



(11) **EP 4 354 468 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
17.04.2024 Patentblatt 2024/16

(21) Anmeldenummer: **23203483.5**

(22) Anmeldetag: **13.10.2023**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
H01C 1/014 (2006.01) G01P 5/10 (2006.01)
H01C 1/02 (2006.01) H01C 1/08 (2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
G01P 5/10; H01C 1/014; H01C 1/02; H01C 1/08

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Jovyatlas GmbH**
26844 Jemgum (DE)

(72) Erfinder: **Pastoor, Wolfgang**
26810 Westoverledingen (DE)

(74) Vertreter: **Grättinger Möhring von Poschinger**
Patentanwälte Partnerschaft mbB
Wittelsbacherstrasse 2b
82319 Starnberg (DE)

(30) Priorität: **13.10.2022 DE 102022126710**

(54) **LASTBANK**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Lastbank (1) zur Umwandlung von elektrischer Energie in thermische Energie umfassend einen Abwärmebereich (10), einen im Abwärmebereich (10) angeordneten Ventilator (14), der geeignet ist einen Luftstrom auszubilden, mindestens ein im Abwärmebereich (10) angeordnetes Heizelement (13), das vom Luftstrom unter Abgabe von thermischer Energie anströmbar ist, und ein im Abwärmebereich (10) angeordneter und vom Luftstrom anströmbarer als Windfahnsensor (16) ausgeführter Luftstromsensor. Der Luftstromsensor umfasst ein Gehäuse (18), ein beweglich am Gehäuse (18) gelagertes Windfahnenpaddel (20), einen am Gehäuse (18) angeordneten durch ein Magnetfeld betätigbaren REED-Schalter und einen am Windfahnenpaddel (20) angeordneten das Magnetfeld erzeugenden korrespondierenden Magneten. Das Windfahnenpaddel (20) ist durch eine Rückstellkraft in eine Ausgangsposition bringbar und bei ausreichend starker Anströmung durch den Luftstrom über eine Zwischenposition in eine Endposition bringbar, wobei sich der Abstand zwischen dem REED-Schalter und dem korrespondierenden Magneten in der Zwischenposition vom entsprechenden Abstand in der Ausgangsposition derart unterscheidet, dass der REED-Schalter in der Ausgangsposition einen ersten Schaltzustand aufweist und in der Zwischenposition einen zweiten Schaltzustand aufweist.

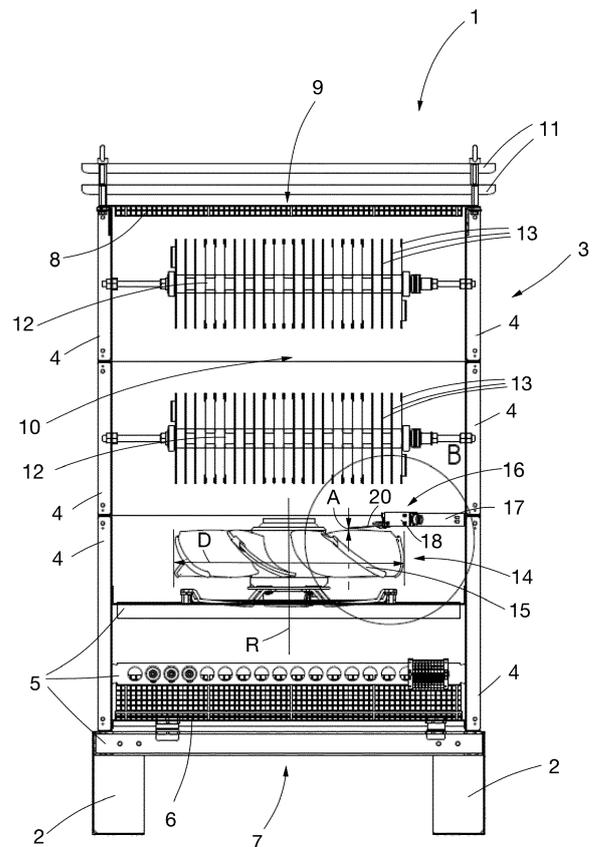


Fig. 1

EP 4 354 468 A2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Lastbank zur Umwandlung von elektrischer Energie in thermische Energie umfassend einen Abwärmebereich mit einem Lufteinlass und einem Luftauslass, einen im Abwärmebereich angeordneten Ventilator, der geeignet ist einen vom Lufteinlass zum Luftauslass gerichteten Luftstrom auszubilden und mindestens ein im Abwärmebereich angeordnetes Heizelement, das vom Luftstrom unter Abgabe von thermischer Energie anströmbar ist.

[0002] Derartige Lastbänke werden auch als Hochleistungswiderstände bezeichnet und weisen als Heizelemente typischerweise Heizwiderstände auf, in denen elektrische Energie in Wärme (thermische Energie) umgewandelt und dann mittels des Ventilators durch erzwungene Konvektion abgeführt wird, um eine Überhitzung der Heizelemente zu verhindern. Derartige Lastbänke mit konvektiver Wärmeabfuhr sind seit vielen Jahren bekannt und kommen für die verschiedensten Anwendungen zum Einsatz, beispielsweise als Bremswiderstände oder Lastbänke für die Generatoren-Prüfung.

[0003] Aus dem großen Fundus der Offenbarungen sei beispielhaft das Dokument DE 2020 12100521 U1 herausgegriffen, welches eine speziell an Windenergieanlagen angepasste Lastbank der eingangs beschriebenen Art beschreibt.

[0004] Bei Lastbanken mit konvektiver Wärmeabfuhr ist es der Betriebssicherheit zuträglich, wenn der Luftstrom daraufhin überwacht wird, ob er ausreichend stark ausgeprägt ist. Auf diese Weise kann beispielsweise sichergestellt werden, dass die Ventilatorumdrehzahl immer ausreichend groß ist, um die gewünschte Wärmeabfuhr zu erzielen. Ferner können mittels einer Luftstromüberwachung auch Defekte des Ventilators oder Störungen der Luftzufuhr (beispielsweise durch einen verdreckten oder durch eine angesaugte Plastikfolie verdeckten Lufteinlass) detektiert werden.

[0005] Hierzu werden typischerweise als Windfahnen-schalter ausgeführte Luftstromsensoren verwendet, die im Abwärmebereich vom Luftstrom anströmbar angeordnet sind.

[0006] Windfahnen-schalter weisen ein Gehäuse und ein beweglich (insbesondere drehbar) am Gehäuse gelagertes Windfahnenpaddel auf. Das Windfahnenpaddel ist derart angeordnet, dass es vom zu überwachenden Luftstrom angeströmt werden kann. Überschreitet der Luftstrom eine spezifische Strömungsgeschwindigkeit, wird das Windfahnenpaddel von einer Ausgangsposition vom Luftstrom gegen eine Rückstellkraft (kontinuierlich) über eine Zwischenposition in eine Endposition bewegt.

[0007] Das Windfahnenpaddel ist dabei typischerweise mit einem mechanisch arbeitenden Taster gekoppelt, der durch ausreichend großen Druck auf ein Bedienelement betätigt wird und nach Wegnahme des Drucks selbstständig in die Ausgangslage zurückkehrt. Befindet sich das Windfahnenpaddel nun in der Ausgangsposition, übt dieses keinen Druck auf das Bedienelement aus,

der Taster wird nicht betätigt und befindet sich in seinem ersten Schaltzustand. Befindet sich das Windfahnenpaddel hingegen in der Endposition, übt dieses einen ausreichend großen Druck auf das Bedienelement aus, wodurch der Taster betätigt und in seinen zweiten Schaltzustand versetzt wird. Die Endposition markiert dabei typischerweise einen mechanischen Anschlag des Windfahnenpaddels am Gehäuse des zugehörigen Windfahnen-schalters.

[0008] Auf diese Weise können aus den Schaltzuständen des Tasters Rückschlüsse darauf gezogen werden, ob der Luftstrom eine spezifische Strömungsgeschwindigkeit aufweist (oder nicht) und basierend darauf z.B. die Ventilatorumdrehzahl beeinflusst werden.

[0009] Vor diesem Hintergrund liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde eine Lastbank mit konvektiver Wärmeabfuhr mit verbesserter Praxistauglichkeit bereitzustellen, insbesondere bezogen auf Sicherheit, Langlebigkeit und Zuverlässigkeit.

[0010] Gelöst wird diese Aufgabe durch die Lastbank gemäß Anspruch 1. Die Lastbank zur Umwandlung von elektrischer Energie in thermische Energie umfasst hierzu

- einen Abwärmebereich mit einem Lufteinlass und einem Luftauslass,
- einen im Abwärmebereich angeordneten Ventilator, der geeignet ist einen vom Lufteinlass zum Luftauslass gerichteten Luftstrom auszubilden,
- mindestens ein im Abwärmebereich angeordnetes Heizelement, das vom Luftstrom unter Abgabe von thermischer Energie anströmbar ist, und
- ein im Abwärmebereich angeordneter und vom Luftstrom anströmbarer als Windfahnen-sensor ausgeführter Luftstromsensor.

[0011] Der Luftstromsensor umfasst dabei ein Gehäuse, ein beweglich am Gehäuse gelagertes Windfahnenpaddel, einen am Gehäuse (oder am Windfahnenpaddel) angeordneten durch ein Magnetfeld betätigbaren REED-Schalter und einen am Windfahnenpaddel (oder am Gehäuse) angeordneten das Magnetfeld erzeugenden korrespondierenden Magneten. Das Windfahnenpaddel ist durch eine Rückstellkraft, insbesondere durch eine Federkraft oder die Schwerkraft, in eine Ausgangsposition bringbar und bei ausreichend starker Anströmung durch den Luftstrom kontinuierlich über eine Zwischenposition in eine Endposition bringbar, wobei sich der Abstand zwischen dem REED-Schalter und dem korrespondierenden Magneten in der Zwischenposition vom entsprechenden Abstand in der Ausgangsposition derart unterscheidet, dass der REED-Schalter in der Ausgangsposition einen ersten Schaltzustand aufweist und in der Zwischenposition einen zweiten Schaltzustand aufweist.

[0012] Die Erfindung basiert dabei maßgeblich auf der Erkenntnis, dass sich bei Lastbanken mit konvektiver Wärmeabfuhr im Stand der Technik trotz konstanter Ventilatorumdrehzahl oftmals kein stationärer Zustand des

Windfahnenpaddels einstellt, sondern dieses zwischen der Endposition und einer Zwischenposition (oder der Anfangsposition) hin und her flattert (bzw. vibriert). Dieses Phänomen dürfte dabei insbesondere damit zusammenhängen, dass im Abwärmebereich der Lastbank relativ große Strömungsgeschwindigkeiten auftreten und in einem äußerst kompakten Bauraum viele scharfkantige Einbauten (z.B. Heizelemente) umströmt werden, so dass sich stark turbulente Strömungsverhältnisse ausbilden. Im Stand der Technik führt das (hochfrequente) Flattern bzw. Vibrieren des Windfahnenpaddels dazu, dass auch der Taster schnell und häufig zwischen beiden Schaltzuständen hin und her schaltet, da der Taster nur dann den zweiten Schaltzustand aufweist, wenn sich das Windfahnenpaddel in der Endposition befindet. Dies wiederum führt zu einem hohen Verschleiß des mechanisch arbeitenden Tasters. Darüber hinaus wird es durch das Flattern bzw. Vibrieren des Windfahnenpaddels und das hochfrequente Hin- und Herschalten der Schaltzustände erschwert, verlässliche und sinnvolle Rückschlüsse auf den Zustand des Luftstroms zu ziehen.

[0013] Vor diesem Hintergrund haben die Erfinder erkannt, dass durch das synergetische Zusammenspiel der erfindungsgemäßen Merkmale eine Lastbank bereitgestellt werden kann, die in mehrfacher Hinsicht über eine verbesserte Praxistauglichkeit verfügt:

Denn durch die Verwendung des Windfahnenpaddels mit REED-Schalter im Abwärmebereich der Lastbank gemäß der vorliegenden Erfindung kann erreicht werden, dass trotz Flattern (bzw. Vibrieren) des Windfahnenpaddels ein hochfrequentes Hin- und Herschalten der Schaltzustände verhindert wird. Dass dies gelingt, hängt mit den charakteristischen Eigenarten des REED-Schalters zusammen, die hier in der konkreten Anwendung der erfindungsgemäßen Lastbank zur Entfaltung kommen.

[0014] Ein REED-Schalter umfasst typischerweise zwei ferromagnetische Schaltungen, die hermetisch dicht verschlossen in ein Glasröhrchen eingeschmolzen sind. Die Schaltungen überlappen sich dabei und haben typischerweise einen Abstand von einigen Mikrometern bis ca. 1 mm zueinander. Gelangt der REED-Schalter in den Einflussbereich eines ausreichend starken und passend orientierten Magnetfeldes, bewegen sich die beiden Schaltungen gegen deren Federwirkung aufeinander zu und der Schalter schließt (dies gilt für als Schließer (normally open) ausgeführte REED-Schalter). Das zum Öffnen zu unterschreitende Magnetfeld ist dabei typischerweise wesentlich schwächer als das zum Schließen des Schalters benötigte Magnetfeld.

[0015] Der Magnet und der REED-Schalter sind im Rahmen der vorliegenden Erfindung dabei derart aufeinander abgestimmt, dass der REED-Schalter bereits für ein in der Zwischenposition befindliches Windfahnenpaddel den zweiten Schaltzustand aufweist; das Windfahnenpaddel muss also nicht wie im Stand der Technik üblich in die Endposition versetzt werden, damit der Schalter den zweiten Schaltzustand einnimmt (aufweist).

Auf diese Weise wird ermöglicht, dass das Windfahnenpaddel zwischen der Zwischenposition und der Endposition hin und her flattern (bzw. vibrieren) kann, ohne dass sich der Schaltzustand des REED-Schalters ändert.

[0016] Dieser erfindungsgemäße Ansatz stellt eine fundamentale Abkehr vom Stand der Technik dar, da dort oftmals mit Strömungsleitblechen oder durch Vorsehen von Strömungsberuhigungsstrecken versucht wird, das hochfrequente Hin- und Herschalten der Schaltzustände zu vermindern, indem das Flattern (bzw. Vibrieren) des Windfahnenpaddels unterbunden wird.

[0017] Auf diese Weise kann durch die Erfindung eine Lastbank bereitgestellt werden, bei der der Schalterverschleiß reduziert und somit die Langlebigkeit und die Zuverlässigkeit erhöht wird. Ferner kann das hochfrequente Hin- und Herschalten der Schaltzustände verhindert und somit die Zuverlässigkeit der Luftstromüberwachung erhöht werden.

[0018] Durch die Formulierung, dass der REED-Schalter am Gehäuse oder Windfahnenpaddel bzw. der Magnet am Windfahnenpaddel oder am Gehäuse angeordnet ist, soll zum Ausdruck kommen, dass - von den beiden zusammenwirkenden Komponenten REED-Schalter und Magnet - eine der beiden Komponenten am Gehäuse und die andere Komponente am Windfahnenpaddel angeordnet ist. Ist der REED-Schalter also am Gehäuse angeordnet, dann ist der Magnet am Windfahnenpaddel angeordnet. Ist der REED-Schalter hingegen am Windfahnenpaddel angeordnet, so ist der Magnet am Gehäuse angeordnet.

[0019] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung lässt sich eine besonders kompakte Lastbank realisieren, wenn der Ventilator als Axialventilator ausgeführt ist und einen Rotor mit einem Rotordurchmesser und einer Rotorachse aufweist.

[0020] In besonders vorteilhafter Weise ist der Abstand zwischen dem Windfahnenpaddel in der Ausgangsposition und dem Rotor in Richtung der Rotorachse geringer als der Rotordurchmesser, insbesondere geringer als der halbe Rotordurchmesser, insbesondere geringer als ein Viertel des Rotordurchmessers. Auf diese Weise lässt sich eine besonders kompakte Lastbank realisieren. Die Ventilator-nahe Positionierung des Windfahnenpaddels bei gleichzeitig hoher Zuverlässigkeit der Luftstromzustandserfassung wird dabei durch das erfindungsgemäße Zusammenspiel der einzelnen Merkmale erst ermöglicht.

[0021] Der Abstand zwischen dem Windfahnenpaddel in der Ausgangsposition und dem Rotor in Richtung der Rotorachse ist dabei definiert als die geringste Entfernung zwischen dem Windfahnenpaddel in der Ausgangsposition und dem Rotor in Richtung der Rotorachse.

[0022] Eine besonders zuverlässige Erfassung des Luftstromzustands lässt sich realisieren, wenn der Luftstromsensor luftstromabwärts vom Ventilator angeordnet ist (insbesondere, wenn der Luftstrom vertikal nach oben orientiert ist). Alternativ kann es in besonderen Ein-

bausituationen vorteilhaft sein, wenn der Luftstromsensor luftstromaufwärts vom Ventilator angeordnet ist (insbesondere, wenn der Luftstrom horizontal orientiert ist).

[0023] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist in vorteilhafterweise das mindestens eine Heizelement luftstromabwärts vom Ventilator angeordnet. Alternativ kann es in gewissen Einbausituationen von Vorteil sein, wenn das mindestens eine Heizelement luftstromaufwärts vom Ventilator angeordnet ist.

[0024] Gemäß zweier vorteilhafter Ausführungsformen der Erfindung ist der REED-Schalter entweder als Schließer (normally open) oder als Öffner (normally close) ausgeführt.

[0025] Eine besonders einfache, zuverlässige und energieeffiziente Lastbank lässt sich realisieren, wenn der Magnet als Permanentmagnet ausgeführt ist.

[0026] Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lastbank sieht vor, dass der REED-Schalter am Gehäuse des Luftstromsensors angeordnet ist und der korrespondierende Magnet am Windfahnenpaddel des Luftstromsensors angeordnet ist. Auf diese Weise muss durch die Anordnung des als Permanentmagnet ausgeführten Magnets am Windfahnenpaddel der bewegliche Teil des Luftstromsensors (also das Windfahnenpaddel) nicht mit elektrischen Leitungen erschlossen werden, was ein einfaches und zuverlässiges Design ermöglicht.

[0027] Besonders vorteilhafter Weise weist ferner der Luftstromsensor eine unbeweglich mit dem Gehäuse verbundene Ablagevorrichtung auf, auf der das Windfahnenpaddel in seiner Ausgangsposition aufliegt.

[0028] Ein besonders robuster und einfacher Luftstromsensor lässt sich realisieren, wenn das Windfahnenpaddel drehbar (insbesondere mittels eines Scharniers) am Gehäuse gelagert ist.

[0029] Dabei ist in ganz besonders vorteilhafter Weise das Windfahnenpaddel in der Zwischenposition mindestens um 15°, insbesondere mindestens um 20°, 25° oder 30°, gegenüber der Ausgangsposition gedreht. Wenn das Windfahnenpaddel dann noch gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform in der Endposition um 35° gegenüber der Ausgangsposition gedreht ist, kann das Windfahnenpaddel in einem Winkelbereich von 20° (bzw. 15°, 10° oder 5°) zwischen der Zwischenposition und der Endposition hin und her flattern, ohne dass der REED-Schalter den zweiten Schaltzustand verlässt.

[0030] Gemäß einer weiteren ganz besonders bevorzugten Ausführungsform der Lastbank ist das Windfahnenpaddel in der Endposition mindestens 5°, insbesondere mindestens 10°, 20° oder 30°, gegenüber der Zwischenposition gedreht. Das Windfahnenpaddel kann also in dem zwischen der Zwischenposition und der Endposition aufgespannten Bereich hin und her flattern (vibrieren), ohne dass sich der Schaltzustand des REED-Schalters verändert.

[0031] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt

Fig. 1

eine erfindungsgemäße Lastbank in einer Schnittansicht,

Fig. 2

einen vergrößerten Ausschnitt aus Figur 1,

5 Fig. 3

den Windfahnenpaddel gemäß den Figuren 1 und 2 in einer perspektivischen Schrägansicht in der Ausgangsposition,

Fig. 4A bis 4C

den Windfahnenpaddel gemäß Figur 3 in einer Seitenansicht mit dem Windfahnenpaddel in der Ausgangsposition (Fig. 4A), der Zwischenposition (Fig. 4B) und der Endposition (Fig. 4C).

15

[0032] Zunächst soll Bezug nehmend auf die Figuren 1 und 2 der generelle Aufbau der Lastbank erläutert werden, bevor spezifische Details mit Verweis auf die Figuren 3 bis 4C ausgeführt werden.

20

[0033] Die Figuren 1 und 2 zeigen jeweils eine Lastbank 1 bzw. einen Ausschnitt daraus in einer Schnittansicht. Die Lastbank 1 weist einen auf Standfüßen 2 ruhenden Gehäusekorpus 3 auf, der mehrere seitliche Gehäusekorpussegmente 4 aufweist. Zwischen den seitlichen Gehäusekorpussegmenten 4 erstrecken sich Stütztraversen 5.

25

[0034] Eine mit einem ersten Gitter 6 versehene Öffnung auf der Unterseite des Gehäusekorpus' 3 dient als Lufteinlass 7, eine mit einem zweiten Gitter 8 versehene Öffnung auf der Oberseite des Gehäusekorpus' 3 als Luftauslass 9. Zwischen dem Lufteinlass 7 und dem Luftauslass 9 erstreckt sich ein Abwärmebereich 10. Oberhalb des Luftauslass' 9 befinden sich zwei Abdeck- und Leitbleche 11.

30

[0035] Im Abwärmebereich 10 sind zwei Heizmodule 12 übereinander angeordnet und mit jeweils zwei Gehäusekorpussegmenten 4 verschraubt. Die Heizmodule 12 umfassen jeweils eine Vielzahl von als Heizplatten ausgeführten Heizelementen 13, mittels derer elektrische Energie in thermische Energie umwandelbar ist. Ein luftstromaufwärts von den Heizmodulen 12 im Abwärmebereich 10 angeordneter (auf einer Stütztraverse 5 abgestützter) Ventilator 14 ist dazu eingerichtet einen vom Lufteinlass 7 zum Luftauslass 9 gerichteten Luftstrom auszubilden, der die Heizelemente 13 unter Abgabe von thermischer Energie anströmt. Der Ventilator 14 ist dabei als Axialventilator mit einem Rotor 15, einem Rotordurchmesser D und einer Rotorachse R ausgeführt. Zwischen dem Ventilator 14 und den Heizmodulen 12 ist im Abwärmebereich 10 ein vom Luftstrom anströmbarer als Windfahnenpaddel 16 ausgeführter Luftstromsensor angeordnet und mittels einer Sensorhalterung 17 mit dem Gehäuse 3 verschraubt.

40

45

50

55

[0036] Wie insbesondere in den Figuren 3 bis 4C ersichtlich ist, weist der Windfahnenpaddel 16 ein Gehäuse 18 und ein mittels eines Scharniers 19 drehbar beweglich am Gehäuse 18 gelagertes Windfahnenpaddel 20 auf. Der Abstand A zwischen dem Windfahnenpaddel 20 (in

der in den Figuren 1 und 2 dargestellten Ausgangsposition) und dem Rotor 15 in Richtung der Rotorachse R ist geringer als ein Viertel des Rotordurchmessers D.

[0037] Das Gehäuse 18 umfasst einen elektrischen Anschluss 21, mittels dem der Windfahnsensor 16 mit einer (nicht dargestellten) Steuereinheit der Lastbank 1 verbunden ist. Am Gehäuse 18 ist ferner ein als Schließer ausgeführter durch ein Magnetfeld betätigbarer REED-Schalter 22 angeordnet, der einen ersten und einen zweiten Schaltzustand annehmen kann. Im ersten Schaltzustand kann kein Strom durch den REED-Schalter 22 fließen. Wirkt auf den REED-Schalter 22 jedoch ein ausreichend starkes und passend orientiertes Magnetfeld, werden zwei im REED-Schalter 22 angeordnete Schaltzungen gegen deren Federkraft aufeinandergedrückt, wodurch der REED-Schalter 22 betätigt und der zweite Schaltzustand eingenommen wird, in dem Strom durch den REED-Schalter fließen kann.

[0038] An der Unterseite weist das Gehäuse 18 eine hervorstehende, (gegenüber dem Gehäuse 18) unbewegliche Ablagevorrichtung 23 auf (vgl. Figuren 4A bis 4C). Auf der in den Figuren 4A bis 4C sichtbaren Seite des Gehäuses 18 befinden sich Schrauben 18S, die eine Befestigung des Windfahnsensors 16 an der Sensorhalterung 17 ermöglichen.

[0039] Am Windfahnenpaddel 20 ist ein das Magnetfeld erzeugender korrespondierender (Permanent-)Magnet 24 angeordnet und mit dem Windfahnenpaddel 20 fest verbunden.

[0040] Die Figuren 4A bis 4C zeigen den Windfahnsensor 16 gemäß Figur 3 jeweils mit unterschiedlichen Positionen des Windfahnenpaddels 20. Zur Verdeutlichung der unterschiedlichen Positionen des Windfahnenpaddels 20 ist in den Figuren 4A bis 4C eine Horizontale H eingezeichnet.

[0041] Gemäß der Figur 4A befindet sich das Windfahnenpaddel 20 in der Ausgangsposition und liegt in dieser auf der Ablagevorrichtung 23 auf. Der Abstand zwischen dem REED-Schalter 22 und dem Magneten 24 beträgt in der Ausgangsposition a_A , die Horizontale H schließt mit dem Windfahnenpaddel 20 einen (negativen) Winkel von w_A ein, der etwa -5° beträgt.

[0042] Figur 4B zeigt den Windfahnsensor 16 mit dem Windfahnenpaddel 20 in der Zwischenposition. Das Windfahnenpaddel 20 liegt in dieser Zwischenposition weder auf der Ablagevorrichtung 23 auf, noch liegt der Magnet 24 am REED-Schalter 22 an. Der Abstand zwischen dem REED-Schalter 22 und dem Magneten 24 beträgt in der Zwischenposition a_Z , die Horizontale H schließt mit dem Windfahnenpaddel 20 einen (positiven) Winkel von w_Z ein, der etwa 25° beträgt.

[0043] Figur 4C zeigt den Windfahnsensor 16 mit dem Windfahnenpaddel 20 in der Endposition. Der Magnet 24 liegt am REED-Schalter 22 an. Der Abstand zwischen dem REED-Schalter 22 und dem Magneten 24 beträgt in der Endposition a_E , die Horizontale H schließt mit dem Windfahnenpaddel 20 einen (positiven) Winkel von w_E ein, der etwa 30° beträgt.

[0044] Ausgehend von der Ausgangsposition gemäß Figur 4A wird das Windfahnenpaddel 20 bei ausreichend starker Anströmung durch den Luftstrom um die Drehachse des Scharniers 19 in die Zwischenposition gemäß Figur 4B gedreht. In der Zwischenposition ist das Windfahnenpaddel 20 um den Winkel $w_A + w_Z$, also um etwa 30° , gegenüber der Ausgangsposition gedreht.

[0045] Das Windfahnenpaddel 20 kann dabei über die Zwischenposition hinaus um die Drehachse des Scharniers 19 in die Endposition gemäß Figur 4C gedreht werden, in der der Magnet 24 am REED-Schalter 22 anliegt. Der Magnet 24 und der REED-Schalter 22 bilden damit einen mechanischen Anschlag aus, durch den die Endposition des Windfahnenpaddels 20 definiert wird. In der Endposition ist das Windfahnenpaddel 20 um den Winkel $w_A + w_E$, also in etwa um 35° , gegenüber der Ausgangsposition gedreht. In der Endposition (gemäß Figur 4C) ist das Windfahnenpaddel 20 um den Winkel $w_E - w_Z$, also in etwa um 5° , gegenüber der Zwischenposition (gemäß Figur 4B) gedreht.

[0046] Die Schwerkraft fungiert dabei als Rückstellkraft, die das Windfahnenpaddel 20 aus der Endposition bzw. der Zwischenposition zurück in die Ausgangsposition bringen kann.

[0047] Befindet sich das Windfahnenpaddel 20 in der in den Figuren 1 bis 4A dargestellten Ausgangsposition, so ist der Abstand a_A zwischen dem REED-Schalter 22 und dem Magneten 24 relativ groß und der Einfluss des Magnetfelds des (Permanent-)Magneten 24 auf den REED-Schalter 22 derart klein, dass sich dieser im ersten Schaltzustand befindet; auf den REED-Schalter 22 wirkt also kein ausreichend starkes Magnetfeld. Wird das Windfahnenpaddel 20 nun bedingt durch eine entsprechende Anströmung durch den Luftstrom gegen die als Rückstellkraft wirkende Schwerkraft um die Drehachse des Scharniers 19 in die Zwischenposition gemäß Figur 4B gedreht, verringert sich der Abstand a_Z zwischen dem Permanentmagnet 24 und dem REED-Schalter 22. Dies hat zur Folge, dass die Stärke des auf den REED-Schalter 22 wirkenden Magnetfelds des Permanentmagneten 24 erhöht wird. Das auf den REED-Schalter 22 wirkende Magnetfeld des Permanentmagneten 24 ist in der Zwischenposition (des Windfahnenpaddels 20) dabei ausreichend stark, dass der REED-Schalter 22 betätigt und der zweite Schaltzustand eingenommen wird. Das Windfahnenpaddel 20 kann nun zwischen der Zwischenposition und der Endposition (gemäß Figur 4C) beliebig hin und her bewegt werden (flattern bzw. vibrieren), ohne dass sich der Schaltzustand ändert.

Patentansprüche

1. Lastbank (1) zur Umwandlung von elektrischer Energie in thermische Energie umfassend
 - einen Abwärmebereich (10) mit einem Lufteinlass (7) und einem Luftauslass (9),

- einen im Abwärmebereich (10) angeordneten Ventilator (14), der geeignet ist einen vom Lufteinlass (7) zum Luftauslass (9) gerichteten Luftstrom auszubilden,
- mindestens ein im Abwärmebereich (10) angeordnetes Heizelement (13), das vom Luftstrom unter Abgabe von thermischer Energie anströmbar ist, und
- ein im Abwärmebereich (10) angeordneter und vom Luftstrom anströmbarer als Windfahnen-sensor (16) ausgeführter Luftstromsensor,

wobei

- der Luftstromsensor umfasst ein Gehäuse (18), ein beweglich am Gehäuse (18) gelagertes Windfahnenpaddel (20), einen am Gehäuse (18) oder am Windfahnenpaddel (20) angeordneten durch ein Magnetfeld betätigbaren REED-Schalter (22) und einen am Windfahnenpaddel (20) oder am Gehäuse (18) angeordneten das Magnetfeld erzeugenden korrespondierenden Magneten (24),
 - das Windfahnenpaddel (20) durch eine Rückstellkraft, insbesondere durch eine Federkraft oder die Schwerkraft, in eine Ausgangsposition bringbar und bei ausreichend starker Anströmung durch den Luftstrom kontinuierlich über eine Zwischenposition in eine Endposition bringbar ist, und
 - sich der Abstand (a_Z) zwischen dem REED-Schalter und dem korrespondierenden Magnet in der Zwischenposition vom entsprechenden Abstand in der Ausgangsposition (a_A) derart unterscheidet, dass der REED-Schalter (22) in der Ausgangsposition einen ersten Schaltzustand aufweist und in der Zwischenposition einen zweiten Schaltzustand aufweist.
2. Lastbank (1) nach Anspruch 1, wobei der Ventilator (14) als Axialventilator ausgeführt ist und einen Rotor (15) mit einem Rotordurchmesser (D) und einer Rotorachse (R) aufweist. 40
 3. Lastbank (1) nach Anspruch 2, wobei der Abstand (A) zwischen dem Windfahnenpaddel (20) in der Ausgangsposition und dem Rotor (15) in Richtung der Rotorachse (R) geringer ist als der Rotordurchmesser (D), insbesondere geringer ist als der halbe Rotordurchmesser (D), insbesondere geringer ist als ein Viertel des Rotordurchmessers (D). 45
50
 4. Lastbank (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Luftstromsensor luftstromabwärts oder luftstromaufwärts vom Ventilator (15) angeordnet ist. 55
 5. Lastbank (1) nach einem der vorhergehenden An-

sprüche, wobei das mindestens eine Heizelement (13) luftstromabwärts oder luftstromaufwärts vom Ventilator (15) angeordnet ist.

- 5 6. Lastbank (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der REED-Schalter (22) als Schließer oder als Öffner ausgeführt ist.
- 10 7. Lastbank (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Magnet (24) als Permanentmagnet ausgeführt ist.
- 15 8. Lastbank (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der REED-Schalter (22) am Gehäuse (18) des Luftstromsensors angeordnet ist und der korrespondierende Magnet (24) am Windfahnenpaddel (20) des Luftstromsensors angeordnet ist.
- 20 9. Lastbank (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Luftstromsensor eine unbeweglich mit dem Gehäuse (18) verbundenen Ablagevorrichtung (24) aufweist, auf der das Windfahnenpaddel (20) in seiner Ausgangsposition aufliegt.
- 25 10. Lastbank (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Windfahnenpaddel (20) drehbar am Gehäuse (18) gelagertes ist.
- 30 11. Lastbank (1) nach Anspruch 10, wobei das Windfahnenpaddel (20) in der Zwischenposition mindestens um 15° , insbesondere mindestens um 20° , 25° oder 30° , gegenüber der Ausgangsposition gedreht ist.
- 35 12. Lastbank (1) nach Anspruch 10 oder 11, wobei das Windfahnenpaddel (20) in der Endposition mindestens 5° , insbesondere mindestens 10° , 20° oder 30° , gegenüber der Zwischenposition gedreht ist.

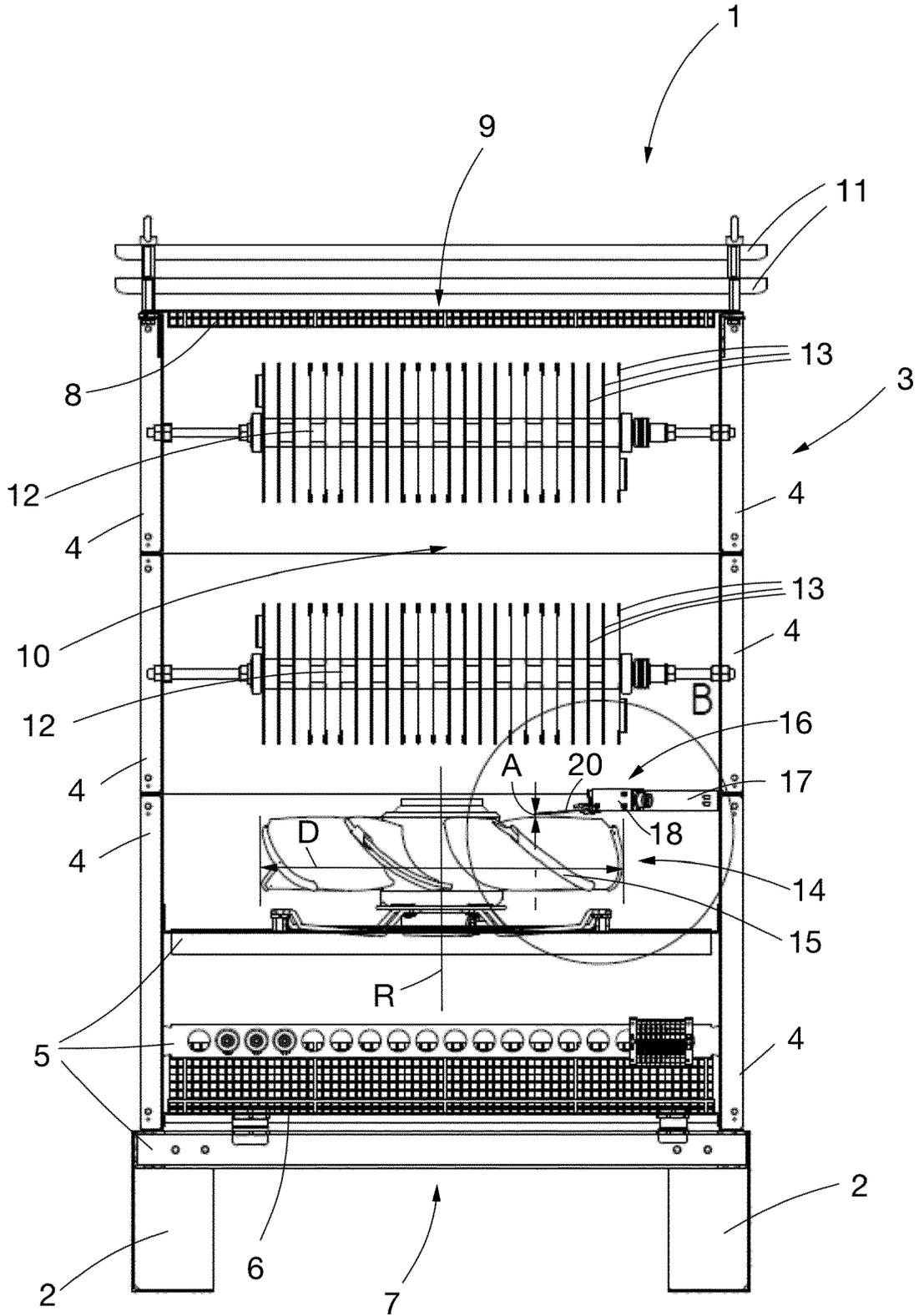


Fig. 1

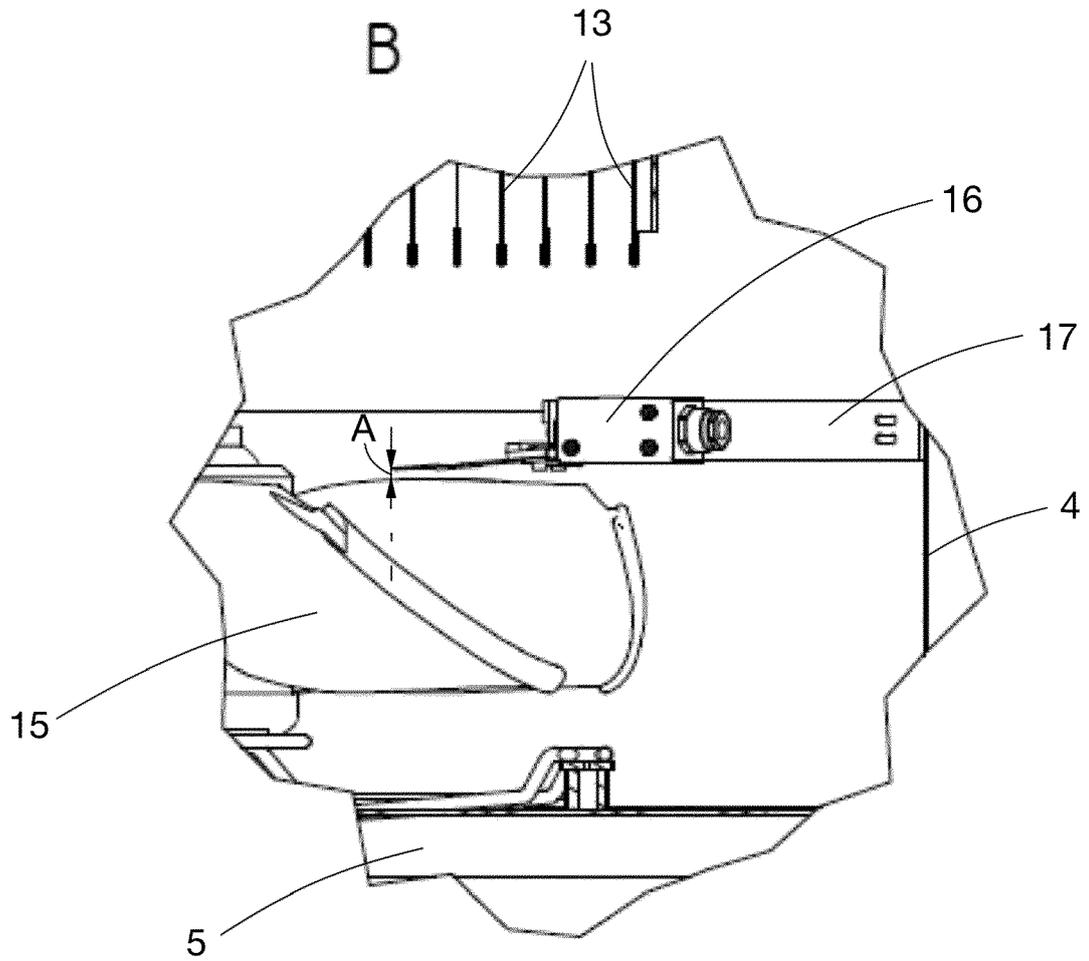


Fig. 2

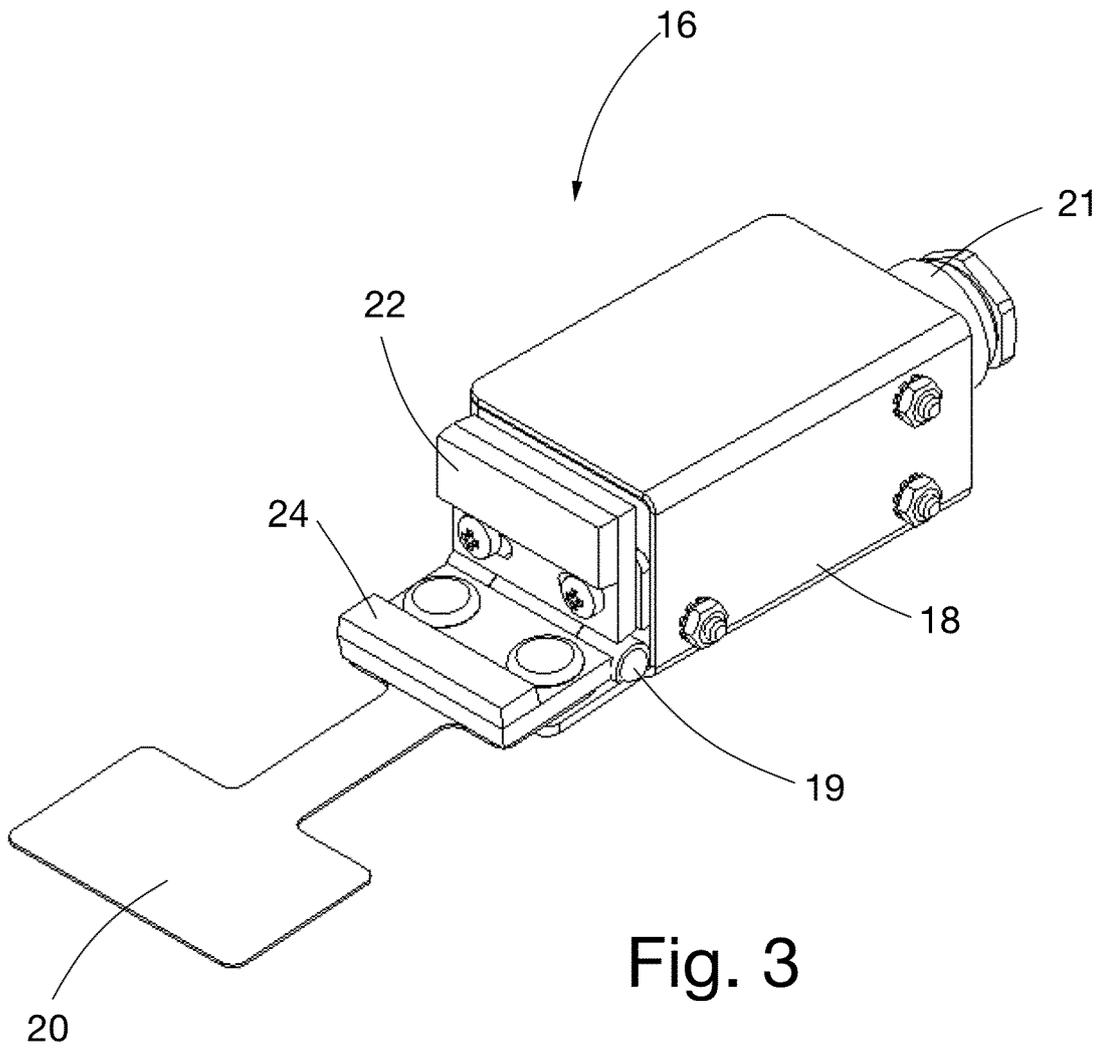


Fig. 3

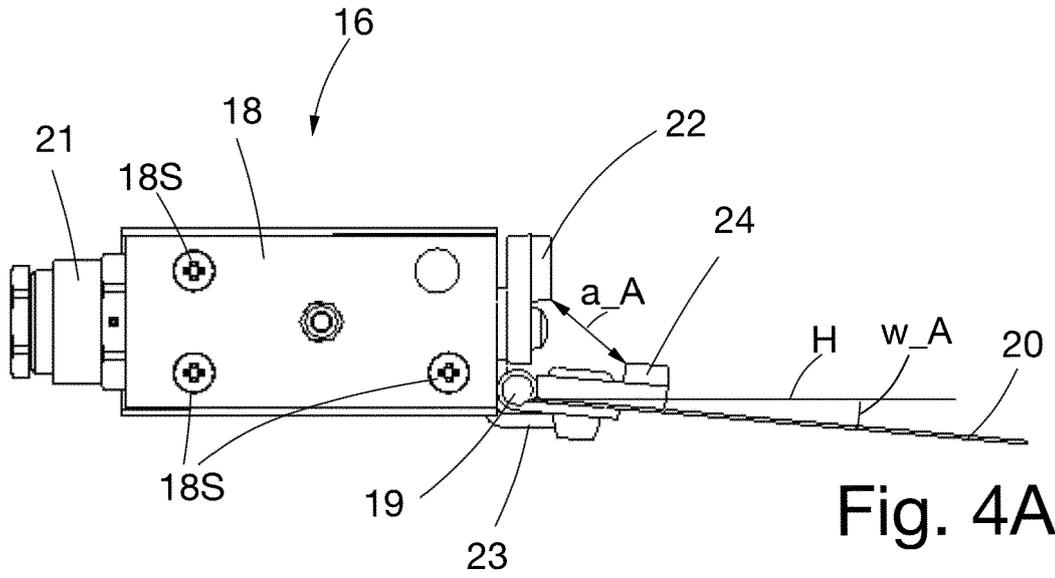


Fig. 4A

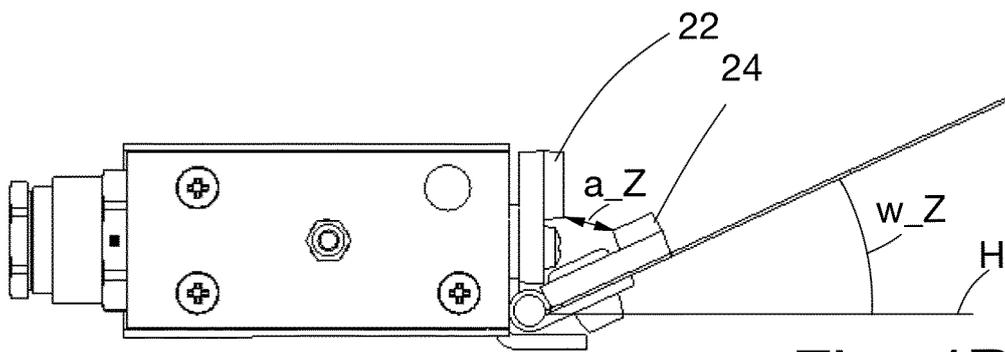


Fig. 4B

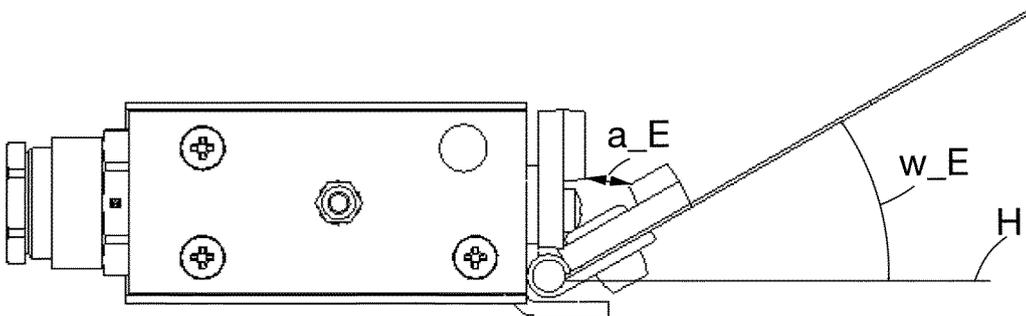


Fig. 4C

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 202012100521 U1 [0003]