

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
18. Juni 2020 (18.06.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/120197 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B64C 11/46 (2006.01) B64C 11/48 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/083308

(22) Internationales Anmeldedatum:
02. Dezember 2019 (02.12.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 221 432.8
11. Dezember 2018 (11.12.2018) DE

(71) Anmelder: **ROLLS-ROYCE DEUTSCHLAND LTD & CO KG** [DE/DE]; Eschenweg 11, OT Dahlewitz, 15827 Blankenfelde-Mahlow (DE).

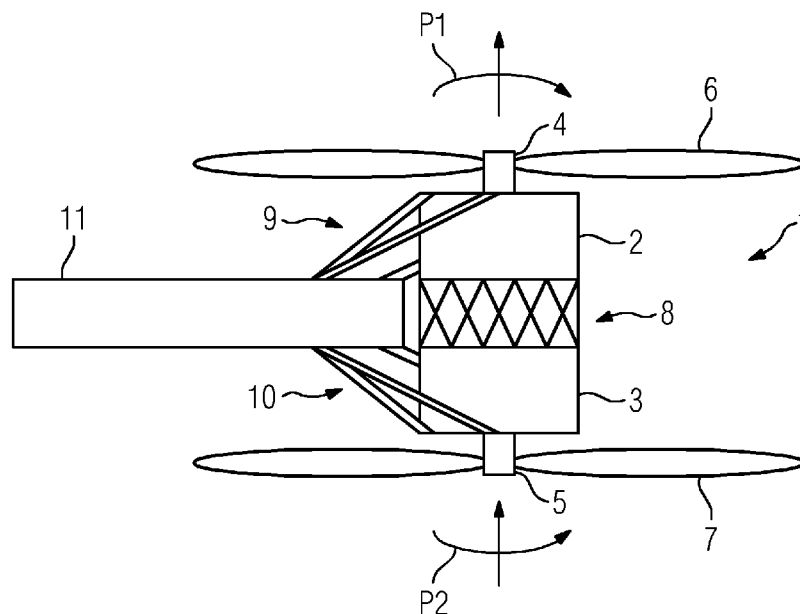
(72) Erfinder: **VERMEULEN, Tobias**; c/o Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG, Eschenweg 11, 15827 Blankenfelde-Mahlow (DE). **FAASS, Andreas**; c/o Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG, Eschenweg 11, 15827 Blankenfelde-Mahlow (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: MOTOR ARRANGEMENT FOR AN AIRCRAFT

(54) Bezeichnung: MOTORENANORDNUNG FÜR EIN FLUGGERÄT

FIG 1



(57) Abstract: Motor arrangement for an aircraft for driving a first propeller (6) and a second propeller (7), wherein the first propeller (6) and the second propeller (7) run in opposite directions to one another, comprising a first electric motor (2) and a second electric motor (3), wherein the first electric motor (2) has a first output shaft (4), and wherein the second electric motor (3) has a second output shaft (5), wherein the second output shaft (5) runs in the opposite direction to the first output shaft (4), wherein the first output shaft (4) drives the first propeller (6) and the second output shaft (5) drives the second propeller (7), characterized in that the first electric motor (2) and the second electric motor (3) are connected to one another via a framework-like strut arrangement (8).

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii)

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(57) **Zusammenfassung:** Motorenanordnung für ein Fluggerät zum Antreiben eines ersten Propellers (6) und eines zweiten Propellers (7), wobei der erste Propeller (6) und der zweite Propeller (7) gegenläufig zueinander laufen, umfassend einen ersten Elektromotor (2) und einen zweiten Elektromotor (3), wobei der erste Elektromotor (2) eine erste Abtriebswelle (4) aufweist und wobei der zweite Elektromotor (3) eine zweite Abtriebswelle (5) aufweist, wobei die zweite Abtriebswelle (5) in entgegengesetzter Richtung zur ersten Abtriebswelle (4) verläuft, wobei die erste Abtriebswelle (4) den ersten Propeller (6) und die zweite Abtriebswelle (5) den zweiten Propeller (7) antreibt, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Elektromotor (2) und der zweite Elektromotor (3) über eine fachwerkartige Strebenanordnung (8) miteinander verbunden sind.

Beschreibung

Motorenanordnung für ein Fluggerät

- 5 Die Erfindung betrifft eine Motorenanordnung für ein Fluggerät zum Antreiben zweier gegenläufiger Propeller, umfassend zwei Elektromotore mit zwei entgegengesetzt verlaufenden Abtriebswellen, von denen jeder einen der Propeller antreibt.
- 10 Insbesondere Fluggeräte, die senkrecht starten, sogenannte VTOL-Fluggeräte (VTOL = Vertical Take-Off and Landing) oder Fluggeräte, die auf einer nur sehr kurzen Start- oder Landebahn abheben oder landen können und dabei vertikal starten oder vertikal landen können (STOL (= Short Take-Off and
- 15 Landing), STOVL (= Short Take-Off and Vertical Landing), VSTOL (= Vertical/Short Take-Off and Landing) oder VTHL (= Vertical Take-Off Horizontal Landing)) weisen mitunter Motorenanordnungen auf, die zwei vertikal übereinander angeordnete, jedoch entgegengesetzt zueinander rotierende Propeller
- 20 aufweisen. Jeder Propeller wird über einen separaten Elektromotor angetrieben, das heißt, dass die Elektromotoren entgegengesetzt zueinander, also um 180° verdreht angeordnet sind. Die Abtriebswelle des einen Elektromotors läuft vertikal nach oben, die des anderen vertikal nach unten, wobei die Elektromotoren benachbart zueinander und zwischen den Propellern angeordnet sind. Man spricht bei einer solchen Elektromotorenanordnung auch von einer sogenannten Back-to-Back-Anordnung. Die Elektromotoren sind dabei jeweils separat über entsprechende Streben oder Träger, gegebenenfalls auch nach Art eines Rahmens, mit einem Strukturträger des Fluggeräterahmens verbunden. Aufgrund der Propellerrotation und der daraus entstehenden, quasi in Längsrichtung der Rotationsachse gegebenen Vortriebskräfte wirken auf die mechanischen Verbindungen der Elektromotoren zum Flugzeugrahmen mechanische Kräfte, die
- 30 durch eine entsprechend massive Konstruktion aufzufangen sind, wobei die Konstruktion natürlich aus Sicherheitsgründen entsprechend überdimensioniert respektive redundant auszulegen ist. Diese Kräfte umfassen auch die Biegekräfte resultie-
- 35

rend aus der zur Rotationsachse leicht versetzt primären Luftströmungsrichtung wie auch der gegenläufigen Propellerrotation. Auch diese, auf die Propellerachse wirkenden Kräfte sind über den Flugzeugrahmen und die entsprechenden Verbindungsstreben abzustützen. Es ist offensichtlich, dass all diese hohen Kräfte dazu führen, dass die Verbindungs- und Rahmenstruktur entsprechend massiv auszulegen ist.

Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, eine demgegenüber verbesserte Motorenanordnung für ein Fluggerät anzugeben.

Zur Lösung dieses Problems ist bei einer Motorenanordnung der eingangsgenannten Art erfindungsgemäß vorgesehen, dass die beiden Elektromotore (der erste Elektromotor und der zweite Elektromotor) über eine fachwerkartige Strebenanordnung miteinander verbunden sind.

Erfindungsgemäß sind die beiden Elektromotore (der erste Elektromotor und der zweite Elektromotor) beziehungsweise deren Motorgehäuse unmittelbar über eine fachwerkartige Strebenanordnung miteinander verbunden. Diese Strebenanordnung respektive Verbindungsstreben verbinden demzufolge die zylindrischen Motorgehäuse, wobei es sich bei dem Motorgehäuse auch unmittelbar um das Statorgehäuse, in dem also der Stator des Elektromotors aufgenommen ist, handeln kann. Die Strebenanordnung erstreckt sich quasi ringförmig um den Umfang der beiden zu verbindenden Motorgehäuse, so dass diese über eine umlaufende fachwerkartige Strebenverbindung miteinander gekoppelt sind.

Über diese Strebenanordnung ist es möglich, die entsprechenden, im Betrieb auftretenden Kräfte oder Momente, die motorseitig entstehen respektive anliegen, bereits innerhalb der Motorenanordnung abzustützen, und zwar sowohl die aus der gegenläufigen Rotation entstehenden Momente als auch die Biegemomente an den Propellerschäften (Schäfte des ersten Propellers und des zweiten Propellers). Da die Biegemomente und die aus der gegenläufigen Rotation entstehenden Momente quasi

senkrecht zueinander stehen, im einen Fall orthogonal zur Propellerachse, im anderen Fall längs der Propellerachse, hat sich eine Fachwerkstruktur mit einer Mehrzahl an entsprechenden Streben als besonders zweckmäßig erwiesen, da durch eine
5 entsprechende geometrische Anordnung der einzelnen Streben eine den tatsächlichen Momentenverlauf berücksichtigende, möglichst umfassende Abstützung erreicht werden kann.

Die Streben der Strebenanordnung stehen bevorzugt unter einem
10 Winkel $>0^\circ$ und $<90^\circ$ zur Längsachse der Motorenanordnung, sind also schräg verlaufend angeordnet, um die anstehenden Kräfte respektive die Kraftrichtungen entsprechend abstützen zu können, wobei bei schräger Anordnung Teilmomente oder Teilkräfte aus jeder Richtung abgestützt werden können. Besonders bevor-
15 zugt sind hierbei die Streben in einer Zick-Zack-Anordnung oder einer mäanderförmigen Anordnung angeordnet, das heißt, dass sich die Anstellwinkel quasi zick-zack- oder mäanderförmig abwechseln. Bei einer Zick-Zack-Anordnung gehen die Strebenenden quasi unmittelbar in die Nachbarstrebe über, so dass
20 sich letztlich eine dreieckförmige Ausgestaltung ergibt. Bei einer mäanderförmigen Anordnung sind die Strebenenden über einen entsprechenden Verbindungsabschnitt miteinander verbunden, so dass sich eine mäanderförmige Struktur ergibt.

25 Grundsätzlich sollten bei einer winkligen Strebenanordnung die Längsachsen der Streben unter einem Winkel von $45^\circ - 75^\circ$, insbesondere von $55^\circ - 65^\circ$ und vorzugsweise von 60° zueinander stehen. Das heißt, dass hinsichtlich des Strebenwinkels ein entsprechend großer Spielraum gegeben ist, um eine opti-
30 male Winkelanordnung in Bezug auf die tatsächlich anstehenden Lasten zu wählen. Die Strebenanordnung selbst ist eine Ringanordnung, also ein separater Kopplungsring, der als vorgefertigtes Bauteil zwischen die Motorgehäuse, bei denen es sich um die Statorgehäuse handeln kann, gesetzt wird und über ent-
35 sprechende Befestigungsabschnitte damit verbunden werden kann. Diese Ringanordnung kann entweder derart ausgelegt sein, dass die Streben mit ihren Enden beidseits an Träger-
ringen oder Ringabschnitten angeordnet sind. Das heißt, dass

quasi ein ober- und unterseitiger Trägerring vorgesehen ist, wobei zwischen den Trägerringen die einzelnen Streben verlaufen. Alternativ können auch nur kurze Ringabschnitte vorgesehen sein, die im Falle einer mäanderförmigen Ausgestaltung die einzelnen benachbarten Strebenenden miteinander verbinden. Alternativ ist es auch denkbar, dass bei einer Zick-Zack-Anordnung die Streben mit ihren Enden direkt zusammenlaufen und miteinander verbunden sind.

Bevorzugt wird eine einteilige Ausführung der Strebenanordnung respektive Ringanordnung, denkbar ist es aber auch, insbesondere im Fall der Verwendung entsprechender Trägerringe, die Trägerringe separat zu den Streben auszuführen und die Streben mit den Trägerringen zu verbinden.

Bevorzugt jedoch, wie ausgeführt, ist die Strebenanordnung als einteiliges Ringbauteil ausgeführt, das heißt, dass keine Einzelstreben oder separaten Ringe vorgesehen sind, was die Herstellung der Strebenanordnung vereinfacht. Die einteilige Ausgestaltung der Strebenanordnung ist für alle denkbaren Bauformen möglich.

In Anbetracht der aufzufangenden respektive abzustützensden Kräfte beziehungsweise Momente hat sich eine querschnittlich gesehen T-förmige Strebenform als besonders zweckmäßig herausgestellt. Die T-förmigen Streben sind dabei derart angeordnet, dass der Querschenkel in Umfangsrichtung und der mittig am Querschenkel angeordnete Längsschenkel in radialer Richtung verläuft.

Für eine einfache Befestigung der Strebenanordnung an den Motoren- oder Statorgehäusen ist es zweckmäßig, wenn die Strebenanordnung mehrere Befestigungsabschnitte aufweist, die radial außen oder innen von an den Motorgehäusen der beiden Elektromotore (der erste Elektromotor und der zweite Elektromotor) vorgesehenen Befestigungsabschnitten übergriffen sind, wobei die benachbarten Befestigungsabschnitte über Verbindungselemente miteinander verbunden sind. Bei dieser Erfin-

dungsausgestaltung sind also an den Motorgehäusen entsprechende Befestigungsabschnitte vorgesehen, beispielsweise in Form von sich axial erstreckenden Laschen oder ähnlichem. Auch die Strebenanordnung weist entsprechende Befestigungsabschnitte auf. Im Rahmen der Montage wird die Strebenanordnung entsprechend am Motorgehäuse positioniert, so dass, je nachdem wo die Motorgehäuseseitigen Befestigungsabschnitte wie beispielsweise die laschenartigen Verbindungsabschnitte angeordnet sind, die Befestigungsabschnitte der Strebenanordnung radial außen oder innen von den am Motorgehäuse vorgesehenen Befestigungsabschnitten übergriffen sind. Dies ermöglicht eine einfache radiale Verschraubung der entsprechenden Bauteile mittels geeigneter Verbindungselemente wie Verbindungsschrauben, so dass eine einfache Montage der Strebenanordnung an den Motorgehäusen, gleichermaßen aber auch eine einfache Demontage zu Wartungszwecken möglich ist.

Bevorzugt kommen wie ausgeführt an den Motorgehäusen laschenartige Befestigungsabschnitte, die sich ein kurzes Stück axial erstrecken, zum Einsatz, die die Befestigungsabschnitte der Strebenanordnung radial außenliegend übergreifen, das heißt, dass die Strebenanordnung quasi in die umfangsmäßig verteilten laschenartigen Befestigungsabschnitte eingestellt wird und an diesen radial verschraubt wird.

Bei modernen Elektromotoren, die für eine solche Motorenanordnung geeignet sind, sind die aktiven Teile und Kühlteile des Motors, soweit sie positionsfest sind, quasi als kassettenförmiges Bauteil ausgeführt respektive vorgefertigt, das in das Motoren- respektive Statorgehäuse vom Nichtantriebsende her eingesetzt oder eingepresst wird. Über einen axialen Abschlussring wird einerseits die Kassette fest im Motorgehäuse fixiert, so dass es im Betrieb, auch wenn das Kühlmittel unter Druck durch die Kühlabschnitte strömt, sicher im Gehäuse gehalten ist. Bei bekannten, diesbezüglichen Ausgestaltungen wird dieser Abschlussring axial auf die Stirnseite des jeweiligen Motorgehäuses aufgesetzt, so dass er das kassettenartige Einsatzteil axial entweder vollumfänglich oder mit ent-

sprechenden Abschnitten übergreift, wonach der Abschlussring über eine Mehrzahl von axial angeordneten Verbindungsschrauben mit dem Motorgehäuse verschraubt wird. Hierzu sind am Motorgehäuse entsprechende axial gerichtete Befestigungsabschnitte vorgesehen, wie natürlich auch am Abschlussring. Mit besonderem Vorteil kann bei der erfindungsgemäß vorgesehenen Motorenanordnung ein solcher Abschlussring entfallen. Denn gemäß einer besonders zweckmäßigen Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die an der Strebenanordnung vorgesehenen Befestigungsabschnitte als sich radial nach innen erstreckende Füße ausgeführt sind, die ein im jeweiligen Motorgehäuse angeordnetes ringförmiges Bauteil, insbesondere einen im jeweiligen Motorgehäuse angeordneten Dichtring, der eine gehäusesseitige Kühlmittelkanalanordnung abdichtet, übergreifen und fixieren. Das heißt, dass letztlich die Funktion des bei bekannten Elektromotoren vorgesehenen Abschlussrings, der der Fixierung der eingebrachten Kassettenanordnung oder respektive des diese abschließenden Dichtrings, über den die Kühlmittelkanalstruktur abgedichtet wird, dient, an der Strebenanordnung integriert ist, beziehungsweise die Strebenanordnung die Funktion dieses Abschluss- respektive Fixierrings ebenfalls innehat. Denn mit den sich radial nach innen erstreckenden Füßen übergreift die Strebenanordnung an beiden Motorgehäusen das jeweilige ringförmige Bauteil, also insbesondere den jeweiligen dortigen Dichtring radial und axial, so dass die Bauteile beziehungsweise Dichtringe axial fixiert sind, selbst dann, wenn das Kühlmittel mit entsprechend hohem Druck durch die Kühlkanäle strömt. Die Strebenanordnung hat demzufolge eine Doppelfunktion, nämlich zum einen die der Verbindung der Motorgehäuse und Abstützung der entsprechenden Kräfte, zum anderen die der Fixierung der jeweiligen ringförmigen Bauteile beziehungsweise Dichtringe in den Motorgehäusen.

In Weiterbildung der Erfindung können die am Motorgehäuse vorgesehenen Befestigungsabschnitte eine Durchgangsbohrung und die an der Strebenanordnung vorgesehenen Befestigungsabschnitte eine radial verlaufende und zumindest abschnittswei-

se mit einem Innengewinde versehene Bohrung aufweisen, wobei die Verbindungselemente in Form von Verbindungsschrauben durch die Durchgangsbohrungen greifen und in die Innengewinde eingeschraubt sind. Wie ausgeführt, umgreifen die Befestigungsabschnitte des Motorgehäuses die Befestigungsabschnitte der Strebenanordnung bevorzugt radial außen. Werden die gehäuseseitigen Befestigungsabschnitte mit einer Durchgangsbohrung und die strebenanordnungsseitigen Befestigungsabschnitte mit einer Innengewindebohrung versehen, so können die Verbindungsschrauben ohne weiteres von radial her eingesetzt und eingeschraubt werden, was die Montage sehr vereinfacht.

Dabei kann jeweils eine die Durchgangsbohrung durchgreifende, sich bis in die Bohrung erstreckende Hülse, die von der Verbindungsschraube durchgriffen ist, vorgesehen sein, wobei die Hülse und die Verbindungsschraube aus Titan oder einer Titanlegierung bestehen. Diese Hülse durchgreift also sowohl die am Befestigungsabschnitt des Motorgehäuses ausgebildete Durchgangsbohrung, und sie erstreckt sich abschnittsweise in die Bohrung an der Strebenanordnung, so dass letztlich beide Befestigungsabschnitte über sie gekoppelt respektive an ihr abgestützt sind. Die Hülse sowie die Verbindungsschraube bestehen des Weiteren aus Titan oder einer Titanlegierung, so dass sich eine redundante Verbindung ergibt. Die Hauptlast wird über die Bohrungen in Verbindung mit der Hülse abgestützt. Für den Fall, dass die Hülse reißt, kann der ebenfalls aus Titan oder einer Titanlegierung bestehende Bolzen respektive die Verbindungsschraube die Last gleichermaßen abstützen und tragen. Natürlich ist diese Verschraubungsanordnung beidseits über entsprechende Sicherungsmittel fixiert, am radial gesehen inneren Schraubenende beispielsweise mit einem entsprechend hochfesten und verschleißfesten Gewindeinsatz, in dem der Gewindeschacht der Verbindungsschraube eingeschraubt wird. Am anderen Ende kann der Schraubenkopf beispielsweise über eine entsprechende Drahtsicherung fixiert sein.

Die Strebenanordnung selbst kann, wie auch das Motoren- oder Statorgehäuse, beispielsweise aus Stahl oder einer Stahllegierung sein, jedoch ist diese Aufzählung nicht abschließend. Auch andere Materialien wie beispielsweise Titan oder eine Titanlegierung sind verwendbar.

Insgesamt bietet die erfindungsgemäße Motorenanordnung eine sehr gute Kraft- und Momentenabstützung innerhalb der Motorenanordnung selbst, resultierend aus der erfindungsgemäß die beiden Motoren- oder Statorgehäuseverbindenden Strebenanordnung respektive dem die fachwerkartigen Streben aufweisenden Koppelring. Dies führt dazu, dass die mechanische Anbindung der Motorenanordnung an den eigentlichen Fluggeräte- oder Flugzeugrahmen anders und insbesondere im Hinblick auf die deutlich geringeren, aufzunehmenden Lasten respektive Momente weniger massiv ausgelegt werden kann.

Ferner betrifft die Erfindung ein Fluggerät, umfassend wenigstens eine Motorenanordnung der beschriebenen Art.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus den im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispielen sowie anhand der Zeichnungen. Dabei zeigen:

Fig. 1 eine Prinzipdarstellung einer erfindungsgemäßen Motorenanordnung mit zugeordneten Propellern,

Fig. 2 eine perspektivische Darstellung einer erfindungsgemäßen Motorenanordnung,

Fig. 3 eine vergrößerte Teilansicht im Bereich der Strebenanordnung zur Darstellung der aufzunehmenden Lasten beziehungsweise Momente,

Fig. 4 eine vergrößerte, teilgeschnittene Ansicht der Strebenanordnung, und

Fig. 5 eine vergrößerte, teilgeschnittene Ansicht zur Darstellung der Verbindung der Strebenanordnung mit dem Motorgehäuse.

5 Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Motorenanordnung 1, umfassend einen ersten Elektromotor 2 und einen zweiten Elektromotor 3, die jeweils um 180° verdreht zueinander angeordnet sind, so dass die erste Abtriebswelle 4 des ersten Elektromotors 2 und die zweite Abtriebswelle 5 des zweiten Elektromotors 3 in entgegengesetzter Richtung verlaufen. Die erste Abtriebswelle 4 trägt einen ersten Propeller 6 und die zweite Abtriebswelle 5 trägt einen zweiten Propeller 7, wobei der erste Propeller 6 und der zweite Propeller 7 über den ersten Elektromotor 2 und den zweiten Elektromotor 3 rotierend angetrieben werden. Die Rotationsrichtungen des ersten Propellers 6 und des zweiten Propellers 7 sind gegenläufig, wie durch die Rotationspfeile P1 und P2 dargestellt ist.

Der erste Elektromotor 2 und der zweite Elektromotor 3 sind über eine fachwerkartige Strebenanordnung 8 miteinander verbunden, die der Abstützung und Aufnahme entsprechender Momente beziehungsweise Kräfte, die aus dem Betrieb und insbesondere der Propellerrotation resultieren, dient.

25 Aufgrund dieser quasi internen Motorenkopplung sind die mechanischen Verbindungsstrukturen 9, 10, über die die Motorenanordnung 1 respektive den ersten Elektromotor 2 und den zweiten Elektromotor 3 mit einem entsprechenden Träger 11 der Rahmenstruktur des zugehörigen Fluggeräts verbunden ist, entsprechend einfacher und weniger massiv auszuführen als bei bisher bekannten Motorenanordnungen.

Fig. 2 zeigt in detaillierterer Darstellung eine Motorenanordnung 1 mit dem ersten Elektromotor 2 und dem zweiten Elektromotor 3. Diese weisen jeweils ein Motorgehäuse 12, 13 auf, bei dem es sich beispielsweise um das Statorgehäuse handelt, in dem also positionsfest der Stator des ersten/ zweiten Elektromotors 2, 3 angeordnet ist. Neben dem Stator sind in

dem jeweiligen Motorgehäuse 12, 13 auch entsprechende Kühlkanäle und Ähnliches vorgesehen, durch die ein Kühlmittel mit entsprechend hohem Druck zirkuliert, um den jeweiligen Elektromotor 2, 3 zu kühlen.

5

Die umgedreht zueinander angeordneten Elektromotore 2, 3 (erster Elektromotor 2 und zweiter Elektromotor 3) sind im Bereich ihrer jeweiligen Stirnseiten 14, 15 über die ringförmige Strebenanordnung 8 miteinander verbunden, wobei die Strebenanordnung 8 eine Vielzahl separater einzelner Streben 16 aufweist, die bei der gezeigten Ausgestaltung zick-zackförmig verlaufen. Die Strebenanordnung 8 ist ein separates, bevorzugt einstückiges metallenes Bauteil, das als vorgefertigte Ringanordnung auf einfache Weise zwischen die Motorgehäuse 12, 13 gesetzt und mit diesen verbunden werden kann.

Fig. 3 zeigt in einer vergrößerten Teilansicht einen Ausschnitt der beiden Motorgehäuse 12, 13 und der Strebenanordnung 8 mit den einzelnen Streben 16. Wie auch aus Fig. 4 ersichtlich ist, weist jedes Motorgehäuse 12, 13 sich radial erstreckende, laschenartige Befestigungsabschnitte 17, 18 auf, wie auch, siehe Fig. 4, die Strebenanordnung 8 entsprechende Befestigungsabschnitte 19 aufweist. In der Montagestellung übergreifen die Befestigungsabschnitte 17, 18 die Befestigungsabschnitte 19 radial außenseitig, sie überlappen also, so dass in diesem Bereich die Motorgehäuse 12, 13 und die Strebenanordnung 8 über entsprechende Verbindungselemente 20 wie Verbindungsschrauben 27 und dergleichen miteinander verbunden werden können.

30

Die Streben selbst weisen querschnittlich gesehen eine T-Form auf, mit einem Querschenkel 21, der in Umfangsrichtung verläuft, und einem mittig am Querschenkel 21 angeordneten Längsschenkel 22, der in radialer Richtung verläuft, wie aus den Figuren 3 und 4 zu entnehmen ist. Diese T-förmige Ausgestaltung ermöglicht eine sehr gute und effiziente Abstützung und Aufnahme der anstehenden Momente und Kräfte, die in Fig. 3 dargestellt sind.

35

Im Betrieb wirken auf die Verbindung der Motorgehäuse 12, 13 mit der Strebenanordnung 8 sowohl aus der Rotation des ersten Propellers 6 und des zweiten Propellers 7 wirkende, axial gerichtete Kräfte F1, die aufgrund der gegenläufigen Rotation entgegengerichtet sind, wie auch entsprechende, ebenfalls aus der gegenläufigen Rotation resultierende Biegekräfte F2, siehe hierzu Fig. 3. Die Anordnung der Streben 16 in der gezeigten gewinkelten Form mit einem Winkel α zwischen den Streben, der im Bereich zwischen $45^\circ - 75^\circ$, insbesondere zwischen $55^\circ - 65^\circ$ und im gezeigten Beispiel von ca. 60° liegt, ermöglicht eine sehr gute Abstützung und Aufnahme der entsprechenden Kräfte und Momente innerhalb der Strebenanordnung 8, das heißt, dass diese Momente hier bereits abgestützt sind und demzufolge nicht mehr über die mechanischen Verbindungsstrukturen 9, 10 zum Rahmenträger 11 hin abzustützen sind. Der gewählte Winkel von ca. 60° stellt üblicherweise einen sehr guten Kompromiss zwischen den entsprechenden Richtungen der anliegenden Kräfte beziehungsweise Momente dar, um diese bestmöglich abzustützen.

Fig. 5 zeigt schließlich eine vergrößerte Teilschnittansicht des Verbindungsbereichs der Strebenanordnung 8 mit einem Motorgehäuse, hier dem Motorgehäuse 13. Der Verbindungsbereich ist geschnitten. Gezeigt ist der gehäusesseitige Befestigungsabschnitt 18 sowie der anordnungsseitige Befestigungsabschnitt 19. Der Befestigungsabschnitt 19 ist als sich radial nach innen erstreckender, länglicher Fuss ausgeführt, siehe hierzu insbesondere auch Fig. 4. Jeder Befestigungsabschnitt 19 respektive jeder Fuß übergreift ein ringförmiges Bauteil 23, beispielsweise in Form eines Dichtrings, über den eine Kühlmittelkanalstruktur, die an einem in das Motorgehäuse 13 eingesetzten, kassettenförmigen Bauteil 32, in respektive an dem die gehäusesseitigen, relevanten Bauteile aufgenommen sind, abgedichtet ist. Über diesen axialen Übergriff wird eine Fixierung des kassettenartigen Bauteils 32 wie auch insbesondere des Dichtrings 23 über die Strebenanordnung 8 erreicht, so dass hierzu keine zusätzlichen Fixier- beziehungs-

weise Sicherungselemente erforderlich sind. Die gleiche Ausgestaltung der Befestigungsabschnitte 19 in Form der Füße ist auch an der anderen Seite der Strebenanordnung 8 vorgesehen, so dass ein im anderen Motorgehäuse aufgenommenes Bauteil beziehungsweise ein Dichtring in gleicher Weise hierüber fixiert wird.

Die eigentliche Verbindung des Motorgehäuses 12, 13 zu Strebenanordnung 8 erfolgt, wie bereits beschrieben, über eine Schraubverbindung, wie detailliert in Fig. 5 gezeigt ist. Im Befestigungsabschnitt 18 ist eine Durchgangsbohrung 24 vorgesehen, die axial fluchtend mit einer Bohrung im Befestigungsabschnitt 19 fluchtet. Die Bohrung im Befestigungsabschnitt 19 ist eine Innengewindebohrung 25, die im zum Befestigungsabschnitt 18 weisenden Bereich einen größeren, ohne Gewinde versehenen Abschnitt aufweist, der dann in den eigentlichen Innengewindeabschnitt übergeht.

Vorgesehen ist des Weiteren eine Hülse 26 aus Titan oder einer Titanlegierung, die in die Durchgangsbohrung 24 und die Innengewindebohrung 25, dort deren etwas erweiterten Abschnitt, eingesetzt ist. Die Verbindungsschraube 27, die ebenfalls aus Titan oder einer Titanlegierung besteht, ist mit ihrem Schraubenschaft 28 durchgesteckt und in die Innengewindebohrung 25 eingeschraubt, in der eine Schraubensicherung 29 beispielsweise in Form einer Sicherungshülse, die über das Gewinde des Schraubenschafts 28 geschnitten wird, aufgenommen ist, um eine Axialsicherung zu erwirken. Des Weiteren weist der Schraubenkopf 30 im gezeigten Beispiel entsprechende Bohrung 31 auf, durch die eine Drahtsicherung geführt werden kann.

Der Umstand, dass sowohl eine Hülse 26 als auch eine Verbindungsschraube 27 aus Titan oder einer Titanlegierung verwendet wird, ermöglicht eine Redundanz hinsichtlich der Kraft- oder Momentabstützung für den Fall, dass die Hülse 26 aus welchem Grund auch brechen sollte. Denn dann kann die Kraft

oder das Moment auch über die entsprechend mechanisch feste Verbindungsschraube 27 aufgenommen werden.

In dieser Weise sind sämtliche Befestigungsabschnitte 18, 19 miteinander verbunden, so dass die ringförmige Strebenanordnung 8, die, wie beschrieben, ein einteiliges metallenes, z. B. gegossenes Ringbauteil mit dem sich zick-zack-förmig abwechselnden Streben ist, fixiert ist, wobei diese Verschraubung natürlich an beiden Motorgehäusen 12, 13 erfolgt.

Alternativ zu der dargestellten Zick-Zack-Ausführung, bei der jede Strebe 16 mit ihrem jeweiligen Ende an die nächste Strebe 16 anschließt, ist es auch denkbar, die einzelnen Streben 16 über quasi in der Montagestellung horizontal verlaufende Verbindungsabschnitte zu verbinden, so dass sich eine metallene, z. B. gegossene Mäanderstruktur ergibt, wiederum mit schräg verlaufenden Streben. Alternativ ist es denkbar, zwei separate Trägerringe vorzusehen, nämlich einen oberen und unteren Trägerring, an denen die Streben angeordnet sind, sei es, dass sie daran direkt angegossen oder angeformt sind, sei es, dass sie daran angeschraubt sind. In diesem Fall würde dann die Verbindung der Strebenanordnung über die Trägerringe zum jeweiligen Motorgehäuse erfolgen.

Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Motorenanordnung für ein Fluggerät zum Antreiben eines ersten Propellers (6) und eines zweiten Propellers (7), wobei
5 der erste Propeller (6) und der zweite Propeller (7) gegenläufig zueinander laufen, umfassend einen ersten Elektromotor (2) und einen zweiten Elektromotor (3), wobei der erste Elektromotor (2) eine erste Abtriebswelle (4) aufweist und wobei der zweite Elektromotor (3) eine zweite Abtriebswelle
10 (5) aufweist, wobei die zweite Abtriebswelle (5) in entgegengesetzter Richtung zur ersten Abtriebswelle (4) verläuft, wobei die erste Abtriebswelle (4) den ersten Propeller (6) und die zweite Abtriebswelle (5) den zweiten Propeller (7) antreibt, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Elektromotor
15 (2) und der zweite Elektromotor (3) über eine fachwerkartige Strebenanordnung (8) miteinander verbunden sind.
2. Motoranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Streben (16) der Strebenanordnung (8) unter einem Winkel $>0^\circ$ und $<90^\circ$ zur Längsachse der Motorenanordnung (1)
20 stehen.
3. Motorenanordnung nach Anspruch 2 dadurch gekennzeichnet, dass die Streben (16) in einer Zick-Zack-Anordnung oder einer mäanderförmigen Anordnung angeordnet sind.
25
4. Motorenanordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Längsachsen der Streben (16) unter einem Winkel von 45° - 75° , insbesondere von 55° - 65° und vorzugsweise von 60° zueinanderstehen.
30
5. Motorenanordnung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Streben (16) mit ihren Enden beidseits an Trägerringen oder Ringabschnitten angeordnet sind, oder dass die Streben (16) mit ihren Enden direkt zusammenlaufen und
35 miteinander verbunden sind.

6. Motorenanordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Strebenanordnung (8) als einteiliges Ringbauteil ausgeführt ist.

5 7. Motorenanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Streben (16) im Querschnitt eine T-Form aufweisen, wobei der Querschenkel (21) in Umfangsrichtung und der mittig am Querschenkel (21) angeordnete Längsschenkel (22) in radialer Richtung verläuft.

10

8. Motorenanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Strebenanordnung (8) mehrere Befestigungsabschnitte (18) aufweist, die radial außen oder innen von an den Motorgehäusen (12, 13) des ersten Elektromotors (2) und des zweiten Elektromotors (3) vorgesehenen Befestigungsabschnitten (17) übergriffen sind, wobei die benachbarten Befestigungsabschnitte (17, 18) über Verbindungselemente (20) miteinander verbunden sind.

20 9. Motorenanordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die an der Strebenanordnung (8) vorgesehenen Befestigungsabschnitte (18) als sich radial nach innen erstreckende Füße ausgeführt sind, die ein im jeweiligen Motorgehäuse (12, 13) angeordnetes ringförmiges Bauteil, insbesondere einen im
25 jeweiligen Motorgehäuse (12, 13) angeordneten Dichtring (23), der eine gehäuseseitige Kühlmittelkanalanordnung abdichtet, übergreifen und fixieren.

10. Motorenanordnung nach Anspruch 8 und 9, dadurch gekennzeichnet, dass die am Motorgehäuse (12, 13) vorgesehenen Befestigungsabschnitte (17) eine Durchgangsbohrung (24) und die an der Strebenanordnung (8) vorgesehenen Befestigungsabschnitte (18) eine radial verlaufende und zumindest abschnittsweise mit einem Innengewinde versehene Bohrung (25)
35 aufweisen, wobei die Verbindungselemente (20) in Form von Verbindungsschrauben (27) durch die Durchgangsbohrung (24) greifen und in die Bohrung (25) eingeschraubt sind.

11. Motorenanordnung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils eine die Durchgangsbohrung (24) durchgreifende, sich bis in die Bohrung (25) erstreckende Hülse (26), die von der Verbindungsschraube (27) durchgriffen ist, wobei
5 die Hülse (26) und die Verbindungsschraube (27) aus Titan oder einer Titanlegierung bestehen.

12. Motorenanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Strebenanordnung (8) aus Ti-
10 tan, einer Titanlegierung, Stahl oder einer Stahllegierung ist.

13. Fluggerät, umfassend eine oder mehrere Motorenanordnungen nach einem der vorangehenden Ansprüche.
15

FIG 1

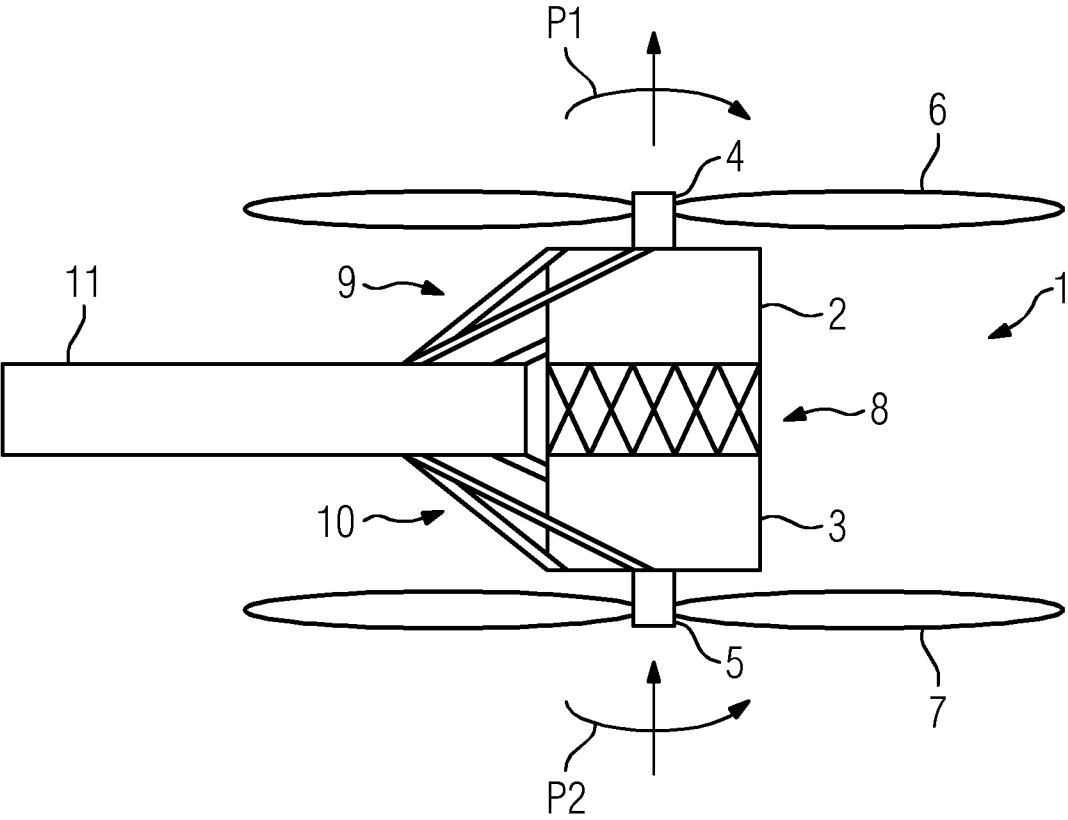


FIG 2

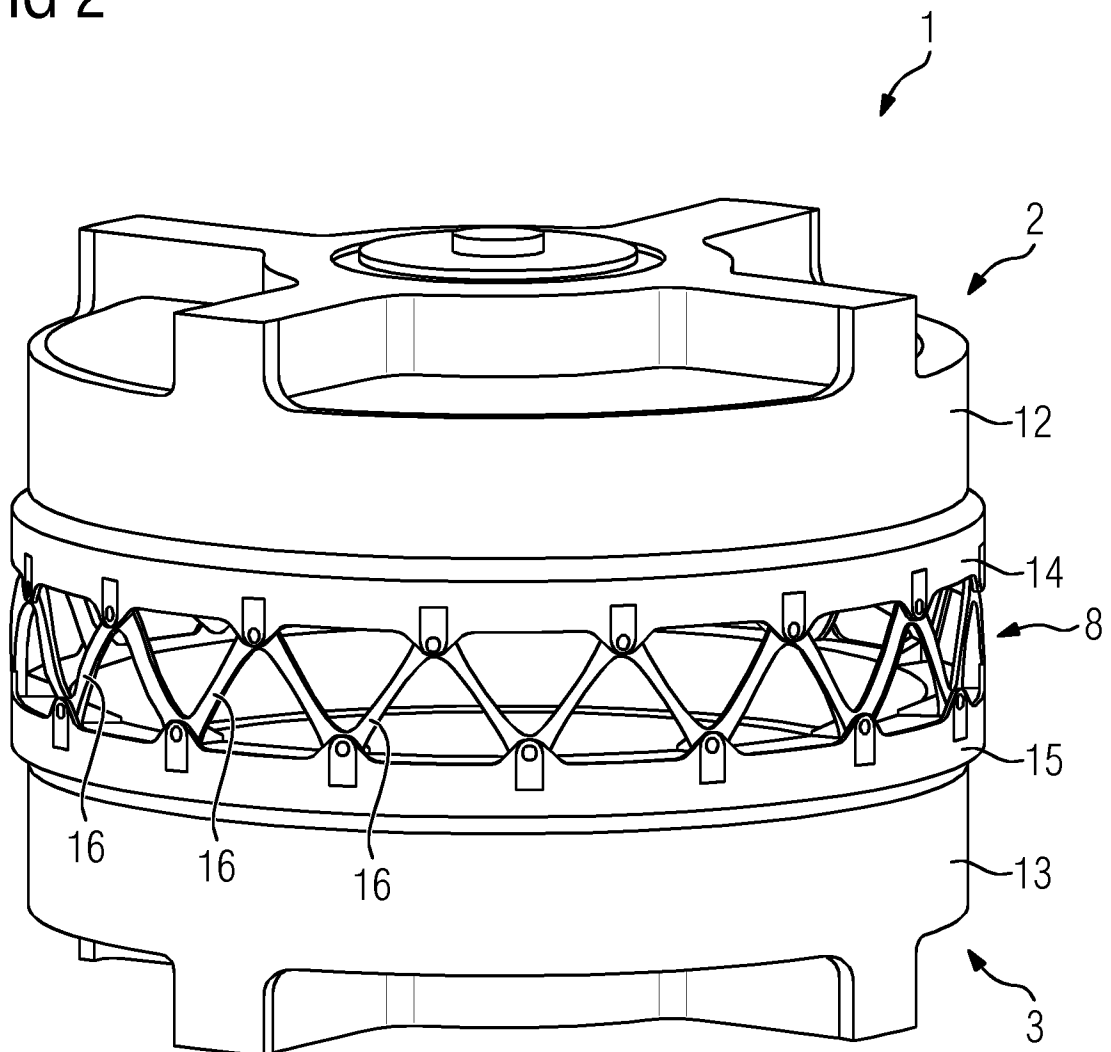


FIG 3

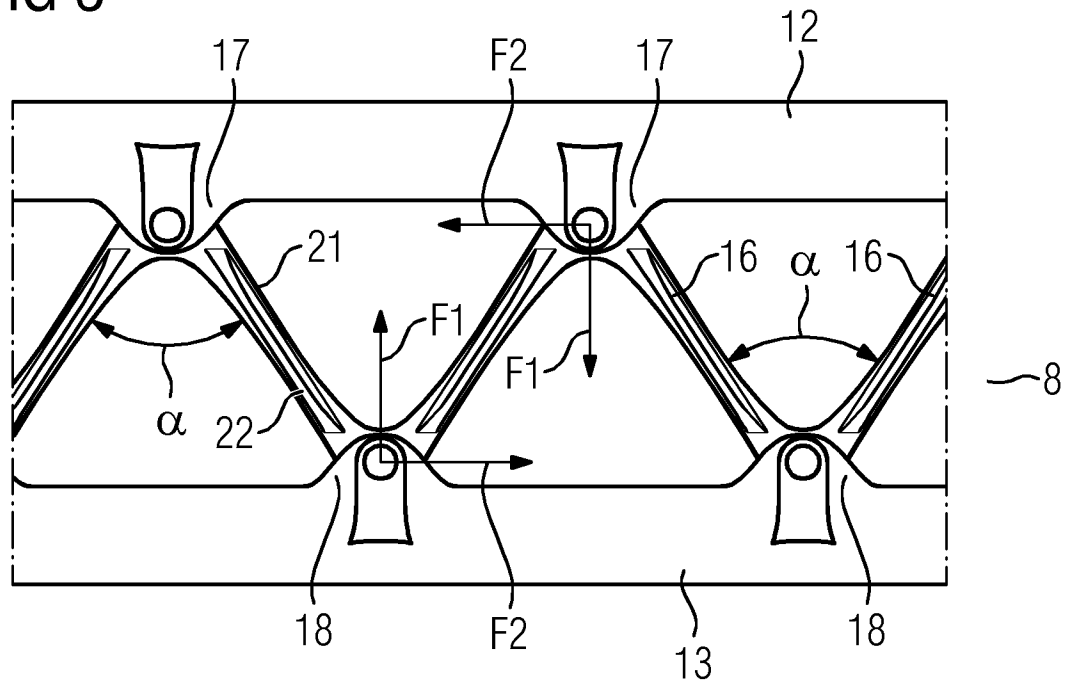


FIG 4

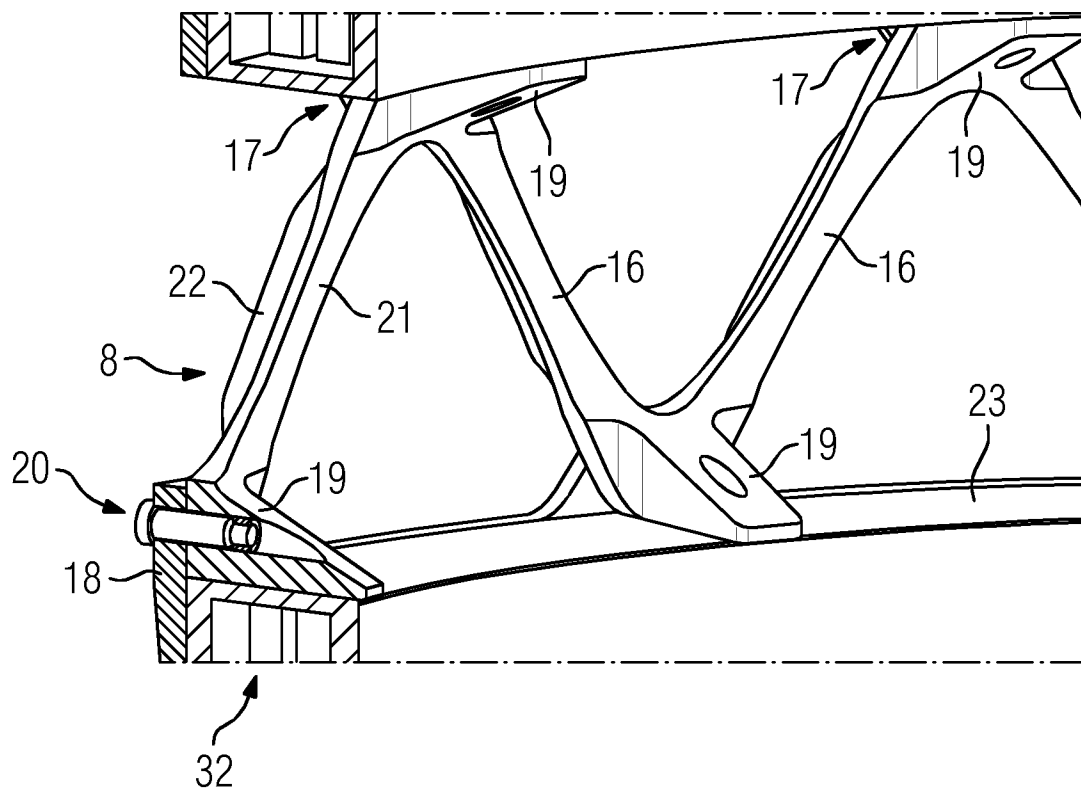
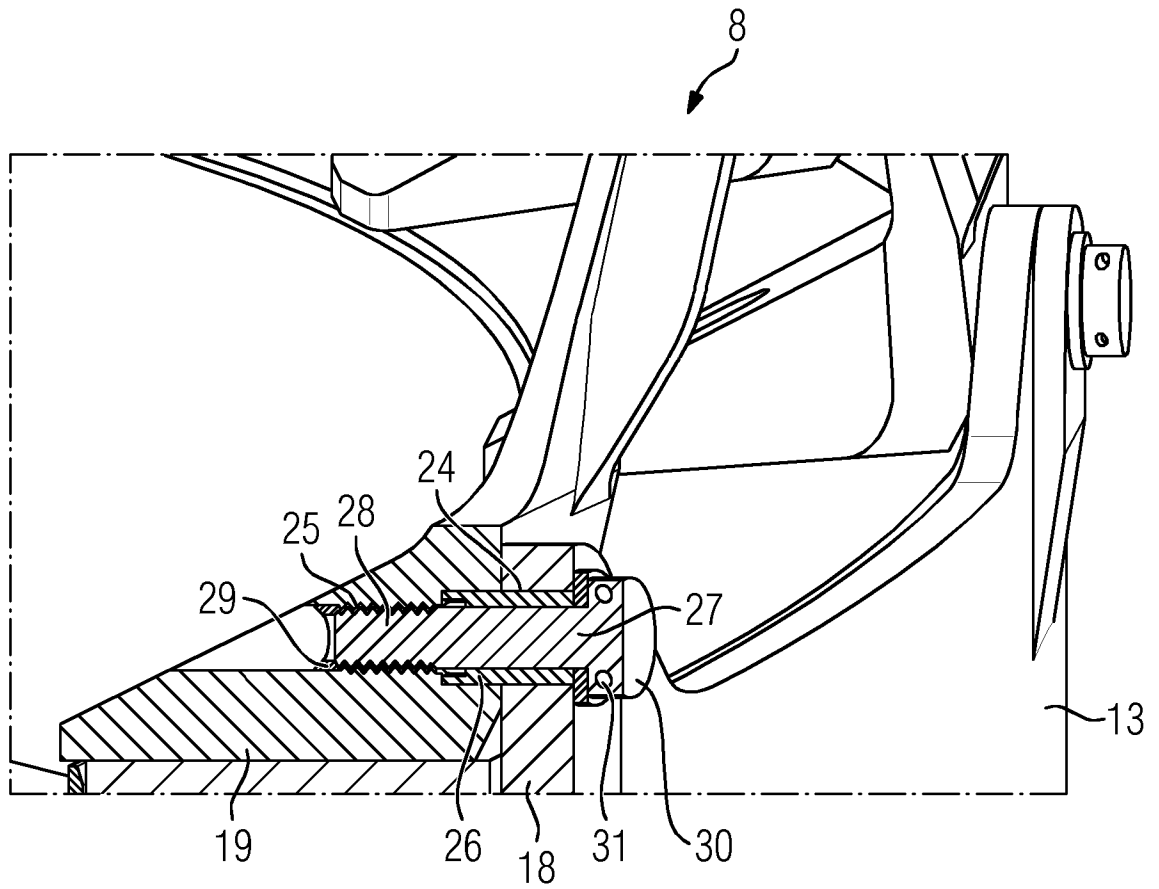


FIG 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/083308

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B64C 11/46**(2006.01)i; **B64C 11/48**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B64C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 106114842 A (XI'AN JIAOTONG UNIV; XI'AN BRANCH CHINA POST CORP ET AL.) 16 November 2016 (2016-11-16)	1,12,13
A	paragraph [0043]; figure 1	2-11
X,P	EP 3508421 A1 (MICRODRONES GMBH [DE]) 10 July 2019 (2019-07-10)	1,8,12,13
	paragraph [0040] - paragraph [0047]; claim 1; figures 1, 2	
A	DE 102008035091 A1 (AIRBUS GMBH [DE]) 11 February 2010 (2010-02-11)	1
	paragraph [0019] - paragraph [0022]; claims 1-3; figures 2-4	

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

02 March 2020

Date of mailing of the international search report

10 March 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Kirchmayr, Sara

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/083308

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	106114842	A	16 November 2016	NONE	
EP	3508421	A1	10 July 2019	EP 3508421 A1	10 July 2019
				US 2019210721 A1	11 July 2019
DE	102008035091	A1	11 February 2010	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B64C11/46 B64C11/48
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B64C

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	CN 106 114 842 A (XI'AN JIAOTONG UNIV; XI'AN BRANCH CHINA POST CORP ET AL.) 16. November 2016 (2016-11-16)	1,12,13
A	Absatz [0043]; Abbildung 1 -----	2-11
X,P	EP 3 508 421 A1 (MICRODRONES GMBH [DE]) 10. Juli 2019 (2019-07-10) Absatz [0040] - Absatz [0047]; Anspruch 1; Abbildungen 1, 2 -----	1,8,12, 13
A	DE 10 2008 035091 A1 (AIRBUS GMBH [DE]) 11. Februar 2010 (2010-02-11) Absatz [0019] - Absatz [0022]; Ansprüche 1-3; Abbildungen 2-4 -----	1



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

2. März 2020

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

10/03/2020

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Kirchmayr, Sara

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/083308

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CN 106114842 A	16-11-2016	KEINE	
EP 3508421 A1	10-07-2019	EP 3508421 A1	10-07-2019
		US 2019210721 A1	11-07-2019
DE 102008035091 A1	11-02-2010	KEINE	