

(12) **FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

(22) Data de pedido: 2009.02.16	(73) Titular(es): SLAWOMIR KLUKOWSKI 19 BIS RUE EUGÈNE CARRIÈRE 75018 PARIS FR
(30) Prioridade(s): 2008.02.22 FR 0800951	
(43) Data de publicação do pedido: 2010.10.27	(72) Inventor(es): SLAWOMIR KLUKOWSKI FR
(45) Data e BPI da concessão: 2012.01.04 071/2012	(74) Mandatário: MARIA SILVINA VIEIRA PEREIRA FERREIRA RUA CASTILHO, N.º 50, 5º - ANDAR 1269-163 LISBOA PT

(54) Epígrafe: **DISPOSITIVO PARA RECOLHER A ENERGIA DAS ONDAS**

(57) Resumo:

DISPOSITIVO PARA RECOLHER A ENERGIA DAS ONDAS, QUE COMPREENDE UM FLUTUADOR (2), UMA TURBINA (8) MONTADA SOB O FLUTUADOR E ADAPTADA PARA SE DESLOCAR RELATIVAMENTE AO FLUTUADOR QUANDO O FLUTUADOR É DESLOCADO PELAS ONDAS, E UM GERADOR ELÉTRICO ACIONADO PELA TURBINA. A TURBINA ESTÁ MONTADA ROTATIVAMENTE À VOLTA DE UM EIXO DE ROTAÇÃO VERTICAL (X), ESTANDO ESSA TURBINA ADAPTADA PARA QUE UM MOVIMENTO DE OSCILAÇÃO DO FLUTUADOR SE TRADUZA SEMPRE POR UM BINÁRIO EXERCIDO NA TURBINA NUM ÚNICO SENTIDO DE ROTAÇÃO PREDETERMINADO.

RESUMO

"DISPOSITIVO PARA RECOLHER A ENERGIA DAS ONDAS"

Dispositivo para recolher a energia das ondas, que compreende um flutuador (2), uma turbina (8) montada sob o flutuador e adaptada para se deslocar relativamente ao flutuador quando o flutuador é deslocado pelas ondas, e um gerador elétrico acionado pela turbina. A turbina está montada rotativamente à volta de um eixo de rotação vertical (X), estando essa turbina adaptada para que um movimento de oscilação do flutuador se traduza sempre por um binário exercido na turbina num único sentido de rotação predeterminado.

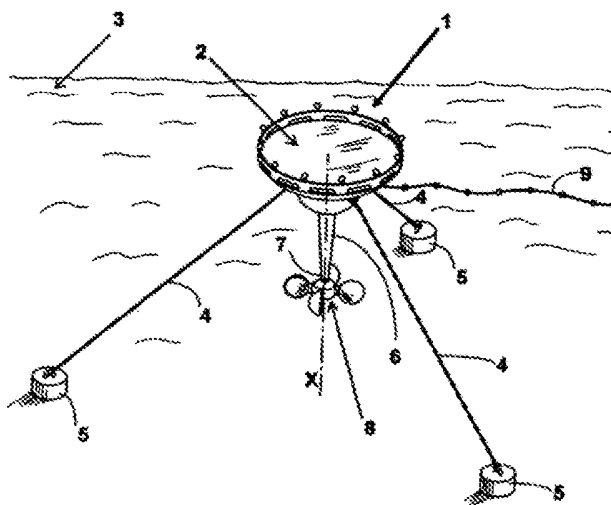


FIG. 1

DESCRIÇÃO

"DISPOSITIVO PARA RECOLHER A ENERGIA DAS ONDAS"

A presente invenção refere-se aos dispositivos para recolher a energia das ondas.

Mais particularmente, a invenção refere-se a um dispositivo para recolher a energia das ondas, compreendendo:

- um flutuador adaptado para flutuar à superfície de um corpo de água sujeito a ondulação, que oscila com um movimento de rolamento sob o efeito das ondas,
- uma turbina montada rotativamente à volta de um eixo de rotação sensivelmente vertical sob o flutuador, estando a referida turbina adaptada para oscilar de acordo com o movimento de rolamento com o referido flutuador e para girar à volta do referido eixo de rotação relativamente ao flutuador quando o referido flutuador oscila sob o efeito das ondas, a turbina que é constituída pelo menos por três lâminas côncavas em forma de baldes (quer dizer em forma de colheres, com uma concavidade ao mesmo tempo na direção do eixo de rotação e na direção radial), a referida turbina que está adaptada para que qualquer movimento de rolamento do flutuador se traduza sempre por um binário exercido sobre a turbina num único sentido de rotação predeterminado,
- um gerador elétrico acionado pela turbina.

O documento WO-A-03/014561 descreve um dispositivo desse tipo.

A presente invenção tem especialmente como finalidade melhorar o rendimento energético dos dispositivos deste tipo.

Para este fim, de acordo com a invenção, um dispositivo do tipo em questão com as características da reivindicação 1 é caracterizado por constituir além disso uma coluna que se estende para baixo de acordo com um eixo longitudinal desde o flutuador, até a uma extremidade inferior, estando a referida coluna ligada ao flutuador de modo a suportar os movimentos de rolamento quando o flutuador oscila à superfície da água, estando a turbina montada na extremidade inferior da coluna e o eixo de rotação da turbina sensivelmente paralelo ao eixo longitudinal da coluna (notar-se-á que a coluna supracitada pode ser uma coluna oca solidária do flutuador e contendo geralmente um eixo de transmissão, mas esta coluna não poderia se for caso disso ser reduzida a um eixo de transmissão rotativo que se estende na água sob o flutuador e que suporta a turbina na sua extremidade inferior).

Graças à forma particular da turbina, aproveitam-se os movimentos de rolamento do flutuador para fazer girar a turbina, o que permite melhorar largamente o rendimento energético do dispositivo.

Nas diversas formas de realização do dispositivo de acordo com a invenção, pode eventualmente recorrer-se além disso a uma e/ou a outra das seguintes disposições:

- as lâminas da turbina têm respetivamente concavidades sensivelmente orientadas orthoradialmente ao eixo de rotação da turbina, todas num sentido angular oposto ao referido sentido de rotação;
- cada lâmina da turbina apresenta sensivelmente uma forma de calota esférica;
- o flutuador apresenta uma parte inferior sensivelmente em forma de calota esférica;
- o gerador elétrico está contido no flutuador e está ligado à turbina por um eixo de transmissão;
- o dispositivo é constituído além disso por um contrapeso regulável verticalmente em relação ao flutuador;
- o dispositivo é constituído além disso por meios para regular uma distância entre o flutuador e a turbina;
- a turbina é suportada por um eixo de transmissão que aciona o gerador elétrico e que está montado deslizando relativamente ao flutuador;
- a turbina é constituída por um cubo que compreende pelo menos uma placa sensivelmente perpendicular ao eixo de rotação e fixada às lâminas;
- a placa tem a forma de copela com concavidade virada para cima.

Outras características e vantagens da invenção aparecerão durante a descrição seguinte de várias das suas formas de realização, dadas a título de exemplos não limitativos, em frente dos desenhos juntos.

Nos desenhos:

- a figura 1 é uma vista esquemática em perspetiva que mostra um exemplo de dispositivo de recolha de energia

de acordo com uma primeira forma de realização da invenção, durante a utilização,

- a figura 2 é uma vista aumentada em perspectiva do dispositivo da figura 1, numa primeira posição de funcionamento,
- a figura 3 é uma vista em corte vertical do dispositivo da figura 2,
- a figura 4 é uma vista em corte de acordo com a linha IV-IV da figura 3,
- as figuras 5 e 6 são vistas em corte de acordo com a linha V-V da figura 3, mostrando o dispositivo durante o funcionamento, mostrando o efeito da oscilação da coluna do dispositivo nos dois sentidos opostos,
- a figura 7 é uma vista similar à da figura 2, que mostra o dispositivo de recolha de energia numa segunda posição de funcionamento,
- a figura 8 é uma vista de lado de um exemplo de dispositivo de recolha de energia de acordo com uma segunda forma de realização da invenção,
- a figura 9 é uma vista em perspectiva da turbina do dispositivo da figura 8,
- a figura 10 é uma vista em perspectiva de um exemplo de dispositivo de recolha de energia de acordo com uma terceira forma de realização da invenção, e
- a figura 11 é uma vista em perspectiva da turbina do dispositivo da figura 10.

Nas diferentes figuras, as mesmas referências designam elementos idênticos ou similares.

A figura 1 mostra um dispositivo para recolher a energia das ondas, de acordo com uma primeira forma de realização da invenção. Esse dispositivo 1 é constituído

por um flutuador 2 que flutua à superfície de um corpo de água 3 sujeito à ondulação e que é mantido em posição por exemplo por uma pluralidade de arinques 4 ligados a amarras 5 fixadas no fundo da água. Os arinques 4, que podem por exemplo ser em número de 3 e repartidos sensivelmente a 120° uns dos outros, impedem o flutuador 2 de se afastar e de girar sobre si mesmo, mas permitem-lhe oscilar à superfície da água, de acordo com um movimento de rolamento, sob o efeito das ondas. Notar-se-á que os arinques poderiam ser em número diferente de três, por exemplo dois, e poderiam eventualmente estar ligados a boias elas próprias ligadas cada uma a uma ou a várias amarras através de um ou de vários outros arinques.

O dispositivo 1 é constituído além disso por uma coluna 6 que é solidária do flutuador 2 e que se estende para baixo de acordo com um eixo longitudinal X até a uma extremidade 7 ao nível da qual está montada uma turbina 8, rotativa à volta do eixo X. Como será explicado em pormenor mais adiante, os movimentos de oscilação do flutuador 2 e da coluna 6 provocam uma rotação da turbina 8, que aciona um gerador elétrico contido no flutuador 2. A energia elétrica assim produzida pode ser transportada para terra por exemplo por intermédio de um cabo elétrico 9. Eventualmente, essa energia elétrica poderia ser utilizada parcial ou totalmente sobre o flutuador 2, por exemplo se o flutuador 2 for utilizado para levar uma baliza luminosa (não representada) que serve por exemplo para a navegação marítima.

Como representado mais em pormenor nas figuras 2 e 3, o flutuador 2 pode por exemplo ser constituído por uma parte inferior 10 em forma de calota esférica com concavidade virada para cima. Essa parte inferior 10 pode

se for caso disso ser constituída por compartimentos estanques cheios de ar, de modo a tornar o flutuador 2 insubmersível. A parte inferior 10 prolonga-se para cima através de uma parte superior 11 alargada, que pode eventualmente apresentar ela própria uma forma de porção de esfera com concavidade virada para cima e com um raio maior do que a parte inferior 10. A parte superior 11 do flutuador toma parte deste modo no retorno do flutuador para a sua posição de descanso quando suporta movimentos de rolamento. Com se pode ver na figura 3, a referida parte superior 11 do flutuador encontra-se pelo menos parcialmente fora de água.

A parte superior 11 do flutuador pode estar coberta por uma ponte 12 sensivelmente estanque, essa ponte 12 que sensivelmente se estende horizontalmente na posição de descanso do flutuador. A ponte 12 pode estar rodeada por um resguardo 13 ou similar e ser dotada de dispositivos de iluminação 14 que permitem assinalar o flutuador 2 aos navios. Se for caso disso, a ponte 12 pode servir de zona de aterragem para helicópteros. A ponte 12 pode além disso constituir escotilhas (não representadas) ou outros meios de acesso que permitem ao pessoal entrar no interior do flutuador 2.

Como representado na figura 3, o flutuador 2 pode conter um gerador elétrico 15 que é constituído por um lado, por um rotor 16 montado rotativo à volta do eixo X e, por outro lado, por um estator 17 que rodeia o rotor 16. O rotor 16 é solidário de um eixo de transmissão 18 que se estende de acordo com o eixo X ao interior da coluna 6, até à turbina 8 em que está fixado. A extremidade inferior 7 da coluna 6 forma um rolamento selado, que impede a entrada de água na coluna 6. Eventualmente, o rotor 16 poderia ser

acionado pela turbina 8 por intermédio de qualquer outro dispositivo de transmissão além do eixo 18, por exemplo um dispositivo de transmissão hidráulica.

A turbina 8 está adaptada para que um movimento de oscilação (rolamento) do flutuador 2 e da coluna 6 se traduza sempre por um binário exercido sobre a turbina num único sentido de rotação predeterminado R (ver a figura 2).

A título de exemplo, a turbina 8 pode por exemplo ser constituída por um cubo 19 solidário do eixo de transmissão 18 e dotado de uma pluralidade de lâminas côncavas 20 que são aqui baldes em forma de colheres repartidos à volta do eixo de rotação e tendo cada uma uma concavidade orientada orthoradialmente ao eixo de rotação X da turbina, no sentido angular oposto ao sentido de rotação R supracitado. Esses baldes 20 podem ser em número de pelo menos 3 e repartidos à volta do eixo X.

No exemplo representado nos desenhos, a turbina 8 é constituída por quatro baldes 20 colocados a 90° uns dos outros e apresentando cada um sensivelmente uma forma de calota esférica, cada balde constituindo assim uma face interior côncava 21 sensivelmente hemisférica e uma face exterior convexa 22 sensivelmente hemisférica. A turbina 8 pode ser realizada em qualquer material conhecido, por exemplo em aço, em ferro fundido, até mesmo em betão.

Como representado na figura 3, o eixo de transmissão 18 pode se for caso disso ser montado deslizante de acordo com o eixo X relativamente ao rotor 16 e à coluna 6 na direção da seta dupla 23, de modo a poder regular a distância entre a turbina 8 e o flutuador 2.

Essa regulação pode ser obtida por exemplo através de meios motorizados conhecidos de per si e não representados nos desenhos, por exemplo um sistema de ajuste de parafusos sem fim.

É igualmente possível prever em tal circunstância um contrapeso 24 na coluna 6 (ou se for caso disso no ou sobre o flutuador 2). Esse contrapeso 24 pode estar ligado ao eixo de transmissão 18 ou à própria coluna 6, e pode eventualmente estar ele próprio montado deslizando na direção da dupla seta 23, de modo a poder regular a altura do referido contrapeso 24. Essa regulação pode ser efetuada através de meios de ajuste conhecidos de per si e não representados nos desenhos, por exemplo um sistema de ajuste de parafusos sem fim.

Como representado nas figuras 3 e 4, o rotor 16 do gerador elétrico pode em tal circunstância ser constituído por um cubo central 25 introduzido no eixo de transmissão 18 e solidarizado em rotação com este, e um disco 26 de maior diâmetro, que tem um efeito de volante de inércia, à volta do qual estão dispostos polos magnéticos 27. Os polos magnéticos 27 podem ser em grande número, de modo a permitirem que o gerador elétrico 15 funcione eficazmente mesmo para uma baixa velocidade de rotação do rotor 16.

Notar-se-á que o rotor 16 do gerador elétrico poderia igualmente estar ligado ao eixo de transmissão 18 (ou a qualquer outro sistema de transmissão ligado à turbina 8) por intermédio de um sistema de acionamento unidirecional (não representado) que permite à turbina acionar o rotor 16 unicamente no sentido angular R mas não travar o rotor 16. Neste caso, o rotor 16 poderia eventualmente ser acoplado com um volante de inércia (não representado).

O dispositivo que acaba de ser descrito funciona como se segue.

Como representado nas figuras 5 e 6, os movimentos de rolamento do flutuador 2 traduzem-se por deslocamentos alternativos da turbina 8 em direções opostas aleatórias 28, 29. Qualquer que seja o sentido de deslocamento da turbina 8, esse deslocamento exerce uma força mais elevada sobre as faces côncavas 21 dos baldes orientados no sentido de deslocamento 28, 29, do que sobre as faces convexas 22 orientadas no mesmo sentido, de modo que daí resulta sempre um binário de rotação da turbina 8 orientado no sentido de rotação R.

Notar-se-á por outro lado que os movimentos verticais de deslocamento da turbina 8 na água se traduzem igualmente por um binário exercido sobre a turbina 8 no sentido de rotação R.

O dispositivo pode ser utilizado com o eixo de transmissão 18 em posição comprimida, como representado na figura 2, quando o mar está relativamente agitado, caso em que os movimentos de rolamento do flutuador 2 produzem uma certa amplitude de deslocamento A da turbina 8, que se desloca então em trajetórias similares à trajetória T1 representada na figura 3. Quando o mar está menos agitado, é possível descer a turbina 8 fazendo deslizar o eixo de transmissão 18 para baixo, como representado na figura 7, caso em que a turbina 8 se desloca em trajetórias análogas à trajetória T2 da figura 3, o que permite obter de novo uma amplitude A relativamente importante de deslocamento da turbina 8 (figura 3).

Durante a utilização do dispositivo 1, pode igualmente deslocar-se o seu centro de gravidade através de um deslocamento do contrapeso 24, de modo a modificar a frequência própria de oscilações do dispositivo 1, para fazer de modo que essa frequência própria se aproxime da frequência das oscilações da turbina 8 impostas pelas ondas.

Enfim, notar-se-á que a presença do disco 26 do rotor 16 e/ou a utilização de uma turbina pesada 8, permite regularizar os movimentos da turbina 8 e do rotor 16. Pode igualmente daí resultar uma trajetória elíptica da turbina 8 durante as oscilações do flutuador 2, por efeito giroscópico, o que é favorável ao acionamento da turbina 8.

A segunda e terceira formas de realização da invenção, representadas nas figuras de 8 a 11, são similares à primeira forma de realização descrita mais adiante e não serão de novo descritas em pormenor; só serão descritas as diferenças dessa segunda e terceira formas de realização relativamente à primeira forma de realização.

A segunda forma de realização, representada nas figuras 8 e 9, distingue-se da primeira forma de realização pelos seguintes pontos:

- a parte inferior do flutuador é aqui inteiramente constituída pela parte 10 em forma de calota esférica, de modo a favorecer os movimentos de rolamento (evidentemente, essa forma de flutuador seria também utilizável na primeira forma de realização da invenção, e outras formas de flutuadores seriam igualmente utilizáveis em todas as formas de realização da invenção, por exemplo uma forma de

flutuador cuja parte inferior seria em forma de porção de cilindro de modo a favorecer os movimentos de rolamento numa direção);

- o dispositivo não é constituído pela coluna 6, sob o flutuador, saindo o eixo 18 diretamente sob o flutuador 2 (a turbina encontra-se todavia a distância do flutuador 2, por exemplo a vários metros sob o flutuador, como na primeira forma de realização);
- a parte superior 30 do flutuador tem a forma troncónica (como variante, essa parte superior poderia ser constituída por um ponto plano como na primeira forma de realização, e a parte superior troncónica 30 da segunda forma de realização seria igualmente utilizável na primeira forma de realização);
- o flutuador 2 tem em cima um mastro vertical 31 carregando um contrapeso 24 similar ao da primeira forma de realização, esse contrapeso 24 que pode eventualmente ser regulado em posição ao longo do mastro 31 através de meios motorizados ou não (o mastro 31 dotado do contrapeso 24 será igualmente utilizável na primeira forma de realização como variante ou como complemento do contrapeso 24 montado no eixo 18 da turbina; do mesmo modo, o dispositivo de acordo com a segunda forma de realização poderia estar dotado de um contrapeso 24 montado ao longo do seu eixo 18 como variante ou como complemento do contrapeso 24 montado no mastro 31);
- o cubo 19 da turbina 8 é aqui formado por pelo menos uma placa de chapa, por exemplo duas placas de chapa 32 que se estendem perpendicularmente ao eixo de rotação X; essas placas de chapa 32 estão fixadas às faces de trás (extradorso) das lâminas 20, por soldagem ou outro, as referidas placas de chapa 32 podem por exemplo ser solidárias de um disco central

33 centrado sobre o eixo X, que é encabado à extremidade inferior do eixo 18 e fixado neste.

A terceira forma de realização da invenção, representada nas figuras 10 e 11, é uma variante da segunda forma de realização e distingue-se desta segunda forma de realização unicamente pela forma do cubo 19 da turbina 8. Na terceira forma de realização o cubo 19 é constituído por uma placa de chapa 34 (ou se for caso disso várias placas de chapa) que apresenta uma forma de copela de revolução à volta do eixo X, com uma concavidade virada vantajosamente para cima para travar os movimentos de subida do flutuador 2 na água. Esta placa de chapa 34 está ligada ao eixo 18 por exemplo por meio de um disco 35 similar ao da segunda forma de realização.

Notar-se-á que as turbinas da segunda e terceira formas de realização da invenção poderiam cada uma serem utilizáveis na primeira forma de realização, e inversamente a turbina da primeira forma de realização seria utilizável na segunda e terceira formas de realização.

Lisboa, 28 de Março de 2012

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo para recolher a energia das ondas, que compreende:

- um flutuador (2) adaptado para flutuar à superfície de um corpo de água (3) submetido à ondulação, oscilando com um movimento de rolamento sob o efeito das ondas,
- uma turbina (8) montada rotativa à volta de um eixo de rotação (X) sensivelmente vertical sob o flutuador (2), estando a referida turbina adaptada para oscilar de acordo com o referido movimento de rolamento com o referido flutuador e para girar à volta do referido eixo de rotação (X) relativamente ao flutuador quando o referido flutuador oscila sob o efeito das ondas, a turbina (8) constituindo pelo menos três lâminas côncavas (20) em forma de baldes, estando a referida turbina adaptada para que qualquer movimento de rolamento do flutuador (2) se traduza sempre por um binário exercido sobre a turbina num sentido único de rotação predeterminada (R),
- um gerador elétrico (15) acionado pela turbina (8),

o dispositivo sendo **caracterizado por** constituir além disso uma coluna (6) que se estende para baixo de acordo com um eixo longitudinal desde o flutuador, até a uma extremidade inferior (7), estando a referida coluna ligada ao flutuador (2) de modo a suportar movimentos de rolamento quando o flutuador oscila à superfície da água, estando a turbina (8) montada na extremidade inferior (7) da coluna e o eixo de rotação

(X) da turbina estando sensivelmente paralelo ao eixo longitudinal da coluna.

2. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** as lâminas (20) da turbina (8) terem respectivamente concavidades sensivelmente orientadas orthoradialmente ao eixo de rotação (X) da turbina, todas num sentido angular oposto ao referido sentido de rotação (R).
3. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **caracterizado por** cada lâmina (20) da turbina apresentar sensivelmente uma forma de calota esférica.
4. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **caracterizado por** o flutuador apresentar uma parte inferior (10) sensivelmente em forma de calota esférica.
5. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **caracterizado por** o gerador elétrico (15) estar contido no flutuador (2) e estar ligado à turbina (8) através de um eixo de transmissão (18).
6. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **caracterizado por** o dispositivo constituir além disso um contrapeso (24) regulável verticalmente em relação ao flutuador (2).
7. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **caracterizado por** o dispositivo constituir além disso meios (18) para

regular uma distância entre o flutuador (2) e a turbina (8).

8. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **caracterizado por** a turbina (8) constituir um cubo (19) que compreende pelo menos uma placa (32; 34) sensivelmente perpendicular ao eixo de rotação (X) e fixada às lâminas (20).

9. Dispositivo de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado por** a placa (34) ser em forma de copela com concavidade virada para cima.

Lisboa, 28 de Março de 2012

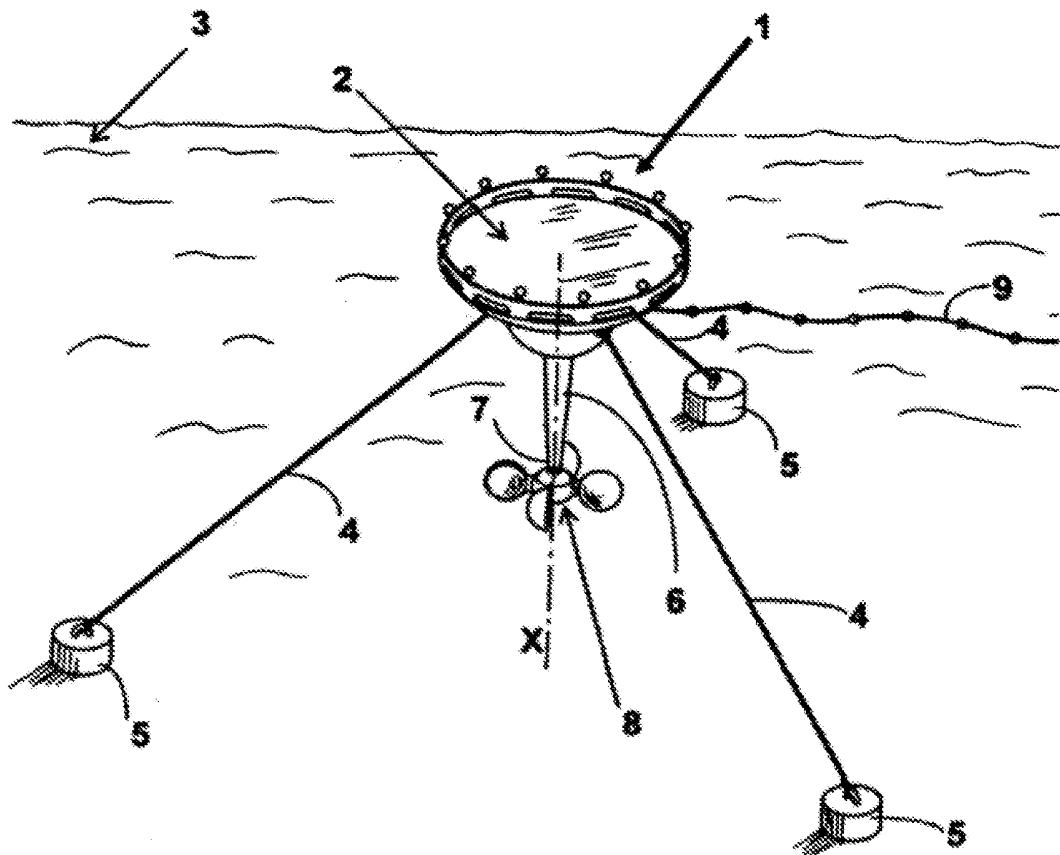


FIG. 1

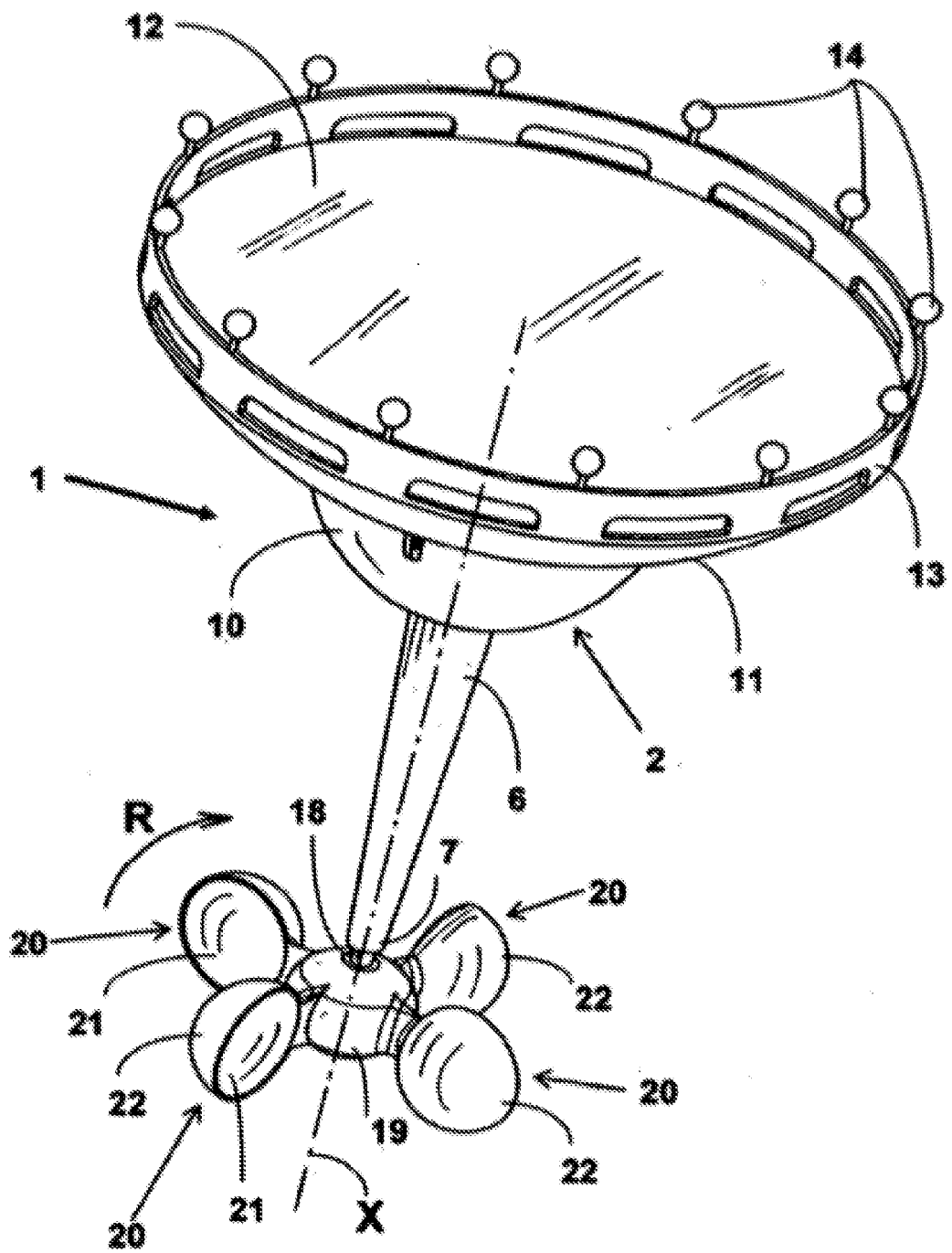


FIG. 2

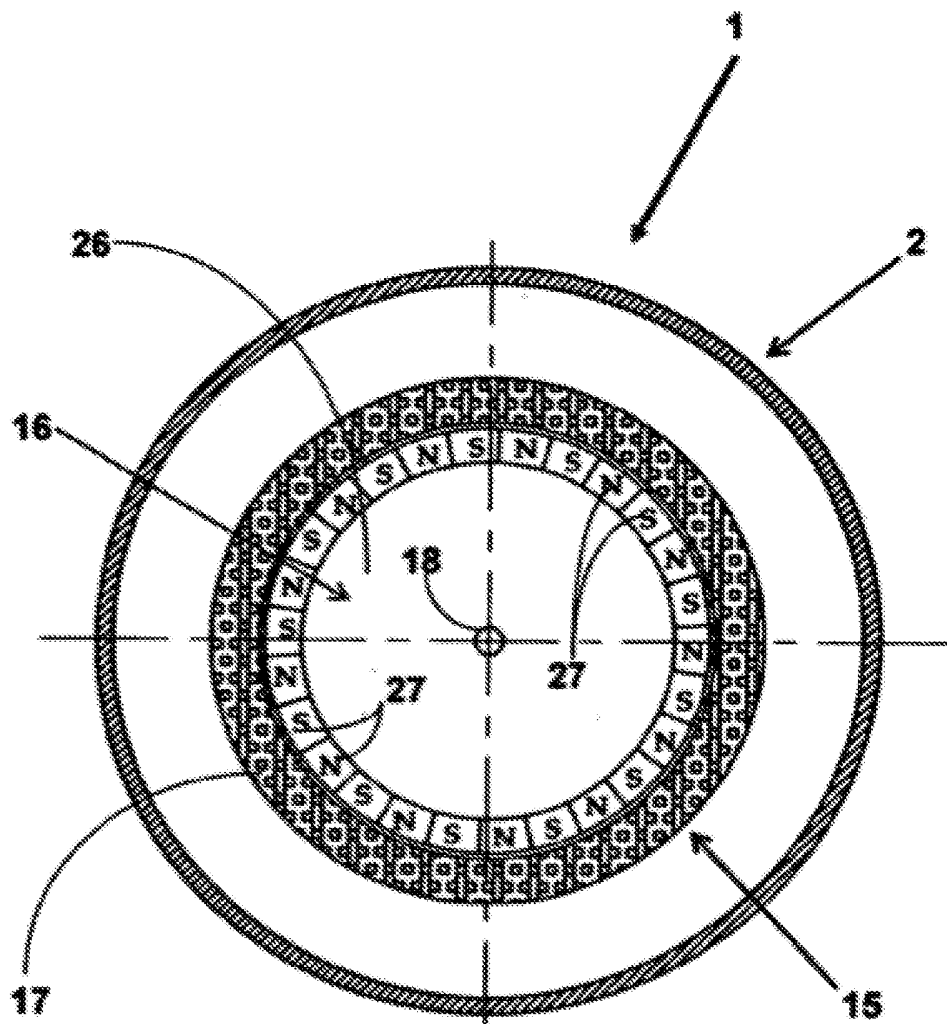


FIG. 4

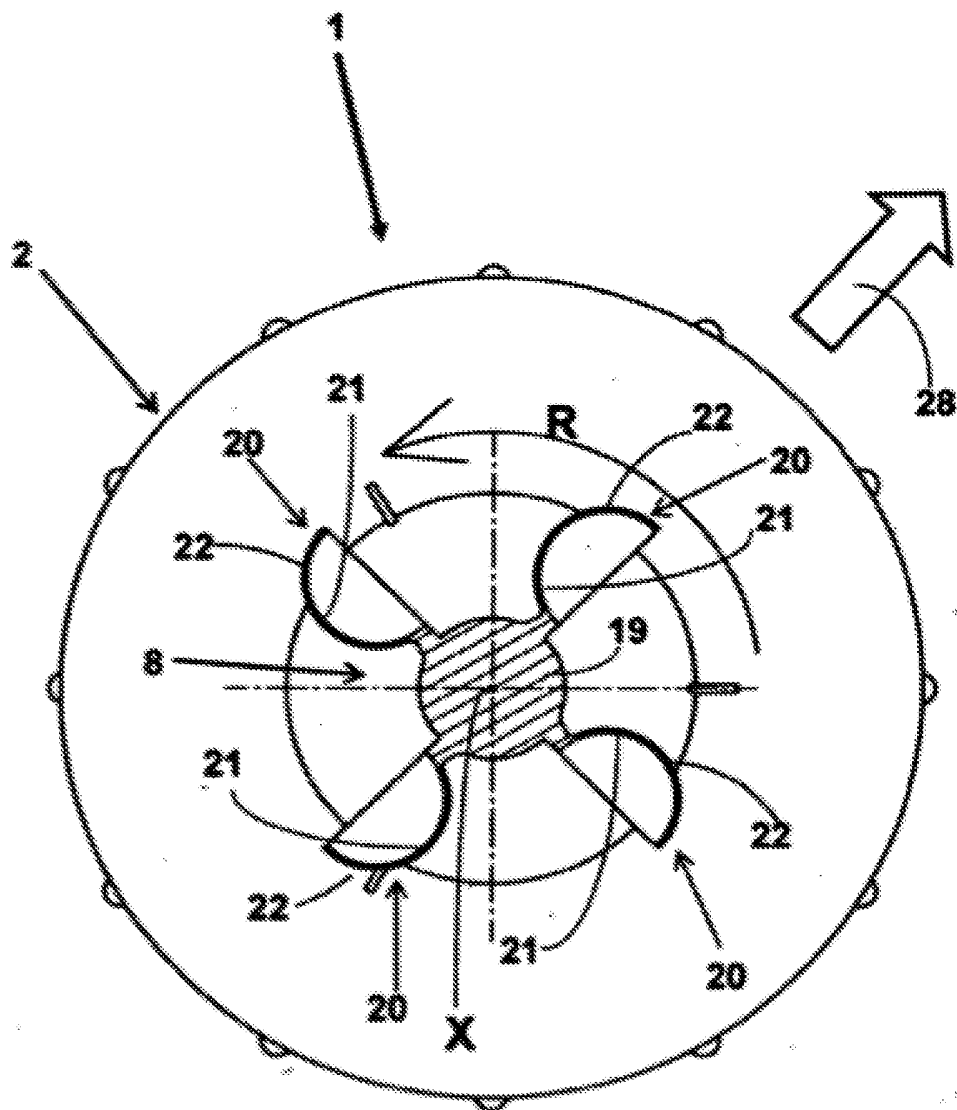


FIG. 5

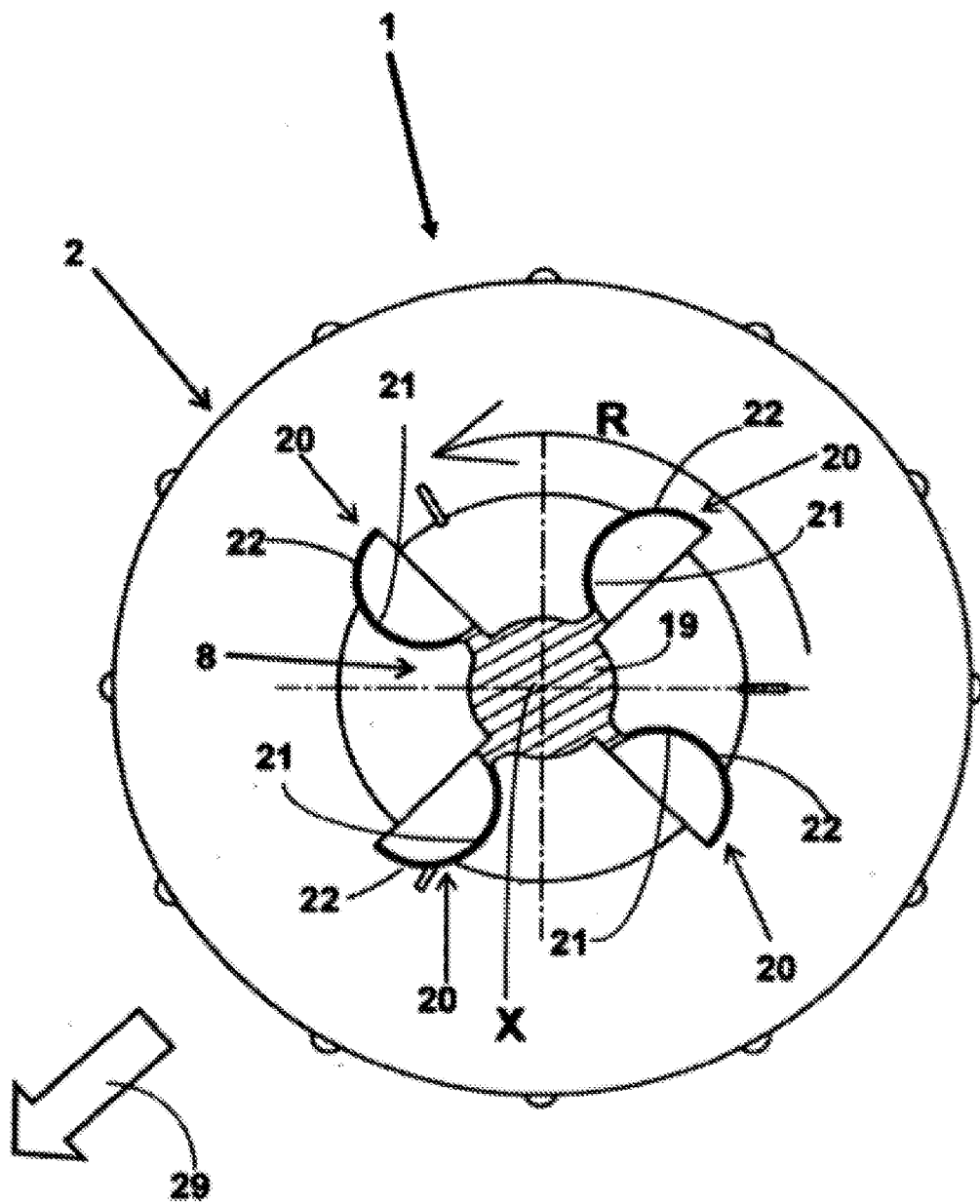


FIG. 6

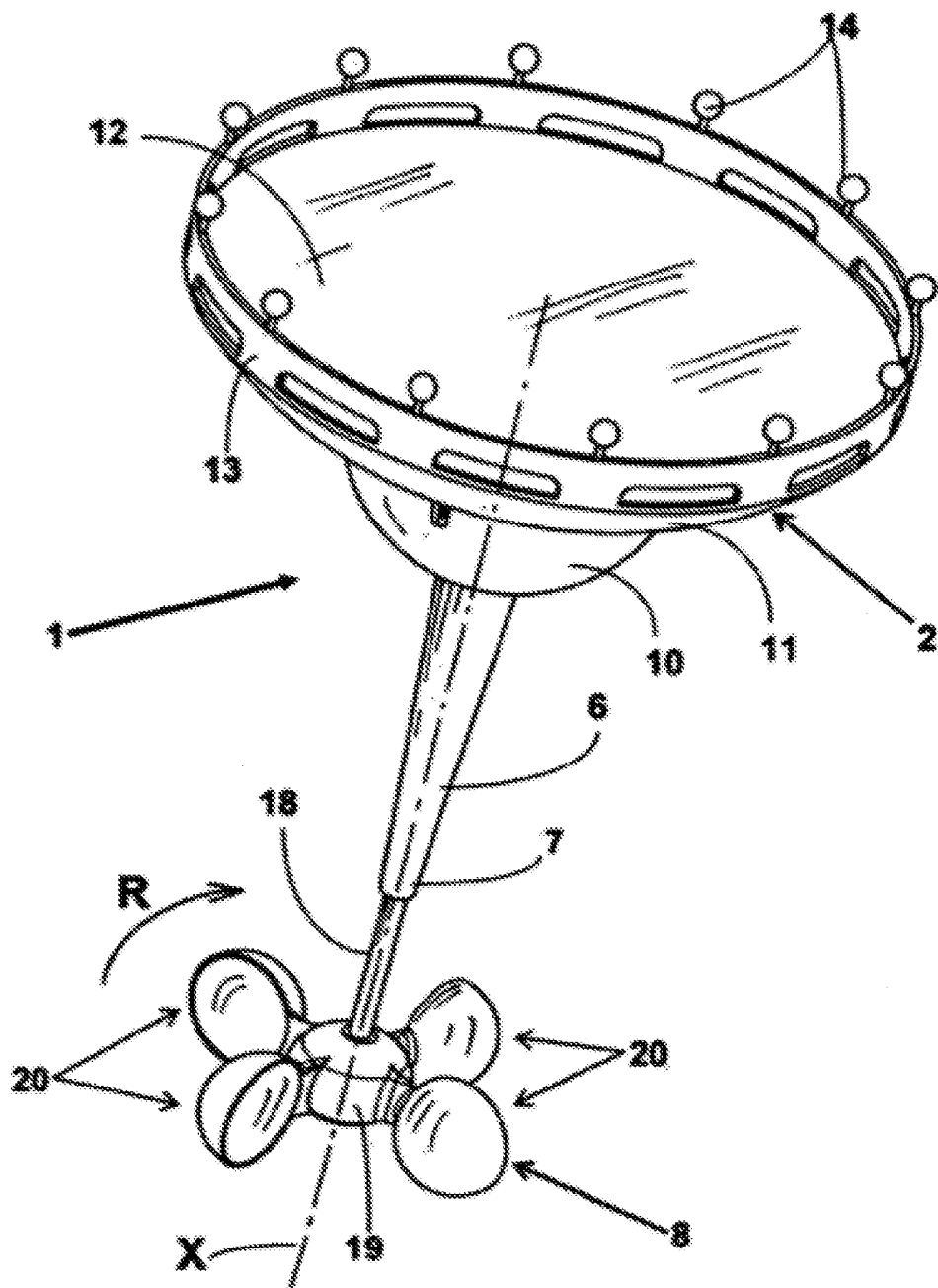


FIG. 7

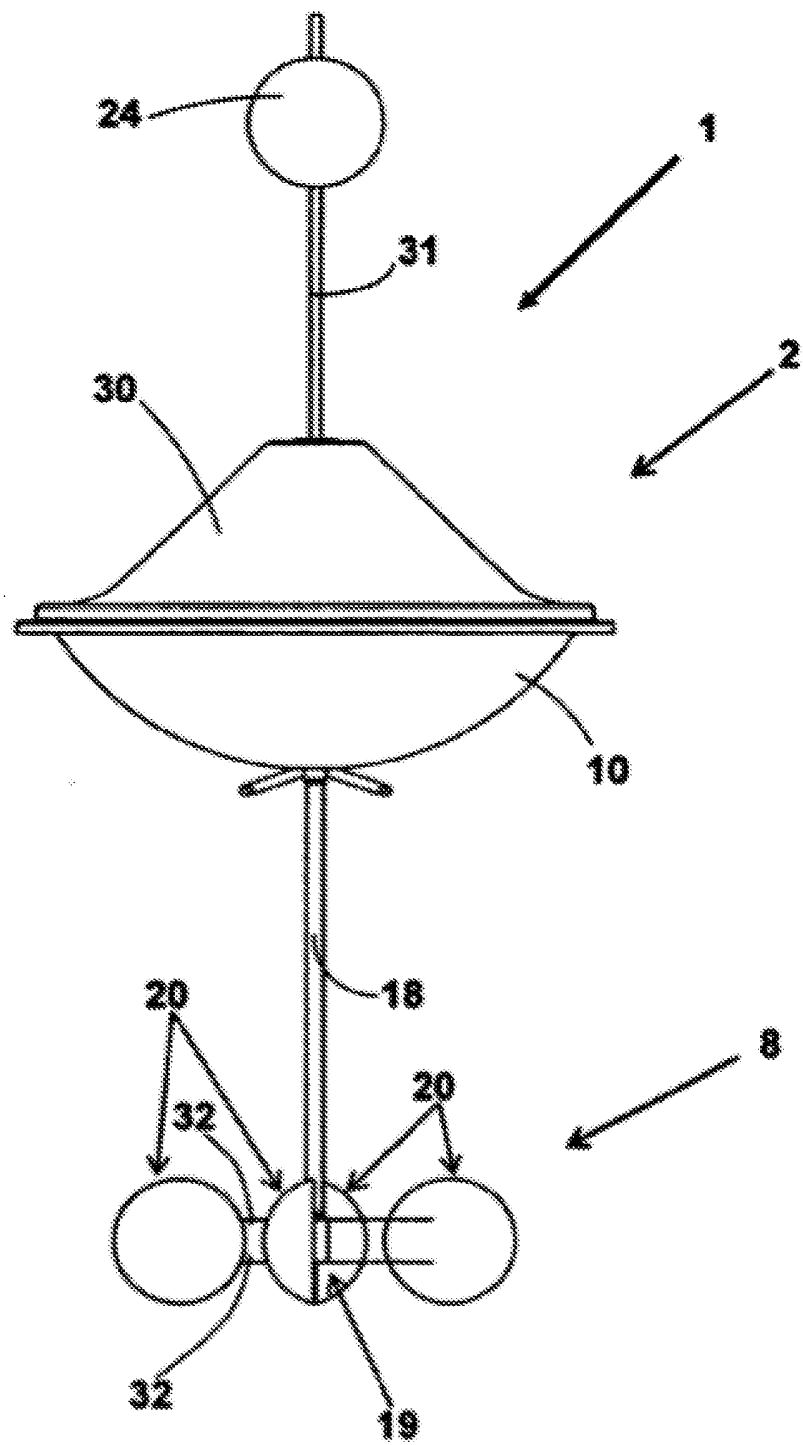


FIG. 8

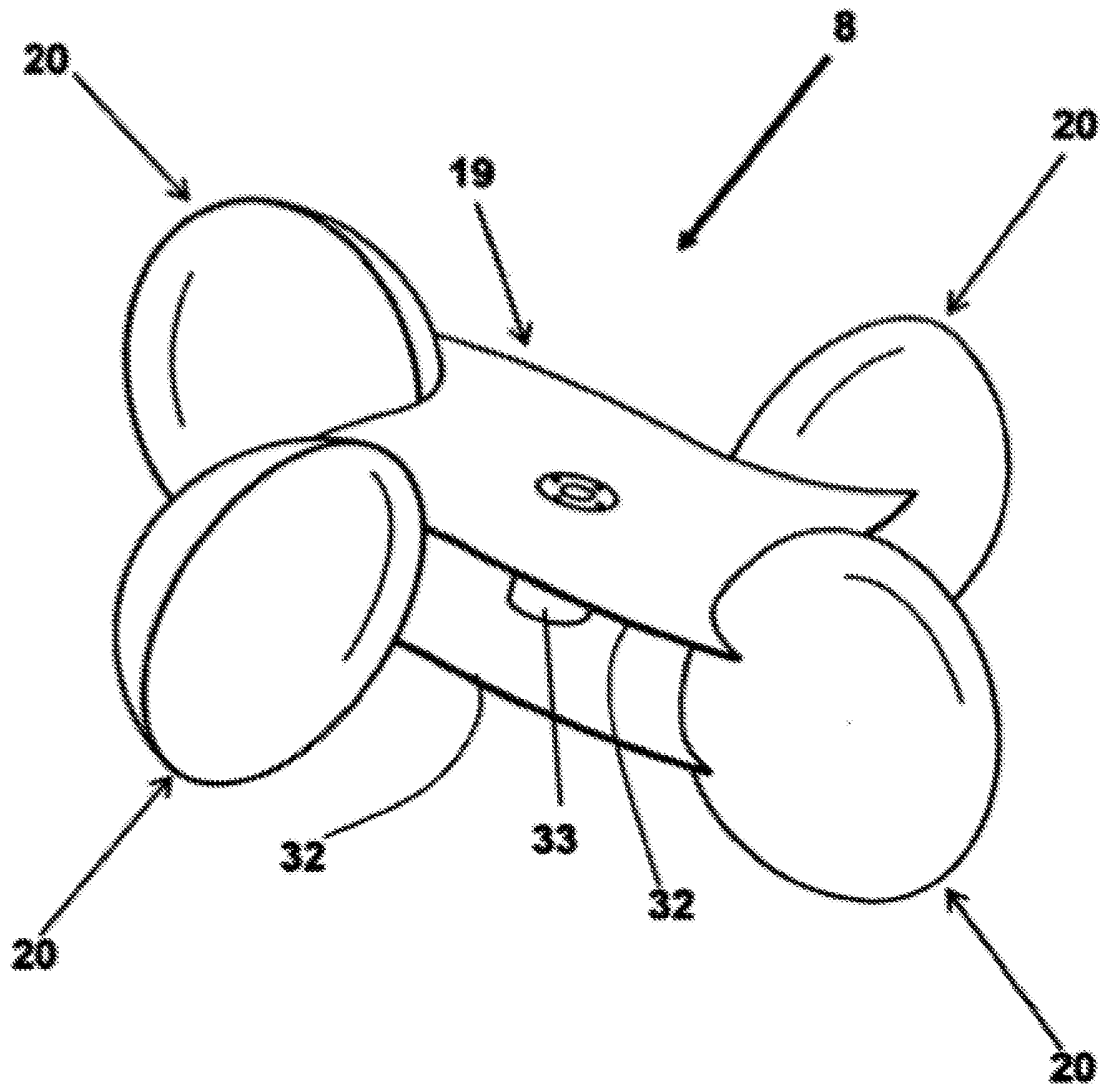


FIG. 9

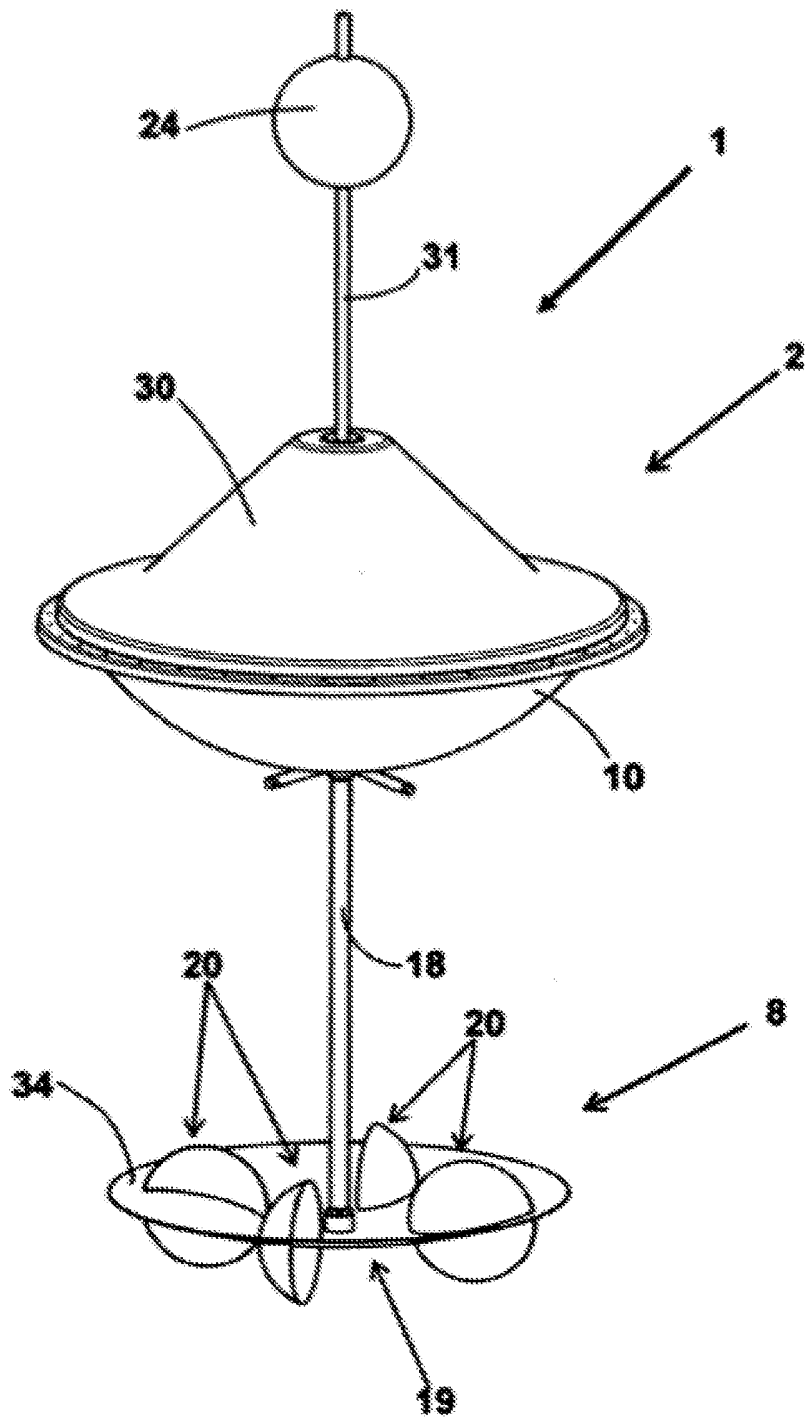


FIG. 10

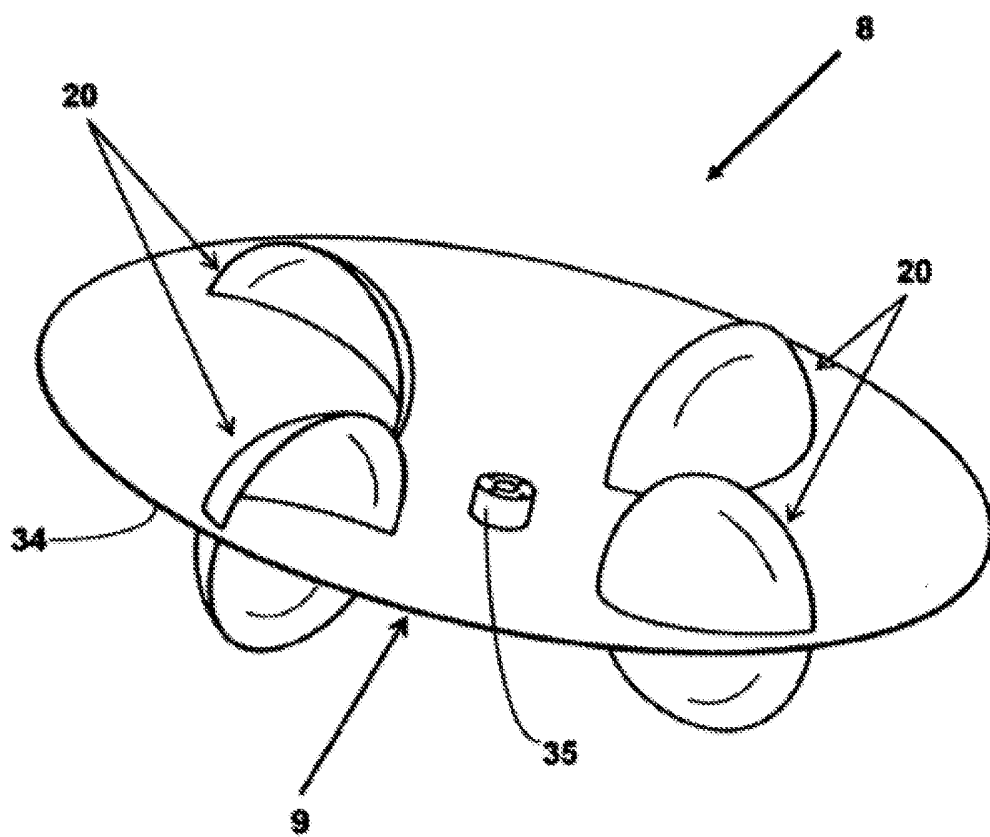


FIG. 11