



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43)

Veröffentlichungstag:
21.08.2024 Patentblatt 2024/34

(51)

Internationale Patentklassifikation (IPC):
F04D 29/66 (2006.01) F01D 17/16 (2006.01)
F04D 29/56 (2006.01)

(21)

Anmeldenummer: 24154204.2

(52)

Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F04D 29/563; F01D 17/16; F01D 17/162;
F05D 2270/64

(22)

Anmeldetag: 26.01.2024

(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:
GE KH MA MD TN

(71)

Anmelder: MTU Aero Engines AG
80995 München (DE)

(72)

Erfinder: Böck, Alexander
80995 München (DE)

(30)

Priorität: 15.02.2023 DE 102023103730

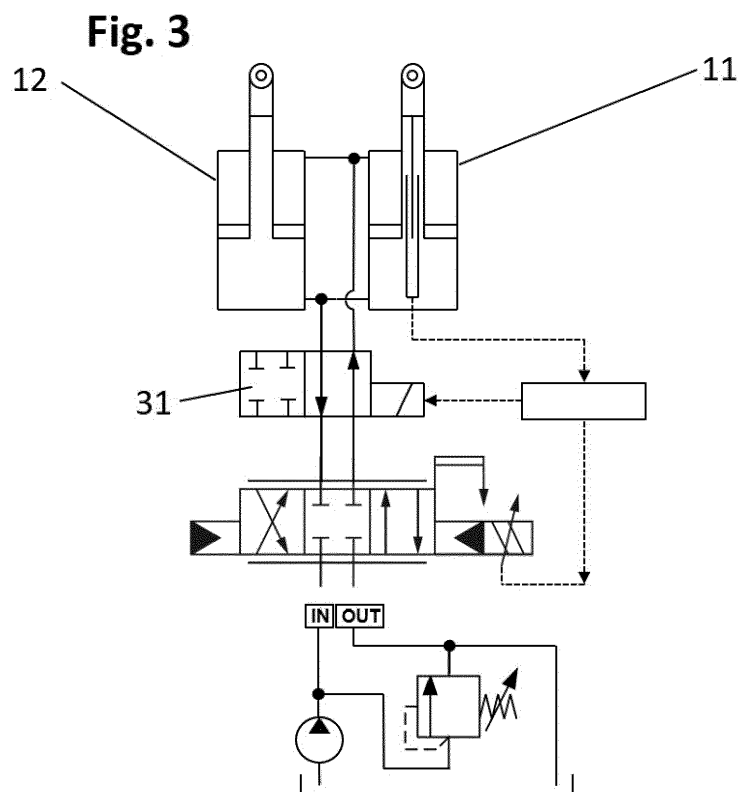
(54)

VERSTELLSYSTEM FÜR EINEN VERDICHTER

(57)

Die Erfindung betrifft ein Verstellsystem (3) für einen Verdichter (2) in einer Gasturbine (1), insbesondere in einer Fluggasturbine, zur Verstellung von verstellbaren Leitschaufeln (4), umfassend eine Aktuatorvorrichtung (10) mit einem ersten Aktuator (11) zur Verstellung der Leitschaufeln (4), eine Stellvorrichtung (20) mit einem ersten Stellventil (21) zur hydraulischen Betä-

tigung des ersten Aktuators (11), und wobei die Stellvorrichtung (20) den ersten Aktuator (11) durch die hydraulische Betätigung verstellen und feststellen kann, dadurch gekennzeichnet, dass der Aktuatorvorrichtung (10) eine Feststellvorrichtung (30) zur zusätzlichen Fixierung zugewiesen ist und durch die Feststellvorrichtung (30) in einer Position fixiert werden kann.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verstellsystem für einen Verdichter in einer Gasturbine, insbesondere in einer Fluggasturbine, zur Verstellung von verstellbaren Leitschaufeln, umfassend eine Aktuatorvorrichtung mit einem ersten Aktuator zur Verstellung der Leitschaufeln, eine Stellvorrichtung mit einem ersten Stellventil zur hydraulischen Betätigung des ersten Aktuators, und wobei die Stellvorrichtung den ersten Aktuator durch die hydraulische Betätigung verstellen und feststellen kann.

[0002] Derartige Verstellsysteme sind hohen Belastungen seitens des Strömungskanal ausgesetzt, was zu Verschleiß der beteiligten Komponenten führen kann.

[0003] Es ist daher die Aufgabe der Erfindung ein Verstellsystem anzugeben, das einen verringerten Verschleiß aufweist.

[0004] Ein erfindungsgemäßes Verstellsystem weist zur Verstellung von verstellbaren Leitschaufeln eine Aktuatorvorrichtung mit einem ersten Aktuator zur Verstellung der Leitschaufeln, und eine Stellvorrichtung mit einem ersten Stellventil zur hydraulischen Betätigung des ersten Aktuators auf, wobei die Stellvorrichtung den ersten Aktuator durch die hydraulische Betätigung verstellen und feststellen kann.

[0005] Die Aufgabe wird von dem erfindungsgemäßen Verstellsystem des Anspruchs 1 dadurch gelöst, dass der Aktuatorvorrichtung eine Feststellvorrichtung zur zusätzlichen Fixierung zugewiesen ist und durch die Feststellvorrichtung in einer Position fixiert werden kann. Durch die zusätzliche Fixierung kann eine Bewegung der Aktuatoren beziehungsweise der Aktuatorvorrichtung und damit der Leitschaufeln verhindert oder zumindest reduziert werden und so die Belastung und der Verschleiß der Lager der Leitschaufeln vorteilhaft verringert werden. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn das Stellventil in Nullstellung nicht vollständig dicht ist. In diesem Fall wird es durch die Kräfte aus dem Triebwerk aus der Nullstellung gedrückt. Nach Überschreiten eines Schwellwertes greift der Regler ein und löst eine Rückbewegung aus. Je nach Leckage im Stellventil kann das häufiger pro Sekunde passieren, was zu dauernden sehr kleinen Bewegungen im System führen kann. Diese Bewegungen führen zu einem Verschleiß, der durch die erfindungsgemäße Lösung erfolgreich verringert oder vermieden wird. Die Aktuatorvorrichtung kann einen zweiten Aktuator aufweisen, der von der ersten Stellvorrichtung ebenfalls hydraulisch angesteuert werden kann. Der erste und der zweite Aktuator können in dieser Konfiguration ein Master-Slave-System bilden, wobei nur die Stellung des ersten Aktuators als Master ausschlaggebend für die Steuerung der Aktuatorvorrichtung ist. Die beiden Aktuatoren können in Fluidverbindung miteinander stehen, wobei der jeweilige Innenraum der Aktuatoren durch einen Aktuatorenkolben in zwei Kammern unterteilt ist und jeweils eine der beiden des einen Aktuators mit einer der beiden Kammern des andern Aktuators in Fluidverbindung steht. Dadurch können die beiden Aktuatoren auf

einfache Weise gemeinsam angesteuert und bewegt werden.

[0006] Weitere Vorteile und Merkmale ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung einiger bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie den abhängigen Ansprüchen.

[0007] In einer weiteren Ausführungsform des Verstellsystems ist vorgesehen, dass die Feststellvorrichtung die Aktuatorvorrichtung, insbesondere den ersten Aktuator hydraulisch feststellen und lösen kann. Durch eine hydraulische Fixierung ist ein besonders einfaches System geschaffen, da hierzu keine weiteren Stellglieder oder Modifikationen der Aktuatoren nötig sind. In einer alternativen Ausführung kann die Feststellvorrichtung eine mechanische Verriegelung der Aktuatorvorrichtung bewerkstelligen und zu diesem Zweck hydraulisch oder elektronisch ansteuerbar sein. In einer weiteren Ausführungsform kann der Aktuator durch die Feststellvorrichtung elektromagnetisch verriegelt werden.

[0008] In einer vorteilhaften Weiterbildung kann das Verstellsystem derart weitergebildet sein, dass die Feststellvorrichtung ein erstes Feststellventil umfasst. Durch ein Feststellventil lässt sich die zusätzliche Fixierung der Aktuatorvorrichtung besonders einfach erzielen.

[0009] Ergänzend kann vorgesehen sein, dass das erste Feststellventil in einer Hydraulikleitung zwischen dem ersten Stellventil und dem ersten Aktuator angeordnet ist. Dadurch lässt sich der erste Aktuator besonders einfache und kostengünstig von dem übrigen Hydrauliksystem trennen und fixieren.

[0010] Ferner kann in einer weiteren Ausführungsform das Verstellsystem so weitergebildet sein, dass die Feststellvorrichtung eine Hydraulikleitung zwischen dem ersten Aktuator und dem ersten Stellventil in einer Sperrstellung des Sperrventils verriegelt, um so den ersten Aktuator zu fixieren. Dadurch wird die Sperrstellung zusätzlich fixiert und ein Abdriften des Sperrventils verhindert.

[0011] Darüber hinaus kann das Verstellsystem ein Steuergerät zur Steuerung des ersten Stellventils umfassen, wobei die Feststellvorrichtung von dem Steuergerät festgestellt und gelöst werden kann. Das Steuergerät kann in Abhängigkeit von Flugzuständen und Missionstypen programmiert sein oder auf entsprechend zugelegene Sensordaten reagieren und so eine möglichst optimale Ansteuerung des Stellventils und der Feststellvorrichtung erzielen.

[0012] In einer weiteren Ausführungsform kann die Feststellvorrichtung durch das Steuergerät elektrisch, elektromechanisch, elektrohydraulisch und/oder elektromagnetisch festgestellt und gelöst werden. Hierdurch wird eine robuste Ansteuerung erzielt.

[0013] Ferner kann in einer weiteren Ausführungsform vorgesehen sein, dass der erste Aktuator einen ersten Sensor zur Erfassung einer Stellung des ersten Aktuators aufweist, wobei der Sensor elektronisch mit dem Steuergerät zur Signalübertragung verbunden ist, und dass die Feststellvorrichtung durch das Steuergerät in

Abhängigkeit der Stellung des ersten Aktuators festgestellt oder gelöst wird. Dies ermöglicht vorteilhaft eine präzise Regelung des Verstellsystems. In Verbindung mit der Fluidverbindung der beiden oben beschriebenen Aktuatoren in einem Master-Slave-System ist so auch eine einfache Regelung mehrerer in Reihe geschalteter Aktuatoren am Umfang eines einzelnen Stellrings oder einer Gruppe von Stellringen möglich, wobei der Slave-Aktuator nicht aktiv geregelt wird, sondern nur an einer zweiten Stelle am Umfang des Stellrings oder der Gruppe der Stellringe die Verstellkraft überträgt.

[0014] In einer vorteilhaften Weiterbildung des Verstellsystems kann das erste Stellventil ein Stetigventil sein, insbesondere ein Servoventil, besonders bevorzugt ein elektrisch angesteuertes, hydraulisch betätigtes Servoventil in einer 4/3-Wegeventil mit einer mittleren Sperrstellung. Stetigventile erlauben eine sehr gute Steuerung des Verstellsystems und insbesondere Servoventile stellen eine sehr präzise und robuste Möglichkeit zur Steuerung des Hydraulikflusses des Stellsystems dar. Durch Servoventile lassen sich die hohen im Strömungskanal der Gasturbine auftretenden Kräfte sehr gut überwinden und die Leitschaufeln dennoch präzise verstellen. Insbesondere in Kombination mit einer zusätzlichen Feststellvorrichtung lassen sich auch die in einer Sperrstellung auftretenden Kräfte, in der das Servoventil nur dichten soll, verringern oder vermeiden. Dadurch kann eine Nachregelung vorteilhaft vermieden werden.

[0015] Ferner kann die Aktuatorvorrichtung einen zweiten Aktuator umfassen, wobei die Stellvorrichtung ein zweites Stellventil zur hydraulischen Betätigung des zweiten Aktuators umfassen kann, und wobei das zweite Stellventil den zweiten Aktuator durch die hydraulische Betätigung verstellen und feststellen kann. Dadurch wird eine unabhängige Ansteuerung der beiden Aktuatoren geschaffen. Dies ist von Vorteil, wenn beispielsweise mehrere Stellringe einzeln durch jeweils einen eigenen Aktuator angesteuert werden sollen. Darüber hinaus können auch mehr als zwei Aktuatoren vorgesehen sein, die in analoger Weise ausgeführt sind. Ferner können auch zwei oder mehr Aktuatoren einen oder mehrere Stellringe gleichzeitig analog zur obigen Beschreibung ansteuern, wobei dann die Aktuatoren vorteilhaft gleichmäßig um den einen oder die mehreren Stellringe verteilt angeordnet sind.

[0016] Schließlich kann die Feststellvorrichtung in einer weiteren Ausführung ein zweites Feststellventil umfassen, wobei das zweite Feststellventil in einer zweiten Hydraulikleitung zwischen dem zweiten Stellventil und dem zweiten Aktuator angeordnet sein kann. Dadurch können die Aktuatoren vorteilhaft separat fixiert werden, was eine besonders genaue Steuerung des Verstellsystems erlaubt.

[0017] Die Erfindung wird bezüglich der nachfolgenden Zeichnungen anhand einiger bevorzugter Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert.

Fig. 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel eines

erfindungsgemäßen Stellsystems dargestellt in einem Meridianschnitt einer Fluggasturbine zeigt das erste Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Stellsystems in einer schematischen Darstellung

Fig. 2a

5

Fig. 2b

10

Fig. 3

Fig. 4a

15

Fig. 4b

20

Fig. 1

Fig. 2a

25

Fig. 2b

30

Fig. 3

35

Fig. 4a

40

Fig. 4b

45

Fig. 1

Fig. 2a

50

Fig. 2b

55

Fig. 3

Fig. 4a

Fig. 4b

zeigt das erste Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Stellsystems in einer schematischen Darstellung mit einer Gruppe von Stellringen

zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Stellsystems in einer schematischen Darstellung

zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Stellsystems in einer schematischen Darstellung

zeigt das erste Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Stellsystems in einer schematischen Darstellung mit einer Gruppe von Stellringen

[0018] In Fig. 1 ist eine als Fluggasturbine ausgebildete Gasturbine 1 dargestellt, die einen Verdichter 2 umfasst, dessen Statorstufen verstellbar ausgebildet sind und von einem erfindungsgemäßen Stellsystem 3 angesteuert werden. Jede Statorstufe umfasst mehrere verstellbare Leitschaufeln 4, die über jeweils einen Stellring 5 und jeweils einen Stellhebel 6 durch das Stellsystem 3 verstellt werden können. Dabei sind an jedem Stellring 5 eine Vielzahl an Stellhebeln 6 zur Ansteuerung der jeweiligen Leitschaufeln 4 vorgesehen. Sind wie in Fig. 1 dargestellt mehrere Leitschaufelstufen beziehungsweise Statorstufen zu verstellen, so kann eine Gruppe von Stellringe 5 vorgesehen sein, von denen jeweils eine Stellring 5 einer Leitschaufelstufe beziehungsweise einer Statorstufe zugeordnet ist. Die Leitschaufeln 4 sind um ihre Drehachse, welche durch einen nicht dargestellten Lagerzapfen gebildet ist, drehbar gelagert und können durch den jeweiligen Stellhebel 6, welcher seinerseits von dem jeweiligen Stellring 5 verdreht wird, gedreht werden.

[0019] Die Gasturbine 1 umfasst ferner stromabwärts des Verdichters 2 eine Brennkammer 7 und eine Turbine 8, die gemeinsam mit dem Verdichter 2 in einem Strömungskanal 9, insbesondere einem Kernströmungskanal, der Gasturbine 1 angeordnet sind.

[0020] Anhand der in Fig. 2a bis 4b dargestellten schematischen Darstellungen wird nun die Erfindung noch näher erläutert.

[0021] Fig. 2a zeigt eine schematische Darstellung des ersten Ausführungsbeispiels des Verstellsystems 3. Das Verstellsystem 3 umfasst eine Aktuatorvorrichtung 10 zur Bewegung und Verstellung des Stellrings 5 oder der Gruppe von Stellringen 5, wobei an jedem der Stellringe 5 eine Vielzahl der Stellhebel 6 angeordnet sind und wobei jeder der Stellringe 5 über jeweils einen der Stellhebel 6 mit jeweils einer der Leitschaufeln 4 aus der Vielzahl der Leitschaufeln 4 verbunden sind.

[0022] Das Verstellsystem 3 umfasst ferner eine Stell-

vorrichtung 20, die mit der Aktuatorvorrichtung 10 hydraulisch verbunden ist und durch ein Steuergerät 40 angesteuert wird. Ferner ist der Aktuatorvorrichtung 10 eine Feststellvorrichtung 30 zugeordnet, welche die Aktuatorvorrichtung 10 zusätzlich feststellen kann. Die Aktuatorvorrichtung 10 wird durch ein Hydrauliksystem 50 mit Hydraulikflüssigkeit versorgt und kann über ein elektrisches System 60 mit dem Steuergerät 40 kommunizieren, wobei das Steuergerät 40 basierend auf einer Stellung der Aktuatorvorrichtung 10 die Stellvorrichtung 20 steuert. Die Stellvorrichtung 20 steuert basierend auf der Ansteuerung durch das Steuergerät 40 den Fluss der Hydraulikflüssigkeit in die Aktuatorvorrichtung 10.

[0023] Die Aktuatorvorrichtung 10 umfasst einen ersten Aktuator 11 und einen zweiten Aktuator 12. Die beiden Aktuatoren 11, 12 sind beide als doppelt wirkende Zylinder ausgebildet, wobei die Aktuatoren 11, 12 jeweils einen Aktuatorkolben 15, 16 aufweisen, der über eine jeweilige Kolbenstange 15', 16' und ein an der entsprechenden Kolbenstange angeordnetes jeweiliges Gestänge 15", 16" mit einem Stellring 5 oder mit einer Gruppe von Stellringen 5 verbunden sind und bewegen. Eine Gruppe von Stellringen 5 sind dabei in Fig. 2b schematisch dargestellt. Dabei sind die Aktuatoren 11, 12 um den Stellring 5 beziehungsweise die Gruppe von Stellringen 5 verteilt angeordnet. In Fig. 1 sind zwei Stellringe 5 schematisch dargestellt, es handelt sich aber um denselben Stellring 5, wobei die Aktuatoren nicht wie dargestellt nebeneinander, sondern an unterschiedlichen Positionen um den Stellring 5 beziehungsweise die Gruppe von Stellringen 5 angeordnet sind und bewegen. Der erste Aktuator 11 weist in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel einen Sensor 13 auf, der den Verstellweg des Aktuatorkolbens 15 erfasst und an das Steuergerät 40 signalisiert. Beide Aktuatoren 11, 12 weisen aufgrund ihrer Bauweise einen Aktuatorinnenraum 17, 18 auf, in dem sich der jeweilige Aktuatorkolben 15, 16 bewegt, wodurch zwei durch den jeweiligen Aktuatorkolben 15, 16 getrennte Kammern gebildet sind. Beide Kammern des jeweiligen Aktuatorkolbens 15, 16 sind jeweils an eine separate Hydraulikleitung 51 angeschlossen, die jeweils einzeln von dem Hydrauliksystem 50 mit Hydraulikflüssigkeit angesteuert wird. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel stehen die beiden Aktuatoren 11, 12 beziehungsweise jeweils eine ihrer Kammern mit einer der beiden Kammern des anderen Aktuators in Fluidverbindung, wodurch ein Druckausgleich stattfinden kann und die beiden Aktuatoren gleichmäßig hydraulisch angesteuert werden. Der Fluss der Hydraulikflüssigkeit wird über die Stellvorrichtung 20 gesteuert, wozu die Stellvorrichtung 20 ein erstes Steuerventil 21 aufweist. Das als Servoventil ausgebildete erste Steuerventil 21 ist ein 4/3-Wegeventil mit einer mittleren Sperrstellung und mit jeweils einem Anschluss an eine der beiden Hydraulikleitungen 51 zu den Kammern des jeweiligen Aktuators angeschlossen. Eine erste Stellung erlaubt einen Durchfluss in eine erste Richtung, die zweite mittlere Stellung ist als Sperrstellung ausgebildet und eine dritte Stellung

erlaubt einen Durchfluss in eine zweite umgekehrte Richtung. Die Sperrstellung dient dazu, die Aktuatoren 11, 12 in Position zu halten, während die erste und dritte Stellung die Aktuatorkolben 15, 16 mit einer Kraft beaufschlagt und verschiebt, wodurch im Endeffekt die Leitschaukeln 4 verstellt werden. Das erste Steuerventil 21 wird in die drei Stellungen elektrohydraulisch von dem Steuergerät 40 verstellt.

[0024] Das Hydrauliksystem 50 stellt den nötigen Druck in den Hydraulikleitungen 51 und an die Aktuatorvorrichtung 10 beziehungsweise die Stellvorrichtung 20 über eine Hydraulikpumpe 54 aus einem Hydraulikspeicher 53 bereit, wobei zwischen der an eine Zuleitung (IN) angeschlossenen Hydraulikpumpe 54 und einer Ableitung (OUT) ein Druckfolgeventil 55 geschaltet ist, welches es ermöglicht, eine Hydraulikflüssigkeit auch in die Ableitung (OUT) zu pumpen, wenn in der Ableitung zu geringer Druck herrscht. Dadurch wird in beiden Hydraulikleitungen ein Rückfluss oder ein Ansaugen der Hydraulikflüssigkeit aus dem Hydraulikspeicher 53 in die Aktuatorvorrichtung 10 ermöglicht.

[0025] Man hat festgestellt, dass die Aktuatorvorrichtung 10 während des Betriebs der Gasturbine 1 ständiger Rückkopplung durch eine Strömungsbeaufschlagung der Leitschaukeln 4 ausgesetzt ist. Dies führt zu einer konstanten Wanderung der Aktuatorvorrichtung 10 und der Stellvorrichtung 20 und einem folglich ständigen Ausgleich und Nachregeln des Verstellsystems 3 durch das Steuergerät 40. Dabei hat man ferner festgestellt, dass die stetig auftretenden minimalen Bewegungen zu einer konstanten Belastung und Abrieb der Lager der Verstellleitschaukeln 4 führen.

[0026] In dem ersten Ausführungsbeispiel ist daher zusätzlich erfindungsgemäß eine Feststellvorrichtung 30 zwischen der Stellvorrichtung 20 und der Aktuatorvorrichtung 10 angeordnet, wobei die Feststellvorrichtung 30 ebenfalls von dem Steuergerät 40 angesteuert wird. Das Steuergerät 40 ist dabei über elektrische Leitungen 61 mit dem ersten Aktuator 11, dem ersten Steuerventil 21 und der Feststellvorrichtung 30 verbunden, um die Steuersignale zu senden beziehungsweise die Hubstellung des Aktuators 11 zu empfangen. Die Feststellvorrichtung 30 kann die Aktuatorvorrichtung 10 blockieren und so eine Stellung der Aktuatoren fixieren beziehungsweise eine Bewegung der Aktuatoren 11, 12 verhindern. Alternativ oder ergänzend kann die Feststellvorrichtung 30 als Trennvorrichtung ausgebildet sein und eine Hydraulikverbindung zwischen der Aktuatorvorrichtung und der Stellvorrichtung trennen. Dadurch wird das Volumen der in der Aktuatorvorrichtung 10 vorhandenen Hydraulikflüssigkeit fixiert und eine Rückkopplung in Richtung der Stellvorrichtung 20, der Hydraulikpumpe 54 beziehungsweise dem Folgeventil 55 verhindert.

[0027] Das in Fig. 3 dargestellte zweite Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verstellsystems 3 wird im Folgenden anhand der Unterschiede zu dem ersten Ausführungsbeispiel beschrieben:

Die Feststellvorrichtung 30 umfasst ein erstes Feststell-

ventil 31, welches in einer Durchflussstellung und einer Sperrstellung betrieben werden kann. Das erste Feststellventil 31 wird elektrisch über eine elektrische Leitung 61 von dem Steuergerät 40 angesteuert und verstellt. Die Sperrstellung wird dann von dem Steuergerät 40 gewählt, wenn die Aktuatoren 11, 12 in Position gehalten werden sollen. Dies trennt die hydraulische Verbindung zwischen den Aktuatoren 11, 12 und dem ersten Steuerventil 21, wodurch die Aktuatoren 11, 12 und somit die Verstellleitschaukeln 4 auf einfache Weise in Position gehalten werden.

[0028] In Fig. 4a und Fig. 4b ist ein drittes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verstellsystems 3 dargestellt. Die Aktuatorvorrichtung 10 weist zwei einzeln ansteuerbare Aktuatoren 11, 12 auf, denen jeweils über eine Hydraulikleitung ein eigenes Steuerventil 21, 22 zugeordnet ist. Anders als in den vorherigen Ausführungsbeispielen sind zwischen den Innenräumen 17, 18 der beiden Aktuatoren 11, 12 keine Ausgleichsleitungen vorgesehen. Dadurch können der erste Aktuator 11 von dem ersten Steuerventil 21 und der zweite Aktuator 12 von dem zweiten Steuerventil 22 unabhängig voneinander angesteuert werden. Die beiden Steuerventile 21, 22 werden jeweils wie in dem Ausführungsbeispiel in Fig. 3 beschrieben von dem Steuergerät 40 elektrisch angesteuert und elektrohydraulisch verstellt.

[0029] Jeder der beiden Aktuatoren 11, 12 ist mit einem eigenen Sensor 13, 14 ausgebildet, welche dem Steuergerät 40 die Hubstellung des entsprechenden Aktuators 11, 12 signalisiert. Das Steuergerät 40 kann entsprechend einzeln die Aktuatoren 11, 12 ansteuern und nachregeln.

[0030] Darüber hinaus ist zwischen jedem der Aktuatoren 11, 12 und dem jeweils hydraulisch zugeordneten ersten Steuerventil 21 beziehungsweise zweiten Steuerventil 22 ein erstes Feststellventil 31 beziehungsweise zweites Feststellventil 32 der Feststellvorrichtung 30 angeordnet. Das erste Feststellventil 31 ist zwischen dem ersten Aktuator 11 und dem ersten Steuerventil 21 angeordnet. Das zweite Feststellventil 32 ist zwischen dem zweiten Aktuator 12 und dem zweiten Steuerventil 22 angeordnet. Die beiden Feststellventile 31, 32 können von dem Steuergerät 40 wie das Feststellventil 31 in dem zweiten Ausführungsbeispiel beschrieben einzeln angesteuert und verstellt werden. Dadurch kann jeder Aktuator 11, 12 einzeln von dem übrigen Hydrauliksystem 50 hydraulisch getrennt und somit zusätzlich fixiert werden.

[0031] Das Steuergerät 40 ist dabei über elektrische Leitungen 61 mit dem ersten Aktuator 11 und dem zweiten Aktuator 12, dem ersten Steuerventil 21 und dem zweiten Steuerventil 22 und den beiden Feststellventilen 31, 32 verbunden, um die Steuersignale zu senden beziehungsweise die Hubstellung der Aktuatoren 11, 12 zu empfangen.

Bezugszeichenliste

[0032]

1	Gasturbine
2	Verdichter
3	Verstellsystem
4	Leitschaukel
5	Verstellring
6	Verstellhebel
7	Brennkammer
8	Turbine
9	Strömungskanal
10	Aktuatorvorrichtung
11	erster Aktuator
12	zweiter Aktuator
13	Sensor
14	Sensor
15	Aktuatorkolben
15'	Kolbenstange
15"	Gestänge
16	Aktuatorkolben
16'	Kolbenstange
20	16"
17	Gestänge
18	Zylinderinnenraum
20	Zylinderinnenraum
21	Stellvorrichtung
25	erstes Stellventil
22	zweites Stellventil
30	Feststellvorrichtung
31	erstes Feststellventil
32	zweites Feststellventil
40	Steuergerät
30	50
50	Hydraulikleitungssystem
51	Hydraulikleitung
52	Hydraulikflüssigkeitsspeicher
53	Hydraulikpumpe
54	Folgeventil
35	60
60	elektrisches System
61	elektrische Leitung

Patentansprüche

1. Verstellsystem (3) für einen Verdichter (2) in einer Gasturbine (1), insbesondere in einer Fluggasturbine, zur Verstellung von verstellbaren Leitschaukeln (4), umfassend

eine Aktuatorvorrichtung (10) mit einem ersten Aktuator (11) zur Verstellung der Leitschaukeln (4),

eine Stellvorrichtung (20) mit einem ersten Stellventil (21) zur hydraulischen Betätigung des ersten Aktuators (11), und

wobei die Stellvorrichtung (20) den ersten Aktuator (11) durch die hydraulische Betätigung verstellen und feststellen kann,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Aktuatorvorrichtung (10) eine Feststellvorrichtung (30) zur zusätzlichen Fixierung zugewiesen ist und durch die Feststellvorrich-

- 5 tung (30) in einer Position fixiert werden kann.
2. Verstellsystem gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Feststellvorrichtung (40) die Aktuatorvorrichtung (10), insbesondere den ersten Aktuator (11) hydraulisch feststellen und lösen kann. 5
3. Verstellsystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Feststellvorrichtung (30) ein erstes Feststellventil (31) umfasst. 10
4. Verstellsystem nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Feststellventil (31) in einer Hydraulikleitung (51) zwischen dem ersten Stellventil (21) und dem ersten Aktuator (11) angeordnet ist. 15
5. Verstellsystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Feststellvorrichtung (30) eine Hydraulikleitung (51) zwischen dem ersten Aktuator (11) und dem ersten Stellventil (21) in einer Sperrstellung des Stellventils (21) verriegelt, um so den ersten Aktuator (11) zu fixieren. 20 25
6. Verstellsystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, ferner umfassend ein Steuergerät (40) zur Steuerung des ersten Stellventils (21), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Feststellvorrichtung (30) von dem Steuergerät (40) festgestellt und gelöst werden kann. 30
7. Verstellsystem nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Feststellvorrichtung (40) durch das Steuergerät (30) elektrisch, elektromechanisch, elektrohydraulisch und/oder elektromagnetisch festgestellt und gelöst werden kann. 35
8. Verstellsystem nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Aktuator (11) einen ersten Sensor (13) zur Erfassung einer Stellung des ersten Aktuators (11) aufweist, wobei der Sensor (13) elektronisch mit dem Steuergerät (30) zur Signalübertragung verbunden ist, und dass die Feststellvorrichtung (40) durch das Steuergerät (30) in Abhängigkeit der Stellung des ersten Aktuators (11) festgestellt oder gelöst wird. 40 45
9. Verstellsystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Stellventil (21) ein Stetigventil, insbesondere ein Servoventil, besonders bevorzugt ein elektrisch angesteuertes, hydraulisch betätigtes Servoventil in einer 4/3-Wegeventil mit einer mittleren Sperrstellung, ist. 50 55
10. Verstellsystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aktuatorvorrichtung (10) einen zweiten Aktuator (12) umfasst, wobei die Stellvorrichtung (20) ein zweites Stellventil (22) zur hydraulischen Betätigung des zweiten Aktuators (12) umfasst, und wobei das zweite Stellventil (20) den zweiten Aktuator (12) durch die hydraulische Betätigung verstellen und feststellen kann.
11. Verstellsystem nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Feststellvorrichtung (30) ein zweites Feststellventil (32) umfasst, und dass das zweite Feststellventil (32) in einer zweiten Hydraulikleitung (52) zwischen dem zweiten Stellventil (22) und dem zweiten Aktuator (12) angeordnet ist.

Fig. 1

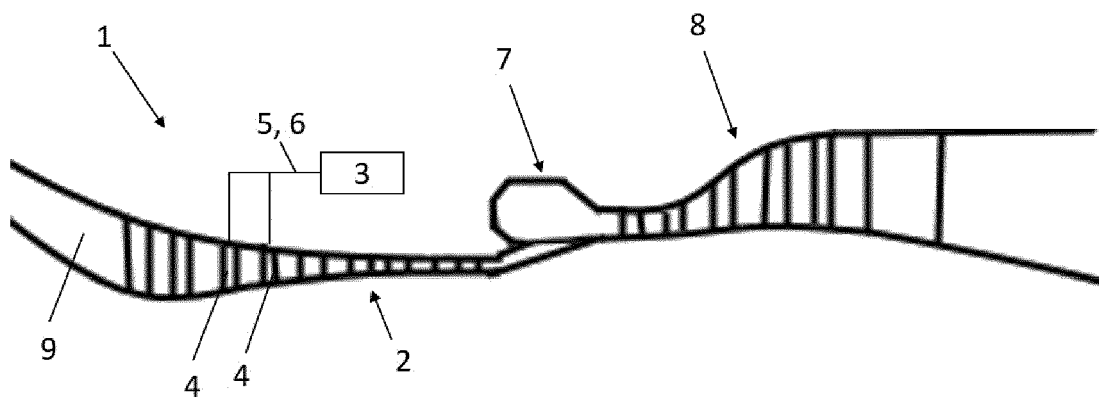


Fig. 2a

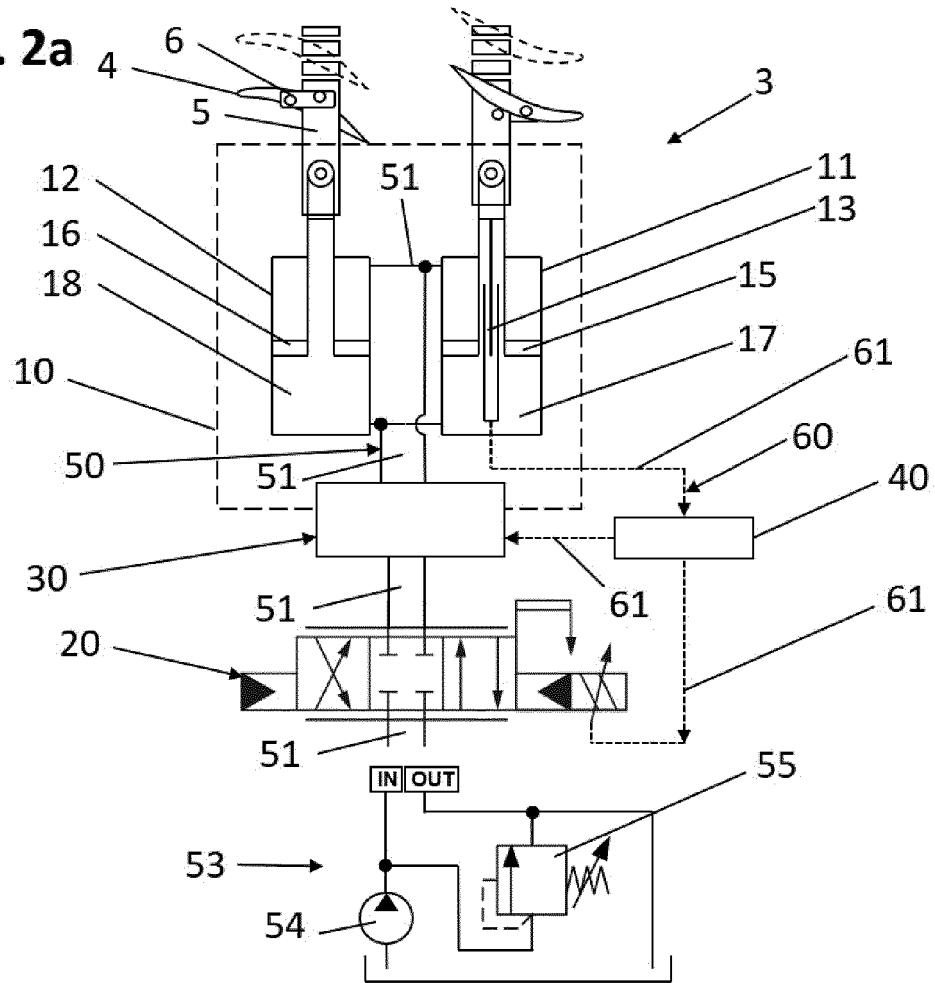


Fig. 2b

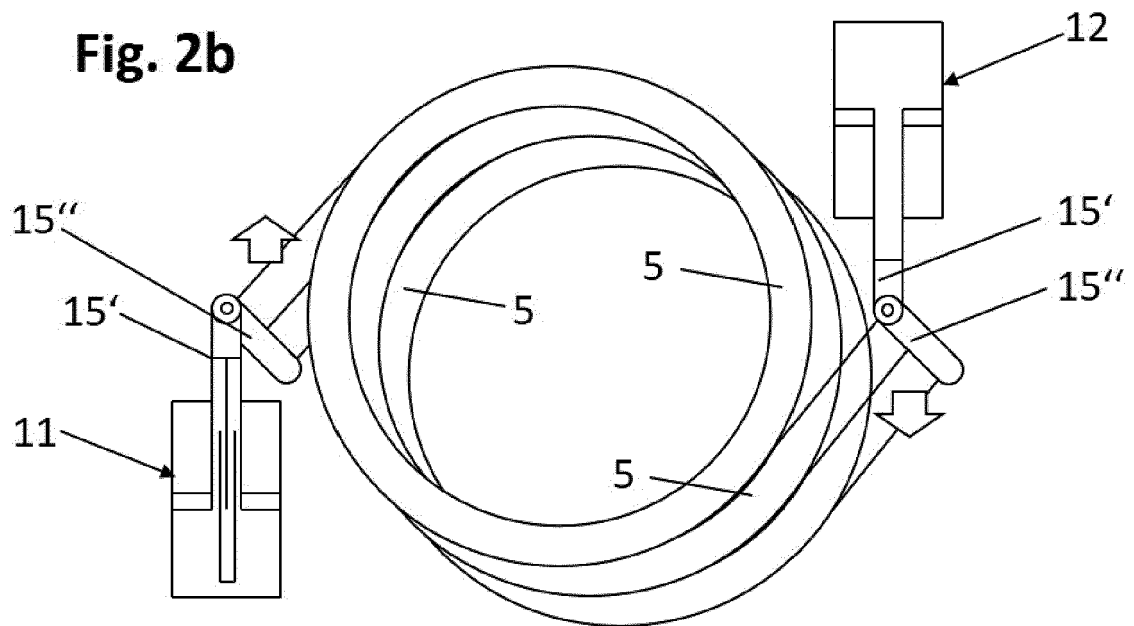


Fig. 3

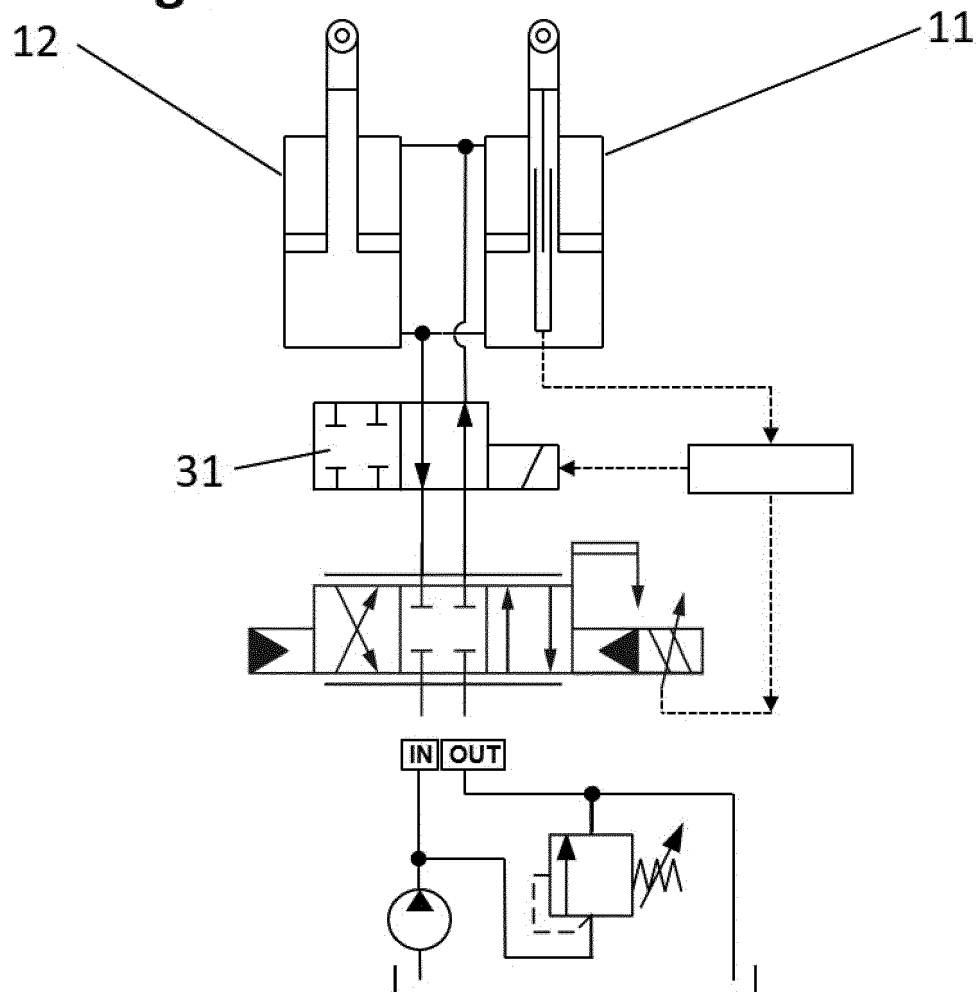


Fig. 4a

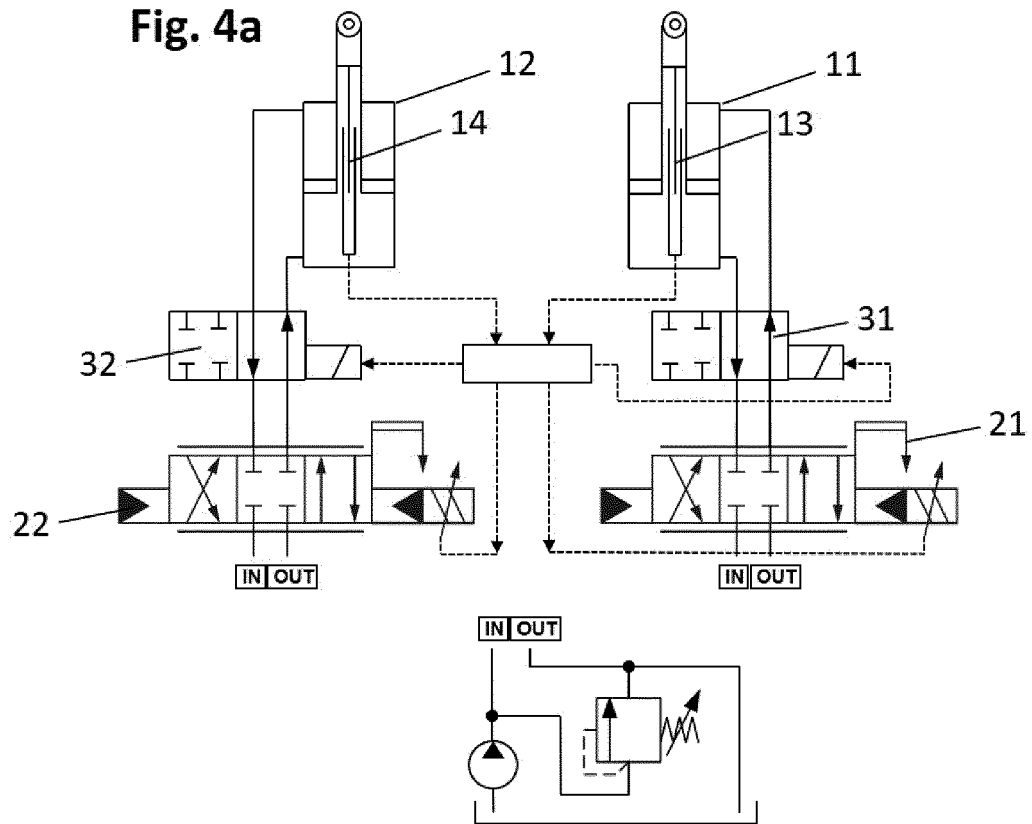
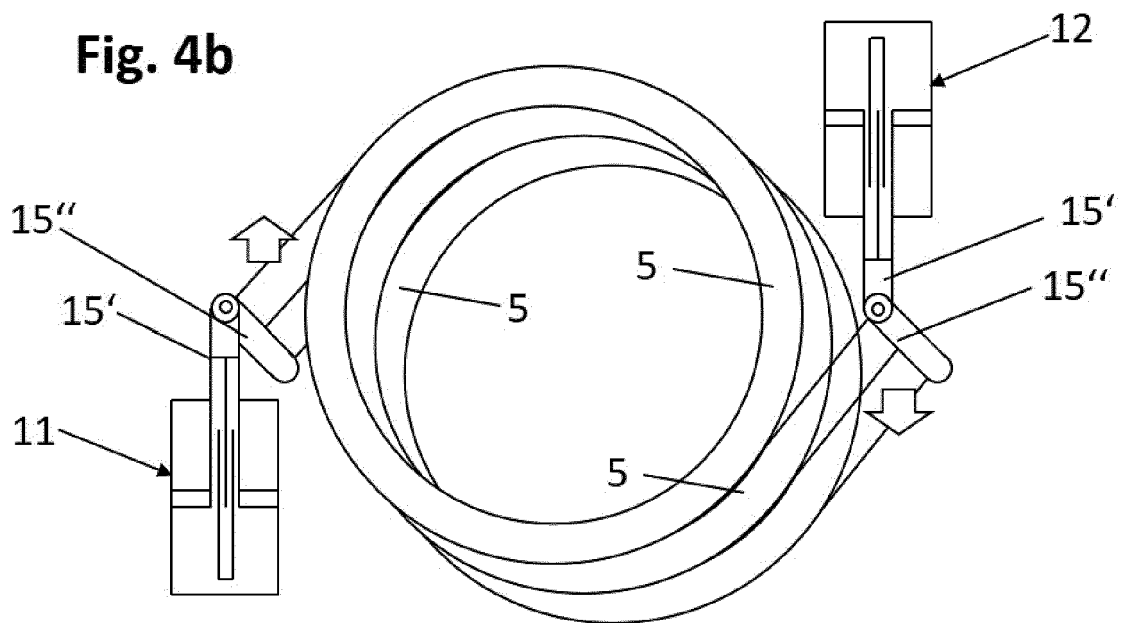


Fig. 4b





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 24 15 4204

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

2

EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	IT MI20 101 528 A1 (ANSALDO ENERGIA SPA) 10. Februar 2012 (2012-02-10)	1-7,9-11	INV. F04D29/66
Y	* Seite 6, Zeile 7 - Seite 14, Zeile 25; Abbildungen 1-3 * * Zusammenfassung *	8	F01D17/16 F04D29/56
Y	US 11 168 578 B2 (PRATT & WHITNEY CANADA [CA]) 9. November 2021 (2021-11-09) * Spalte 2, Zeile 32 - Spalte 18, Zeile 14; Abbildungen 1-14 * * Zusammenfassung *	8	
A	US 2020/018241 A1 (BOECK ALEXANDER [DE]) 16. Januar 2020 (2020-01-16) * Absatz [0049] - Absatz [0056]; Abbildungen 1-3 * * Zusammenfassung *	1-11	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F04D F01D
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
Den Haag		13. Juni 2024	
		Prüfer	
		Hermens, Sjoerd	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.

EP 24 15 4204

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

13-06-2024

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	IT MI20101528	A1	10-02-2012	-----		
	US 11168578	B2	09-11-2021	CA	3054673 A1	11-03-2020
15				EP	3623583 A1	18-03-2020
				PL	3623583 T3	21-02-2022
				US	2020080441 A1	12-03-2020

	US 2020018241	A1	16-01-2020	DE	102018211535 A1	16-01-2020
20				EP	3594456 A1	15-01-2020
				US	2020018241 A1	16-01-2020

25						
30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82