



(10) **DE 10 2013 101 012 A1** 2014.08.07

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 101 012.1**

(22) Anmeldetag: **01.02.2013**

(43) Offenlegungstag: **07.08.2014**

(51) Int Cl.: **F03D 11/00 (2006.01)**

(71) Anmelder:
2-B Energy Holding B.V., PE Hengelo, NL

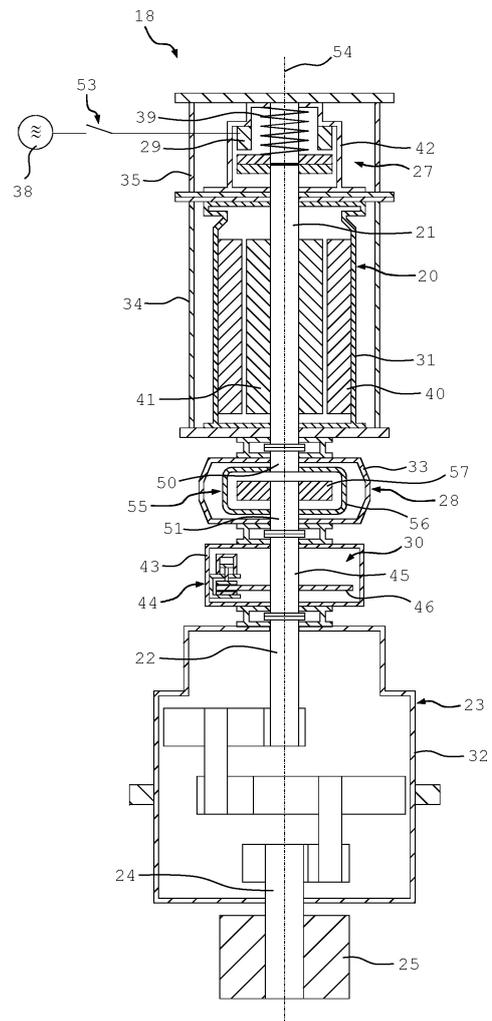
(74) Vertreter:
**Boßmeyer, Jörg Peter, Dipl.-Ing., 49074,
Osnabrück, DE**

(72) Erfinder:
**Jakobsson, Johan Mikael, Grants Pass, Oreg.,
US; Peels, Huibertus, Ootmarsum, NL**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Steuervorrichtung für ein Giersystem einer Windkraftanlage**

(57) Zusammenfassung: Steuervorrichtung für ein Giersystem einer Windkraftanlage, mit wenigstens einer zwischen einer Tragstruktur (3) und einem an der Tragstruktur (3) um eine Gierachse (6) drehbar gelagerten Maschinenträger (4) geschalteten und einen Antrieb (20) und ein Getriebe (23) umfassenden Stelleinrichtung und wenigstens einer Gierbremse (30), mittels welcher der Maschinenträger (4) an der Tragstruktur (3) festlegbar ist, wobei die Gierbremse (30) zwischen dem Antrieb (20) und dem Getriebe (23) am Triebstrang der Stelleinrichtung angreift.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Steuervorrichtung für ein Giersystem einer Windkraftanlage, mit wenigstens einer zwischen einer Tragstruktur und einer an der Tragsstruktur um eine Gierachse drehbar gelagerten Maschinenträger geschalteten und einen Antrieb und ein Getriebe umfassenden Stelleinrichtung und wenigstens einer Gierbremse, mittels welcher der Maschinenträger an der Tragstruktur festlegbar ist.

[0002] Aus der DE 697 03 622 T2 ist eine Vorrichtung für eine Windkraftanlage bekannt, die für die Übertragung und Dämpfung von Gierbewegungen vorgesehen ist, wobei die Vorrichtung ein Gier-Lager und einen Gierbewegungsdrehantrieb, die eine Rotation der Maschinenanlage um eine vertikale Achse ermöglichen sowie eine Antriebsvorrichtung zum Antrieb der Maschinenanlage um eine vertikale Achse umfasst. Ferner ist eine Kupplung zur Übertragung des Momentes der Antriebsvorrichtung zu dem Gierbewegungsdrehantrieb vorgesehen und derart angeordnet, dass das durch die Kupplung übertragene Moment durch die Differenz der Drehbewegungsgeschwindigkeit der Antriebs- und Abtriebswelle der Kupplung ermittelt wird. Die Antriebsvorrichtung weist eine Bremse, einen durch die Bremse blockierbaren Elektromotor und ein mit dem Elektromotor unter Zwischenschaltung der Kupplung gekoppeltes Getriebe auf.

[0003] Bei blockierter Bremse wird eine durch Wind hervorgerufene Gierbewegung durch die Kupplung gedämpft. Zusätzlich können Gierbremsen vorgesehen sein, mit welchen eine Gierbewegung blockierbar ist. Ein Blockieren der Gierbewegung ist z.B. aus Sicherheitsgründen gewünscht, wenn Wartungspersonal an der Maschinenanlage und/oder im Bereich des Maschinenträgers arbeitet.

[0004] Herkömmliche Gierbremsen sind an der Schnittstelle von Tragstruktur und Maschinenträger, insbesondere am oder im Bereich des Gierlagers, angeordnet. Da die von den Gierbremsen aufzubringenden Bremskräfte groß sind, werden die Gierbremsen entsprechend stark ausgelegt, was mit nicht unerheblichen Kosten verbunden ist.

[0005] Ausgehend hiervon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, die Kosten für das Blockieren einer Gierbewegung reduzieren zu können.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Steuervorrichtung nach Anspruch 1 gelöst. Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen und in der nachfolgenden Beschreibung gegeben.

[0007] Die erfindungsgemäße Steuervorrichtung, insbesondere für ein Giersystem einer Windkraftanlage, weist wenigstens eine zwischen einer Tragstruktur und einer an der Tragsstruktur um eine Gierachse drehbar gelagerten Maschinenträger geschalteten und einen Antrieb und ein, insbesondere mit diesem gekoppeltes, Getriebe umfassende Stelleinrichtung und wenigstens eine Gierbremse auf, mittels welcher der Maschinenträger, insbesondere unverdrehbar, an der Tragstruktur festlegbar ist, wobei die Gierbremse zwischen dem Antrieb und dem Getriebe am Triebstrang der Stelleinrichtung angreift.

[0008] Zwischen dem Antrieb und dem Getriebe reichen vergleichsweise kleine Bremskräfte aus, um das Getriebe und somit auch eine Drehung des Maschinenträgers um die Gierachse zu blockieren. Grund dafür ist das Übersetzungsverhältnis des Getriebes, welches insbesondere größer als 1, vorzugsweise sogar größer als 100 oder 1000, ist. Aus diesem Grund kann die Gierbremse schwächer ausgebildet werden, wodurch Kosten eingespart werden können.

[0009] Das Getriebe ist insbesondere eingangsseitig mit dem Antrieb und ausgangsseitig mit dem Maschinenträger oder mit der Tragstruktur gekoppelt. Bevorzugt umfasst das Getriebe eine mit dem Antrieb gekoppelte Eingangswelle und eine mit dem Maschinenträger oder mit der Tragstruktur gekoppelte Ausgangswelle. Das Getriebe ist vorzugsweise ein Untersetzungsgetriebe. Vorteilhaft ist die Ausgangswelle des Getriebes drehstarr mit der Eingangswelle des Getriebes gekoppelt. Insbesondere ist das Getriebe ein Zahnradgetriebe.

[0010] Bevorzugt greift die Gierbremse an einer Welle der Stelleinrichtung an, mittels welcher das Getriebe mit dem Antrieb gekoppelt oder koppelbar ist. Diese Welle ist z.B. durch die Eingangswelle des Getriebes gebildet oder drehstarr mit dieser verbunden.

[0011] Bevorzugt ist der Antrieb ein elektrischer Antrieb. Insbesondere ist oder umfasst der Antrieb eine oder wenigstens eine elektrische Maschine, beispielsweise einen oder wenigstens einen Elektromotor. Alternativ kann der Antrieb aber auch ein hydraulischer Antrieb oder ein anderer Antrieb sein.

[0012] Vorteilhaft ist eine elektrische Stromversorgung vorgesehen, die insbesondere eine Stromversorgung für den Antrieb bildet. Vorzugsweise ist der Antrieb mittels der Stromversorgung mit elektrischem Strom versorgbar. Dies gilt insbesondere dann, wenn der Antrieb ein elektrischer Antrieb, wie z.B. ein Elektromotor, ist. Handelt es sich bei dem Antrieb um einen anderen Antrieb, wie z.B. um einen hydraulischen Antrieb, so wird bevorzugt auch dieser, insbesondere mittelbar, durch die Stromversorgung versorgt. Beispielsweise umfasst der hydraulische An-

trieb wenigstens eine elektrisch betriebene Hydraulikpumpe, die vorzugsweise mittels der Stromversorgung mit elektrischem Strom versorgt wird. Bevorzugt ist der Antrieb mittels der Stromversorgung unmittelbar oder mittelbar mit elektrischem Strom versorgbar. Insbesondere fällt bei einem Ausfall der Stromversorgung auch der Antrieb aus. Die Stromversorgung ist beispielsweise durch ein elektrisches Netz gegeben. Ferner kann die Stromversorgung eine Notstromversorgung umfassen. Der elektrische Strom kann ein Gleichstrom oder ein Wechselstrom, insbesondere ein Drehstrom sein. Das elektrische Netz ist bevorzugt ein Wechselstromnetz, vorzugsweise ein Drehstromnetz.

[0013] Eine Drehung oder Drehbewegung des Maschinenträgers relativ zu der Tragstruktur um die Gierachse ist bevorzugt mittels der Stelleinrichtung, insbesondere mittels des Antriebs, steuerbar oder regelbar. Vorteilhaft ist wenigstens eine Steuereinrichtung vorgesehen, mittels welcher der Antrieb steuerbar oder regelbar ist. Insbesondere ist der Antrieb, vorzugsweise mittels der Steuereinrichtung, derart steuerbar oder regelbar, dass eine Drehung oder Drehbewegung des Maschinenträgers relativ zu der Tragstruktur um die Gierachse erzeugbar und/oder bremsbar und/oder dämpfbar ist. Die Steuereinrichtung ist bevorzugt eine elektrische Steuereinrichtung und vorteilhaft elektrisch mit dem Antrieb verbunden. Insbesondere umfasst die Steuereinrichtung einen oder wenigstens einen Umrichter und/oder Frequenzumrichter. Vorzugsweise ist mittels der Steuereinrichtung der dem Antrieb zugeführte oder zuführbare Strom steuerbar oder regelbar. Bevorzugt ist mittels der Steuereinrichtung die Stromstärke und/oder Amplitude und/oder Frequenz und/oder Phase dieses Stroms steuerbar oder regelbar. Insbesondere ist die Steuereinrichtung mittels der Stromversorgung mit elektrischem Strom versorgbar.

[0014] An dem Maschinenträger ist bevorzugt ein durch Wind um eine Rotorachse drehbarer Rotor drehbar gelagert. Die Rotorachse ist vorzugsweise quer oder näherungsweise quer zur Gierachse ausgerichtet. Insbesondere ist die Rotorachse horizontal oder näherungsweise horizontal ausgerichtet. Bevorzugt ist die Rotorachse gegenüber der Horizontalen geringfügig geneigt. Vorteilhaft ist der Rotor an der Lee-Seite des Maschinenträgers angeordnet. Alternativ kann der Rotor aber auch an der Luv-Seite des Maschinenträgers angeordnet sein.

[0015] Der Rotor umfasst bevorzugt eine Rotornabe und ein oder mehrere an der Rotornabe gelagerte Rotorblätter, die sich insbesondere quer oder näherungsweise quer zur Rotorachse von der Rotornabe wegerstrecken. Vorzugsweise ist das oder jedes der Rotorblätter an der Rotornabe um eine Blattachse drehbar gelagert, die insbesondere quer oder näherungsweise quer zur Rotorachse verläuft. Die An-

zahl der Rotorblätter beträgt bevorzugt eins, wenigstens eins, zwei, wenigstens zwei, drei oder wenigstens drei. Insbesondere sind die Rotorblätter rings der Rotorachse gleichmäßig verteilt angeordnet.

[0016] Der Maschinenträger trägt bevorzugt einen elektrischen Generator, der von dem Rotor antreibbar ist. Insbesondere ist der Generator mit einer Rotorwelle des Rotors verbunden. Zwischen den Generator und den Rotor und/oder zwischen den Generator und die Rotorwelle kann ein Rotorgetriebe geschaltet sein.

[0017] Die Tragstruktur umfasst oder bildet bevorzugt einen Turm, der insbesondere mit einem Fundament oder einer Gründung im Erdboden oder Seeboden verankert ist. Die Längsachse der Tragstruktur und/oder des Turms fällt bevorzugt mit der Gierachse zusammen. Insbesondere ist die Gierachse vertikal oder näherungsweise vertikal ausgerichtet. Der Maschinenträger ist vorzugsweise auf der Tragstruktur angeordnet.

[0018] Der Antrieb umfasst bevorzugt eine Antriebswelle, die insbesondere mittels des Antriebs drehbar ist. Ist oder umfasst der Antrieb einen Motor oder Elektromotor, so handelt es sich bei der Antriebswelle insbesondere um die Motorwelle des Motors oder Elektromotors oder z.B. um eine mit der Motorwelle des Motors oder Elektromotors drehstarr verbundene Welle. Ferner umfasst der Antrieb vorzugsweise einen Ständer und einen relativ zu diesem drehbaren Läufer, der insbesondere die Antriebswelle umfasst und/oder starr oder drehstarr mit dieser verbunden ist. Der Ständer umfasst bevorzugt wenigstens eine, vorzugsweise mehrere, elektrische Ständerwicklungen. Der Läufer umfasst bevorzugt wenigstens eine, vorzugsweise mehrere, elektrische Läuferwicklungen. Der Läufer kann auch als Käfigläufer ausgebildet sein, sodass die Läuferwicklung insbesondere mehrere Leiterstäbe umfasst, die an ihren Enden elektrisch miteinander verbunden, vorzugsweise kurzgeschlossen, sind. In diesem Fall bildet oder umfasst der Antrieb z.B. eine Asynchronmaschine. Der Antrieb kann auch als permanentenerregter Elektromotor ausgebildet sein. In diesem Fall trägt der Läufer oder der Ständer wenigstens einen, vorzugsweise mehrere, Permanentmagnete, insbesondere anstelle der jeweiligen Wicklung oder Wicklungen. Bevorzugt ist der Antrieb somit ein Elektromotor, der beispielsweise als Gleichstrommotor oder als Wechselstrommotor, insbesondere als Drehstrommotor ausgebildet ist.

[0019] Der Ständer des Antriebs ist bevorzugt fest, insbesondere starr oder drehstarr, mit dem Maschinenträger oder mit der Tragstruktur verbunden. Vorzugsweise umfasst der Antrieb ein starr oder drehstarr mit dem Ständer verbundenes und/oder diesen umfassendes Antriebs- oder Motorgehäuse. Vorteil-

haft ist das Antriebs- oder Motorgehäuse fest, insbesondere starr oder drehstarr, mit dem Maschinenträger oder mit der Tragstruktur verbunden.

[0020] Die Stelleinrichtung umfasst bevorzugt eine Ausgangswelle, die, insbesondere drehstarr, mit dem Maschinenträger oder mit der Tragstruktur verbunden oder gekoppelt ist. Vorteilhaft ist mit der Ausgangswelle ein Ritzel, insbesondere starr oder drehstarr oder elastisch, verbunden, welches mit einem Zahnkranz kämmt und/oder ineinander greift, der, vorzugsweise fest, insbesondere starr oder drehstarr oder verwindungsweich, mit dem Maschinenträger oder der Tragstruktur verbunden ist. Vorteilhaft ist die Ausgangswelle der Stelleinrichtung, vorzugsweise drehelastisch oder fest, insbesondere starr oder drehstarr, mit der Ausgangswelle des Getriebes verbunden oder durch diese gebildet.

[0021] Bevorzugt ist der Maschinenträger durch Wind relativ zu der Tragstruktur um die Gierachse drehbar. Vorteilhaft ist der Rotor dabei an der Lee-Seite des Maschinenträgers angeordnet. Insbesondere handelt es sich bei dem Giersystem um ein passives Giersystem.

[0022] Gemäß einer Ausgestaltung ist der Antrieb, vorzugsweise mittels der Steuereinrichtung, als Dämpfer betreibbar, mittels welchem eine, insbesondere durch Wind hervorgerufene, Drehung oder Drehbewegung des Maschinenträgers relativ zu der Tragstruktur um die Gierachse dämpfbar ist. Dieser Dämpfer bildet bevorzugt einen aktiven Dämpfer. Darunter ist insbesondere zu verstehen, dass dieser Dämpfer bei Ausfall der Stromversorgung nicht funktionsfähig ist und/oder dass die dämpfende Eigenschaft dieses Dämpfers und/oder die Dämpfung der oder einer Drehung oder Drehbewegung des Maschinenträgers relativ zu der Tragstruktur um die Gierachse mittels der Steuereinrichtung steuerbar ist.

[0023] Bevorzugt ist ein Dämpfungsglied vorgesehen, mittels welchem oder mit Hilfe dessen eine, insbesondere durch Wind hervorgerufene, Drehbewegung des Maschinenträgers relativ zu der Tragstruktur um die Gierachse dämpfbar ist. Das Dämpfungsglied ist bevorzugt ein passives Dämpfungsglied. Darunter ist insbesondere zu verstehen, dass das Dämpfungsglied auch bei Ausfall der Stromversorgung funktionsfähig ist und/oder dass die dämpfende Eigenschaft des Dämpfungsglieds und/oder die Dämpfung der oder einer Drehbewegung des Maschinenträgers relativ zu der Tragstruktur um die Gierachse nicht aktiv steuerbar ist. Allerdings kann die Dämpfung abhängig von der Geschwindigkeit und/oder einer Geschwindigkeitsänderung der Drehbewegung des Maschinenträgers relativ zu der Tragstruktur um die Gierachse sein. Das Dämpfungsglied ist bevorzugt in den Triebstrang der Stelleinrichtung geschaltet. Insbesondere umfasst die Stell-

einrichtung das Dämpfungsglied. Vorteilhaft umfasst das Dämpfungsglied eine Eingangswelle und eine Ausgangswelle.

[0024] Bevorzugt bildet oder umfasst das Dämpfungsglied einen hydraulischen Dämpfer. Bei dem hydraulischen Dämpfer handelt es sich z.B. um eine hydrodynamische Kupplung oder Visko-Kupplung. Vorteilhaft umfasst das Dämpfungsglied einen Impeller mit einem Impellergehäuse und einem in diesem drehbaren Innenteil, welches vorzugsweise fest, insbesondere starr oder drehstarr, mit einer der Wellen des Dämpfungsglieds, beispielsweise mit der Ausgangswelle des Dämpfungsglieds, verbunden ist. Das Impellergehäuse ist vorzugsweise fest, insbesondere starr oder drehstarr, mit einer anderen der Wellen des Dämpfungsglieds, beispielsweise mit der Eingangswelle des Dämpfungsglieds, verbunden. Alternativ ist das Innenteil z.B. fest, insbesondere starr oder drehstarr, mit der Eingangswelle des Dämpfungsglieds, verbunden, wobei das Impellergehäuse z.B. fest, insbesondere starr oder drehstarr, mit der Ausgangswelle des Dämpfungsglieds verbunden ist. Das Innenteil ist z.B. ein Propeller. Vorteilhaft ist in dem Gehäuse eine Flüssigkeit, insbesondere eine Hydraulikflüssigkeit vorgesehen. Das Dämpfungsglied ist bevorzugt zwischen den Antrieb und das Getriebe geschaltet.

[0025] Gemäß einer Weiterbildung greift die Gierbremse zwischen dem Dämpfungsglied und dem Getriebe am Triebstrang der Stelleinrichtung an. Somit kann vermieden werden, dass das Dämpfungsglied trotz betätigter Gierbremse eine Drehung des Maschinenträgers relativ zu der Tragstruktur um die Gierachse zulässt.

[0026] Bevorzugt greift die Gierbremse an einer Welle der Stelleinrichtung an, mittels welcher das Getriebe mit dem Dämpfungsglied gekoppelt oder koppelbar ist. Die Welle, an welcher die Gierbremse angreift, ist z.B. durch die Eingangswelle des Getriebes gebildet oder drehstarr mit dieser verbunden, und/oder die Welle, an welcher die Gierbremse angreift, ist z.B. durch die Ausgangswelle des Dämpfungsglieds gebildet oder drehstarr mit dieser verbunden. Insbesondere ist die Welle, an welcher die Gierbremse angreift, zwischen der Ausgangswelle des Dämpfungsglieds und der Eingangswelle des Getriebes angeordnet und/oder zwischen die Ausgangswelle des Dämpfungsglieds und die Eingangswelle des Getriebes geschaltet. In diesem Fall ist die Welle, an welcher die Gierbremse angreift, insbesondere drehstarr mit der Ausgangswelle des Dämpfungsglieds und drehstarr mit der Eingangswelle des Getriebes verbunden.

[0027] Mittels der Gierbremse ist bevorzugt der Triebstrang der Stelleinrichtung und/oder ein Teil dieses Triebstrangs blockierbar. Der Triebstrang und/

oder der mittels der Gierbremse blockierbare Teil des Triebstrangs umfasst insbesondere das Getriebe. Beispielsweise ist mittels der Gierbremse das Getriebe, insbesondere von seiner Eingangsseite her, blockierbar. Vorteilhaft ist mittels der Gierbremse die Welle, an welcher die Gierbremse angreift, bremsbar und/oder blockierbar.

[0028] Die Gierbremse ist bevorzugt eine Scheibenbremse. Bevorzugt umfasst die Gierbremse wenigstens eine Brems Scheibe und wenigstens einen Bremskörper, der gegen die Brems Scheibe drückbar ist. Der Bremskörper umfasst z.B. einen oder wenigstens einen Bremsklotz und/oder einen oder wenigstens einen Bremsattel und/oder einen oder wenigstens einen Bremskolben und/oder einen oder wenigstens einen Bremsbelag. Insbesondere ist die Brems Scheibe drehstarr mit dem Triebstrang und/oder mit dem mittels der Gierbremse blockierbaren Teil des Triebstrangs verbunden. Bevorzugt ist die Brems Scheibe drehstarr mit der Welle, an welcher die Gierbremse angreift, verbunden.

[0029] Bevorzugt ist eine Bremseinrichtung vorgesehen, welche die Gierbremse und die oder eine Welle aufweist, an welcher die Gierbremse angreift. Die Bremseinrichtung ist bevorzugt, insbesondere mit ihrer Welle, zwischen den Antrieb und das Getriebe, vorzugsweise zwischen das Dämpfungsglied und das Getriebe, geschaltet.

[0030] Gemäß einer Ausgestaltung bildet die Gierbremse im betätigten Zustand eine Rutschkupplung, die bei Erreichen oder Überschreiten eines Losbrechmoments eine Drehung des Maschinenträgers relativ zu der Tragstruktur um die Gierachse zulässt. Somit lassen sich Überlastungen vermeiden, die zu einer Beschädigung des Maschinenträgers und/oder der Tragstruktur und/oder anderer Komponenten der Windkraftanlage führen können.

[0031] Gemäß einer Weiterbildung ist eine Antriebsbremse vorgesehen, mittels welcher der Antrieb bremsbar und/oder blockierbar ist. Bevorzugt ist die Antriebsbremse mit der Antriebswelle, insbesondere fest, vorzugsweise starr oder drehstarr, verbunden. Die Antriebsbremse ist insbesondere in Kombination mit dem Dämpfungsglied sinnvoll, sodass bei gebremstem oder blockiertem Antrieb eine Dämpfung einer, insbesondere durch Wind hervorgerufenen, Drehbewegung des Maschinenträgers relativ zu der Tragstruktur um die Gierachse möglich ist. Vorteilhaft ist bei Ausfall der Stromversorgung der Antrieb mittels der Antriebsbremse, insbesondere automatisch, bremsbar und/oder blockierbar. Die Antriebsbremse ist bevorzugt in den bremsenden und/oder blockierenden Zustand vorgespannt, insbesondere durch wenigstens eine Feder. Vorteilhaft ist die Antriebsbremse durch wenigstens einen Elektromagneten in den gelösten Zustand überführbar, insbe-

sondere gegen die Kraft der Feder. Der Elektromagnet ist dazu bevorzugt mit elektrischem Strom versorgbar, der insbesondere von der Stromversorgung zur Verfügung stellbar ist. Der Antrieb ist vorzugsweise zwischen die Antriebsbremse und das Dämpfungsglied geschaltet. Handelt es sich bei dem Antrieb um einen Motor oder Elektromotor, kann die Antriebsbremse auch als Motorbremse bezeichnet werden.

[0032] Gemäß einer Ausgestaltung ist mit dem Antrieb die oder eine Steuereinrichtung verbunden, insbesondere elektrisch verbunden, mittels welcher der Antrieb, insbesondere bei vorhandener Stromversorgung, steuerbar oder regelbar ist. Vorteilhaft ist die oder eine, insbesondere durch Wind hervorgerufene, Drehung oder Drehbewegung des Maschinenträgers relativ zu der Tragstruktur um die Gierachse durch den Antrieb dämpfbar. Wie oben bereits angesprochen, wird der Antrieb somit insbesondere nicht zum Drehen des Maschinenträgers, sondern vorzugsweise zum Dämpfen der oder einer, insbesondere durch Wind hervorgerufenen, Drehung oder Drehbewegung des Maschinenträgers relativ zu der Tragstruktur um die Gierachse eingesetzt. Dies ist insbesondere dann sinnvoll, wenn der Rotor auf der Lee-Seite des Maschinenträgers angeordnet ist. In diesem Fall ist der Maschinenträger durch den Wind in eine Stellung drehbar, in welcher die Rotorachse parallel oder näherungsweise parallel zur Windrichtung ausgerichtet ist. Dies funktioniert im Prinzip wie bei einer Windfahne. Die erfindungsgemäße Steuervorrichtung bildet in diesem Sinne bevorzugt eine Dämpfungsvorrichtung. Da es aufgrund von Turbulenzen, Windböen, Windscherung etc. zu einer ungewollten Drehbewegung des Maschinenträgers kommen kann, welche diesen aus der gewünschten Position herausdreht, ist eine solche Drehbewegung mittels des Antriebs durch Aufbau eines Gegenmoments dämpfbar. Im Falle eines Stromausfalls und/oder bei gebremstem und/oder blockiertem Antrieb übernimmt diese Dämpfungsfunktion insbesondere das Dämpfungsglied. Bevorzugt ist es auch möglich, den Maschinenträger aktiv mittels des Antriebs zu drehen. Die erfindungsgemäße Steuervorrichtung bildet in diesem Sinne insbesondere eine Antriebsvorrichtung. Dies ist z.B. bei Korrekturen eines größeren Gierfehlers oder zu Wartungszwecken sinnvoll, beispielsweise um eine Verdrehung von zwischen dem Maschinenträger und der Tragstruktur verlaufenden Leitungen rückgängig zu machen. Ferner ist ein aktives Drehen des Maschinenträgers dann sinnvoll, wenn der Rotor auf der Luv-Seite des Maschinenträgers angeordnet ist. Bevorzugt bildet die erfindungsgemäße Steuervorrichtung eine Dämpfungs- und/oder Antriebsvorrichtung.

[0033] Der Triebstrang der Stelleinrichtung umfasst insbesondere alle Komponenten der Stelleinrichtung, mit welchen eine Bewegung, vorzugsweise eine Drehbewegung, zwischen dem Antrieb und der Aus-

gangsseite des Getriebes und/oder der Ausgangswelle des Getriebes und/oder der Ausgangswelle der Stelleinrichtung übertragbar ist oder übertragen wird. Bevorzugt umfasst der Triebstrang das Getriebe und/oder die Eingangswelle des Getriebes und/oder die Ausgangswelle des Getriebes und/oder die Antriebswelle und/oder die Ausgangswelle der Stelleinrichtung und/oder das Dämpfungsglied und/oder die Eingangswelle des Dämpfungsglieds und/oder die Ausgangswelle des Dämpfungsglieds und/oder den Impeller.

[0034] Die Erfindung betrifft ferner eine Windkraftanlage mit einer Tragstruktur, einem an der Tragstruktur um eine Gierachse drehbar gelagerten Maschinenträger und wenigstens einer Steuervorrichtung, die wenigstens eine zwischen die Tragstruktur und den Maschinenträger geschaltete und einen Antrieb und ein, insbesondere mit diesem gekoppeltes, Getriebe umfassende Stelleinrichtung und wenigstens eine Gierbremse aufweist, mittels welcher der Maschinenträger, insbesondere unverdrehbar, an der Tragstruktur festlegbar ist, wobei die Gierbremse zwischen dem Antrieb und dem Getriebe am Triebstrang der Stelleinrichtung angreift. Bei der Steuervorrichtung handelt es sich insbesondere um erfindungsgemäße Steuervorrichtungen, die gemäß allen in diesem Zusammenhang erläuterten Ausgestaltungen weitergebildet sein kann. Die Windkraftanlage kann ein Luv-Läufer oder ein Lee-Läufer sein. Bevorzugt handelt es sich bei der Windkraftanlage aber um einen Lee-Läufer.

[0035] Die Erfindung wird nachfolgend anhand einer bevorzugten Ausführungsform unter Bezugnahme auf die Zeichnung beschrieben. In der Zeichnung zeigen:

[0036] Fig. 1 eine schematische Seitenansicht einer Windkraftanlage,

[0037] Fig. 2 eine schematische Seitenansicht eines Maschinenträgers der Windkraftanlage nach Fig. 1 mit zwei Steuervorrichtungen gemäß einer Ausführungsform,

[0038] Fig. 3 eine der Steuervorrichtungen nach Fig. 2 in perspektivischer Ansicht,

[0039] Fig. 4 die Steuervorrichtung nach Fig. 3 in Seitenansicht,

[0040] Fig. 5 eine schematische Schnittansicht der Steuervorrichtung entlang der aus Fig. 4 ersichtlichen Schnittlinie A-A und

[0041] Fig. 6 eine schematische Schnittansicht der aus Fig. 5 ersichtlichen Bremseinrichtung.

[0042] Aus Fig. 1 ist eine schematische Seitenansicht einer Windkraftanlage **1** ersichtlich, die im Meer angeordnet und im Meeresboden **2** verankert ist. Der Wasserspiegel des Meeres ist schematisch angedeutet und mit dem Bezugszeichen **17** gekennzeichnet. Die Windkraftanlage **1** umfasst eine Tragstruktur **3** in Form eines Gitterturms, auf der ein Maschinenträger **4** über ein Azimutlager **5** um eine vertikale Gierachse **6** drehbar gelagert ist. Der Maschinenträger **4** trägt ein Maschinenhaus **7**, in dem ein elektrischer Generator **8** angeordnet ist. An dem Maschinenträger **4** ist ein Rotor **9** um eine Rotorachse **10** drehbar gelagert, die quer oder näherungsweise quer zur Gierachse **6** verläuft. Vorzugsweise ist die Rotorachse **10** aber geringfügig gegenüber der Horizontalen geneigt. Der Rotor **9** umfasst eine Rotornabe **12**, an der zwei Rotorblätter **13** und **14** um ihre jeweilige Blattachse **15** bzw. **16** drehbar gelagert sind, wobei die Blattachsen **15** und **16** quer oder näherungsweise quer zur Rotorachse **10** verlaufen. Die Rotornabe **12** ist drehstarr mit einer Rotorwelle (nicht gezeigt) verbunden, mittels welcher der Rotor **9** mit dem Generator **8** verbunden ist. Der Rotor **9** wird durch Wind **11** um seine Rotorachse **10** gedreht und treibt den Generator **8** an.

[0043] Aus Fig. 2 ist eine schematische Seitenansicht des Maschinenträgers **4** ersichtlich, an dem zwei Steuervorrichtungen **18** und **19** gemäß einer Ausführungsform der Erfindung befestigt sind. Die Steuervorrichtungen **18** und **19** sind gleichartig aufgebaut, wobei eine perspektivische Ansicht der Steuervorrichtung **18** aus Fig. 3 ersichtlich ist. Ferner ist eine Seitenansicht der Steuervorrichtung **18** aus Fig. 4 und eine schematische Schnittansicht der Steuervorrichtung **18** entlang der in Fig. 4 dargestellten Schnittlinie A-A aus Fig. 5 ersichtlich.

[0044] Die Steuervorrichtung **18** umfasst einen Elektromotor **20**, dessen Motorwelle **21** um eine Achse **54** drehbar und unter Zwischenschaltung eines Dämpfungsglieds in Form eines hydraulischen Dämpfers **28** und einer Bremseinrichtung **44** mit einer Eingangswelle **22** eines Getriebes **23** verbunden ist. Eine Ausgangswelle **24** des Getriebes **23** ist drehstarr mit einem Ritzel **25** verbunden, beispielsweise direkt oder unter Zwischenschaltung eines Kupplungsglieds. Alternativ kann die Ausgangswelle **24**, insbesondere unter Zwischenschaltung eines Kupplungsglieds, auch drehweich mit dem Ritzel **25** verbunden sein. Das Ritzel **25** kämmt mit einem Zahnkranz **26** (siehe Fig. 2), der starr mit der Tragstruktur **3** verbunden und im oberen Endbereich der Tragstruktur **3** vorgesehen ist. Die Motorwelle **21** ist mit ihrem dem Dämpfer **28** abgewandten Ende mit einer Motorbremse **27** verbunden, die wenigstens einen Elektromagneten **29** umfasst, mittels welchem die Bremse **27** gegen die Kraft einer Feder **39** im gelösten Zustand gehalten wird, solange ein ausreichend großer elektrischer Strom durch den Elektromagneten **29** fließt.

Bei Ausfall des Stroms nimmt die Bremse **27** automatisch ihren aus **Fig. 5** ersichtlichen bremsenden Zustand an und blockiert die Motorwelle **21** des Elektromotors **20**. Der Elektromotor **20** umfasst ein Motorgehäuse **31**, welches einen Ständer des Elektromotors **20** bildet und elektrische Ständerwicklungen **40** umfasst. Ferner umfasst die Motorwelle **21** elektrische Läuferwicklungen **41** und bildet einen Läufer des Elektromotors **20**. Ferner umfasst das Getriebe **23** ein Getriebegehäuse **32**, der Dämpfer **28** umfasst ein Dämpfergehäuse **33**, die Bremse **27** umfasst ein Bremsengehäuse **42** und die Bremseinrichtung **44** umfasst ein Gehäuse **43**. Gemäß der Ausführungsform ist der Elektromotor **20** ferner in einem ersten Außengehäuse **34** angeordnet, wobei die Bremse **27** in einem zweiten Außengehäuse **35** angeordnet ist. An dem ersten Außengehäuse **34** ist ein Lüfter **59** vorgesehen, mittels welchem der Elektromotor **20** gekühlt wird. Alternativ können die Außengehäuse **34** und **35** aber auch durch ein gemeinsames Außengehäuse gebildet sein oder entfallen. Bilden die Außengehäuse **34** und **35** ein gemeinsames Außengehäuse, so wird dieses insbesondere mit einem Lüfter belüftet. Ferner kann das Gehäuse **34** auch den Dämpfer **28** und ggf. die Bremseinrichtung **44** umfassen. Die Gehäuse **31**, **32**, **33**, **34**, **35**, **42** und **43** sind starr miteinander verbunden. Ferner sind diese Gehäuse starr mit dem Maschinenträger **4** verbunden.

[0045] Der Elektromotor **20** ist über eine Steuereinrichtung **36**, die einen Frequenzumrichter **37** umfasst, mit einem elektrischen Netz **38** verbunden. Das elektrische Netz **38** bildet eine Stromversorgung für die Steuereinrichtung **36** und den Elektromotor **20**. Ferner ist oder wird der Elektromagnet **29** aus dem elektrischen Netz **38** mit Strom versorgbar bzw. versorgt.

[0046] Ändert der Wind **11** seine Richtung, folgt der Maschinenträger **4** dieser Richtungsänderung und dreht sich um die Gierachse **6**. Da die Windkraftanlage **1** als Lee-Läufer ausgebildet ist, verhält sich der Maschinenträger **4** näherungsweise wie eine Windfahne. Insbesondere versucht sich der Maschinenträger **4** so auszurichten, dass die Rotorachse **10** in Windrichtung **11** ausgerichtet ist. Während dieser Drehung, die auch als Gieren bezeichnet wird, wird das Ritzel **25** gedreht, welches unter Zwischenschaltung des Getriebes **23**, der Bremseinrichtung **44** und des Dämpfers **28** die Motorwelle **21** dreht. Der Elektromotor **20** wird mittels der Steuereinrichtung **36** derart angesteuert, dass diese Drehbewegung gedämpft wird. Dies ist von Vorteil, da abrupte Windrichtungsänderungen zu starken Belastungen der Windkraftanlage **1** führen können. Ferner ist durch das Dämpfen ein Überschwingen des Maschinenträgers **4** vermeidbar oder zumindest reduzierbar. Die Steuereinrichtung **36** passt die Dämpfung dabei derart an, dass die Belastung der Windkraftanlage **1** möglichst gering gehalten wird. Der Elektromotor **20**, das Getriebe **23** und die Steuereinrichtung **36** bilden zusammen eine

Stelleinrichtung. Ferner können der Dämpfer **28** und/oder die Bremseinrichtung **44** der Stelleinrichtung zugerechnet werden.

[0047] Fällt das Netz **38** aus, so ist eine gesteuerte Dämpfung der Gierbewegung des Maschinenträgers **4** nicht mehr durch die Steuereinrichtung **36** im Zusammenwirken mit dem Elektromotor **20** erzielbar. Da aber auch der Elektromagnet **29** durch das Netz **38** versorgt wird, fällt bei einem Ausfall des Netzes **38** auch der Elektromagnet **29** aus, sodass die Motorwelle **21** automatisch durch die Bremse **27** blockiert wird. Eine Dämpfung einer insbesondere durch Wind hervorgerufenen Gierbewegung des Maschinenträgers **4** ist aber auch bei blockierter Motorwelle **21** noch durch den Dämpfer **28** sichergestellt. Zwar ist der Dämpfer **28** ein passiver Dämpfer, sodass die durch ihn bewirkte Dämpfung nicht immer optimal eingestellt werden kann, gleichwohl ist es mit dem Dämpfer **28** möglich, zu starke Belastungen der Windkraftanlage **1** und ein zu starkes Überschwingen des Maschinenträgers **4** in weiten Bereichen zu vermeiden.

[0048] Ist das Netz **38** wieder vorhanden, wird der Elektromagnet **29** bestromt und gibt die Motorwelle **21** wieder frei. Ferner nimmt die Steuereinrichtung **36** wieder ihren Betrieb auf und steuert die Dämpfung der Gierbewegungen des Maschinenträgers **4**.

[0049] Es ist aber auch bei vorhandener Stromversorgung **38** ein Blockieren der Motorwelle **21** mittels der Bremse **27** möglich, insbesondere indem der Elektromagnet **29** nicht mehr in ausreichendem Maße bestromt wird. Beispielsweise kann der Elektromagnet **29** hierzu durch einen schematisch dargestellten Schalter **53** von der Stromversorgung **38** getrennt werden. In diesem Fall wird der Elektromotor **20** bevorzugt nicht durch die Steuereinrichtung **36** angesteuert. Ein Blockieren der Motorwelle **21** bei vorhandener Stromversorgung ist z.B. dann sinnvoll, wenn der Maschinenträger **4** in einer bestimmten Stellung relativ zu der Tragstruktur **3** verharren soll. Eine Dämpfung einer insbesondere durch Wind hervorgerufenen Gierbewegung des Maschinenträgers **4** kann dann durch den Dämpfer **28** sichergestellt werden.

[0050] Wegen des Dämpfers **28** sind bei blockierter Motorwelle **21** aber noch Bewegungen des Maschinenträgers **4** um die Gierachse **6** möglich. In einigen Fällen kann es jedoch sinnvoll sein, auch diese Bewegungen zu unterbinden. Zu diesem Zweck ist die Bremseinrichtung **44** vorgesehen, mittels welcher der Maschinenträger **4**, insbesondere unverdrehbar, an der Tragstruktur **3** festlegbar ist. Die Bremseinrichtung **44** umfasst eine Gierbremse **30** und eine Welle **45**, an welcher die Gierbremse **30** angreift. Die Welle **45** ist zwischen eine Ausgangswelle **51** des Dämpfers **28** und die Eingangswelle **22** des Getriebes **23**

geschaltet und sowohl mit der Ausgangswelle **51** des Dämpfers **28** als auch mit der Eingangswelle **22** des Getriebes **23** drehstarr verbunden. Es ist aber auch möglich, dass die Welle **45** durch die Ausgangswelle **51** des Dämpfers **28** oder durch die Eingangswelle **22** des Getriebes **23** gebildet ist. Insbesondere ist es möglich, dass die Welle **45** und die Ausgangswelle **51** des Dämpfers **28** durch die Eingangswelle **22** des Getriebes **23** gebildet sind. Ferner ist eine Eingangswelle **50** des Dämpfers **28** drehstarr mit der Motorwelle **21** verbunden.

[0051] Eine vergrößerte Darstellung der Bremseinrichtung **44** ist aus **Fig. 6** ersichtlich. Die Gierbremse **30** umfasst eine drehstarr mit der Welle **45** verbundene Bremsscheibe **46**, einen am Gehäuse **43** bewegbar gelagerten Bremssattel **47** mit einem ersten Bremsbelag **48**, und einen hydraulischen Bremszylinder **49** mit Bremskolben **52**, an dem ein zweiter Bremsbelag **58** befestigt ist. Der Bremszylinder **49** umfasst eine Kammer **60**, in welche zum Betätigen der Gierbremse **30** Hydraulikflüssigkeit unter Druck eingebracht wird, sodass sich der Bremskolben **52** bewegt und den Bremsbelag **58** gegen eine Seite der Bremsscheibe **46** drückt. Dadurch wird auch der Bremssattel **47** bewegt und drückt den Bremsbelag **48** gegen die andere Seite der Bremsscheibe **46**. Die Gierbremse **30** ist hier als hydraulisch betätigte Schwimmsattelbremse ausgebildet, deren Bremsträger durch das Gehäuse **43** gebildet ist. Alternativ kann die Gierbremse aber auch elektrisch oder pneumatisch betätigt werden. Ferner kann die Gierbremse als Festsattelbremse ausgebildet sein. Auch ist es möglich, dass die Gierbremse mehrere Bremsscheiben umfasst.

[0052] Der Dämpfer **28** umfasst einen Impeller **55** mit einem drehstarr mit der Eingangswelle **50** des Dämpfers **28** verbundenen Impellergehäuse **56** und einem in diesem drehbaren Innenteil **57**, welches drehstarr mit der Ausgangswelle **51** des Dämpfers **28** verbunden ist. Ferner ist in das Impellergehäuse **56** eine Hydraulikflüssigkeit eingebracht. Bevorzugt umfasst der Dämpfer **28** ferner eine Bremse, mittels welcher das Impellergehäuse **56** bei Ausfall der Stromversorgung **38** automatisch blockierbar ist. Somit ist es möglich, die Dämpfungsfunktion des Dämpfers bei Ausfall der Stromversorgung **38** automatisch zu aktivieren. Die Bremse des Dämpfers **38** kann alternativ oder ergänzend zu der Bremse **27** vorgesehen sein.

[0053] Insbesondere sind wenigstens die beiden Steuervorrichtungen **18** und **19** vorhanden. Vorteilhaft sind aber auch noch zusätzliche Steuervorrichtungen vorhanden, sodass eine stärkere Dämpfung oder Bremskraft aufgebracht werden kann. Bevorzugt sind die Steuereinrichtungen **36** aller Steuervorrichtungen miteinander vernetzt, sodass, wenn eine stärkere Dämpfung oder Bremskraft erforderlich ist, zusätzliche Steuervorrichtungen zugeschaltet

werden können. Ist eine schwächere Dämpfung oder Bremskraft ausreichend, die beispielsweise mit lediglich einer oder zwei Steuervorrichtungen aufgebracht werden kann, können die zusätzlichen Steuervorrichtungen wieder deaktiviert werden.

Bezugszeichenliste

1	Windkraftanlage
2	Meeresboden
3	Tragstruktur
4	Maschinenträger
5	Azimutlager
6	Gierachse
7	Maschinenhaus
8	elektrischer Generator
9	Rotor
10	Rotorachse
11	Wind
12	Rotornabe
13	Rotorblatt
14	Rotorblatt
15	Blattachse
16	Blattachse
17	Wasserspiegel
18	Steuervorrichtung
19	Steuervorrichtung
20	Elektromotor
21	Motorwelle
22	Eingangswelle des Getriebes
23	Getriebe
24	Ausgangswelle des Getriebes
25	Ritzel
26	Zahnkranz
27	Motorbremse
28	Dämpfer
29	Elektromagnet
30	Gierbremse
31	Motorgehäuse
32	Getriebegehäuse
33	Dämpfergehäuse
34	erstes Außengehäuse
35	zweites Außengehäuse
36	Steuereinrichtung
37	Frequenzumrichter
38	elektrisches Netz / Stromversorgung
39	Feder der Motorbremse
40	Ständerwicklung
41	Läuferwicklung
42	Bremsengehäuse
43	Gehäuse der Bremseinrichtung
44	Bremseinrichtung
45	Welle der Bremseinrichtung
46	Bremsscheibe
47	Bremssattel
48	erster Bremsbelag
49	Bremszylinder
50	Eingangswelle des Dämpfers
51	Ausgangswelle des Dämpfers
52	Bremskolben

- 53 elektrischer Schalter
- 54 Achse
- 55 Impeller des Dämpfers
- 56 Impellergehäuse des Dämpfers
- 57 Innenteil des Dämpfers
- 58 zweiter Bremsbelag
- 59 Lüfter
- 60 Kammer des Bremszylinders

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 69703622 T2 [0002]

Patentansprüche

1. Steuervorrichtung für ein Giersystem einer Windkraftanlage, mit wenigstens einer zwischen einer Tragstruktur (3) und einer an der Tragsstruktur (3) um eine Gierachse (6) drehbar gelagerten Maschinenträger (4) geschalteten und einen Antrieb (20) und ein Getriebe (23) umfassenden Stelleinrichtung und wenigstens einer Gierbremse (30), mittels welcher der Maschinenträger (4) an der Tragstruktur (3) festlegbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gierbremse (30) zwischen dem Antrieb (20) und dem Getriebe (23) am Triebstrang der Stelleinrichtung angreift.

2. Steuervorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass mittels der Gierbremse (30) der Triebstrang oder ein das Getriebe (23) umfassender Teil dieses Triebstrangs blockierbar ist.

3. Steuervorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gierbremse (30) an einer Welle angreift, mittels welcher das Getriebe (23) mit dem den Antrieb (20) gekoppelt ist.

4. Steuervorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen dem Antrieb (20) und dem Getriebe (23) ein Dämpfungsglied (28) geschaltet ist, mittels welchem eine Drehbewegung des Maschinenträgers (4) relativ zu der Tragstruktur (3) um die Gierachse (6) dämpfbar ist, wobei die Gierbremse (30) zwischen dem Dämpfungsglied (28) und dem Getriebe (23) am Triebstrang der Stelleinrichtung angreift.

5. Steuervorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gierbremse (30) an einer Welle (45) angreift, mittels welcher das Getriebe (23) mit dem Dämpfungsglied (28) gekoppelt ist.

6. Steuervorrichtung nach Anspruch 3 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass mittels der Gierbremse (30) die Welle (45) blockierbar ist.

7. Steuervorrichtung nach Anspruch 3 oder 5 oder nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gierbremse (30) wenigstens eine mit der Welle (45) drehstarr verbundene Bremsscheibe (46) und wenigstens einen Bremskörper (58) umfasst, der gegen die Bremsscheibe (46) drückbar ist.

8. Steuervorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gierbremse (30) im betätigten Zustand eine Rutschkupplung bildet, die bei Erreichen oder Überschreiten eines Losbrechmoments eine Drehung des Maschinenträgers (4) relativ zu der Tragstruktur um die Gierachse (6) zulässt.

9. Steuervorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **gekennzeichnet** durch eine Antriebsbremse (27), mittels welcher der Antrieb (20) blockierbar ist.

10. Steuervorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei Ausfall der oder einer elektrischen Stromversorgung des Antriebs (20) der Antrieb (20) mittels der Antriebsbremse (27) automatisch blockierbar ist.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

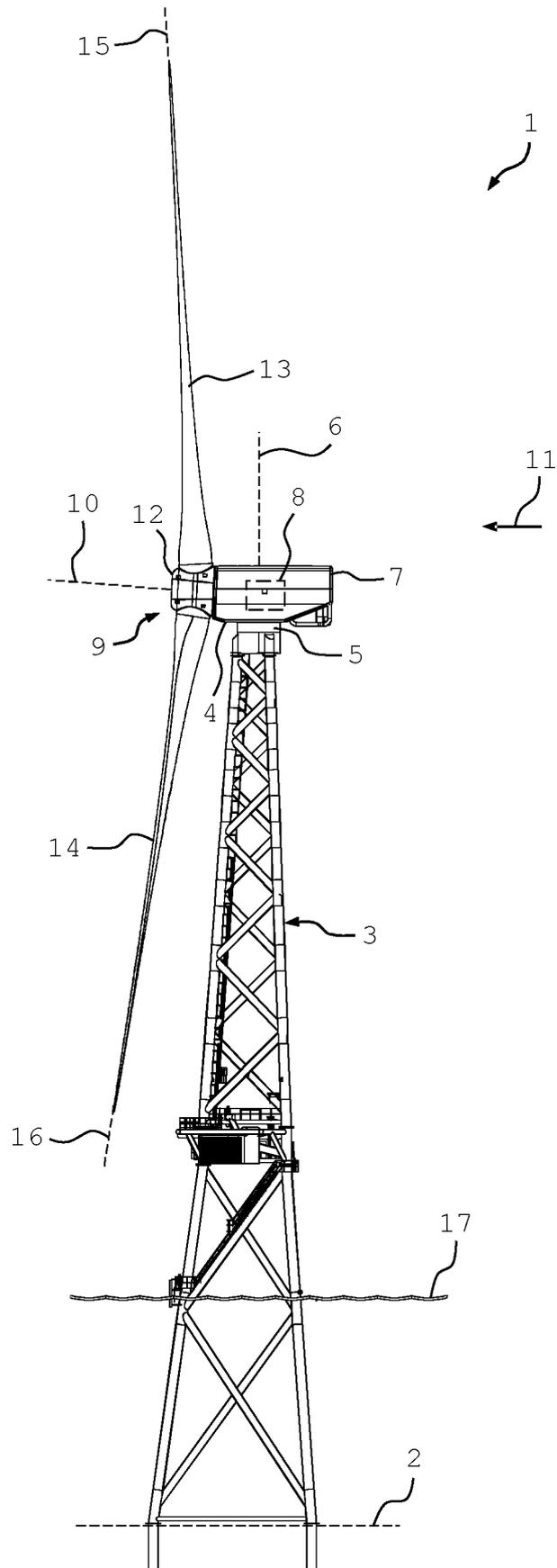


Fig. 1

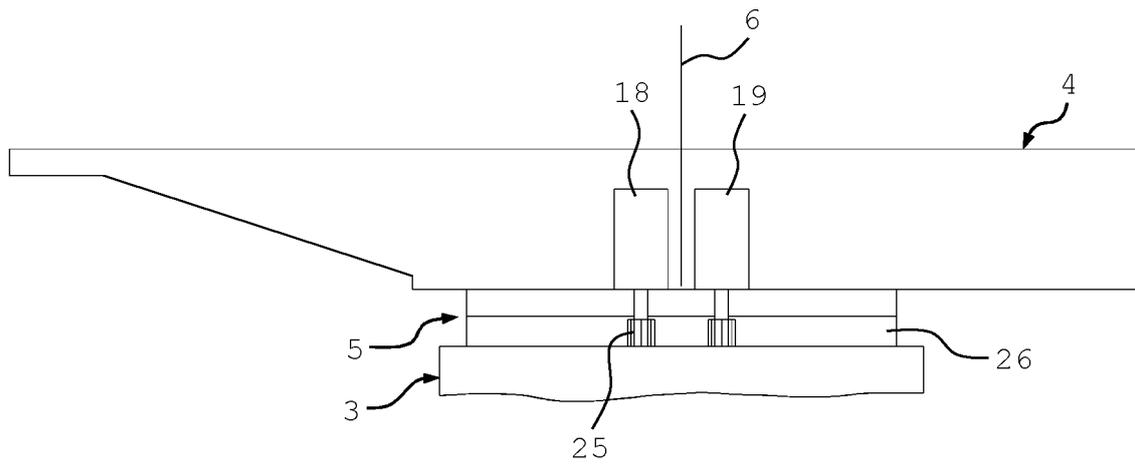


Fig. 2

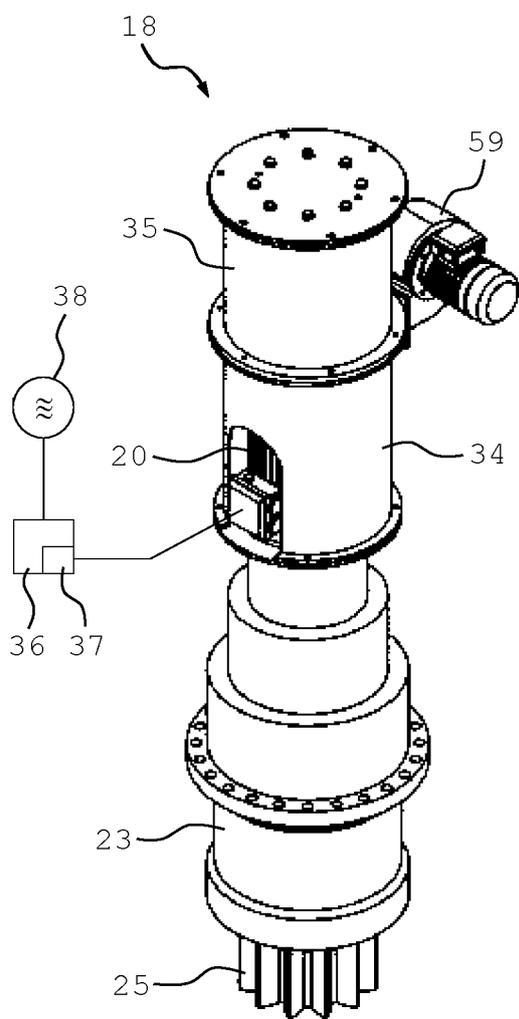


Fig. 3

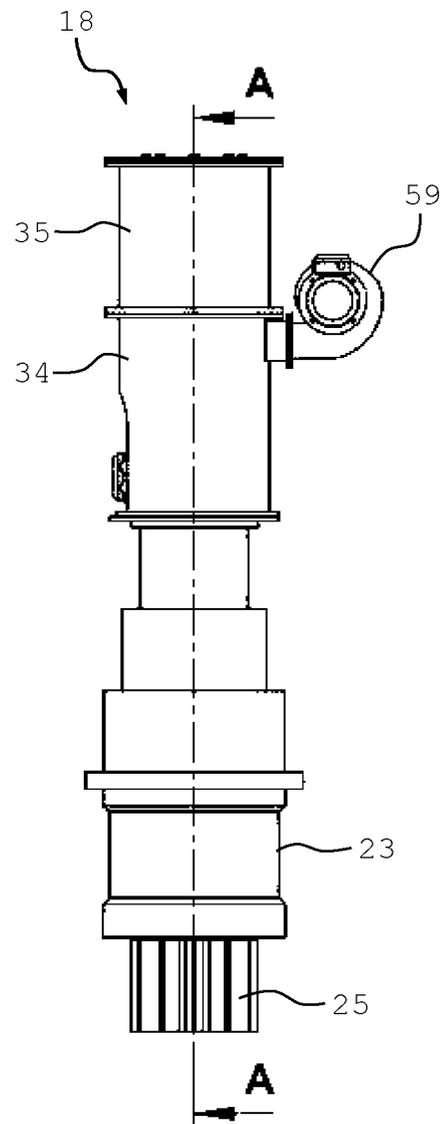


Fig. 4

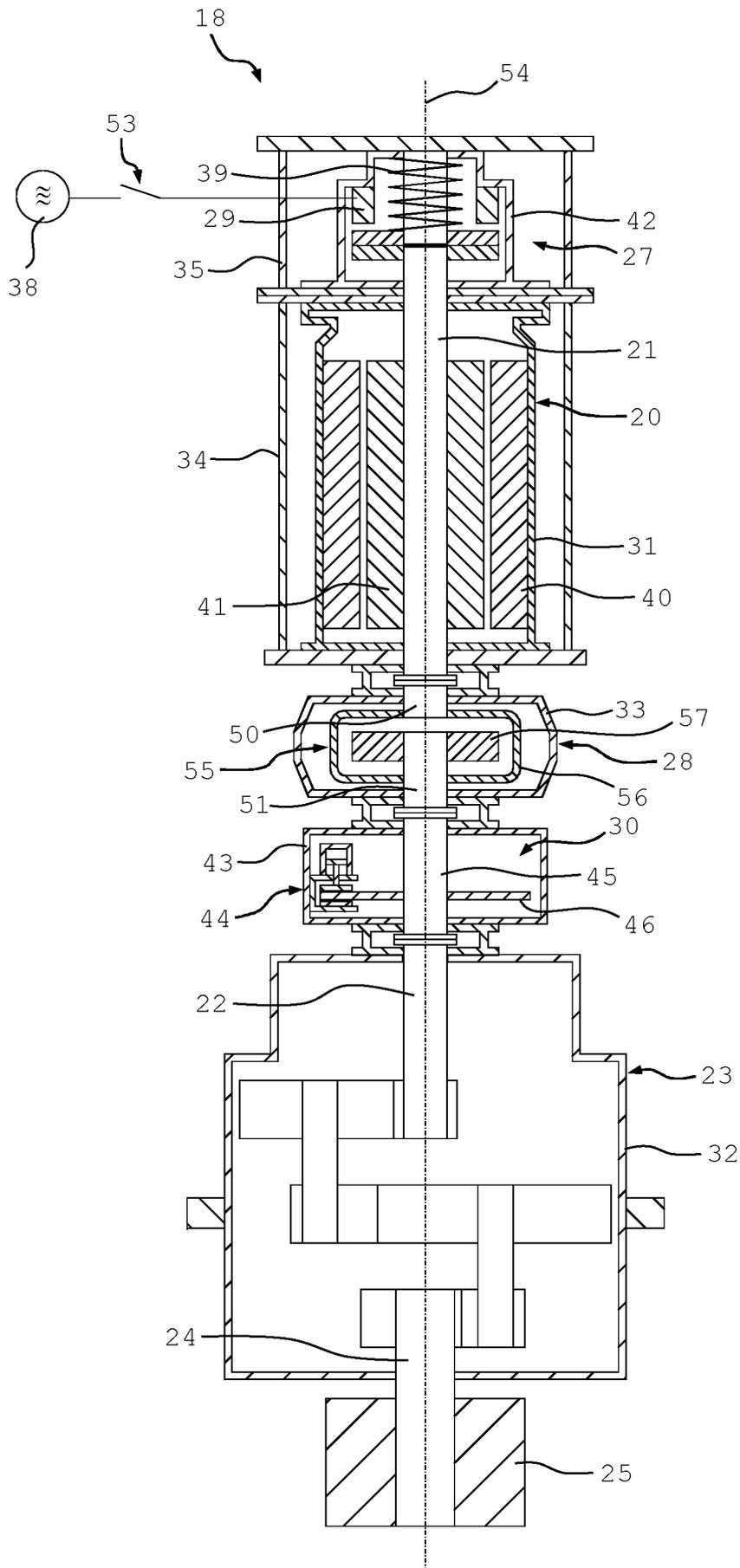


Fig. 5

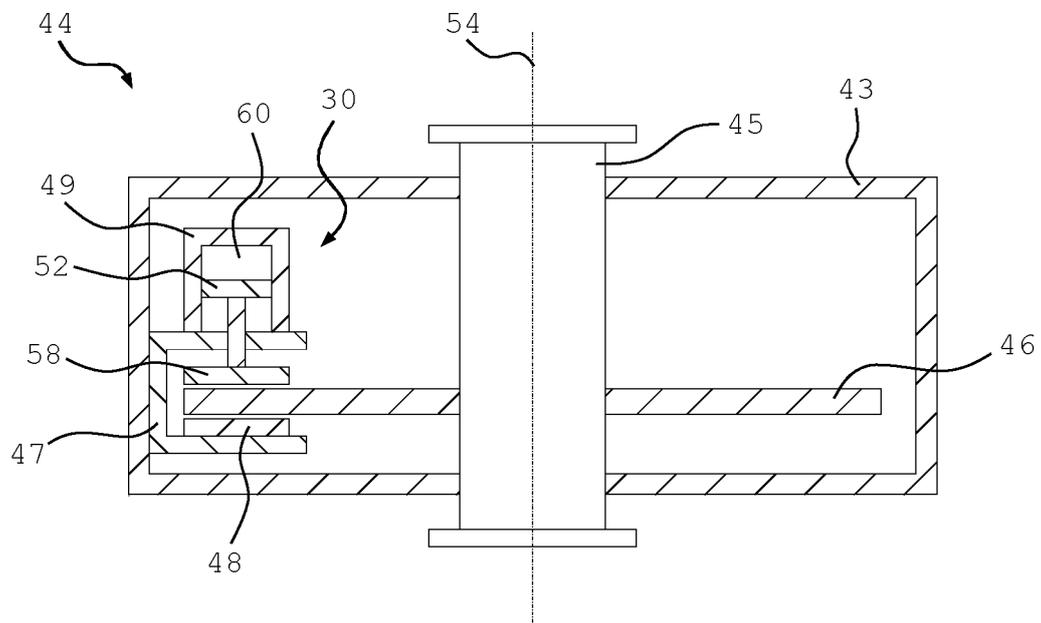


Fig. 6