

(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
25. November 2021 (25.11.2021)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2021/233751 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F04D 25/06 (2006.01) F04D 29/02 (2006.01)
F04D 29/053 (2006.01)

(71) Anmelder: **CELLCENTRIC GMBH & CO. KG**
[DE/DE]; Neue Strasse 95, 73230 Kirchheim unter Teck
(DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2021/062582

(72) Erfinder: **SKORUPA, Sven**; Kächelwangstrasse 12,
72141 Walldorfhäsloch (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
12. Mai 2021 (12.05.2021)

(74) Anwalt: **WALLINGER RICKER SCHLOTTER
TOSTMANN** et al.; Patent- und Rechtsanwälte Partner-
schaft mbB, Zweibrückenstraße 5 - 7, 80331 München
(DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2020 002 974.4
18. Mai 2020 (18.05.2020) 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, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,

(54) Title: ROTOR FOR AN AIR SUPPLY UNIT OF A FUEL CELL UNIT, AND AIR SUPPLY UNIT FOR A FUEL CELL UNIT

(54) Bezeichnung: ROTOR FÜR EINE LUFTVERSORGUNGSEINHEIT EINER BRENNSTOFFZELLENEINHEIT UND
LUFTVERSORGUNGSEINHEIT FÜR EINE BRENNSTOFFZELLENEINHEIT

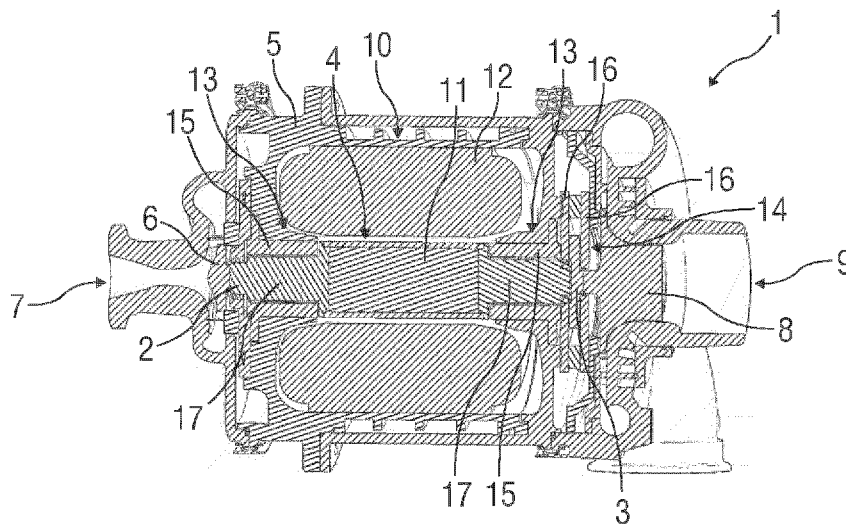


FIG 1

(57) Abstract: The invention relates to a rotor (4) for an air supply unit (1) of a fuel cell unit, which rotor is to be rotatably mounted in a housing (5) of the air supply unit (1) by means of foil-air bearings (15, 16). According to the invention, at least portions of the rotor (4) are formed of a carbon graphite material or of a synthetic-resin-bonded carbon fiber material or coated therewith. The invention also relates to an air supply unit (1) having a rotor (4) of this type.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Rotor (4) für eine Luftversorgungseinheit (1) einer Brennstoffzelleneinheit, welcher zur drehbaren Lagerung mittels Folienluftlagern (15, 16) in einem Gehäuse (5) der Luftversorgungseinheit (1) vorgesehen ist. Erfindungsgemäß ist der Rotor (4) zumindest abschnittsweise aus einem Kohlenstoffgraphitwerkstoff oder aus einem kunstharzgebun-

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2021/233751 A1



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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (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).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Rotor für eine Luftversorgungseinheit einer Brennstoffzelleneinheit und
Luftversorgungseinheit für eine Brennstoffzelleneinheit

Die Erfindung betrifft einen Rotor für eine Luftversorgungseinheit einer Brennstoffzelleneinheit nach den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 und eine Luftversorgungseinheit für eine Brennstoffzelleneinheit.

Aus dem Stand der Technik sind Luftversorgungseinheiten für Brennstoffzelleneinheiten allgemein bekannt. Diese Luftversorgungseinheiten umfassen einen mittels Folienluftlagern drehbar in einem Gehäuse gelagerten Rotor, um Luft anzusaugen, zu verdichten und in die Brennstoffzelleneinheit einzuleiten.

In der WO 2007/004770 A1 werden ein Beschichtungsmaterial und ein Beschichtungsverfahren beschrieben. Das Beschichtungsmaterial wird auf eine rotierende Welle aufgetragen. Es umfasst 20 bis 40 Gew.-% Chromoxid, 40 bis 60 Gew.-% eines Bindematerials, 10 bis 20 Gew.-% Wolframdisulfid und 10 bis 20 Gew.-% Silber. Das Bindematerial umfasst 60 bis 80 Gew.-% Nickel und 20 bis 40 Gew.-% Chrom.

Aus der DE 10 2014 201 563 A1 sind ein aerodynamisches Luftlager und ein Verfahren zu dessen Herstellung bekannt. Zur Lagerung einer Welle ist in einem Lagergehäuse mindestens eine Wellfolie fixiert. Zwischen der Wellfolie und der Welle liegt eine Deckfolie, wobei eine der Welle zugewandte Fläche der Deckfolie eine Beschichtung trägt. Durch eine partielle Beschichtung der Deckfolie wird eine Strukturierung in der der Welle zugewandten Fläche ausgebildet.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, einen gegenüber dem Stand der Technik verbesserten Rotor für eine Luftversorgungseinheit einer Brennstoffzelleneinheit und eine gegenüber dem Stand der Technik verbesserte Luftversorgungseinheit für eine Brennstoffzelleneinheit anzugeben.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch einen Rotor für eine Luftversorgungseinheit einer Brennstoffzelleneinheit mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und eine Luftversorgungseinheit für eine Brennstoffzelleneinheit mit den Merkmalen des Anspruchs 5.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Bei einem Rotor für eine Luftversorgungseinheit einer Brennstoffzelleneinheit, welcher zur drehbaren Lagerung, insbesondere mittels Folienluftlagern, in einem Gehäuse der Luftversorgungseinheit vorgesehen ist, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass der Rotor zumindest abschnittsweise aus einem Kohlenstoffgraphitwerkstoff oder aus einem kunstharzgebundenen Kohlefaserwerkstoff ausgebildet ist oder zumindest abschnittsweise damit beschichtet ist.

Insbesondere sind/ist eine Rotorwelle und/oder eine Axiallagerscheibe des Rotors zumindest abschnittsweise aus dem Kohlenstoffgraphitwerkstoff oder aus dem kunstharzgebundenen Kohlefaserwerkstoff ausgebildet oder zumindest abschnittsweise damit beschichtet. Die Rotorwelle weist beispielsweise zwei Radiallagerabschnitte auf, welche jeweils aus dem Kohlenstoffgraphitwerkstoff oder aus dem kunstharzgebundenen Kohlefaserwerkstoff ausgebildet sind oder damit beschichtet sind. Bei der Axiallagerscheibe kann beispielsweise vorgesehen sein, dass gegenüberliegende Lagerflächen der Axiallagerscheibe mit dem Kohlenstoffgraphitwerkstoff oder mit dem kunstharzgebundenen Kohlefaserwerkstoff beschichtet sind, oder die gesamte Axiallagerscheibe ist daraus ausgebildet.

Beispielsweise kann auch eine Kombination aus einem oder mehreren Kohlenstoffgraphitwerkstoffen und/oder einem oder mehreren kunstharzgebundenen Kohlefaserwerkstoffen für den Rotor vorgesehen sein. Insbesondere bei der Beschichtung kann beispielsweise auch vorgesehen sein, dass verschiedene Lagerabschnitte mit unterschiedlichen der oben genannten Werkstoffe beschichtet sind. Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass die Radiallagerabschnitte und die Axiallagerscheibe mit verschiedenen der oben genannten Werkstoffe beschichtet sind, d. h. voneinander abweichende Beschichtungen aufweisen. Bei der Rotorwelle kann beispielsweise vorgesehen sein, dass alle Radiallagerabschnitte mit dem gleichen Werkstoff oder mit unterschiedlichen der oben genannten Werkstoffe beschichtet sind. Bei der Axiallagerscheibe kann beispielsweise vorgesehen sein, dass beide Lagerflächen mit dem

gleichen Werkstoff oder mit unterschiedlichen der oben genannten Werkstoffe beschichtet sind.

Auch bei der Ausbildung aus einem der oben genannten Werkstoffe kann vorgesehen sein, dass die Rotorwelle und die Axiallagerscheibe, abschnittsweise oder vollständig aus dem gleichen Werkstoff oder aus unterschiedlichen der oben genannten Werkstoffe ausgebildet sind.

Es kann beispielsweise auch vorgesehen sein, dass die Rotorwelle zumindest abschnittsweise oder vollständig aus einem der oben genannten Werkstoffe ausgebildet ist und die Axiallagerscheibe zumindest abschnittsweise oder vollständig mit einem der oben genannten Werkstoffe beschichtet ist oder umgekehrt.

Eine erfindungsgemäße Luftversorgungseinheit für eine Brennstoffzelleneinheit umfasst einen solchen Rotor, der mittels Folienluftlagern drehbar im Gehäuse der Luftversorgungseinheit gelagert ist.

Durch die erfindungsgemäße Verwendung von Kohlenstoffgraphitwerkstoffen und/oder kunstharzgebundenen Kohlefaserwerkstoffen werden Mischreibungseigenschaften und Notlaufeigenschaften bei Folienluftlagern, insbesondere bei Radiallagern und Axiallagern, deutlich verbessert. Sowohl diese Kohlenstoffgraphitwerkstoffe als auch diese kunstharzgebundenen Kohlefaserwerkstoffe besitzen aufgrund ihrer besonderen Kristallstruktur selbstschmierende Eigenschaften. Ohne zusätzliche Schmiermittel ist daher ein Reibungskoeffizient zwischen diesen Werkstoffen und deren Reibpartnern vergleichsweise klein.

Durch die entsprechenden geringen Reibungskoeffizienten bietet eine Materialpaarung eines solchen Werkstoffs mit üblichen Metalllegierungen eines Reibpartners gute Notlaufeigenschaften. Dies gilt insbesondere für Folienluftlager, bei welchen der Reibpartner durch mindestens eine Folie des Folienluftlagers gebildet wird. Übliche Metalllegierungen solcher Reibpartner, insbesondere von Folien für Folienluftlager, sind beispielsweise Stahl, Titan oder Titanlegierungen, auch als Titanium bezeichnet, oder Nickelbasislegierungen mit Nickel als Hauptkomponente, Chrom als wichtige Nebenkomponekte und optional Eisen, Molybdän, Niob, Kobalt, Mangan, Kupfer, Aluminium, Titan, Silizium, Kohlenstoff, Schwefel, Phosphor und/oder Bor als weitere Nebenkomponekten. Diese Nickelbasislegierungen werden auch als Inconel bezeichnet.

Des Weiteren wird durch die erfindungsgemäße Lösung auch ein Verschleiß im Mischreibungsbereich beim Starten und Stoppen deutlich reduziert. Zudem wird ein Massenträgheitsmoment des Rotors reduziert, wodurch bei gleicher elektrischer Auslegung einer elektrischen Antriebsmaschine der Luftversorgungseinheit ein kritischer Drehzahlbereich beim Starten und Stoppen schneller durchlaufen wird.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im Folgenden anhand von Zeichnungen näher erläutert.

Dabei zeigen:

Fig. 1 schematisch eine Schnittdarstellung einer Luftversorgungseinheit für eine Brennstoffzelleneinheit, und

Fig. 2 schematisch eine Rotorwelle mit Axiallagerscheibe eines Rotors der Luftversorgungseinheit aus Figur 1.

Einander entsprechende Teile sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Figur 1 zeigt eine Schnittdarstellung einer Luftversorgungseinheit 1 für eine hier nicht dargestellte Brennstoffzelleneinheit, beispielsweise für einen so genannten Brennstoffzellenstack mit einer Mehrzahl von Brennstoffzellen. Figur 2 zeigt eine Rotorwelle 2 mit Axiallagerscheibe 3 eines Rotors 4 der Luftversorgungseinheit 1 aus Figur 1. Die Axiallagerscheibe 3 ist im dargestellten Beispiel mit der Rotorwelle 2 fest, insbesondere drehfest, verbunden, kann in anderen Ausführungsformen jedoch beispielsweise auch einteilig und/oder einstückig mit der Rotorwelle 2 ausgebildet sein.

Die Luftversorgungseinheit 1 ist analog oder ähnlich einem elektrischen Turbolader für einen Verbrennungsmotor ausgebildet. Sie umfasst ein Gehäuse 5, in welchem der Rotor 4 drehbar gelagert ist. Der Rotor 4 umfasst ein Turbinenrad 6, welches auf einer Abgasseite 7 der Luftversorgungseinheit 1 angeordnet ist, und ein Verdichterrad 8, welches auf einer Frischluftseite 9 der Luftversorgungseinheit 1 angeordnet ist.

Die Abgasseite 7 der Luftversorgungseinheit 1 ist mit einem Abgasauslass der Brennstoffzelleneinheit fluidisch koppelbar oder gekoppelt, so dass der Rotor 4 durch Abgas der Brennstoffzelleneinheit, welches das Turbinenrad 6 anströmt und antreibt,

antreibbar ist. Zur Unterstützung des Antriebs des Rotors 4 ist des Weiteren eine elektrische Antriebsmaschine 10 vorgesehen, insbesondere ein Permanentmagnet-Synchronmotor (PMSM). Der Rotor 4 bildet dabei vorteilhafterweise gleichzeitig auch einen Rotor 4 dieser elektrischen Antriebsmaschine 10. Er umfasst dazu im dargestellten Beispiel mindestens einen Permanentmagnet 11 oder mehrere Permanentmagnete 11 und ist, zumindest in diesem Permanentmagnetbereich, von einem Stator 12 der elektrischen Antriebsmaschine 10 umschlossen.

Die Frischluftseite 9 der Luftversorgungseinheit 1 ist mit einem Frischluftergang der Brennstoffzelleneinheit fluidisch koppelbar oder gekoppelt, so dass die Luftversorgungseinheit 1 mittels ihres Verdichterrades 8 Frischluft, insbesondere aus einer äußeren Umgebung der Luftversorgungseinheit 1, ansaugen, verdichten und der Brennstoffzelleneinheit zuführen kann.

Zur drehbaren Lagerung des Rotors 4 im Gehäuse 5 sind im dargestellten Beispiel zwei Radiallager 13 und ein Axiallager 14 vorgesehen. Die Lagerung erfolgt dabei vorteilhafterweise durch Folienluftlager 15, 16, auch als Luftfolienlager bezeichnet, d. h. über Luftlager, die eine oder mehrere Folien umfassen. Für das jeweilige Radiallager 13 ist daher im dargestellten Beispiel jeweils ein Radialfolienluftlager 15 vorgesehen und für das Axiallager 14 sind, zur Lagerung in beide Axialrichtungen des Rotors 4, zwei Axialfolienluftlager 16 vorgesehen, jeweils an einer Seite der Axiallagerscheibe 3.

Diese Luftlager sind insbesondere als aerodynamische Lager ausgebildet, d. h. es ist keine Pressluftzuführung vorgesehen, sondern ein den Rotor 4 lagerndes Luftpolster bildet sich bei einer ausreichend schnellen Drehbewegung, d. h. bei einer ausreichend hohen Drehzahl, des Rotors 4 aus. Hierfür sind die Folien vorteilhafterweise entsprechend strukturiert, um diese aerodynamische Wirkung zu erreichen.

Die Luftlager, insbesondere Folienluftlager 15, 16, werden für Luftversorgungseinheiten 1 für Brennstoffzelleneinheiten insbesondere aufgrund der Anforderung verwendet, dass Lagerungssysteme der Luftversorgungseinheit 1 nicht mit kohlenstoffbasierten Schmiermitteln ausgeführt werden dürfen, da sonst die Gefahr besteht, dass die kohlenstoffbasierten Schmiermittel durch Undichtigkeiten in eine Membran einer jeweiligen Brennstoffzelle der Brennstoffzelleneinheit gelangen kann, woraus eine reduzierte Lebensdauer und ein Leistungsverlust der Brennstoffzelleneinheit resultieren würde.

Problematisch bei diesen Luftlagern, insbesondere Folienluftlagern 15, 16, ist insbesondere ein Starten und Stoppen des Rotors 4 sowie ein Notlauf, da sie für die oben beschriebene Funktion eine Minimalumfangsgeschwindigkeit zum Aufbau des tragenden Luftspalts und somit Luftpolsters benötigen und in diesen Betriebszuständen die Drehzahl des Rotors 4 und somit seine Umfangsgeschwindigkeit noch nicht oder nicht mehr groß genug ist. D. h. es bildet sich dann kein Luftpolster zwischen dem sich drehenden Rotor 4 und der jeweiligen Folie, welche mit einem jeweiligen Gehäuselagerabschnitt verbunden ist und sich somit nicht bewegt. Dadurch entsteht Reibung, beispielsweise Haftreibung beim Starten des Rotors 4 aus dem Stillstand, beispielsweise Gleitreibung bis zum Ausbilden des Luftpolsters und/oder beispielsweise Mischreibung. Somit unterliegen die Lagersysteme, im dargestellten Beispiel die Radiallager 13 und das Axiallager 14, insbesondere beim Starten und Stoppen des Rotors 4 hohen Anforderungen, welche zu erhöhten Verschleiß und zu hoher Ausfallgefahr führen können.

Um dieses Problem zu lösen und die Reibungseigenschaften zu verbessern, ist bei der im Folgenden näher beschriebenen Lösung die Verwendung eines oder mehrerer Kohlenstoffgraphitwerkstoffe und/oder eines oder mehrerer kunstharzgebundener Kohlefaserwerkstoffe vorgesehen, insbesondere um die Mischreibungseigenschaften und Notlaufeigenschaften, insbesondere bei Folienluftlagern 15, 16, insbesondere bei den Radiallagern 13 und dem Axiallager 14, deutlich zu steigern.

Kohlenstoffgraphitwerkstoffe und kunstharzgebundene Kohlefaserwerkstoffe besitzen aufgrund ihrer besonderen Kristallstruktur selbstschmierende Eigenschaften. Ohne zusätzliche Schmiermittel ist daher ein Reibungskoeffizient zwischen solchen Kohlenstoffwerkstoffen und deren Reibpartnern vergleichsweise klein.

Durch die entsprechenden geringen Reibungskoeffizienten bietet eine Materialpaarung mit einem oder mehreren dieser Kohlenstoffgraphitwerkstoffe und/oder kunstharzgebundenen Kohlefaserwerkstoffe als ein Reibpartner, und für diese Lager, insbesondere Folienluftlager 15, 16, insbesondere für die jeweilige Folie, üblicherweise verwendeten Metalllegierungen als anderer Reibpartner besonders gute Notlaufeigenschaften. Des Weiteren ist dadurch auch der Verschleiß im Mischreibungsbereich beim Starten und Stoppen von Maschinen, hier der Luftversorgungseinheit 1, mit solchen Folienluftlagern 15, 16 deutlich reduziert. Diese Lösung ermöglicht somit eine Steigerung der Robustheit der Luftversorgungseinheit 1 durch bessere Mischreibungseigenschaften und Notlaufeigenschaften der Folienluftlager 15, 16, insbesondere der Radiallager 13 und des Axiallagers 14. Zudem

wird ein Massenträgheitsmoment des Rotors 4 reduziert, wodurch bei gleicher elektrischer Auslegung der elektrischen Antriebsmaschine 10 der kritische Drehzahlbereich beim Starten und Stoppen, in welchem kein lagerndes Luftpolster vorhanden ist, schneller durchlaufen wird.

Die erwähnten üblicherweise verwendeten Metalllegierungen für solche Lager, insbesondere Folienluftlager 15, 16, insbesondere für die jeweilige Folie, sind beispielsweise Stahl, Titan oder Titanlegierungen, auch als Titanium bezeichnet, oder Nickelbasislegierungen mit Nickel als Hauptkomponente, Chrom als wichtige Nebenkomponekte und optional Eisen, Molybdän, Niob, Kobalt, Mangan, Kupfer, Aluminium, Titan, Silizium, Kohlenstoff, Schwefel, Phosphor und/oder Bor als weitere Nebenkomponekten. Diese Nickelbasislegierungen werden auch als Inconel bezeichnet.

Bei der hier beschriebenen Lösung ist somit vorgesehen, dass für die Lagerung des Rotors 4 im Gehäuse 5 ein oder mehrere Kohlenstoffgraphitwerkstoffe und/oder ein oder mehrere kunstharzgebundener Kohlefaserwerkstoffe verwendet werden, insbesondere als einer von jeweils zwei Reibpartnern des jeweiligen Lagers 13, 14.

Bei der hier dargestellten Luftversorgungseinheit 1 werden die Reibpartner der beiden Radiallager 13 durch die Rotorwelle 2, insbesondere einen jeweiligen Radiallagerabschnitt 17 der Rotorwelle 2, des Rotors 4 einerseits und mindestens eine Folie des jeweiligen Radialfolienluftlagers 15 andererseits gebildet. Das jeweilige Radialfolienluftlager 15, insbesondere die jeweilige Folie, ist dabei zwischen der Rotorwelle 2, insbesondere dem jeweiligen Radiallagerabschnitt 17, und einem jeweiligen Gehäuseradiallagerabschnitt des Gehäuses 5 angeordnet und insbesondere fest mit diesem Gehäuseradiallagerabschnitt verbunden, so dass eine Relativbewegung zwischen Rotorwelle 2 und Folie stattfindet, jedoch keine Relativbewegung zwischen Gehäuseradiallagerabschnitt und Folie stattfindet.

Die Reibpartner des Axiallagers 14 werden durch die Axiallagerscheibe 3 einerseits, insbesondere durch gegenüberliegende Lagerflächen 18 der Axiallagerscheibe 3, und mindestens eine Folie des jeweiligen Axialfolienluftlagers 16 andererseits gebildet. Das jeweilige Axialfolienluftlager 16, insbesondere die jeweilige Folie, ist dabei zwischen der jeweiligen Lagerfläche 18 der Axiallagerscheibe 3 und einem jeweiligen Gehäuseaxiallagerabschnitt des Gehäuses 5 angeordnet und insbesondere fest mit diesem Gehäuseaxiallagerabschnitt verbunden, so dass eine Relativbewegung zwischen

Axiallagerscheibe 3, insbesondere deren jeweiliger Lagerfläche 18, und Folie stattfindet, jedoch keine Relativbewegung zwischen Gehäuseaxiallagerabschnitt und Folie stattfindet.

Zweckmäßigerweise ist, wie oben bereits erwähnt, vorgesehen, dass die Folien der Folienluftlager 15, 16, welche den einen Reibpartner des jeweiligen Lagers 13, 14 bilden, auf bekannte Weise ausgebildet werden, insbesondere aus einer der hierfür üblicherweise verwendeten und oben beispielhaft genannten Metalllegierungen. Daher ist vorgesehen, dass der jeweilige andere Reibpartner aus mindestens einem der oben genannten Werkstoffe ausgebildet oder damit beschichtet ist. Dies betrifft im dargestellten Beispiel somit den Rotor 4, insbesondere ein oder mehrere Abschnitte des Rotors 4, insbesondere die Rotorwelle 2, insbesondere deren jeweiligen Radiallagerabschnitt 17, und die Axiallagerscheibe 3, insbesondere deren Lagerflächen 18.

Somit ist bei dem, insbesondere mittels Folienluftlagern 15, 16, drehbar im Gehäuse 5 der in Figur 1 beispielhaft dargestellten Luftversorgungseinheit 1 für die Brennstoffzelleneinheit gelagerten Rotor 4 vorteilhafterweise vorgesehen, dass der Rotor 4 zumindest abschnittsweise oder vollständig aus mindestens einem der oben genannten Werkstoffe, d. h. aus mindestens einem Kohlenstoffgraphitwerkstoff und/oder aus mindestens einem kunstharzgebundenen Kohlefaserwerkstoff, ausgebildet ist und/oder zumindest abschnittsweise damit beschichtet ist. Insbesondere ist die Rotorwelle 2, insbesondere deren jeweiliger Radiallagerabschnitt 17, und/oder die Axiallagerscheibe 3, insbesondere deren jeweilige Lagerfläche 18, zumindest abschnittsweise oder vollständig aus mindestens einem Kohlenstoffgraphitwerkstoff und/oder aus mindestens einem kunstharzgebundenen Kohlefaserwerkstoff ausgebildet und/oder zumindest abschnittsweise damit beschichtet.

Beispielsweise kann auch eine Kombination aus einem oder mehreren Kohlenstoffgraphitwerkstoffen und/oder einem oder mehreren kunstharzgebundenen Kohlefaserwerkstoffen für den Rotor 4 vorgesehen sein. Insbesondere bei der Beschichtung kann beispielsweise auch vorgesehen sein, dass verschiedene Lagerabschnitte mit unterschiedlichen der oben genannten Werkstoffe beschichtet sind. Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass die Radiallagerabschnitte 17 und die Axiallagerscheibe 3, insbesondere deren Lagerflächen 18, mit verschiedenen der oben genannten Werkstoffe beschichtet sind, d. h. voneinander abweichende Beschichtungen aufweisen. Bei der Rotorwelle 2 kann beispielsweise vorgesehen sein, dass alle Radiallagerabschnitte 17 mit dem gleichen Werkstoff oder mit unterschiedlichen der oben genannten Werkstoffe beschichtet sind. Bei der Axiallagerscheibe 3 kann beispielsweise

vorgesehen sein, dass beide Lagerflächen 18 mit dem gleichen Werkstoff oder mit unterschiedlichen der oben genannten Werkstoffe beschichtet sind.

Auch bei der Ausbildung aus einem der oben genannten Werkstoffe kann vorgesehen sein, dass die Rotorwelle 2 und die Axiallagerscheibe 3, abschnittsweise oder vollständig, aus dem gleichen Werkstoff oder aus unterschiedlichen der oben genannten Werkstoffe ausgebildet sind.

Es kann beispielsweise auch vorgesehen sein, dass die Rotorwelle 2 zumindest abschnittsweise oder vollständig aus mindestens einem der oben genannten Werkstoffe ausgebildet ist und die Axiallagerscheibe 3 zumindest abschnittsweise oder vollständig mit mindestens einem der oben genannten Werkstoffe beschichtet ist, oder dass die Rotorwelle 2 zumindest abschnittsweise oder vollständig mit mindestens einem der oben genannten Werkstoffe beschichtet ist und die Axiallagerscheibe 3 zumindest abschnittsweise oder vollständig aus mindestens einem der oben genannten Werkstoffe ausgebildet ist.

Bezugszeichenliste

- 1 Luftversorgungseinheit
- 2 Rotorwelle
- 3 Axiallagerscheibe
- 4 Rotor
- 5 Gehäuse
- 6 Turbinenrad
- 7 Abgasseite
- 8 Verdichterrad
- 9 Frischlufseite
- 10 elektrische Antriebsmaschine
- 11 Permanentmagnet
- 12 Stator
- 13 Radiallager
- 14 Axiallager
- 15 Radialfolienluftlager
- 16 Axialfolienluftlager
- 17 Radiallagerabschnitt
- 18 Lagerfläche

Patentansprüche

1. Rotor (4) für eine Luftversorgungseinheit (1) einer Brennstoffzelleneinheit, welcher zur drehbaren Lagerung mittels Folienluftlagern (15, 16) in einem Gehäuse (5) der Luftversorgungseinheit (1) vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor (4) zumindest abschnittsweise aus einem Kohlenstoffgraphitwerkstoff oder aus einem kunstharzgebundenen Kohlefaserwerkstoff ausgebildet ist oder zumindest abschnittsweise damit beschichtet ist.
2. Rotor (4) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Rotorwelle (2) und/oder eine Axiallagerscheibe (3) des Rotors (4) zumindest abschnittsweise aus dem Kohlenstoffgraphitwerkstoff oder aus dem kunstharzgebundenen Kohlefaserwerkstoff ausgebildet ist oder zumindest abschnittsweise damit beschichtet ist.
3. Rotor (4) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotorwelle (2) zwei Radiallagerabschnitte (17) aufweist, welche jeweils aus dem Kohlenstoffgraphitwerkstoff oder aus dem kunstharzgebundenen Kohlefaserwerkstoff ausgebildet sind oder damit beschichtet sind.

4. Rotor (4) nach Anspruch 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
gegenüberliegende Lagerflächen (18) der Axiallagerscheibe (3) mit dem
Kohlenstoffgraphitwerkstoff oder mit dem kunstharzgebundenen
Kohlefaserwerkstoff beschichtet sind.
5. Luftversorgungseinheit (1) für eine Brennstoffzelleneinheit, wobei die
Luftversorgungseinheit (1) einen Rotor (4) nach einem der vorhergehenden
Ansprüche umfasst, der mittels Folienluftlagern (15, 16) drehbar in einem
Gehäuse (5) der Luftversorgungseinheit (1) gelagert ist.

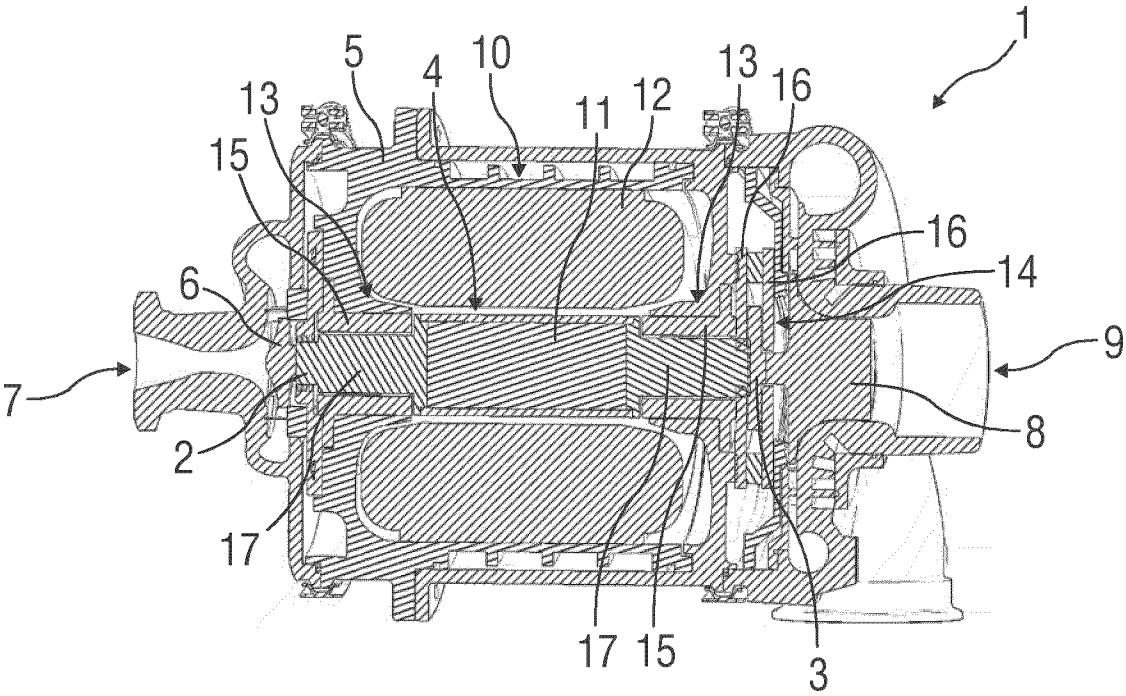


FIG 1

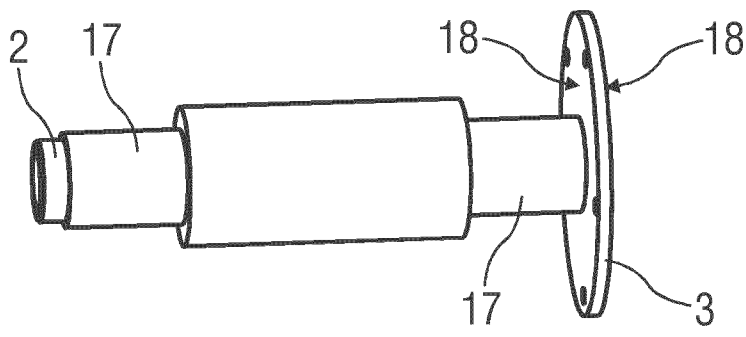


FIG 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2021/062582

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**F04D 25/06**(2006.01)i; **F04D 29/053**(2006.01)i; **F04D 29/02**(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)

F04D; F16C; F01D; F02C; H01M

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	EP 3043080 A1 (NTN TOYO BEARING CO LTD [JP]) 13 July 2016 (2016-07-13) paragraphs [0032] - [0034], [0055], [0063] claims 1,9-13 figures 2-4,14,17	1-5
X	JP 2015108380 A (NTN TOYO BEARING CO LTD) 11 June 2015 (2015-06-11) paragraphs [0019] - [0021], [0035], [0038] figures 2,3,9	1-5
X	DE 102012207661 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 14 November 2013 (2013-11-14)	1-3,5
Y	paragraphs [0022], [0023], [0034] - [0037], [0040] figure 1	1-5
Y	DE 102015007379 A1 (DAIMLER AG [DE]) 21 January 2016 (2016-01-21) paragraphs [0004], [0006], [0022] - [0033] figure 1 claims 1-3	1-5



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

14 July 2021

Date of mailing of the international search report

23 July 2021

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

Gombert, Ralf

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2021/062582

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
EP	3043080	A1	13 July 2016	CN	105492786	A	13 April 2016
				EP	3043080	A1	13 July 2016
				US	2016186799	A1	30 June 2016
				WO	2015033835	A1	12 March 2015
JP	2015108380	A	11 June 2015	JP	6246574	B2	13 December 2017
				JP	2015108380	A	11 June 2015
DE	102012207661	A1	14 November 2013	NONE			
DE	102015007379	A1	21 January 2016	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F04D25/06 F04D29/053 F04D29/02
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F04D F16C F01D F02C H01M

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	EP 3 043 080 A1 (NTN TOYO BEARING CO LTD [JP]) 13. Juli 2016 (2016-07-13) Absätze [0032] - [0034], [0055], [0063] Ansprüche 1,9-13 Abbildungen 2-4,14,17 -----	1-5
X	JP 2015 108380 A (NTN TOYO BEARING CO LTD) 11. Juni 2015 (2015-06-11) Absätze [0019] - [0021], [0035], [0038] Abbildungen 2,3,9 -----	1-5
X	DE 10 2012 207661 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 14. November 2013 (2013-11-14) Absätze [0022], [0023], [0034] - [0037], [0040] Abbildung 1 -----	1-3,5
Y	----- -/-	1-5



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

14. Juli 2021

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

23/07/2021

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

Gombert, Ralf

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 10 2015 007379 A1 (DAIMLER AG [DE]) 21. Januar 2016 (2016-01-21) Absätze [0004], [0006], [0022] - [0033] Abbildung 1 Ansprüche 1-3 -----	1-5

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2021/062582

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 3043080	A1	13-07-2016	CN 105492786 A 13-04-2016
			EP 3043080 A1 13-07-2016
			US 2016186799 A1 30-06-2016
			WO 2015033835 A1 12-03-2015

JP 2015108380	A	11-06-2015	JP 6246574 B2 13-12-2017
			JP 2015108380 A 11-06-2015

DE 102012207661	A1	14-11-2013	KEINE

DE 102015007379	A1	21-01-2016	KEINE
