(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 469 835**

(51) Int. CI.:

G01P 5/07 (2006.01)
G01P 21/02 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.09.2010 E 10177761 (3)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.03.2014 EP 2312323**

(54) Título: **Anemómetro**

(30) Prioridad:

08.10.2009 DE 102009044201

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.06.2014

(73) Titular/es:

FERNSTEUERGERÄTE KURT OELSCH GMBH (100.0%)
Jahnstrasse 68+70
12347 Berlin, DE

(72) Inventor/es:

JAHN, VOLKER

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Anemómetro

Campo técnico

La invención se refiere a un anemómetro para medir velocidades del viento, estando configurado el anemómetro como anemómetro de cazoletas o como anemómetro de molinete, que contiene:

a) una carcasa y/o bastidor,

b) un árbol, que está apoyado de manera giratoria en un cojinete de la carcasa y/o bastidor,

c) medios de captación de viento, que están dispuestos en el árbol, haciendo los medios de captación de viento que el árbol rote con el viento, estando configurados los medios de captación de viento como cazoletas semiesféricas o como palas de tipo aleta o turbina,

d) medios de registro para registrar la velocidad de rotación del árbol,

e) medios de salida para emitir la velocidad de rotación así registrada,

f) estando configurados los medios de registro y los medios de salida como un generador de tensión.

Estado de la técnica

Los anemómetros son aparatos para medir la velocidad del viento. Uno de los anemómetros más extendidos es el denominado anemómetro de cazoletas. En el caso del anemómetro de cazoletas, el viento impulsa una rueda eólica montada sobre un árbol con un plano de círculo de giro horizontal y un eje de rotación vertical, formada por al menos dos, aunque en la mayoría de los casos tres o cuatro cazoletas semiesféricas, para determinar la velocidad del viento. Para ello las cazoletas semiesféricas están dispuestas en forma de estrella alrededor de un árbol.

A este respecto, el árbol está apoyado de manera giratoria en una carcasa o bastidor. El viento actúa sobre las cazoletas semiesféricas y acciona así el árbol alrededor del su eje de rotación. A través de la velocidad de rotación del árbol puede determinarse la velocidad del viento. El anemómetro de cazoletas es, debido a su sencillo modo de construcción, debido a la relativa ausencia de necesidad de mantenimiento y su robusta estructura mecánica, un sistema de medición preferido. Además, el sistema trabaja sin seguir la dirección del viento. Además no es necesaria ninguna tecnología de medición compleja, dado que se genera una señal inmediatamente mediante generación de impulsos o bien ópticos o bien electromagnéticos.

Se conocen anemómetros de cazoletas que presentan un indicador que funciona mecánicamente, cuyo número de revoluciones se representa a través de un mecanismo de relojería. Sólo la intensidad del viento condiciona la velocidad de la rotación de la estrella de cazoletas y puede determinarse mediante ésta última.

Para la generación de impulsos electromagnéticos, por ejemplo, un generador de tensión está acoplado con el árbol. El generador de tensión genera una tensión eléctrica proporcional a la velocidad de rotación, que puede convertirse en una velocidad del viento e indicarse con medios de evaluación e indicadores analógicos o también digitales.

El denominado anemómetro de molinete trabaja según un principio similar. El viento hace que se mueva un molinete, que gira alrededor de un eje horizontal. La velocidad de rotación del molinete representa la velocidad del viento. A velocidades del viento muy reducidas, la medición es algo imprecisa debido a que es necesario superar la resistencia de puesta en marcha que todavía existe, también en el caso de resistencias de fricción relativamente reducidas, en el cojinete de giro del molinete. Los anemómetros de molinete modernos son en la mayoría de los casos aparatos pequeños de fácil manejo para el funcionamiento móvil; molinetes estacionarios más grandes con veleta para el seguimiento del mismo en la dirección del viento se utilizan en algunas estaciones meteorológicas. Por lo demás se utilizan de manera estacionaria para medir corrientes relativamente débiles con fines de investigación en túneles de viento.

El documento DE 101 44 606 A1 da a conocer un anemómetro de cazoletas. En ese documento se identifica también el problema de que el resultado de medición para la velocidad del viento se ve influido de una manera no insignificante por la suavidad de los cojinetes en los que está apoyado el árbol. En ese documento se establece que se provocan daños de cojinete por una carga de cojinete demasiado reducida. Este estado de la técnica mencionado soluciona el problema mediante una disposición o estática modificada, sobresaliendo la estrella de cazoletas mucho de la carcasa. Sin embargo, en esta disposición no puede establecerse cómo de grande es la influencia de la suavidad de los cojinetes sobre el resultado de medición.

Dichos anemómetros se utilizan además por mal tiempo que haga. Por tanto están expuestos también a desde

diferencias de temperatura hasta congelaciones. Además, los ensuciamientos así como el desgaste tienen una influencia no insignificante sobre la suavidad del árbol que está apoyado de manera giratoria en los cojinetes. Incluso cuando un anemómetro está completamente fijo y por consiguiente no puede funcionar, esto no puede establecerse en los anemómetros conocidos.

Dado que estos aparatos de medición se usan también, por ejemplo, en grúas y similares, en el caso de una señal de medición errónea con respecto a la velocidad del viento pueden producirse situaciones peligrosas, al indicarse por ejemplo una velocidad del viento menor que la existente realmente. Así se acciona eventualmente una grúa, aunque no esté diseñada en absoluto para la velocidad del viento real y demasiado fuerte.

Por el documento US 2007/0046480 A1 se conoce un anemómetro de cazoletas. Este anemómetro de cazoletas dispone de un árbol apoyado de manera giratoria en una carcasa, a través del cual se toma una medida de la velocidad de rotación. Para ello, un sensor de velocidad del viento está configurado como generador de tensión, formando el árbol el rotor del generador de tensión. En este caso no puede determinarse la influencia de la fricción del árbol apoyado de manera giratoria.

En el documento US 3.360.989 se da a conocer un anemómetro de cazoletas. En este caso se echa en falta también la influencia de la fricción sobre el árbol. Por tanto, en este documento se propone accionar el árbol con un motor con velocidad angular constante, para obtener una magnitud de medición para la fricción. A este respecto, la magnitud de medición se determina a través de la fuerza de accionamiento. Sin embargo, a este respecto, la velocidad del viento no se determina a través de un generador de tensión, cuyo rotor forma el árbol.

El documento EP 2037284 A1 describe un dispositivo y un procedimiento para someter a prueba un anemómetro. A este respecto, el árbol del anemómetro se acopla temporalmente con un motor, que permite que rote el árbol. Sin embargo, a este respecto, no se recurre al motor para determinar la velocidad de rotación.

También el documento WO 01/35109 A1 describe un anemómetro, que está configurado para someter a prueba la fricción del árbol. Un accionamiento eléctrico hace rotar el árbol con una velocidad angular constante. A este respecto, puede determinarse un par de torsión, que está provocado por la fricción del árbol.

Descripción de la invención

Por tanto, el objetivo de la invención es evitar los inconvenientes del estado de la técnica y crear un anemómetro, en el que pueda establecerse la influencia de la fricción del árbol apoyado de manera giratoria.

Según la invención, el objetivo se soluciona porque en un anemómetro para medir velocidades del viento del tipo mencionado al principio están previstos

f) medios de accionamiento para el árbol, estando previstos medios de medición y de procesamiento para determinar y procesar pares de accionamiento, estando configurados los medios de accionamiento como un motor eléctrico y formando el generador de tensión en funcionamiento inverso el motor eléctrico.

La invención se basa en el principio de una autocomprobación del anemómetro. Para ello el árbol del anemómetro se acciona mediante un accionamiento. En el caso de una resistencia, que puede estar provocada por ejemplo por fricción de cojinete y/o congelación, el consumo de potencia de los medios de accionamiento se vuelve mayor de una manera medible. De este modo puede identificarse cómo de grande es esta resistencia. Para aumentar la velocidad de rotación ω es necesario un par de accionamiento M_A. A través de la relación entre el par de accionamiento M_A y una diferencia de velocidad de rotación $\Delta\omega$ puede determinarse un valor M_R proporcional a la fricción de cojinete:

$$M_R \sim \frac{M_A}{\Delta\omega}$$

Con ello pueden realizarse afirmaciones sobre cómo de grande es el falseamiento del resultado de medición en el caso de una medición de la velocidad del viendo con el anemómetro.

Ha resultado ser una configuración ventajosa del anemómetro según la invención cuando los medios de registro y los medios de salida estén configurados como un generador de tensión. Mediante la rotación del árbol se acciona un generador de tensión, que genera una tensión proporcional a la velocidad de rotación. Puede tomarse una medida de esta tensión con un aparato de medición y por ejemplo transformarse en un valor de velocidad de rotación.

En otra configuración ventajosa de la invención los medios de accionamiento están configurados como un motor

eléctrico. Por un lado el accionamiento, que está configurado como motor eléctrico, puede implementarse de manera relativamente sencilla y, por otro lado, puede determinarse sin problemas el consumo de potencia del motor eléctrico. Con ello se obtiene de manera sencilla el par de accionamiento M_A a través del consumo de potencia.

En una configuración especialmente preferida del anemómetro según la invención, los medios de registro y los medios de salida están configurados como un generador de tensión y los medios de accionamiento como un motor eléctrico, formando el generador de tensión en funcionamiento inverso el motor eléctrico. Con esta medida se consigue no sólo una variante extremadamente compacta y ligera, sino también una especialmente rentable, puesto que el generador de tensión se usa por un lado para determinar la velocidad de rotación ω y, en funcionamiento inverso mediante la aplicación de una tensión, para funcionar al mismo tiempo como motor eléctrico, con el fin de determinar el par de accionamiento M_A.

Una variante preferida resulta porque el motor eléctrico esté configurado como motor síncrono. Un anemómetro con un accionamiento de este tipo para una autocomprobación puede implementarse de manera relativamente sencilla. En el caso del motor síncrono, un rotor magnetizado de manera constante se arrastra de manera síncrona por un campo giratorio magnético en movimiento. El rotor está rodeado por estatores, que generan el campo giratorio. El motor síncrono en marcha tiene un movimiento síncrono con una tensión alterna.

Como perfeccionamiento ventajoso del motor síncrono, en una configuración de la invención el motor eléctrico está configurado como motor paso a paso. A este respecto, el rotor rota por un campo electromagnético controlado, que rota paso a paso, de las bobinas de estator un ángulo mínimo. En este caso cada bobina se controla individualmente, de modo que de esta manera puede determinarse la velocidad de rotación de una manera aún más sencilla.

Una configuración ventajosa del anemómetro según la invención resulta cuando se prevé un embrague, a través del cual el motor eléctrico está acoplado con el árbol para su accionamiento. Esta medida sirve preferiblemente también para reequipar de manera sencilla sistemas de medición existentes, para poder realizar también en este caso una autocomprobación. Además pueden emplearse en la construcción piezas convencionales, que pueden ensamblarse correctamente con el embrague.

Además se obtiene una configuración ventajosa der invención porque el anemómetro está configurado como anemómetro de cazoletas, estando configurados los medios de captación de viento como rueda eólica con cazoletas semiesféricas. Un anemómetro de cazoletas tiene una estructura mecánica especialmente sencilla, es robusto y es poco propenso a averías. De este modo la invención puede implementarse bien con anemómetros de este tipo.

Como alternativa ventajosa al anemómetro de cazoletas, el anemómetro está configurado como anemómetro de molinete, estando configurados los medios de captación de viento como palas de tipo aleta o turbina. En algunos casos de aplicación puede tener sentido no usar un anemómetro de cazoletas. En tales casos el anemómetro de molinete puede ser la mejor elección. Mientras que en el caso del anemómetro de cazoletas la rueda eólica también está libremente accesible para influencias ambientales no deseadas, tales como por ejemplo granizo o nieve, un anemómetro de molinete puede protegerse mejor contra tales influencias ambientales. Esto puede evitar dado el caso que se dañe el molinete.

Configuraciones y ventajas adicionales se desprenden del objeto de las reivindicaciones dependientes.

Breve descripción del dibujo

La figura 1 muestra en un diseño esquemático, en una vista tridimensional, un anemómetro según la invención, que está configurado como anemómetro de cazoletas.

La figura 2 muestra en una vista lateral en corte un anemómetro de cazoletas con generador de tensión acoplado, que en funcionamiento inverso está configurado como motor eléctrico de corriente continua.

La figura 3 muestra en una vista lateral un diseño esquemático de un fragmento de un anemómetro de cazoletas con sensor magnético y bobinas de estator, que junto con el imán forman un motor eléctrico paso a paso.

La figura 4 muestra en una vista en planta un fragmento de un anemómetro de cazoletas según la figura 3.

Ejemplo de realización preferido

En la figura 1 se representa en un diseño esquemático un anemómetro 10 en una vista tridimensional. El anemómetro 10 está configurado como anemómetro de cazoletas y presenta un medio de captación de viento diseñado como rueda 12 eólica así como una carcasa 14. En un plano de círculo de giro y un eje 36 de rotación vertical (véanse también las figuras 2, 3 y 4) la rueda 12 eólica está montada de manera fija sobre un árbol 16 con

medios 17 de sujeción. La rueda 12 eólica consiste, en el presente ejemplo de realización, en tres cazoletas 18 semiesféricas, que están unidas con varillas 20 a través de un cubo 22 con el árbol 16. El árbol 16 está apoyado de manera giratoria en la carcasa 14. Los lados 21 abiertos de las tres cazoletas 18 semiesféricas apuntan en el círculo de giro en la misma dirección.

En la figura 2 se muestra en un corte el anemómetro 10 de cazoletas de manera correspondiente a la figura 1. Por tanto, los mismos componentes están designados con números de referencia idénticos. La rueda 12 eólica está apoyada de manera fija sobre el árbol 16 a través del cubo 22. El árbol 16 está apoyado de manera giratoria en cojinetes 24, 26 y se adentra en un espacio 28 hueco de la carcasa 14. En el espacio 28 hueco se encuentra un generador 30 de tensión. Un árbol 32 de entrada o de salida del generador 30 de tensión está acoplado a través de un embrague 34 con el árbol 16. El árbol 32 de entrada o de salida y el árbol 16 están alineados sobre el eje 36 de rotación. Por debajo del generador 30 de tensión se encuentra un circuito 38 electrónico, que está previsto sobre una pletina 40. El circuito 38 electrónico sirve en particular para procesar una señal de tensión generada por el generador 30 de tensión.

Mediante el choque del viento sobre la cazoletas 18 semiesféricas de la rueda 12 eólica, se hace que el árbol 16 experimente un movimiento rotatorio. El árbol 16 transmite el movimiento rotatorio a través del embrague 34 al árbol 32 de entrada o de salida del generador 30 de tensión. El generador 30 de tensión genera ahora una tensión eléctrica proporcional al movimiento rotatorio mecánico. El generador 30 de tensión funciona por consiguiente como medio de registro para registrar el movimiento rotatorio y como medio de salida. Emite concretamente una tensión proporcional al movimiento rotatorio. El circuito 38 electrónico toma una medida de esta señal de tensión eléctrica y conduce esta señal o un valor de señal digitalizado de manera correspondiente a una interfaz 42 del circuito 38 electrónico. A través de la interfaz 42 puede unirse el anemómetro 10 por ejemplo con un equipo de procesamiento electrónico de datos (PED) como unidad de procesamiento externa. Una unidad de procesamiento externa de este tipo no está representada en las presentes figuras. Esta unidad de procesamiento externa puede calcular a partir del valor de tensión transmitido un valor correspondiente para la velocidad del viento.

Sin embargo, la unidad de procesamiento también puede estar dispuesta en principio sobre la pletina 40 del circuito 38 electrónico. La unidad de procesamiento dispone entonces preferiblemente de un microprocesador para controlar el procesamiento.

A menudo ni siquiera es necesario que la tensión generada por el generador 30 de tensión se convierta inmediatamente en una velocidad del viento concreta. Más bien, frecuentemente basta con que, por ejemplo, se accione un conmutador o se genere una señal, en cuanto la tensión del generador 30 de tensión haya alcanzado un valor umbral.

A través del circuito 38 electrónico puede hacerse funcionar el generador 30 de tensión en funcionamiento inverso también como motor eléctrico para una autocomprobación. Para ello se proporciona a través de una fuente de tensión no representada una tensión continua al motor eléctrico. El motor eléctrico acciona ahora como medio 30a de accionamiento, a través del árbol 32 de entrada y de salida y el embrague 34, el árbol 16 del anemómetro 10. Mediante el consumo de la potencia eléctrica que es necesaria para el funcionamiento del motor eléctrico como medio 30a de accionamiento para alcanzar una determinada velocidad de rotación, puede calcularse el par de accionamiento.

En el caso de una resistencia, que puede estar provocada por ejemplo por la fricción de cojinete de los cojinetes 24 ó 26 y/o congelación, el consumo de potencia de los medios 30a de accionamiento se vuelve mayor de una manera medible. Con ayuda del circuito 38 electrónico se registra este consumo de potencia eléctrica del medio 30a de accionamiento. A partir del consumo de potencia así registrado se determina la resistencia, provocada por ejemplo por fricción de cojinete o congelación. Para aumentar la velocidad de rotación ω del árbol 16 es necesario concretamente un par de accionamiento M_A. A través de la relación entre el par de accionamiento M_A y una diferencia de velocidad de rotación $\Delta\omega$ puede determinarse un valor M_R proporcional a la fricción de cojinete:

$$M_R \sim \frac{M_A}{\Delta\omega}$$

Con ello pueden realizarse afirmaciones sobre cómo de grande es el falseamiento del resultado de medición en el caso de una medición de la velocidad del viendo con el anemómetro 10. Si en la autocomprobación se identifica una dureza de los cojinetes 24, 26, entonces a través de la interfaz 42 del circuito 38 electrónico se emite una señal de error.

La velocidad de rotación puede determinarse en principio también de otra manera en el anemómetro 10. Así, la velocidad de rotación puede registrarse, por ejemplo, mediante una disposición mecánica, óptica o magnética. Entonces no se requiere necesariamente un generador 30 de tensión. Muchos anemómetros 10 disponen de un

dispositivo para registrar la velocidad de rotación, pero no de medios adecuados para una autocomprobación para determinar pares de accionamiento M_A. Tales aparatos pueden reequiparse sin esfuerzo con un motor 30a eléctrico para determinar pares de accionamiento M_A. El motor 30a eléctrico únicamente debe acoplarse al árbol 16 con el embrague 34.

En la figura 3 se representa otra variante del anemómetro 10 de cazoletas. Siempre que esta figura tenga componentes idénticos a los de las figuras anteriores, se usan números de referencia correspondientes. También en este caso la rueda 12 eólica está sujeta al extremo superior del árbol 16. El árbol 16 está apoyado de manera giratoria en la carcasa 14, en los cojinetes 24, 26. El árbol 16 desemboca a su vez en el espacio 28 hueco. En el extremo inferior del árbol 16 está previsto un imán 44 con magnetización diametral. El imán 44 forma junto con el sensor 50 magnético un sistema sensor para registrar la velocidad de rotación ω. El sensor 50 magnético se implementa por ejemplo como sensor de Hall. Para la autocomprobación, el imán 44 forma un rotor 46, cuyos polos están orientados horizontalmente. Por debajo del árbol 16 se encuentra el circuito 38 electrónico, que está previsto sobre la pletina 40. El circuito 38 electrónico contiene en el presente ejemplo de realización el sensor 50 magnético y cuatro bobinas 48 de estator, que están dispuestas de manera adecuada en forma de estrella alrededor del imán 44 del árbol 16 (véase la figura 4). Las bobinas 48 de estator consisten únicamente en arrollamientos de estator y están previstas sin núcleos magnéticamente blandos.

Las bobinas 48 de estator se controlan durante la autocomprobación, es decir para el accionamiento del árbol 16, en función del ángulo, de modo que generan un campo giratorio magnético y accionan el rotor 46. A través de la dependencia angular puede determinarse la velocidad de rotación.

La figura 4 muestra en una vista en planta un fragmento del anemómetro 10 de cazoletas según la figura 3. La rueda 12 eólica consiste en las tres varillas 20 dispuestas en forma de estrella, en las que están colocadas las cazoletas 18 de forma semiesférica. En el centro, las varillas 20 dispuestas en forma de estrella terminan en el cubo 22, que está montado sobre un extremo del árbol 16. En el otro extremo del árbol 16 se encuentra el imán 44 configurado como rotor 46 con magnetización diametral. Las bobinas 48 de estator están dispuestas sobre la pletina 40 del circuito 38 electrónico alrededor del imán 44.

En la autocomprobación se alimentan las bobinas 48 de estator con una tensión eléctrica del circuito 38 electrónico. Preferiblemente se usa para ello una fuente de tensión de 12 V o 24 V no representada. Estas fuentes de tensión se usan concretamente a menudo en vehículos de motor o máquinas. A este respecto, la tensión se proporciona a las bobinas de tal manera que conjuntamente generan un campo giratorio magnético. El control de esto lo asume el circuito 38 electrónico. Mediante el campo giratorio magnético, se hace que el rotor 46 se mueva, de manera correspondiente a un motor paso a paso. A partir de la activación de las bobinas 48 puede calcularse de manera sencilla la velocidad angular o la velocidad de rotación ω. A través de la diferencia de la velocidad de rotación $\Delta\omega$, que resulta en el caso de un accionamiento del árbol 16 con un par de accionamiento M_A, puede determinarse un valor M_R proporcionar a la fricción de cojinete.

Si en la autocomprobación se identifica una dureza de los cojinetes, entonces se emite a través de la interfaz 42 del circuito 38 electrónico una señal de error.

Lista de números de referencia

10	anemómetro (de cazoletas)
12	rueda eólica / medios de captación de viento
14	carcasa
16	árbol
17	medios de sujeción
18	cazoletas
20	varillas
21	lados abiertos
22	cubo
24	cojinete
26	cojinete
28	espacio hueco
30	generador de tensión
30a	motor eléctrico
32	árbol de entrada o de salida
34	embrague
36	eje de rotación
38	circuito electrónico
40	pletina
42	interfaz
44	imán

46	rotor
48	bobinas de estator
50	sensor magnético

REIVINDICACIONES

1. Anemómetro (10) para medir velocidades del viento, estando configurado el anemómetro (10) como anemómetro (10) de cazoletas o como anemómetro de molinete, que contiene:

a) una carcasa (14) y/o bastidor,

b) un árbol (16), que está apoyado de manera giratoria en un cojinete (24, 26) de la carcasa (14) y/o bastidor,

c) medios (12) de captación de viento, que están dispuestos en el árbol (16), haciendo los medios (12) de captación de viento que el árbol (16) rote con el viento, estando configurados los medios (12) de captación de viento como cazoletas (18) semiesféricas o como palas de tipo aleta o turbina,

d) medios (30) de registro para registrar la velocidad de rotación (ω) del árbol (16),

e) medios (30) de salida para emitir la velocidad de rotación (ω) así registrada,

f) estando configurados los medios de registro y los medios de salida como un generador (30) de tensión,

caracterizado por

g) medios (30a) de accionamiento para el árbol (16), estando previstos medios (38) de medición y de procesamiento para determinar y procesar pares de accionamiento (M_A), estando configurados los medios de accionamiento como un motor (30a) eléctrico y formando el generador (30) de tensión en funcionamiento inverso el motor (30a) eléctrico.

2. Anemómetro (10) para medir velocidades del viento según la reivindicación 1, caracterizado porque el motor (30a) eléctrico está configurado como motor síncrono.

3. Anemómetro (10) para medir velocidades del viento según una de las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado porque el motor (30a) eléctrico está configurado como motor paso a paso.

4. Anemómetro (10) para medir velocidades del viento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por un embrague (34), a través del cual el motor (30a) eléctrico está acoplado con el árbol (16) para su accionamiento.

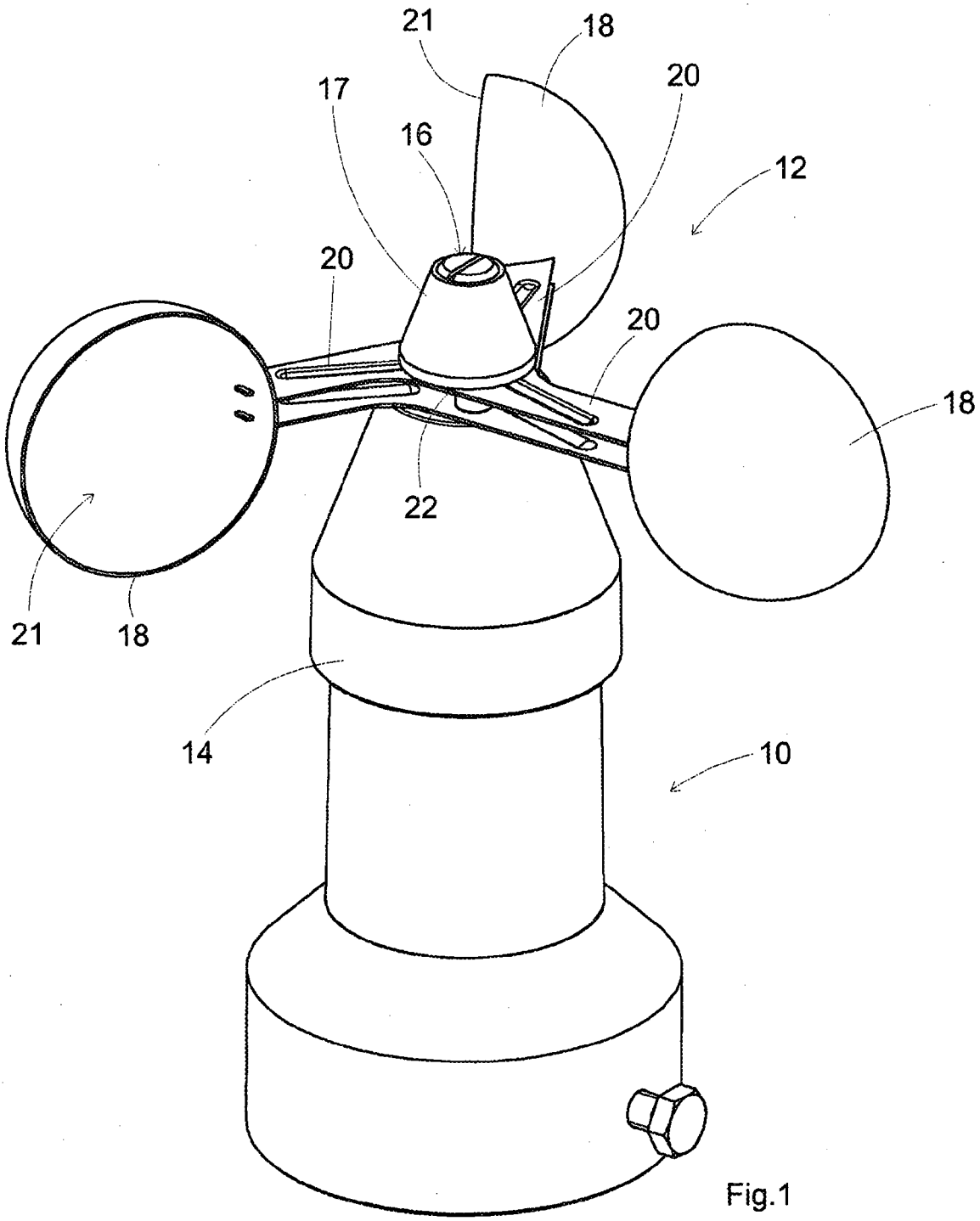

Fig.1

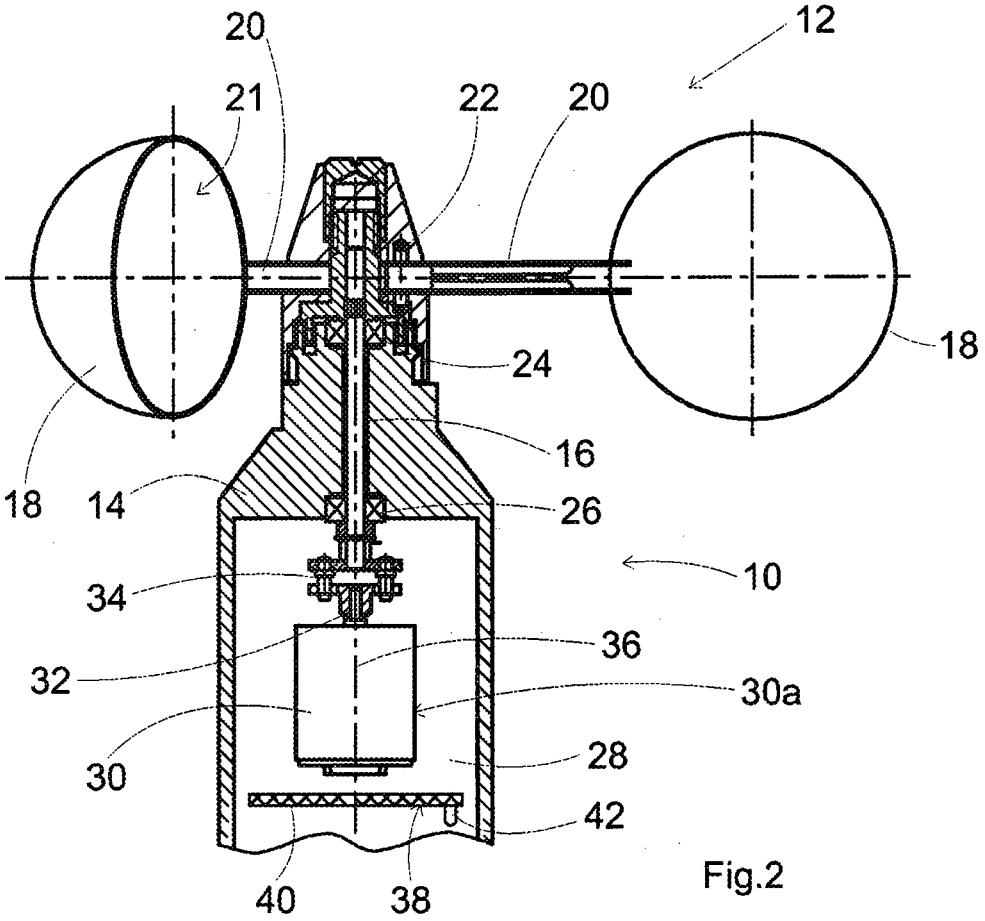

Fig.2

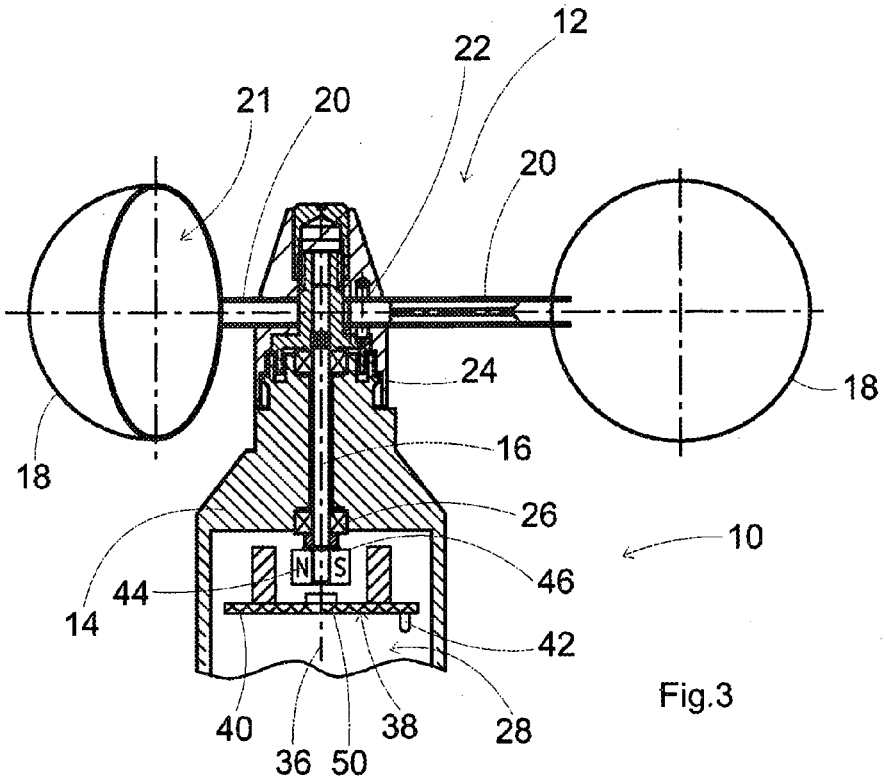
12
22
21
20
20
24
18
18
16
26
10
N
S
46
44
14
42
40
36
50
38
28

Fig.3

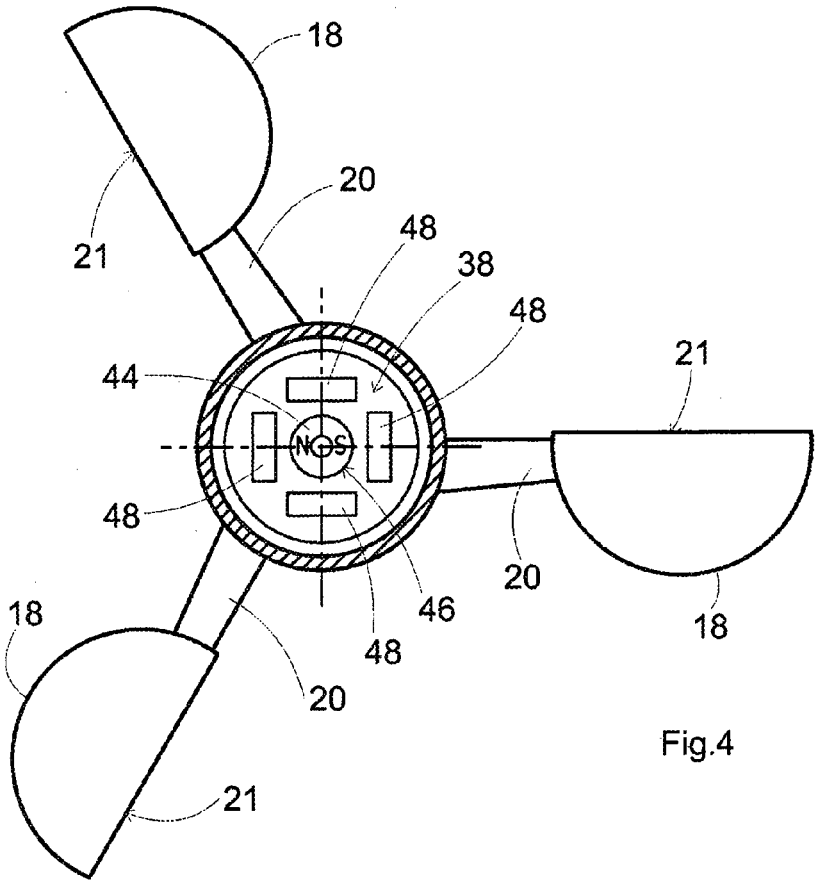
18
20
21
48
38
48
21
44
N
S
48
46
20
18
48
18
20
21

Fig.4