

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003 - 170897

(P 2 0 0 3 - 1 7 0 8 9 7 A)

(43)公開日 平成15年6月17日(2003.6.17)

(51)Int.Cl.⁷
B64B 1/62

識別記号

F I
B64B 1/62

テ-マコード (参考)

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全9頁)

(21)出願番号 特願2001 - 374650(P 2001 - 374650)

(22)出願日 平成13年12月7日(2001.12.7)

(71)出願人 391012693

宇宙科学研究所長

神奈川県相模原市由野台3丁目1番1号

(72)発明者 矢島 信之

神奈川県相模原市由野台3丁目1番1号

宇宙科学研究所内

(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

宇宙科学研究所内

(74)代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外5名)

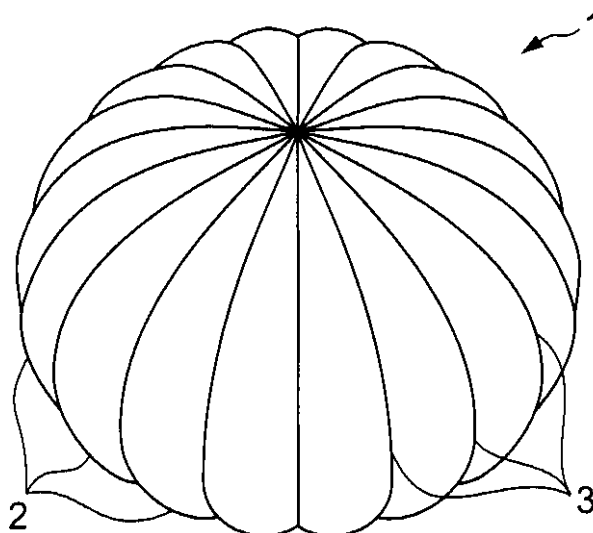
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 耐圧性気球

(57)【要約】

【課題】 簡単な構成でガス袋の体積を制御し飛翔高度を変える耐圧性気球を提供する。

【解決手段】 耐圧性気球は気密性の被膜材料から形成された紡錘形の複数のゴア2をその両側縁部を互いに接合するとともに、ゴア2の両側縁部の接合部に沿って張力に耐えるロードテープ3を取り付けた耐圧性のガス袋1を有している。ガス袋1は満膨張状態のときに隣接するロードテープ3の間で外側に被膜材料の伸びによらずに小さな曲率半径で膨出する。ガス袋1にはガス袋1を変形させて体積を変化させる体積変化手段が設けられている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 気密性の被膜材料から形成された紡錘形の複数のゴアをその両側縁部を互いに接合するとともに、これらゴアの両側縁部の接合部に沿って張力に耐えるロードテープを取り付けた耐圧性のガス袋と、満膨張状態の上記ガス袋を変形させてガス袋の体積を変化させる体積変化手段とを備えており、上記ガス袋が膨張した後も上昇浮力分のガスを排出せずに内部のガスの圧力を維持する耐圧性の気球であって、上記ゴアの寸法は、

上記ガス袋が満膨張状態のときに隣接する上記ロードテープの間で外側に被膜材料の伸びによらずに膨出し、上記膨出したゴアの、上記ロードテープと交差する方向の曲率半径が、上記ガス袋の径よりも小さく、上記膨出したゴアに働く張力の方向が、上記ロードテープと交差する方向に向く、よう設定されていることを特徴とする耐圧性気球。

【請求項 2】 上記体積変化手段は、上記ロードテープを上記ガス袋の内側に引っ張ることにより、満膨張状態の上記ガス袋の形状を変形させることを特徴とする請求項 1 に記載の耐圧性気球。

【請求項 3】 上記体積変化手段は、上記紡錘形のゴアの長手方向の両端に位置している上記ロードテープの部分の少なくとも一方を上記ガス袋の内側に引っ張ることを特徴とする請求項 2 に記載の耐圧性気球。

【請求項 4】 上記体積変化手段は、上記紡錘形のゴアの長手方向の両端に位置している上記ロードテープの部分の少なくとも一方に取り付けられており、ゴアの長手方向の両端間で延びている引張りロープと、引張りロープの長さを変える引張りロープ長変化手段とを有していることを特徴とする請求項 3 に記載の耐圧性気球。

【請求項 5】 上記体積変化手段は、上記複数のゴアの長手方向の中央部にそれぞれ位置しているロードテープの部分の少なくとも 1 つを上記ガス袋の内側に引っ張ることを特徴とする請求項 2 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の耐圧性気球。

【請求項 6】 上記体積変化手段は、上記複数のゴアの長手方向の中央部にそれぞれ位置しているロードテープの部分の少なくとも 1 つに取り付けられている引張りロープと、

上記ガス袋の内部に配置されており、引張りロープの長さを変える引張りロープ長変化手段とを有しており、上記引張りロープは、引張りロープが取り付けられたロードテープの上記部分のそれぞれと、引張りロープ長変化手段との間で延びており、引張りロープ長変化手段が引張りロープの長さを変えたとき、ゴアの長手方向の中央部は引張りロープ長変化手段に接近することを特徴とする請求項 5 に記載の耐圧性気球。

【請求項 7】 上記体積変化手段は、

上記複数のゴアの長手方向の中央部にそれぞれ位置しているロードテープの部分の少なくとも 2 つに張り巡らされるよう取り付けられている少なくとも 1 本の引張りロープと、

引張りロープの長さを変える引張りロープ長変化手段とを有しており、上記引張りロープ長変化手段が引張りロープの長さを変えたとき、ゴアの長手方向の中央部が互いに接近することを特徴とする請求項 5 に記載の耐圧性気球。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、耐圧性気球に関する。より詳細には、高層大気観測や宇宙観測に用いられる科学観測気球、スポーツ用熱気球及びガス気球などの耐圧性気球に関する。

【0002】

【従来の技術】高空を飛翔する気球として、例えば高度 30 ~ 40 Km の成層圏を飛翔する科学観測気球がある。このような高空用の気球は、飛翔高度を調節するために、浮力ガスの排気による浮力減少とバラスト投下による飛翔高度回復との組み合わせを利用している。しかしながら、バラストを全て消費するとそれ以降は飛翔高度の調節を続けられない。

【0003】一方、飛翔高度を一定に保つためのものとして、内圧に耐える耐圧性のガス袋を備えたスーパープレッシャー気球が知られている。このスーパープレッシャー気球は、ガス袋が最大容積となった後も上昇浮力分のガスを排出せず、ガス袋の最大容積および内部のガスの圧力を維持したまま上昇を続け、大気密度の低下により浮力が減少して一定の高度で水平飛翔する。このようなスーパープレッシャー気球は日没後にガスの温度が低下してもガス袋内のガス圧が低下するだけでこのガス袋の最大容積は変化せず、バラストを投下することなく最大高度を維持したまま水平飛翔を維持することができる。これによって、上記の気球のように大量のバラストを消費することがなく、より長時間の飛翔が可能となる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このようなスーパープレッシャー気球では高度を一定に保つことができるが飛翔高度を変更することが容易でない。

【0005】飛翔高度を調節する気球として、気球内部の空気袋に外気をポンプで注入して膨張させて気球の有効体積を変化させるものがある。しかしながら、大気が希薄な成層圏では短時間に空気袋を膨らませるには強力な送風器又はポンプが必要となり、特に大型気球では実現が困難である。

【0006】本発明は以上の事情に基づいてなされたものであり、本発明の目的は、バラストのような有限な搭載物やポンプを用いることなく、簡単な構成でガス袋の

10

20

30

40

50

体積を制御し、飛翔高度を変えることができる耐圧性気球を提供することである。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の請求項 1 に係わる耐圧性気球では、気密性の被膜材料から形成された紡錘形の複数のゴアをその両側縁部を互いに接合するとともに、これらゴアの両側縁部の接合部に沿って張力に耐えるロードテープを取り付けた耐圧性のガス袋と、満膨張状態の上記ガス袋を変形させてガス袋の体積を変化させる体積変化手段とを備えており、上記ガス袋が膨張した後も上昇浮力分のガスを排出せずに内部のガスの圧力を維持する耐圧性の気球であって、上記ゴアの寸法は、上記ガス袋が満膨張状態のときに隣接する上記ロードテープの間で外側に被膜材料の伸びによらずに膨出し、上記膨出したゴアの、上記ロードテープと交差する方向の曲率半径が、上記ガス袋の径よりも小さく、上記膨出したゴアに働く張力の方向が、上記ロードテープと交差する方向に向く、よう設定されていることを特徴としている。

【 0 0 0 8 】本発明の請求項 2 に係わる耐圧性気球では、上記体積変化手段は、上記ロードテープを上記ガス袋の内側に引っ張ることにより、満膨張状態の上記ガス袋の形状を変形させることを特徴としている。

【 0 0 0 9 】本発明の請求項 3 に係わる耐圧性気球では、上記体積変化手段は、上記紡錘形のゴアの長手方向の両端に位置している上記ロードテープの部分の少なくとも一方を上記ガス袋の内側に引っ張ることを特徴としている。

【 0 0 1 0 】本発明の請求項 4 に係わる耐圧性気球では、上記体積変化手段は、上記紡錘形のゴアの長手方向の両端に位置している上記ロードテープの部分の少なくとも一方に取り付けられており、ゴアの長手方向の両端間で延びている引張りロープと、引張りロープの長さを変える引張りロープ長変化手段とを有していることを特徴としている。

【 0 0 1 1 】本発明の請求項 5 に係わる耐圧性気球では、上記体積変化手段は、上記複数のゴアの長手方向の中央部にそれぞれ位置しているロードテープの部分の少なくとも 1 つを上記ガス袋の内側に引っ張ることを特徴としている。

【 0 0 1 2 】本発明の請求項 6 に係わる耐圧性気球では、上記体積変化手段は、上記複数のゴアの長手方向の中央部にそれぞれ位置しているロードテープの部分の少なくとも 1 つに取り付けられている引張りロープと、上記ガス袋の内部に配置されており、引張りロープの長さを変える引張りロープ長変化手段とを有しており、上記引張りロープは、引張りロープが取り付けられたロードテープの上記部分のそれぞれと、引張りロープ長変化手段との間で延びており、引張りロープ長変化手段が引張りロープの長さを変えたとき、ゴアの長手方向の中央部

は引張りロープ長変化手段に接近することを特徴としている。

【 0 0 1 3 】本発明の請求項 7 に係わる耐圧性気球では、上記体積変化手段は、上記複数のゴアの長手方向の中央部にそれぞれ位置しているロードテープの部分の少なくとも 2 つに張り巡らされるよう取り付けられている少なくとも 1 本の引張りロープと、引張りロープの長さを変える引張りロープ長変化手段とを有しており、上記引張りロープ長変化手段が引張りロープの長さを変えたとき、ゴアの長手方向の中央部が互いに接近することを特徴としている。

【 0 0 1 4 】

【発明の実施の形態】図 1 ~ 図 1 2 を参照して、本発明の実施の形態に係わる耐圧性気球を説明する。まず、本発明の第 1 の実施の形態の耐圧性気球を説明する。図 1 は、耐圧性気球の斜視図である。図中の 1 はガス袋であり、このガス袋 1 の内部には例えばヘリウム等が充填され、浮力を発生する。ガス袋 1 は膨張した後も上昇浮力分のガスを排出せずに内部のガスの圧力を維持する。このガス袋 1 には、観測機器等のペイロードが搭載されるが、図中では省略する。

【 0 0 1 5 】ガス袋 1 は、概略的に球形をなしており、ガス袋 1 を縦に N 等分した紡錘形のゴア 2 を多数接合して構成されている。これらのゴア 2 は、軽量で高強度の織布、又はプラスチックフィルム等の気密性の被膜材料で形成され、互いにその両側縁部を縫合又は接着等により接合され、ガス袋 1 を構成している。これらのゴア 2 の接合線に沿って、高張力に耐えるロードテープ 3 が縫い込まれ、または接着される。これらのロードテープ 3 は、これらゴア 2 相互の接合強度を高める他、ペイロードの荷重を分散して各ゴア 2 に伝達し、またこのガス袋 1 の形状を所定の形状に維持する。各ゴア 2 の被膜材料はガス袋 1 が満膨張状態のときに隣接するロードテープ 3 の間で外側に被膜材料の伸びによらずに膨出する。ここで、満膨張状態とは、ガス袋 1 の内外圧力差 dP (内部圧力 - 外部圧力に等しい) が正であり、内部圧力をさらに増加させてもガス袋 1 の体積が皮膜材料の伸びによる以外には変化しない状態である。耐圧性気球は、満膨張状態のガス袋 1 を変形させてガス袋 1 の体積を変化させる体積変化手段 (後に詳述する) を備えている。

【 0 0 1 6 】ガス袋 1 は内外圧力差 $dP (> 0)$ に対応した自然型と呼ばれる形状をとることができる。説明の便宜のために、ロードテープが設けられていない場合の自然型のガス袋の形状について説明する。自然型は、ガス袋の上下方向の中心軸を地軸として、条件 1 : 経線 (子午線) の長さ一定、条件 2 : 緯線 (周) の長さは必要なだけ自由に付加するとする 2 つの前提条件のもとで最大の浮力が得られる形状である。この形状は地軸に対して回転対称である。条件 2 は、ガス袋の皮膜には経線方向に皺が発生していると仮定することができるので、

周方向には張力が発生しない状態にあることを意味する。即ち、ガス袋の内外圧力差によって皮膜に発生する張力は経線方向のみとなる。内外圧力差 dP が増大するとともにガス袋は扁平していき、いわゆるパンプキン形状に近づく。

【0017】本実施の形態のようにガス袋の内外圧力差 dP が十分大きい場合、通常皮膜自体の重量や浮力を無視して形状を考えてよい。その場合には、ガス袋の形状は、前記の条件1、条件2のもとで体積が最大となることが条件となり、球を北極側と南極側から押しつぶしたような上下対称の形状となる。これはEuler'se

$$T_0 = F_m / (2 \cdot x_0) \dots (2)$$

$$T = F_m / (2 \cdot x) = x_0^2 \cdot dP / (2 \cdot x) \dots (3)$$

となるので、経線の長さを L 、その微小長さを dL 、その傾角を θ とすれば、その点の皮膜の曲率半径は $dL / d\theta = T / dP \dots (4)$

である。この微分方程式を、初期条件は赤道上の皮膜張力の方向は y 軸と並行でかつ大きさは T_0 として、数値解法により赤道上から順次形状を求めて解く。図3は数値解法により求められた形状の縦断面を示す曲線の例である。実際の気球には、下部にペイロードがつり下げられるので形状の上下対称性は若干損なわれるが、ほとんど無視できる。上記パンプキン形状はこのような上下対称性が損なわれた形状を含んでいる。また、パンプキン形状は地軸に対して対称である。

【0019】このようなパンプキン形状をとるガス袋にロードテープを付加したときのガス袋の形状を説明する。従来の気球では、ゴアの形状は地軸に対して対称なパンプキン形状を N 等分した紡錘形に設定されている。ロードテープはパンプキン形状のガス袋の外表面に沿って延びている。本実施の形態の耐压性気球では、隣接するロードテープ3の間でゴア2が小さな曲率半径で膨出するようゴア2の形状が設定されている。かつこの場合、ゴア2は経線方向に十分大きな寸法を有しているものとする。後に示すように、膨出したゴア2の、ロードテープ3と交差する方向の曲率半径は、ガス袋1の径よりも1桁程度小さい。

【0020】こうした形状を形成するために、ゴア2の形状寸法は従来の気球のゴアの形状に対して、その幅および長さが大きくされている。即ち、ゴア2の長手方向の中心線の長さは、隣接するロードテープ3の間で膨出する部分の経線方向の中心線の長さに等しく、ゴア2の幅はこの膨出した部分の緯線方向の長さに等しくされている。この結果、ゴア2の両側縁部の長さはロードテープ3よりも長くなるので、各ゴア2は、それらの両側縁部がロードテープ3の長さに対応した長さに均一に皺が形成されて短縮された状態でロードテープ3に接合されている。尚、ロードテープ3の長さは、ゴア2の自然型の形状の両側縁部の長さに対応した長さに設定されている。

lasticaと呼ばれる。この形状は以下のように求めることができる。

【0018】図2はこの形状を求めるために用いる、ガス袋の概略的な断面図である。図2のように、 x, y 座標上で対称面である赤道面から上半分の形状を考える。赤道の半径を x_0 とする。皮膜には経線方向の張力しか発生していないので、赤道上での張力の総和の力 F_m は赤道での断面積 S と圧力差 dP の積となる。即ち、 $F_m = S \cdot dP \dots (1)$

10 である。形状曲線上の赤道での張力 T_0 、任意の点、 (x, y) 上での張力 T はそれぞれ、

【0021】ガス袋1がこのように構成されていることにより、各ゴア2は内部圧力によって引き伸ばされずに膨出する。このように膨出するゴア2の形状を所定の形状に設定すると、ゴア2の長手方向の張力をほぼゼロにすることができる。即ち、膨出したゴア2に働く張力の方向は、ほぼロードテープ3と交差する方向に向く。

20 【0022】このとき、ゴア2の短手方向の張力はロードテープ3に作用し、ロードテープ3が外側に引っ張られる。このゴア2の張力はロードテープ3の張力により支承される。一方、膨出をもたない従来の気球では、経験上その強度は、同じ体積を有する球の強度と同等である。成層圏大型気球では、球の半径は30~50mとなる。一方、膨出したゴア2の曲率半径は概略1m程度を実現できる。従って、被膜に発生する張力はこの2つの半径の比率だけ減少し、その分気球は圧力に対し強度が増す。さらに、ゴアの形状は被膜材料の幅からきまるので、気球を大型にしてもその曲率半径は変わらない。即ち、気球の圧力に対する強度は、気球の容積に依存しない。従って、本実施の形態の耐压性気球は気球の規模によらず破損しにくい。

30 【0023】体積変化手段を詳細に説明する。図4はガス袋1の縦断面図である。上述したように、この形状は球を北極側と南極側から押しつぶしたような形状である。図4の断面は北極と南極を含んでいる。体積変化手段は、ロードテープ3をガス袋1の内側に引っ張ることにより、満膨張状態のガス袋1の形状を変形させる。より詳細には、体積変化手段は、紡錘形のゴア2の長手方向の両端に位置しているロードテープ3の部分をガス袋1の内側に引っ張る。即ち、体積変化手段は、ガス袋1の両極間の距離を変化させる。

40 【0024】体積変化手段は、ゴア2の長手方向の両端間で延びている引張りロープ4と、引張りロープ4の長さを変える引張りロープ長変化手段5とを有している。引張りロープ4の一端は、ゴア2の上側の端、即ちガス袋1の北極に位置しているロードテープ3の部分に取り付けられている。ガス袋1の北極には全てのロードテープ3が集まっている。引張りロープ4は、これらのロー

ドテープ 3 を均一に引っ張るようロードテープ 3 に取り付けられている。北極に位置しているロードテープ 3 の部分にはリング (図示せず) が取り付けられており、このリングに引張りロープ 4 の一端が結ばれている。引張りロープ 4 の他端は、ゴア 2 の南極側に配置されている引張りロープ長変化手段 5 に取り付けられている。ゴア 2 の南極側にはペイロード (図示せず) が吊されている。

【 0025 】 図 5 は引張りロープ長変化手段 5 の概略図である。引張りロープ長変化手段 5 は、引張りロープ 4 が巻かれる円筒形のドラム 5 a と、ドラム 5 a を回転させるモータ 5 b とを有している。モータ 5 b は取付部 5 c を介してガス袋 1 の南極に位置しているロードテープ 3 の部分に取り付けられている。

【 0026 】 引張りロープ長変化手段 5 には両極間にわたっている引張りロープ 4 の長さを検知するセンサが設けられている。引張りロープ 4 の全長は、ガス袋 1 にガスが注入される前の気球の長さ、即ちガス袋 1 の経線の長さである。ガスが注入されて気球が膨張するにつれて両極間の直線距離は短くなるので、その分の引張りロープ 4 は絶えずドラム 5 a に巻き取られる。同様に、耐圧性気球が放球された後、飛翔高度が上がるにつれて大気圧が下がり体積は膨張を続け、両極間の直線距離は短くなるので、その分のロープもドラム 5 a に巻き取られる。

【 0027 】 さらに膨張してガス袋 1 が満膨張状態になると、ガス袋 1 は膨出した部分をもつパンピング形状になる。このときガス袋 1 は最大の体積、即ち最大の浮力をもつ。この状態で、両極間の引張りロープ 4 の長さを短くすると、ガス袋 1 はこれの両極が接近するように変形する。これにより、ガス袋 1 の体積が減少するので浮力が減少する。引張りロープ 4 の長さを調節することで浮力を制御することができるので、耐圧性気球の飛翔高度を調節することができる。

【 0028 】 両極間の引張りロープ 4 の長さを変えたときのガス袋 1 の変形形状は以下のようにして求められる。Euler's elastica を求めたときと同様にして、ロードテープは取り付けられていないものとする。変形形状は上記 (4) 式

$$dL/dm = T' / dP \dots (4)$$

を満たす。但し、(4) 式を解く際、皮膚の張力の方向は y 軸と並行で大きさを Euler's elastica の場合より小さな値 T' とする。即ち、

$$T' = T + dT \quad (dT < 0) \dots (5)$$

として、(4) 式を解くと、両極間距離を変えたときの変形形状が得られる。dT を変えた場合に、経線の長さ L が一定になるような赤道半径 x_0 を求めると、同一ガス袋で両極間距離を変えた形状とその体積を求めることができる。

【 0029 】 図 6 は変形形状の縦断面の計算例である。

ガス袋 1 の形状は $x = 0$ を回転軸として図 6 の断面を回転させると得られる。8 つの閉曲線の内、両極間距離 ($x = 0$ 上の 2 点間の距離) が最大かつ囲む面積が最大である曲線が Euler's elastica である。両極間距離が小さくなるにつれて囲む面積が小さくなる。図 7 に両極間距離とガス袋の体積の関係を示す。両座標軸とも Euler's elastica のときのものとして正規化されている。図 7 で示されるように、両極間距離が減少すると体積が単調に減少する。従って、両極間距離を変えることにより比較的容易に浮力を制御することができる。ゴア 2 の膨出を考慮したときのガス袋 1 では、ロードテープ 3 が上記計算から得られた形状に沿って伸び、ゴア 2 が隣接するロードテープ 3 の間で膨出する。

【 0030 】 本実施の形態には様々な修正と変形とが可能である。本実施の形態では引張りロープ 4 はガス袋 1 の両極間で伸びているが、本発明はこれに限定されない。例えば、1 以上の引張りロープの一端が引張りロープ長変化手段 5 を介して下側の南極に取り付けられ、引張りロープの他端が北極とは異なるロードテープの部分に取り付けられていても良い。

【 0031 】 次に、本発明の第 2 の実施の形態の耐圧性気球を説明する。本実施の形態の構成の大部分は、基本的に第 1 の実施の形態の構成と同じである。尚、本実施の形態において、第 1 の実施の形態の図 1 ~ 図 3 を参照して説明した構成部材と実質的に同一の構成部材は、第 1 の実施の形態の対応する構成部材を指示していた参照符号と同じ参照符号を付して詳細な説明を省略する。

【 0032 】 本実施の形態の構成が第 1 の実施の形態の構成と異なる点は、体積変化手段の構成である。図 8 はガス袋 1 の赤道で切断した断面を示す横断面図である。本実施の形態の体積変化手段は、複数のゴア 2 の長手方向の中央部にそれぞれ位置しているロードテープ 3 の部分をガス袋 1 の内側に引っ張る。即ち、ガス袋 1 の赤道に位置しているロードテープ 3 の部分の少なくとも 2 つをガス袋 1 の内側に引っ張る。

【 0033 】 体積変化手段は、ロードテープ 3 のこれらの部分の少なくとも 2 つに取り付けられている複数の引張りロープ 4 と、引張りロープ 4 の長さを変える引張りロープ長変化手段 15 とを有している。引張りロープ長変化手段 15 はガス袋 1 の内部に配置されている。引張りロープ 4 は、引張りロープ 4 が取り付けられたロードテープ 3 の部分のそれぞれと、引張りロープ長変化手段 15 との間で伸びている。

【 0034 】 本実施の形態では全てのロードテープ 3 に 1 本ずつ引張りロープ 4 が取り付けられている。ロードテープ 3 には引張りロープ 4 の一端がリング (図示せず) を介して取り付けられている。実線で示した複数の引張りロープ 4 a の一端と、2 点差線で示した複数の引張りロープ 4 b 一端とはガス袋 1 の赤道上に交互に並ん

でいる。引張りロープ 4 a , 4 b の他端は全て引張りロープ長変化手段 15 に取り付けられている。

【0035】図9は引張りロープ長変化手段15の概略図である。引張りロープ長変化手段15は、複数の引張りロープ4 a が巻かれる円筒形のドラム15 a と、複数の引張りロープ4 b が巻かれる円筒形のドラム15 b と、これらを回転させるモータ15 c とを有している。ドラム15 a , 15 b はそれぞれ上下に配置されている。モータ15 c は下側のドラム15 b の内部に固定されている。ドラム15 a , 15 b 及びモータ15 c の回転軸は一致してそれぞれ上下方向に向けられている。ドラム15 a , 15 b はモータ15 c の回転軸15 d を介して接続されている。

【0036】モータ15 c が回転すると、ドラム15 a , 15 b はそれぞれ反対方向に回転する。これにより、ロープ4 a , 4 b の巻出し/巻き取りが行われる。引張りロープ長変化手段15が巻出し/巻き取りを行って引張りロープ4の長さを変えると、ゴア2の長手方向の中央部は引張りロープ長変化手段に接近する。満膨張状態のとき、ガス袋1の両極は上下に向き、引張りロープ長変化手段15は引張りロープ4 a , 4 b に吊される。モータ15 c は下側のドラム15 b に固定されているので、吊されたときの姿勢が安定する。

【0037】ロープ4 a , 4 b はそれぞれガス袋1の赤道半径の長さを有している。ガスがガス袋1に注入される前は巻き取られており、ガスが注入されて体積が膨張し赤道半径が長くなるのに応じて巻き戻される。ガス袋1が満膨張状態になった後、第1の実施の形態と同様にして、引張りロープ4の長さを調節することで浮力を制御し、耐圧性気球の飛翔高度を調節することができる。

【0038】赤道半径を変えたときのガス袋1の変形形状は以下のようにして求められる。Euler's elasticaを求めたときと同様にして、ロードテープは取り付けられていないものとする。赤道半径を変えたときの変形形状は両極間距離を変えたときと同様にして

$$dL/dm = T' / dP \dots (4)$$

$$T' = T + dT \quad (dT < 0) \dots (5)$$

を用いて求めることができる。

【0039】変形形状を求めるとき、ガス袋の両極の形状は平坦となり、かつ経線の長さが同じになるような張力の方向および赤道半径を選ぶと、図10に示すような縦断面が得られる。ガス袋1の形状は $x = 0$ を回転軸として図10の断面を回転させると得られる。赤道半径を変えると縦断面が変形していくことが分かる。図11に赤道半径とガス袋の体積の関係を示す。両座標軸ともEuler's elasticaのときのものを1として正規化されている。両極間距離を変えたときと同様に、赤道半径が減少すると体積が単調に減少するので、比較的容易に浮力を制御することができる。ゴア2の膨

出を考慮したときのガス袋1では、両極間距離を変えたときと同様に、ロードテープ3が図10の形状に沿って延び、ゴア2が隣接するロードテープ3の間で膨出する。

【0040】本実施の形態には様々な修正と変形とが可能である。本実施の形態では赤道上のロードテープ3全てに1本ずつ引張りロープ4が取り付けられているが、ロードテープ3全てに取り付けられなくとも良い。例えば、複数の引張りロープ4の一端が赤道上にほぼ均一に並ぶように、複数のロードテープ3の内の一部に引張りロープ4を1本ずつ取り付けても良い。

【0041】また、本実施の形態では引張りロープ4の一端がロードテープ3に他端が引張りロープ長変化手段15に取り付けられているが、本発明はこれに限定されない。例えば、引張りロープ4の一端がロードテープ3に、他端が赤道とは異なるロードテープの部分にそれぞれ取り付けられていても良い。この場合、引張りロープ長変化手段15は引張りロープ4が延びる経路上に配置される。また、引張りロープ4の一端がロードテープ3に、他端が引張りロープ長変化手段15を介して赤道とは異なるロードテープの部分に取り付けられていても良い。この際、引張りロープ4は1本でも良い。

【0042】次に、本発明の第3の実施の形態の耐圧性気球を説明する。本実施の形態の構成の大部分は、基本的に第2の実施の形態の構成の大部分と同じである。尚、本実施の形態において、第2の実施の形態の図8及び図9を参照して説明した構成部材と実質的に同一の構成部材は、第2の実施の形態の対応する構成部材を指示していた参照符号と同じ参照符号を付して詳細な説明を省略する。

【0043】本実施の形態の構成が第2の実施の形態の構成と異なる点は、体積変化手段の構成である。図12はガス袋1の赤道で切断した断面を示す横断面図である。体積変化手段は、すくなくとも1本の引張りロープ4と、図9を用いて説明した引張りロープ長変化手段15とを有している。引張りロープ4はガス袋1の赤道にそれぞれ位置しているロードテープ3の部分の少なくとも2つに張り巡らされるよう取り付けられている。

【0044】本実施の形態では1本の引張りロープ4が赤道にあるロードテープ3の部分の全てに取り付けられている。ロードテープ3のこれらの部分の全てにはリング6がそれぞれ取り付けられている。リング6はガス袋1の内側に配置されている。引張りロープ4は、赤道に沿って周回するようリング6の全てに通されている。

【0045】引張りロープ長変化手段15は隣り合う2つのリング6の間に配置されている。引張りロープ4の両端はドラム15 a , 15 b (図9参照)にそれぞれ取り付けられている。モータ15 c が回転して引張りロープ4の長さが変わると、ゴア2の長手方向の中央部が互いに接近する。これを利用して第2の実施の形態と同様

に、ガス袋 1 の赤道半径を変化させることができるので、浮力を制御し、耐圧性気球の飛翔高度を調節することができる。

【0046】本実施の形態には様々な修正と変形が可能である。本実施の形態では 1 本の引張りロープ 4 をリング 6 に張り巡らせているが、複数本の引張りロープ 4 を張り巡らせても良い。例えば、2 本の引張りロープ 4 を用い、一方の引張りロープ 4 を複数のリング 6 の内の一部に張り巡らせ、他方の引張りロープ 4 を残りのリング 6 に張り巡らせても良い。

【0047】また、本実施の形態では全てのロードテープ 3 に引張りロープ 4 が取り付けられているが、複数のロードテープ 3 の内の一部に取り付けられても良い。

【0048】また、両極間距離を変える第 1 の実施の形態の体積変化手段と、赤道半径を変える第 2 又は第 3 の実施の形態の体積変化手段とを組み合わせても良い。

【0049】尚、本発明は上述した実施の形態に限定されるものではなく、発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変形や応用が可能であることは勿論である。

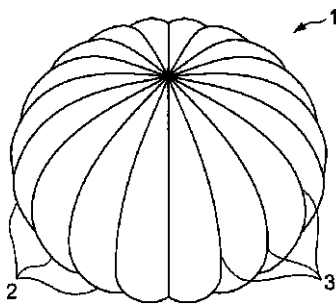
【0050】

【発明の効果】以上詳述したことから明らかなように、本発明に従った耐圧性気球は、バラストのような有限な搭載物やポンプを用いることなく、簡単な構成でガス袋の体積を制御し、飛翔高度を変えることができる。

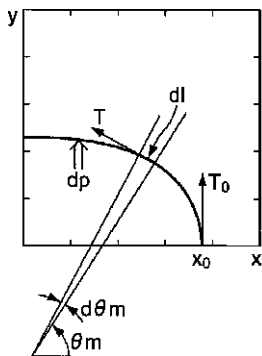
【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態における耐圧性気球の斜視図。

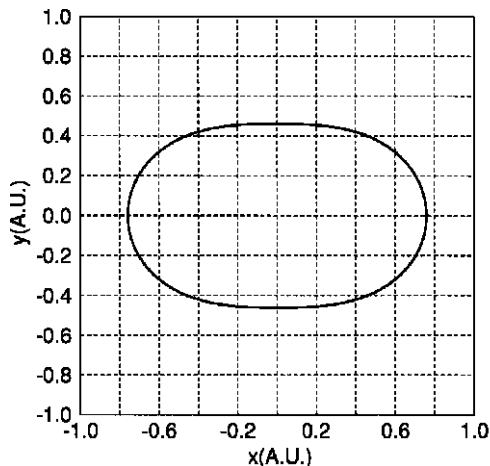
【図 1】



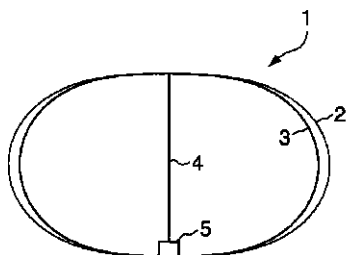
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

20

【図 2】 Euler ' s elastica を求めるために用いる、ガス袋の概略的な断面図。

【図 3】 Euler ' s elastica のガス袋の縦断面を示す曲線のグラフ。

【図 4】本発明の第 1 の実施の形態における耐圧性気球のガス袋の縦断面図。

【図 5】本発明の第 1 の実施の形態における耐圧性気球の引張りロープ長変化手段の概略図。

【図 6】両極間距離が変化したときのガス袋の縦断面を示す曲線のグラフ。

【図 7】両極間距離とガス袋の体積の関係を示すグラフ。

【図 8】本発明の第 2 の実施の形態における耐圧性気球のガス袋の赤道で切断した断面を示す横断面図。

【図 9】本発明の第 2 及び第 3 の実施の形態における耐圧性気球の引張りロープ長変化手段の概略図。

【図 10】赤道半径が変化したときのガス袋の縦断面を示す曲線のグラフ。

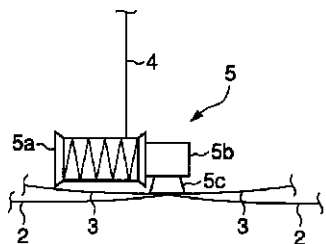
【図 11】赤道半径とガス袋の体積の関係を示すグラフ。

【図 12】本発明の第 3 の実施の形態における耐圧性気球のガス袋の赤道で切断した断面を示す横断面図。

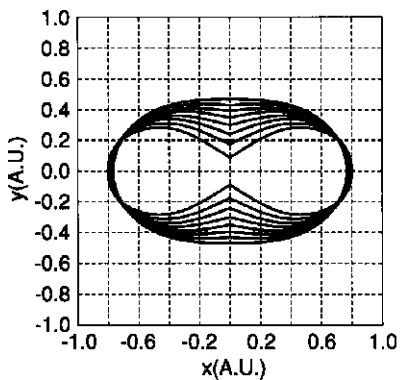
【符号の説明】

- 1 ガス袋 2 ゴア
- 3 ロードテープ
- 4 , 4 a , 4 b 引張りロープ
- 5 , 1 5 引張りロープ長変化手段

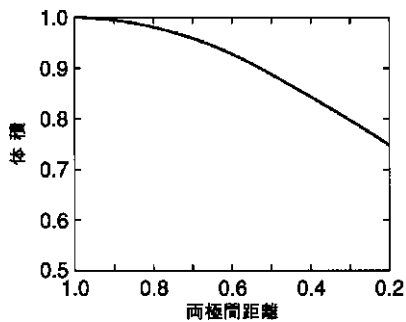
【圖5】



【圖6】

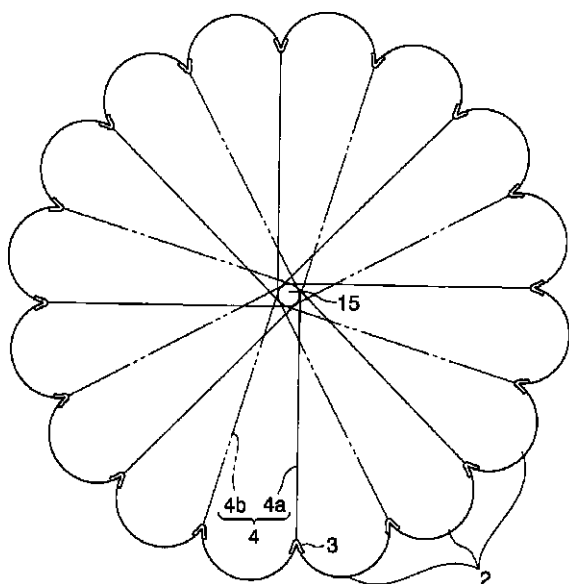


【圖7】

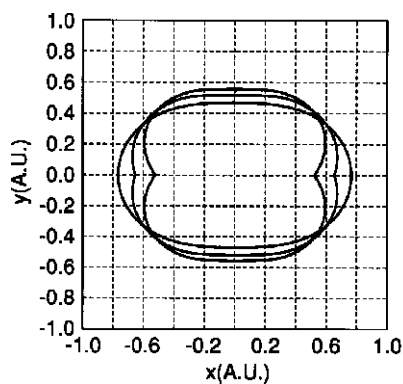
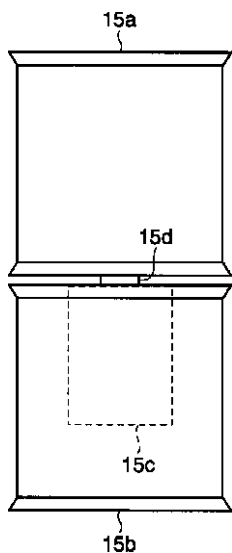


【圖10】

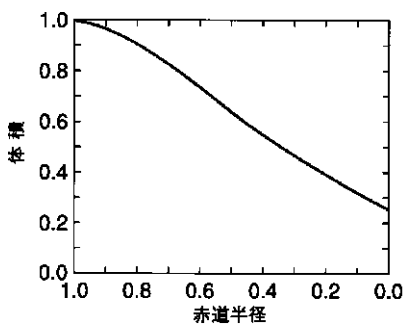
【圖8】



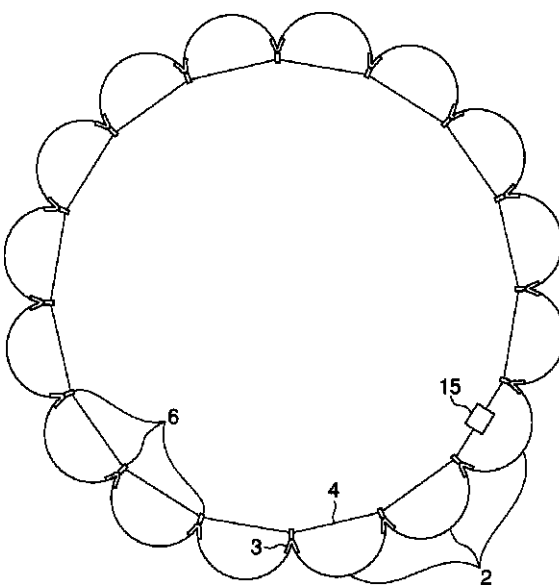
【圖9】



【圖11】



【圖12】



フロントページの続き

(72)発明者 本田 秀之
神奈川県相模原市由野台3丁目1番1号
宇宙科学研究所内