

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10)

PL 250275 B1

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **441368**

(22) Data zgłoszenia: **2022.06.03**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.12.04 BUP 49/2023**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2026.09.21 WUP 38/2026**

(51) MKP:

B64B 1/14 (2006.01)

B64B 1/58 (2006.01)

B64B 1/44 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**INSTYTUT PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW
TECHNIKI POLSKIEJ AKADEMII NAUK,
Warszawa, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

**ANDRZEJ ŚWIERCZ, Warszawa, PL
CEZARY GRACZYKOWSKI, Warszawa, PL
LECH KNAP, Warszawa, PL
JAN CAŁKA, Warszawa, PL
JAN HOLICKI-SZULC, Warszawa, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Mariusz Kondrat, Warszawa, PL

(54) Tytuł:

System kontroli wyporności aerostatu

PL 250275 B1

Opis wynalazku

DZIEDZINA WYNALAZKU

Przedmiotem wynalazku jest system kontroli wyporności aerostatu poprzez regulację jego objętości za pomocą wierzchniej warstwy lub warstwy zintegrowanej z powłoką w postaci nierozciągliwego elementu powierzchniowego oraz za pomocą pasywnych, semi-aktywnych lub aktywnych napinaczy z łączącymi elementami liniowymi, które łączą co najmniej jeden nierozciągliwy element powierzchniowy.

STAN TECHNIKI

Dokument KR20140111414A przedstawia stratosferyczny aerostat na uwięzi kontrolowany za pomocą lin trwale połączonych z co najmniej dwoma rozsuniętymi od siebie jednostkami kotwiczącymi na Ziemi. Przy jednostkach kotwiących umieszczone są urządzenia nawijające do utrzymywania pożądanej długości liny. Z wykorzystaniem co najmniej jednej z tych lin dostarczane jest zasilanie do aerostatu.

Dokument WO2018077805A1 przedstawia aerostat składający się z niesztynnego, wypełnionego gazem elastycznego kadłuba oraz uprząży zbudowanej z giętkiego materiału. Uprząż nie rozciąga się, a lekko ugina i dopasowuje do kształtu elastycznego kadłuba. Uprząż zawiera silnik śmigła zapewniający ciąg do przodu sterowca, akumulatory do dostarczania energii elektrycznej do silnika śmigła oraz panel słoneczny dla zapewniania energii do ładowania akumulatorów.

Dokument WO9638340A1 ujawnia aerostat składającego się z: kadłuba aerostatu oraz pojedynczego balonu, przymocowanego do kadłuba aerostatu wzdłuż linii mocowania, linia mocowania dzieli komorę helową utworzoną przez kadłub aerostatu na przednią komorę helową i tylną komorę helową, przy czym stosunek objętości przedniej komory helowej do objętości rufowej komory helowej jest równy stosunkowi objętości pojedynczego balonu znajdującego się przed linią mocowania do objętości pojedynczego balonu znajdującego się za linią mocowania.

Z kolei dokument US2021171179A1 prezentuje sterowiec stratosferyczny składający się z niesztynnego balonu wyposażonego w generator słoneczny umieszczony w górnej części sterowca, który podczas lotu ma być oświetlany przez słońce, przy czym sterowiec zawiera: co najmniej jedno urządzenie do zarządzania położeniem środka ciężkości, co najmniej jedno urządzenie do kontrolowania położenia sterowca oraz moduł do połączonego sterowania wspomnianymi urządzeniami. Wynalazek ujawnia również sposób sterowania sterowcem, zgodnie z którym położenie jego środka ciężkości i stabilizacja wysokości kontrolowane są w sposób sprzężony poprzez obrót wokół swojej osi podłużnej w celu ochrony generatora słonecznego przed nadmiernym oświetleniem słonecznym.

Rozwiązanie znane z dokumentu US2005211845A1 ujawnia sterowiec niesztynny lub półsztywny, którego kadłub zawiera wiele płatów. Płaty zmniejszają promień krzywizny kadłuba, zmniejszając w ten sposób naprężenie kadłuba spowodowane przez zawarty w nim sprężony gaz lżejszy od powietrza. Zmniejszone naprężenie pozwala na skonstruowanie kadłuba z mniejszej ilości materiału, zmniejszając w ten sposób masę kadłuba i umożliwiając sterowcowi przewiezienie większej ilości ładunku. Membrany wewnątrz kadłuba są przymocowane do jego wewnętrznej powierzchni, a grupa cięgien połączonych z membranami i biegnących między nimi tworzy w przekroju kształt wielokąta. Za pomocą wspomnianych cięgien reguluje się krzywiznę kadłuba i udźwig sterowca.

Z dokumentu PL419786A1 znany jest aerostat, który może zwiększać swoją objętość poprzez wysuwanie części bocznych ze sztywnej części cylindrycznej. Sekcje boczne składają się z poszycia, wręg, elementów łączących o zmiennej długości oraz adaptacyjnych węzłów. Kontrola objętości odbywa się za pomocą zewnętrznych węzłów adaptacyjnych umieszczonych na wręgach, które zapewniają blokowanie i aktywowanie elementów łączących, co skutkuje zmianą całkowitej objętości sterowca poprzez rozłożenie lub złożenie wybranych sekcji bocznych na skutek oddziaływania różnicy ciśnień pomiędzy wnętrzem sterowca a jego otoczeniem.

Z dokumentu WO2019064011A1 znany jest statek powietrzny stanowiący ciało obrotowe wokół jego osi głównej i zawierający powłokę zawierającą gaz lżejszy od powietrza oraz co najmniej jedną komorę balastu powietrznego. Statek powietrzny jest wyposażony w boczne, obustronnie rozsuwalne skrzydła. Środek aerodynamiczny pojazdu powietrznego jest wyrównany ze środkami aerodynamicznymi skrzydeł oraz środek ciężkości jest utrzymywany poniżej środka aerodynamicznego statku powietrznego w locie. Komory balastu powietrznego są połączone za pomocą zaworu z atmosferą wokół pojazdu powietrznego, a powietrze jest uwalniane z komory balastu powietrznego w celu regulacji wyporu pojazdu powietrznego.

Z dokumentu WO2018135383A1 znane jest rozwiązanie statku powietrznego typu lewitacyjnego zaopatrzonego w metaliczny korpus egzoszkieletowy, w którym znajduje się co najmniej jeden korpus lewitacyjny zawierający gaz lżejszy od powietrza. Statek powietrzny korzystnie zawiera wiele worków powietrznych utworzonych z folii wykonanej na bazie żywicy i umieszczonych pomiędzy korpusem egzoszkieletu a korpusem lewitacyjnym. Budowa ma tłumić potencjalne uszkodzenia korpusu lewitacyjnego i ograniczyć deformację korpusu egzoszkieletu statku powietrznego.

Rozwiązanie ujawnione w EP3770352B1 ujawnia aerostat helowy z co najmniej jedną wewnętrzną strukturą wsporczą typu tensegrity. Konstrukcja wsporcza połączona jest trwale w węzłach z powłoką aerostatu. Odmienne niż w klasycznej strukturze tensegrity, w ujawnionym rozwiązaniu zastosowano dwa rodzaje cięgien: rozciągliwe i nierozciągliwe, a kontrolowanie objętości i kształtu aerostatu odbywa się za pomocą regulacji długości cięgien nierozciągliwych.

W dokumencie US20170021907 przedstawiono rozwiązanie statku powietrznego z wykorzystaniem lekkiej konstrukcji wsporczej typu tensegrity, na której rozpięta jest gazoszczelna powłoka stanowiąca zewnętrzną warstwę statku. Zgodnie z przedmiotem wynalazku, wznoszenie i opadanie statku jest realizowane za pomocą pompy próżniowej, z wykorzystaniem której kontroluje się ciśnienie wewnętrzne. Do jego wznoszenia konstrukcja statku (ang. vacuustat) nie wykorzystuje gazu nośnego lżejszego od powietrza (np. helu, wodoru).

Dokument PL430191A1 ujawnia sterowiec stratosferyczny o zmiennej objętości, składający się z dwóch ruchomych kopuł. Rozwiązanie charakteryzuje się tym, że walcowa część pierwszej kopuły jest umieszczona przesuwnie w walcowej części drugiej kopuły, a dodatkowo wewnątrz sterowca zaopatrzone jest w środki do zachowania szczelności wewnątrz kopuł i w urządzenie do zmiany ciśnienia gazu wewnątrz kopuł. Sterowiec jest wyposażony w mechanizm ustalający rozsunięcie kopuł. Mechanizm zapewniający rozsunięcie kopuł zestawiony jest co najmniej z dwóch przewodnic zamocowanych jednym końcem do szkieletu pierwszej kopuły, wewnątrz których są umieszczone suwliwe listwy. Urządzenie do zmiany ciśnienia zestawione jest z trójpoleżeniowego trójdrogowego elektromagnetycznego zaworu, sprężarki, wypełnionego zbiornika ciśnienia, oraz dwóch zaworów zwrotnych. Znane rozwiązania nie zapewniają łatwego kontrolowania wyporności aerostatu i utrzymywania go na pożądanej wysokości operacyjnej oraz nie zapobiegają właściwie nadmiernemu wzrostowi objętości aerostatu lub nie zapewniają wystarczających możliwości kontroli zwiększenia i/lub zmniejszania jego objętości.

Z japońskiego opisu zgłoszeniowego JP2000219198A znany jest sterowiec wyposażony w mechanizm zmiennej objętości poduszki powietrznej, który kontroluje wysokość wznoszenia przez przechowywanie części zewnętrznego elementu poszycia poduszki powietrznej zawierającego gaz wypornościowy wewnątrz poduszki powietrznej i zmienne sterowanie objętością poduszki powietrznej. Ujawniony mechanizm zmiennej objętości poduszki powietrznej zawiera urządzenie do zawieszania poduszki powietrznej, które jest przechowywane wewnątrz poduszki powietrznej i nawija i rozkłada korpus zawieszenia mający jeden koniec połączony z dolną częścią zewnętrznego elementu poszycia poduszki powietrznej, aby przechowywać część zewnętrznego elementu poszycia wewnątrz poduszki powietrznej i zmiennie sterować objętością poduszki powietrznej. Przy czym, zastosowanie tego mechanizmu wymaga określonej budowy sterowca, który obejmuje strukturę klatki uformowaną w kształcie koszyka, poduszkę powietrzną, która jest przechowywana wewnątrz struktury klatki i ma zewnętrzny element poszycia wykonany z elastycznego korpusu przypominającego balon przymocowanego do górnej części struktury klatki i zawierającego gaz wypornościowy.

STRESZCZENIE WYNALAZKU

Celem wynalazku jest przewyższenie niedogodności stanu techniki i dostarczenie systemu do kontrolowania wyporności aerostatu poprzez regulację jego objętości za pomocą wierzchniej warstwy lub warstwy zintegrowanej z powłoką stanowiących nierozciągliwy/e element/y powierzchniowy/e współpracujących z pasywnymi, semi-aktywnymi lub aktywnymi napinaczami z łączącymi elementami liniowymi łączącymi nierozciągliwy/e element/y powierzchniowy/e. Celem wynalazku jest również zastosowanie takiego systemu kontroli wyporności aerostatu dla umożliwienia łatwego sposobu kontroli jego wyporności. Ograniczenie nadmiernego wzrostu objętości aerostatu lub zamierzone zwiększenie/zmniejszenie jego objętości, jest konieczne do kontrolowania wyporności aerostatu i utrzymywania go na pożądanej wysokości operacyjnej. Niniejszy wynalazek, w różnych wariantach jego wykonania, dostarcza zatem system umożliwiający w łatwy sposób kontrolowanie wyporności aerostatu.

Przedmiotem wynalazku jest system kontroli wyporności aerostatu wypełnionego gazem lżejszym od powietrza, który zawiera co najmniej jeden nierozciągliwy element powierzchniowy umiesz-

czony przylegle na zewnętrznej stronie aerostatu lub zespolony z rozciągliwą powłoką aerostatu, umiejscowioną na całym obwodzie zasadniczo całej powierzchni środkowej strefy rozciągliwej powłoki aerostatu lub na fragmencie rozciągliwej powłoki aerostatu, a co najmniej jeden nierozciągliwy element powierzchniowy jest połączony z co najmniej jednym napinaczem wyposażonym w co najmniej w dwa współpracujące ze sobą bębny wybrane z pasywnego bębna, semi-aktywnego bębna i aktywnego bębna, lub ich kombinacji.

System kontroli wyporności aerostatu korzystnie zawiera ponadto co najmniej jeden pasywny napinacz zawierający co najmniej dwa pasywne bębny i co najmniej jeden rozciągliwy łączący element liniowy, którego końce zamontowane są na dwóch pasywnych bębnach łącząc ze sobą co najmniej jeden rozciągliwy element powierzchniowy, przy czym każdy z pasywnych bębnów umocowany jest na podstawie oporowej przymocowanej do co najmniej jednego nierozciągliwego elementu powierzchniowego.

System kontroli wyporności aerostatu równie korzystnie zawiera ponadto co najmniej jeden semi-aktywny napinacz zawierający co najmniej jeden pasywny bęben i co najmniej jeden semi-aktywny bęben i co najmniej jeden nierozciągliwy łączący element liniowy, którego końce zamontowane są na pasywnym bębnie i semi-aktywnym bębnie łącząc co najmniej jeden nierozciągliwy element powierzchniowy, przy czym pasywny bęben i semi-aktywny bęben zamocowany jest na podstawie oporowej przymocowanej do co najmniej jednego nierozciągliwego elementu powierzchniowego, przy czym semi-aktywny bęben wyposażony jest w mechanizm blokujący umożliwiającą zwiększenie długości łączącego elementu liniowego bez możliwości skracania długości łączącego elementu liniowego.

System kontroli wyporności aerostatu równie korzystnie zawiera ponadto co najmniej jeden aktywny napinacz zawierający co najmniej jeden aktywny bęben, co najmniej drugi pasywny bęben i co najmniej jeden nierozciągliwy łączący element liniowy, którego końce zamontowane są na pasywnym bębnie i na aktywnym bębnie, odpowiednio, łącząc ze sobą co najmniej jeden nierozciągliwy element powierzchniowy, przy czym pasywny bęben i aktywny bęben umocowany jest na podstawie oporowej przymocowanej do co najmniej jednego nierozciągliwego elementu powierzchniowego i przy czym co najmniej jeden aktywny bęben napędzany jest silnikiem, korzystnie silnik napędzający ruchomy aktywny bęben jest silnikiem elektrycznym zasilanym ze źródła energii, którym korzystnie jest akumulator i/lub panel fotowoltaiczny, ponadto system kontroli wyporności aerostatu korzystnie wyposażony jest w moduł komunikacji bezprzewodowej zdolny do komunikacji z operatorem naziemnym, który to moduł komunikacji bezprzewodowej za pomocą komend przesyłanych do modułu komunikacji bezprzewodowej od operatora naziemnego steruje pracą silnika napędzającego ruchomy aktywny bęben, skracając lub wydłużając przez nawijanie lub rozwijanie na aktywny bęben nierozciągliwy łączący element liniowy regulując tym wyporność aerostatu.

W korzystnym systemie do kontrolowania wyporności aerostatu nierozciągliwy element powierzchniowy jest w postaci nierozciągliwego elementu powierzchniowego z wycięciami, który korzystnie ma regularne wycięcia na całej powierzchni lub jej części, korzystnie w postaci kół.

Celem wynalazku jest zatem uzyskanie pożądanej wyporności aerostatu poprzez kontrolowaną deformację powłoki aerostatu prowadzącą do pożądanej zmiany objętości aerostatu. Zasadniczo niniejszy wynalazek wykorzystuje nierozciągliwe elementy powierzchniowe ograniczające deformację powłoki aerostatu oraz korzystnie nierozciągliwe, lub o małej rozciągliwości, łączące elementy liniowe regulujące zmianę objętości aerostatu. Zmianę objętości aerostatu realizuje się za pomocą skracania lub wydłużania łączących elementów liniowych, która to zmiana może być kontrolowana pasywnie, poprzez dobranie łączących elementów liniowych o określonej sztywności, semi-aktywnie lub aktywnie przy użyciu sterowalnych napinaczy.

Zgodnie z wynalazkiem powłokę aerostatu wykonaną z zasadniczo rozciągliwego materiału (np. wykonanego z folii polietylenowej lub antrixu) wzmacnia się za pomocą zasadniczo nierozciągliwej warstwy zewnętrznej (np. tkaniny poliamidowej lub poliestrowej) lub warstwy zintegrowanej z tą powłoką (poprzez sklejenie lub zgrzewanie rozciągliwego i zasadniczo nierozciągliwego materiału) tworząc tzw. nierozciągliwy element powierzchniowy. Nierozciągliwy element powierzchniowy korzystnie jest lekki, a zatem wykonany z materiałów o niskiej masie właściwej. Nierozciągliwy element powierzchniowy może występować w jednym lub kilku płatach, na całej powierzchni powłoki aerostatu lub jej części, które łączy się za pomocą łączących elementów liniowych, przykładowo wykonanych w formie taśm, cięgien, lin i im podobnych. Łączące elementy liniowe w zależności od konkretnego wykonania stosuje się w dwóch wariantach jako elementy rozciągliwe i nierozciągliwe (wykonanych z np. taśmy polipropylenowej), które wraz z podstawami oporowymi i co najmniej dwoma bębnami tworzą napinacz. W zależności od rodzaju napinacza zapewnia on przymocowanie rozciągliwego łą-

czącego elementu liniowego (napinacz pasywny) przymocowanie nierozciągliwego łączącego elementu liniowego z możliwością jedynie jego rozwijania bez możliwości aktywnego skracania długości łączącego elementu liniowego (napinacz semi-aktywny) przymocowanie nierozciągliwego łączącego elementu liniowego z możliwością zwijania i rozwijania nierozciągliwego łączącego elementu liniowego za pomocą aktywnego bębna, który skraca lub wydłuża długość zasadniczo nierozciągliwego łączącego elementu liniowego znajdującego się pomiędzy dwoma bębnami. Napinacz jest wyposażony w co najmniej w dwa współpracujące ze sobą bębny wybrane z pasywnego bębna, semi-aktywnego bębna i aktywnego bębna, lub ich dowolnej kombinacji.

System kontroli objętości aerostatu składa się z co najmniej jednego nierozciągliwego elementu powierzchniowego obejmującego zasadniczo całą powierzchnię powłoki aerostatu, zasadniczo całą środkową strefę aerostatu na całym jej obwodzie lub jej fragment. W najprostszym wariantcie stosuje się co najmniej jeden nierozciągliwy element powierzchniowy, który umieszcza się obwodowo korzystnie w środkowej strefie aerostatu, bez wykorzystania napinaczy z łączącymi elementami liniowymi. W nierozciągliwym elemencie powierzchniowym korzystnie mogą być stosowane regularne perforacje o rozmaitych kształtach, w celu redukcji masy tego elementu oraz zmniejszenia tarcia pomiędzy tym elementem a powłoką aerostatu.

W korzystnym wariantcie wykonania nierozciągliwy element powierzchniowy nie pokrywa całego obwodu aerostatu a brzegi nierozciągliwego elementu powierzchniowego są połączone przez napinacz i spinające je łączące elementy liniowe. Rozciągliwy łączący element liniowy stosuje się korzystnie w napinaczu pasywnym, podczas gdy nierozciągliwy łączący element liniowy umieszcza się korzystnie w napinaczu semi-aktywnym i napinaczu aktywnym, który wyposaża się w silnik, korzystnie elektryczny wraz z akumulatorem i moduł do bezprzewodowej komunikacji. W przypadku zastosowania pasywnych napinaczy sztywność łączących elementów liniowych dobiera się tak, aby przy wznoszeniu aerostatu ograniczyć wzrost jego objętości do założonej, maksymalnej wartości. Maksymalną objętość wyznacza się klasycznie na podstawie ciężaru całkowitego aerostatu wraz z ładunkiem oraz warunków atmosferycznych występujących na zaplanowanej wysokości operacyjnej. Wykorzystanie aktywnych napinaczy umożliwia z jednej strony bieżącą kontrolę objętości aerostatu, a z drugiej strony wymaga zainstalowania źródła energii elektrycznej z mechanizmem wykonawczym (przykładowo silnika elektrycznego sprzężonego z bębniem) oraz elementu sterującego np. sterowania za pomocą modułu do bezprzewodowej komunikacji. W takim przypadku regulowanie objętości aerostatu odbywa poprzez zwijanie lub odwijanie nierozciągliwych łączących elementów liniowych z bębniów za pomocą zdalnych komend wydawanych przez operatora aerostatu przy użyciu bezprzewodowej komunikacji. W przypadku zastosowania wielu układów napinaczy, kontrola długości łączących elementów liniowych może odbywać się niezależnie w każdym układzie napinaczy i może prowadzić do zmiany kształtu aerostatu o korzystniejszych właściwościach aerodynamicznych niż pierwotna forma aerostatu z uwagi na zmienne warunki atmosferyczne.

Operator aerostatu wydając zdalne komendy steruje pracą aktywnego układu napinaczy, przy czym skracając długości nierozciągliwych łączących elementów liniowych, zmniejsza wyporność aerostatu, co prowadzi do obniżenia wysokości operacyjnej obiektu latającego bądź zwiększając długości nierozciągliwych łączących elementów liniowych, zwiększa wyporność aerostatu, tym samym zwiększa jego wysokość operacyjną. W sytuacjach awaryjnych operator ma możliwość wymuszenia przyziemienia aerostatu, bez potrzeby uwalniania gazu nośnego do atmosfery.

OPIS FIGUR RYSUNKU

Dla lepszego zrozumienia wynalazku, został on zilustrowany w przykładach wykonania oraz na załączonych figurach rysunku, na których:

FIG. 1 przedstawia schematyczny widok boczny budowy aerostatu obleczonego nierozciągliwym jednoczęściowym elementem powierzchniowym pokrywającym środkową strefę aerostatu na całym jego obwodzie;

FIG. 2 przedstawia schemat budowy aerostatu obleczonego nierozciągliwym elementem powierzchniowym w postaci jednego płata niepokrywającego całego obwodu, którego brzegi połączone są za pomocą jednego napinacza A) widok aksonometryczny z góry, B) widok od tyłu aerostatu, C) przedstawia widok aksonometryczny od dołu z uwidocznionym napinaczem; D) przedstawia szczegółowy widok aktywnego napinacza;

FIG. 3 przedstawia schematyczny widok aksonometryczny aerostatu obleczonego nierozciągliwym jednoczęściowym elementem powierzchniowym w postaci jednego płata z perforacjami w postaci kół, niepokrywającego całego obwodu, którego brzegi połączone są za pomocą jednego napinacza;

FIG. 4 przedstawia schemat budowy aerostatu z jednoczęściowym nierozciągliwym elementem powierzchniowym zespolonym z powłoką aerostatu niepokrywającego całego obwodu, którego brzegi połączone są za pomocą jednego napinacza A) rzut aksonometryczny (widok dolnej sekcji), B) szczegółowy widok napinacza pasywnego;

FIG. 5 przedstawia schemat budowy aerostatu z dwoma nierozciągliwymi elementami powierzchniowymi zespolonymi z powłoką aerostatu, połączonymi za pomocą dwóch napinaczy A) rzut aksonometryczny (widok górnej sekcji), B) widok od przodu aerostatu C) widok od góry;

FIG. 6 przedstawia schemat budowy aerostatu obleczonego nierozciągliwym elementem powierzchniowym w postaci dwóch płatów niepokrywających całego jego obwodu, które połączone są za pomocą sześciu napinaczy – po trzy na każdym boku A) rzut aksonometryczny, B) widok z boku C) widok od góry.

PRZYKŁADY

Przykład 1. Aerostat z jednoczęściowym elementem powierzchniowym bez napinacza

Rozciągliwą powłokę 1 aerostatu, jak przedstawionego na Fig. 1, o objętości 10 m^3 wykonano z rozciągliwej folii poliuretanowej o grubości około $0,2\text{ mm}$ i wyposażono w stateczniki 2. Środkową strefę aerostatu obleczone nierozciągliwym jednoczęściowym elementem powierzchniowym 3 wykonanym z tkaniny nylonowej o gramaturze 60 g/m^2 i grubości $0,1\text{ mm}$. Zastosowana tkanina uniemożliwia rozciąganie folii poliuretanowej w obszarze, w którym przylega do tkaniny nylonowej, a tym samym ogranicza maksymalną wysokość operacyjną aerostatu.

Przykład 2. Aerostat z jednopłatowym elementem powierzchniowym z aktywnym napinaczem

Aerostat jak przedstawiony na Fig. 2 wykonano zgodnie z przykładem 1 i obleczone nierozciągliwym elementem powierzchniowym 3 w postaci jednego płata, tak, że nie pokrywał całego jego obwodu w środkowej strefie aerostatu, a jego brzegi połączone za pomocą jednego aktywnego napinacza 9. Nierozciągliwy element powierzchniowy 3 wykonano z tkaniny nylonowej o gramaturze 55 g/m^2 i grubości $0,15\text{ mm}$. Do obu brzegów elementu powierzchniowego 3 przymocowano podstawę oporową 6 bębna 5, przy czym w tym wykonaniu napinacza 9 na jednym brzegu umieszczono pasywny bęben 5a a na drugim końcu aktywny bęben 5b, połączone łączącym elementem liniowym 4 wykonanym z cięgna. Aktywny napinacz 9 został zaopatrzony w silnik 7 elektryczny z akumulatorem oraz moduł 8 do bezprzewodowej komunikacji z operatorem naziemnym. Operator naziemny zdalnie przesyła komendę do aktywnego napinacza 9 i odpowiednio powoduje zwolnienie aktywnego bębna 5b i wydłużenie nierozciągliwego łączącego elementu liniowego 4 przez uruchomienie silnika 7 i rozwinięcie a przez to wydłużenie łączącego elementu liniowego 4 z aktywnego bębna 5b co skutkuje wzrostem objętości aerostatu, zwiększeniem wyporności i zwiększeniem wysokości operacyjnej albo powoduje skrócenie nierozciągliwego elementu łączącego 4 napinacza 9 przez jego nawinięcie na aktywny bęben 5b co skutkuje zmniejszeniem objętości aerostatu, zmniejszeniem jego wyporności a przez to zmniejszeniem wysokości na jakiej się znajduje.

Przykład 3. Aerostat z jednopłatowym perforowanym elementem powierzchniowym

Aerostat jak przedstawiony na Fig. 3 wykonano zgodnie z przykładem 1 i obleczone tak, że nie pokrywał całego jego obwodu w środkowej strefie aerostatu nierozciągliwym elementem powierzchniowym 3c w postaci jednego płata z regularnymi perforacjami w postaci kół, wykonanym z tkaniny poliamidowej o gramaturze 75 g/m^2 i grubości $0,17\text{ mm}$, którego brzegi połączone za pomocą jednego pasywnego napinacza 9 przedstawionego na Fig. 4B.

Przykład 4. Aerostat z jednoczęściowym elementem powierzchniowym z pasywnym napinaczem

Aerostat jak przedstawiony na Fig. 4A wykonano zgodnie z przykładem 1, w którym rozciągliwą powłokę 1 pokryto jednym nierozciągliwym elementem powierzchniowym 3 wykonanym z poliestru zespolonym z powłoką 1 przy użyciu elastycznego kleju, a końce nierozciągliwego elementu powierzchniowego 3 połączone jednym pasywnym napinaczem 9 (Fig. 4B) z jednym rozciągliwym łączącym elementem liniowym 4a, którego końce zamontowano w obu bębnach pasywnych 5a przytwierdzonych przez podstawy oporowe bębna do pierwszego i drugiego końca nierozciągliwego elementu powierzchniowego 3, odpowiednio. Maksymalną objętość aerostatu ograniczono za pomocą elastycznej, wielosplotowej linki nylonowej, o współczynniku sprężystości $1,25\text{ kN/m}$. W tym przypadku masę gazu nośnego i naciąg w rozciągliwym łączącym elemencie liniowym ustalono tak, aby maksymalna wysokość operacyjna aerostatu wynosiła 750 m .

Przykład 5. Aerostat z dwuczęściowym elementem powierzchniowym z napinaczem semi-aktywnym

Aerostat jak przedstawiony na Fig. 5A-C wykonano zgodnie z przykładem 1, w którym rozciągliwą powłokę 1 trwale pokryto dwoma zasadniczo identycznymi nierozciągliwymi elementami powierzchniowymi 3 wykonanymi z tkaniny nylonowej tj. górnym nierozciągliwym elementem powierzchniowym 3a termicznie zespolonym z górną częścią powłoki 1 aerostatu oraz dolnym nierozciągliwym elementem powierzchniowym 3b, termicznie zespolonym z dolną częścią powłoki 1 aerostatu, tworząc warstwy zintegrowane z powłoką o grubości około 0,12 mm. Końce górnego i dolnego nierozciągliwego elementu powierzchniowego (3a i 3b) spięto przez połączenie za pomocą dwóch semi-aktywnych napinaczy 9 umiejscowionych po obu bokach aerostatu. Każdy semi-aktywny napinacz 9 wyposażony jest w dwie podstawy oporowe 6. Oba nierozciągliwe łączące elementy liniowe 4 łączą po obu bokach górny i dolny nierozciągliwy element powierzchniowy 3a i 3b. Każdy semi-aktywny napinacz 9 ma co najmniej jeden pasywny bęben (5a), co najmniej jeden semi-aktywny bęben (5c). Semi-aktywny bęben (5c) wyposażony jest w mechanizm blokujący umożliwiający tylko zwiększenie długości łączącego elementu liniowego (4). Zmianę objętości aerostatu realizuje się przez wykorzystanie niskoenergetycznej strategii kontroli poprzez chwilowe odblokowanie (zaprogramowane lub zdalne) mechanizmu blokującego. Ta strategia może być przykładowo wykorzystana do zwiększenia wysokości aerostatu w przypadku nadciśnienia gazu nośnego.

Przykład 6. Aerostat z dwupłatowym elementem powierzchniowym z wieloma napinaczami aktywnymi

Na rozciągliwą powłokę 1 aerostatu wyposażonego w stateczniki 2 wykonanego jak w przykładzie 1 nałożono dwa jednakowe, nierozciągliwe elementy powierzchniowe 3 tj. górny nierozciągliwy element powierzchniowy 3a i dolny nierozciągliwy element powierzchniowy 3b, odpowiednio na górną i dolną część aerostatu, a następnie jak przedstawiono na Fig. 6 spięto je układem sześciu aktywnych napinaczy. Budowę pojedynczego aktywnego napinacza uwidoczniono na Fig. 2D i opisano powyżej. Każdy z nich wyposażono w jeden nierozciągliwy łączący element liniowy 4, parę bębnow: pasywny bęben 5a i aktywny bęben 5b do nawijania i rozwijania nierozciągliwego łączącego elementu liniowego 4 podpartych na własnych podstawach oporowych 6. Aktywny bęben 5b – wyposażono w silnik elektryczny z akumulatorem 7 oraz moduł do bezprzewodowej komunikacji 8. Przy użyciu modułu do bezprzewodowej komunikacji 8 naziemny operator aerostatu kontroluje pracę silników elektrycznych 7, za pomocą których reguluje długość nierozciągliwych łączących elementów liniowych 4, łącznie lub każdego osobno. Pasywny bęben 5a pozostaje stale w pozycji zablokowanej i nie obraca się. Masę gazu nośnego i wstępny naciąg w nierozciągliwych łączących elementach liniowych 4 ustalono tak, aby wysokość operacyjna aerostatu wynosiła 600 m. Operator naziemny zdalnie przesyła komendę do każdego z sześciu aktywnych napinaczy zwalnającą aktywny bęben 5b powoduje wydłużenie (rozwiniecie z bębna) nierozciągliwego łączącego elementu liniowego 4 np. o 5%, co skutkuje wzrostem objętości aerostatu o 15%, a przez to odpowiednio zwiększeniem wyporności i zwiększeniem wysokości operacyjnej. Po wykonanej misji, operator naziemny przywraca początkowe długości nierozciągliwych elementów łączących 4 w wybranych lub we wszystkich aktywnych napinaczach za pomocą zdalnej komendy przesyłanej do modułu do bezprzewodowej komunikacji 8, a następnie przekierowanej do sterownika/ów silników elektrycznych 7, co powoduje zmniejszenie objętości aerostatu do wartości początkowej i przywrócenie wysokości operacyjnej.

WYKAZ ODOŚNIKÓW

- 1 – rozciągliwa powłoka aerostatu
- 2 – statecznik
- 3 – nierozciągliwy element powierzchniowy
 - 3a – górny nierozciągliwy element powierzchniowy (na górną część aerostatu)
 - 3b – dolny nierozciągliwy element powierzchniowy (na dolną część aerostatu)
 - 3c – nierozciągliwy element powierzchniowy z wycięciami
- 4 – nierozciągliwy łączący element liniowy
 - 4a – rozciągliwy łączący element liniowy
- 5 – bęben
 - 5a – pasywny bęben
 - 5b – aktywny bęben
 - 5c – semi-aktywny bęben (ruchomy wyposażony w mechanizm blokujący)

- 6 – podstawa oporowa bębna
- 7 – silnik
- 8 – moduł do bezprzewodowej komunikacji
- 9 – napinacz

Zastrzeżenia patentowe

1. System kontroli wyporności aerostatu wypełnionego gazem lżejszym od powietrza, **znamienny tym**, że zawiera co najmniej jeden nierozciągliwy element powierzchniowy (3) umieszczony przylegle na zewnętrznej stronie aerostatu lub zespolony z rozciągliwą powłoką aerostatu (1), umiejscowioną na całym obwodzie zasadniczo całej powierzchni środkowej strefy rozciągliwej powłoki aerostatu (1) lub na fragmencie rozciągliwej powłoki aerostatu (1), a co najmniej jeden nierozciągliwy element powierzchniowy (3) jest połączony z co najmniej jednym napinaczem (9) wyposażonym w co najmniej w dwa współpracujące ze sobą bębny wybrane z pasywnego bębna (5a), semi-aktywnego bębna (5c) i aktywnego bębna (5b), lub ich kombinacji.
2. System kontroli wyporności aerostatu według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zawiera ponadto co najmniej jeden pasywny napinacz (9) zawierający co najmniej dwa pasywne bębny (5a) i co najmniej jeden rozciągliwy łączący element liniowy (4a), którego końce zamontowane są na dwóch pasywnych bębnach (5a) łącząc ze sobą co najmniej jeden nierozciągliwy element powierzchniowy (3), przy czym każdy z pasywnych bębnów (5a) umocowany jest na podstawie oporowej (6) przymocowanej do co najmniej jednego nierozciągliwego elementu powierzchniowego (3).
3. System kontroli wyporności aerostatu według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zawiera ponadto co najmniej jeden semi-aktywny napinacz (9) zawierający co najmniej jeden pasywny bęben (5a) i co najmniej jeden semi-aktywny bęben (5c) i co najmniej jeden nierozciągliwy łączący element liniowy (4), którego końce zamontowane są na pasywnym bębnie (5a) i semi-aktywnym bębnie (5c) łącząc co najmniej jeden nierozciągliwy element powierzchniowy (3), przy czym pasywny bęben (5a) i semi-aktywny bęben (5c) zamocowany jest na podstawie oporowej (6) przymocowanej do co najmniej jednego nierozciągliwego elementu powierzchniowego (3), przy czym semi-aktywny bęben (5c) wyposażony jest w mechanizm blokujący umożliwiającą zwiększenie długości łączącego elementu liniowego (4) bez możliwości skracania długości łączącego elementu liniowego (4).
4. System kontroli wyporności aerostatu według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zawiera ponadto co najmniej jeden aktywny napinacz (9) zawierający co najmniej jeden aktywny bęben (5b), co najmniej drugi pasywny bęben (5a) i co najmniej jeden nierozciągliwy łączący element liniowy (4), którego końce zamontowane są na pasywnym bębnie (5a) i na aktywnym bębnie (5b), odpowiednio, łącząc ze sobą co najmniej jeden nierozciągliwy element powierzchniowy (3), przy czym pasywny bęben (5a) i aktywny bęben (5b) umocowany jest na podstawie oporowej (6) przymocowanej do co najmniej jednego nierozciągliwego elementu powierzchniowego (3) i przy czym co najmniej jeden aktywny bęben (5b) napędzany jest silnikiem (7).
5. System kontroli wyporności aerostatu według zastrz. 4, **znamienny tym**, że silnik (7) napędzający ruchomy aktywny bęben (5b) jest silnikiem (7) elektrycznym zasilanym ze źródła energii, którym korzystnie jest akumulator i/lub panel fotowoltaiczny.
6. System kontroli wyporności aerostatu według zastrz. 4–5, **znamienny tym**, że ponadto wyposażony jest w moduł komunikacji bezprzewodowej (8) zdolny do komunikacji z operatorem naziemnym, który to moduł komunikacji bezprzewodowej (8) za pomocą komend przesyłanych do modułu komunikacji bezprzewodowej (8) od operatora naziemnego steruje pracą silnika (7) napędzającego ruchomy aktywny bęben (5b), skracając lub wydłużając przez nawijanie na lub rozwijanie z aktywnego bębna (5b) nierozciągliwy łączący element liniowy (4) regulując tym wyporność aerostatu.
7. System do kontrolowania wyporności aerostatu według zastrz. 1–6, **znamienny tym**, że nierozciągliwy element powierzchniowy (3) jest w postaci nierozciągliwego elementu powierzchniowego z wycięciami (3c), który korzystnie ma regularne wycięcia na całej powierzchni lub jej części, korzystnie w postaci kół.

Rysunki

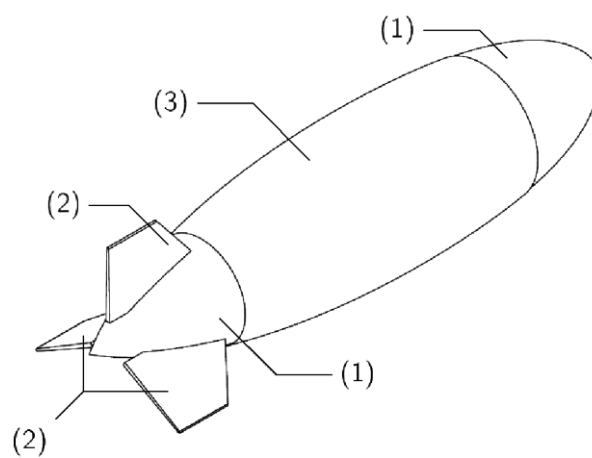


FIG. 1

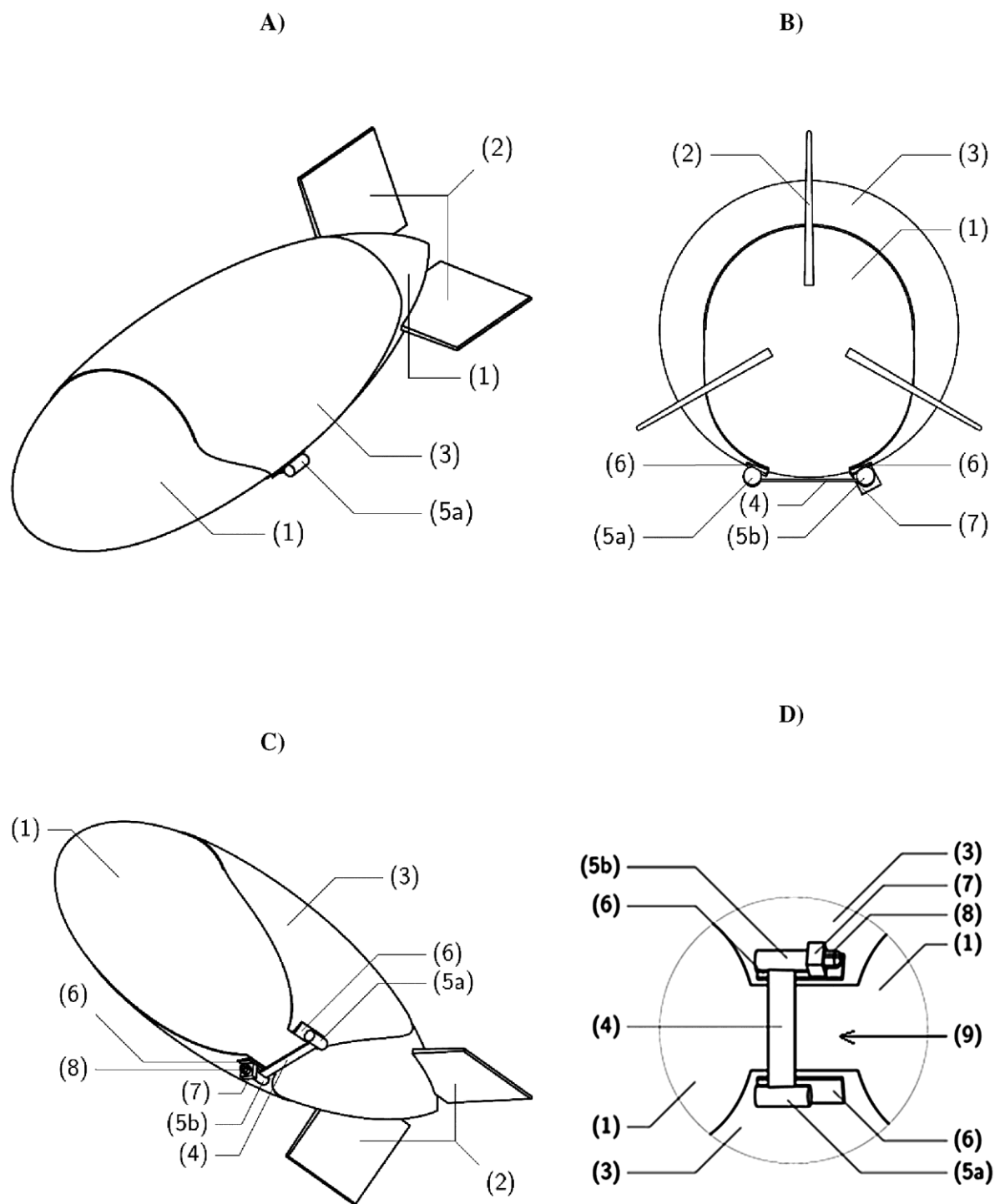


FIG. 2

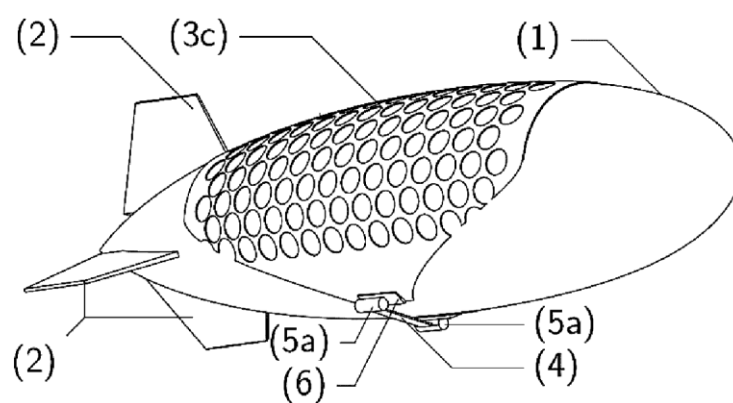


FIG. 3

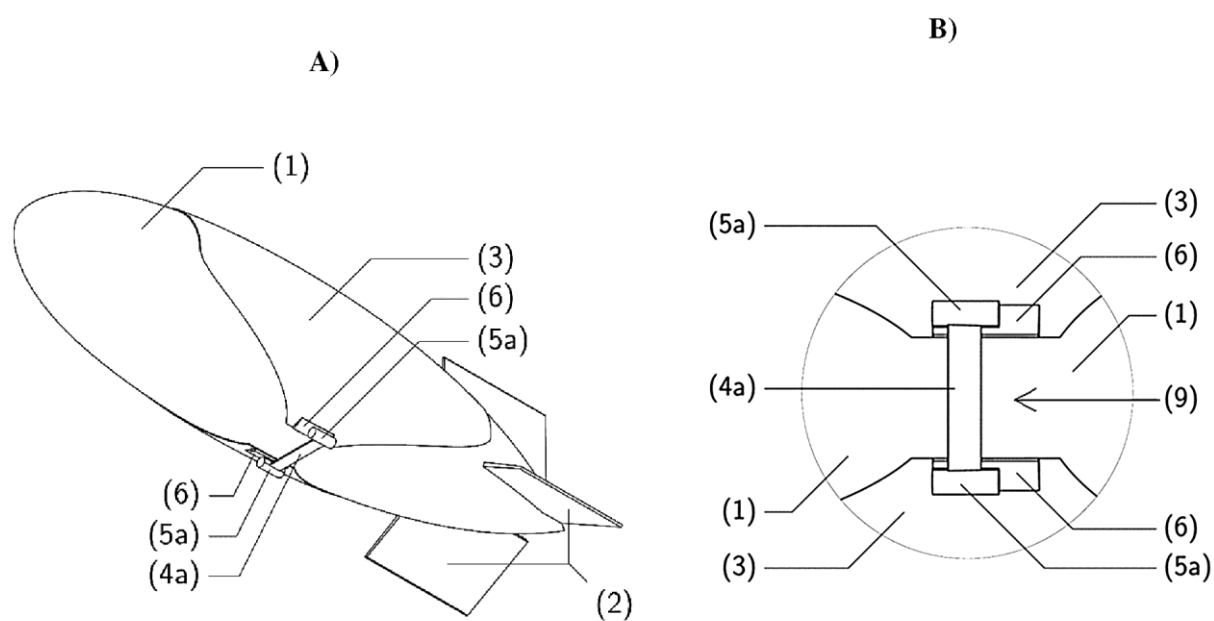


FIG. 4

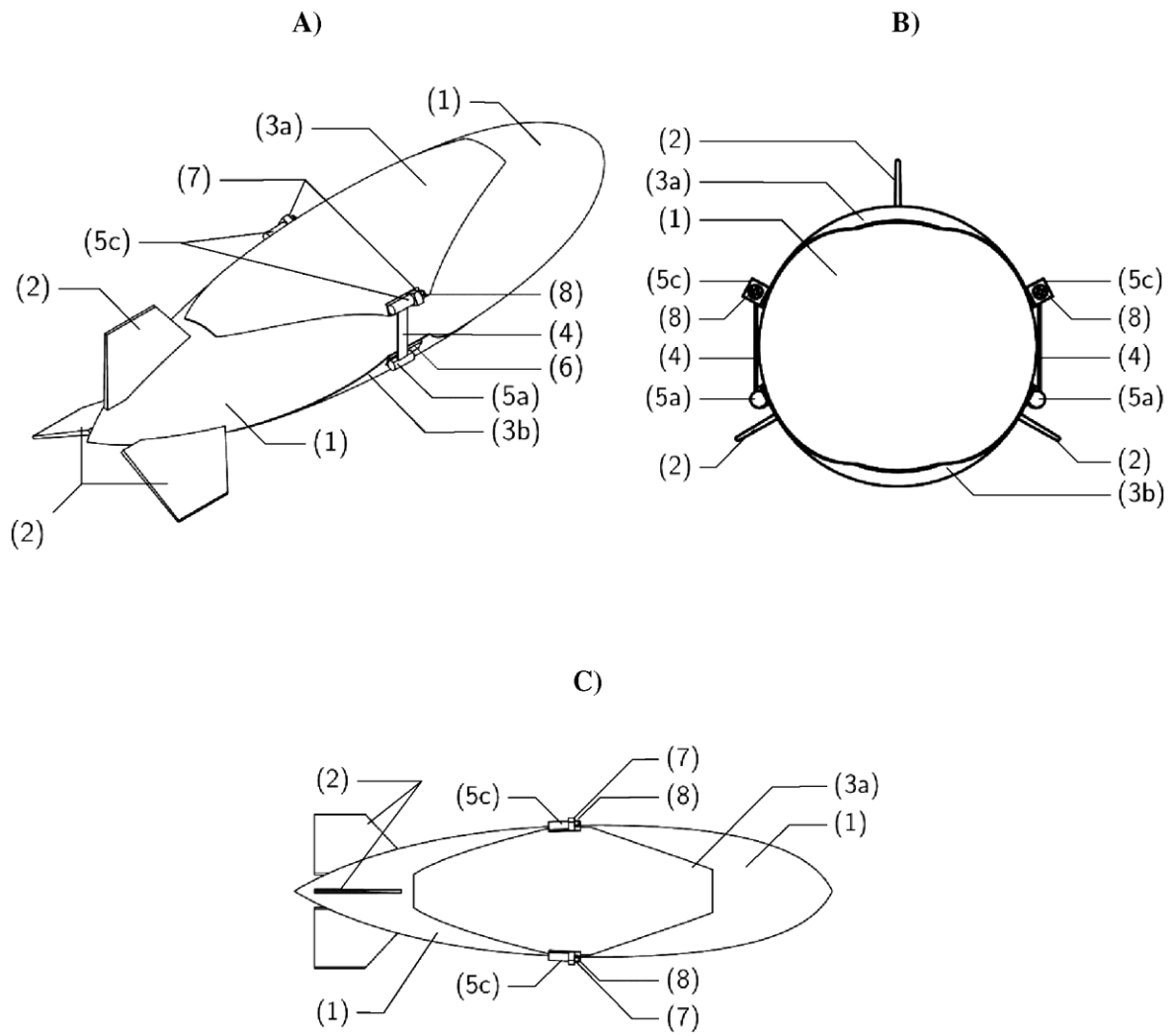


FIG. 5

