



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 232 111** <sup>(13)</sup> **C2**  
(51) МПК<sup>7</sup> **B 64 G 1/22, 1/44, 1/40**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

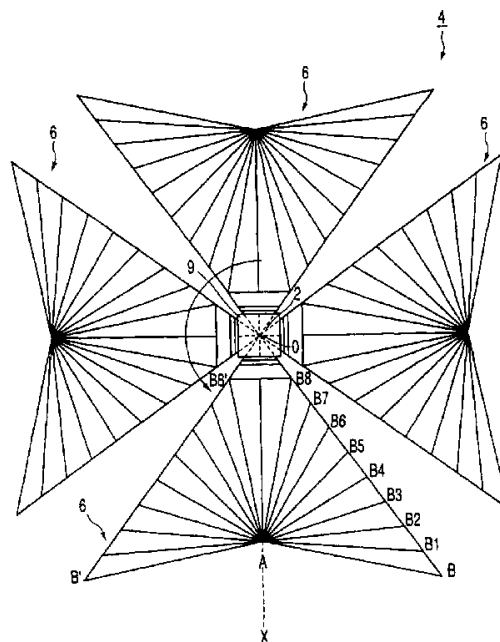
(21), (22) Заявка: 2002101323/11, 09.01.2002  
(24) Дата начала действия патента:  
09.01.2002ii.1-17  
(30) Приоритет: 16.07.2001 JP 2001-215823  
(43) Дата публикации заявки: 27.09.2003  
(46) Дата публикации: 10.07.2004  
(56) Ссылки: RU 2053941 C1, 10.02.1996. SU  
1758988 A1, 20.08.1995. SU 1815925 A1,  
30.04.1995. US 5527001 A, 18.06.1996. FR  
2152364 A, 27.04.1973.  
(98) Адрес для переписки:  
129010, Москва, ул. Б.Спасская, 25, стр.3,  
ООО "Юридическая фирма Городисский и  
Партнеры", пат.пов. Ю.Д. Кузнецову

(72) Изобретатель: КАВАГУТИ Дзунитиро (JP)  
(73) Патентообладатель:  
ДЗЕ ДАЙРЕКТОР-ДЖЕНЕРАЛ ОФ ДЗЕ  
ИНСТИТЬЮТ ОФ СПЕЙС ЭНД  
АСТРОНОТИКАЛ САЙЕНС (JP)  
(74) Патентный поверенный:  
Кузнецов Юрий Дмитриевич

(54) МЕМБРАННАЯ КОСМИЧЕСКАЯ КОНСТРУКЦИЯ И СПОСОБ ЕЕ РАЗВЕРТЫВАНИЯ И РАСКРЫТИЯ

(57) Изобретение относится к крупногабаритным конструкциям, разворачиваемым на орбите центробежными силами. Предлагаемая конструкция имеет в своем центре вращаемый корпус 2 и лепестки 6, симметрично прикрепленные к корпусу 2 с помощью множества креплений. Предусмотрены средства 9 управления для отклонения лепестков под желаемыми углами относительно корпуса. Лепестки 6 образуют парус 4, солнечную батарею или иную гибкую структуру. Каждый лепесток имеет области, симметричные средней линии, проходящей радиально от центра корпуса 2, на которые натягиваются мембраны. Смежные мембраны дискретно соединяются с помощью соединительных лент, уменьшающих влияние изгибных деформаций при раскрытии конструкции из сложенного состояния в рабочее. Центробежные силы разворачивания действуют радиально и имеют составляющие, содействующие поперечному раскрытию и расправлению мембранной поверхности. Технический результат изобретения состоит в создании большой мембранной конструкции с надежными формообразованием и стабилизацией ее рабочей конфигурации

полям центробежных сил. 2 с. и 15 з.п. ф-лы, 7 ил.



Фиг. 2



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 232 111** <sup>(13)</sup> **C2**  
 (51) Int. Cl.<sup>7</sup> **B 64 G 1/22, 1/44, 1/40**

RUSSIAN AGENCY  
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2002101323/11, 09.01.2002  
 (24) Effective date for property rights:  
09.01.2002 cl. 1-17  
 (30) Priority: 16.07.2001 JP 2001-215823  
 (43) Application published: 27.09.2003  
 (46) Date of publication: 10.07.2004  
 (98) Mail address:  
129010, Moskva, ul. B.Spasskaja, 25, str.3,  
OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij i  
Partnery", pat.pov. Ju.D. Kuznetsovu

(72) Inventor: **KAVAGUTI Dzunitiro (JP)**  
 (73) Proprietor:  
**DZE DAJREKTOR-DZhENERAL OF DZE  
INSTIT'JU T OF SPEJS EhND ASTRONOTIKAL  
SAJENS (JP)**  
 (74) Representative:  
**Kuznetsov Jurij Dmitrievich**

(54) **MEMBRANE-TYPE SPACE STRUCTURE AND METHOD OF DEPLOYMENT OF SUCH STRUCTURE**

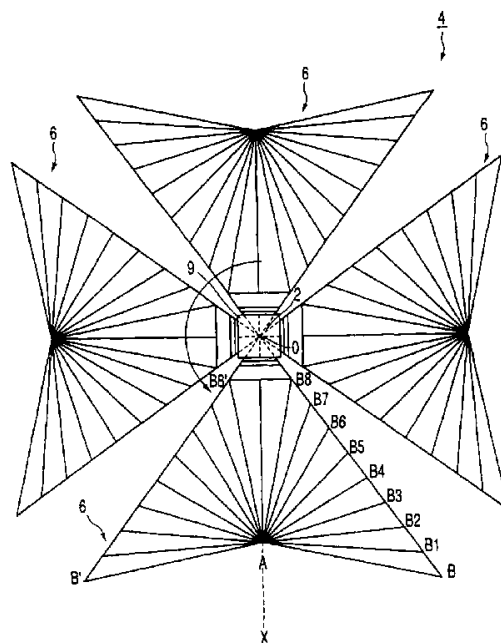
(57) Abstract:

FIELD: large-sized structures deployed in orbit by centrifugal forces.

SUBSTANCE: proposed structure has rotatable case 2 and lobes 6 symmetrically secured case 2 by means of many attachments. Provision is made for control unit 9 for deflection of lobes through desired angles relative to case. Lobes 6 form sail 4, solar battery or another flexible structure. Each lobe has areas symmetrical to center line running radially from center of case 2 on which membranes are tightened. Adjacent membranes are connected discretely by means of connecting tapes which decrease effect of bending deformation at deployment of structure. Centrifugal deployment forces act radially and have components facilitating transversal deployment and straightening of membrane surface.

EFFECT: enhanced reliability of shape forming and stability of configuration.

17 cl, 7 dwg



Фиг. 2

RU 2 232 111 C2

RU 2 232 111 C2

Настоящее описание основано на и заявляет льготное право приоритета из предшествующего японского патентного описания №2001-215823, зарегистрированного 16 июля 2001.

Настоящее изобретение относится к большой мембранной космической конструкции, устанавливаемой на космическом корабле или космическом аппарате, и к способу ее развертывания и раскрытия.

Понятие большая мембранная космическая конструкция означает большую мембранную конструкцию, предназначенную для использования в космосе, как, например, большой элемент солнечной батареи, используемый для получения энергии в космосе, или солнечный парус, или фотонный парус, используемые в космосе в качестве движущей системы.

В последние годы существовала повышенная потребность в исследованиях солнечной системы. Космический корабль, как, например, ракета, которая приводится в движение реактивной силой высокоскоростного выброса газа сгорания, может быть загружен только ограниченным количеством ракетного топлива или горючего. Следовательно, большой интерес имеет поиск новой движущей системы, которая не нуждается в ракетном топливе или горючем. Соответственно, были проведены значительные исследования по разработке большой мембранной космической конструкции, как, например, солнечного паруса, приводимого в движение отражением солнечного излучения.

Большая мембранная космическая конструкция включает парус, к которому прикрепляют мембрану. На мембрану напыляют алюминий и изготавливают отражатели. Парус развертывается и натягивается центробежной силой, обусловленной вращательным движением космического корабля или искусственного спутника вокруг собственной оси. Как показано на фиг.5, парус 14 отражает солнечное излучение на мембране и обеспечивает космическому кораблю или искусственному спутнику тягу F посредством реактивной силы, вызванной отражением света. Некоторые из больших мембранных космических конструкций практического масштаба имеют прямолинейную форму, каждая сторона которой может иметь длину от нескольких десятков метров до нескольких сотен метров или длиннее. Соответственно, мембрана настолько же велика, как и конструкция.

Вместе с тем, большая мембранная космическая конструкция передвигается в космосе, где действует сила притяжения Солнца. Так как ускорение за счет светового давления, которое действует на парус 14, намного меньше, чем сила притяжения Солнца или Земли, то конструкция перемещается, главным образом управляясь скорее силой притяжения, чем тягой F, обусловленной световым давлением. Более конкретно, как показано на фиг.6, в солнечной системе большая мембранная космическая конструкция вращается по орбите вокруг Солнца подобно планете. Вблизи Земли она может вращаться по орбите вокруг Земли как искусственный

спутник.

Тяга F, созданная парусом 14, имеет функцию ускорения или замедления орбитального движения, или приложения ускорения к космической конструкции с целью изменения орбиты. Когда большая мембранная космическая конструкция начинает орбитальное движение в космосе, то, поскольку ускорение и замедление очень малы, космическая конструкция ускоряется и замедляется постепенно.

Возвратимся к фиг.5, для которой тяга F на плоской большой мембранной космической конструкции представляется следующим уравнением:

$$F=PA(l+r)\cos\theta,$$

где A представляет площадь, P представляет световое давление солнечного излучения на единицу площади, r представляет коэффициент отражения паруса, а  $\theta$  представляет угол падения, образованный нормалью к поверхности мембраны и направлением на Солнце. Поскольку F зависит от угла поворота  $\theta$ , и если предположить, что  $\theta=0^\circ$  и  $r=1$ , что означает полное отражение, то тягу F можно представить следующим уравнением:

$$F=2PA(H/m^2).$$

Вблизи Земли световое давление P солнечного излучения очень низкое, то есть  $P=4,6 \times 10^{-6}$  Н/м<sup>2</sup>. Характеристика работы большой мембранной космической конструкции зависит от ускорения. Предположим, что парус 14 образован из мембраны с поверхностной плотностью  $\beta$  (кг/м<sup>2</sup>), тогда масса представляется выражением  $\beta A$ . Если  $\beta=0,01$  кг/м<sup>2</sup>, то ускорение  $\alpha$  представляется следующим уравнением:

$$\alpha=2P/\beta=9,2 \times 10^{-4} \text{ м/с}^2.$$

Такая величина является столь же реальной, как и ускорение, даваемое ионным или плазменным двигателем.

Ускорение большой мембранной космической конструкции возрастает с временем полета. Следовательно, чем больше полетного времени длится путешествие, тем более выгодна большая мембранная космическая конструкция по сравнению с химическим двигателем, потребляющим ракетное топливо или горючее.

Как показано на фиг.7, известный тип большой мембранной космической конструкции является прямолинейным. Большая мембранная космическая конструкция содержит четыре переключатели 32 для раскрытия паруса 30. Один конец каждой переключателя 32 поддерживается центральным корпусом 34. Корпус 34 включает полезную нагрузку и механизм для удлинения переключателей 32 (оба не показаны). Позиция большой мембранной космической конструкции может управляться вращающим моментом, генерируемым концевыми лопастями 36, прикрепленными к концам переключателей 32. Вращающий момент может генерироваться посредством смещения центра давления солнечного излучения от положения центра тяжести конструкции.

Когда парус 30 переносится в космос, мембрана соответственным образом свернута и может быть обернута вокруг структуры остова, как, например, цилиндрической трубы,

так, чтобы ее можно было компактно упаковать.

Чтобы упаковать большую мембранную космическую конструкцию, имеющую прямолинейные мембраны, предполагается, что мембраны можно свернуть и обернуть после того, как произведен огромный парус. Однако трудно и непрактично осуществлять этот способ в конструкции практического масштаба.

Кроме того, поскольку саму мембрану сворачивают и сгибают, то в мембране может создаваться остаточное напряжение и деформация. Чтобы разгладить такую складку, требуется некоторое усилие растягивания. Следовательно, сгибание является наиболее критическим фактором, который препятствует разворачиванию паруса в космосе. С другой стороны, поскольку для разворачивания паруса требуется множество сложных конструкций, разворачивание также может быть неудачным.

Кроме того, для паруса большой мембранной космической конструкции может потребоваться внешний каркас. Например, иногда предполагается, что детали рамки, как, например, удлиняемые переключатели, используются для раскрытия паруса. Так как детали рамки должны быть очень большими и жесткими, их массу невозможно легко уменьшить. Следовательно, это может привести к очень большому аппарату, требуемому для транспортировки большой мембранной космической конструкции в космос.

Кроме того, поскольку в большой мембранной космической конструкции, сделанной с единым парусом, нельзя легко управлять величиной вращающего момента, приложенного к очень большой конструкции, трудно регулировать скорость вращения космического корабля.

Настоящее изобретение было направлено на решение вышеупомянутых проблем, и его задача заключается в том, чтобы обеспечить большую мембранную космическую конструкцию и способ для ее разворачивания и раскрытия.

Для решения вышеупомянутых проблем согласно одному аспекту настоящего изобретения обеспечивают большую мембранную космическую конструкцию, установленную на космическом корабле, содержащую:

а) корпус, включающий:

множество креплений с первой воображаемой точкой поворота в центре корпуса, первый несущий элемент, который является жестким, второй несущий элемент, который имеет лучевую конструкцию, которая может быть подвешена по меньшей мере в ее средней точке, и первую оснастку, соединяющую концы первого и второго несущих элементов и корпус; и

средство управления для отклонения креплений под желательными углами относительно космического корабля, посредством их вращения относительно воображаемой средней линии, проходящей через первую точку поворота и среднюю точку второго несущего элемента как осевого элемента; и

б) парус, включающий лепестки, которые являются симметричными относительно первой точки поворота, когда их

развертывают и прикрепляют креплениями, каждый лепесток содержит:

мембраны, натянутые на первые области, симметричные относительно воображаемой средней линии и включающие первую точку поворота, вторую точку поворота, расположенную на воображаемой средней линии и отнесенную от первой точки поворота, и две точки, симметричные относительно воображаемой средней линии, мембраны, натянутые на вторые области, заданные периферийным участком первой области, лежащим напротив второй точки поворота, и множеством разделительных линий, протягивающихся от второй точки поворота до периферийного участка через произвольные интервалы; и

соединительные ленты, проходящие вдоль разделительных линий к периферическому участку, дискретно соединяющие элементы мембран друг к другу на пересечениях между разделительными линиями и множеством воображаемых линий, протягивающихся от конца второго несущего элемента к краевым участкам наиболее удаленных от центра элементов мембран, лежащих напротив первой точки поворота, соединительные ленты, обеспечивающие натяжение поперек мембран.

Согласно другому аспекту настоящего изобретения обеспечивается способ разворачивания и растягивания большой мембранной космической конструкции по п.1, в котором лепесток имеет складки в соединительных лентах и складывается так, чтобы смежные мембраны были обращены друг к другу и обернуты и упакованы вокруг корпуса, способ включает следующие этапы: вращение лепестка в заданном направлении относительно первой опорной точки;

растягивание первого лепестка радиально от корпуса посредством центробежной силы, генерированной в радиальном направлении, перпендикулярном направлению вращения лепестка, тем самым разматывая элементы мембран с корпуса посредством натяжения, генерируемого в радиальном направлении, в то время как элементы мембран сложены на соединительных линиях, и вращение крепления и лепестка относительно воображаемой средней линии под желательным углом; и

разгибание складок посредством натяжения, действующего на соединительные ленты центробежной силой и силой разворачивания в направлении вращения лепестка по окружности, генерируемой и центробежной силой, и линиями обеспечения натяжения, протягивающимися от конца второго несущего элемента под некоторыми заданными углами относительно радиального направления центробежной силы, тем самым разворачивая элементы мембран.

Дополнительные задачи и преимущества изобретения будут изложены ниже и частично будут очевидны из описания или могут быть изучены при практическом воплощении изобретения. Задачи и преимущества изобретения могут быть реализованы и получены средствами и комбинациями, особенно подчеркнутыми здесь далее.

Далее изобретение будет пояснено описанием конкретных вариантов его

осуществления со ссылками на сопровождающие чертежи, на которых:

фиг.1 изображает схематическую диаграмму, показывающую большую мембранную космическую конструкцию с полукрытыми лепестками паруса согласно настоящему изобретению;

фиг.2 изображает схематическую диаграмму, показывающую пример большой мембранной космической конструкции с полностью раскрытыми лепестками паруса согласно настоящему изобретению;

фиг.3 изображает схематическую диаграмму, показывающую пример части лепестка согласно настоящему изобретению;

фиг.4 изображает схематическую диаграмму, показывающую модификацию лепестка, изображенного на фиг.3;

фиг.5 изображает схематическую диаграмму, предназначенную для пояснения того, что большая мембранная космическая конструкция получает тягу в желательном направлении после воздействия светового давления, оказанного солнечным излучением;

фиг.6 изображает схематическую диаграмму, показывающую орбиту космического корабля, который передвигается посредством большой мембранной космической конструкции; и

фиг.7 изображает схематическую диаграмму, показывающую четырехугольную большую мембранную космическую конструкцию согласно уровню техники.

Далее со ссылкой на фиг.1-4 будут описаны варианты осуществления настоящего изобретения.

Сначала будет описана конструкция большой мембранной космической конструкции, которая служит в качестве компонента двигателя.

Как показано на фиг.1 и 2, большая мембранная космическая конструкция включает корпус 2, установленный на космическом корабле, и парус 4, имеющий, например, четыре лепестка 6. Корпус 2 включает крепления 8, которые служат в качестве соединительных элементов, предназначенных для соединения корпуса 2 с соответствующими лепестками 6. Каждое крепление 8 включает первый несущий элемент 8a, имеющий жесткость, и второй несущий элемент 8b, который имеет кордовую или лучевую конструкцию, подвешенную по меньшей мере в средней точке Р. В данном варианте осуществления предполагается, что второй несущий элемент 8b разветвляется только в средней точке Р. Концы  $V_9$  и  $V_{9f}$  первого несущего элемента 8a соответственно соединены с концами  $V_8$  и  $V_{8f}$  второго несущего элемента 8b посредством первой оснастки ( $V_9V_8$  и  $V_{9f}V_{8f}$ ). Первая оснастка представляет собой, например, длинный долговечный трудно поддающийся резке трос. Каждое крепление 8 способно отклоняться относительно воображаемой средней линии ОХ, которая будет описана позже. Оснастка включает средство 9 управления для управления углом отклонения до желательного угла в пределах заданного диапазона.

Лепестки 6, имеющие одинаковую прямолинейную форму  $OBABf$ , расширяются симметрично относительно центра корпуса 2, как показано на фиг.2. Одна из вершин

прямолинейной части  $OBABf$ , которая совпадает с центром корпуса 2, упоминается как первая точка поворота О. Каждый из лепестков 6 имеет форму, симметричную относительно воображаемой средней линии ОХ, которая будет описана позже.

Поскольку лепестки 6 имеют одинаковую форму и симметричны относительно первой точки О поворота, далее будет описываться только один лепесток 6.

Как показано на фиг.3, линия, проходящая через первую точку О поворота и среднюю точку Р второго несущего элемента 8b, называется отрезком воображаемой средней линии. Вторая точка поворота расположена в конце отрезка воображаемой средней линии напротив первой точки О поворота. Полубесконечная линия, проходящая через первую точку О поворота и вторую точку А поворота, упоминается как воображаемая средняя линия ОХ. Как описано выше, лепесток 6 симметричен относительно воображаемой средней линии ОХ и содержит, например, две треугольные части  $OAB$  и  $OABf$ . Треугольные части  $OAB$  и  $OABf$  упоминаются как первые области. Отрезки линии  $OA$  на воображаемой средней линии ОХ и стороны  $AB$  и  $ABf$  имеют длину, например, 50 м.

Например, из второй точки А поворота к сторонам  $OB$  и  $OBf$  через соответствующие интервалы мысленно проведены восемь разделительных линий с  $AB_1$  по  $AB_8$  и восемь разделительных линий с  $AB_1f$  по  $AB_8f$ .

Поскольку первые области  $ABO$  и  $ABfO$  симметричны относительно воображаемой средней линии ОХ, далее будет описываться только одна треугольная часть  $ABO$  первой области.

Как показано на фиг.3, треугольная часть  $ABO$  первой области разделена на девять треугольных частей  $ABB_1$ ,  $AB_1B_2$ , ...  $AB_7B_8$  и  $AB_7B_8O$  посредством разделительных линий  $AB_1-AB_8$ . Из девяти треугольных частей части  $ABB_1$ ,  $AB_1B_2$ , ... и  $AB_7B_8$  упоминаются как вторые области. Мембраны  $ABB_1$ ,  $AB_1B_2$ , ... и  $AB_7B_8$ , имеющие формы, соответствующие треугольным частям  $ABB_1$ ,  $AB_1B_2$ , ... и  $AB_7B_8$ , соединяются к соответствующим вторым областям. Мембраны  $ABB_1$ ,  $AB_1B_2$ , ... и  $AB_7B_8$  предпочтительно формируют из полимерного материала, стойкого к космической среде, как, например, полиимидного материала. Предпочтительно, чтобы мембрана  $AB_8P$ , сформированная из полимерного материала, стойкого к космической среде, и имеющая форму, соответствующую треугольной части  $AB_8P$  в пределах треугольника  $AB_8O$ , была прикреплена к треугольной части  $AB_8P$ , заданной отрезком  $OA$  линии на воображаемой средней линии ОХ, разделительной линией  $AB_8$ , ближайшей к воображаемой средней линии, и вторым несущим элементом 8b. Таким образом, одна из вершин каждой мембраны обеспечивается второй точкой А поворота. Вторая оснастка может быть протянута вдоль стороны  $V_8B$ . Мембраны  $ABB_1$ ,  $AB_1B_2$ , ... и  $AB_7B_8$  соединяются друг к другу на концах  $V_7$ ,  $V_6$ , ... и  $V_1$  посредством соединительных

лент 10.

Поверхностная плотность мембран АВВ<sub>1</sub>, АВ<sub>1</sub>В<sub>2</sub>, ... и АВ<sub>7</sub>В<sub>8</sub>, например, составляет приблизительно 30 г/м<sup>2</sup> или меньше. Например, на мембраны АВВ<sub>1</sub>, АВ<sub>1</sub>В<sub>2</sub>, ... АВ<sub>7</sub>В<sub>8</sub> и АВ<sub>8</sub>Р напыляют алюминий и делают их отражающими. Следовательно, мембраны АВВ<sub>1</sub>, АВ<sub>1</sub>В<sub>2</sub>, ... АВ<sub>7</sub>В<sub>8</sub> и АВ<sub>8</sub>Р отражают солнечное излучение с высоким коэффициентом отражения. Увеличение массы за счет напыления мембран АВВ<sub>1</sub>, АВ<sub>1</sub>В<sub>2</sub>, ... АВ<sub>7</sub>В<sub>8</sub> и АВ<sub>8</sub>Р незначительно.

Пересечение между мембраной АВ<sub>7</sub>В<sub>8</sub> и вторым несущим элементом 8b, то есть точка В<sub>8</sub>, упоминается как третья точка поворота. Например, шесть воображаемых линий В<sub>8</sub>А<sub>1</sub>, В<sub>8</sub>А<sub>2</sub>, ... и В<sub>8</sub>А<sub>6</sub> проводят из третьей точки В<sub>8</sub> поворота к противоположной стороне АВ через соответствующие интервалы.

Как показано на фиг.3, соединительные ленты 10 расположены на пересечениях между воображаемыми линиями В<sub>8</sub>А<sub>1</sub>, В<sub>8</sub>А<sub>2</sub>, ... и В<sub>8</sub>А<sub>6</sub> и мембранами АВВ<sub>1</sub>, АВ<sub>1</sub>В<sub>2</sub>, ... и АВ<sub>7</sub>В<sub>8</sub>, так, чтобы смежные элементы дискретно приваривались или приклеивались друг к другу. Предпочтительно, чтобы соединительные ленты 10, а также мембраны были сформированы из полимерного материала, стойкого к космической среде, такого как, например, полиимидного материала.

Большая мембранная космическая конструкция данного варианта воплощения является очень легкой, поскольку она содержит почти только такие мембраны, как описаны выше.

К внешней стороне АВ мембраны АВВ<sub>1</sub> и/или к второму оснащению В<sub>8</sub>В (периферическая часть), через соответствующие интервалы, можно прикрепить множество периферических дополнительных грузов (не показаны). В последующем описании предполагается, что периферические дополнительные грузы прикрепляют только к внешней стороне АВ. Детали периферических дополнительных грузов будут описаны позже.

Теперь будет описан процесс производства и упаковки вышеупомянутой большой мембранной космической конструкции.

Сначала готовят мембраны, имеющие формы, соответствующие треугольным частям АВВ<sub>1</sub>, АВ<sub>1</sub>В<sub>2</sub>, ... АВ<sub>7</sub>В<sub>8</sub> и АВ<sub>8</sub>Р. Затем треугольные мембраны накладывают одна на другую так, чтобы они могли находиться в состоянии упаковки. В этом состоянии поверхности мембран обращены друг к другу. Соединительные ленты 10 размещают в заданных положениях, как упоминалось выше, и мембраны сваривают и/или склеивают, используя соединительные ленты 10. Предпочтительно, соединительные ленты 10 размещают так, чтобы складки были как можно меньшими. Предпочтительно, чтобы соединительные ленты 10 имели ширину от нескольких сантиметров до нескольких десятков сантиметров и длину от нескольких десятков сантиметров приблизительно до одного метра. Таким образом, соединительные ленты 10 значительно меньше, чем мембраны АВВ<sub>1</sub>, АВ<sub>1</sub>В<sub>2</sub>, ... АВ<sub>7</sub>В<sub>8</sub> и АВ<sub>8</sub>Р. Вершины В<sub>7</sub>, В<sub>6</sub>, ...

и В<sub>1</sub> мембран соединяют соединительными лентами 10. Как описано выше, вторая оснастка может быть протянута вдоль стороны В<sub>8</sub>В. Лепесток 6 прикрепляют к креплению 8.

Вершины В, В<sub>1</sub>, ... и В<sub>8</sub> мембран АВВ<sub>1</sub>, АВ<sub>1</sub>В<sub>2</sub>, ... и АВ<sub>7</sub>В<sub>8</sub> временно соединяют между собой. Соединенные мембраны оборачивают вокруг корпуса 2 (космический корабль) и упаковывают компактно.

Таким образом, смежные мембраны соединяют соединительными лентами 10 между мембранами АВВ<sub>1</sub>, АВ<sub>1</sub>В<sub>2</sub>, ... АВ<sub>7</sub>В<sub>8</sub> и АВ<sub>8</sub>Р, причем сгибают только ленты 10, а в самих мембранах складки не образуются. Кроме того, поскольку мембраны накладывают одна на другую, лепесток 6 может быть упакован после завершения сварки и/или склеивания соединительных лент 10 к смежным мембранам. Следовательно, небольшое пространство, которое может содержать одну или две мембраны, достаточно для того, чтобы произвести и упаковать один лепесток 6. Другими словами, лепесток 6 может быть произведен и упакован более эффективно по сравнению со случаем, когда все мембраны размещают в заданных положениях и прикрепляют друг к другу соединительными лентами 10 в заданных положениях, а лепесток 6 сгибают по разделительным линиям АВ<sub>1</sub>-АВ<sub>8</sub> и АВ<sub>1</sub>'-АВ<sub>8</sub>'. Кроме того, сложенный лепесток 6 может раскрываться с намного меньшей силой по сравнению со случаем, когда сгибают сами мембраны, и лепесток 6 раскрывается, освобождаясь от остаточного напряжения и деформации сложенных участков мембран. Другими словами, остаточное напряжение и деформация, действующие при раскрытии большой мембранной конструкции, ограничены шириной соединительных лент 10. Следовательно, вышеупомянутая конструкция легко раскрывается.

Теперь будет описан процесс развертывания (и раскрытия), развертывающий большую мембранную космическую конструкцию в космосе.

Сначала упакованную большую мембранную космическую конструкцию транспортируют в космос. Конструкция вращается относительно корпуса 2 с соответствующей скоростью вращения в направлении (направление вращения по окружности), в котором лепестки 6 обернуты вокруг корпуса 2, тем самым генерируя центробежную силу в направлении, перпендикулярном направлению вращения по окружности вследствие действия периферических дополнительных грузов. Лепестки 6 постепенно развертываются с корпуса 2 посредством натяжения мембран, которое генерируется в направлениях центробежной силы соответственных лепестков 6, и вытягиваются радиально в направлении наружу от корпуса 2.

Временное соединение вершин В, В<sub>1</sub>, ... и В<sub>8</sub> мембран АВВ<sub>2</sub>, АВ<sub>1</sub>В<sub>2</sub>, ... и АВ<sub>7</sub>В<sub>8</sub> разъединяется.

Поскольку мембраны АВВ<sub>1</sub>, АВ<sub>1</sub>В<sub>2</sub>, ... и АВ<sub>7</sub>В<sub>8</sub> обернуты вокруг космического корабля, они могут подвергаться некоторому искажению в продольном направлении из-за

структуры остова. Поскольку структура остова мембран в направлении, перпендикулярном к продольному направлению, несущественна, ее необязательно учитывать.

Когда лепестки 6 вращаются и раскрываются, вокруг соединительных лент 10, соединяющих наиболее удаленную от центра мембрану  $ABV_1$  и смежную мембрану  $AV_1V_2$ , центробежная сила, действующая в радиальном направлении, в котором раскрывается лепесток 6, уравнивает силу, действующую в направлении вращения по окружности. Следовательно, центробежная сила, обусловленная вращением, дает натяжение поперек мембран и соединительных лент 10. Натяжение действует в направлении, в котором уничтожаются остаточное напряжение и деформация складок соединительных лент 10, соединяющих мембраны и структуру остова в мембранах.

Затем крепление 8, установленное на корпусе 2, управляется так, чтобы вращать лепесток 6 относительно воображаемой средней линии ОХ под произвольным углом, предпочтительно между  $45^\circ$  и  $60^\circ$ . Если четыре лепестка 6 раскрываются одновременно на той же плоскости, что показана на фиг.1, смежные лепестки 6 будут приведены в контакт друг с другом. Чтобы избежать этого, крепления 8 управляются средством 9 управления так, чтобы вращать лепестки 6, предпочтительно под одинаковым углом, так, чтобы лепестки 6 могли быть по существу параллельными друг другу.

После этого парус 4 вращается относительно первой точки поворота вокруг корпуса 2 в направлении стрелки, показанной на фиг.1, 2 и 3, со скоростью, например, 4 оборота в минуту. Вышеупомянутые периферические дополнительные грузы генерируют центробежную силу в радиальных направлениях, перпендикулярных направлению вращения по окружности. Точка  $V_3f'$ , симметричная третьей точке  $V_3$  поворота относительно воображаемой средней линии ОХ, упоминается как четвертая точка поворота.

Слабая сила сжатия, которая действует в направлении закрывания лепестка 6, может быть приложена поперек вторых несущих элементов  $V_3P$  и  $PV_3f'$ . Когда лепесток 6 вращается, центробежная сила, действующая на центр корпуса 2, фактически уравнивается силой, действующей на третью и четвертую точки поворота  $V_3$  и  $V_3f'$ . Следовательно, сила развертывания мембран прикладывается также в направлении вращения по окружности по линиям, обеспечивающим натяжение, а именно воображаемым линиям  $V_3A_1$ ,  $V_3A_2$ , ... и  $V_3A_6$  ( $V_3f'A_1f'$ ,  $V_3f'A_2f'$ , ... и  $V_3f'A_6f'$ ), проходящим от третьей точки  $V_3$  поворота (четвертой точки  $V_3f'$  поворота) под углами относительно радиальных направлений. Таким образом, лепесток 6 может развертываться.

Как описано выше, на внешней стороне АВ обеспечиваются периферические дополнительные грузы. В случае, когда скорость вращения космического корабля составляет 4 оборота в минуту, и расстояние между точками О и А составляет приблизительно 50 м, вес, необходимый для

того, чтобы обеспечить силу, эквивалентную собственному весу мембраны на земле, чтобы приложить ее к точкам А,  $A_1$ , ...  $A_6$  и В, на внешней стороне АВ составляет приблизительно 0,1 кг на метр. Соответственно, в случае, когда крайняя сторона АВ паруса 4 составляет приблизительно 50 м, то, поскольку суммарная длина всех крайних сторон составляет приблизительно 400 м, к крайним сторонам должны быть прикреплены периферические дополнительные грузы приблизительно 40 кг. В этом состоянии сила для раскрывания лепестка 6 эквивалентна силе, генерируемой подвешиванием лепестка 6 при силе притяжения на земле, равной 1g. Периферические дополнительные грузы не ограничены вышеописанными весами, но могут варьироваться в соответствии с проектом большой мембранной космической конструкции.

Соединительные ленты 10, соединяющие мембраны, размещены на воображаемых линиях, проходящих из третьей и четвертой точек поворота  $V_3$  и  $V_3f'$  под произвольными углами, меньшими, чем угол АОВ. Они могут обеспечивать силу развертывания не только в радиальных направлениях, в которых действует центробежная сила, но также и в направлении вращения по окружности. Другими словами, поскольку воображаемые углы  $AV_3A_1$ ,  $A_1V_3A_2$ , ... и  $A_6V_3V$  меньше угла АОВ, то сила развертывания для лепестка 6 прикладывается к соединительным лентам 10 на воображаемых линиях  $V_3A_1$ ,  $V_3A_2$ , ... и  $V_3A_6$ .

Сила, необходимая для развертывания лепестка 6, является наименьшей на крайней стороне АВ. Следовательно, если развертывается наиболее удаленная от центра мембрана  $ABV_1$ , гарантируется, что могут развертываться все мембраны лепестка 6.

Поскольку скорость вращения паруса постепенно уменьшается по мере развертывания лепестка 6, лепестки 6 развертываются пассивно.

Таким образом, центробежная сила вращения может быть дополнена периферическими дополнительными грузами, и мембраны и соединительные ленты 10 получают не только центробежную силу, но также и силу развертывания в направлении, перпендикулярном к направлению центробежной силы. Следовательно, лепестку 6 может быть сообщена сила, достаточная для развертывания лепестка 6.

В данном варианте осуществления, для того, чтобы развернуть большую мембранную космическую конструкцию, периферические дополнительные грузы прикрепляют к крайней стороне АВ. Однако, в зависимости от проекта конструкции или плотности мембраны, периферические дополнительные грузы можно обеспечивать на периферийной части  $V_3V$ , или же на крайней стороне АВ или периферийной части  $V_3V$  может вообще не быть никаких дополнительных грузов.

Позиция большой мембранной космической конструкции изменяется установкой ее центра масс вне центра светового давления солнечного излучения. Когда большая мембранная космическая конструкция вращается с высокой скоростью,

мембраны могут разворачиваться более легко, но величина смещения центра тяжести, которая определяется требованием изменения позиции, увеличивается. Следовательно, необходимо избегать чрезмерно высокоскоростного вращения.

Периферические дополнительные грузы большой мембранной космической конструкции могут быть облегчены посредством увеличения скорости вращения. Однако в этом случае для того, чтобы вращать конструкцию, требуется большее количество химического ракетного топлива. Следовательно, необходимо определить, должна ли скорость вращения быть увеличена посредством использования горючего большой мембранной космической конструкции. Количество горючего, требуемого для вращения, увеличивается пропорционально скорости вращения, в то время как периферические дополнительные грузы могут быть уменьшены пропорционально обратной величине квадрата скорости вращения.

Например, в случае системы ракетного двигателя с двухкомпонентным топливом, использующей гидразин и четырехокись азота для того, чтобы увеличить скорость вращения космического корабля, имеющего массу приблизительно 500 кг, с 0 оборотов в минуту до 4 оборотов в минуту, если плотность мембраны составляет приблизительно 30 г/м<sup>2</sup> или меньше и стороны ВА и АВ', а также отрезок линии ОА на воображаемой средней линии ОХ паруса 4 составляют приблизительно 50 м, требуется приблизительно 40 кг горючего. Таким образом, большая часть горючего, загруженного в космический корабль, может использоваться для того, чтобы увеличить скорость вращения. Величина смещения от центра, необходимая для изменения позиции космического корабля на 3° в день, составляет приблизительно 60 см. Естественно, если плотность мембраны меньше, то полный вес космического корабля и требуемое количество горючего могут быть меньше.

После того как лепесток 6 раскрыт, снова выполняется управление крепления 8, используя средство 9 управления, так, чтобы отклонить четыре лепестка 6 под произвольными углами. Желательная величина вращающего момента генерируется в соответствии с углами вращения лепестков 6 относительно светового давления, таким образом выполняя управление ориентацией и регулируя вращающий момент составляющей светового давления, прикладываемого к парусу 4 в направлении вращения по окружности.

В данном варианте осуществления стороны ВА и АВ' и отрезок ОА воображаемой средней линии имеют длину приблизительно 50 м. Однако длины не ограничены 50 м, но могут находиться в пределах диапазона от нескольких десятков до нескольких сотен метров.

Далее, в данном варианте осуществления лепесток 6 является четырехсторонним. Однако лепесток 6 не ограничен такой формой, а может быть любой формы, лишь бы он был симметричным относительно воображаемой средней линии ОХ. Например, он может быть треугольником,

шестиугольником или многоугольником, сторона которого имеет форму дуги (см. фиг.4). Кроме того, лепесток 6 может быть спроектирован так, чтобы точка С, показанная на фиг.4, находилась на воображаемой средней линии ОХ. В этом случае лепесток 6 может быть дополнительно расширен.

Кроме того, согласно данному варианту осуществления форма мембраны (вторая область) является треугольной. Однако она может быть, например, прямоугольником или многоугольником, сторона которого имеет форму дуги (см. фиг.4).

Теперь, со ссылкой на фиг.4 будет описана модификация формы лепестка. Лепесток составлен двумя многоугольными частями, симметричными относительно воображаемой средней линии ОХ, как лепесток 6, описанный выше. Одна из многоугольных частей ОАСВ имеет три стороны СА, АО и ОВ и дугу ВС. Разделительные линии с АВ<sub>6</sub> по АВ<sub>1</sub>, АВ, и с АС<sub>6</sub> по АС<sub>7</sub> мысленно проведены из второй точки А поворота до противоположной стороны ОВ и дуги ВС через соответствующие интервалы. Мембраны приклеивают к областям, ограниченными стороной ОВ, дугой ВС и разделительными линиями с А<sub>1</sub>В<sub>8</sub> по АВ<sub>1</sub>, АВ, и с АС<sub>6</sub> по АС<sub>1</sub>.

Далее, воображаемые линии с В<sub>8</sub>А<sub>1</sub> по В<sub>8</sub>А<sub>2</sub>, с В<sub>8</sub>С<sub>1</sub> по В<sub>8</sub>С<sub>6</sub> проводят из третьей точки В<sub>8</sub> поворота до противоположной стороны СА и дуги ВС через соответствующие интервалы. Соединительные ленты 10 располагают на пересечениях между воображаемыми линиями с В<sub>8</sub>А<sub>1</sub> по В<sub>8</sub>А<sub>2</sub>, с В<sub>8</sub>С<sub>1</sub> по В<sub>8</sub>С<sub>6</sub> и мембранами.

На краевых участках АС и СВ мембран АС<sub>1</sub>, АС<sub>1</sub>С<sub>2</sub>, ... АС<sub>6</sub>В могут быть обеспечены периферические дополнительные грузы.

Согласно данному варианту воплощения число лепестков 6 не ограничено четырьмя, лишь бы лепестки 6 были расположены вокруг корпуса 2 на одной и той же плоскости, как показано на фиг.1-3.

Далее, в вышеупомянутом варианте осуществления первая оснастка В<sub>9</sub>В<sub>8</sub> и вторая оснастка В<sub>8</sub>В являются разделительными компонентами. Однако первая и вторая оснастки В<sub>9</sub>В<sub>8</sub> и В<sub>8</sub>В могут быть сформированы из одной оснастки В<sub>9</sub>В<sub>8</sub>, как единого компонента. Если вместо первой и второй оснастки используют единый компонент, то стороны В<sub>9</sub>В<sub>8</sub> и В<sub>8</sub>В образуют прямую линию. Предполагается, что в случае, когда первая оснастка В<sub>9</sub>В<sub>8</sub> и вторая оснастка В<sub>8</sub>В являются разделительными компонентами, пересечением между продолжениями линий ВВ<sub>8</sub> и В'В<sub>8</sub> (не показано) является точка О'. В этом случае, когда лепесток 6 полностью разворачивается, угол В<sub>8</sub>О'В<sub>8</sub>' будет такой же или меньше, чем угол В<sub>8</sub>ОВ<sub>8</sub>'.

В этом варианте воплощения длины сторон АВ, АВ<sub>8</sub> и АС, показанных на фиг.2-4, могут быть равны или отличны друг от друга.

В настоящем варианте осуществления лепестки 6 разворачиваются в космосе посредством вращения паруса 4 со скоростью 4 оборота в минуту. Однако скорость вращения не ограничивается указанной. Предпочтительно, чтобы скорость вращения



была выбрана в соответствии с разработанным проектом паруса 4.

Согласно данному варианту осуществления лепестки 6 не соединены друг с другом. Однако лепестки могут быть соединены друг с другом, например, по оснастке в некоторых точках.

В вышеупомянутом варианте осуществления настоящее изобретение применяется к большой мембранной космической конструкции как движущей системе. Однако, если вместо мембраны используют элемент (панель) солнечной батареи, настоящее изобретение может применяться к большой мембранной конструкции солнечной батареи. Большая мембранная конструкция солнечной батареи может раскрываться таким же самым способом, как в вышеописанном варианте воплощения.

Дополнительные преимущества и модификации могут легко быть понятны специалисту. Следовательно, изобретение в более широких аспектах не ограничено показанными и описанными здесь специфическими деталями и иллюстративными вариантами осуществления.

Соответственно, различные модификации могут быть сделаны, не отклоняясь от сущности и не выходя за рамки настоящего изобретения, которые определены в представленной формуле изобретения.

#### Формула изобретения:

1. Большая мембранная космическая конструкция, установленная на космическом корабле, содержащая вращаемый корпус (2), множество креплений (8), средство (9) управления для отклонения креплений (8) под желательными углами относительно космического корабля, парус (4), включающий лепестки (6), имеющие первую воображаемую точку (0) развертывания, когда их раскрывают и прикрепляют креплениями (8), отличающаяся тем, что крепления (8) и лепестки (6) расположены симметрично относительно указанной первой точки (0) развертывания, помещенной в центр вращения корпуса (2), крепления (8) содержат первый жесткий несущий элемент (8a) и второй несущий элемент (8b), имеющий лучевую конструкцию, подвешенную по меньшей мере в одной своей средней точке (P), концы ( $V_9$  и  $V_9'$ ) первого (8a) и концы ( $V_8$  и  $V_8'$ ) второго (8b) несущих элементов соединены друг с другом и с корпусом (2) посредством первой оснастки ( $V_9V_9$  и  $V_9V_9'$ ), выполненной из трудно перерезываемого провода, указанное средство (9) управления выполнено с возможностью вращения лепестков относительно воображаемой средней линии (OX), проходящей через первую точку (0) развертывания и указанную среднюю точку (P) подвески второго несущего элемента (8b), при этом каждый лепесток паруса (4) содержит мембраны ( $ABB_1$ ,  $AB_1B_2$ , ...  $AB_7V_8$ ;  $AB_1V_1'$ ,  $AB_1V_2'$ , ...  $AB_7V_8'$ ), пассивно натянутые растягивающим усилием второй оснастки ( $V_8V$ ) и ( $V_8'V'$ ) на первые области (OAB; OAB'), симметричные относительно указанной средней линии (OX) и включающие первую точку (0) развертывания, вторую точку (A) развертывания, расположенную на этой

средней линии (OX) и удаленную наружу от первой точки (0) развертывания, и две точки ( $V$ ;  $V'$ ), симметричные относительно воображаемой средней линии (OX), соединительные ленты (10), проходящие вдоль разделительных линий ( $AB_1$ ,  $AB_2$ , ...  $AB_8$ ;  $AB_1'$ ,  $AB_2'$ , ...  $AB_8'$ ) к элементам второй оснастки ( $V_8V$ ;  $V_8'V'$ ) и соединяющие элементы указанных мембран ( $ABB_1$ ,  $AB_1B_2$ , ...  $AB_7V_8$ ;  $AB_1V_1'$ ,  $AB_1V_2'$ , ...  $AB_7V_8'$ ) друг к другу дискретно в точках пересечения данных разделительных линий с множеством воображаемых линий ( $V_8A_1$ ,  $V_8A_2$ , ...  $V_8A_6$ ;  $V_8'A_1'$ ,  $V_8'A_2'$ , ...  $V_8'A_6'$ ), простирающихся от концов ( $V_8$ ;  $V_8'$ ) второго несущего элемента (8b) к краевым участкам ( $AB$ ;  $AB'$ ), наиболее удаленных от центра элементов указанных мембран, причем соединительные ленты (10) обеспечивают натяжение поперек мембран.

2. Конструкция по п.1, отличающаяся тем, что дополнительно содержит мембраны ( $AB_8P$ ;  $AB_8'P$ ), натянутые на области, ограниченные воображаемой средней линией (OX) и разделительными линиями ( $AB_8$ ;  $AB_8'$ ), ближайшими к воображаемой средней линии (OX).

3. Конструкция по п.2, отличающаяся тем, что соединительные ленты (10) сварены или склеены в заданных местах между элементами мембран ( $ABB_1$ ,  $AB_1B_2$ , ...  $AB_7V_8$  и  $AB_8P$ ;  $AB_1V_1'$ ,  $AB_1V_2'$ , ...  $AB_7V_8'$  и  $AB_8'P$ ).

4. Конструкция по п.2, отличающаяся тем, что соединительные ленты (10) приварены к заданным местам между элементами мембран ( $ABB_1$ ,  $AB_1B_2$ , ...  $AB_7V_8$  и  $AB_8P$ ;  $AB_1V_1'$ ,  $AB_1V_2'$ , ...  $AB_7V_8'$  и  $AB_8'P$ ).

5. Конструкция по п.2, отличающаяся тем, что соединительные ленты (10) приклеены в заданных местах между элементами мембран ( $ABB_1$ ,  $AB_1B_2$ , ...  $AB_7V_8$  и  $AB_8P$ ;  $AB_1V_1'$ ,  $AB_1V_2'$ , ...  $AB_7V_8'$  и  $AB_8'P$ ).

6. Конструкция по п.2, отличающаяся тем, что элементы мембран ( $ABB_1$ ,  $AB_1B_2$ , ...  $AB_7V_8$  и  $AB_8P$ ;  $AB_1V_1'$ ,  $AB_1V_2'$ , ...  $AB_7V_8'$  и  $AB_8'P$ ), а также соединительные ленты (10) изготовлены из полимерного материала, стойкого к космической среде.

7. Конструкция по п.6, отличающаяся тем, что мембраны и соединительные ленты имеют отражающие поверхности.

8. Конструкция по п.6, отличающаяся тем, что мембраны имеют отражающие поверхности.

9. Конструкция по п.6, отличающаяся тем, что соединительные ленты имеют отражающие поверхности.

10. Конструкция по п.2, отличающаяся тем, что элементы мембран ( $ABB_1$ ,  $AB_1B_2$ , ...  $AB_7V_8$  и  $AB_8P$ ) оборудованы элементами солнечных батарей.

11. Конструкция по п.2, отличающаяся тем, что лепесток (6) имеет складки в соединительных лентах (10) с возможностью складывания так, чтобы смежные элементы мембран ( $ABB_1$ ,  $AB_1B_2$ , ...  $AB_7V_8$  и  $AB_8P$ ;  $AB_1V_1'$ ,  $AB_1V_2'$ , ...  $AB_7V_8'$  и  $AB_8'P$ ) были обращены друг к другу.

12. Конструкция по п.11, отличающаяся тем, что в исходном положении лепесток (6) обвернут и упакован вокруг корпуса (2).

13. Конструкция по п.1, отличающаяся тем,

что вторая оснастка ( $B_8B$ ;  $B_8B'$ ) и краевые участки ( $AB$ ;  $AB'$ ) снабжены периферическими дополнительными грузами, которые содействуют ее разворачиванию.

14. Конструкция по п.1, отличающаяся тем, что лепестки (6) соединены друг с другом посредством других соединительных лент.

15. Конструкция по п.1, отличающаяся тем, что краевой участок ( $AB$ ;  $AB'$ ) оборудован периферическими дополнительными грузами.

16. Способ разворачивания и раскрытия большой мембранной космической конструкции по п.1, включающий предварительное складывание лепестков вдоль складок между смежными элементами мембран и их обертывание и упаковку вокруг корпуса (2), последующее вращение лепестков (6) в заданном направлении относительно первой точки (0) разворачивания, осуществление их разматывания с корпуса (2) и растягивания радиально от корпуса (2), с разгибанием складок, посредством натяжения, генерируемого центробежной силой, отличающийся тем, что складки выполняют, по меньшей мере, на одной из соединительных лент (10) и на самих элементах мембран, а каждый лепесток (6) складывают так, чтобы смежные элементы мембран ( $ABB_1$ ,  $AB_1B_2$ , ...  $AB_7B_8$ ;  $AB'B_1$ ,  $AB_1'B_2$ , ...  $AB_7'B_8$ ) были обращены друг к другу вдоль разделительных линий ( $AB_1$ ,

$AB_2$ , ...  $AB_8$ ;  $AB_1'$ ,  $AB_2'$ , ...  $AB_8'$ ), вращают лепестки (6) относительно первой точки (0) разворачивания, осуществляют разматывание с корпуса (2) и растягивание центробежной силой элементов мембран ( $ABB_1$ ,  $AB_1B_2$ , ...  $AB_7B_8$ ) в то время, как эти элементы соединены соединительными лентами (10), поворачивая с помощью средств управления (9) крепления (8) и лепестки (6) вокруг воображаемых средних линий (ОХ) под желательным углом, и осуществляют разгибание указанных складок посредством генерируемого центробежной силой натяжения, действующего на соединительные ленты (10) вдоль линий, наклоненных в плоскости разворачивания лепестков под заданными углами относительно радиального направления центробежной силы, обеспечивая тем самым разворачивание элементов мембран ( $ABB_1$ ,  $AB_1B_2$ , ...  $AB_7B_8$ ;  $AB'B_1$ ,  $AB_1'B_2$ , ...  $AB_7'B_8$ ) при содействии составляющей силы разворачивания в направлении вращения, вызванной наклонным действием на складки указанной центробежной силы.

17. Способ по п.16, отличающийся тем, что дополнительно выполняют наклон крепления (8) и лепестка (6) относительно воображаемой средней линии (ОХ), тем самым управляя величиной разворачивающего момента, генерируемого в лепестке (6).

5

10

15

20

25

30

35

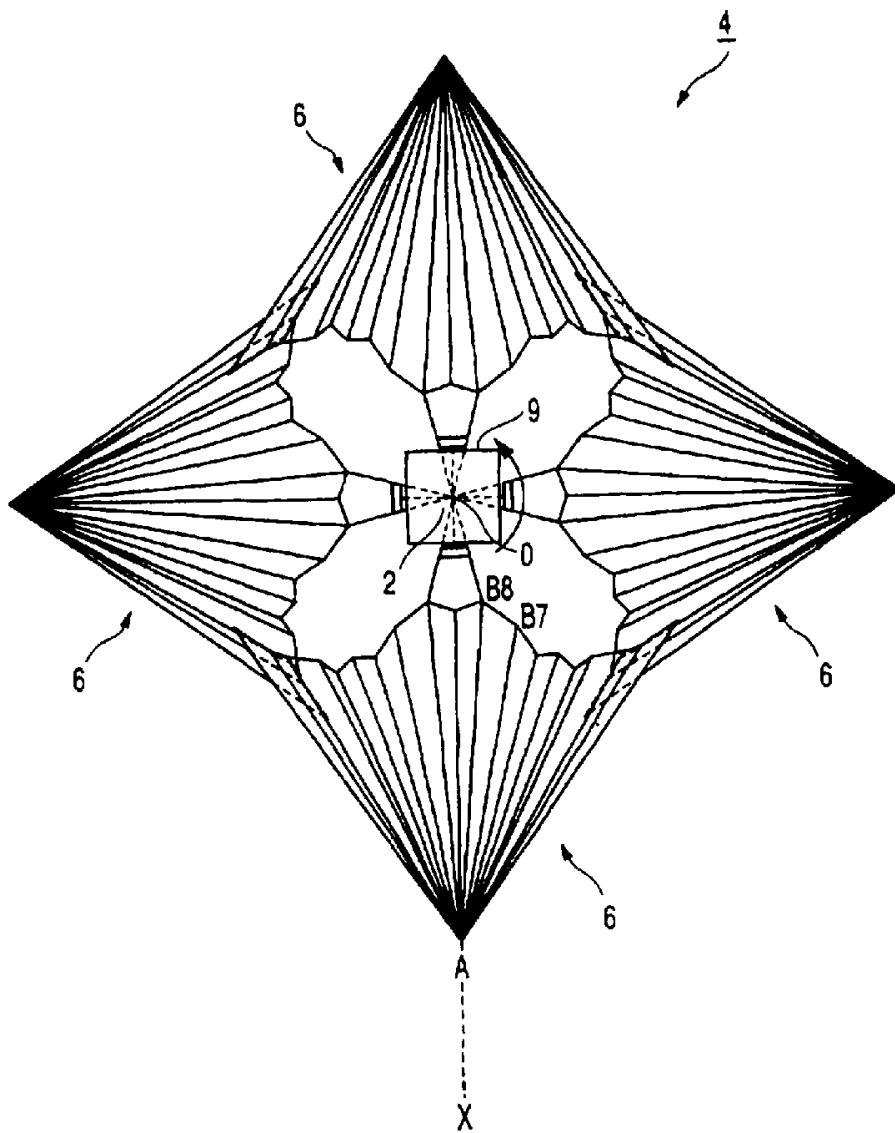
40

45

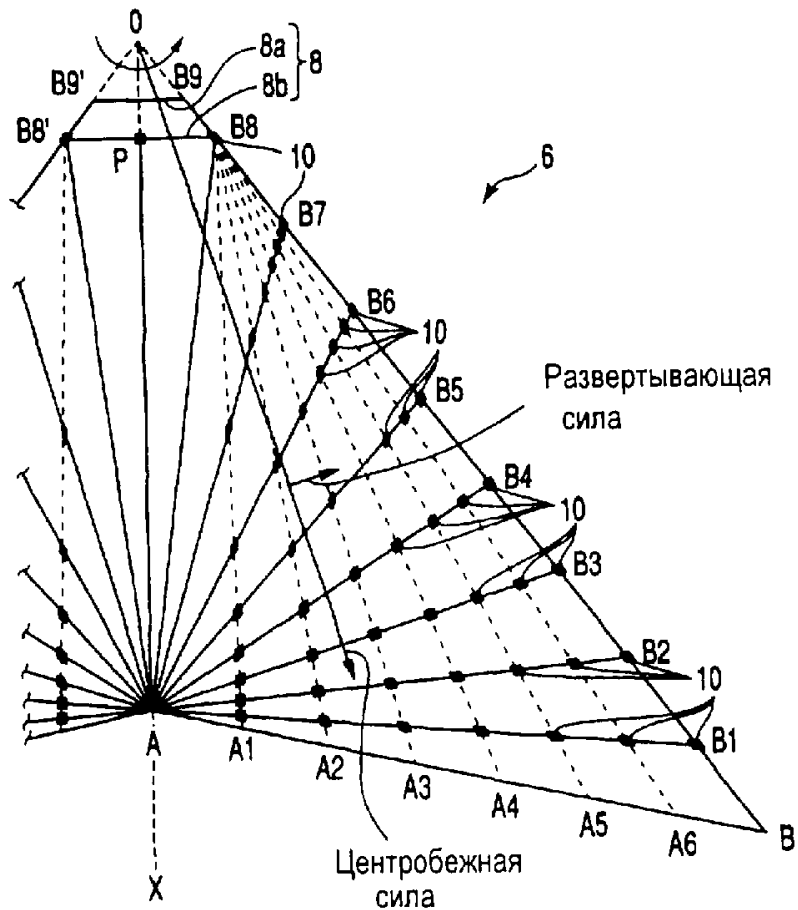
50

55

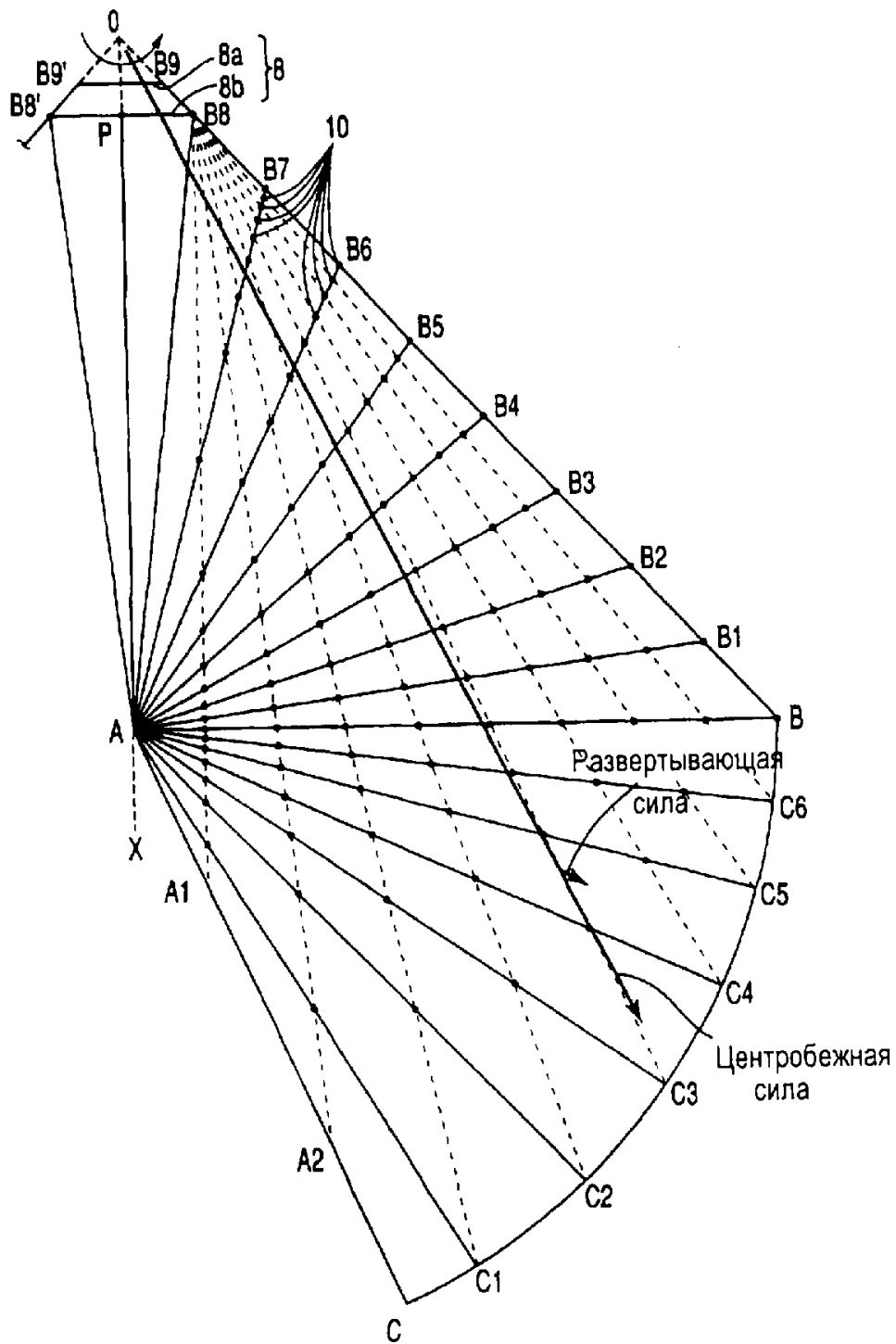
60



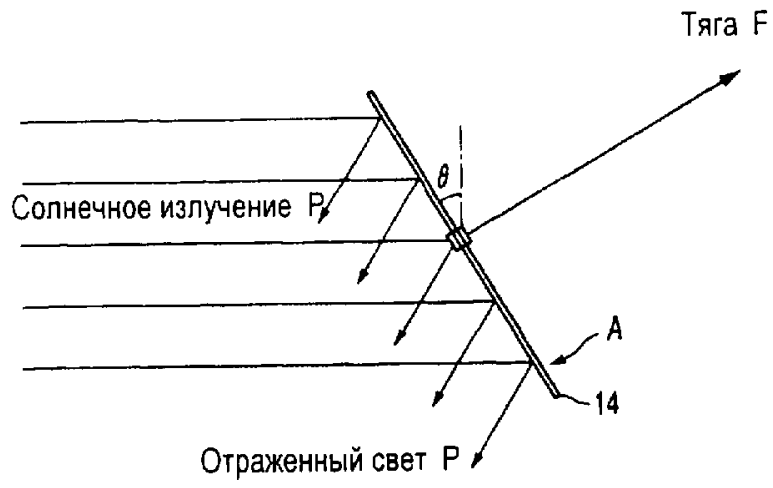
Фиг. 1



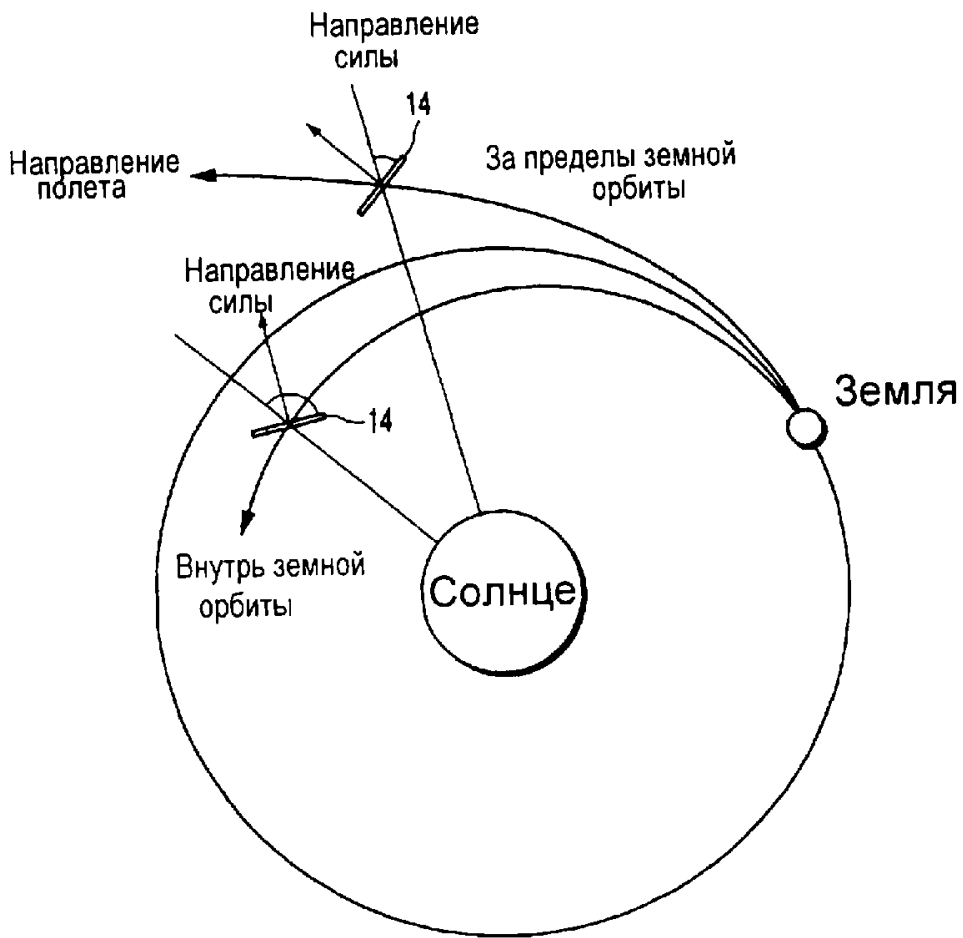
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6

RU 2232111 C2

RU 2232111 C2

