

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-23555

(P2010-23555A)

(43) 公開日 平成22年2月4日(2010.2.4)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B 6 4 B 1/58 (2006.01)	B 6 4 B 1/58	2 E 1 4 1
E O 4 H 15/20 (2006.01)	E O 4 H 15/20 A	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2008-184143 (P2008-184143)	(71) 出願人	503361400
(22) 出願日	平成20年7月15日 (2008.7.15)		独立行政法人 宇宙航空研究開発機構
			東京都調布市深大寺東町七丁目4番地1
		(71) 出願人	390005393
			藤倉航装株式会社
			東京都品川区荏原2丁目4番46号
		(74) 代理人	100095407
			弁理士 木村 満
		(74) 代理人	100123618
			弁理士 雨宮 康仁
		(72) 発明者	井筒 直樹
			神奈川県相模原市由野台3丁目1番1号
			独立行政法人 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究本部内

最終頁に続く

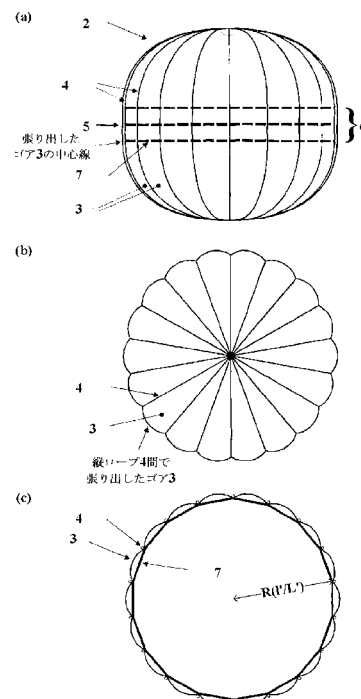
(54) 【発明の名称】 耐圧大型膜構造物

(57) 【要約】

【課題】 全てのゴアを均等に展開可能な耐圧大型膜構造物を提供する。

【解決手段】 耐圧気球のガス袋2は、複数のゴア3を互いに接合させることにより形成される。このガス袋2には、複数のゴア3の接合面と直交する略円形の断面のうち、その面積が最大となる部分が所定の範囲に亘ってシリンダ状に形成されている。また、シリンダ状に形成された部分（シリンダ部6）は、面積が最大となる略円形の断面の円周と略同一の長さを有する横ロープ7が、ゴア3の接合面と直交するように、所定の範囲に亘って複数取り付けられることにより形成される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のゴアを互いに接合させることにより形成される袋体を備え、

前記袋体には、前記複数のゴアの接合面と直交する略円形の断面のうち、その面積が最大となる部分が所定の範囲に亘ってシリンダ状に形成されており、前記面積が最大となる略円形の断面の円周と略同一の長さを有する第 1 ロープが、前記ゴアの接合面と直交するように、前記所定の範囲に亘って複数取り付けられることにより、前記シリンダ状の部分が形成されることを特徴とする耐圧大型膜構造物。

【請求項 2】

前記ゴアにおいて、前記袋体を形成したときに前記シリンダ状になる部分は、略長方形状に形成されているとともに、

その以外の部分は、前記袋体を形成したときに、オイラーズエラスティカ (Euler's Elastica) の関係式に従った形状となるように形成されている、ことを特徴とする請求項 1 に記載の耐圧大型膜構造物。

【請求項 3】

前記複数の接合面には、それぞれ前記ゴアの長さよりも短い第 2 ロープが、該袋体の両端点に架けて、該接合面にしわを形成しつつ取り付けられており、

前記第 1 ロープは、前記複数の第 2 ロープとその交点で接合されることにより、前記面積が最大となる略円形の断面に内接する多角形が形成されるように取り付けられている、

ことを特徴とする請求項 2 に記載の耐圧大型膜構造物。

【請求項 4】

前記シリンダ状の部分の前記接合面と、前記袋体の両端点付近の前記接合面と、では、前記しわが形成される密度が異なっている、

ことを特徴とする請求項 3 に記載の耐圧大型膜構造物。

【請求項 5】

前記第 1 ロープと前記第 2 ロープとは、その強度比が、該第 2 ロープを縦辺、該第 1 ロープを横辺として形成される四角形の縦横比の 2 倍と等しくなるように構成されている、

ことを特徴とする請求項 3 又は 4 に記載の耐圧大型膜構造物。

【請求項 6】

前記袋体は、その両端部にリングそれぞれを 1 ずつ備え、

前記第 2 ロープは、その両端部が前記 2 つのリングにそれぞれ結び付けられている、

ことを特徴とする請求項 3、4、又は 5 に記載の耐圧大型膜構造物。

【請求項 7】

前記袋体をガス袋として備える耐圧気球である、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の耐圧大型膜構造物。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、耐圧大型膜構造物に関し、特に全てのゴアを均等に展開可能な耐圧大型膜構造物に関する。

【背景技術】

【0002】

高度 30～50 km の上部成層圏を飛翔する科学観測用気球は、ゼロプレッシャー型気球と呼ばれ、通常、多量のバラストを搭載している。そして、ゼロプレッシャー型気球は、バラストを毎夜に総浮遊重量に対する一定の割合で投下することにより、夜間に気球内の浮揚ガス（ヘリウムや水素）の温度が低下して体積が小さくなるために、浮力が減少して高度が低下することを防止することができる。もっとも、ゼロプレッシャー型気球は、この初めに搭載されたバラストが全て消費されると、飛翔を継続することができなくなる。

【0003】

一方、飛翔高度を一定に保つ技術として、内外の圧力差に耐える閉じた耐圧性のガス袋を備えたスーパープレッシャー型気球が知られている。スーパープレッシャー型気球は、夜間に気球内の浮揚ガスの温度が低下しても、その内圧だけが減少する。そして、ガス袋に予め調整された量の浮揚ガスを封入することで、内圧も、気球内の浮揚ガスの温度が最低のときでも、周囲の大気圧より小さくならないようにされている。このため、スーパープレッシャー型気球では、その体積が昼夜で変化することがなく、昼夜にわたって一定の高度を維持することができる。もっとも、スーパープレッシャー型気球は、昼間に発生する浮揚ガスの温度上昇（夜間に対して30度程度高くなる）に伴って生じる高い圧力差に耐えられる膜構造が必要となる。

【0004】

10

このような耐圧性膜構造を有する気球として、パンプキン（Pumpkin）型気球の一種であるローブドパンプキン（Lobed Pumpkin）型気球が知られている。ここで、パンプキン型気球とは、オイラーズエラスティカ（Euler's Elastica）と呼ばれる関係式により、数学的に定義される気球形状を備えるものである。具体的にRを気球の最大半径、rを気球表面上の任意点における気球対称軸からの距離（任意点の気球半径）、sを気球表面の気球天底から子午線に沿った長さ、θを気球表面の外向き法線と水平面とがなす角度としたとき、軸対称である気球の表面は、以下の関係式を満たしている。

【0005】

【数1】

$$d\theta/ds = -2r/R^2$$

20

【0006】

パンプキン型気球は、子午線の天底から天頂までの長さL'を一定にしたときに、体積が最大となる。数1のオイラーズエラスティカが表す関係式は、圧力差が無限大に相当する形状を意味しているが、実際の気球内外の圧力差は、有限の値である。もっとも、実際の圧力差も、皮膜の重量や垂直方向の気体の圧力勾配を無視することができる程度に十分に大きな値であるため、事実上、数1に示すオイラーズエラスティカの関係式によって耐圧気球の形状が表されるところとよい。この数1によって示される形状は、内圧の大きさによらず、子午線方向にのみ張力が存在し、周方向張力はいたるところで0となるという特徴を有し、周方向に皮膜が余っていることが前提になっている。ただし、天底や天頂のように気球の周長が0である点では、張力が無限大となる特異点が発生してしまう。また、パンプキン型気球のゴアは、数1のオイラーズエラスティカの関係式で表される子午線の天底から天頂までの長さが中心線の長さとなり、子午線上の各位置における気球の周長をゴアの数Nで割った値が、対応する位置における幅となるように作られている。パンプキン型気球のゴアの全長は、パンプキン型気球の子午線の全長L'となる。

30

【0007】

図7は、従来のローブドパンプキン型気球の構成例を示す図であり、図7（a）は、ローブドパンプキン型気球の構成例を示す斜視図、図7（b）は、ローブドパンプキン型気球の構成例を示す側面図、図7（c）は、ローブドパンプキン型気球の構成例を示す上面図である。ローブドパンプキン型気球のガス袋102は、図7（a）～（c）に示すように、上述した通常のパンプキン型気球のゴア103と、このゴアの全長より短くて伸びのないロープ（ロードロープと呼ぶ）104と、を備え、ロープ104を、隣り合ったゴア103同士が接合された上に、皮膜（ゴア103）が長手方向に均等に縮められるとともに、水平方向（横方向）にしわが入るように固定することによって作られる（例えば特許文献1参照）。

40

【0008】

このように製作することで、各ゴア103は、圧力がかかっていない状態でも皮膜が伸びることなく、自然の状態のままで外側に（気球外部に向かって）膨らんだ立体的な形状をとることができる。また、各ゴア103は、ロープ104により縮められて（短縮されて）固定されているため、皮膜の表面には、横方向に無数のしわがよっている。このため

50

、しわを横断する方向である子午線方向（縦方向）には、張力が発生せず、しかも周方向（横方向）に発生する張力も、ゴア103の大きな膨らみによる小さな張出曲率半径のため、非常に小さくなっている。この結果、ローブドパンプキン型気球は、ゴム気球に代表されるような球形気球やゴア103の張出がない普通のパンプキン型気球と比較して、耐圧性能を飛躍的に増加させることができる。

【0009】

ここで、パンプキン型気球の隣り合ったゴア103の接合部に沿って、大きな張力に耐えられるロードロープと呼ばれるロープ104を固定し、皮膜に発生するすべての張力（子午線方向に発生するすべての張力）をこのロープ104に分担させることを考える。このようなことは、ロープ104よりゴア103の全長 L' が長く、張力が天頂や天底には伝達されないがために可能となる。つまり、ロープ104の全長を l' としたとき、 $l'/L' < 1$ となっているがために可能となる。

10

【0010】

図8は、従来のローブドパンプキン型気球におけるゴア（パンプキン型ゴア）とロープとの対応を示す説明図である。ゴア103よりも全長の短いロープ104がゴア103の接合部に固定されると、ゴア（皮膜）103には、図8に示すように、均等にしわが寄ることになる。これにより、ゴア103の表面には、横方向に無数のしわが発生し、しわを横断する方向である子午線方向（縦方向）には、張力が発生しないようになる。また、天底や天頂での皮膜張力が無限大になるような特異点が発生してしまうことも回避することができる。

20

【0011】

この結果、各ゴア103つまり皮膜は、内圧を受けながら気密を保つための役割のみを担うことになる。このとき、各ゴア103が気球の半径と比較して小さな曲率半径を持つ張出を形成すれば、ゴア103には、小さな周方向張力のみ存在するようなことが可能となる。ここで、パンプキン型気球のゴア103の接合部が l'/L' の割合で縮められていることに注目すると、数1のオイラーズエラスティカの関係式で表される形状は、常に相似形であるから、 l'/L' の大きさを持ったひとまわり小さな気球が作られていることがわかる。つまり、周方向も自動的に同じ割合で縮められていることになる。

【0012】

これは、気球の子午線の全長が l' と短くなったことで、気球の半径も R から $R \times (l'/L')$ と小さくなり、赤道部の1ゴア103あたりに必要となる幅も $2\pi R \times (l'/L')/N$ と短くなるため、ゴア103の幅は、必要となる幅に対して $(1 - l'/L')$ の割合で示される長さだけ余剰となる。これにより、各ゴア103は、圧力がかかっていない自然な状態でも外側に小さな曲率半径を持って張り出すことが可能となる。

30

【0013】

上記で説明した気球がローブドパンプキン型気球と呼ばれるものであり、上記定義から、気球形状（ここで、ローブドパンプキン型気球は、もはや軸対称ではないため、ロープ104が作る形状を気球形状とする）は、各ゴア103の張出量と無関係に決まる。そして、張出量を多くして曲率半径を小さくするほどゴア103に発生する周方向張力が小さくなるため、同一の皮膜材料を使う場合には、皮膜を薄くすることができるが、その分、皮膜の面積が増加してしまう。また、張出量を多くすると、その分、張出中央部の子午線が長くなるため、子午線方向の縮め率を周方向の縮め率より大きくとらない場合には、しわがなくなるまで伸びきった後にさらに子午線方向に伸びる必要がでてくるので、結果的に子午線方向に張力が発生することが起こる。このようなことから縮め率には、おのずと適当な値が存在することとなる。

40

【0014】

以上に示したように、ローブドパンプキン型気球は、ゴア103の伸びを前提とせず、小さな張力しか発生しないため、皮膜を非常に薄い材料で作ることができ、その全重量を小さくすることができる。

【0015】

50

ところで、長さを L' のまま、幅を本来の幅の $1'/L'$ 倍にしたゴア103を、長さ $1'$ のロープ104に固定する方法も考えられるが、この場合、圧力差0のときには、周方向に気球の半径と同じ曲率半径が皮膜に形成されるため、圧力差ができると直ちに皮膜は周方向に伸びていく。また、これとは逆にロープ104の長さを、ゴア103の長さと同じ L' にし、幅を本来の幅より大きくする方法もあるが、この場合、張り出した部分の子午線の長さが不足するため、ゴア103は、子午線方向に伸びていく（例えば非特許文献1参照）。

【0016】

このようなゴア103の伸びに依存して膨らみを形成するような構造にすると、圧力差が小さい場合でも、大きな張力が発生するため、皮膜に必要な以上の強度が必要になったり、必要以上に厚い皮膜が必要となったりするため、気球の重量を軽減することが困難であった。

【0017】

内外の圧力差による力は、最終的に子午線方向の張力、すなわちロープ104の張力となるため、この張力に耐えられるロープ104が必要となる。また、ロープ104の重量は、気球重量の大きな部分を占める。このため、子午線の長さを一定にした最大体積を有するローブドパンプキン型気球は、体積あたりロープ104の重量、すなわち発生する浮力に対するロープ104の重量を最小にすることができる。このようなローブドパンプキン型気球の製造こそが、軽量で大容積の耐圧気球を作ることができる唯一の実用的な方法であり、これ以外の方法では、高度30～50kmの上部成層圏に到達可能な実用的な耐圧気球を作ることができない。

【0018】

なお、ローブドパンプキン型気球は、周方向に十分な皮膜がある場合、内圧をかけていくと必ずこの形状になる。逆に言えば、周方向を拘束することなしに、子午線方向のロープ104のみで作成できる唯一の気球である。もし、周方向に皮膜が不足している部分があれば、そこに応力が集中する。

【0019】

このような構造を有するローブドパンプキン型気球は、そのロープ部がオイラーズエラストィカと呼ばれる形状となっており、その間にある皮膜の量に関係なくロープ104の長さ $1'$ のみで形状が決まってくる。このため、周方向に余った皮膜が均等な分布を持つことにより、すべてのゴア103が均等に外側に張り出している形状、すなわち、全てのロープ104が等間隔に配置されるような形状が、数学的にも物理的にも唯一の形状とはならない。

【0020】

例えば、N枚のゴア103のうち3枚がぴったり重なり合っていたとしても、 $(1-1')/L' > 2/N$ の関係が成立している限りは、気球としての形状を問題なく維持することができる。なぜなら、ロープ104は、すでにオイラーズエラストィカが規定する所定の円周上に位置しており、これ以上外側に広がることはない。また、N本より2本だけ少ない数のロープ104がすでにこの円周上に等間隔に並んでいるので、ロープ104を周方向に再配置させるような周方向成分の力が、皮膜にかかる圧力差や重力から発生することがないからである。

【0021】

一方、この場合、ゴア103が2枚分不足するので、残りのゴア103の張出は、その不足分だけそれぞれが小さくならなければならない。これにより、それぞれの張出の曲率半径が大きくなるため、ローブドパンプキン型気球は、その耐圧性能が著しく低下してしまう。

【0022】

さらに、気球の対称軸に垂直な各断面で、上記に示したようなゴア103の偏りの発生の様子に変化している場合でも、同じように気球の形状は保たれるため、気球の高さ方向で異なったゴア103の配置状況が発生することがある。この場合、気球は、ねじれを伴

10

20

30

40

50

った形状になる。このような現象は、数学的にも発生することが示されており、また、実験でも確かめられている（例えば非特許文献 2 参照）。

【0023】

このような現象は、ゴア 103 の枚数が多くなるほど、また、周長の余剰が大きいほど発生しやすくなることも示されている（例えば非特許文献 2 参照）。つまり、小型のローブドパンプキン型気球は、容易に実現できても、大型のローブドパンプキン型気球は、その実現が難しかった。

【0024】

このような問題は、気球の形状がロープ 104 の長さにより物理的に決まってくるのに対し、ゴア 103 の余剰分がどのように配置されるかは、たたまれた気球の状態（初期値）や、気球の膨張過程、その過程で発生する各種の擾乱などといった、最終形状に到達する過程での変化により生じる現象が影響するため、均等に展開することが保証されていないことを意味している。全てのゴア 103 が展開しない場合があることや、ねじれ構造が発生することは、実際に実験でも確認されている（例えば非特許文献 2 参照）。このような現象が上昇中の気球の膨張過程で発生すると、耐圧気球として満足な性能が得られなくなるといった問題が生じる。

【0025】

このような耐圧気球と似た技術として、高度 20 km 程度を飛行する成層圏用飛行船が知られている（例えば特許文献 2 参照）。この成層圏用飛行船は、船体として、交差させた索体を配置し、これらの索体により形成される各メッシュ内に、略四角形の皮膜が配置されるとともに索体に固定され、内外の差圧により外側に膨出させて皮膜張力を減少させるものである。これは、以下の点でローブドパンプキン型気球と全く異なる技術である。

【0026】

まず、成層圏用飛行船では、皮膜が小さい略四角形の曲面に分割されている。これに対して、ローブドパンプキン型気球や一般の成層圏用気球では、頭部から尾部までが 1 枚の細長い紡錘形のゴア 103 でカバーされている。このため、ローブドパンプキン型気球や一般の成層圏用気球は、成層圏用飛行船と異なり、重量の軽減化や、製作の容易さ、分割曲面の 4 隅のような応力集中点がない、継ぎ目が少ないことによる高い信頼性などをもたらすことができる。

【0027】

また、成層圏用飛行船では、平面形の皮膜が圧力によって伸びて膨らむ。このため、成層圏飛行船は、略球面に形成しようとする場合、所定の圧力差に対して 2 軸方向に大きな伸びが要求される結果、大きな張力が発生することになる。これに対して、ローブドパンプキン型気球では、大きいゴア 103 を短いロープ 104 に縮めながら固定することによって子午線方向の余剰分により横方向にしわが形成される。このため、ローブドパンプキン型気球は、子午線方向に伸びず張力も発生しない。また、周方向の余剰分により、周方向には、自然のままで張り出すことができる。つまり、周方向には、圧力差が 0 のときでも円弧を形成することができる。

【0028】

さらに、成層圏用飛行船では、皮膜とロープとで構成された船体形状を維持するために、船体の各部分が周方向に広がらないようにするための拘束ロープを全体にわたって必要となってくる。なお、特許文献 2 の図 1 には、一部に周方向索体を配置した形態が示されている。しかしながら、これは、周方向に拘束されていない部分が、内圧によりオイラーズエラスティカが示す形状になろうとして、周方向の皮膜がこの必要量に対して不足している断面で、飛行船の中心軸からの半径と同等の半径まで膨らんでいるに過ぎず、ロープと膜面とにより任意の形状が作れているわけではない。

【0029】

これに対して、ローブドパンプキン型気球では、縦方向のロープ 104 のみで気球形状が決定されるため、周方向に拘束するロープを必要としない。すなわち、ローブドパンプキン型気球は、周方向にロープがなくても、皮膜が必要量あれば、自然と唯一の最終形状

10

20

30

40

50

であるオイラーズエラスティカの形状に落ち着くことができる。一方、子午線方向のロープ104に必要とされる強度は、上記の飛行船に使われている縦ロープの強度と本質的に変わらない。このため、ローブドパンプキン型気球は、成層圏用飛行船と異なり周方向のロープがない分、気球を軽く作ることができる。また、ローブドパンプキン型の形状は、同じ子午線長の物体の中で容積が最大の形状であるため、単位重量あたりの浮力を成層圏用飛行船と比較して非常に大きくとることができる。この結果、ローブドパンプキン型は、高度20kmを飛行する成層圏用飛行船と同一重量で、高度40km程度を飛翔することができる。

【特許文献1】特開2000-025695号公報

【特許文献2】特開2003-170897号公報

【非特許文献1】Proc.6th AFCRL Scientific Balloon Symposium, J.H. Smalley, 1970, Development of the e-Balloon, 167-176

【非特許文献2】Buckling of Structures, I. Elishakoff et al., Elsevier Science Ltd, 1988, 133-149

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0030】

以上に示したように、ローブドパンプキン型気球は、ロープ104の長さで自動的に決まる気球形状（ロープ104部分が形作る形状）に対して、各ゴア103が張力の発生を最小限に抑えるように張出を形成すること、すなわち常に均等に張り出すことが保証されていない。このように、ゴア103の枚数が多い大型のローブドパンプキン型気球に対しては、安定した最終形態が保証されず、また耐圧性能も保証されないため、大型のスーパープレッシャー気球の実用化は困難であるという課題があった。

【0031】

このようにゴア103の枚数が多いローブドパンプキン型気球の展開が保証されないのは、ロープ104の長さによって気球の形状が決まるのに対し、ロープ104の周方向の配置がゴア103の開き具合のみに依存していることにある。すなわち、ロープ104の長さによって気球の形状が決まり、気球の対称軸に垂直な各段面における周方向に必要な長さ（1周の長さ、すなわちロープ104が作る円の周長）も一意的に決まる。

【0032】

一方、各ゴア103が伸びることなく立体的に外側に張り出るように、ゴア103の縦横には、余剰があり、例えばゴア103の幅は、本来必要な幅（上記の1周の長さをゴアの数で割った値）の5%増しの長さになっている。各ゴア103は、その幅の合計がこの周方向に必要な長さを超えるまで、ロープ104が所定の位置より内側にあるため、外側に向かって確実に広がっていく。しかしながら、ちょうど1周に必要な長さ分だけ展開してこの条件が満足される時点で、数1のオイラーズエラスティカによって表される気球形状が最終形状に到達するため、これ以降は、内圧が外圧より高くなっていく。

【0033】

このため、この時点でまだ開いていない、つまり重なったままのゴア103は、圧力差によってそのまま外側に押しつけられる。また、これに逆らって左右に広がるための力は、非常に小さく、すでに展開済みのロープ104が均等に配置されているならば0となるため、残りのゴア103が展開されずにそのまま固定されるといったことが発生する。

【0034】

最初から全てのゴア103が少しずつ均等に開いた状態で膨張すれば、このような現象は、生じないが、そのような状況を作り出すためには、気球自体がその赤道部から膨張していく必要がある。これは、空気中で天井から吊り下げられた気球に、同じ気体である空気を充填していくような場合にのみ可能となる。ところが、実際には、縦方向にきれいに折りたたまれた気球の頭部のごく一部に、空気より軽い浮揚ガス（ヘリウムや水素）が充填された状態で、気球は上昇を開始する。そして、頭部のみにあった浮揚ガスが高度の上昇とともに外側に、さらに下側に膨張していくことにより、気球のゴア103は、上から

順に展開していくため、中央部から展開するようにすることは不可能であるためである。

【0035】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、全てのゴアを均等に展開可能な耐圧大型膜構造物を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0036】

上記目的を達成するため、本発明に係る耐圧大型膜構造物は、複数のゴアを互いに接合させることにより形成される袋体を備え、前記袋体には、前記複数のゴアの接合面と直交する略円形の断面のうち、その面積が最大となる部分が所定の範囲に亘ってシリンダ状に形成されており、前記面積が最大となる略円形の断面の円周と略同一の長さを有する第1ロープが、前記ゴアの接合面と直交するように、前記所定の範囲に亘って複数取り付けられることにより、前記シリンダ状の部分が形成されることを特徴とする。

10

【0037】

上記耐圧大型膜構造物において、前記ゴアにおいて、前記袋体を形成したときに前記シリンダ状になる部分は、略長方形に形成されているとともに、その以外の部分は、前記袋体を形成したときに、オイラーズエラスティカ (Euler's Elastica) の関係式に従った形状となるように形成されている、ようにしてもよい。

【0038】

上記耐圧大型膜構造物において、前記複数の接合面には、それぞれ前記ゴアの長さよりも短い第2ロープが、該袋体の両端点に架けて、該接合面にしわを形成しつつ取り付けられており、前記第1ロープは、前記複数の第2ロープとその交点で接合されることにより、前記面積が最大となる略円形の断面に内接する多角形が形成されるように取り付けられている、ようにしてもよい。

20

【0039】

上記耐圧大型膜構造物において、前記シリンダ状の部分の前記接合面と、前記袋体の両端点付近の前記接合面と、では、前記しわが形成される密度が異なっている、ようにしてもよい。

【0040】

上記耐圧大型膜構造物において、前記第1ロープと前記第2ロープとは、その強度比が、該第2ロープを縦辺、該第1ロープを横辺として形成される四角形の縦横比の2倍と等しくなるように構成されている、ようにしてもよい。

30

【0041】

上記耐圧大型膜構造物において、前記袋体は、その両端部にリングそれぞれを1ずつ備え、前記第2ロープは、その両端部が前記2つのリングにそれぞれ結び付けられている、ようにしてもよい。

【0042】

上記耐圧大型膜構造物は、前記袋体をガス袋として備える耐圧気球である、ようにしてもよい。

【発明の効果】

【0043】

本発明によれば、全てのゴアを均等に展開可能な耐圧大型膜構造物を提供することができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0044】

以下、本発明を実施するための最良の形態について説明する。

【0045】

上記の問題を解決するためには、ロープの長さで規定される周長まで気球のゴアが展開した時点でも、気球が最終的な満膨張になることがなく、また、各ゴアが最後まで強制的に均等に開くような周方向力が発生し続けるような構成にすればよい。そこで、まず、このような展開力が発生する、本実施形態に係る耐圧気球の構成について、図面を参照しつ

50

つ説明する。

【0046】

図1は、本実施形態に係る耐圧気球の構成例を示す図であり、図1(a)は、耐圧気球の構成例を示す側面図、図1(b)は、耐圧気球の構成例を示す上面図、図1(c)は、図1(a)中、赤道部5における耐圧気球の断面図である。

【0047】

本実施形態に係る耐圧気球は、パンプキン(Pumpkin)型気球を基にした構造となっている。ここで、パンプキン型気球とは、オイラーズエラスティカ(Euler's Elastica)と呼ばれる関係式により、数学的に定義される気球形状を備えるものである。具体的にRを気球の最大半径、rを気球表面上の任意点における気球対称軸からの距離(任意点の気球半径)、sを気球表面の気球天底から子午線に沿った長さ、θを気球表面の外向き法線と水平面とがなす角度としたとき、軸対称である気球の表面は、以下の関係式を満たしている。

【0048】

【数2】

$$d\theta/ds = -2r/R^2$$

【0049】

パンプキン型気球は、子午線の天底から天頂までの長さL'を一定にしたときに、体積が最大となる。パンプキン型気球のゴアは、数2のオイラーズエラスティカの関係式で表される子午線の天底から天頂までの長さが中心線の長さとなり、子午線上の各位置における気球の周長をゴアの数Nで割った値が、対応する位置における幅となるように作られている。パンプキン型気球のゴアの全長、すなわちパンプキン型気球の子午線の全長L'とすると、この気球の滴膨張時の最大半径、すなわち赤道部の半径R、気球の高さH、気球の表面積S、気球の体積V、及びパンプキン型気球のゴアの最大幅cは、それぞれ以下のように表される。

【0050】

【数3】

$$R = 0.3814L'$$

$$H = 0.4569L'$$

$$S = 1.4355L'^2$$

$$V = 0.1523L'^3$$

$$c = 2\pi R/N$$

【0051】

そして、耐圧気球は、図1(a)～(c)に示すように、最終的な滴膨張において、数3のオイラーズエラスティカの関係式によって表される上記パンプキン型気球の一種である、図7に示すローブドパンプキン(Lobed Pumpkin)型気球を基にし、その赤道部5付近に、半径R×(1'/L')の円柱状のシリンダ部6が形成された形状となっている。以下では、このような気球を、ローブドシリンダ付きローブドパンプキン(lobed pumpkin with lobed cylinder)型気球と呼ぶ。

【0052】

耐圧気球は、ガス袋2を備え、例えばヘリウムや水素のような軽い気体がガス袋2の内部に充填されることにより、浮力が発生する。ガス袋2は、滴膨張になった後であっても上昇浮力分の浮揚ガスを排出せずに、内部のガスの圧力を保持可能な構成となっている。また、ガス袋2には、図示せぬ観測器等のペイロードが吊り下げられている。

【0053】

ガス袋2は、縦に等分した略紡錘形の複数のゴア3を互いにその側縁部を接合した構成となっている。ゴア3は、例えばポリエチレンなどのプラスチックフィルムなどといった

薄くて軽量かつ気密性の皮膜材料から形成されている。また、ゴア 3 には、その接合線に沿って、大きい張力に耐えられる縦ロープ 4 が接合されている。

【0054】

縦ロープ 4 は、気球の形状を形作る機能の他に、ペイロードの荷重を保持し、気球上に特異点が発生することを防止する機能をも有している。縦ロープ 4 は、例えばアラミド繊維などといった抗張力に優れ、伸びの小さな繊維などの材料から形成されている。

【0055】

また、シリンダ部 6 の内面には、縦ロープ 4 が位置する点を順に結ぶ正多角形状の複数のロープ（横ロープ）7 が等間隔に挿入されている。横ロープ 7 は、縦ロープ 4 と同種の材料から形成され、シリンダ部 6 の両端を含む等間隔の位置に設けられている。横ロープ 7 は、縦ロープ 4 との交点で相互に結合される一方で、その他の点で皮膜と接合されない。

10

【0056】

なお、上述のような耐圧気球では、図 7 に示す基となるローブドパンプキン型気球と同様に、気球皮膜のどの位置においても縦方向の張力が発生しない。また、横ロープ 7 によってシリンダ部 6 の形状が、図 7 に示す基となるローブドパンプキン型気球の赤道断面と同一形状を保つように拘束されている。

【0057】

図 2 は、耐圧気球におけるゴアと縦ロープとの対応を示す説明図である。各ゴア 4 は、図 2 に示すように、中心部付近にストレート部分 8 が形成されたパンプキン型ゴア（ストレート付きパンプキン型ゴア）の形状を有している。ストレート部分 8 では、その幅が一定となっており、図 8 に示す基となるパンプキン型のゴア 103 の赤道部 105 の幅 c と同一となっている。ストレート部分 8 の長さ b は、その幅 c の整数倍、例えば 2～7 倍となっている。ストレート部分 8 は、気球形状になったときに、図 1 (a) に示すシリンダ部 6 を形成する。

20

【0058】

また、このときには、図 7 に示す基となるローブドパンプキン型気球の赤道部 105 の個々の張出形状と同一の張出形状が、延長されたシリンダ部 6 の全長に亘って形成される。一方、この区間も他の区間と同様、縦方向には、図 2 に示すように、皮膜が短縮されてしわ寄せされながら縦ロープ 4 に固定されている。

30

【0059】

また、ゴア 3 の幅が一定となっているストレート部分 8 の内面（気球が形成されたときの内側の面）には、図 1 に示す横ロープ 7 が複数設置されている。

【0060】

このような構成とすることで、耐圧気球は、例えばヘリウム等の軽い浮揚ガスにより、頭部から順に膨張していく。そして、赤道部 5 が膨張する過程においては、シリンダ部 6 に、内圧により横ロープ 7 に張力が発生して、周長が拘束される形状まで外側に膨らむ力が発生し続ける。そして、横ロープ 7 が縦ロープ 4、すなわち各ゴア 3 の縁に接続されているため、確実に膨張し、しかも横ロープ 7 が伸びきるためには、各ゴア 3 が均等に展開しなければならない。この結果、シリンダ部 6 においては、一部のゴア 3 が取り残されることは起こりえないし、しかもゴア 3 が均等に開く。縦ロープ 4 は、横ロープ 7 が伸びきった状態で初めて数 2 に示すオイラーズエラスティカにより表される形状に到達するため、縦ロープ 4 が赤道部 5 の完全な膨張を妨げることはない。

40

【0061】

シリンダ部 6 の全長が確実に展開するため、これに連なる上下部分、すなわち図 7 に示す基となるローブドパンプキン型気球の赤道部 105 以外に相当する領域では、均等な展開が自動的に促されることになる。なぜなら、例えば、シリンダ部 6 のすぐ上で、ゴア 3 の一部が展開しない場合にも、シリンダ部 6 では、ゴア 3 が均等に開くため、シリンダ部 6 のすぐ上のゴア 3 にも全てのゴア 3 が均等に展開するような周方向力が伝達されるからである。

50

【0062】

図7に示す基となるローブドパンプキン型気球でも、直径が最も大きい赤道部105が正常に展開すれば、それ以外の部分も順次、確実に展開する。そして、一旦展開すれば、各ゴア103は、おのずと均等に広がる。このため、シリンダ部6が長いほど展開力は、大きくなり、確実さや展開後の安定性が増大するが、必要以上に長くしなくてもよい。例えば、シリンダ部6の長さは、赤道部5におけるゴア3の幅の数倍（2～7倍）あればよい。

【0063】

次に、上記構成を備える耐圧気球の製造方法について、図面を参照しつつ説明する。

【0064】

図2に示すとおり、図8に示す従来のパンプキン型気球のゴア103における赤道部105の幅を有するストレート部分8が、中央部付近に追加された新規のゴア3を形成し、N枚用意する。このゴア3の全長を $L (= L' + b)$ とし、ストレート部分8の長さを b とし、赤道部5でのゴア幅 c の整数倍（ $n = b / c$ 、ただし1以上）となるようにする。このようなゴア3を、ストレート付きパンプキン型ゴアと呼ぶ。

【0065】

縦ロープ4の全長 l は、ゴア3の全長 L より短い長さ（例えば L の95%の長さ、すなわち $l / L = 0.95$ ）となっている。

【0066】

図7に示すローブドパンプキン型気球の赤道断面上に縦ロープ4が形成する半径 $R \times (l' / L')$ の円に内接する正 N 角形の周長と等しい長さを有する、閉じた横ロープ7を用意する。必要な本数は、ゴア3のストレート部分8の長さ b を、赤道部5でのゴア幅 c で割った値よりも1多い（ $n + 1$ ）本である。また、横ロープ7の強度は、縦ロープ4の強度の2倍とする。

【0067】

隣り合ったゴア3を接合したところに、短い縦ロープ4を取り付ける。この際ゴア3を全長に亘って均等にしわ寄せしながら縮めて、あるいは、逆に縦ロープ4をゴア3の全長に合わせて伸ばした状態で、縦ロープ4とゴア3の外側（気球の外側になる部分）の接合部上またはその近傍とを互いに接合して固定する。これによって、各ゴア3は、皮膜材料が伸びることなく、気球の外側に小さな曲率半径で張り出し、ゴア3の表面には、横方向にしわが形成され、ゴア3の縦方向には、張力が発生せず、その小さな曲率半径のためにゴア3の横方向への張力が小さくなる。

【0068】

このような縦ロープ4の接合方法は、図3に示すように、例えばロール状のフィルムを広げて、図8に示す従来のパンプキン型のゴア103より接着しろの幅分だけ一回り大きなゴア3を切り出し、隣り合うゴア3の本来の縁が同じ位置に来るように互いを重ねて接着あるいは熱溶着する。そして、気球の外側になるゴア3の接着した部分（接着線）のすぐ外側の残った耳部に、縦ロープ4を固定糸9により縫いつける。このとき、例えば上下で異なる送り速度を変更可能に設定できるギャザーマシンなどの装置を用いて、ゴア3の側の送りを縦ロープ4の送りより大きくすれば、ゴア3が均一に短縮されて縦ロープ4と固定することができる。

【0069】

ゴア3のストレート部分8には、図4（a）及び（b）に示すように、均等に（ストレート部分8の両端部を含む。間隔は c ）横ロープ7が、皮膜の内側（気球の内面になる部分）から皮膜を通して交差する縦ロープ4に固定されている。

【0070】

そして、横ロープ7は、縦ロープ4との交点でのみ固定され、皮膜には固定されない。

【0071】

ここで、横ロープ7は、輪状に閉じた形状をしており、その全長は、ストレート部分8が形成されていない、図8に示す基となるパンプキン型のゴア103から作られるロープ

10

20

30

40

50

ドパンプキン型気球の赤道部 105 の半径 $R \times (1' / L')$ と同じ半径の円に内接する正 N 角形の外周の長さに等しくする。このことにより、シリンダ部 6 には、図 7 に示す従来のロードパンプキン型気球の赤道の張出と同じ形状の張出が形成される。すなわち、従来のロードパンプキン型気球の赤道部 105 の張出と同一形状を持つロードシリンダ形状が作られる。本実施形態において、シリンダ部 6 における横ロープ 7 と縦ロープ 4 との交点によって形成される四角形が正方形であるので、横ロープ 7 の強度は、縦ロープ 4 の強度の 2 倍とされている。

【0072】

また、縦ロープ 4 は、頭部及び尾部に集まるが、図 5 に示すように、直径 1 m 前後のアンカーリング 10 に放射状に接続されている。気球内外の圧力差による張力は、最終的に 2 つのアンカーリング 10 によって保持される。本実施形態において、アンカーリング 10 は、比強度の高い金属で作られているが、抗張力繊維で形成されてもよい。アンカーリング 10 の近傍において、縦ロープ 4 は、ゴア 3 の接合線から遊離させて進みアンカーリング 10 に結びつけられている。縦ロープ 4 が遊離した部分より端部側のゴア 3 は、ゴア 3 同士のみが接合されている。このため、アンカーリング 10 の内側では、薄い円盤等で上下から皮膜を挟み込んで固定するとともに、間に挟み込んだパッキン等により気密が保たれている。頭部側のアンカーリング 10 の内側の円盤上には、浮揚ガスを充填するための図示せぬ注入口が設けられる。

【0073】

このようにして作られた気球の満膨張の形状は、図 1 (a) に示すように、図 7 に示す基となるロードパンプキン型気球の赤道部 105 が、所定の長さだけ縦に引き延ばされた形状となる。このときには、基となるロードパンプキン型気球の赤道部 105 の張出形状と同一の張出形状がシリンダ部 6 の全長に亘って形成される。一方、この区間も他の区間同様に、縦方向には、皮膜が短縮されてしわ寄せされているため縦方向の張力が発生しない。シリンダ部 6 の形状は、横ロープ 7 によって拘束されて断面形状が維持される。

【0074】

以上説明したように、本実施形態における耐圧気球では、各ゴア 3 のいたるところで周方向に小さな曲率半径の張出が形成されているため、大きな圧力差に耐えられる軽量の膜構造を有することができる。しかも、耐圧気球は、数 2 に示すオイラーズエラスティカの式で規定されないシリンダ部 6 を赤道部 5 に有することで、いかなる条件の下でも確実に全ゴア 3 を均等な展開することができる。これは、とりわけゴア 3 の枚数が多い大型気球に有効であり、大型のスーパープレッシャー型気球の実現が可能となる。

【0075】

また、図 7 に示す従来のロードパンプキン型気球の赤道面 105 をわずかに延長した形状とすることで、耐圧気球は、子午線を一定とした最大体積に非常に近い体積を有することができる。この結果、ロードパンプキン型気球の性能とほぼ同一の性能を維持しつつ、例えば重量 2 トン以内で 1 トン以上の観測器を、高度 30 km 以上の上部成層圏に浮遊可能な大型のスーパープレッシャー気球を実現することができる。

【0076】

さらに、本実施形態における耐圧気球によれば、非常に大きい気球の製造を容易にすることができるという効果も得ることもできる。すなわち、通常気球では、その体積の $1/3$ 乗に比例して気球の直径が大きくなり、また、皮膜材料の最大幅が限られているため、これに比例してゴアの枚数も増える。そして、ゴアの枚数が増えると、頭部や尾部に集まるゴアやロープの数が非常に多くなり、これらをまとめるため、頭部や尾部のサイズを気球直径に比例して大きくする必要があった。このことは、気球の製造や取扱を難しくし、また、気球の重量の増加の一因となっていた。

【0077】

これに対して、本実施形態における耐圧気球によれば、その直径、すなわちゴア 3 の数を同一に保ったまま、シリンダ部 6 の長さを増加させることによって、すなわち直径が最大の部分を延長させることによって、その容積を容易に増大させることができる。このた

め、気球の全重量が、通常の製作方法による気球よりも不利になることはない一方で、頭部や尾部に集まるゴア3の数を変更する必要がなく、また、ゴア3の形状も幅が最大となるストレート部分8の長さを変更するだけでよいので、設計や製造が容易になるのみならず、頭部や尾部の小型化が可能になるため、逆に気球の重量を軽減することができる。なお、このような製造方法は、本実施形態に係る耐圧気球以外の通常の気球にも適用可能である。

【0078】

なお、本発明は、上記実施形態に限定されず、種々の変形、応用が可能である。以下、本発明に適用可能な上記実施形態の変形態様について、説明する。

【0079】

上記実施形態では、シリンダ部6における縦ロープ4と横ロープ7との交点によって形作られる四角形が正方形であるものとして説明した。しかしながら、本発明はこれに限定されるものではなく、縦ロープ4と横ロープ7との交点によって形作られる四角形は、長方形であってもよい。この場合には、横ロープ7の安全倍率を縦ロープ4の安全倍率と等しくすべく、縦ロープ4と横ロープ4との強度比を、これらの縦横比に応じて変更する必要がある、例えば $2b = c$ である場合、縦横比が1:2であるため、横ロープ7の強度は、縦ロープ4の強度と等しくなる。

【0080】

上記実施形態では、横ロープ7が耐圧気球の内側に多角形状に設置されるものとして説明した。しかしながら、本発明はこれに限定されるものではなく、耐圧気球の外側に設置されるような構造にしてもよい。この場合、横ロープ7の長さは、図8に示すストレート部分8のないパンプキン型のゴア103から作られるローブドパンプキン型気球の赤道部105における断面でロープ104が作る円の周長、すなわち赤道部105の半径 $R \times (1' / L')$ の半径の円の周長に等しい長さとすればよい。これにより、シリンダ部6の直径は、上記実施形態と同様に、拘束される。そして、シリンダ部6には、横ロープ7の近傍を除いて、上記実施形態に係る耐圧気球の赤道部5の張出と同じ形状の張出が形成される。この結果、横ロープ7があたる部分での皮膜の張出がなくなるが、横ロープ7があたるゴア3の部分、すなわち皮膜の周長が、横ロープ7の全長よりも長くなっているため、縦方向と同様、横ロープ7の近傍にしわが寄って、横ロープ7の近傍での周方向の張力は、0になり存在しない状態になる。また、横ロープ7の近傍を除いた皮膜の周方向には、小さな張出曲率半径のために、上記実施形態と同様に、小さな周方向張力が発生する。なお、この場合も、横ロープ7は、縦ロープ4との交点でのみ接続され、皮膜には固定されない。

【0081】

上記実施形態において、縦ロープ4の長さとゴア3の長さとの比の局所的な値は、一定であるものとして、すなわち、縮め率は、どの場所でも同一であるものとして説明した。しかしながら、本発明はこれに限定されるものではなく、縦ロープ4の長さとゴア3の長さとの比の局所的な値（密度）は、場所によって異なってもよい。例えば、ゴア3の幅が狭い頭部や尾部に近いところでは、この値を小さく設定すれば、製造が容易であり、逆にすれば、縦ロープ4間の張出形状を最も好ましい形状に近づけることができる。

【0082】

上記実施形態において、ゴア3の側線部と縦ロープ4とは、一定の割合で皮膜が縮められて固定されるものとして説明した。しかしながら、本発明はこれに限定されるものではなく、皮膜が縮められる割合は、場所によって変えてもよい。例えば、張出が大きい赤道部5に近い部分では、縮めの割合を大きくし、ゴア3の幅が狭いアンカーリング10に近いところでは、縮めの割合を小さくしてもよい。また、縮めの割合を、ゴア3の幅の余剰の割合とは、別の値としてもよい。このように場所や方向によって、縮めの割合を変更すれば、製造工程は、複雑になるが、最適化されてより軽量の耐圧気球を作ることができる。

【0083】

上記実施形態では、本発明に係る耐圧大型膜構造物を適用した耐圧気球を例に説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、他の薄膜構造物にも適用可能である。

【0084】

図6は、変形例に係る薄膜構造物の構成例を示す図である。図6に示す薄膜構造物（ガス袋12）では、ゴア13の大きさが頭部からストレートになる部分までの大きさとされている。また、ストレート側の端では、縦ロープ14及び皮膜が、内圧による上向きの（子午線方向の）力に耐えられるように、地面に埋め込まれたアンカー等により固定されている。このような薄膜構造物（ガス袋12）の内部に圧力を加えて外形形状を保つことにより、例えば全天候型の大型建築物などに適用することができる。このとき、縦ロープ14の張力は、構造物の大きさに比例して大きくなるが、膜自体には、強度が要求されないため、非常に薄く作ることができる。このため、例えば光を完全に透過するような屋根を形成することもできる。また、シリンダ部16の長さ（高さ）を調整することで、薄膜構造物（ガス袋12）の高さを自由に設定することもできる。

10

【0085】

また、シリンダ部の長さは、必ずしも短くなくともよく、長くてもかまわない。極端な例としては、両端が丸く細長いシリンダ形状の耐圧薄膜構造物が考えられ、例えば飛行船のような空気抵抗の小さな薄膜構造物を軽量に作る場合などに適用できる。

【0086】

また、上記実施形態において、気球内には、ガスが充填されるものとして説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、膜面に圧力差を発生させるようなものであればよく、例えば水などの液体や、砂などの小さい粒状の固体などであってもよい。このようにすれば、薄膜構造物を、薄くて、軽量で、折りたたみ可能な容器として使用することができる。また、中に入っている液体や固体の量に応じた体積や形状が自動的にされるため、中身が充填されていない無駄な空洞領域が発生することを防止することができる。

20

【産業上の利用可能性】

【0087】

本発明は、ゴアの枚数が多くなった場合でも、耐圧性を損なうことなく、確実に全てのゴアを展開し、満膨張状態を安定に維持させることができる。また、直径を変えずに、様々な体積の耐圧気球を作ることができる。

【0088】

また、本発明は、上部成層圏を飛翔する耐圧気球のみならず、下記のような利用も可能である。

30

【0089】

本発明によれば、大型の安定した底面が略円形である大型建築物等の薄膜構造物を軽量に作ることができる。例えば、折りたたむと非常に小さくなり、光を完全に透過し、空気で膨らますことができる移動式簡易建築物が考えられる。この場合には、ストレート部分の途中から上半分のみ形状となる。

【0090】

また、気体を保管する耐圧容器としての利用も可能である。この場合、使わないときには、折りたたんでおけばよい。

40

【0091】

さらに、水などの液体や砂状の粒子状固体を入れるための軽量で折りたたみ可能な容器として利用することもできる。

【0092】

そして、ストレート部分を長くすれば、飛行船としても使用可能な細長い耐圧気球を軽量に作ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0093】

【図1】本実施形態に係る耐圧気球の構成例を示す図であり、（a）は、耐圧気球の構成例を示す側面図、（b）は、耐圧気球の構成例を示す上面図、（c）は、（a）中、赤道

50

部における耐圧気球の断面図である。

【図 2】本実施形態に係る耐圧気球におけるゴアと縦ロープとの対応を例示する説明図である。

【図 3】ゴアと縦ロープとの関係構造を例示する図である。

【図 4】（a）及び（b）は、ゴアと縦ロープと横ロープとの関係構造を例示する図である。

【図 5】縦ロープの短部の処理方法を例示する説明図である。

【図 6】変形例に係る薄膜構造物の構成例を示す図である。

【図 7】従来のローブドパンプキン型気球の構成例を示す図であり、（a）は、従来のパンプキン型気球の構成例を示す斜視図、（b）は、従来のローブドパンプキン型気球の構成例を示す側面図、（c）は、従来のローブドパンプキン型気球の構成例を示す上面図である。

10

【図 8】従来のパンプキン型気球におけるゴアと縦ロープとの対応を例示する説明図である。

【符号の説明】

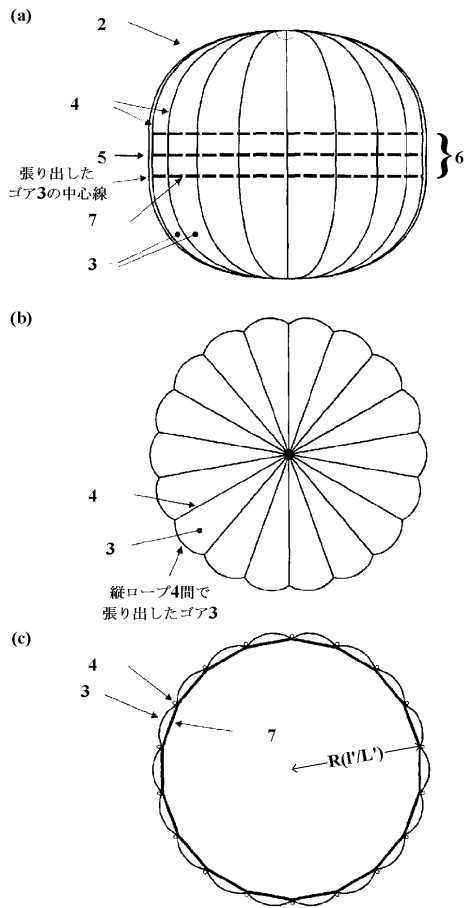
【0094】

- 2 ガス袋
- 3 ゴア
- 4 縦ロープ
- 5 赤道部
- 6 シリンダ部
- 7 横ロープ
- 8 ストレート部分
- 9 固定糸
- 10 アンカーリング
- 12 ガス袋
- 13 ゴア
- 14 縦ロープ
- 15 赤道部
- 16 シリンダ部
- 17 横ロープ
- 102 ガス袋
- 103 ゴア
- 104 ロープ
- 105 赤道部

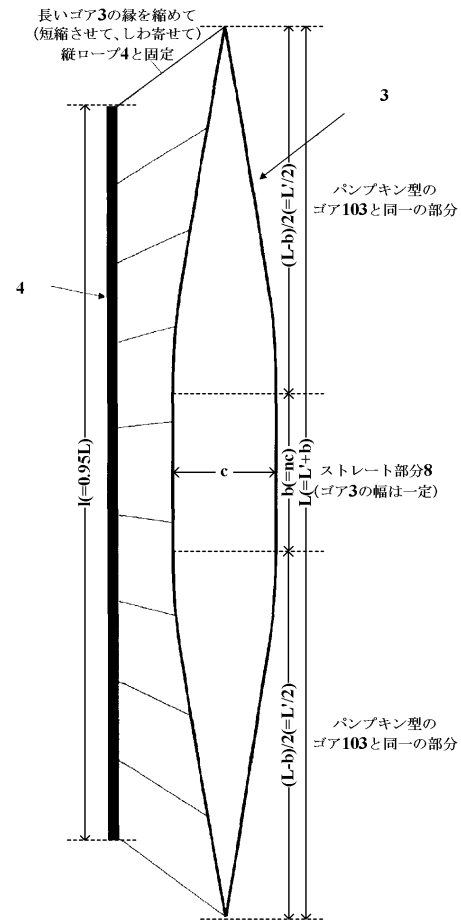
20

30

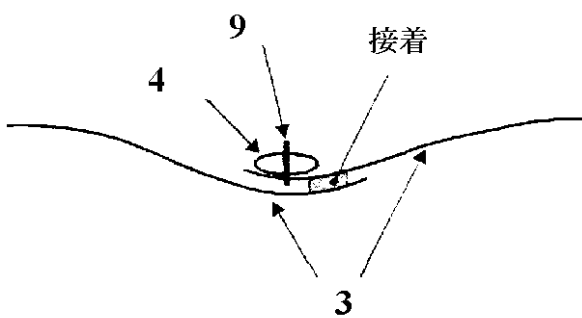
【図 1】



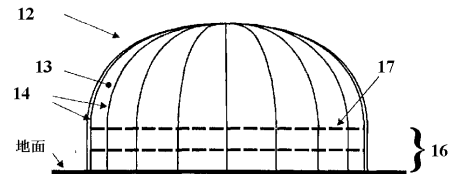
【図 2】



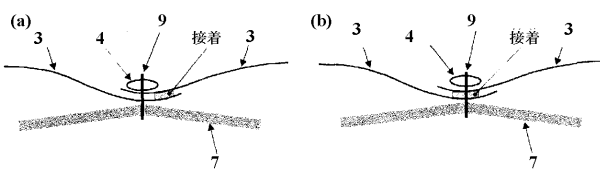
【図 3】



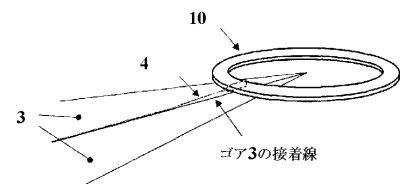
【図 6】



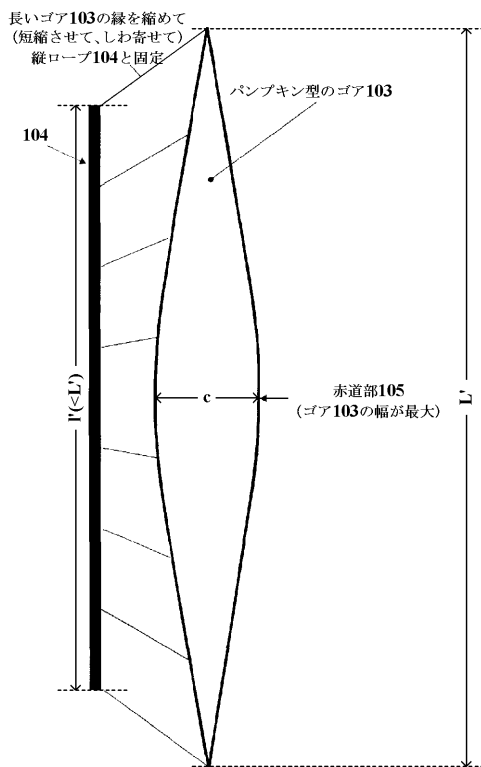
【図 4】



【図 5】

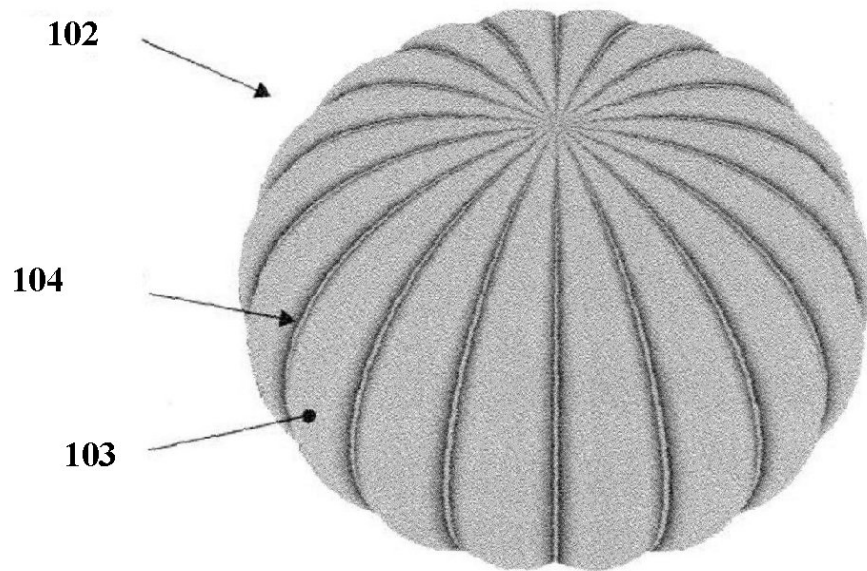


【図 8】

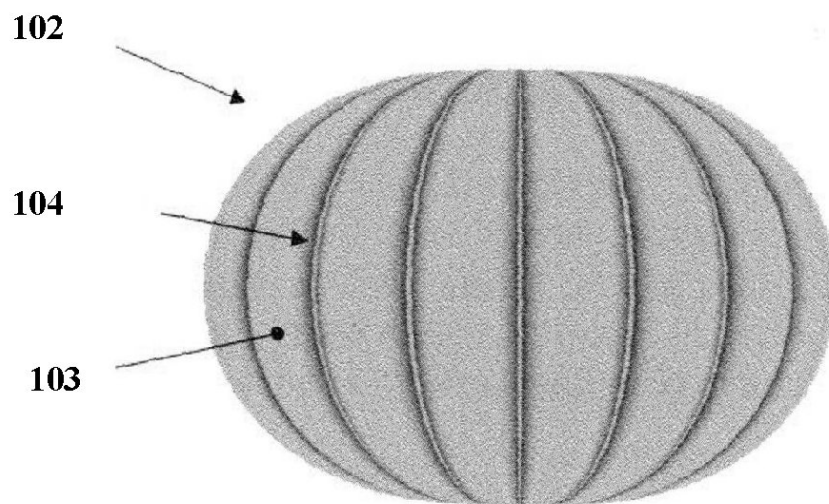


【図 7】

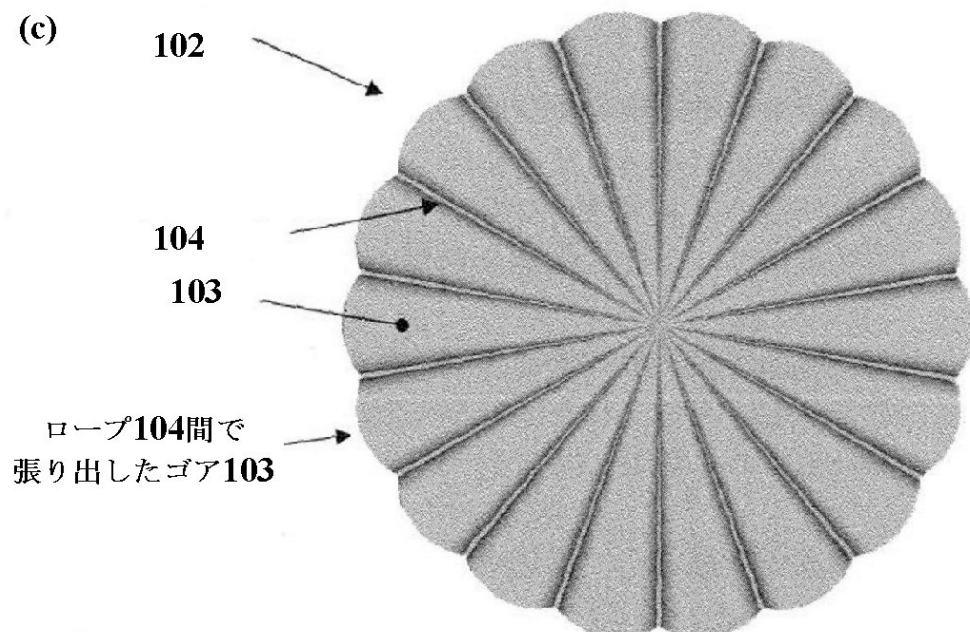
(a)



(b)



(c)



フロントページの続き

(72)発明者 松嶋 清穂

東京都品川区荏原2丁目4番46号 藤倉航装株式会社本社内

Fターム(参考) 2E141 BB05 CC05 DD00 EE36 FF00