

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50880/2020
(22) Anmeldetag: 13.10.2020
(45) Veröffentlicht am: 15.07.2022

(51) Int. Cl.: **F03B 17/02** (2006.01)
F03B 17/04 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 202017002323 U1
US 2017089318 A1
DE 102004061779 A1

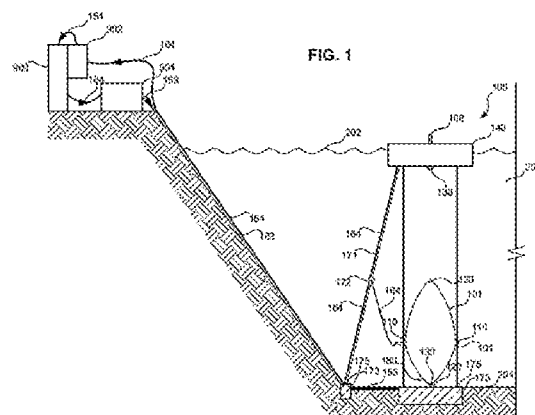
(73) Patentinhaber:
HAUNSPERGER Gregor Ing.
5400 Hallein (AT)

(72) Erfinder:
HAUNSPERGER Gregor Ing.
5400 Hallein (AT)

(74) Vertreter:
BEER & PARTNER PATENTANWÄLTE KG
1070 Wien (AT)

(54) Kraftwerk

(57) Eine Anordnung zum Erzeugen elektrischer Energie (Kraftwerk), umfasst einen Schwimmkörper (101), dessen Auftrieb in Wasser änderbar ist. In dem Schwimmkörper (101) mit starrer Außenwand ist ein aufweitbarer Innenbehälter (150) vorgesehen. In der Außenwand des Schwimmkörpers (101) ist eine Öffnung vorgesehen, durch die der Raum zwischen der Außenwand des Schwimmkörpers (101) und dem Innenbehälter (150) mit dem Wasser in Verbindung steht. Der Innenbehälter (150) weist an seinem in Gebrauchslage unteren Ende einen Anschluss für das Einleiten von unter Druck stehender Luft und an seinem oberen Ende eine Einrichtung zum Ablassen von unter Druck stehender Luft auf. Der Schwimmkörper (101) ist über seitlich und paarweise angeordnete Rollen (111) an zwei Führungsseilen (170) geführt. Die Rollen (111) sind mit wenigstens einem Generator (190) zum Erzeugen von elektrischem Strom gekuppelt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Anordnung (Kraftwerk) zum Erzeugen elektrischer Energie (Strom) mit den Merkmalen des einleitenden Teils von Anspruch 1.

[0002] Anordnungen zum Erzeugen elektrischer Energie, die wenigstens einen Schwimmkörper aufweisen, dessen Auftrieb in einem Gewässer geändert werden kann, um den Schwimmkörper aufsteigen oder absinken zu lassen, sind in verschiedenen Ausführungsformen bekannt.

[0003] Aus DE 20 2017 002 323 U1 (= DE 10 2017 003 094 A1) ist ein Kraftwerk („Vorrichtung zur Erzeugung von Energie“) bekannt. Die aus DE 20 2017 002 323 U1 bekannte Vorrichtung umfasst einen Auftriebskörper, der an seinem oberen und an seinem unteren Ende mit einem endlosen Seil verbunden ist, wobei das Seil über Getriebe geführt wird, um einen Stromerzeuger anzutreiben. Der Auftriebskörper kann über eine Druckluftleitung mit Luft gefüllt werden, um aus ihm Wasser zu verdrängen. Wenn aus dem Auftriebskörper Wasser verdrängt worden ist, schwimmt er auf, wogegen er absinkt, wenn Druckluft aus dem Auftriebskörper abgelassen wird und er sich mit Wasser füllt.

[0004] Aus US 2017/0089318 A1 ist ein Kraftwerk bekannt, das zwei aufblähbare Ballons umfasst, die abwechselnd mit Druckgas gefüllt werden, sodass sie abwechselnd aufschwimmen und absinken. Die Ballons sind miteinander durch ein Seil verbunden, das über eine genutete Rolle eines Stromerzeugers geführt ist. Durch abwechselndes Aufblasen und Entleeren der Ballons und die dadurch erzeugte Bewegung des Seils, welches die Ballons miteinander verbindet, soll Strom erzeugt werden.

[0005] Aus DE 10 2004 061 779 A1 ist eine Schwimmkörpervorrichtung bekannt, die für eine Dreh- und Gleitlagerführung mit hohem Gewicht zur Umweltenergie-Nutzung und Energie-Umwandlungsabläufe, wie Energiezwischen-speicherung mit hohem Wirkungsgrad und geringem Energieverlust, ausgelegt ist. Die aus DE 10 2004 061 779 A1 bekannte Vorrichtung umfasst Schwimmkörper, die in einer Ummantelungsvorrichtung aufgenommen sind.

[0006] Aus EP 1 464 885 A2 ist eine Anordnung zum Speichern von Gas in einem See bekannt. Dazu ist eine Anlage mit einem Kompressor zum Druckerzeugen vorgesehen, die mit einem Speicherkessel, der am Grund des Sees angeordnet ist, verbunden ist. Der am Seegrund angeordnete Kessel ist über eine Leitung an einen Verteiler angeschlossen, der seinerseits mit der Anlage mit dem Kompressor verbunden ist. Es ist vorgesehen, dass das in dem Kessel gespeicherte Gas unter der Wirkung des hydrostatischen Drucks des Gewässers aus dem flexiblen Kessel entweichen und als Energiequelle verwendet werden soll.

[0007] Das in FR 2 971 559 A1 beschriebene Kraftwerk umfasst zwei Schwimmbehälter, die miteinander verbunden sind und abwechselnd angehoben und abgesenkt werden. Dabei ist vorgesehen, dass der jeweils obere Schwimmkörper mit Sand befüllt wird, um sein Gewicht so zu erhöhen, dass er absinkt. Sobald der Behälter am unteren Ende seines Weges angekommen ist, wird Sand aus dem Behälter abgelassen und der Behälter steigt wieder auf. Durch das abwechselnde Bewegen der Behälter (Füllen und Entleeren) soll Strom erzeugt werden, indem ein die Behälter verbindendes Seil über die Welle eines Generators geführt ist.

[0008] US 2006/0017292 A1 beschreibt eine Anordnung zum Erzeugen von elektrischem Strom mit Hilfe von zwei Schwimmkörpern. Die Schwimmkörper sind in einem Käfig über an ihnen seitlich angeordnete Rollen geführt und werden abwechselnd angehoben und abgesenkt. Zum Bewegen der Schwimmkörper werden diese abwechselnd in ihrer jeweils unteren Endstellung mit Gas (vgl. Fig. 6 a und b) und in ihrer jeweils oberen Endstellung mit Wasser gefüllt, indem aus ihnen Gas abgelassen wird (vgl. Fig. 5 a, b und c). Ein die Schwimmkörper miteinander verbindendes Seil ist über Rollen eines Getriebes geführt, über das ein Generator angetrieben wird.

[0009] WO 2014/093441 A1 beschreibt eine Anordnung mit zwei Schwimmkörpern, die miteinander über ein Seil verbunden sind. In den Schwimmkörpern sind mit Gas gefüllte Behälter vorgesehen, die sich unter der Wirkung von hydrostatischem Druck beim Aufsteigen ausdehnen und beim Absinken verkleinern. Die Behälter sind über eine Kupplung mit einem Stromgenerator ver-

bunden, derart, dass beim Vergrößern und beim Verkleinern der Behälter Strom erzeugt wird. Um die Behälter abwechselnd anzuheben und abzusenken ist dem die Behälter miteinander verbindenden Seil ein Antrieb zugeordnet, der einen Motor umfasst.

[0010] US 2002/0035870 A1 beschreibt einen Energiespeicher, der zwei miteinander gekuppelte Schwimmkörper aufweist. Dabei soll einer der Schwimmkörper mehr Auftrieb besitzen als der andere Schwimmkörper, sodass durch Relativbewegungen der Schwimmkörper Strom erzeugt werden kann.

[0011] GB 2 213 535 A beschreibt ein Kraftwerk mit einem Schwimmkörper mit variablem Auftrieb. Der Schwimmkörper umfasst einen Ballon, der an seiner Unterseite mit einem Seil verbunden ist, das durch ein Gewicht gespannt ist. Bewegungen des Seils, an dem das Spannungsgewicht hängt, werden einem Stromerzeuger zugeführt. Zum Einleiten von Druckluft in den Ballon ist eine Luftpumpe vorgesehen. Sobald der Ballon seine obere Endstellung erreicht hat, wird ein am oberen Ende des Ballons vorgesehenes Ventil betätigt, sodass Luft aus dem Ballon entweicht und dieser wieder absinkt.

[0012] US 2010/0107627 A1 zeigt und beschreibt eine Anordnung zum Erzeugen und Speichern von Energie mit einem schwimmenden Ballon. Der Ballon ist über ein Seil, das über eine am Gewässergrund verankerte Rolle geführt ist, mit einer Spule zum Aufwickeln des Seils mit Hilfe eines Motors verbunden. Der Ballon wird zunächst im Gewässer nach unten gezogen. Bei Bewegung des Ballons nach oben wird über die durch das Seil angetriebene Spule ein Stromerzeuger angetrieben.

[0013] Die vorstehende Analyse von Dokumenten zum Stand der Technik zeigt, dass verschiedentlich Versuche gemacht worden sind, Schwimmkörper (Auftriebskörper) zu verwenden, um Bewegungen von Schwimmkörpern in einem Gewässer zum Umwandeln von Bewegungsenergie in elektrische Energie heranzuziehen.

[0014] Die bekannten Anordnungen und Vorrichtungen sind aber kompliziert aufgebaut und haben einen nur geringen Wirkungsgrad.

[0015] Insbesondere hat es sich als nachteilig erwiesen, dass die bekannten Anordnungen zum Erzeugen elektrischer Energie mit Schwimmkörpern (Auftriebskörpern), die mit bewegten Seilen verbunden sind, problematisch sind, weil in einem Gewässer bewegte Seile nur schwer instand und funktionsfähig gehalten werden können.

[0016] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung der eingangs genannten Gattung zur Verfügung zu stellen, die ohne bewegte Seile auskommt und dennoch einen guten Wirkungsgrad aufweist.

[0017] Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäß mit einer Anordnung, die die Merkmale von Anspruch 1 aufweist.

[0018] Bevorzugte und vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Anordnung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0019] Von Vorteil bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es, dass der Schwimmkörper ein im Wesentlichen starres Gehäuse und einen aufweitbaren, z.B. flexiblen, Innenbehälter aufweist. So kann der Auftrieb des Schwimmkörpers (Auftriebskörpers) durch Vergrößern und Verkleinern des Innenbehälters, beispielsweise indem in diesen Luft eingeblasen oder Luft aus diesem abgelassen wird, so geändert werden, dass der Schwimmkörper im Gewässer entweder aufschwimmt oder im Gewässer absinkt.

[0020] Da bei der erfindungsgemäßen Anordnung der Schwimmkörper an fixen (stehenden) Seilen geführt ist, entfallen die Probleme, die bewegte Seile ergeben, und es wird dennoch mit gutem Wirkungsgrad elektrischer Strom erzeugt. Da bei der Erfindung vorgesehen ist, dass der Schwimmkörper Rollen aufweist, die an den Seilen abrollen, ist es mit gutem Wirkungsgrad möglich, die Drehbewegung der Rollen zum Antreiben von wenigstens einem Stromerzeuger (Generator) heranzuziehen.

[0021] Weitere Einzelheiten und Merkmale der erfindungsgemäßen Anordnung (Kraftwerk) ergeben sich aus der nachstehenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele anhand der teilweise schematischen Zeichnungen. Es zeigt:

- [0022]** Fig. 1 in schematischer Ansicht eine erfindungsgemäße Anordnung,
[0023] Fig. 2 den Schwimmkörper in seiner unteren Endstellung,
[0024] Fig. 3 die Andockeinheit im Bereich des unteren Endes des Schwimmkörpers,
[0025] Fig. 4 eine Anordnung mit einer Strömungsmaschine und einem Stromerzeuger beim Aufweiten des Innenbehälters, Fig. 5 den Schwimmkörper in seiner unteren Endstellung mit vergrößertem Innenbehälter,
[0026] Fig. 6 einen Horizontalschnitt durch den Schwimmkörper mit den Führungsrollen,
[0027] Fig. 7 in vergrößertem Maßstab eine Einzelheit im Bereich der Führungsrollen,
[0028] Fig. 8 den Schwimmkörper mit vergrößertem Innenbehälter und gelöster Andockeinheit am unteren Ende des Schwimmkörpers,
[0029] Fig. 9 eine vergrößerte Einzelheit zu Fig. 8 im Bereich der Andockeinheit,
[0030] Fig. 10 im lotrechten Schnitt eine Anordnung im Bereich der Führungsrollen,
[0031] Fig. 11 den Schwimmkörper mit aufgeblähtem Innenbehälter in seiner oberen Endstellung,
[0032] Fig. 12 eine Einzelheit der Andockeinheit des Schwimmkörpers in seiner oberen Endstellung,
[0033] Fig. 13 eine Anordnung mit einer Strömungsmaschine und einem Stromerzeuger beim Verkleinern des Innenbehälters,
[0034] Fig. 14 den Schwimmkörper in seiner oberen Endstellung mit verkleinertem Innenbehälter,
[0035] Fig. 15 den vom oberen Körper gelösten Schwimmkörper und
[0036] Fig. 16 eine Einzelheit zu Fig. 14 mit gelöster oberer Andockeinheit.

[0037] Das Kraftwerk 100 besitzt einen Schwimmkörper 101 (Auftriebskörper), der beispielsweise ein Rotationskörper mit konvex gekrümmten, im Wesentlichen starren Wänden und mit im Wesentlichen spitzen Enden ist. In dem im Wesentlichen starren Gehäuse des Schwimmkörpers 101 ist ein aufweitbarer, z.B. flexibler und/oder elastischer Innenbehälter 150, beispielsweise ein Ballon, vorgesehen.

[0038] Damit Wasser aus dem Innenraum des Schwimmkörpers 101 austreten kann, wenn der Innenbehälter 150, insbesondere durch Einleiten von Druckluft, aufgeweitet wird, ist in der Wand des Schwimmkörpers 101 wenigstens eine Öffnung vorgesehen. Durch die wenigstens eine Öffnung in der Wand des Schwimmkörpers 101 tritt Wasser in den Schwimmkörper 101 ein, wenn der Innenbehälter 150 verkleinert wird. Der Öffnung in der Wand des Schwimmkörpers 101 kann eine Wasserkraftmaschine 180, die elektrischen Strom erzeugt, zugeordnet sein. Die Anordnung der Wasserkraftmaschine ist beispielsweise in den Fig. 1 und 2 gezeigt. Einzelheiten der Wasserkraftmaschine 180 sind in Fig. 4 (Wasser tritt bei sich aufweitendem Innenbehälter 150 aus dem Raum zwischen der Wand des Schwimmkörpers 101 und dem Innenbehälter 150 heraus) und in Fig. 13 (Wasser tritt bei sich verkleinerndem Innenbehälter 150 in den Raum zwischen der Wand des Schwimmkörpers 101 ein) gezeigt.

[0039] Zwischen einem Fundament 173, das am Grund 204 eines Gewässers 200 vorgesehen ist, und einem Körper 140, der im Bereich der Wasseroberfläche 202 schwimmt, sind wenigstens zwei Führungsseile 170 gespannt.

[0040] Der Schwimmkörper 101 ist an den Führungsseilen 170 auf und ab beweglich geführt.

[0041] Die Führung des Schwimmkörpers 101 an den Führungsseilen 170 umfasst zwei Paare genuteter Rollen 111, die auf einander gegenüberliegenden Seiten des Schwimmkörpers 101 vorgesehen sind, wobei die Rollen 111 zwischen sich die Führungsseile 170 aufnehmen und an den Führungsseilen 170 abrollen.

[0042] Zur Lagesicherung des Körpers 140 ist wenigstens ein Tragseil 171 vorgesehen, von dem ein Ende an dem Körper 140 befestigt und ein anderes Ende über ein Fundament 173 (Fig. 1) im Grund 204 des Gewässers 200 verankert ist.

[0043] Am Ufer des Gewässers 200 ist ein Verdichter 904 vorgesehen, von dem eine Druckluftleitung 163 zu dem Fundament 173 führt.

[0044] An der Oberseite des Fundamentes 173 ist eine Ankerplatte 174 mit Hilfe von Befestigungsmitteln 162, z.B. Schrauben, befestigt.

[0045] An der Ankerplatte 174 ist ein Andockelement 130 einer Andockeinheit vorgesehen, zu dem die Druckluftleitung 163 geführt ist. An dem in Gebrauchslage unteren Ende des Schwimmkörpers 101 ist als weiterer Bestandteil der unteren Andockeinheit ein Andockteil 120, der lösbar mit dem Andockelement 130 kuppelbar ist, um den Innenbehälter 150 lösbar mit der Druckluftleitung 163 zu verbinden, vorgesehen.

[0046] Der Andockteil 120 besitzt ein Ventil 161, mit einem federbelasteten Ventilkörper, so dass Druckluft aus dem Innenbehälter 150 über den Andockteil 120 nicht entweichen kann. Wenn über die Druckluftleitung 163 Druckluft in den Innenbehälter 150 eingeleitet wird, öffnet das Ventil 161.

[0047] Das Andockelement 130 umfasst über Kugellager 160 in einem Grundkörper schwenkbar gelagerte, beispielsweise klauenartig geknickte Hebel 131, die von Druckfedern 132 in ihre den Andockteil 120 an dem Andockelement 130 festlegende Stellung belastet sind (Fig. 3).

[0048] In dem Andockelement 130 ist ein Ventil vorgesehen, das geöffnet ist, wenn der Andockteil 120 mit dem Andockelement 130 gekuppelt ist, so dass aus der Druckluftleitung 163 Druckluft in den Innenbehälter 150 strömen kann. Das Ventil ist geschlossen, wenn der Andockteil 120 mit dem Andockelement 130 nicht gekuppelt ist.

[0049] Der Andockteil 120 ist an dem unteren Ende des Schwimmkörpers 101 befestigt. Hierzu sind Montagewinkel 151 und ein die nach oben weisenden Schenkel der Montagewinkel 151 umgreifender Spannring 152 vorgesehen. Ein (unteres) Ende des Innenbehälters 150 ist zwischen einem nach oben weisenden Ansatz des Andockteils 120 und den Montagewinkeln 151 eingeklemmt. Zwischen nach oben weisenden Schenkeln der Montagewinkel 151 und dem Ansatz des Andockteils 120 ist eine Dichtung 154 vorgesehen. Die an der Wand des Schwimmkörpers 101 innen anliegenden, radial nach außen weisenden Schenkel der Montagewinkel 151 sind mit Hilfe von Befestigungsmitteln 162, z.B. Schrauben, an der starren Wand des Schwimmkörpers 101 befestigt.

[0050] An dem in Gebrauchslage nach oben weisenden Ende des Schwimmkörpers 101 ist ein weiterer, oberer Andockteil 120 vorgesehen, der so wie der untere Andockteil 120 mit der Wand des Schwimmkörpers 101 und dem Innenbehälter 150 verbunden ist. An der nach unten weisenden Seite des an der Oberfläche 202 des Gewässers 200 schwimmenden Körpers 140 ist ein oberes Andockelement 130 als Teil einer weiteren, nämlich einer oberen Andockeinheit vorgesehen. Die lösbare Kupplung des oberen Andockteils 120 als Teil der weiteren Andockeinheit mit dem oberen Andockelement 130 und die Ventile in dem oberen Andockelement 130 und in dem oberen Andockteil 120 sind so ausgebildet wie die der unteren, dem unteren Ende des Schwimmkörpers 101 zugeordneten Andockeinheit (Kupplung) (Fig. 9, 12 und 15).

[0051] Die Kraft der Druckfedern 132, welche die Hebel 131 belasten, ist mit Vorteil in einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung so gewählt, dass die untere und/oder die obere Andockeinheit den Schwimmkörper 101 selbsttätig freigibt. Dabei wird der untere Andockteil 120 von dem unteren Andockelement 130 gelöst, wenn der Innenbehälter 150 so groß aufgeweitet ist, dass der (um das Gewicht des Schwimmkörpers 101 verringerte) Auftrieb des Schwimmkörpers 101 hinreicht, die Hebel 131 entgegen der Kraft der Druckfedern 132 nach außen zu schwen-

ken und so die untere Andockeinheit geöffnet wird, indem der untere, an dem Schwimmkörper 101 vorgesehene Andockteil 120 von dem unteren Andockelement 130 freikommt. Sinngemäß wird der obere Andockteil 120 von dem oberen Andockelement 130 gelöst, wenn der Innenbehälter 150 verkleinert ist und daher das (um den Auftrieb des Schwimmkörpers 101 verringerte) Gewicht hinreicht, die Hebel 131 entgegen der Kraft der Druckfedern 132 nach außen zu schwenken und so die obere Andockeinheit geöffnet wird, indem der obere, an dem Schwimmkörper 101 vorgesehene Andockteil 120 von dem oberen Andockelement 130 freikommt.

[0052] Das Öffnen der oberen und/oder der unteren Andockeinheit, um den Schwimmkörper 101 vom unteren und/oder oberen Andockelement 130 zu lösen, kann auch durch Schwenken der Hebel 131 mit Hilfe von Motoren, z.B. Elektromotoren und/oder Druckmittelmotoren (pneumatische oder hydraulische Linearmotoren, wie Pneumatikzylinder oder Hydraulikzylinder) erfolgen.

[0053] An der Wand des Schwimmkörpers 101 ist die Wasserkraftmaschine 180 im Bereich der in der Wand des Schwimmkörpers 101 vorgesehenen Öffnung mit einer Befestigungsklemme 165, die mit der Wand des Schwimmkörpers 101 dicht verbunden ist, vorgesehen. In der Wasserkraftmaschine 180 ist ein Generator 190 vorgesehen, der mit einer Strömungsmaschine, z.B. einer Turbine 181, über eine Welle 191 gekuppelt ist. Die Welle 191 ist über Kugellager 160 in der Wand des Schwimmkörpers 101 und in einer Wand der Befestigungsklemme 165 drehbar gelagert. In der Wand des Schwimmkörpers 101 ist eine Öffnung vorgesehen, so dass der Innenraum des Schwimmkörpers 101 mit dem Innenraum der Wasserkraftmaschine 180 kommuniziert. Die Turbine 181, und damit der Generator 190, wird durch Wasser, das aus dem Schwimmkörper 101 austritt, wenn sich der Innenbehälter 150 vergrößert (aufweitet), angetrieben. Wasser tritt seitlich aus der Befestigungsklemme 165 aus (Pfeile in Fig. 4).

[0054] Wenn sich der Innenbehälter 150 verkleinert, wird die Turbine 181 und damit der Generator 190 der Wasserkraftmaschine 180 durch in den Schwimmkörper 101 eintretendes Wasser (Pfeile in Fig. 13) angetrieben.

[0055] Oberhalb des oberen, an dem Körper 140 angeordneten Andockelementes 130 ist ein mit dem Innenraum des Andockelementes 130 kommunizierendes Rohr vorgesehen. In dem Rohr ist eine über Kugellager 160 drehbar gelagerte obere Strömungsmaschine, z.B. eine Turbine 181, vorgesehen (Fig. 11 und 12). Die Turbine 181 ist über eine Welle 191 mit einem oberen Generator 190 gekuppelt. Die obere Turbine 181 wird beim Verkleinern des Innenbehälters 150 durch aus dem Innenbehälter 150 austretende Luft angetrieben.

[0056] Die Wellen der genuteten, paarweise vorgesehenen und an den Führungsseilen 170 abrollenden Rollen 111 sind (vgl. Fig. 6, 7, 10) über Kugellager 160 in einem Gehäuse 110, das an der Unterseite eines mit der Wand des Schwimmkörpers 101 verbundenen Auslegers 166 angeordnet ist, gelagert. Das Gehäuse 110 ist mit Befestigungsmitteln 162 mit dem Ausleger 166 verbunden. Die untere Wand des Gehäuses 110 ist durch Befestigungsmittel 162 mit einem weiteren, von der Wand des Schwimmkörpers 101 nach außen abstehenden Ausleger verbunden.

[0057] Die mit den Rollen 111 drehfest verbundenen Wellen der Rollen 111 sind über Zahnräder 112 mit der Welle eines Generators 190 gekuppelt. Der Generator 190 ist in einem an der Innenseite der Wand des Schwimmkörpers 101 vorgesehenen Kanal 167 angeordnet. Wenn sich der Schwimmkörper 101 entlang der Führungsseile 170 nach oben oder nach unten bewegt, drehen sich die an den Führungsseilen 170 anliegenden Rollen 111 und der Generator 190 wird angetrieben.

[0058] Generatoren 190 sind bevorzugt den an beiden Seiten des Schwimmkörpers 101 vorgesehenen, an den Führungsschienen 170 abrollenden Rollen 111 zugeordnet.

[0059] Strom, der von den Generatoren 190 erzeugt wird, wird über Leitungen 164 in ein Stromnetz 900 eingespeist und zum Antreiben des Verdichters 904 verwendet. Das Stromnetz umfasst bevorzugt einen Wechselrichter 902.

[0060] In der nachstehenden Beschreibung der Funktion des Kraftwerkes 100 wird auf die Zeichnungen Bezug genommen.

[0061] Fig. 1 (Schritt 1) veranschaulicht beispielhaft und schematisch eine Grundstellung des Kraftwerks 100 mit abgesenktem und mit dem Fundament 173 gekoppeltem Schwimmkörper.

[0062] Fig. 2 veranschaulicht mit mehr Einzelheiten einen am Grund des Gewässers 200 arretierten, mit Wasser gefüllten Schwimmkörpers 101, der über die untere Andockeinheit an die Druckluftleitung 163 angeschlossen ist.

[0063] Fig. 3 (Schritt 1) veranschaulicht, wie der Innenbehälter 150 in dem Schwimmkörper 101 im an dem Andockelement 130 festgelegten Zustand mit Druckluft gefüllt und vergrößert wird.

[0064] Fig. 4 (Schritte 2 und 5) veranschaulicht eine rotierende Strömungsmaschine (Turbine 181) an dem Schwimmkörper 101.

[0065] Fig. 5 veranschaulicht den am Grund des Gewässers 200 arretierten Schwimmkörper 101 mit seinem mit Druckluft gefüllten Innenbehälter 150.

[0066] Fig. 6 veranschaulicht die Situation von Fig. 5 im Horizontalschnitt.

[0067] Fig. 7 (Schritte 3 und 5) veranschaulicht eine beispielhafte schematische Darstellung einer Einheit zum Erzeugen von Strom mit den Rollen 111, der Turbine 181 und dem Generator 190 in lotrechtem Schnitt.

[0068] Fig. 8 veranschaulicht den mit Druckluft gefüllten Schwimmkörper 101, der sich aufgrund seines Auftriebs nach oben bewegt.

[0069] Fig. 9 (Schritt 3) veranschaulicht in mehr Einzelheiten den Schwimmkörper 101, der von dem an dem Fundament 173 vorgesehenen Andockelement 130 gelöst ist.

[0070] Fig. 10 (Schritte 3 und 5) veranschaulicht den Generator 190, der von den Rollen 111 angetrieben wird, wenn sich der Schwimmkörper 101 nach oben bewegt (aufschwimmt).

[0071] Fig. 11 veranschaulicht den über die obere Andockeinheit an dem Körper 140 arretierten, mit Druckluft gefüllten Schwimmkörper 101, der an die Abluftleitung 168 angedockt ist.

[0072] Fig. 12 (Schritt 4) veranschaulicht in mehr Einzelheiten den an dem Körper 140 arretierten Schwimmkörper 101, wobei der Schwimmkörper 101 durch Öffnen des Ventils in der Andockeinheit - der Innenbehälter 150 verkleinert sich - mit Wasser gefüllt wird und die aus dem Innenbehälter 150 dadurch verdrängte Luft die obere rotierende Strömungsmaschine (Turbine 181) antreibt.

[0073] Fig. 14 veranschaulicht den an dem Körper 140 arretierten, mit Wasser gefüllten Schwimmkörper 101 (mit verkleinertem Innenbehälter 150), der an die Abluftleitung 168 angedockt ist.

[0074] Fig. 15 veranschaulicht den mit Wasser gefüllten Schwimmkörper 101, dessen Innenbehälter 150 verkleinert ist und der sich nach dem Öffnen der Andockeinheit aufgrund der Schwerkraft nach unten zum Grund 204 des Gewässers 200 hin bewegt.

[0075] Fig. 16 veranschaulicht in einer Darstellung mit mehr Einzelheiten die Situation des Schwimmkörpers 101, der sich von dem Andockelement 130 der oberen Andockeinheit gelöst hat.

[0076] Die Funktion eines Ausführungsbeispiels des Kraftwerkes der Erfindung wird nachstehend beschrieben:

[0077] Fig. 1 und 3 beziehend auf Schritt 1) [Energiespeicherung]:

In einem elektrisch angetriebenen Verdichter 904 wird Druckluft erzeugt, die über die Druckluftleitung 163 in den aufweitbaren, insbesondere dehnbaren, Innenbehälter 150 geleitet wird, der sich in dem am Grund 204 des Gewässers 200 (mit Hilfe der Andockeinheit) arretierten Schwimmkörper 101 befindet.

[0078] Fig. 4 beziehend auf Schritt 2) [Rekuperation]:

Beim Aufweiten des Innenbehälters 150 durch Einleiten von Druckluft strömt Wasser durch seitliche Öffnungen aus dem Schwimmkörper 101 heraus und durch rotierende Strömungsmaschi-

nen (Turbinen 181). Die Turbinen 181 treiben elektrische Generatoren 190 an, die Strom erzeugen.

[0079] Fig. 7, 9 und 10 bezugnehmend auf Schritt 3) [Rekuperation]:

Da der Auftrieb eines Schwimmkörpers 101 aufgrund des mit Druckluft gefüllten Innenbehälters 150 in Wasser größer ist als sein Gewicht, steigt der Schwimmkörper 101 unter gegebenenfalls selbsttätigem Lösen der Arretierung in der Andockeinheit (umfassend den Andockteil 120 und das Andockelement 130) entlang der Führungsseile 170 in Richtung der Wasseroberfläche 202 auf. Die an den Führungsseilen 170 abrollenden Rollen 111 treiben über Getriebe die Wellen 191 der Generatoren 190 an, sodass diese elektrischen Strom erzeugen.

[0080] Fig. 12 bezugnehmend auf Schritt 4) [Rekuperation]:

Ein Ventil, das sich in einem oberen Andockteil 120 des Schwimmkörpers 101 befindet, und ein Ventil, das sich in dem Körper 140 befindet, werden beim Arretieren des Schwimmkörpers 101 an dem Körper 140 mechanisch geöffnet. Druckluft, die sich in dem Innenbehälter 150 befindet, strömt aufgrund des Druckunterschiedes zwischen dem Druck im Innenbehälter 150 und der Außenluft und unterstützt durch den hydrostatischen, auf den Innenbehälter 150 einwirkenden, Druck durch eine Abluftleitung 168 nach außen ab. Die strömende Luft treibt eine Turbine 181, die sich in der Abluftleitung 168 befindet, und einen elektrischen Generator an, der elektrischen Strom erzeugt.

[0081] Fig. 4 bezugnehmend auf Schritt 5) [Rekuperation]:

Beim Verkleinern des Innenbehälters 150 in den Schwimmkörper 101 strömendes Wasser treibt die an dem Schwimmkörper 101 seitlich angeordneten Turbinen 181 und Generatoren 190 an, die elektrischen Strom erzeugen.

[0082] Fig. 7, 10 und 16 bezugnehmend auf Schritt 6) [Rekuperation]:

Da das Gewicht des mit Wasser gefüllten Schwimmkörpers 101 in Wasser größer ist als sein Auftrieb, sinkt der Schwimmkörper 101 unter gegebenenfalls selbsttätigem Lösen der Arretierung der Andockeinheit (oberer Andockteil 120 und oberes Andockelement 130) an den Führungsseilen 170 geführt in Richtung des Grundes 204 des Gewässers 200 ab. Die Drehbewegung der an den Führungsseilen 170 abrollenden Rollen 111 wird auch beim Sinken des Schwimmkörpers 101 zum Antreiben der Generatoren 190 benutzt, die elektrischen Strom erzeugen.

[0083] Fig. 2 und 3 bezugnehmend auf Schritt 7):

Ein Ventil, das sich in einem Andockteil 120 des Schwimmkörpers 101 befindet, und ein Ventil, das sich in der Druckluftleitung 163 befindet, werden beim Arretieren des Schwimmkörpers 101 über die untere Arretierung (Andockteil 120 und Andockelement 130) am Grund 204 des Gewässers 200 mechanisch geöffnet. Hierauf wird die Abfolge der Schritte 1 bis 7 so oft wie gewünscht wiederholt.

[0084] Die Steuerung der Folge von Schritten beim Betreiben des erfindungsgemäßen Kraftwerkes 100 einschließlich dem Öffnen der Andockeinheiten kann von Hand aus, teilautomatisiert oder vollautomatisiert erfolgen.

[0085] Das erfindungsgemäße Kraftwerk 100 kann als Speicherkraftwerk benutzt werden, indem überschüssiger Strom (beispielsweise erzeugt durch Überproduktion von Windkraftwerken) zum Betreiben des Verdichters 904 herangezogen wird. Die vom Verdichter 904 erzeugte Druckluft wird in dem Innenbehälter 150 „gespeichert“ und der Schwimmkörper 101 erst bei Strombedarf durch Öffnen der unteren Andockeinheit aufschwimmen gelassen, wobei Strom erzeugt wird.

[0086] Zusammenfassend kann ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wie folgt beschrieben werden:

[0087] Eine Anordnung zum Erzeugen elektrischer Energie (Kraftwerk), umfasst einen Schwimmkörper 101, dessen Auftrieb in Wasser änderbar ist. In dem Schwimmkörper 101 mit starrer Außenwand ist ein aufweitbarer Innenbehälter 150 vorgesehen. In der Außenwand des Schwimmkörpers 101 ist eine Öffnung vorgesehen, durch die der Raum zwischen der Außenwand des Schwimmkörpers 101 und dem Innenbehälter 150 mit dem Wasser in Verbindung steht. Der In-

nenbehälter 150 weist an seinem in Gebrauchslage unteren Ende einen Anschluss für das Einleiten von unter Druck stehender Luft und an seinem oberen Ende eine Einrichtung zum Ablassen von unter Druck stehender Luft auf. Der Schwimmkörper 101 ist über seitlich und paarweise angeordnete Rollen 111 an zwei Führungsseilen 170 geführt. Die Rollen 111 sind mit wenigstens einem Generator 190 zum Erzeugen von elektrischem Strom gekuppelt.

Patentansprüche

1. Anordnung zum Erzeugen elektrischer Energie, insbesondere ein Kraftwerk, umfassend einen Schwimmkörper (101), dessen Auftrieb in Wasser änderbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem im Wesentlichen starren Schwimmkörper (101) ein aufweitbarer, vorzugsweise elastischer, Innenbehälter (150) vorgesehen ist, der an seinem in Gebrauchslage unteren Ende einen Anschluss für das Einleiten von unter Druck stehender Luft und an seinem oberen Ende eine Einrichtung zum Ablassen von unter Druck stehender Luft aufweist, dass in einer Wand des Schwimmkörpers (101) wenigstens eine Öffnung vorgesehen ist, dass der Schwimmkörper (101) über Rollen (111) an wenigstens zwei Führungsseilen (170) geführt ist und dass die Rollen (111) mit wenigstens einem Generator (190) zum Erzeugen von elektrischem Strom gekuppelt sind.
2. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Führungsseile (170) zwischen einem am Grund (204) eines Gewässers (200) verankerten Fundament (173) und einem an der Oberfläche (202) des Gewässers (200) schwimmenden Körper (140) gespannt sind.
3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rollen (111) genutzte Rollen, die paarweise angeordnet von einander gegenüberliegenden Seiten her an den Führungsseilen (170) anliegen, sind.
4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Generator (190), welcher durch die Rollen (111) angetrieben wird, im Inneren des Schwimmkörpers (101), insbesondere in einem Kanal (167) im Schwimmkörper (101), vorgesehen ist.
5. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum lösba- ren Kuppeln des Schwimmkörpers (101) mit dem Fundament (173) eine untere Andockein- heit vorgesehen ist.
6. Anordnung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die untere Andockeinheit ein an der Oberseite des Fundaments (173) angeordnetes Andockelement (130) und einen an dem Schwimmkörper (101) im Bereich von dessen in Gebrauchslage unterem Ende ange- ordneten Andockteil (120) aufweist.
7. Anordnung nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass zu der Andockeinheit eine Leitung (163) zum Zuführen von unter Druck stehender Luft in den Innenbehälter (150) geführt ist.
8. Anordnung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die An- dockeinheit eine federbelastete Kupplungseinrichtung, die an dem Andockteil (120) vorge- sehen ist, aufweist.
9. Anordnung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kupplungseinrichtung ge- gen die Kraft von Federn (132) schwenkbare Hebel (131) aufweist und dass die Hebel (131) bei geschlossener Kupplung mit abgewinkelten Enden in eine Vertiefung des Andockteils (120) eingreifen.
10. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum lösba- ren Kuppeln des Schwimmkörpers (101) mit dem schwimmenden Körper (140) eine obere Andockeinheit vorgesehen ist.
11. Anordnung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die obere Andockeinheit ein an der Unterseite des schwimmenden Körpers (140) angeordnetes Andockelement (130) und einen an dem Schwimmkörper (101) im Bereich von dessen in Gebrauchslage oberen Ende angeordneten Andockteil (120) aufweist.
12. Anordnung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Andockeinheit eine fe- derbelastete Kupplungseinrichtung, die an dem Andockteil (120) vorgesehen ist, aufweist.
13. Anordnung nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kupplungsein- richtung gegen die Kraft von Federn (132) schwenkbare Hebel (131) aufweist und dass die

Hebel (131) bei geschlossener Kupplung mit abgewinkelten Enden in eine Vertiefung des Andockteils (120) eingreifen.

14. Anordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass an dem Körper (140) eine Leitung (168) zum Ableiten von aus dem Innenbehälter (150) strömender Luft vorgesehen ist und dass die Leitung bei mit dem Körper (140) gekoppeltem Schwimmkörper (101) mit dem Innenraum des Innenbehälters (150) verbunden ist.
15. Anordnung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Leitung (168) mit dem Innenraum des Innenbehälters (150) über die obere Andockeinheit verbunden ist.
16. Anordnung nach Anspruch 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Leitung (168) eine mit Luft betriebene Strömungsmaschine, insbesondere eine Turbine (181), zugeordnet ist und dass ein mit der Strömungsmaschine gekuppelter Generator (190) vorgesehen ist.
17. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Wand des Schwimmkörpers (101) wenigstens eine Öffnung vorgesehen ist, dass der Öffnung eine außerhalb des Schwimmkörpers (101) angeordnete Strömungsmaschine, insbesondere eine mit Wasser betriebene Turbine (181), zugeordnet ist und dass mit der Strömungsmaschine ein Generator (190), der im Inneren des Schwimmkörpers (101) vorgesehen ist, gekuppelt ist.

Hierzu 16 Blatt Zeichnungen

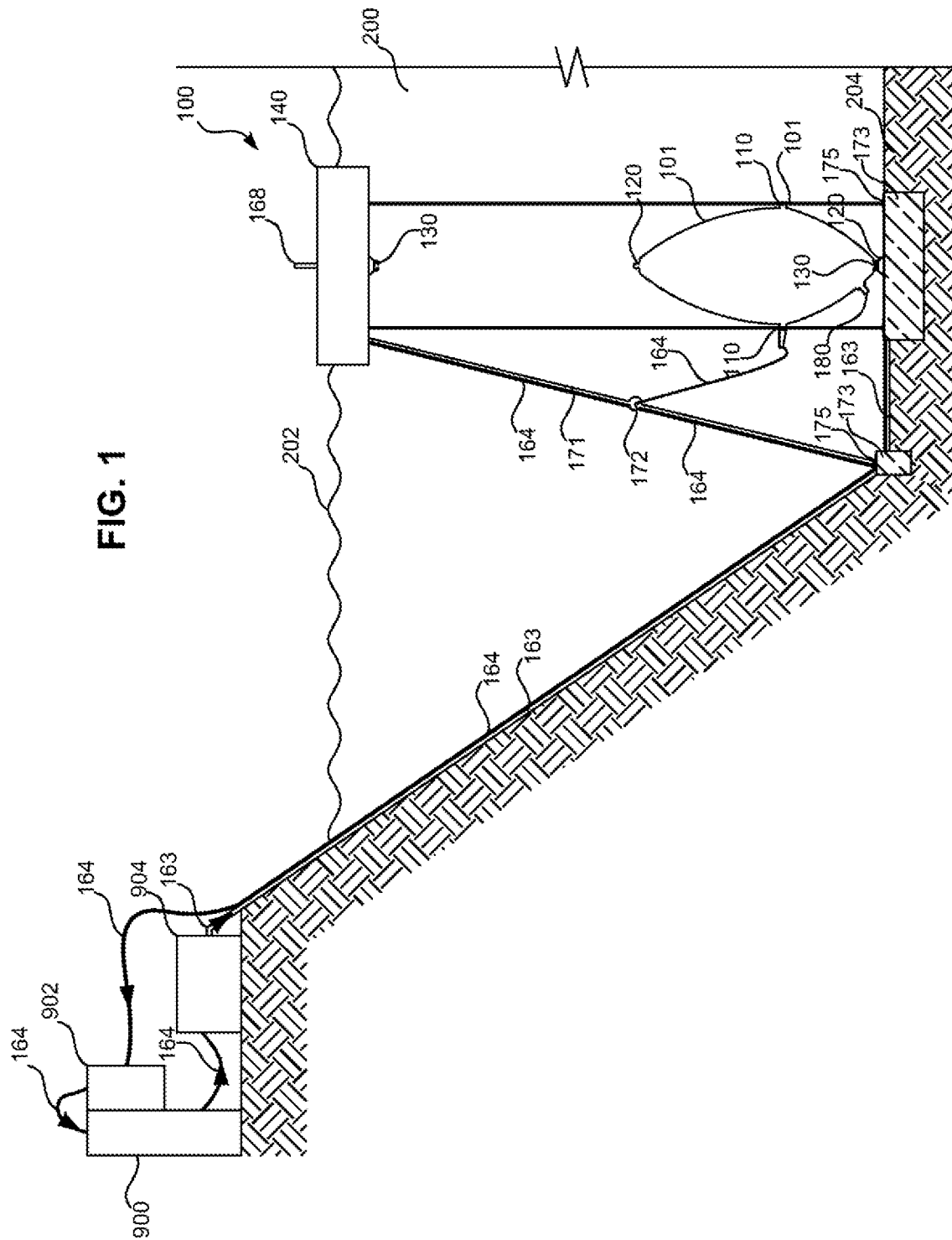


FIG. 2

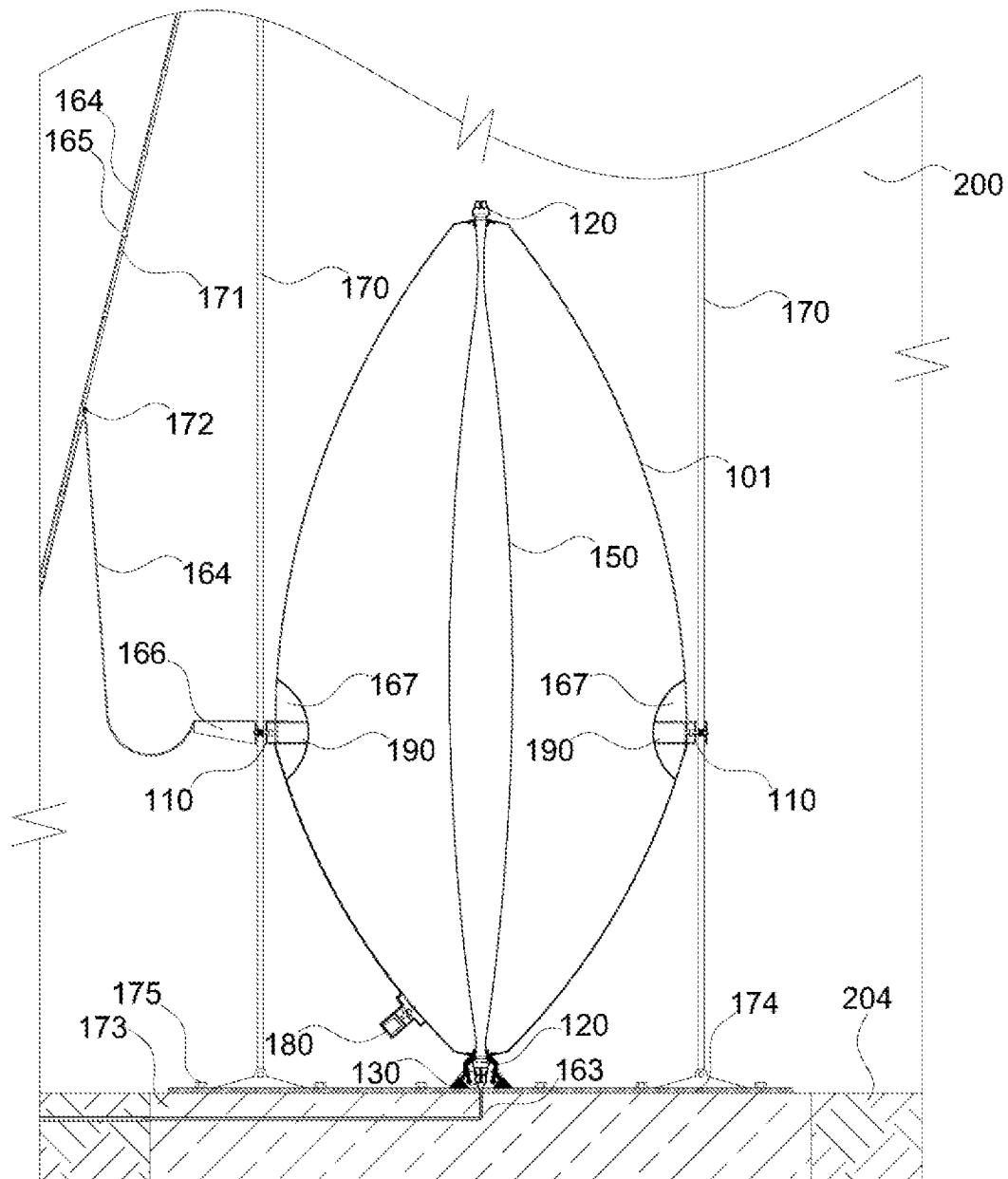


FIG. 3

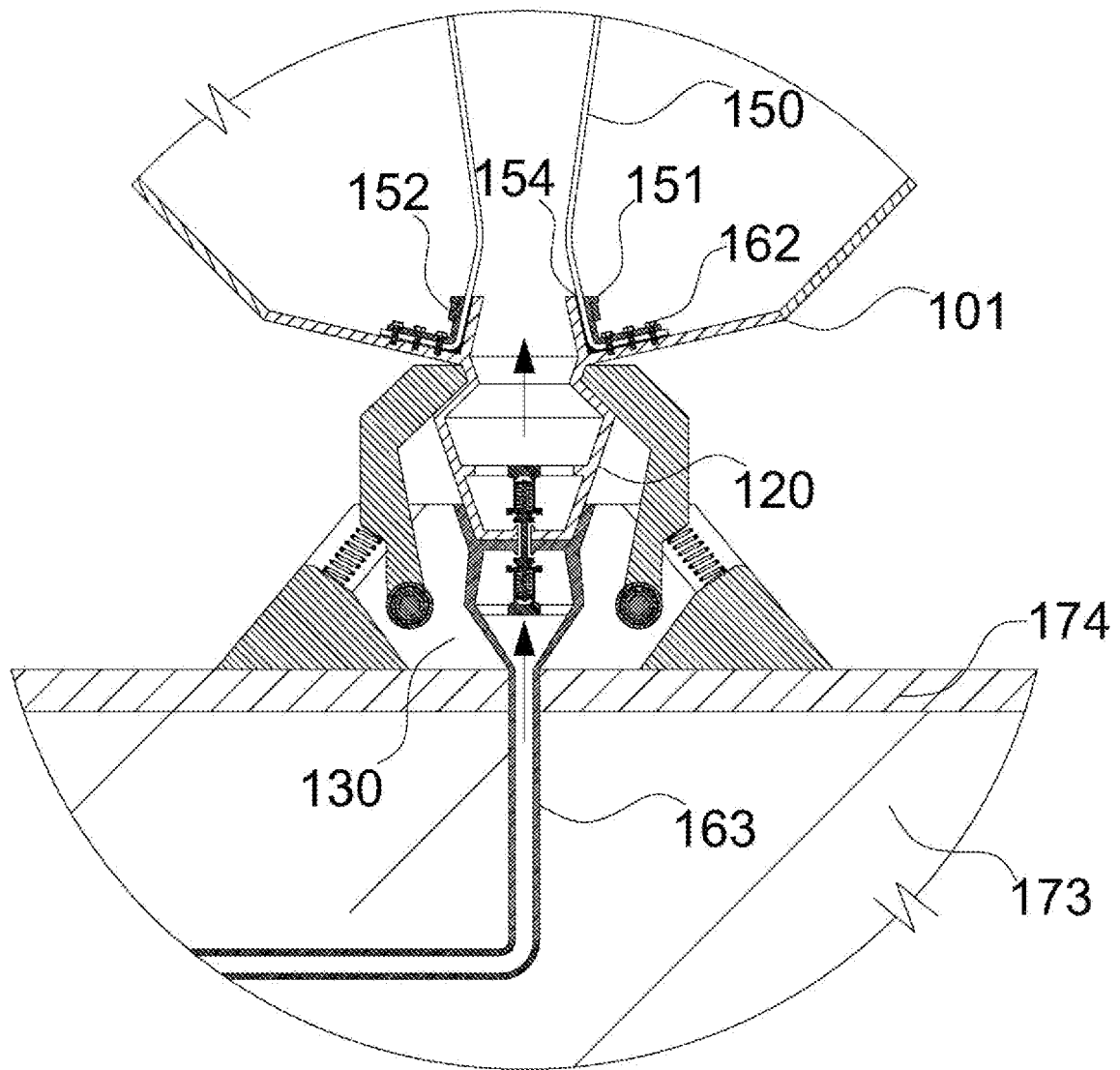


FIG. 4

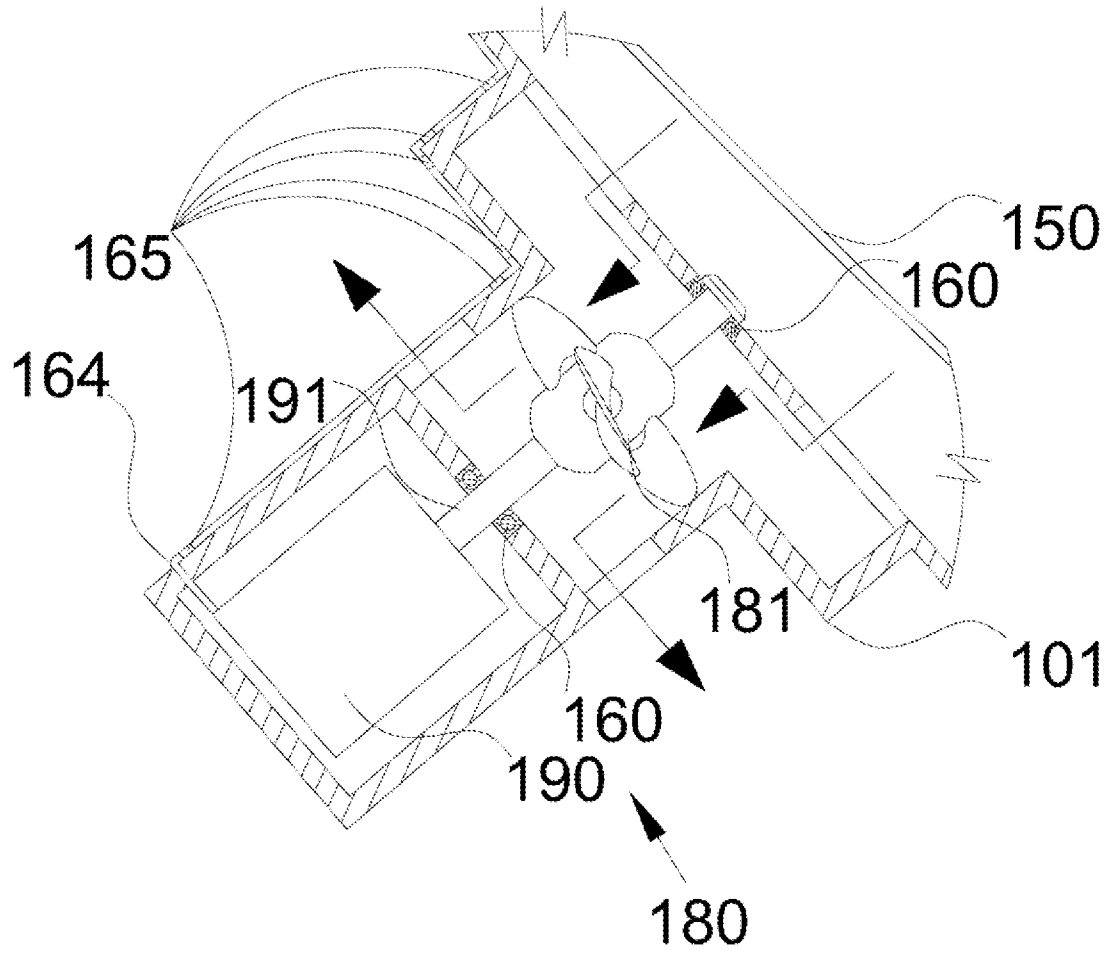


FIG. 5

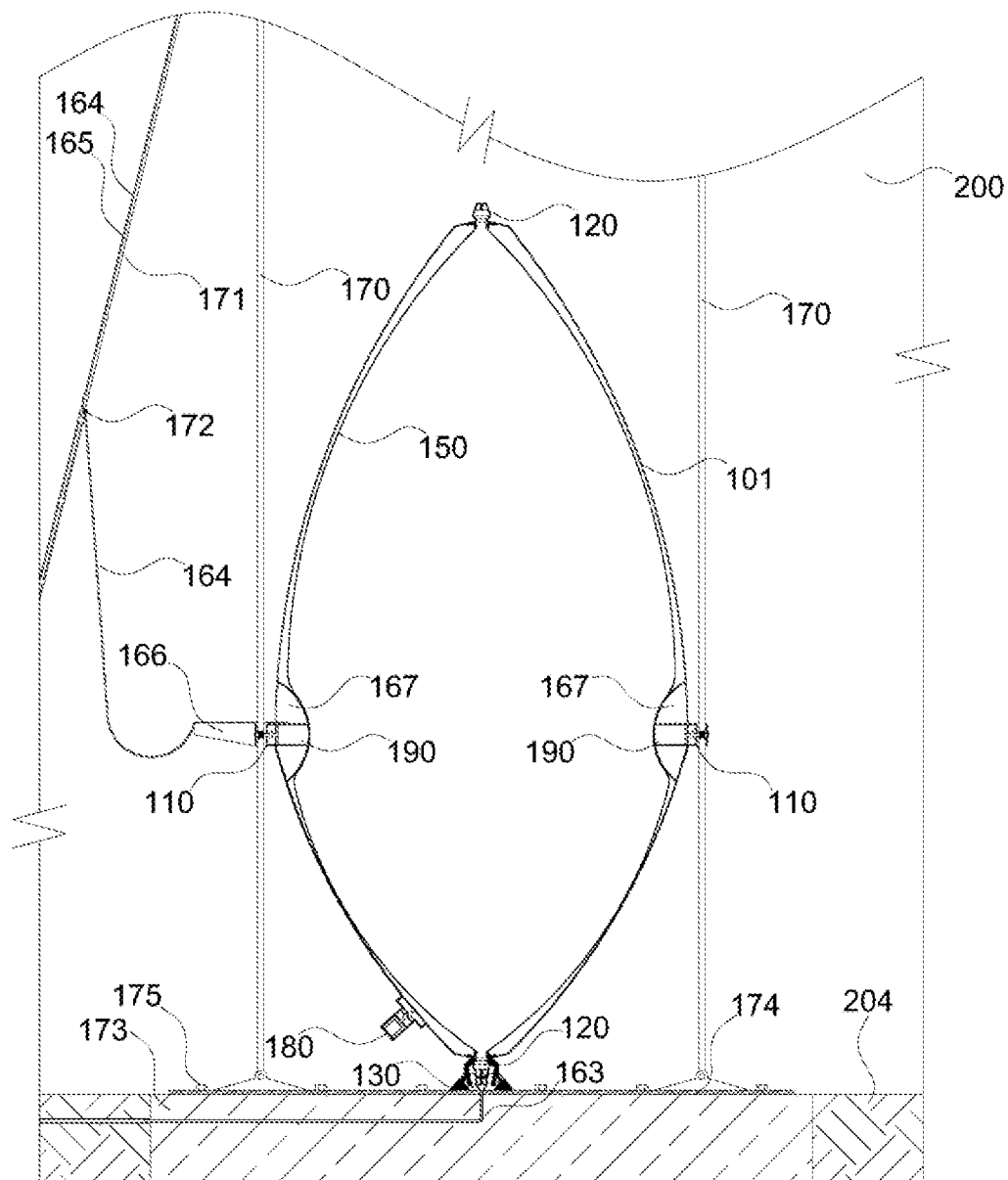


FIG. 6

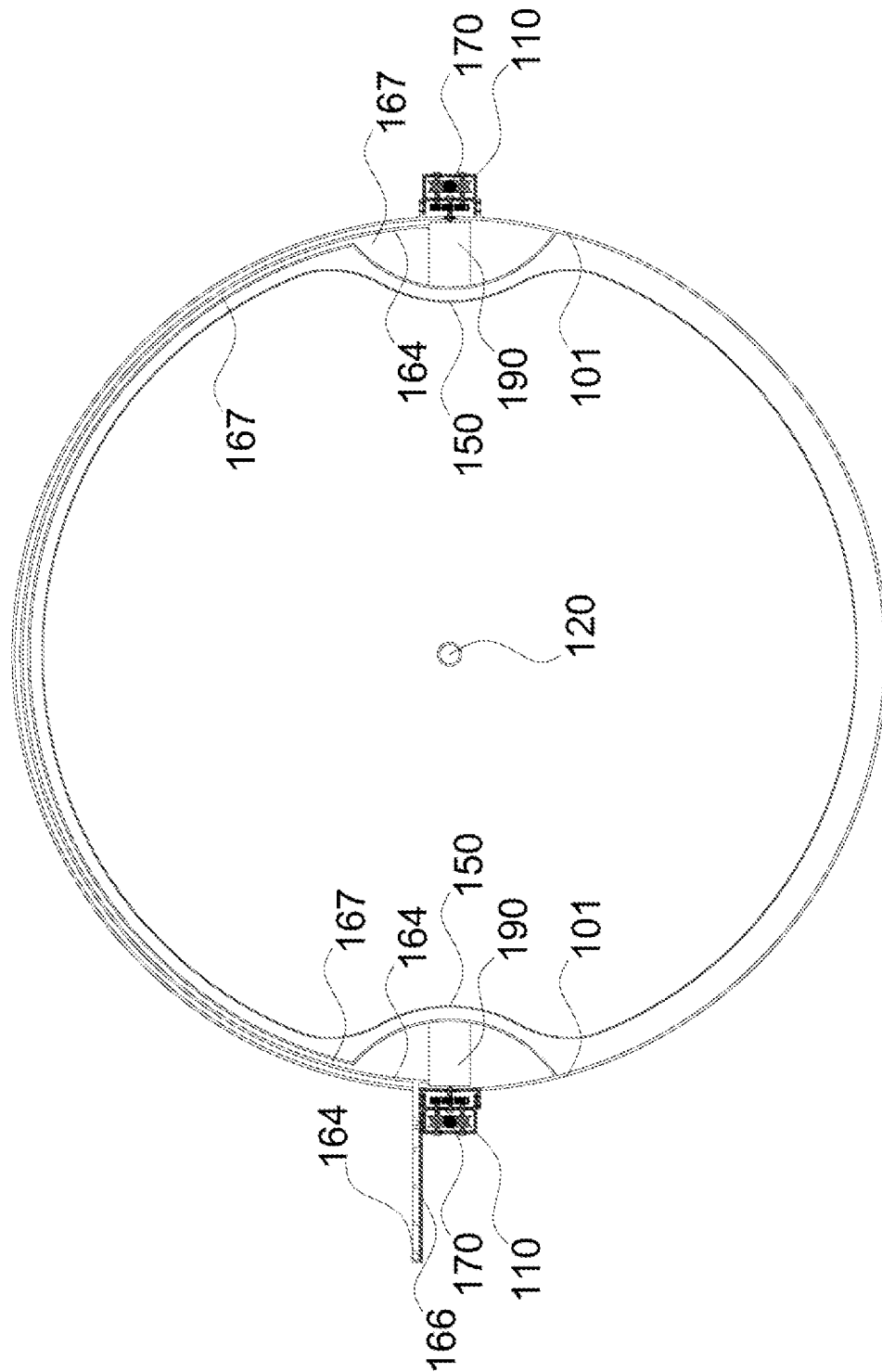


FIG. 7

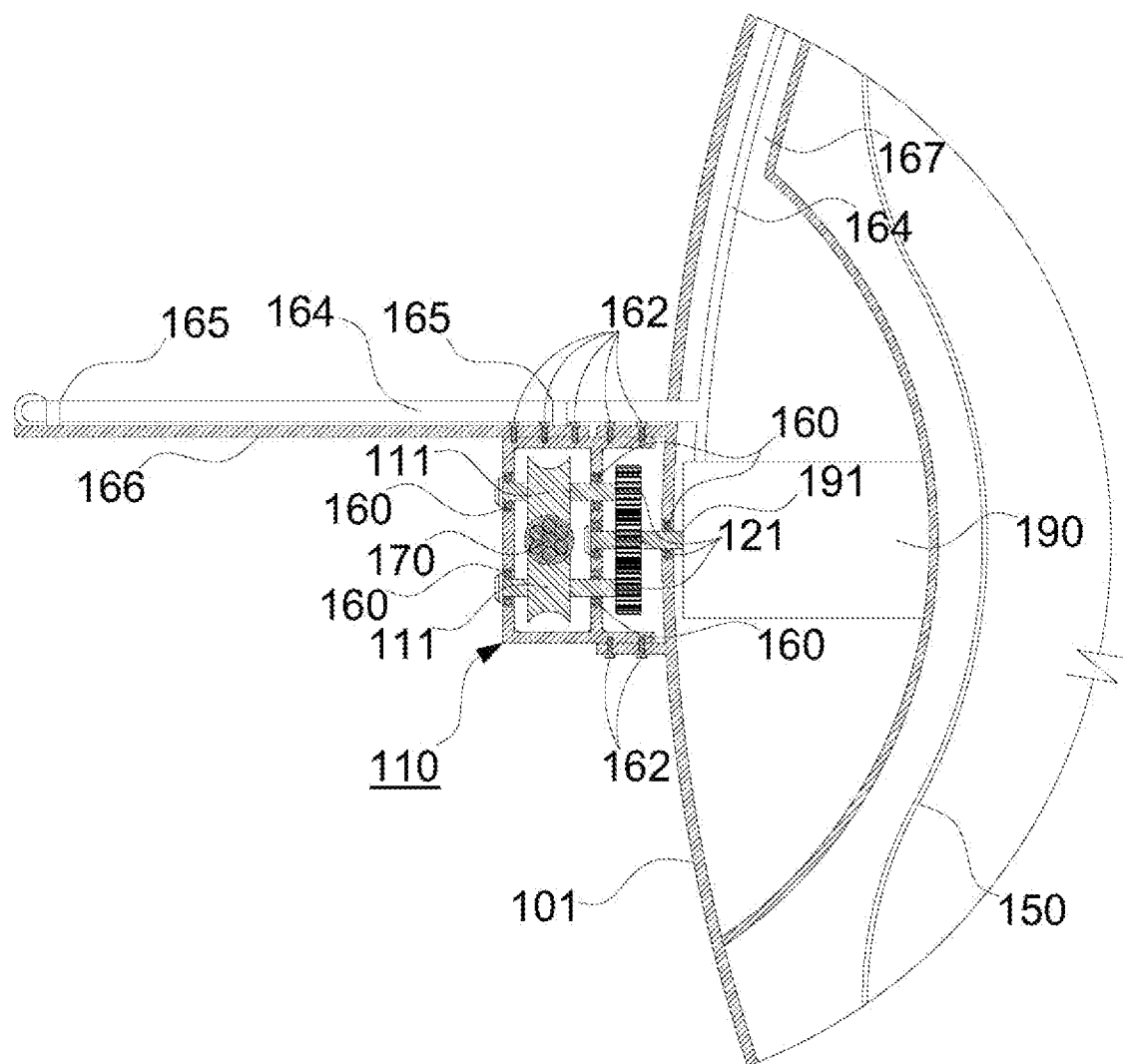


FIG. 8

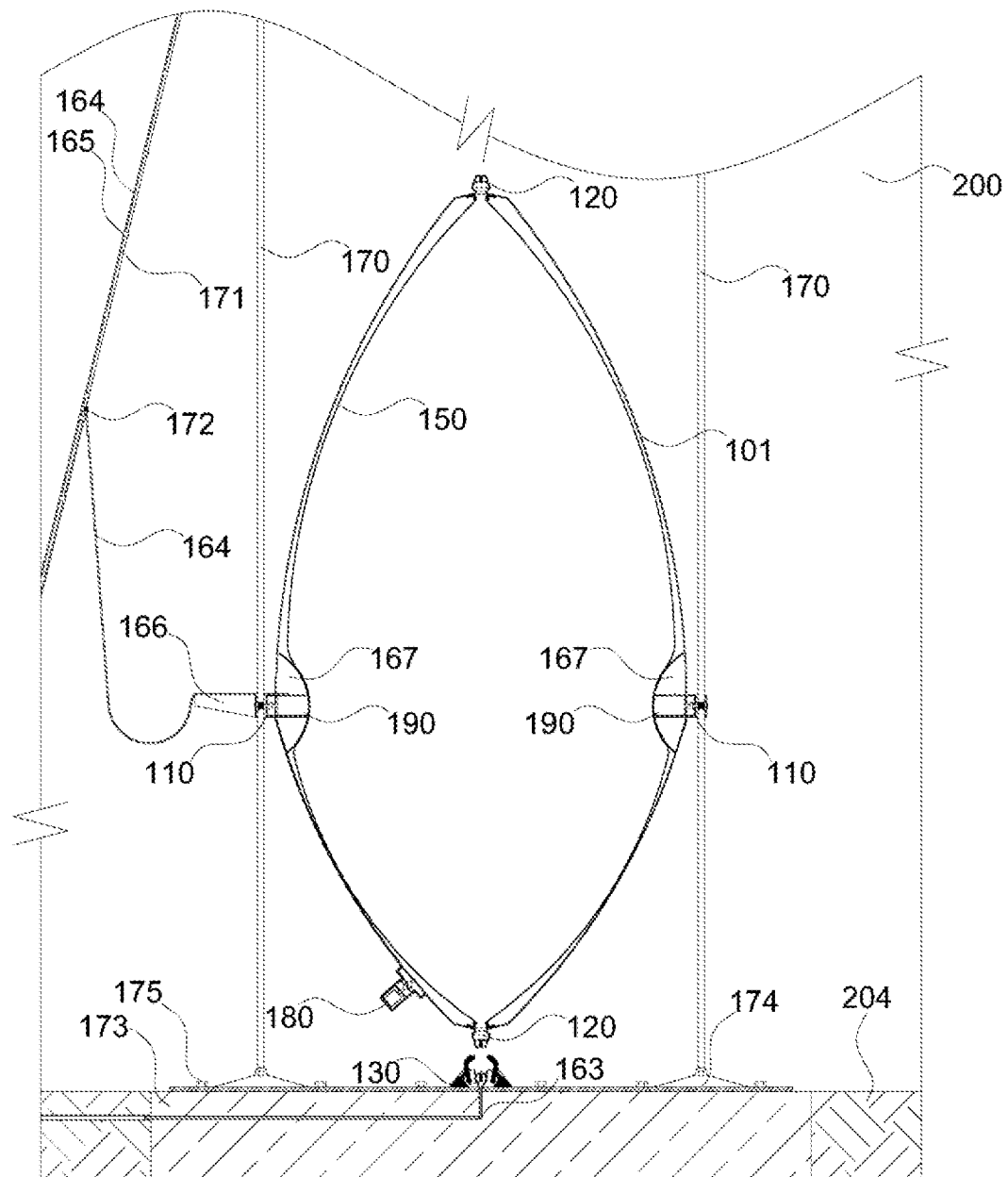


FIG. 9

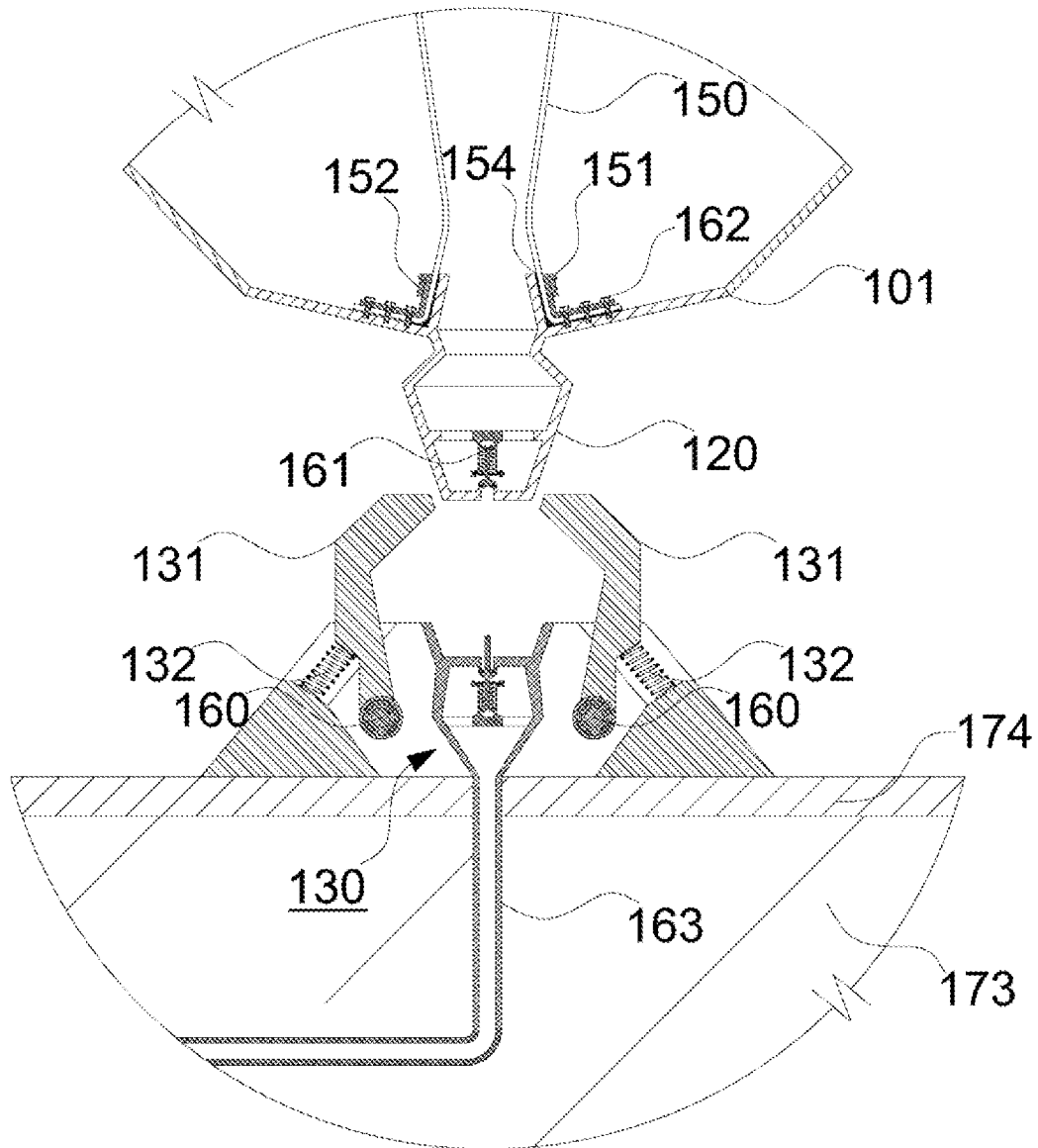


FIG. 10

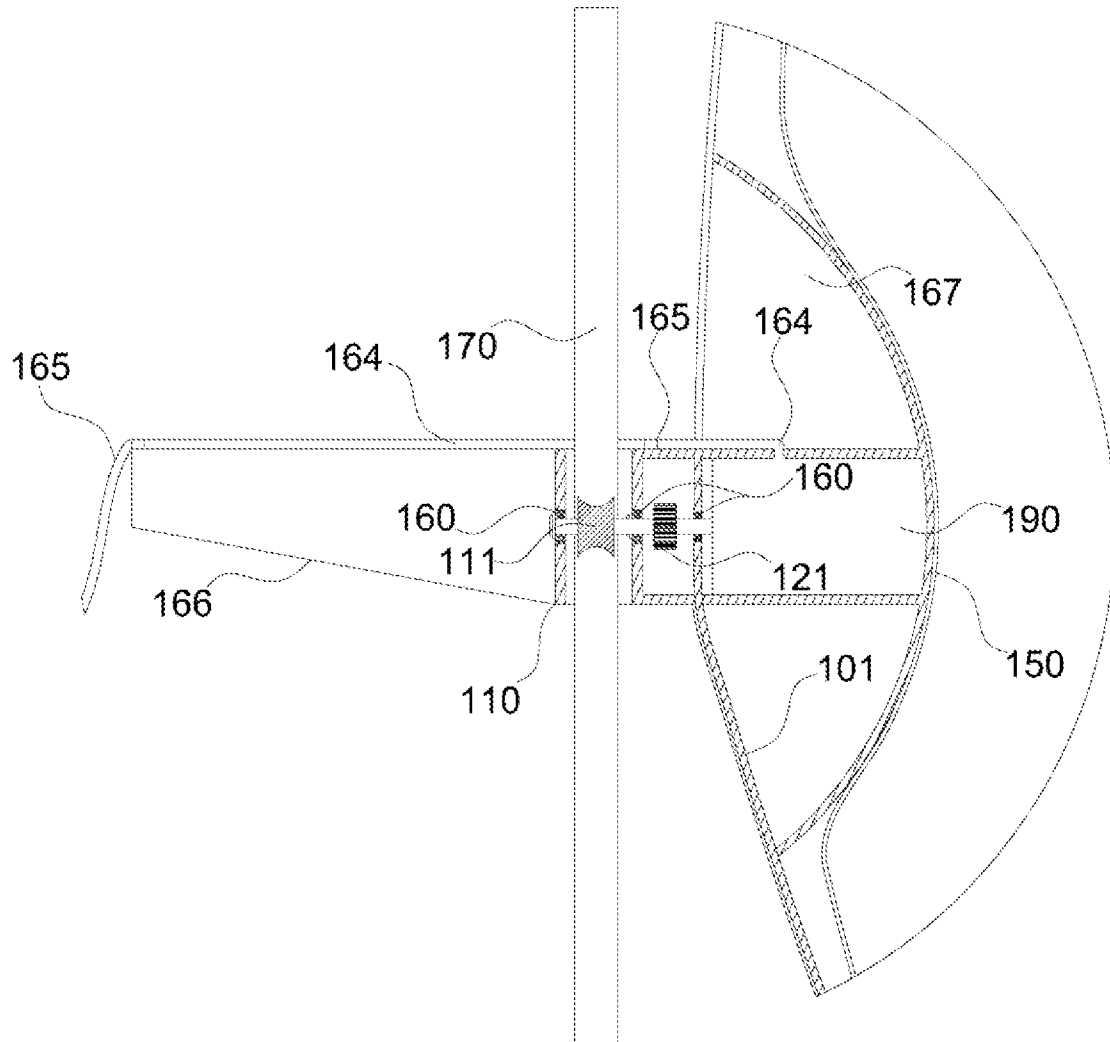


FIG. 11

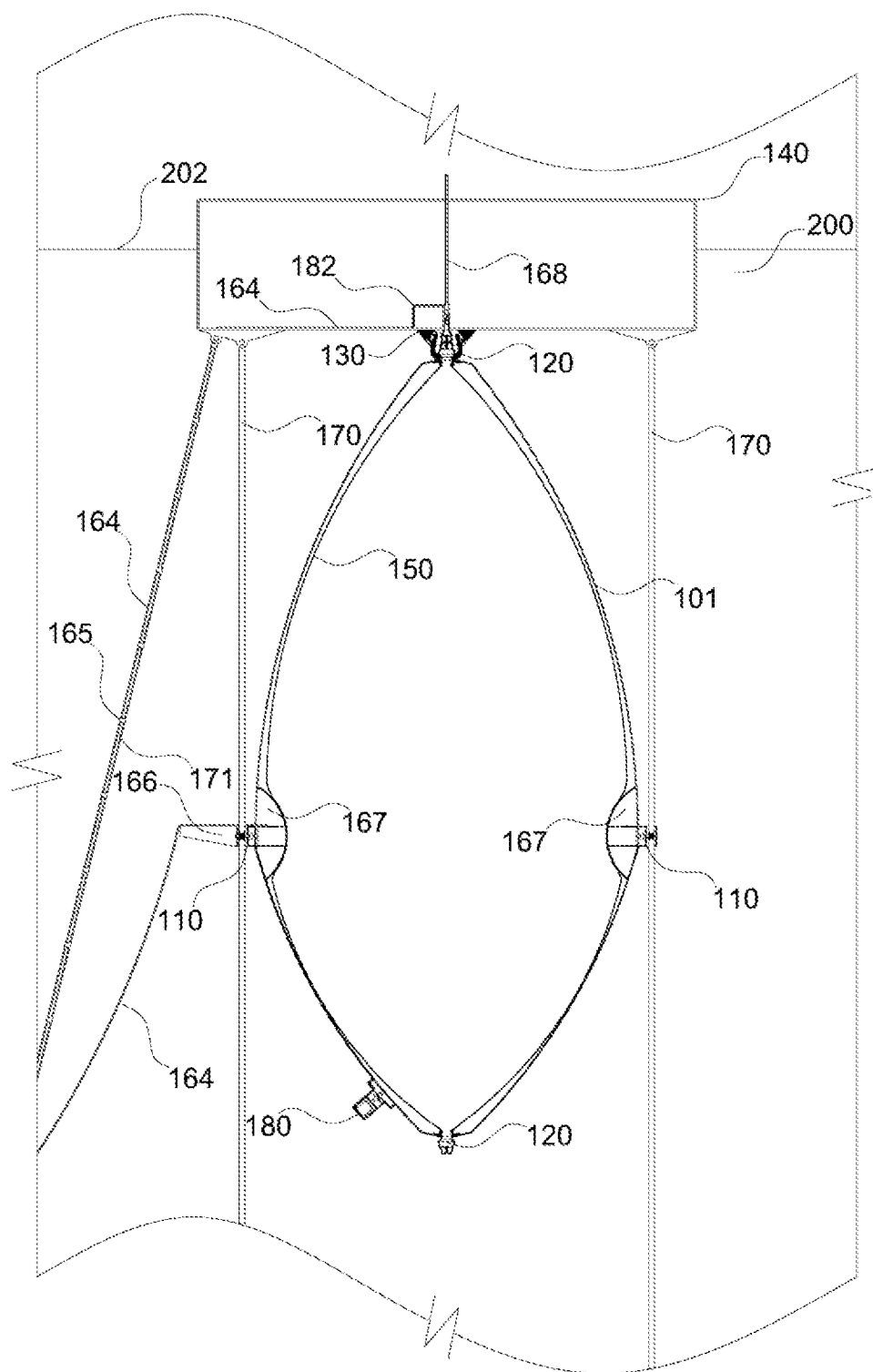


FIG. 12

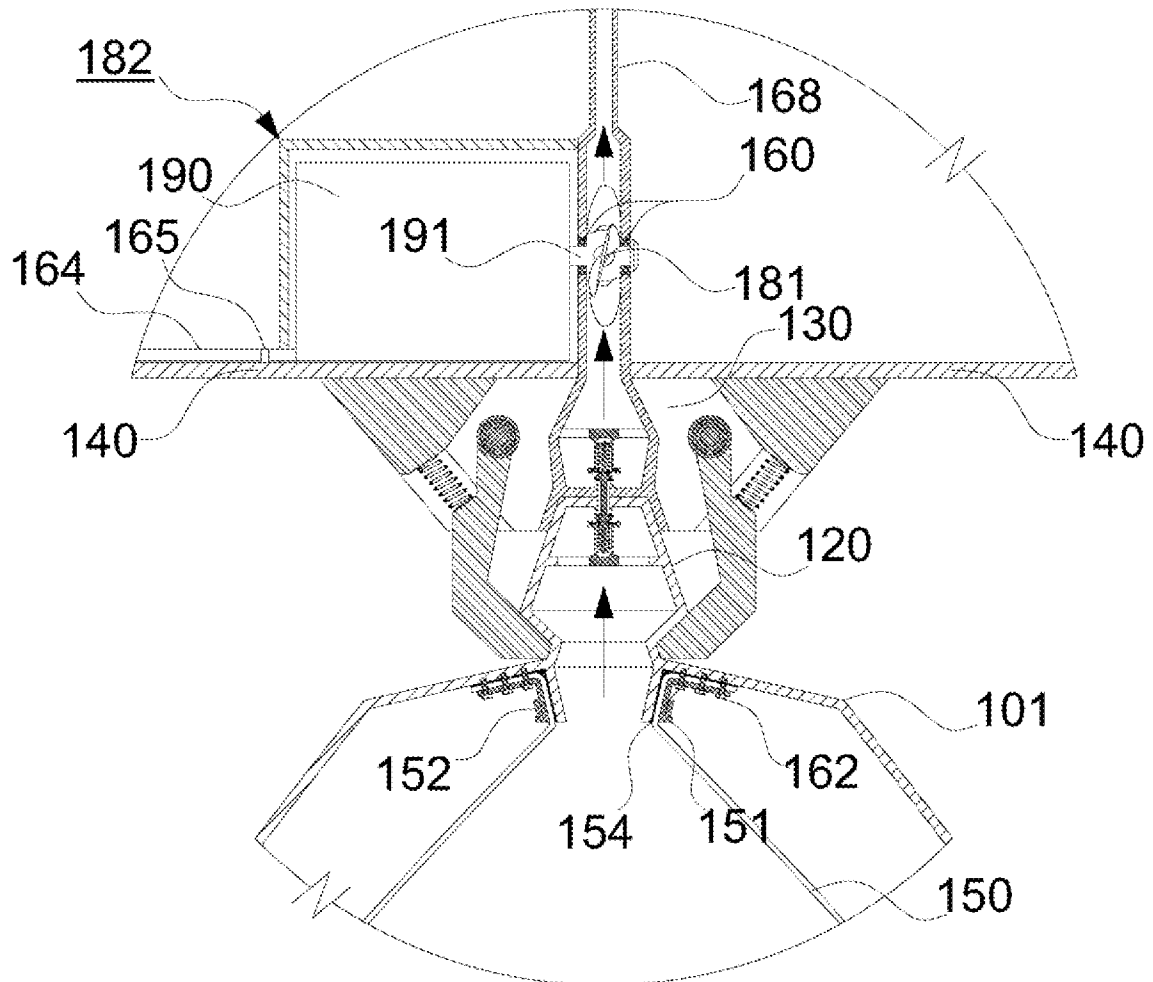


FIG. 13

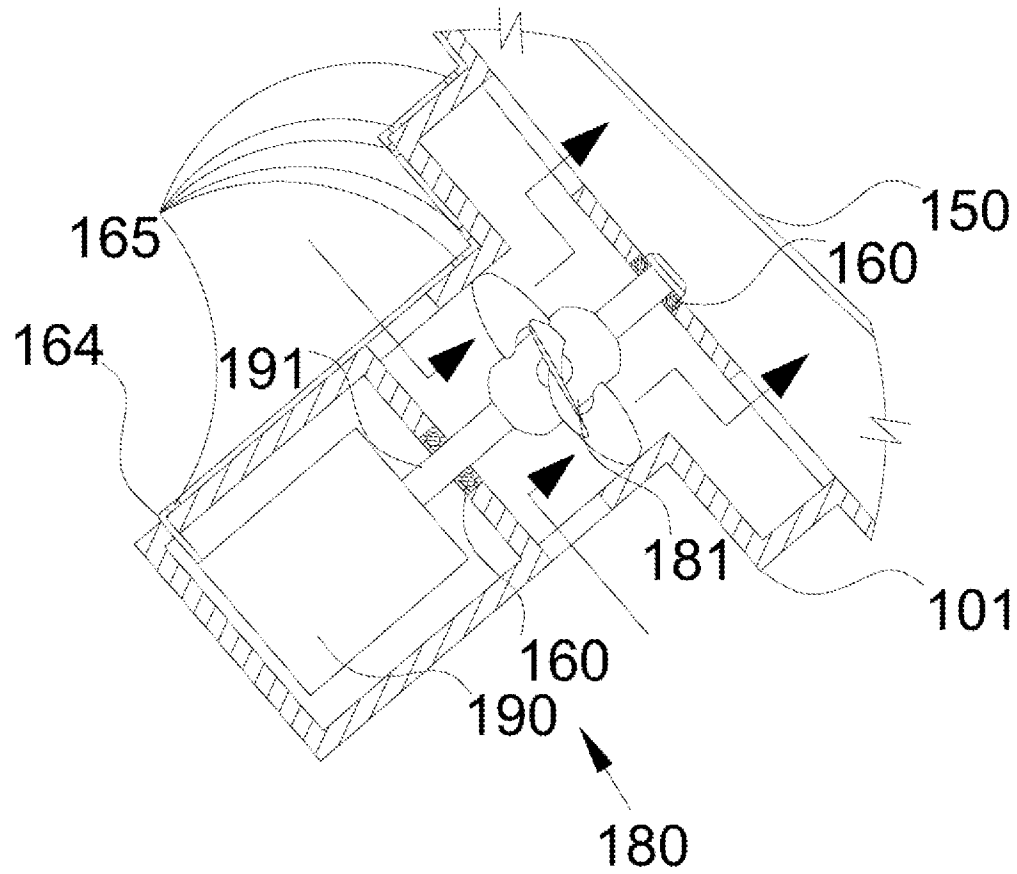


FIG. 15

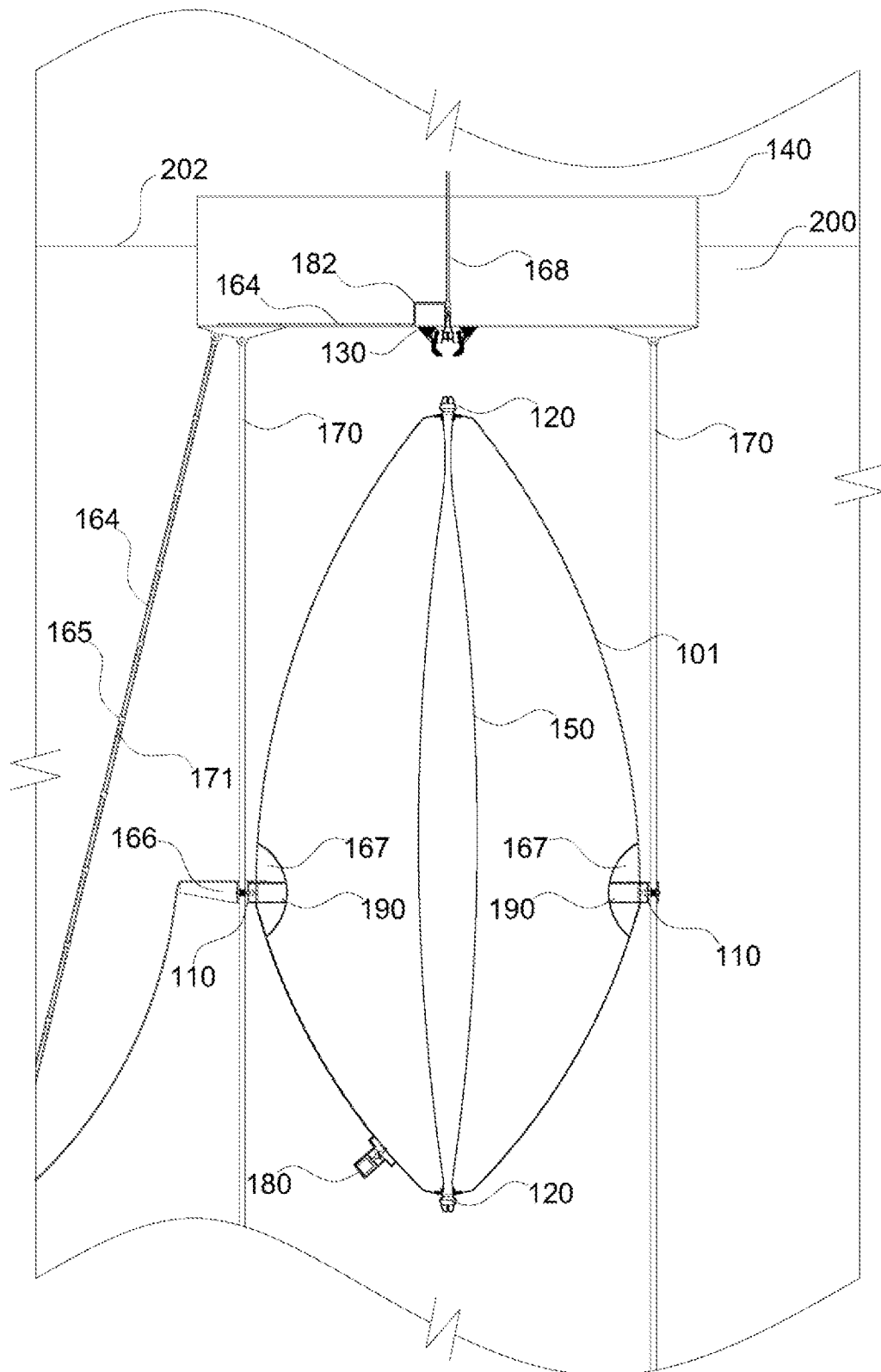


FIG. 16

