



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43)

Veröffentlichungstag:
30.10.2024 Patentblatt 2024/44

(51)

Internationale Patentklassifikation (IPC):
F01D 17/16^(2006.01) F01D 25/16^(2006.01)
F04D 29/56^(2006.01)

(21)

Anmeldenummer: 24168470.3

(52)

Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F01D 17/162; F01D 25/16; F04D 29/56;
F05D 2240/54; F05D 2250/14; F05D 2260/50;
F05D 2260/70; F05D 2260/79

(22)

Anmeldetag: 04.04.2024

(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: 27.04.2023 DE 102023110935

(54)

SYNCHRONISIERUNGSEINRICHTUNG ZUR SCHAUFELVERSTELLUNG EINER STRÖMUNGSMASCHINE

(57)

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung (1) zur Schaufelverstellung einer Strömungsmaschine, aufweisend eine Synchronisierungseinrichtung (10), insbesondere einen Synchroniserring, und gegenüberliegende Lagereinrichtungen (5), die dazu eingerich-

tet sind, die Synchronisierungseinrichtung (10) radial, insbesondere spielfrei, zu lagern, so dass sich die Synchronisierungseinrichtung (10) thermisch verformen kann und bei der Verformung eine ovale Form, insbesondere eine symmetrische ovale Form, einnimmt.

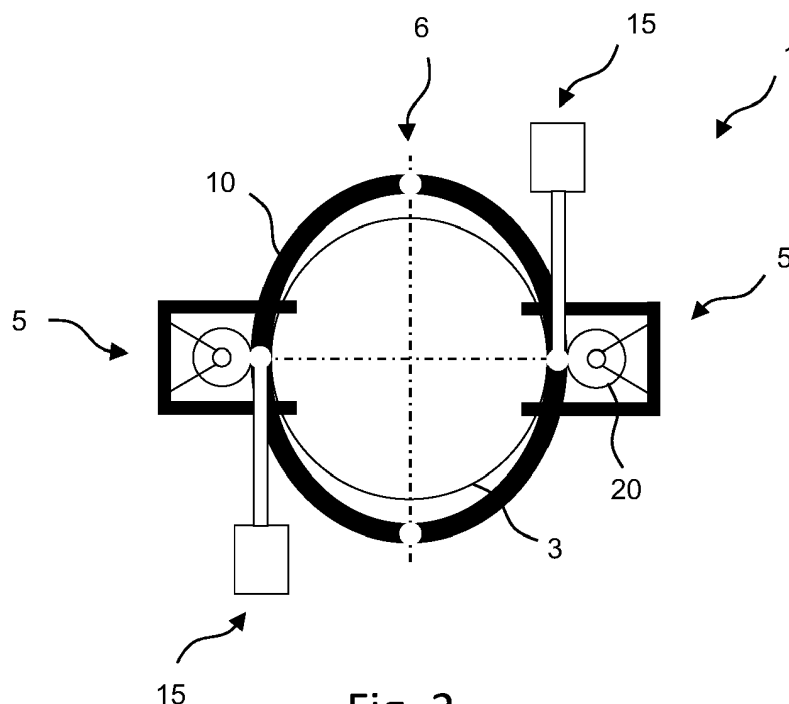


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur, insbesondere synchronen, Schaufelverstellung einer Strömungsmaschine.

[0002] Üblicherweise weisen Synchronisierungseinrichtungen für eine Strömungsmaschine und die Teile der Strömungsmaschine, mit denen die Synchronisierungseinrichtung wechselwirkt unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffizienten auf, so dass Synchronisierungseinrichtungen, insbesondere als Synchronisiererring ausgebildete Synchronisierungseinrichtungen, mit Spiel ausgelegt sind, um üblicherweise die unterschiedliche Dehnung im Betrieb der Strömungsmaschine auszugleichen. Hierdurch können Winkelabweichungen bei den von der Synchronisierungseinrichtung angesteuerten Schaufeln entstehen, die insbesondere eine Effizienz der Strömungsmaschine verringern.

[0003] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, insbesondere eine Synchronisierung von verstellbaren Leitschaufeln einer Strömungsmaschine zu verbessern, weiter insbesondere einen Winkelfehler an den verstellbaren Leitschaufeln zu verringern und/oder zu verhindern, insbesondere eine Winkelgenauigkeit bei der Einstellung der verstellbaren Schaufelblätter zu verbessern.

[0004] Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Die Unteransprüche betreffen vorteilhafte Weiterbildungen.

[0005] In einer Ausführung der vorliegenden Erfindung weist eine Vorrichtung zur Schaufelverstellung einer Strömungsmaschine eine Synchronisierungseinrichtung auf. In einer Ausführung ist die Synchronisierungseinrichtung dazu eingerichtet, Schaufeln einer Strömungsmaschine, insbesondere synchron, zu verstellen. In einer Ausführung ist die Synchronisierungseinrichtung ein Synchronisiererring. In einer Ausführung weist die Vorrichtung Lagereinrichtungen auf, die in einer Ausführung gegenüberliegend angeordnet sind, wobei die Lagereinrichtungen insbesondere derart an der Synchronisierungseinrichtung angeordnet sind, dass die Synchronisierungseinrichtung durch die Lagereinrichtung(en) gelagert wird, insbesondere spielfrei. In einer Ausführung sind die Lagereinrichtungen dazu ausgebildet, die Synchronisierungseinrichtung zu lagern, insbesondere derart, dass Schaufeln der Strömungsmaschine durch die Synchronisierungseinrichtung verstellt werden können, insbesondere deren Anströmwinkel. In einer Ausführung sind die Lagereinrichtungen derart angeordnet, dass die Synchronisierungseinrichtung sich abschnittsweise, zumindest im Wesentlichen, oval verformen kann, insbesondere symmetrisch oval. In einer Ausführung sind die Lagereinrichtungen derart angeordnet, dass sich die Synchronisierungseinrichtung, zumindest im Wesentlichen, in ihrer Gesamtheit oval verformt bzw. verformen kann, insbesondere die Vorrichtung dazu eingerichtet ist, eine derartige Verformung, insbesondere bei thermischer Last, zu erlauben, insbesondere derart, dass sich die Synchronisierungseinrichtung symmetrisch oval ver-

formen kann bzw. verformt. In einer Ausführung ist die Lagereinrichtung derart konfiguriert, dass die Synchronisierungseinrichtung bei, insbesondere thermischer, Dehnung eine ovale Form mit wenigstens einer Symmetrieachse einnimmt, wobei die wenigstens eine Symmetrieachse in einer Ausführung, zumindest im Wesentlichen, auf einer Trennebene zwischen den gegenüberliegenden Lagereinrichtungen liegt. In einer Ausführung sind die Lagereinrichtungen derart konfiguriert, dass die ovalisierte Synchronisierungseinrichtung höchstens zwei Symmetrieachsen aufweist, insbesondere höchstens zwei Symmetrieachsen, die senkrecht aufeinander stehen.

[0006] Hierdurch kann in einer Ausführung eine thermische Ausdehnung ermöglicht werden, insbesondere derart, dass ein aus der thermischen Dehnung resultierender Winkelfehler verringert, insbesondere, zumindest im Wesentlichen, verhindert wird. Ferner kann hierdurch in einer Ausführung ein Spiel der Synchronisierungseinrichtung verringert werden, insbesondere derart, dass eine Führung der Synchronisierungseinrichtung verbessert werden kann bzw. wird. Weiterhin kann in einer Ausführung ein Wirkungsgrad der Strömungsmaschine verbessert werden, insbesondere verglichen mit anders gelagerten Synchronisierungseinrichtung, bei denen eine durch Spiel ausgeglichen wird.

[0007] Ferner kann hierdurch in einer Ausführung, insbesondere verglichen mit einer Lagerung der Synchronisierungseinrichtung, die eine, insbesondere thermische, Dehnung, zumindest im Wesentlichen, verhindert, ein Verschleiß der Lagereinrichtung(en) und/oder der Synchronisierungseinrichtung verringert werden. Insbesondere kann in einer Ausführung eine Lagereinrichtung einfach(er) dimensioniert werden, weil die Lagereinrichtungen vorteilhafterweise, insbesondere verglichen mit einer Lagerung der Synchronisierungseinrichtung, die diese über deren, insbesondere gesamten, Umfang radial lagert, wenig(er), insbesondere keine, Kräfte durch die thermische Dehnung der Synchronisierungseinrichtung erfährt bzw. für diese ausgelegt ist/sein muss.

[0008] In einer Ausführung ist die Synchronisierungseinrichtung ein UNISON-Ring bzw. ist in einer Ausführung der hierin verwendete Begriff "Synchronisierungseinrichtung" vorzugsweise als UNISON-Ring zu verstehen.

[0009] Der Begriff "oval", wie hierin verwendet, soll insbesondere als rundliche konvexe Figur verstanden werden und kann in einer Ausführung insbesondere eine oder mehrere Symmetrieachsen aufweisen, insbesondere senkrecht zueinander angeordnete Symmetrieachsen.

[0010] In einer Ausführung ist die Synchronisierungseinrichtung derart ausgebildet, dass bei einer Dehnung, insbesondere thermischen Dehnung, bzw. der Ovalisierung der Synchronisierungseinrichtung (nur) Kräfte auftreten, die keine (elastische und/oder plastische) Verformung andere Teile der Vorrichtung oder des Systems (siehe unten) hervorrufen, insbesondere das Gehäuse

der Strömungsmaschine nicht verformen.

[0011] Vorteilhafterweise kann hierdurch ermöglicht werden, dass Auswirkungen von Dehnung(en), insbesondere thermischer/n Dehnung(en), auf die Verstellgenauigkeit der Leitschaufeln, zumindest im Wesentlichen, vollständig kompensiert werden können bzw. werden. Hierdurch kann in einer Ausführung ein höherer Wirkungsgrad der Strömungsmaschine erreicht werden, insbesondere ein Verschleiß an den Lagereinrichtungen bzw. Zentriereinrichtungen der Synchronisierungseinrichtung verringert werden, insbesondere, zumindest im Wesentlichen, vermieden werden. Hierdurch können in einer Ausführung die Betriebskosten der Strömungsmaschine klein(er) sein bzw. gesenkt werden.

[0012] In einer Ausführung kann hierdurch vorteilhafterweise ermöglicht werden, dass eine Synchronisierungseinrichtung, insbesondere spielfrei gelagert werden kann bzw. ist, insbesondere keine thermischen Spannungen in der Synchronisierungseinrichtung eingebracht werden. Vorteilhafterweise kann sich die Synchronisierungseinrichtung in einer Ausführung thermisch verformen, ohne dass ein Winkelfehler an einer 90° zur Lagereinrichtung verursacht wird bzw. auftritt.

[0013] In einer Ausführung ist die Vorrichtung zur Führung, insbesondere Zentrierung, der Synchronisierungseinrichtung ausgebildet bzw. wird diese hierzu verwendet. In einer Ausführung ist die Vorrichtung dazu ausgebildet die Synchronisierungseinrichtung radial zu lagern, insbesondere spielfrei radial zu lagern, insbesondere in einem "kalten" Zustand der Strömungsmaschine bzw. wenn die Strömungsmaschine nicht in Betrieb ist.

[0014] In einer Ausführung kann hierdurch vorteilhafterweise eine ovale, insbesondere elliptische Verformung der Synchronisierungseinrichtung, ermöglicht werden, insbesondere können Winkelabweichungen bzw. Winkelfehler der Leitschaufeln in Bezug auf eine thermische Dehnung, insbesondere durch die Ovalisierung der Synchronisierungseinrichtung, ausgeglichen werden bzw. minimiert, insbesondere verhindert werden.

[0015] In einer Ausführung ist die Lagereinrichtung als Schwenkhebel ausgebildet bzw. weist wenigstens einen Schwenkhebel auf. In einer Ausführung ist die Hebellänge, zumindest im Wesentlichen, identischen mit einer Lage und einer Drehachse einer verstellbaren Schaufel der Strömungsmaschine. In einer Ausführung sind die Schwenkhebel der Lagereinrichtung(en) derart konfiguriert, dass bei einer thermischen Ausdehnung der Synchronisierungseinrichtung diese eine ovale, insbesondere symmetrisch ovale, Form einnimmt.

[0016] Hierdurch kann in einer Ausführung ermöglicht werden, dass die Synchronisierungseinrichtung derart geführt wird, dass diese sich bei thermischer Dehnung oval verformen kann bzw. oval verformt. Hierdurch werden, insbesondere bei Schaufeln, die 90° zur Lagereinrichtung versetzt angeordnet sind, ein Winkelfehler reduziert bzw. insbesondere, zumindest im Wesentlichen, verhindert.

[0017] In einer Ausführung kann hierdurch vorteilhaft-

terweise ermöglicht werden, dass, insbesondere unterschiedliche, thermische Ausdehnungen nicht zu einer Verschiebung des Mittelpunkts der Synchronisierungseinrichtung führen, insbesondere in Bezug auf eine Rotationsachse der Schaufeln, insbesondere ein maximaler Winkelfehler minimiert wird bzw. werden kann, weiter insbesondere in einer 90° zur Lagereinrichtung angeordneten bzw. versetzten Position, insbesondere in Bezug auf eine, insbesondere entsprechend angeordnete, (Leit)Schaufelachse, minimiert wird, weiter insbesondere, zumindest im Wesentlichen, kein Winkelfehler an dieser Position auftritt.

[0018] In einer Ausführung sind die Lagereinrichtungen, insbesondere jeweils, als Rollen ausgebildet. In einer Ausführung weisen die Lagereinrichtungen wenigstens eine Welle auf, insbesondere mit wenigstens einem Lager, auf der die Rolle angeordnet ist. In einer Ausführung ist die Rolle radial zur Synchronisierungseinrichtung angeordnet und lagern diese, in einer Weiterbildung, spielfrei radial. In einer Ausführung sind die Lagereinrichtungen derart angeordnet, dass sich diese gegenüberliegen, insbesondere derart, dass die Synchronisierungseinrichtung bei, insbesondere thermischer, Dehnung eine ovale Form einnimmt bzw. einnehmen kann, weiter insbesondere eine symmetrisch ovale Form, die insbesondere symmetrisch zu einer Achse, die mittig senkrecht auf einer (gedachten)Verbindung zwischen den Lagereinrichtungen steht.

[0019] Hierdurch kann in einer Ausführung ermöglicht werden, dass die Synchronisierungseinrichtung sich, zumindest im Wesentlichen, selbsttätig bei thermischer Dehnung ovalisiert und in einer Ausführung durch die Rollen der Lagereinrichtung radial, insbesondere spielfrei, gelagert.

[0020] In einer Ausführung weist die Welle der Lagereinrichtung in radialer Richtung ein erstes Lager auf bzw. ist in einer Ausführung ein erstes Lager auf der Welle angeordnet. In einer Ausführung weist die Welle bzw. das erste Lager ein zweites Lager auf, das radial auf dem ersten Lager angeordnet ist. In einer Ausführung weist die Rolle ein erstes Lager, insbesondere ein erstes Lager und ein zweites Lager, auf. In einer Ausführung sind die Lager radial zueinander angeordnet, insbesondere das zweite Lager radial auf dem ersten Lager angeordnet, insbesondere sind das erste Lager und das zweite Lager zueinander konzentrisch angeordnet. In einer Ausführung ist das erste Lager ein Linearkugellager. In einer Ausführung ist das zweite Lager ein Nadellager bzw. eine Nadelhülse.

[0021] In einer Ausführung ist die Welle fest mit einem Gehäuse der Lagereinrichtung verbunden, insbesondere drehfest. In einer Weiterbildung ist die Welle der Lagereinrichtung radial einstellbar, insbesondere derart, dass eine Synchronisierungseinrichtung spielfrei gelagert werden kann, insbesondere das Spiel der Synchronisierungseinrichtung einstellbar ist bzw. werden kann.

[0022] Hierdurch kann vorteilhafterweise erreicht werden, dass ein Spiel der Synchronisierungseinrichtung

einstellbar ist, insbesondere die Synchronisierungseinrichtung, insbesondere deren Spiel, auf Betriebsbedingungen einstellbar ist.

[0023] In einer Ausführung weist die Rolle eine Aufnahme auf, insbesondere eine Nut. In einer Ausführung ist die Aufnahme, insbesondere die Nut, dazu eingerichtet, die Synchronisierungseinrichtung aufzunehmen, insbesondere radial bzw. senkrecht zur Drehachse der Strömungsmaschine und/oder Achse der Schaufeln.

[0024] In einer Ausführung ist die Nut der Rolle dazu eingerichtet, die Synchronisierungseinrichtung lateral abzustützen, insbesondere zu führen, insbesondere diese spielfrei zu lagern.

[0025] In einer Ausführung kann hierdurch vorteilhafterweise üblicherweise schädliches Spiel verringert werden und/oder vermieden werden.

[0026] In einer Ausführung sind die Lagereinrichtungen, zumindest im Wesentlichen, in einem Bereich angeordnet, in dem die Synchronisierungseinrichtung mechanisch mit einer Master-Master-Verstellung verbunden ist, insbesondere hierfür eingerichtet ist bzw. bei der eine Master-Master-Verstellung verwendet wird.

[0027] Hierdurch kann in einer Ausführung ermöglicht werden, dass die Synchronisierungseinrichtung, insbesondere an den Ansteuerstellen des Master-Master-Verstellungssystems, zumindest im Wesentlichen, spielfrei gelagert werden kann bzw. ist.

[0028] In einer Ausführung weist die Vorrichtung genau zwei oder genau vier Lagereinrichtungen auf, die in einer Weiterbildung bezogen auf die Synchronisierungseinrichtung gegenüberliegen und/oder bezogen auf das Gehäuse der Strömungsmaschine sich gegenüberliegen.

[0029] In einer Ausführung weist die Vorrichtung wenigstens ein Gehäuse auf, in dem die verstellbaren Schaufelblätter gelagert, insbesondere zentriert, sind.

[0030] In einer Ausführung der vorliegenden Erfindung wird ein System zur, insbesondere synchronen, Schaufelverstellung einer Strömungsmaschine bereitgestellt. In einer Ausführung weist das System eine hierin beschriebene Vorrichtung auf. In einer Ausführung weist das System eine Strömungsmaschine, insbesondere eine Turbine oder einen Verdichter, weiter insbesondere eine Turbinenstufe oder eine Verdichterstufe, insbesondere mit einem Gehäuse auf. In einer Ausführung weist das System wenigstens eine erste und eine zweite, insbesondere verstellbare, Leitschaufel auf, die bzw. deren Leitschaufel-Arme durch das Gehäuse zentriert werden. In einer Ausführung weist das System eine Turbine und/oder einen Verdichter auf, insbesondere kann das System eine Strömungsmaschine, insbesondere eine Turbine und/oder ein Verdichter sein, weiter insbesondere eine Turbinenstufe und/oder eine Verdichterstufe, weiter insbesondere eine Gasturbine, weiter insbesondere ein Strahltriebwerk, insbesondere für ein Flugzeug, insbesondere eine Niederdruckturbine eines Flugtriebwerks.

[0031] In einer Ausführung weist das System wenig-

tens eine hierin beschriebene Vorrichtung auf.

[0032] Hierdurch kann in einer Ausführung vorteilhafterweise ein Verschleiß verringert werden, insbesondere Wartungsintervalle, insbesondere für die hierin beschriebene Vorrichtung vergrößert werden.

[0033] Weitere vorteilhafte Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungen. Hierzu zeigt, teilweise schematisiert:

Fig. 1 eine Synchronisierungseinrichtung nach dem Stand der Technik;

Fig. 2 eine Ausführungsform einer Vorrichtung;

Fig. 3 eine Detailansicht einer Rolle einer Ausführungsform der Vorrichtung in einer Draufsicht A und einer Schnittansicht B; und

Fig. 4 eine alternative Ausführungsform der Vorrichtung.

[0034] Fig. 1 zeigt eine Vorrichtung zur Verstellung von Schaufelblättern einer Strömungsmaschine des Stands der Technik. Diese weist ein Spiel zwischen der Synchronisierungseinrichtung 10 und einem Gehäuse 3, in dem verstellbare Schaufelblätter (nicht dargestellt) gelagert sind, auf. Ferner ist schematisch eine erste Ansteuereinrichtung 15 und eine zweite Ansteuereinrichtung 15 eines Master-Master-Verstellungssystems dargestellt, das zwei schematisch dargestellte Aktuatoren aufweist, die dazu eingerichtet sind die Synchronisierungseinrichtung 10 zu verstellen bzw. einzustellen. Durch thermische Dehnung wird insbesondere der Mittelpunkt der Synchronisierungseinrichtung 10 gegenüber einem Mittelpunkt des Gehäuses 3 verschoben. Hierdurch entstehen maximale Winkelfehler bei einer Position 6, die 90° zur Ansteuerposition der Ansteuereinrichtungen 15 versetzt angeordnet ist. Dies kann je nach Verlagerung des der Synchronisierungseinrichtung 10 ein maximaler positiver Winkelfehler zwischen der ersten und der zweiten Ansteuereinrichtung 15 und ein negativer Winkelfehler zwischen der zweiten und der ersten Ansteuereinrichtung 15 im Uhrzeigersinn gesehen sein oder vice versa.

[0035] Fig. 2 zeigt schematisch eine Ausführungsform einer Vorrichtung 1 mit einer Lagereinrichtung 5, die im Bereich der Ansteuerposition einer Ansteuereinrichtung 15 eines Master-Master-Systems angeordnet ist. Die Lagereinrichtung 5 weist Rollen auf, die die Synchronisierungseinrichtung 10 radial spielfrei, insbesondere im Bereich der Ansteuerposition, lagern. Die Rollen der Lagereinrichtung 5 ermöglichen eine Bewegung der Synchronisierungseinrichtung 10 in Umfangrichtung des Gehäuses 3 bei gleichzeitiger spielfreier Lagerung im Bereich der Ansteuerposition. Die Synchronisierungseinrichtung 10, die beispielhaft als Synchronisiererring dargestellt ist, weist in der schematischen Darstellung eine andere thermische Dehnung als das Gehäuse 3 auf. Die Lagerein-

richtung 5 ermöglicht bzw. verursacht eine Ovalisierung der Synchronisierungseinrichtung 10, wie hier schematisch dargestellt, bei, in Ausführungen, gleichbleibender Lagerung an der Lagerungseinrichtung 5. Hierdurch verringert sich der Winkelfehler in einer Position 6 (bzw. bei den Positionen 6), die 90° zu Position der Lagereinrichtung 5 angeordnet ist bzw. ein Winkelfehler wird hierdurch, zumindest im Wesentlichen, verhindert.

[0036] Fig. 3 zeigt schematisch eine Detailansicht einer Lagereinrichtung 5 in einer Draufsicht A und einer korrespondierenden Schnittansicht B, die mithilfe einer Rolle 20 eine, zumindest im Wesentlichen, spielfreie Lagerung ermöglicht, bzw. hierzu ausgebildet ist. Die Lagereinrichtung 5 weist eine Welle 21 auf, die mit einem Gehäuse der Lagereinrichtung drehfest verbunden ist. Ferner weist die Rolle 20 eine Nut 22 auf, die zur axialen Führung der Rolle an der Synchronisierungseinrichtung 10 ausgelegt ist. Die Welle 21 kann in einer Ausführung eine Vollwelle und/oder eine Hohlwelle sein, hier beispielhaft als Hohlwelle dargestellt. Die Achse der Rolle 20 bzw. die Welle ist in einer Ausführung einstellbar, insbesondere um ein Spiel der Synchronisierungseinrichtung 10 einzustellen. In einer Ausführung kann die Welle radial in Bezug auf einen Mittelpunkt des Gehäuses 3 eingestellt werden bzw. ist hierzu ausgelegt, so dass insbesondere ein Spiel der Synchronisierungseinrichtung 10 eingestellt werden kann bzw. einstellbar ist. In Fig. 3B ist ferner eine radiale Anordnung von zwei Lagern 23, 24 gezeigt. In einer Ausführung kann das erste Lager 23 ein Linearkugellager. In einer Ausführung kann das zweite Lager 24 ein Nadellager bzw. eine Nadelhülse sein.

[0037] Fig. 4 zeigt schematisch eine Ausführungsform einer Vorrichtung 1' mit einer Lagereinrichtung 5', die mithilfe von zwei Schwenkhebeln 30 konfiguriert ist, so dass bei einer, insbesondere thermischen, Dehnung die Synchronisierungseinrichtung 10 sich ovalisiert bzw. sich ovalisieren kann. Die Schwenkhebel 30 sind, wie schematisch dargestellt, in ihrer Länge und/oder Lage der Drehachse, zumindest im Wesentlichen, identisch mit der Ansteuerlänge und/oder der Lage der Drehachse der Hebel der verstellbaren Schaufeln. Die beim Verstellen entstehende symmetrische Ovalisierung hat vorteilhafterweise keinen Einfluss auf die Verstellwinkel der Schaufeln, vermeidet aber vorteilhafterweise schädliches Spiel, das üblicherweise eingesetzt wird, um, insbesondere thermische, unterschiedliche Dehnungen der Komponenten zu kompensieren. Fig. 4 zeigt hierzu auf der linken Seite einen ersten Zustand der Vorrichtung 1' und auf der rechten Blattseite einen zweiten Zustand, bei dem die Synchronisierungseinrichtung 10 ovalisiert dargestellt ist. Eine Winkelabweichung an Position 6, also 90° versetzt zur Position der Lagereinrichtung 5' wird durch die Ovalisierung der Synchronisierungseinrichtung 10 reduziert bzw. verhindert. Die Ansteueranordnungen 15 sind in einer Master-Master-Konfiguration dargestellt und steuern die Synchronisierungseinrichtung 10 in einem Bereich, in dem die Lagereinrichtungen 5' wirken. Auf der linken Seite von Fig. 4 ist die Vorrichtung 1'

in einer nicht ovalisierten Form dargestellt, die rechte Seite zeigt die Synchronisierungseinrichtung 10 in einer ovalisierten Form.

[0038] Obwohl in der vorhergehenden Beschreibung exemplarische Ausführungen erläutert wurden, sei darauf hingewiesen, dass eine Vielzahl von Abwandlungen möglich ist. Außerdem sei darauf hingewiesen, dass es sich bei den exemplarischen Ausführungen lediglich um Beispiele handelt, die den Schutzbereich, die Anwendungen und den Aufbau in keiner Weise einschränken sollen. Vielmehr wird dem Fachmann durch die vorausgehende Beschreibung ein Leitfaden für die Umsetzung von mindestens einer exemplarischen Ausführung gegeben, wobei diverse Änderungen, insbesondere in Hinblick auf die Funktion und Anordnung der beschriebenen Bestandteile, vorgenommen werden können, ohne den Schutzbereich zu verlassen, wie er sich aus den Ansprüchen und diesen äquivalenten Merkmalskombinationen ergibt.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zur Schaufelverstellung einer Strömungsmaschine, wobei die Vorrichtung (1) aufweist: eine Synchronisierungseinrichtung (10), insbesondere einen Synchronisiererring, zum Verstellen von Schaufeln der Strömungsmaschine und einander gegenüberliegende Lagereinrichtungen (5), die dazu eingerichtet sind, die Synchronisierungseinrichtung (10) radial, insbesondere spielfrei, zu lagern, so dass sich die Synchronisierungseinrichtung (10) thermisch verformen kann und bei dieser Verformung eine ovale Form, insbesondere eine symmetrische ovale Form, einnimmt.
2. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, wobei die Lagereinrichtungen (15) jeweils wenigstens eine Rolle (20) aufweist, die dazu konfiguriert ist, die Synchronisierungseinrichtung (10) zu lagern, insbesondere wenigstens eine Welle (21) mit wenigstens einem Lager aufweist, auf dem die wenigstens eine Rolle (20) angeordnet ist.
3. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Welle (21) in radialer Richtung ein erstes Lager (23) aufweist, das auf der Welle (21) angeordnet ist und wobei in radialer Richtung ein zweites Lager (24) auf dem ersten Lager (23) angeordnet.
4. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Welle (21) fest mit einem Gehäuse der Lagereinrichtung (5) verbunden ist.
5. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Welle (21) radial einstellbar ist, insbesondere in Bezug auf die Synchronisierungs-

einrichtung (10) und/oder auf eine Drehachse der Strömungsmaschine.

6. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Rolle (20) eine Aufnahme, insbesondere eine Nut aufweist, die dazu eingerichtet ist, eine Synchronisierungseinrichtung (10) aufzunehmen. 5

7. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, wobei die Lager- 10
einrichtung (5) wenigstens einen Schwenkhebel (30) aufweist, der mit der Synchronisierungseinrichtung (10) mechanisch verbunden ist, wobei insbesondere eine Hebellänge des Schwenkhebels (30) und eine 15
Lage der Drehachse des Schwenkhebels (30) identisch ist mit einer Lage und einer Drehachse einer verstellbaren Schaufel der Strömungsmaschine.

8. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Vorrichtung (1) genau zwei La- 20
gereinrichtungen (5) aufweist, wobei sich die genau zwei Lagerrichtungen in Bezug auf die Lagerung der Synchronisierungseinrichtung (10) gegenüberlie-
gen. 25

9. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Vorrichtung (1) ein Verstellsys-
tem aufweist und die Synchronisierungseinrichtung (10) mithilfe des Verstellsystems, das in einer Mas-
ter-Master-Konfiguration ausgebildet ist, verstellt, 30
insbesondere angesteuert, wird.

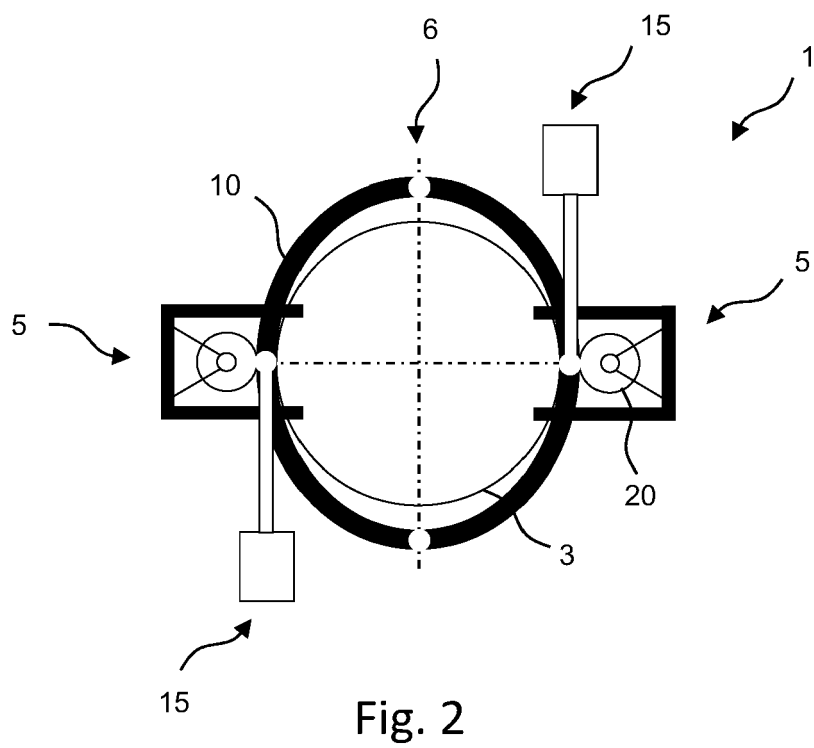
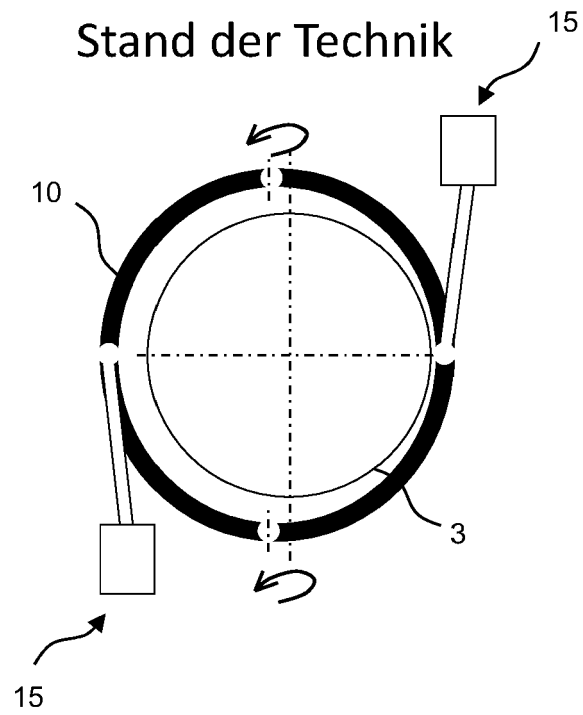
10. Turbomaschine aufweisend verstellbare Schaufeln
und wenigstens eine Vorrichtung (1) nach einem der
vorhergehenden Ansprüche zum Verstellen dieser 35
Schaufeln.

40

45

50

55



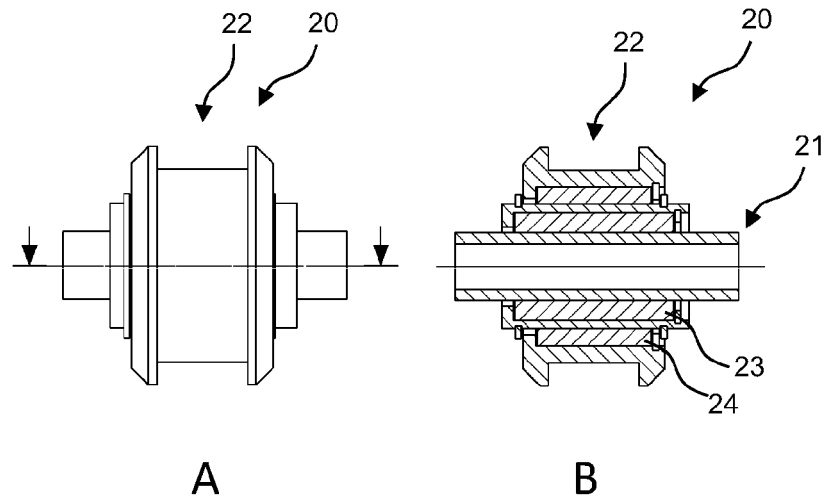


Fig. 3

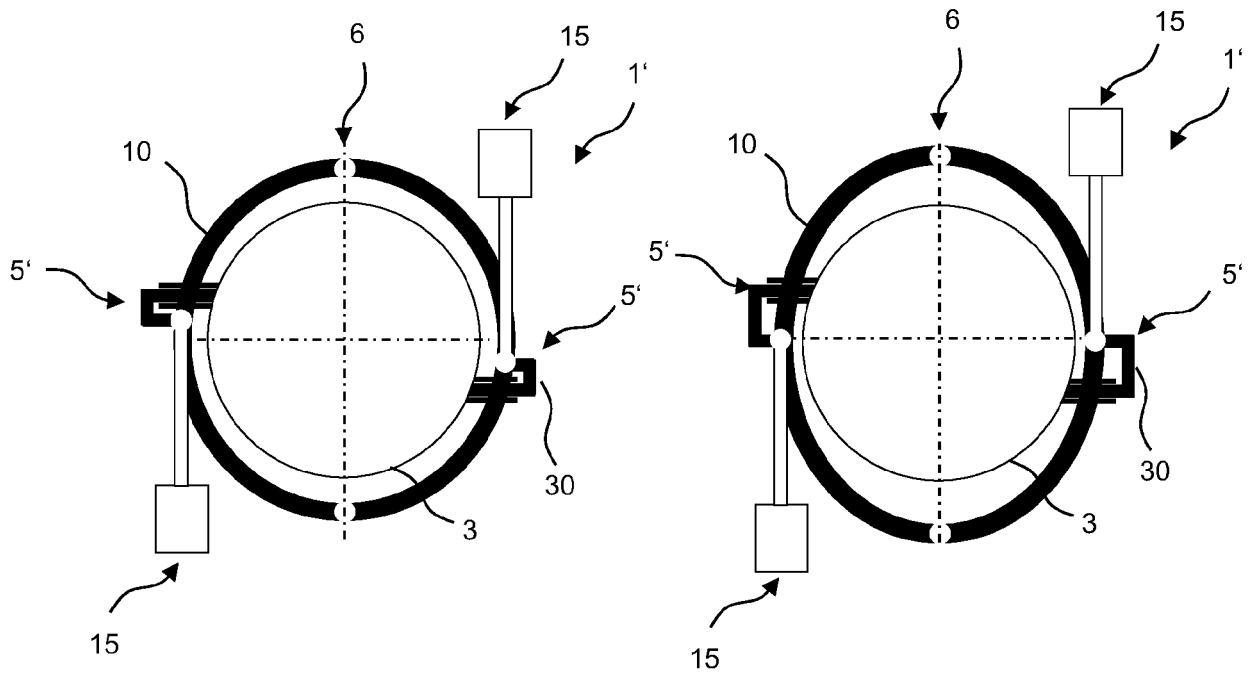


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 24 16 8470

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

4

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	US 2021/071543 A1 (PRATT WILLIAM S [US] ET AL) 11. März 2021 (2021-03-11)	1,7-10	INV.
Y	* Absatz [0049] - Absatz [0052]; Abbildungen 5,6 * * Absätze [0004], [0005] * -----	2	F01D17/16 F01D25/16 F04D29/56
X	EP 2 211 026 B1 (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 23. Dezember 2015 (2015-12-23)	1-10	
Y	* Absätze [0002], [0005]; Abbildung 10 * -----	2-6	
Y	GB 1 499 531 A (SECR DEFENCE) 1. Februar 1978 (1978-02-01) * Abbildung 2 * -----	2-6	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01D F04D
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München		31. Juli 2024	Klados, Iason
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 16 8470

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.

31-07-2024

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	US 2021071543	A1	11-03-2021	EP 3789590	A1	10-03-2021
				US 2021071543	A1	11-03-2021
15	EP 2211026	B1	23-12-2015	EP 2211026	A2	28-07-2010
				GB 2467153	A	28-07-2010
				US 2010189549	A1	29-07-2010
	GB 1499531	A	01-02-1978	KEINE		
20						
25						
30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

EPO FORM P0461

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