их закреплении между соответствующими плоскопараллельными пластинами устанавливают опоры в вершинах треугольника, расположенных на краевых точках одной из плоскопараллельных пластин.

(19) UA (11) 15667 (13) C1

Изобретение относится к геодезическому приборостроению и может быть использовано в оптических, например, геодезических или астрономических приборах для сохранения постоянства положения луча при наклонах корпуса прибора.

Известен оптический жидкостной компенсатор со сфероидальной поверхностью раздела сред [1].

Он содержит ампулу, образованную цилиндрическими стенками, дно которой выполнено в виде плоскопараллельной пластины, а крышка имеет сферическую форму. Ампула заполнена прозрачной жидкостью, образующей плосковогнутую линзу, ограниченную сверху поверхностью газового пузырька.

Известен способ изготовления плоскопараллельных пластин, например, заготовок зеркал, включающий шлифовку и полировку заготовки [2].

Недостатком известного устройства является клиновидность плоскопараллельной пластины (непараллельность ее исполнительных поверхностей), которая вносится при ее изготовлении, что приводит к недокомпенсации визирного луча.

Наиболее близким аналогом по технической сущности и достигаемому результату при его использовании и принятым за прототип является оптический жидкостной компенсатор типа "Оптический клин" [3]. Он включает корпус, внутри которого расположены один или несколько резервуаров. Эти резервуары образованы прозрачными перегородками — плоскопараллельными оптическими пластинами, соединенными между собой прокладками — конструктивными элементами.

Резервуары частично заполняются прозрачной жидкостью.

Известен способ изготовления оптического жидкостного компенсатора, выбранный в качестве прототипа способа, заключающийся в одновременной обработке поверхностей нескольких оптических деталей, например, плоскопараллельных пластин, включающий грубое и тонкое шлифование, а, затем полирование исполнительных поверхностей [4].

Недостаток известного устройства и способа заключается в том, что они не обеспечивают высокую точность компенсации отклонения визирной оси от вертикали. Это объясняется наличием остаточной клиновидности перегородок — прозрачных плоскопараллельных пластин и дополнительной клиновидностью (непараллельностью) поверхности жидкости и следующей (по ходу луча света) входной поверхностью

прозрачной плоскопараллельной пластиной в каждом резервуаре, вызванный различной высотой прокладок — конструктивных элементов.

Таким образом, в основу изобретения положена задача создания более точного компенсатора.

Поставленная задача достигается тем, что в оптическом жидкостном компенсаторе, содержащем корпус, две частично заполненные прозрачной жидкостью компенсационные камеры, выполненные в виде верхней, средней и нижней горизонтальных прозрачных плоскопараллельных пластин и двух оптических соединительных элементов, последовательно закрепленных между плоскопараллельными пластинами. Согласно настоящему изобретению плоскости главных сечений остаточных клиньев средней и нижней плоскопараллельных пластин развернуты в горизонтальной плоскости на 180° относительно плоскости главного сечения остаточного клина верхней плоскопараллельной пластины, при этом величины остаточных клиньев всех плоскопараллельных пластин равны между собой, верхние поверхности верхней и нижней плоскопараллельных пластин и нижняя поверхность средней плоскопараллельной пластины параллельны между собой, а показатель преломления плоскопараллельных пластин равен показателю преломления прозрачной жидкости.

Поставленная задача достигается также тем, что в способе изготовления оптического жидкостного компенсатора, включающем обработку поверхностей трех плоскопараллельных пластин и двух оптических соединительных элементов, при которой производят грубое и тонкое шлифование с последующим полированием каждой из поверхностей, закрепление соответствующих соединительных элементов между верхней и средней, а также средней и нижней плоскопараллельными пластинами и частичное заполнение пространства между плоскопараллельными пластинами прозрачной жидкостью, согласно настоящему изобретению, плоскопараллельные пластины обрабатывают одновременно, закрепив их на одном основании, после обработки, перед снятием пластин с основания, на каждой из них маркируют двумя метками ориентирную прямую, проходящую через центр пластин и параллельную ориентирным прямым на других пластинах, а при закреплении соединительных элементов располагают ориентирные прямые в одной вертикальной плоскости с разворотом средней и нижней плоскопараллельных пластин на 180° отно-

сительно верхней. При этом оптический соединительный элемент выполняют в виде трех отдельных опор с размером поперечного сечения, меньшим размера поперечного сечения плоскопараллельных пластин, при обработке поверхностей размещают опоры на одном основании в непосредственной близости друг от друга, а при их закреплении между соответствующими плоскопараллельными пластинами, устанавливают опоры в вершинах равностороннего треугольника, расположенных на краевых точках одной из плоскопараллельных пластин.

Именно определение местоположения и закрепление на прозрачных плоскопараллельных пластинах меток, характеризующих равный разворот главных сечений остаточных клиньев для трех плоскопараллельных пластин относительно меток позволяет, согласно устройству оптического жидкостного компенсатора, осуществить разворот на 180° плоскостей остаточных клиньев двух нижних плоскопараллельных пластин относительно плоскости главного сечения остаточного клина верхней пластины. Кроме того, решению поставленной задачи способствует также изготовление конструктивных оптических элементов с размером поперечного сечения меньшим диаметра плоскопараллельных пластин, например, столбиков и обработке их поверхностей при минимальном сближении, а при изготовлении компенсатора — разнесение их на максимальное расстояние в пределах размера плоскопараллельных пластин, что позволяет, согласно устройству компенсатора, установить эти пластины так, чтобы верхние поверхности верхней и нижней плоскопараллельных пластин и нижняя поверхность средней плоскопараллельной пластины были параллельны между собой. Это позволяет сделать вывод, что заявляемые технические решения связаны между собой единым изобретательским замыслом.

Сравнение заявляемых технических решений с прототипом позволило установить соответствие их критерию "новизна". При изучении других известных технических решений в данной отрасли техники, признаки, отличающие заявляемые изобретения от прототипа, не были выявлены и благодаря им достигается новый положительный эффект, выраженный в повышении точности компенсации отклонения визирной оси от вертикали. Повышение точности компенсации достигается за счет устранения влияния на прохождение луча света через компенсатор остаточной клиновидности плоскопараллельных пластин благодаря предлагаемой ориентации их остаточных

клиньев по меткам, нанесенным при изготовлении пластин, а также устранению дополнительной клиновидности при заполнении компенсатора прозрачной жидкостью, возникающей между поверхностью жидкости и верхней исполнительной поверхностью плоскопараллельной пластины, на которую налита жидкость, благодаря тому, что верхние поверхности верхней и нижней плоскопараллельных пластин и нижняя поверхность средней плоскопараллельной пластины параллельны между собой, что гарантирует заявляемый способ изготовления такого узла компенсатора, как конструктивные оптические элементы.

На фиг. 1 изображен общий вид заявляемого устройства, когда входная грань оптического жидкостного компенсатора занимает горизонтальное положение; на фиг. 2 — при наклоне жидкостного компенсатора на α ; на фиг. 3 — определение базисных направлений и закрепление их метками при изготовлении прозрачных плоскопараллельных пластин; на фиг. 4 — расположение конструктивных элементов (столбиков) на поверхности приспособления для их крепления; на фиг. 5 — расположение конструктивных элементов на поверхности прозрачных плоскопараллельных пластин при сборке компенсатора; на фиг. 6 — кондуктор для сборки жидкостного компенсатора по меткам.

Жидкостной оптический компенсатор содержит корпус 1 из двух колец, коэффициент линейного расширения которых и прозрачных плоскопараллельных пластин 2, 3 и 4 равны между собой, конструктивные элементы — столбики 5, прозрачную жидкость 6 и 7 с тем же показателем преломления, что и пластины, метки 8 нанесенные по краю исполнительных поверхностей пластин 2, 3 и 4. Для упрощения рисунка метки 8 совпадают с основаниями остаточных клиньев пластин 2, 3, 4.

Устройство работает следующим образом.

Пусть (фиг. 1) входная грань прозрачной пластины 2 занимает горизонтальное положение. Отвесный луч света S, пройдя главное сечение ее остаточного клина, изменит свое направление к основанию клина на величину:

$$\gamma = (n - 1) G \quad (1)$$

где n — показатель преломления вещества плоскопараллельной пластины;

G — величина остаточного клина в угловой мере.

Поверхность жидкости 6 и выходная грань пластины 3, благодаря равной высоте

столбиков 5, будут параллельны и представляют собою однородную в оптическом отношении плоскопараллельную пластину, так как жидкость 6 и пластина 3 имеют одинаковый показатель преломления n . Поэтому луч света S , пройдя ее, не изменит своего направления. Поверхность жидкости 7 и выходная грань прозрачной пластины 4 образуют эквивалентный остаточный клин с основанием, развернутым на 180° по отношению к остаточному клину верхней пластины 2 и величиной так же G , благодаря равной высоте столбиков 5, этому луч света S будет преломлен эквивалентным клином на ту же величину $\gamma = (n - 1) G$, но в противоположную, чем верхний клин, сторону. Поэтому луч света после выхода из оптического жидкостного компенсатора остается в итоге вертикальным.

При наклоне корпуса 1 компенсатора на угол α (фиг. 2) луч света S , направленный перпендикулярно к входной грани прозрачной пластины 2, после прохождения через главное сечение остаточного клина первой прозрачной пластины, изменит свое направление на величину $\gamma_1 = (n - 1) G$ к основанию клина. Поверхность жидкости 6 и нижняя грань прозрачной пластины 3 образуют эквивалентный клин с углом α и основанием, развернутым на 180° относительно клина верхней пластины 2, пройдя который луч света S отклонится на величину $\gamma_2 = -(n - 1) \alpha$ к его основанию.

Поверхность жидкости 7 и выходная грань прозрачной пластинки 4 составляют эквивалентный клин величиной $\gamma + G$, поэтому луч света S отклонится им на величину $\gamma_3 = -(n - 1)(\alpha + G)$ в том же направлении, что и через средний эквивалентный клин.

Тогда луч света S , выйдя из оптического жидкостного компенсатора отклонится на величину:

$$\begin{aligned} \gamma \delta_1 &= \gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 = (n - 1) G - \\ &- (n - 1) \alpha - (n - 1)(\alpha + G) = \\ &= -(n - 1) 2\alpha \end{aligned} \quad (2)$$

Чтобы световой луч, пройдя оптический жидкостной компенсатор, занял отвесное положение, необходимо выполнение следующего условия:

$$\gamma_0 \delta = -\alpha \quad (3)$$

Тогда $\gamma \delta_0 = -(n - 1) 2\alpha = -\alpha$, откуда $n = 1,5$. Показатель преломления прозрачной жидкости и прозрачных плоскопараллельных пластин равен 1,5.

Способ изготовления оптического жидкостного компенсатора, основанный на одновременной обработке поверхностей оптических деталей, включает основные этапы изготовления прозрачных плоскопа-

раллельных пластин и конструктивных элементов, например, столбиков и включает:

- 5 - одновременное, с одной установки (посредством сборки в блок заготовок) грубое шлифование первой исполнительной поверхности, контроль;
- 10 - разборка блока, промывка;
- 10 - сборка блоков заготовок;
- 10 - грубое шлифование второй исполнительной поверхности, контроль;
- 10 - разборка блока, промывка;
- 10 - сборка заготовок в столбик;
- 15 - обработка по диаметру, контроль;
- 15 - разборка столбиков, промывка, контроль;
- 15 - фасетирование, промывка, контроль;
- 15 - сборка блока;
- 15 - тонкое шлифование первой исполнительной поверхности, промывка, контроль;
- 20 - полирование первой исполнительной поверхности, промывка, контроль, защита;
- 20 - разборка блока, промывка, контроль;
- 20 - сборка блока;
- 25 - тонкое шлифование второй исполнительной поверхности, промывка, контроль;
- 25 - полирование второй исполнительной поверхности, промывка, контроль, защита;
- 25 - нанесение на торцевой поверхности меток, характеризующих одинаковую ориентацию плоскопараллельных пластин относительно выбранного базисного направления в плоскости обработки (для конструктивных элементов-столбиков эта операция отсутствует);
- 30 - разборка блока, промывка, контроль.
- 35 - Плоскости главных сечений (фиг. 3), равных по величине остаточных клиньев АОВСД прозрачных плоскопараллельных пластин 4, 2, 3, находящихся на стеклянном приспособлении 9 (для оптического контакта), ориентированы параллельно друг друга в направлении, противоположном направлению остаточного клина 10 стеклянного приспособления 9.

Сразу же после операции полирования второй исполнительной поверхности, еще не нарушив оптический контакт пластин и стеклянного приспособления, наносят на верхних исполнительных поверхностях плоскопараллельных пластин 2, 3, 4 метки 8, относительно которых плоскости главных сечений АОВСД остаточных клиньев всех трех плоскопараллельных прозрачных пластин развернуты на равные углы β в плоскости обработки.

Конструктивные оптические элементы (например, столбики), соединяющие

прозрачные плоскопараллельные пластины между собой и имеющие размер поперечного сечения в несколько раз меньший диаметра плоскопараллельных пластин, обрабатывают по технологии обработки плоскопараллельных пластин, приведенной выше. При этом, при сборке блока для проведения операции шлифования и полирования второй исполнительной поверхности, эти конструктивные элементы 5 минимально сближают друг с другом на поверхности контактного приспособления 9 и закрепляются на нем посредством оптического контакта (фиг. 4). Размещение столбиков идет группами по три.

Так как поперечное сечение конструктивных элементов (например, столбиков) в несколько раз меньше диаметра плоскопараллельных пластин, равного внешнему диаметру прокладок - конструктивных элементов прототипа, то при минимальном сближении столбиков (как показано на фиг. 4) разница в их высотах будет меньше после обработки чем у кольцевидных прокладок.

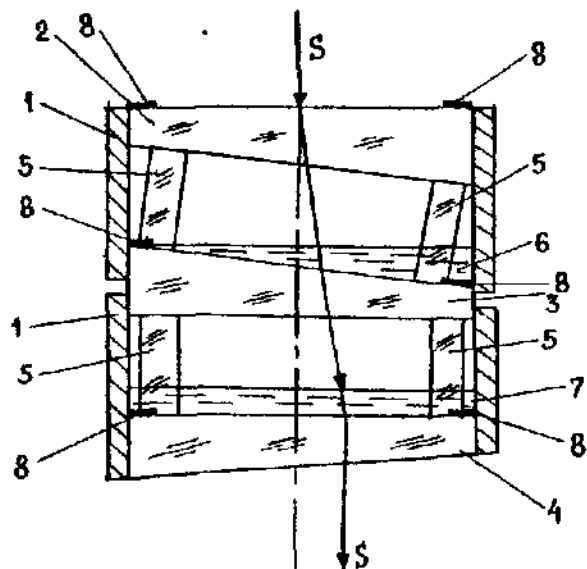
При сборке оптического жидкостного конденсатора конструктивные элементы (например, столбики) разносят на максимальное возможное расстояние друг от друга в пределах размера прозрачных плоскопараллельных пластин. На фиг. 5

столбики 5 с диаметром d разнесены на расстояние S друг от друга в пределах плоскопараллельной пластины 4 с диаметром D .

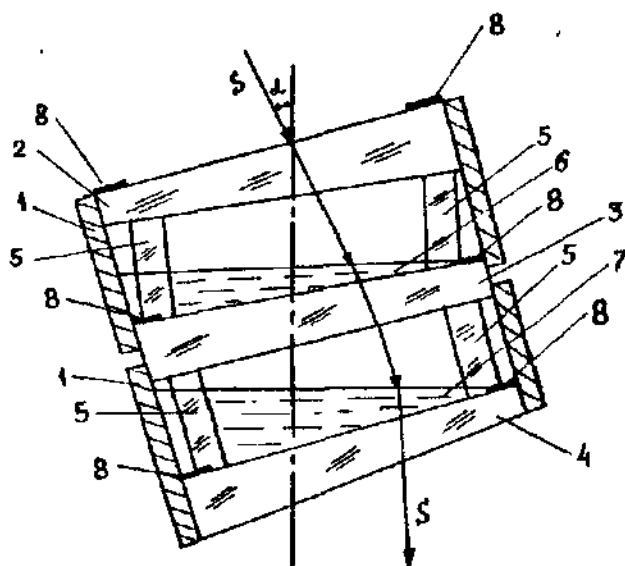
5 Следует отметить, что на данной плоскопараллельной пластине размещены те три конструктивных элемента (например, столбики), которые составляют отдельную тройку при обработке.

10 Разнесение конструктивных элементов (например, столбиков) на расстояние S (фиг. 5) позволяет уменьшить эффект от их различной высоты, приводящей к непараллельности нижней и верхней плоскопараллельных пластин, соединяемых этими элементами.

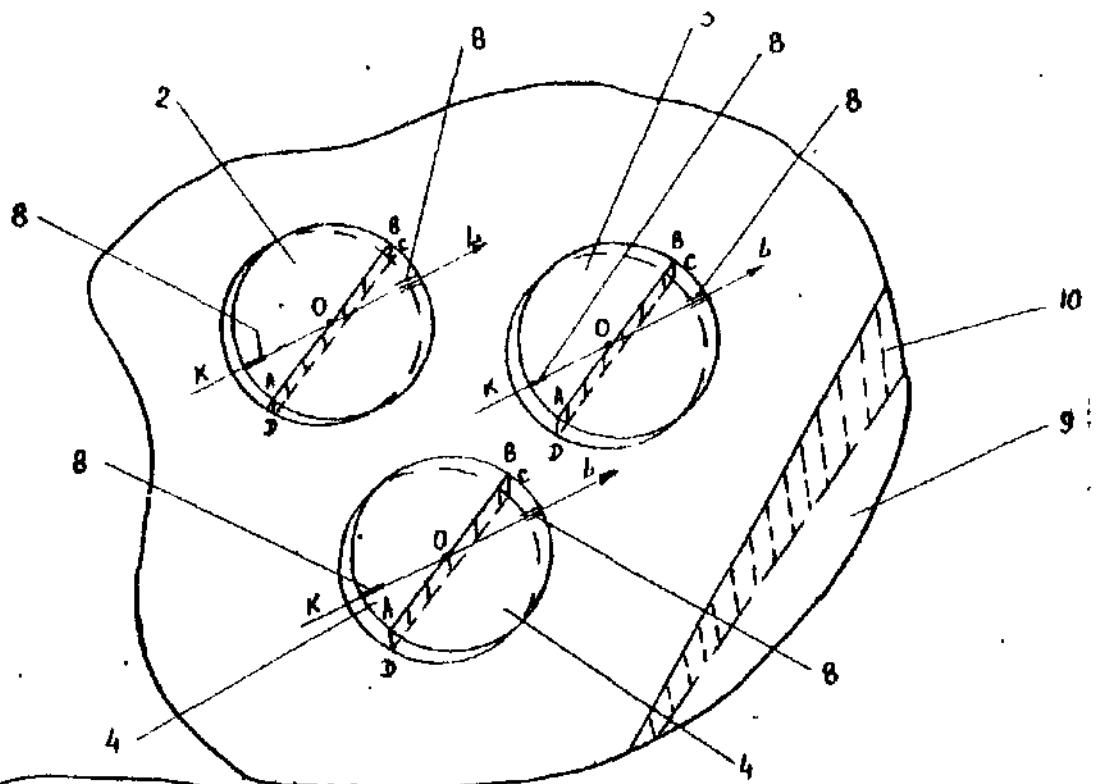
Для ориентации по меткам 8 (фиг. 6) главных сечений остаточных клиньев двух нижних плоскопараллельных стеклянных пластин 4 и 3 на 180° относительно остаточного клина верхней пластины 2 применить кондуктор 11. Он состоит из двух колец 12, с внутренним диаметром, достаточным для свободного опускания плоскопараллельных пластин 2, 3, 4. Кольца 12 скреплены между собой при помощи четырех взаимно перпендикулярных ребер жесткости 13, из которых две диаметрально противоположные имеют по визиру 14 для совмещения меток 8 в одной плоскости.



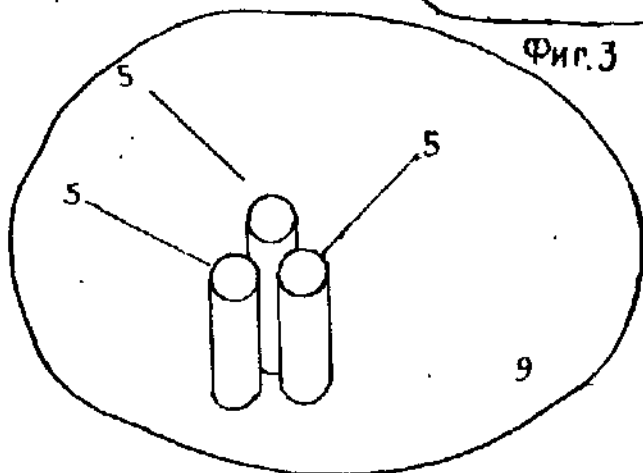
Фиг. 1



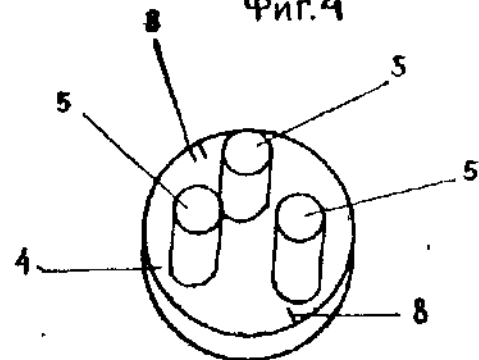
Фиг. 2



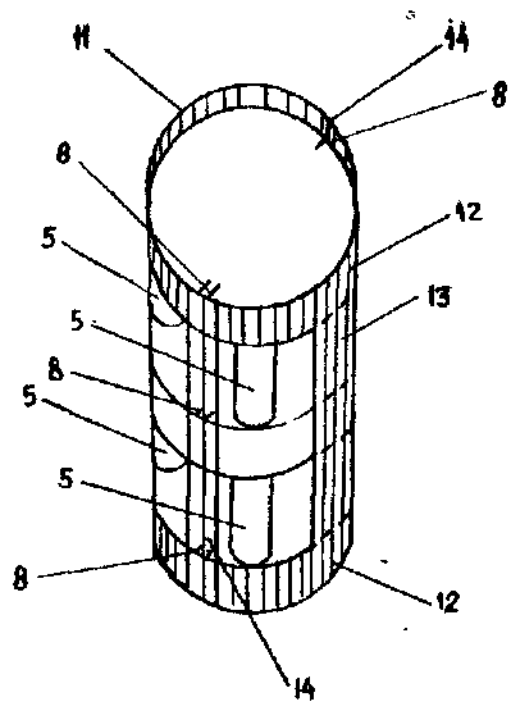
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6

Упорядник

Техред М.Моргентал

Коректор М. Керецман

Замовлення 4195

Тираж

Підписне

Державне патентне відомство України,
254655, ГСП, Київ-53, Львівська пл., 8

Відкрите акціонерне товариство "Патент", м. Ужгород, вул.Гагаріна, 101