

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)特許公報 (B 1)

(11)特許番号

第2967196号

(45)発行日 平成11年(1999)10月25日

(24)登録日 平成11年(1999)8月20日

(51)Int.Cl.⁶
B64B 1/58

識別記号

F I
B64B 1/58

請求項の数 9 (全10頁)

(21)出願番号	特願平10 - 195633	(73)特許権者	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
(22)出願日	平成10年(1998)7月10日	(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
審査請求日	平成10年(1998)7月10日	(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	弁理士 鈴江 武彦 (外5名)
		審査官	冨江 耕太郎
		(56)参考文献	特表 平2 - 502901 (J P , A) 米国特許4529153 (U S , A) 米国特許2960282 (U S , A) 米国特許2767941 (U S , A)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】耐圧性気球およびその製造方法

1

(57)【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ガス袋を備え、このガス袋が最大容積まで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、

上記の各ゴアの形状寸法は、上記のガス袋の被膜材料に縦方向の張力のみ発生し周方向には張力が発生しないと規定される自然型の形状に対して、その幅および長さが大きく形成されており、
また上記のロードテープの長さは、上記のゴア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おり、

2

上記の各ゴアは、それらの両側縁部が上記のロードテープ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上記のロードテープに接合されており、上記のガス袋内にガスが充填された場合に上記の各ゴアの被膜材料は上記のロードテープの間で外側に膨出することを特徴とする耐圧性気球。

【請求項2】 前記のガス袋の最大半径の位置に対応した各ゴアの位置Y0の被膜材料の外側への膨出の曲率半径Rarc,0とした場合に、各ゴアの任意の位置における被膜材料の外側への膨出の曲率半径Rarcは、
 $Rarc > Rarc,0$

としたことを特徴とする請求項1の耐圧性気球。

【請求項3】 前記のガス袋の内部のガスの密度と外気の密度との差をd、ガス袋の底部のバイアス圧力をP0とし、前記のガス袋の最大半径の位置に対応した各ゴ

10

アの位置 Y0 の被膜材料の外側への膨出の曲率半径 R_{arc} 、 $c, 0$ とし、また各ゴアの縦方向の位置を Y とした場合

$$R_{arc} = R_{arc,0} \cdot (P_0 + d \cdot g \cdot Y_0) / (P_0 + d \cdot g \cdot Y)$$

としたことを特徴とする請求項 1 の耐圧性気球。

【請求項 4】 前記の各ゴアの中心線の長さ L_{meri} は、これらゴアの任意の微小部分の被膜材料の外側への膨出の曲率半径を R_m 、この微小部分の曲率半径の傾き角を θ_m とし、またこの微小部分が外側に膨出した膨出高さを L_{exp} とし、またこの膨出によるゴアの中心線の長さの微小増加分 $d L_{meri}$ とした場合に、この微小増加分 $d L_{meri}$ をガス袋の底部から頂部まで積分した長さ、

$$L_{meri} = (L_{exp} + R_m) \cdot d \theta_m$$

としたことを特徴とする請求項 1 の耐圧性気球。

【請求項 5】 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ガス袋を備え、このガス袋が最大容積まで膨張した後も上昇浮力分のガスを排出せず内部のガスの圧力を維持する耐圧性の気球を製造する方法であって、

上記の各ゴアをその自然型の形状に対して、その幅および長さが大きな形状の複数のゴアを裁断する工程と、ゴアの自然型の形状の両側縁部の長さに対応した長さにロードテープを切断する工程と、

上記の各ゴア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を上記のロードテープの長さに対応した長さに均一に皺を形成して短縮させた状態で上記のロードテープに接合する工程、とを具備したことを特徴とする耐圧性気球の製造方法。

【請求項 6】 前記のゴアの両側縁部およびロードテープの接合工程は、

前記のゴアの両側縁部を互いに接合するとともに、この接合部に沿って前記のロードテープが挿入可能な袋状部を形成する工程と、

上記の袋状部内にロードテープを挿入する工程と、上記の袋状部を挿入したロードテープの長さと同じ長さに均一に皺を形成して短縮させる工程と、

上記の袋状部とロードテープとを接合する工程、とを備えたことを特徴とする請求項 5 の耐圧性気球の製造方法。

【請求項 7】 前記のゴアの両側縁部およびロードテープの接合工程は、前記のゴアの両側縁部を所定量ずつ短縮させて均一に皺を形成しつつロードテープと接合することを特徴とする請求項 5 の耐圧性気球の製造方法。

【請求項 8】 前記のゴアの両側縁部を上記のロードテープの長さに対応した長さに均一に皺を形成して短縮させた状態で上記のロードテープに接合する工程は、このゴアの両側縁部とロードテープとを間欠的に接合し、前記のゴアの両側縁部に形成される皺をこれら間欠的な接合部分の間に形成させることを特徴とする請求項 5 の耐圧

に、これらゴアの任意の位置における被膜材料の曲率半径 R_{arc} を、

性気球の製造方法。

【請求項 9】 前記のゴアの両側縁部を上記のロードテープの長さに対応した長さに均一に皺を形成して短縮させた状態で上記のロードテープに接合する工程は、このゴアの両側縁部とロードテープとを連続的に接合し、前記のゴアの両側縁部に形成される皺をこの連続的な接合部分に封入することを特徴とする請求項 5 の耐圧性気球の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、成層圏観測用の気球等、高空用の気球に関する。さらに特定すれば、本発明は内圧に耐えるガス袋を備え、より高い高度をより長時間飛行することができる耐圧気球を提供するものである。

【0002】

20 【従来の技術】従来から、高空を飛行する気球として、たとえば高度 30 ~ 40 Km の成層圏を飛行する科学観測用大気球がある。このような高空用の気球は、上昇とともにガス袋が膨張し、最大高度に達してこのガス袋が最大容積となると、ガス袋の下部に形成されている排気口等から総重量の 10 % 程度の自由浮力分のガスを排出され、一定の高度を維持して飛行する。

【0003】しかし、日没とともにガス袋内のガスの温度が低下するので、ガスの浮力が全浮力の 7 ~ 10 % 減少し、気球の高度が低下する。したがって、日没後に高度を一定に維持するには、パラストを投下してこの浮力の減少分を補償する必要がある。このため、たとえば数日間の長時間の飛行を行う気球の場合には、上記のような高度維持のために多量のパラストを搭載しておく必要がある。

【0004】たとえば、南極より観測気球を打ち上げ、夏期に成層圏に吹く周回風に乗せて 10 日程で一周させる科学観測気球の場合には、300 Kg の搭載重量のうち、その約半分が上記の高度維持用のパラスト重量であった。

40 【0005】このため、上記のようなパラストの消費量を減少させ、より長時間の飛行を可能とし、またペイロードを増加させることが要望されている。このような要望を満足させる手段として、耐圧性のガス袋を備えたいわゆるスーパープレッシャー気球がある。

【0006】このスーパープレッシャー気球は、内圧に耐える耐圧性のガス袋を備えており、最大高度に達してガス袋が最大容積となった後に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、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行する。このようなスーパープレッシャー

5

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、パ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、従来のように大量のパ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り、またペイロードも増加する。

【 0 0 0 7 】ところで、このようなスーパープレッシャー気球を実現するには、内圧に耐える耐圧性のガス袋が必要となる。このガス袋の耐圧性を高めるには、より軽量でより強度の高い被膜材料を使用すれば良いが、現在開発されている被膜材料では、たとえばガス袋の容積が 1 0 0 , 0 0 0 立方メートル、半径約 1 0 0 m の大形の耐圧気球を製造することは困難であった。

【 0 0 0 8 】このため、上記のようなスーパープレッシャー気球をより大形化、高性能化するには、被膜材料の開発とともに、より高い内圧に耐えるようなガス袋の構造も開発する必要がある。

【 0 0 0 9 】ここで、本発明の理解を容易にするため、図 8 ないし図 1 1 を参照して一般的な気球の構造を説明する。図中の 1 はガス袋で、このガス袋 1 の内部にはたとえばヘリウム等が充填され、浮力を発生する。また、このガス袋 1 には、観測機器 2 等のペイロードが搭載される。なお、実際の気球では、ガスの排出やパラストの投下等を行う各種の制御機器が搭載されるが、図中では省略する。

【 0 0 1 0 】上記のガス袋 1 は、概略的に球形をなしており、図 1 0 に示すようなガス袋を縦に N 等分した紡錘形の被膜片、すなわちゴア 3 を多数接合して構成されて

$$R_m = (1 + y'^2)^{3/2} / y' \quad \dots (1)$$

である。したがって、これを上記の (1) 式に入れて、y の微分方程式とし、張力 T_m に dW_m 成分を組み入れながらガス袋の下部から積分することにより、このガス袋の自然型を求めることができる。

【 0 0 1 4 】本明細書においては、上記の (1) ないし (3) ような関係から定まり、前述のように、内部のガスの浮力、被膜材料の各部に作用する重力、その他が釣り合った状態で被膜材料の縦方向 (子午線の方向) にのみ張力が発生し、これと直交する周方向には張力が発生しないように規定された形状を自然型と称するものとする。

【 0 0 1 5 】なお、上記の各ゴア 3 を構成する被膜材料に伸縮性が全く無いと仮定した場合には、このガス袋 1 の横断面の形状は、図 9 に示すように各ゴア 3 の断面形状が 2 点鎖線 3 a に示すように直線状となり、多角形の形状となる。しかし、実際には、これらゴア 3 を構成するフィルムには伸縮性があるので、内部のガス圧により図 9 に実線で示すように円形の断面形状となる。また、これらゴア 3 がさらに引き伸ばされる場合には、各ゴア 3 は図 9 の破線 3 b に示すように外側に略円弧状に膨出

6

いる。これらのゴア 3 は、軽量で高強度の織布、またはプラスチックフィルム等の被膜材料で形成され、互いにその両側縁部を縫合または接着され、ガス袋 1 を構成している。また、これらのゴア 3 の縫合または接着線に沿って、高張力に耐えるロードテープ 4 が縫い込まれ、または接着される。これらのロードテープ 4 は、これらゴア 3 相互の接合強度を高める他、観測機器 2 等の荷重を分散して各ゴア 3 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。

10 【 0 0 1 1 】このガス袋 1 の形状は、通常は自然型と称される形状が用いられる。この自然型の形状は、内部のガスの浮力、被膜材料の各部に作用する重力、その他が釣り合った状態で被膜材料の縦方向 (子午線の方向) にのみ張力が発生し、これと直交する周方向には張力が発生しないように規定された形状のことである。すなわち、被膜材料の任意の部分の縦方向の張力を T_m、被膜材料に作用する圧力を P、この被膜材料の部分の曲率半径を R_m、微小部分に被膜材料に作用する重力の被膜接線方向の分力を dW_m とすると、

$$20 \quad T_m = P \cdot R_m + dW_m \quad \dots (1)$$

となる。

【 0 0 1 2 】ここで、縦方向 y の位置の被膜材料に作用する圧力 P は、ガス袋内のガスの密度と外気の密度との差 d により発生する圧力とガス袋の底部のバイアス圧力を P₀ との和となり、重力加速度を g とすれば、

$$P = P_0 + d \cdot g \cdot y \quad \dots (2)$$
 である。

【 0 0 1 3 】また、ガス袋の形状を関数 y = f (x) で表せば、被膜材料の縦方向の曲率半径 R_m は、

$$\dots (3)$$

し、各ロードテープ 4 にはこれらを外側に膨出させるような荷重が作用するが、この荷重はロードテープ 4 の張力により支承される。

【 0 0 1 6 】ところで、このようなガス袋 1 に内圧が作用した場合には、被膜材料に発生する引張応力は、この被膜材料の外側への膨出の曲率半径に比例する。したがって、上記の図 9 に示すゴア 3 の膨出 3 b をより大きく、すなわちこれらのゴア 3 の曲率半径をより小さくすることにより、内圧に対するガス袋の耐圧性が高くなり、上述したようなスーパープレッシャー気球を製造する場合には有利である。

【 0 0 1 7 】しかし、従来の気球では、上記のゴア 3 の膨出は、これらゴアを構成する被膜材料の伸びに依存していたが、その伸びには限界があるため、これらゴア 3 の膨出量を大きく、すなわち曲率半径を十分に小さくすることはできなかった。

50 【 0 0 1 8 】このゴア 3 の膨出を大きくする方法としては、たとえば図 1 1 に示すように、このゴア 3 の斜線で示す部分 3 c を切除してその縁部を縫合または接着することにより、立体的な形状のゴア 3 を形成し、これらを

7

前記のように縫合または接着してガス袋を形成するものがある。

【0019】しかしながら、このようなものは、各ゴア3に多数の縫合線や接着線が形成され、その強度が低下するとともに重量も増加し、また漏洩等の発生する可能性が増大して信頼性が低下する。また、このようなものは、製造工程が著しく増加し、製造コストの上昇を招くという不具合がある。

【0020】

【発明が解決しようとする課題】本発明は以上の事情に基づいてなされたもので、ゴアの被膜材料の曲率半径を小さくすることによってガス袋の耐圧性を高め、かつ構造が簡単で製造が容易であるとともに、信頼性も高い気球およびこれを製造する方法を提供するものである。

【0021】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載された本発明の気球は、各ゴアの形状寸法は、上記のガス袋の被膜材料に縦方向の張力のみ発生し周方向には張力が発生しないと規定された自然型の形状に対して、その幅および長さが大きく形成されており、また上記のロードテープの長さは、上記のゴア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おり、上記の各ゴアは、それらの両側縁部が上記のロードテープ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上記のロードテープに接合されており、上記のガス袋内にガスが充填された場合に上記の各ゴアの被膜材料は上記のロードテープの間で外側に膨出することを特徴とするものである。

【0022】したがって、これらのゴアはその幅および長さが自然型の形状より大きく設定されているが、ロードテープは自然型の形状の両側縁部の周長と等しいため、上記のようにこの余剰分だけ各ゴアがガス袋の周方向および縦方向に膨出する。よって、これら各ゴアの部分の曲率半径が小さくなり、内圧に対する耐圧性がより向上する。また、これらゴアは接合線のない単一の被膜

$Rarc = Rarc,0 \cdot (P0 + d$

としたことを特徴とするものである。
【0027】したがって、これらゴアの被膜材料の各部に発生する張力が等しくなり、各部に不均一な張力が発生することによる強度の低下を確実に防止でき、また使用する被膜材料も最小となり、最も軽量で合理的な構造となる。

【0028】また、請求項4に記載の気球は、前記の各ゴアの中心線の長さ $Lmeri$ は、これらゴアの任意の微小部分の被膜材料の外側への膨出の曲率半径を Rm 、この微小部分の曲率半径の傾き角を m とし、またこの微小部分が外側に膨出した膨出高さを $Lexp$ とし、またこの膨出によるゴアの中心線の長さの微小増加分 $d Lmeri$ とした場合に、この微小増加分 $d Lmeri$ をガス袋の底部から頂部まで積分した長さ、

8

片から構成されているので、構造が簡単で接合箇所の増加はなく、重量や工程の増加、強度の低下や漏洩の可能性の増加等を招くこともない。

【0023】また、請求項2に記載の本発明の気球は、前記のガス袋の最大半径の位置に対応した各ゴアの位置 $Y0$ の被膜材料の外側への膨出の曲率半径 $Rarc,0$ とした場合に、各ゴアの任意の位置における被膜材料の外側への膨出の曲率半径 $Rarc$ は

$Rarc = Rarc,0$

10 としてことを特徴とするものである。

【0024】前記のように、各ゴアの被膜材料を外側に膨出させた場合に、上記の最大半径に対応した位置の被膜材料の外側への膨出の曲率半径 $Rarc,0$ が最も大きくなり、この部分の耐圧強度が最も低くなる。したがって、被膜材料の引張強度その他の条件から、この曲率半径 $Rarc,0$ を設定し、各ゴアの任意の位置の被膜材料の外側への膨出半径 $Rarc$ をこの $Rarc,0$ と等しいかそれ以下とすることにより、任意の位置の被膜材料の耐圧強度は少なくとも上記の最大半径に対応した部分の耐圧強度より小さくなることはない。

20

【0025】したがって、設計が容易となるとともに、耐圧強度の信頼性が向上する。また、実際のゴアの設計に関しては、上記の条件のみを満足させれば耐圧強度の点では問題がなくなるので、ゴアの形状の自由度が増し、製作上、またはその他の要求に対して設計の自由度も向上する。

【0026】また、請求項3に記載の気球は、前記のガス袋の内部のガスの密度と外気の密度との差を d 、ガス袋の底部のバイアス圧力を $P0$ とし、前記のガス袋の最大半径の位置に対応した各ゴアの位置 $Y0$ の被膜材料の外側への膨出の曲率半径 $Rarc,0$ とし、また各ゴアの縦方向の位置を Y とした場合に、これらゴアの任意の位置における被膜材料の外側への膨出の曲率半径 $Rarc$ を、

30

$\cdot g \cdot Y0) / (P0 + d \cdot g \cdot Y)$
 $Lmeri = (Lexp + Rm) \cdot d \cdot m$

としたことを特徴とするものである。

40

【0029】したがって、各ゴアの被膜材料が外側に膨出することによりこのゴアの中心部の長さが縦方向に延長される分だけ、このゴアの長さが予め延長されており、各ゴアの被膜材料の各部に発生する縦方向および周方向のすべての方向の張力が等しくなり、より強度が増すとともに、ガス袋の形状が極めて安定した最適の形状となる。

【0030】また、請求項5に記載の方法は、上記の各ゴアをその自然型の形状に対して、その幅および長さが大きな形状の複数のゴアを裁断する工程と、ゴアの自然型の形状の両側縁部の長さに対応した長さにロードテープを切断する工程と、上記の各ゴアの両側縁部を互いに

50

接合するとともに、これらゴアの両側縁部を上記のロードテープの長さに対応した長さに均一な皺を形成して短縮させた状態で上記のロードテープに接合する工程、とを具備したものである。したがって、前記のようなゴアの部分の膨出した耐圧性の気球を簡単に製造することができる。

【 0 0 3 1 】また、請求項 6 に記載の方法は、前記のゴアの両側縁部およびロードテープの接合工程は、前記のゴアの両側縁部を互いに接合するとともに、この接合部に沿って前記のロードテープが挿入可能な袋状部を形成する工程と、上記の袋状部内にロードテープを挿入する工程と、上記の袋状部を挿入したロードテープの長さと同じ長さの長さに均一に短縮させる工程と、上記の袋状部とロードテープとを接合する工程、とを備えたものである。

【 0 0 3 2 】したがって、ゴアの両側縁部を短縮させない状態で接合した後にロードテープを袋状部に挿入し、この後に袋状部を均一に短縮させてロードテープと接合すれば良く、接合作業が簡単である。

【 0 0 3 3 】また、請求項 7 に記載の方法は、前記のゴアの両側縁部およびロードテープの接合工程は、前記のゴアの両側縁部を所定量ずつ短縮させつつロードテープと接合するものである。したがって、このゴアの両側縁部とロードテープとの接合作業が 1 工程ですみ、能率が高い。

【 0 0 3 4 】また、請求項 8 に記載の方法は、前記のゴアの両側縁部を上記のロードテープの長さに対応した長さに均一に皺を形成して短縮させた状態で上記のロードテープに接合する工程は、このゴアの両側縁部とロードテープとを間欠的に接合し、前記のゴアの両側縁部に形成される皺をこれら間欠的な接合部分の間に形成させるものである。したがって、このロードテープとゴアの両側縁部との間に無理な荷重が作用せず、強度が高くなるとともに、製造も能率的となる。

【 0 0 3 5 】また、請求項 9 に記載の方法は、前記のゴアの両側縁部を上記のロードテープの長さに対応した長さに均一に皺を形成して短縮させた状態で上記のロードテープに接合する工程は、このゴアの両側縁部とロードテープとを連続的に接合し、前記のゴアの両側縁部に形成される皺をこの連続的な接合部分に封入するものである。

【 0 0 3 6 】よって、このゴアの両側縁部の余剰分が微細な皺となって接合部分に分散されて封入されるので、ロードテープとゴアの両側縁部との間に作用する荷重が接合部分に均一に分散され、強度を増すことができ、また作業も簡単となる。

【 0 0 3 7 】

【 発明の実施の形態 】以下、図 1 ないし図 8 を参照して本発明の気球およびその製造方法を説明する。図 1 ないし図 4 には、本発明の耐圧気球の一実施形態を示し、こ

のものはたとえば成層圏を飛翔する科学観測用の大形の気球である。

【 0 0 3 8 】図中の 1 1 はガス袋であり、このガス袋 1 1 の内部にはたとえばヘリウム等が充填され、浮力を発生する。また、このガス袋 1 1 には、観測機器 1 2 等のペイロードが搭載される。なお、実際の気球では、ガスの排出やバラストの投下等を行う各種の制御機器が搭載されるが、図中では省略する。

【 0 0 3 9 】上記のガス袋 1 1 は、概略的に球形をなし、図 3 に示すように、ガス袋を縦に N 等分した紡錘形のゴア 1 3 を多数接合して構成されている。これらのゴア 1 3 は、軽量で高強度の織布、またはプラスチックフィルム等の被膜材料で形成され、互いにその両側縁部を縫合または接着等により接合され、ガス袋 1 1 を構成している。また、これらのゴア 1 3 の接合線に沿って、高張力に耐えるロードテープ 1 4 が縫い込まれ、または接着される。これらのロードテープ 1 4 は、これらゴア 1 3 相互の接合強度を高める他、観測機器 1 2 等のペイロードの荷重を分散して各ゴア 1 3 に伝達し、またこのガス袋 1 1 の形状を所定の形状に維持する。

【 0 0 4 0 】そして本発明においては、上記の各ゴア 1 3 の形状は、図 4 に示すような形状に形成されている。図 3 中で 2 点鎖線で描かれた形状 1 3 a は、前述した自然型の場合のゴアの形状であり、その縦方向の長さは L_n 、幅は L_0 である。

【 0 0 4 1 】そして、本発明の気球のゴア 1 3 は、その幅 $L_{arc,0}$ が上記の自然型の形状 1 3 a の幅 L_0 より大きく、また本発明のゴア 1 3 の長さ L_{meri} は、自然型の形状 1 3 a の長さ L_n より長く設定されている。

【 0 0 4 2 】また、上記のロードテープ 1 4 の長さは、上記の自然型の形状 1 3 a の側縁部の周長と等しく設定されている。そして、上記の本発明のゴア 1 3 は、その両側縁部が互いに接合されているとともに、その両側縁部の周長がロードテープ 1 4 の長さと同じになるように均一に短縮された状態でこのロードテープ 1 4 に接合されている。

【 0 0 4 3 】図 2 には、この気球のガス袋 1 1 の 2 - 2 線に沿う概略的な断面形状を示す。前述したように、各ゴアが自然型の形状でかつ伸縮性が無いと仮定した場合には、このゴアは図 2 中で 2 点鎖線 1 3 a で示すように、多角形の形状をなす。しかし、本発明の場合には、各ゴア 1 3 の幅 $L_{arc,0}$ が自然型形状 1 3 a の幅 L_0 より広く形成されているので、このガス袋 1 1 の内圧により、その余剰分だけ各ゴア 1 3 が外側に略円弧状に膨出し、その曲率半径が小さくなる。

【 0 0 4 4 】また、このように各ゴア 1 3 が膨出することにより、各ゴア 1 3 の中心部分はこのガス袋 1 1 の子午線すなわち経線を含む面内で外側に膨出するが、この膨出分に見合うだけ、各ゴア 1 3 の長さ L_{meri} は、自然型の形状 1 3 a の長さ L_n より大きく形成されてい

る。

【 0 0 4 5 】なお、実際には、これらゴア 1 3 を構成する被膜材料には伸縮性があり、上記の各ゴア 1 3 の幅および長さの余裕分の他に、この被膜材料の伸びによってもこれら各ゴア 1 3 が外側に膨出している。また、この実施形態では、好ましくはこれら各ゴアは、ガス袋 1 1 の最大半径の位置に対応する部分では、隣接するロードテープ 1 4 の間に略半円形に膨出しており、このような膨出状態において曲率が最小となり、これ以上の膨出の必要はない。

【 0 0 4 6 】また、この実施形態において、上記のように各ゴア 1 3 の被膜材料を外側に膨出させた場合に、上記の最大半径の位置においてその外側への膨出の曲率半径 $R_{arc,0}$ が最大となり、この部分における被膜材料の引張応力が最大となり、この部分の耐圧強度は最も低くなる。

【 0 0 4 7 】したがって、与えられた条件、すなわち被膜材料の引張強度、耐圧性、その他の条件から、この部分の曲率半径 $R_{arc,0}$ を設定し、各ゴア 1 3 のその他の任意の位置の被膜材料の外側への膨出の曲率半径を R_{arc} とすれば、

$$R_{arc} \geq R_{arc,0} \quad \dots (4)$$

とすることにより、任意の位置での耐圧強度は少なくとも上記の最大半径の部分より低くなることはない。したがって、この (4) 式の条件を満足するようにゴア 1 3 の形状を決定すれば、ゴア 1 3 の任意の位置の耐圧強度をそれぞれ算定する必要はなく、設計が容易となり、またこのガス袋全体の耐圧強度の信頼性を確実に保証することができる。

【 0 0 4 8 】また、上記の条件を満足する範囲で、ゴア 1 3 の形状を任意に設定しても、少なくとも耐圧強度は

$$R_{arc} \cdot (P_0 + d \cdot g \cdot Y) = R_{arc,0} \cdot (P_0 + d \cdot g \cdot Y_0) \quad \dots (6)$$

であるので、

$$R_{arc} = R_{arc,0} \cdot (P_0 + d \cdot g \cdot Y_0) / (P_0 + d \cdot g \cdot Y) \quad \dots (7)$$

となる。

【 0 0 5 3 】なお、実際の気球では、使用する被膜材料にある程度の伸びがあるので、必ずしも上記のような寸法に正確に対応していない場合がある。しかし、一般的には、上記の (7) 式から明らかなように、ガス袋 1 1 の下部から上部にゆくに従って各ゴア 1 3 の部分の曲率半径 R_{arc} を小さくしてゆけば良く、各ゴア 1 3 の展開平面形状もこのような特性に対応して設定することが好ましい。

$$L_{exp} = R_{arc} \cdot (1 - \cos(\theta)) \quad \dots (9)$$

である。ここで、 θ は曲率半径 R_{arc} が隣接するロードテープ間で張る角度の $1 / 2$ であって、

$$\theta = \sin^{-1}(L_1 / R_{arc}) \quad \dots (10)$$

である。ここで、 L_1 はロードテープの間の周方向の距

保証されるので、製作上の都合や、その他の条件に対応してこれらゴア 1 3 の形状を設定することが可能となり、設計の自由度を向上させることができる。

【 0 0 4 9 】また、上記のガス袋 1 1 を構成する各ゴア 1 3 の各部分において、その被膜材料に生じる張力が互いに等しく、均一であることが最も合理的であり、この気球を最も軽量でかつ耐圧性の高いものとすることができる。

【 0 0 5 0 】この実施形態では、各ゴア 1 3 の形状等が、上記のようなさらに最適なものとなるように設定されており、以下これらゴア 1 3 の形状と被膜材料の外側への膨出の曲率半径等との関係を図 4 を参照して説明する。

【 0 0 5 1 】図 4 には、ゴア 1 3 の任意の微小部分を模式的に示す。この任意の位置の微小部分での被膜材料の外側への膨出の曲率半径を R_m 、曲率半径の傾き角度を α 、ロードテープ 1 4 の本数すなわちゴア 1 3 の枚数を N とする。このゴア 1 3 の各部のうち、最も曲率半径の大きくなる部分の曲率半径を $R_{arc,0}$ は、ガス袋 1 1 の最大半径 X_{max} とすれば、

$$R_{arc,0} = X_{max} \cdot \pi / N \quad \dots (5)$$

となる。そして、この高さ位置すなわち縦方向の位置を Y_0 とし、任意の縦方向の位置において、被膜材料に作用する圧力 P は、前述の (2) 式と同様に、 $P = P_0 + d \cdot g \cdot Y$ となる。

【 0 0 5 2 】ここで、被膜材料の子午線方向すなわち縦方向の張力が十分に小さいとすれば、任意の縦方向位置 Y で被膜材料の張力が一定になるための曲率半径 R_{arc} は、

【 0 0 5 4 】また、これらゴア 1 3 の展開形状の各部の幅は、上記の関係から求めた曲率半径で膨出した被膜材料の円弧の長さであり、この円弧の長さ L_{arc} は、 $L_{arc} = 2 \cdot R_{arc} \cdot \sin(\theta)$ である。

【 0 0 5 5 】また、このように各ゴア 1 3 が周方向に所定の曲率半径で膨出した場合の、自然型の形状のゴアの中心線からの膨出高さ L_{exp} は、

$$L_1 = X \cdot \pi / N \quad \dots (11)$$

である。

10

20

30

40

50

13

【 0 0 5 6 】したがって、上記のようにゴア 1 3 の各部が周方向に外側に膨出した場合に、この微小部分の傾斜

$$d L_{meri} = (L_{exp} + R_m) \cdot d_m \quad \dots (1 2)$$

であり、よってこの場合のゴア 1 3 の中心線 C L の長さ L_{meri} は上記の式をガス袋の底部から頂部まで積分した

$$L_{meri} = (L_{exp} + R_m) \cdot d_m \quad \dots (1 3)$$

で求めることができる。

【 0 0 5 7 】このように、各ゴア 1 3 の周方向の曲率半径に対応して、このゴア 1 3 の中心線 C L の長さを上記のように設定することにより、これらゴア 1 3 が外側に膨出した場合に、これらゴア 1 3 に縦方向の無理な張力が発生しない。したがって、上記のような形状および寸法に設定することにより、ゴア 1 3 の各部が全方向にわたって均一な張力になり、最も耐圧強度が高く、また軽量である最適の形状となる。

【 0 0 5 8 】上記のように、この気球のガス袋 1 1 は、これを構成するゴア 1 3 の幅および長さが自然型の形状の幅および長さより大きく設定されているので、被膜材料の伸びに本質的に依存せず、これらゴア 1 3 を大きく外側に膨出させることができる。よって、その曲率半径を小さくでき、このガス袋 1 1 がより高い内圧に耐えることができる。

【 0 0 5 9 】また上記のように、ゴア 1 3 の膨出量は基本的にその被膜材料の伸びに依存することはないので、各ゴアの幅および長さの余剰分により任意に設定することができる。したがって、図 2 に示すように、各ゴア 1 3 を略半円形に膨出させ、その曲率半径を最小にして耐圧性を最大にすることができる。

【 0 0 6 0 】また、このものは、各ゴア 1 3 が接合部の無い単一片のものであるから、構造が簡単であり、また接合部の増加を招くことがなく、重量の増加、製造工程の増加、強度の低下や漏洩の可能性の増加等の不具合を招くこともない。

【 0 0 6 1 】なお、前述の如く、実際の気球の被膜材料は伸びがあるので、設計の際には、上記のような形状、寸法の関係にこの被膜材料の伸び分を加味して設計することが好ましい。この場合でも、被膜材料の伸び率を考慮しただけで、基本的には上記のような形状、寸法の関係に従うものであることはもちろんである。

【 0 0 6 2 】なお、上記のような気球は、各ゴア 1 3 の両側縁部の周長さがロードテープ 1 4 より長くなるので、これらを縫製または接着等により接合する場合に、ゴア 1 3 の両側縁部に皺が発生するので、特別な接合作業が必要となる。

【 0 0 6 3 】次に、上記のようにゴアとロードテープを接合して気球のガス袋 1 1 を製造する方法を説明する。図 5 および図 6 には、製造方法の第 1 の実施形態を示し、このものはゴア 1 3 を縫合により接合する場合に適したものである。

【 0 0 6 4 】この方法では、まず図 5 に示すように、 2

14

角 m の微小角度 d_m についてのゴア 1 3 の子午線方向の中心線 C L の長さの増加分 $d L_{meri}$ は、

$$\dots (1 2)$$

式、

$$\dots (1 3)$$

枚のゴア 1 3 の側縁部を接合する際にこれら縁部を重ね合わせて 2 列の縫合線 2 3 により縫合し、袋状部 2 0 を形成する。

10 【 0 0 6 5 】次に、この袋状部 2 0 に等間隔に目盛 2 1 を付し、またロードテープ 1 4 にも等間隔に目盛 2 2 を付す。これらの目盛 2 1 と目盛 2 2 の間隔は、このロードテープ 1 4 の長さとのゴア 1 3 の側縁部の周長との比、すなわち短縮率に対応するように設定されている。

【 0 0 6 6 】次に、このロードテープ 1 4 を上記の袋状部 2 0 内に挿入する。そして、この袋状部 2 0 を短縮させてその各目盛 2 1 とロードテープ 1 4 の目盛 2 2 と一致させる。これによって、このゴア 1 3 の縁部の袋状部 2 0 は、このロードテープ 1 4 の長さと同じ長さに均一に短縮される。

【 0 0 6 7 】次に、この袋状部 2 0 の被膜材料に均一に微細な皺が形成されるように、各目盛 2 1 間の部分も均一に短縮する。そして、この袋状部 2 0 とロードテープ 1 4 とを縫合する。

【 0 0 6 8 】なお、上述したように、上記の袋状部 2 0 の短縮率が小さい場合には、この袋状部 2 0 の被膜材料に形成された微細な皺は、各縫目内に分散して縫い込まれ、大きな皺が縫い込まれることはない。なお、場合によっては、このロードテープ 1 4 との縫合は連続させずに、断続的に縫合してもよく、縫合されていない部分に被膜材料の皺または弛みを形成してもよい。

【 0 0 6 9 】この方法は、ゴア 1 3 の側縁部を短縮しない状態で縫合し、この後に袋状部にロードテープ 1 4 を挿入してからこの袋状部 2 0 を短縮してロードテープ 1 4 と縫合するので、作業が容易である。

【 0 0 7 0 】また、図 7 および図 8 には、本発明の製造方法の第 2 の実施形態を示す。方法は、たとえばプラスチックフィルム等の被膜材料からなるゴアを接着または溶着等により接合する場合に適したものである。

40 【 0 0 7 1 】すなわち、まず図 7 に示すような作業台 3 0 を用意する。この作業台 3 0 の上面には複数の棒状のスペーサ 3 2 が等間隔に配置され、これらのスペーサ 3 2 はその長手方向に抜き去ることが可能である。そして、このような作業台 3 0 の上にゴア 1 3 の一部を載置する。この場合に、このゴア 1 3 の被膜材料は、上記のスペーサ 3 2 に対応した波形に屈曲し、所定の弛みが付与される。

【 0 0 7 2 】次に、このような作業台 3 0 上に載置された 2 枚のゴア 1 3 およびロードテープ 1 4 を図 8 に示すようなローラを用いて順次接合する。すなわち、この 2

枚のゴア 1 3 の縁部は重ね合わされ、2 列の接着線または溶着線等の接合線 3 5 に沿って接合される。そして、これらの接合線 3 5 の間にロードテープ 1 4 が配置され、このロードテープ 1 4 とゴア 1 3 の被膜材料とが接着または溶着等により接合される。

【0073】この場合に、上記の接合線 3 5 の部分は、それぞれ一對のローラ 3 3 の間に挟圧保持される。また、上記のロードテープ 1 4 の部分も、一對のローラ 3 4 により挟圧保持される。そして、上記のローラ 3 3 , 3 4 を回転させ、ロードテープ 1 4 およびこのゴア 1 3 の被膜材料の接合線 3 5 の部分をそれぞれ V 1 , V 2 の速度で送る。

【0074】上記のロードテープ 1 4 の送り速度 V 1 と、接合線 3 5 の部分の送り速度 V 2 とは、ロードテープ 1 4 の長さ、ゴア 1 3 の側縁部の周長との比すなわち接合の際の短縮率に対応して設定されており、この接合線 3 5 の部分の送り速度 V 2 の方が早い。

【0075】したがって、この被膜材料の接合線 3 5 の部分には、連続的に皺または弛みが発生し、ロードテープ 1 4 に対してゴア 1 3 の縁部の被膜材料の余剰分が均一に分散され、最終的には、このロードテープ 1 4 の両端とゴア 1 3 の縁部の両端とは一致する。

【0076】そして、この方法では、図 8 に示すように、端部から順次被膜材料に皺または弛みを均一に付与しながら、順次このゴア 1 3 の被膜材料同志、およびロードテープ 1 4 を一体的に接着または溶着等により接合する。

【0077】なお、前記のように、これらゴア 1 3 の被膜材料は作業台 3 0 上のスペーサ 3 2 により弛み 3 2 a が付与されているので、上記のように被膜材料を早く送る場合でも、他の部分が引張られることはない。なお、前記のスペーサ 3 2 は、この接合が進行してゆくに従って順次引き抜かれるので、邪魔になることはない。

【0078】また、この実施形態では、ゴア 1 3 とロードテープ 1 4 とは接合部分 3 6 によって間欠的に接合され、これらの接合部分にゴア 1 3 の被膜材料の皺または弛みを均一に形成する。もちろん、前述のように、このゴア 1 3 の縁部の短縮率を小さく設定すれば、このゴア 1 3 の被膜材料に微細な皺または弛みを形成し、これを分散して接合部分にシールすることも可能である。

【0079】この方法は、ゴア 1 3 の縁部に順次皺または弛みを均一に形成しつつロードテープ 1 4 と順次接合して行くので、製造が能率的である。

【0080】また、上記のような製造方法の場合に、隣接する 2 枚のゴア 1 3 の縁部を皺を発生させずに先に接合し、この後にこれらゴアの縁部に皺または弛みを形成しながら間欠的または連続的にロードテープ 1 4 と接合してもよい。また、上記のように、これらゴア 1 3 の縁部とロードテープ 1 4 を同時に接合してもよい。

【0081】また、ゴア 1 3 とロードテープ 1 4 との接

合は、ゴア 1 3 の縁部の間にロードテープ 1 4 を挟んで接合してもよい。また、ゴアの縁部の接合部を 2 本のロードテープの間に挟んで接合してもよい。さらに、ゴアの縁部の接合部の片面側にロードテープを配置して接合してもよい。

【0082】また、ゴアの縁部を接合するとともに、この接合部に補助テープを皺や弛みなく接合し、この後にこの補助テープおよびゴアの縁部に皺や弛みを与えつつロードテープと接合してもよい。このような補助テープを使用することにより、ゴアの縁部とロードテープとの接合強度がより向上する。

【0083】なお、本発明は上記の実施形態には限定されない。たとえば、本発明は科学観測用の気球には限定されず、その他の用途の気球一般に適用可能である。

【0084】

【発明の効果】上述の如く本発明の気球は、ゴアの幅および長さが自然型の形状より大きく設定されているが、ロードテープは自然型の形状のゴアの両側縁部の周長と等しいため、この余剰分だけ各ゴアがガス袋の周方向および縦方向に膨出する。よって、これら各ゴアの部分の曲率半径が小さくなり、内圧に対する耐圧性がより向上する。また、これらゴアは接合線のない単一の被膜片から構成されているので、構造が簡単で接合箇所の増加はなく、重量や工程の増加、強度の低下や漏洩の可能性の増加等を招くこともない。

【0085】また、本発明の方法によれば、上記のようなゴアの部分の膨出した耐圧性の気球を簡単に製造することができる等、その効果は大である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の気球の一実施形態の概略側面図。

【図 2】図 1 の 2 - 2 線に沿う概略断面図。

【図 3】図 1 の気球のゴアの展開図。

【図 4】ゴアの各部の寸法関係を示す概略的な斜視図。

【図 5】本発明の製造方法の第 1 の実施形態の説明図。

【図 6】図 5 の 6 - 6 線に沿う断面図。

【図 7】本発明の製造方法の第 2 の実施形態に使用する作業台の説明図。

【図 8】本発明の製造方法の第 2 の実施形態の説明図。

【図 9】従来の気球の一実施形態の概略側面図。

【図 10】図 9 の 10 - 10 線に沿う概略断面図。

【図 11】従来の気球のゴアの展開図。

【図 12】従来の気球の別のゴアの展開図。

【符号の説明】

1 1 ガス袋

1 3 ゴア

1 3 a 自然型の形状のゴア

1 4 ロードテープ

2 0 袋状部

3 3 , 3 4 ローラ

3 6 接合線

10

20

30

40

50

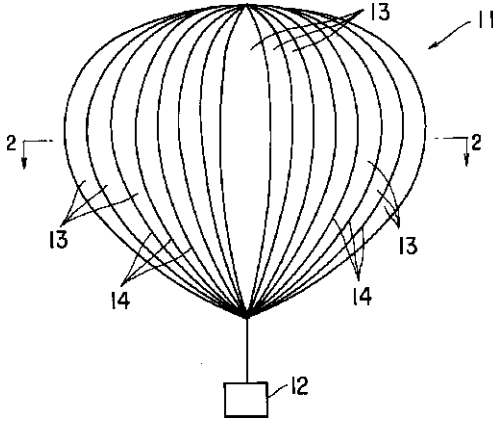
【要約】

【課題】 耐圧性が高く、また構造が簡単で製造が容易なガス袋を備えた気球を提供する。

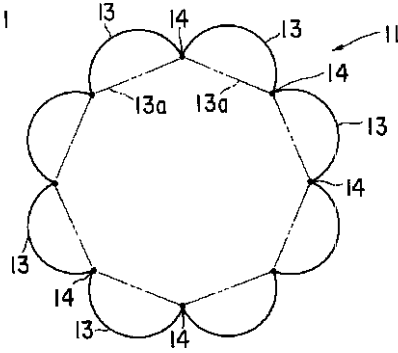
【解決手段】 ガス袋 1 1 を形成するゴア 1 3 の幅および長さを自然型のガス袋のゴアの形状の幅および長さより

大きくし、またロードテープ 1 4 は自然型のゴアの側縁部の周長と等しくし、上記のゴア 1 3 の縁部を短縮した状態でロードテープ 1 4 に接合し、この幅および長さの余剰分でゴアを膨出させ、その曲率半径を小さくして耐圧性を向上させる。

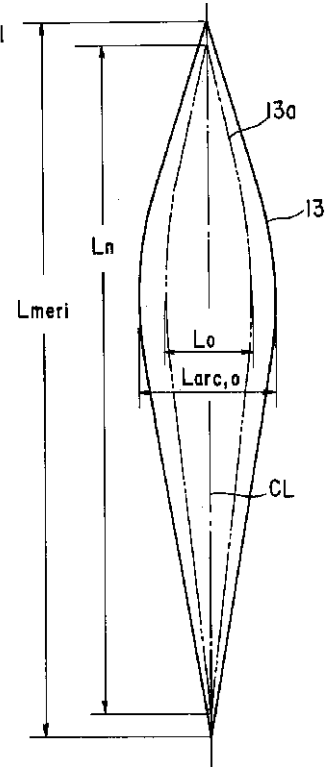
【図 1】



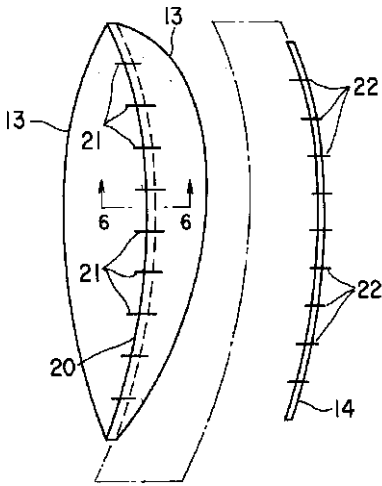
【図 2】



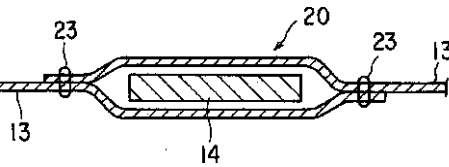
【図 3】



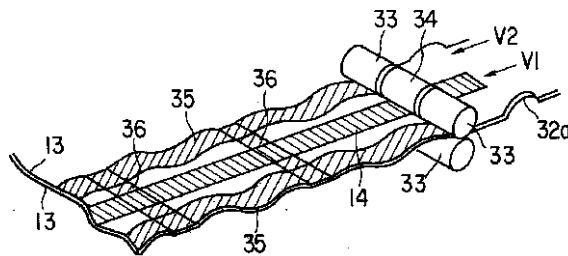
【図 5】



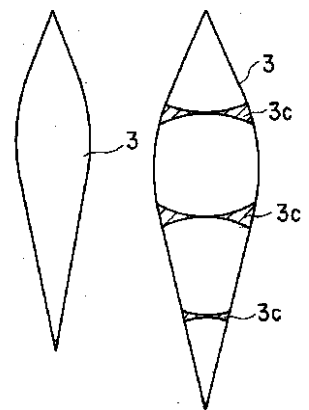
【図 6】



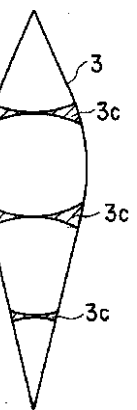
【図 8】



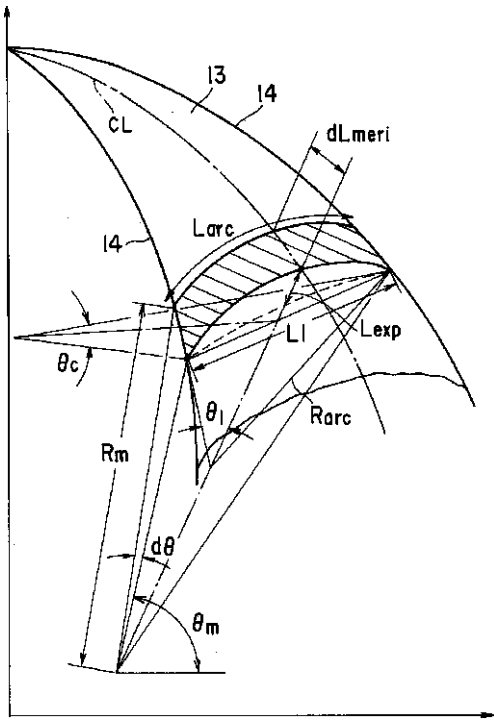
【図 11】



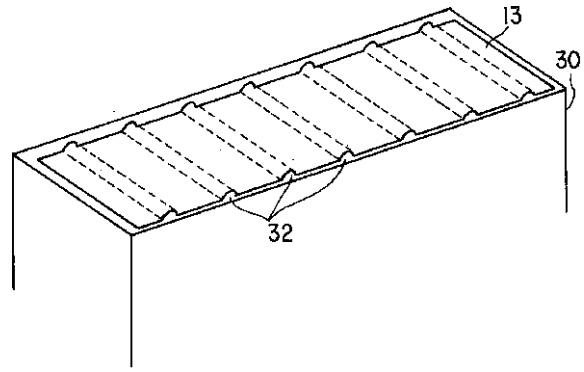
【図 12】



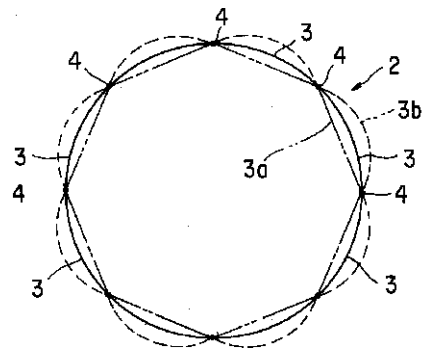
【 図 4 】



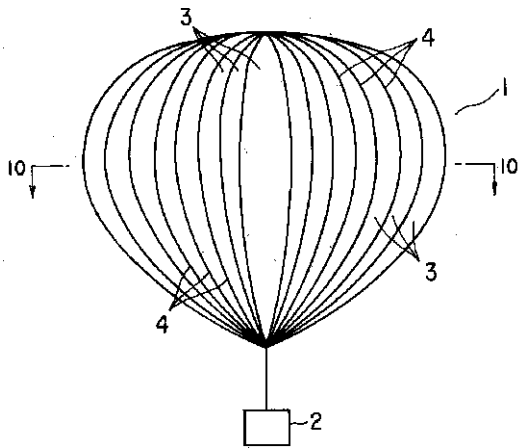
【 図 7 】



【 図 10 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.⁶, DB名)

B64B 1/40 - 1/58