

(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
07. November 2019 (07.11.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/211380 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B64F 5/30 (2017.01) *F02C 7/00* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/061252

(22) Internationales Anmeldedatum:
02. Mai 2019 (02.05.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 110 802.8
04. Mai 2018 (04.05.2018) DE

(71) Anmelder: LUFTHANSA TECHNIK AG [DE/DE]; Weg
beim Jäger 193, 22335 Hamburg (DE).

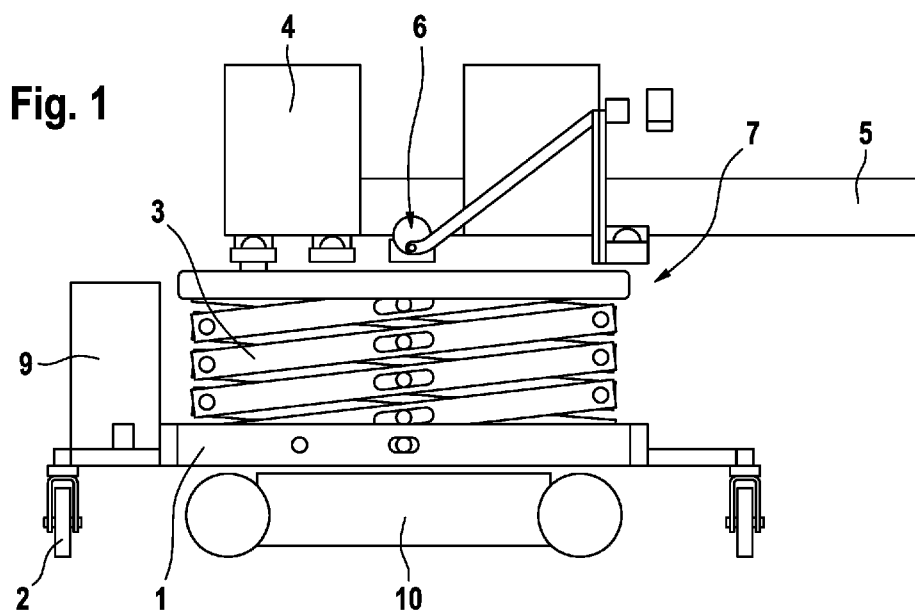
(72) Erfinder: **DEJA, Dirk**; Weingartenstraße 5, 64569 Nau-
heim (DE). **BRÄUTIGAM, Klaus**; Hauptstraße 33, 63853
Mömlingen (DE). **PETRI, Guido**; Goethestraße 10, 64839
Münster (DE).

(74) Anwalt: **GLAWE DELFS MOLL PARTNERSCHAFT
MBB VON PATENT- UND RECHTSANWÄLTEN**;
Postfach 13 03 91, 20148 Hamburg (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,

(54) Title: APPARATUS FOR POSITIONING A WASHING SYSTEM FOR JET ENGINES IN THE ENGINE INTAKE

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR POSITIONIERUNG EINES WASCHSYSTEMS FÜR STRAHLTRIEBWERKE IM
TRIEBWERKSEINLAUF



(57) Abstract: The invention relates to an apparatus for positioning a washing system (4) for aircraft engines in front of and/or in the intake of an aircraft engine, which device is characterised by the following features: a. a main frame (1) for positioning on a standing surface; b. a device for vertical adjustment of the washing system (4) relative to the main frame (1), which device is in the form of a linear adjustment device (3); c. a device for horizontal adjustment of the washing system (4) relative to the main frame (1), which device is in the form of a linear adjustment device (6, 7); d. the linear adjustment devices (3, 6, 7) are independently adjustable; e. a transport module (10) which can be detachably connected to the main frame (1).

(57) Zusammenfassung: Gegenstand der Erfindung ist eine Vorrichtung zur Positionierung eines Waschsystems (4) für Flugzeugtriebwerke vor und/oder im Einlauf eines Flugzeugtriebwerks, gekennzeichnet durch folgende Merkmale: a. ein Grundgestell (1) zur Positionierung auf einer Standfläche; b. eine Einrichtung zur vertikalen Verstellung des Waschsystems (4) relativ zum Grundgestell (1), die als Linearverstelleinrichtung (3) ausgebildet ist; c. eine Einrichtung zur horizontalen Verstellung des Waschsystems (4) relativ zum

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.

- (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 Identität des Erfinders (Regel 4.17 Ziffer i)
- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)
- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii)
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Vorrichtung zur Positionierung eines Waschsystems für Strahltriebwerke im Triebwerkseinlauf

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Positionierung eines Waschsystems für Flugzeugtriebwerke vor und/oder im Einlauf eines Flugzeugtriebwerks.

Strahltriebwerke von kommerziellen Unterschallverkehrsflugzeugen sind heute weit überwiegend Turbofan-Strahltriebwerke. Ein solches Turbofan-Triebwerk besitzt eine Core Engine, in der der eigentliche Verbrennungsprozess des Kerosins abläuft. Die Core Engine besitzt in bekannter Weise eine oder mehrere Kompressorstufen, eine Brennkammer, sowie eine oder mehrere Turbinenstufen, in denen die heißen Verbrennungsgase einen Teil ihrer mechanischen Energie abgeben. Diese mechanische Energie wird zum einen für den Antrieb der Kompressorstufen benötigt, zum anderen wird ein stromauf vor der Core Engine angeordneter Turbofan angetrieben, der in der Regel einen erheblich größeren Durchmesser als die Core Engine aufweist und einen erheblichen Teil der das Triebwerk insgesamt durchströmenden Luft als Mantel- oder Nebenluftstrom an der Core Engine vorbeiströmen lässt. Der Turbofan bringt über diesen Mantelluftstrom einen erheblichen Teil der Schubleistung des Triebwerks auf, ferner sorgt der hohe Mantelluftstromanteil für eine bessere Umweltverträglichkeit des Triebwerks, insbesondere einen besseren Wirkungsgrad bei Unterschallgeschwindigkeiten, sowie eine verbesserte Geräuschdämmung des heißen Abgasstroms der Core Engine.

Strahltriebwerke werden im Betrieb durch Verbrennungsrückstände der Core Engine sowie durch mit der Verbrennung bzw. Man-

telluft angesaugte Luftverunreinigungen wie beispielsweise Staub, Insekten, Salznebel oder sonstigen Umweltverunreinigungen kontaminiert. Diese Verunreinigungen bilden insbesondere auch auf den Rotor- und/oder Statorblades des Kompressors der Core Engine einen Belag, der die Oberflächengüte und damit letztendlich den thermodynamischen Wirkungsgrad des Triebwerks beeinträchtigt.

Zum Entfernen der Verunreinigungen werden Strahltriebwerke gereinigt. Aus WO 2005/077554 A1 ist es bekannt, zu diesem Zweck eine Mehrzahl von Reinigungsdüsen stromauf des Fans eines Turbofan-Triebwerks anzuordnen, um so den Fan und die Core Engine mit flüssigem Reinigungsmedium zu reinigen.

WO 2016/193112 A1 offenbart die Reinigung von Flugzeugtriebwerken mit Feststoffen, insbesondere Kohlendioxid-Pellets.

EP 1 897 806 B1 offenbart ein Fahrzeug mit einem darauf angeordneten Roboterarm zur Positionierung eines Waschsystems vor einem Triebwerk.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, die eine einfach handhabbare und kostengünstige Positionierung eines Waschsystems im Einlauf von Flugzeugtriebwerken ermöglicht.

Gelöst wird diese Aufgabe mit einer eingangs genannten Vorrichtung mit den folgenden Merkmalen:

a. ein Grundgestell zur Positionierung auf einer Standfläche;

b. eine Einrichtung zur vertikalen Verstellung des Waschsystems relativ zum Grundgestell, die als Li-

nearverstelleinrichtung ausgebildet ist;

c. eine Einrichtung zur horizontalen Verstellung des
Waschsystems relativ zum Grundgestell, die als Li-
nearverstelleinrichtung ausgebildet ist;

d. die Linearverstelleinrichtungen sind voneinander un-
abhängig verstellbar;

e. ein mit dem Grundgestell lösbar verbindbares Trans-
portmodul.

Zunächst seien einige im Rahmen der Erfindung verwendete Be-
griffe erläutert. Der Begriff Flugzeugtriebwerk oder Strahl-
triebwerk bezeichnet jegliche mobilen Gasturbinen für Luft-
fahrtanwendungen. Im Rahmen der Erfindung bezeichnet der Be-
griff insbesondere Turbofan-Triebwerke, bei denen die eigent-
liche Gasturbine eine sogenannte Core Engine bildet und strom-
auf der Core Engine ein im Durchmesser größerer Turbofan ange-
ordnet ist, der einen Mantelluftstrom um die Core Engine er-
zeugt. Der Begriff Core Engine bezeichnet die eigentliche Ga-
sturbine des Flugzeugtriebwerks, in der der Verbrennungspro-
zess des Treibstoffs, insbesondere Kerosins, stattfindet. Eine
solche Core Engine weist in der Regel eine oder mehrere Kom-
pressorstufen, eine Brennkammer sowie ein oder mehrere Turbi-
nenstufen auf, die von den heißen Verbrennungsgasen angetrie-
ben werden.

Das Grundgestell ist der auf der Standfläche (beispielsweise
einem Rollfeld) im Betrieb aufstehende Teil der Vorrichtung,
das die übrigen Bestandteile trägt.

Das Waschsystem ist relativ zum Grundgestell vertikal (in der
Höhe) verstellbar, die entsprechende Einrichtung ist als Li-

nearverstelleinrichtung ausgebildet. Dies bedeutet, dass eine Verstellung lediglich in einer Raumrichtung (vertikal) erfolgt oder anders ausgedrückt bei einer Betätigung der Einrichtung nur eine Raumkoordinate (die vertikale Achse) des Waschsystems verändert wird.

Im Unterschied dazu werden bei einem Roboterarm bei der Betätigung eines Gelenks immer wenigstens zwei Raumkoordinaten verändert, was die Ansteuerung anspruchsvoll und komplex macht.

- 10 Die Einrichtung zur horizontalen Verstellung des Waschsystems relativ zum Grundgestell ist erfindungsgemäß ebenfalls als Linearverstelleinrichtung ausgebildet. Die genannten Linearverstelleinrichtungen sind voneinander unabhängig verstellbar, dies bedeutet, dass unabhängig voneinander eine Positionierung
- 15 in den entsprechenden Raumkoordinaten (Raumachsen) stattfinden kann, was die einfache und exakte Positionierung im Raum bei beschränkten Platzverhältnissen (wie typischerweise im Einlauf eines Triebwerks) gegenüber einem komplex verstellbaren Roboterarm signifikant erleichtert.
- 20 Es ist erfindungsgemäß ferner ein mit dem Grundgestell lösbar verbindbares Transportmodul vorgesehen. Der Begriff Transportmodul bezeichnet eine Einheit, die im verbundenen Zustand die gesamte Vorrichtung transportieren bzw. verfahren kann und damit zum gewünschten Einsatzort bringen kann.
- 25 Lösbare Verbindung bedeutet, dass das Transportmodul nach einem Einsatz (Transport der Vorrichtung zu einem Einsatzort) auf einfache Art und Weise vom Grundgestell gelöst bzw. getrennt werden kann und dann als isoliertes Transportmodul ebenfalls verfahrbar ist.

Dies hat den wesentlichen Vorteil, dass mittels eines einzigen Transportmoduls eine Mehrzahl von erfindungsgemäßen Vorrichtungen nacheinander an ihren Einsatzort gebracht werden können. Nach dem Verbringen an den Einsatzort wird das Transportmodul getrennt und während der Durchführung der Triebwerksreinigung zum Transport von weiteren erfindungsgemäßen Vorrichtungen verwendet.

Erfindungsgemäß ist das Grundgestell bevorzugt verfahrbar ausgebildet. Dies bedeutet, dass es grundsätzlich durch Einwirkung einer entsprechenden Kraft auf einer Oberfläche verfahren werden kann, also bevorzugt Räder, Rollen oder dergleichen aufweist. Diese können nach dem Verfahren an den Einsatzort arretierbar sein. Auf diese Art und Weise kann die Vorrichtung sowohl mittels des Transportmoduls als auch alternativ durch andere Fahrzeuge (mittels einer Schleppverbindung) oder manuell verfahren werden. Das Transportmodul ist dann bevorzugt zum Unterfahren des Grundgestells und lösbaren Verbinden bzw. Verriegeln mit dem Grundgestell ausgebildet.

Somit kann das Transportmodul unterhalb des Grundgestells gefahren werden und anschließend mit dem Grundgestell verbunden bzw. verriegelt werden. Es können Positionierhilfen oder Positioniereinrichtungen vorgesehen sein, die entweder das Transportmodul automatisch bzw. autonom an die geeignete Verriegelungsposition fahren oder aber einen Bediener dabei unterstützen. Dabei kann es sich beispielsweise um mechanische Anschlüsse oder um geeignete Sensoren (Lasersensoren, Ultraschallsensoren, Kameras oder dergleichen) handeln.

Die Verriegelung des Transportmoduls mit dem Grundgestell kann beispielsweise durch geeignete Formschlussverbindungen erfolgen. Beispielsweise können Transportmodul oder Grundgestell ausfahrbare Zapfen oder Vorsprünge aufweisen, die in entspre-

chende Gegenöffnungen an dem jeweils anderen Bauteil eingreifen und einen geeigneten Formschluss herstellen, der die Übertragung der beim Verfahren auftretenden Kräfte (im Wesentlichen Horizontalkräfte) ermöglicht.

- 5 Bevorzugt weist das Grundgestell zusätzlich eine Vorrichtung zur Verbindung mit einem separaten Zugfahrzeug auf. Dabei kann sich beispielsweise um eine Deichsel, Kupplung oder dergleichen handeln. Dies erleichtert den Transport über längere Strecken mithilfe eines üblichen Zugfahrzeugs.
- 10 Die Einrichtung zur vertikalen Verstellung des Waschsystems relativ zum Grundgestell kann erfindungsgemäß beispielsweise eine Scherenhubvorrichtung oder einen Hubmast aufweisen. Die Betätigung kann beispielsweise elektrisch oder hydraulisch erfolgen.
- 15 Die Einrichtung zur horizontalen Verstellung des Waschsystems relativ zum Grundgestell kann wenigstens einen Spindeltrieb und/oder Zahnstangentrieb und/oder Hubzylinder aufweisen. Es handelt sich um kostengünstige und präzise positionierbare Linearverstellsysteme.
- 20 Es kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, dass die erfindungsgemäße Vorrichtung eine Verstellung des Waschsystems relativ zum Grundgestell nur in zwei Raumrichtungen erlaubt, bevorzugt der Vertikale und einer Horizontale, die beispielsweise quer zur Einsatzrichtung (die Richtung, die im Betrieb zur Rotationsachse und damit dem Einlauf des Triebwerks weist) ausgebildet sein kann. Die Positionierung in der dritten Raumrichtung wird dann durch entsprechend präzise Positionierung des Grundgestells mittels des Transportmoduls sichergestellt.
- 25
- Bevorzugt ist es jedoch, dass die Linearverstelleinrichtungen zur Verstellung des Waschsystems relativ zum Grundgestell in
- 30

drei Raumrichtungen ausgebildet sind. Dies erlaubt es, die Vorrichtung mittels des Transportmoduls zunächst am Einsatzort zu positionieren und dann die gesamte Feinjustierung bzw. Positionierung in allen drei Raumrichtungen mittels der Linearverstelleinrichtungen vorzunehmen. Dies erleichtert einen effizienten Betrieb, da das Transportmodul unmittelbar nach dem Verfahren an den Einsatzort vom Grundgestell getrennt und weiteren Einsätzen zugeführt werden kann.

Bevorzugt weist das Waschsystem wenigstens zwei Austrittsöffnungen und/oder Düsen für Reinigungsmedium auf, deren Abstände zueinander verstellbar sind. Dies erlaubt die Anpassung an Triebwerke mit unterschiedlichen Radien des Einlauf bzw. eines im Einlauf befindlichen Spinners.

Besonders bevorzugt weist das Transportmodul einen holonomen Antrieb auf. Dies bedeutet, dass das Transportmodul (und damit auch ein damit verbundenes Grundgestell) ohne Rotationsbewegung jeden Punkt im zweidimensionalen Raum unmittelbar ansteuern und mit einer linearen Bewegung erreichen kann. Anders als bei einem Fahrzeug ist keine vorherige oder gleichzeitige Rotationsbewegung erforderlich, um eine bestimmte Raumrichtung (im zweidimensionalen Raum) ansteuern zu können. Beispielsweise kann das Transportmodul zu diesem Zweck mit sogenannten Omni-Wheels und einem entsprechenden Antrieb ausgestattet sein. Soweit das Grundgestell selbst Räder, Rollen oder dergleichen aufweist, sind diese bevorzugt so ausgebildet, dass das Grundgestell dem holonomen Transportmodul unmittelbar folgen kann (bspw. als Lenkrollen).

Die Positionierung des Waschsystems mittels der erfindungsgemäßen Vorrichtung relativ zum Einlauf des Flugzeugtriebwerks kann manuell gesteuert, automatisch gesteuert anhand gespeicherter Daten und/oder mit einer unterstützenden Regelung er-

folgen, die die Position des Waschsystems relativ zum Triebwerk durch geeignete Sensoren erfasst.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist die Vorrichtung eine Steuerungseinrichtung auf, die wenigstens
5 eine der folgenden Möglichkeiten der Positionierung aufweist:

a. manuelle Positionierung des Waschsystems;

b. teilautomatische Vorpositionierung oder automatische Positionierung des Waschsystems auf der Basis gespeicherter Steuerungsdaten;
10

c. teilautomatische Vorpositionierung oder automatische Positionierung des Waschsystems auf der Basis von Daten eines oder mehrerer Sensoren, die zur Erfassung der Position des Waschsystems relativ zu einem Flugzeugtriebwerk ausgebildet sind.
15

Gespeicherte Steuerungsdaten umfassen beispielsweise Anordnung, Höhe, Durchmesser, Tiefe des Einlaufs etc. verschiedener Flugzeugtypen und Flugzeugtriebwerke.
20

Eine manuelle Positionierung kann beispielsweise visuell erfolgen, alternativ können dabei zusätzliche Sensordaten genutzt werden, die jedoch nicht unmittelbar in einen Regelkreis einfließen, sondern manuell ausgewertet werden.

Eine teilautomatische Vorpositionierung kann beispielsweise mindestens die Positionierung des Grundgestells mittels des Transportmoduls an einer vorgesehenen Position vor dem Triebwerk umfassen, gegebenenfalls auch weitere Positionierungen wie beispielsweise die vertikale Positionierung in der gewünschten Höhe. Es kann sich auch um eine Vorpositionierung in
25
30

allen drei Raumachsen handeln, die dann lediglich manuell feinjustiert wird.

Bei einer automatischen Positionierung erfolgen sämtliche Positionierungsschritte automatisch auf der Basis gespeicherter

5 Daten und/oder Regeldaten von Sensoren.

Entsprechende Sensoren können beispielsweise ausgewählt sein aus der Gruppe der Lasersensoren, Ultraschallsensoren und optischen Sensoren wie beispielsweise Kameras. Es können auch mechanische Sensoren wie beispielsweise Kontaktflächen oder

10 Kontaktleisten verwendet werden, ebenso können die verwendeten Stellglieder der Linearverstelleinrichtungen mit Absolutwertgebern ausgestattet sein oder deren Stellgrößen auf andere Weise erfasst werden.

Bevorzugt weist die Vorrichtung einen Speicher zur Aufnahme von Steuerungsdaten bzw. Positionierungsdaten einer Mehrzahl von Flugzeugtriebwerken und/oder Flugzeugen auf oder ist mit einem solchen Speicher verbindbar. Die Verbindung zu einem entsprechenden Speicher kann über kabelgebundene oder drahtlose Netzwerke erfolgen.

20 Bevorzugt weist die Vorrichtung ein Kamerasystem zur Unterstützung der Positionierung mit Ausrichtung auf den Einlauf des Strahltriebwerks auf. Diese Unterstützung der Positionierung kann automatisch mittels entsprechender Regelkreise erfolgen, alternativ oder zusätzlich kann ein Kamerabild dem Bediener zur Unterstützung einer manuellen Positionierung wie-
25 dergegeben werden, beispielsweise auf einem Display einer an der Vorrichtung angeordneten Bedieneinheit oder einer separaten Fernbedienungseinheit wie beispielsweise einem Tablet oder dergleichen.

Bevorzugt weist die Vorrichtung ein Kollisionsschutzsystem auf, dass Positionierungsbewegungen bei Unterschreiten vorgegebener Mindestabstände unterbricht, wobei bevorzugt die vorgegebenen Mindestabstände einen Abstand von 5-50 cm, bevorzugt 5-20 cm von den Fan Blades des Flugzeugtriebwerks umfassen.

Das Erfassen der Abstände und damit auch das Unterschreiten vorgegebener Mindestabstände kann entweder mittels Sensoren erfolgen, die auch zur Positionierung verwendet werden, alternativ und/oder zusätzlich können separate Sensoren nur zu diesem Zweck vorgesehen sein. Entsprechende Sensoren können beispielsweise ausgewählt sein aus der Gruppe der bereits genannten Lasersensoren, Ultraschallsensoren und optischen Sensoren wie beispielsweise Kameras. Es können auch mechanische Sensoren wie beispielsweise Kontaktflächen oder Kontaktleisten vorgesehen sein, die bei einem mechanischen Anschlag beispielsweise an Teile der Triebwerksverkleidung den Positionierungsvorgang unterbrechen und/oder zumindest eine Warnung an den Bediener abgeben..

Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann ein Waschsystem ausgebildet zur Abgabe von Reinigungsmedium enthaltend Feststoffe aufweisen. Eine Reinigung mittels Feststoffen wie beispielsweise Kohlendioxid-Pellets erfordert in der Regel verhältnismäßig große und voluminöse Waschsysteme, die nicht oder nur schwierig als mit dem Triebwerk mitdrehende Waschsysteme gemäß beispielsweise WO 2008/113501 A1 ausgebildet werden können. Ein entsprechendes Waschsystem zur Verwendung mit und/oder als Bestandteil der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist beispielsweise offenbart in WO 2016/193112 A1, diese Offenbarung wird durch Bezugnahme darauf auch zum Gegenstand der Offenbarung der vorliegenden Anmeldung gemacht.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung erläutert. Darin zeigen:

Fig. 1: Eine Ansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung von der Seite;

5 Fig. 2: eine entsprechende Ansicht von hinten;

Fig. 3: eine Ansicht von der Seite mit ausgefahrenem Scherenhubtisch.

Die Vorrichtung weist ein Grundgestell 1 auf, das als Rohrrahmenkonstruktion mit arretierbaren Lenkrollen 2 ausgebildet
10 ist. Die Lenkrollen erlauben ein unidirektionales Verfahren des Grundgestells 1 bzw. der gesamten Vorrichtung in jede Horizontalrichtung.

Auf dem Grundgestell 1 ist als Einrichtung zur vertikalen Verstellung ein Scherenhubtisch 3 angeordnet, der in Fig. 1 in
15 der vertikal unteren Position gezeigt ist, die bevorzugt für einen Transport der Vorrichtung eingenommen wird. In Fig. 3 ist der Scherenhubtisch 3 in einer vertikal ausgefahrenen Position gezeigt.

Auf dem Scherenhubtisch 3 ist ein Waschsystem 4 mit zwei Düsen
20 5 zum Waschen mit Kohlendioxid-Pellets angeordnet. Es handelt sich um ein Waschsystem offenbart in WO 2016/193112 A1. Für die Offenbarung der Einzelheiten dieses Waschsystems 4 wird auf diese Schrift Bezug genommen.

Das Waschsystem 4 ist relativ zum Scherenhubtisch 3 in zwei
25 Horizontalrichtungen unabhängig voneinander durch zwei bei 6 und 7 angedeutete Spindellinearführungen verfahrbar.

Mittels einer bei 8 angedeuteten dritten Spindellinearführung ist der horizontale Abstand der beiden Düsen 5 zueinander verstellbar, um das Waschsystem an den Durchmesser des Einlaufs bzw. des Spinners verschiedener Flugzeugtriebwerke anpassen zu können.

Die Bedienung und Steuerung sämtlicher Funktionseinheiten der erfindungsgemäßen Vorrichtung erfolgt über eine Steuereinheit 9, die zusätzlich eine Einrichtung zur bevorzugt drahtlosen Verbindung beispielsweise mit einem externen Speicher und/oder einer Fernbedienungseinheit aufweisen kann.

In den Figuren ist unterhalb des Grundgestells 1 ein Transportmodul 10 gezeigt, dass hier mit dem Grundgestell 1 verbunden bzw. verriegelt ist und so die gesamte Vorrichtung verfahren und an die gewünschte Position verbringen kann. Es handelt sich um ein autonom betreibbares holonomes Transportmodul, das eine genaue Positionierung des Grundgestells 1 auf einer Standfläche auch unter beengten Platzverhältnissen erlaubt.

Im Rahmen der Erfindung ist es möglich, dass das Transportmodul 10 während des Waschbetriebs unterhalb des Grundgestells 1 verbleibt. Häufig wird es jedoch bevorzugt sein, wenn nach dem Verfahren der gesamten Vorrichtung an die gewünschte Position das Transportmodul 10 von dem Grundgestell 1 getrennt wird und andere Aufgaben wahrnimmt, beispielsweise den Transport weiterer erfindungsgemäßer Vorrichtungen an Positionen vor anderen Triebwerken. Das Transportmodul 10 kann autonom operierend oder ferngesteuert ausgebildet sein.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Positionierung eines Waschsystems (4) für
Flugzeugtriebwerke vor und/oder im Einlauf eines Flugzeug-
triebwerks, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:
- a. ein Grundgestell (1) zur Positionierung auf einer
Standfläche;
- b. eine Einrichtung zur vertikalen Verstellung des
Waschsystems (4) relativ zum Grundgestell (1), die
als Linearverstelleinrichtung (3) ausgebildet ist;
- c. eine Einrichtung zur horizontalen Verstellung des
Waschsystems (4) relativ zum Grundgestell (1), die
als Linearverstelleinrichtung (6, 7) ausgebildet
ist;
- d. die Linearverstelleinrichtungen (3, 6, 7) sind von-
einander unabhängig verstellbar;
- e. ein mit dem Grundgestell (1) lösbar verbindbares
Transportmodul (10).
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
das Grundgestell (1) verfahrbar ausgebildet ist und das
Transportmodul (10) zum Unterfahren des Grundgestells (1)
und lösbaren Verriegeln mit dem Grundgestell ausgebildet
ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass
das Transportmodul (10) zum automatischen Unterfahren des

Grundgestells (1) und Verriegeln damit ausgebildet ist.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Grundgestell (1) zusätzlich eine
5 Vorrichtung zur Verbindung mit einem separaten Zugfahrzeug aufweist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung zur vertikalen Verstellung des Waschsystems (4) relativ zum Grundgestell eine
10 Scherenhubvorrichtung (3) und/oder einen Hubmast aufweist.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung zur horizontalen Verstellung des Waschsystems relativ zum Grundgestell wenigstens einen Spindeltrieb (6, 7) und/oder Zahnstangentrieb
15 und/oder Hubzylinder aufweist.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Linearverstelleinrichtungen (3, 6, 7) zur Verstellung des Waschsystems (4) relativ zum Grundgestell (1) in drei Raumrichtungen ausgebildet sind.
20
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Waschsystem (4) wenigstens zwei
25 Austrittsöffnungen und/oder Düsen (5) für Reinigungsmedium aufweist, deren Abstände zueinander verstellbar sind.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Transportmodul (10) einen holonomen
30 Antrieb aufweist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Steuerungseinrichtung (9) auf-

weist, die wenigstens eine der folgenden Möglichkeiten der Positionierung aufweist:

a. manuelle Positionierung des Waschsystems (4);

b. teilautomatische Vorpositionierung oder automatische Positionierung des Waschsystems (4) auf der Basis gespeicherter Steuerungsdaten;

c. teilautomatische Vorpositionierung oder automatische Positionierung des Waschsystems (4) auf der Basis von Daten eines oder mehrerer Sensoren, die zur Erfassung der Position des Waschsystems relativ zu einem Flugzeugtriebwerk ausgebildet sind.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass sie einen Speicher zur Aufnahme von Steuerungsdaten bzw. Positionierungsdaten einer Mehrzahl von Flugzeugtriebwerken und/oder Flugzeugen aufweist oder mit einem solchen Speicher verbindbar ist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass sie ein Kamerasystem zur Unterstützung der Positionierung mit Ausrichtung auf den Einlauf des Strahltriebwerks aufweist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass sie ein Kollisionsschutzsystem aufweist, dass Positionierungsbewegungen bei Unterschreiten vorgegebener Mindestabstände unterbricht, wobei bevorzugt die vorgegebenen Mindestabstände einen Abstand von 5-50 cm, bevorzugt 5-20 cm von den Fan Blades des Flugzeugtriebwerks umfassen.

14. Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Kollisionsschutzsystem Sensoren ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Kontaktleisten, Lasersensoren, Kameras und Ultraschallsensoren aufweist.

5

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass sie ein Waschsystem (4) ausgebildet zur Abgabe von Reinigungsmedium enthaltend Feststoffe aufweist.

10

1 / 2

Fig. 1

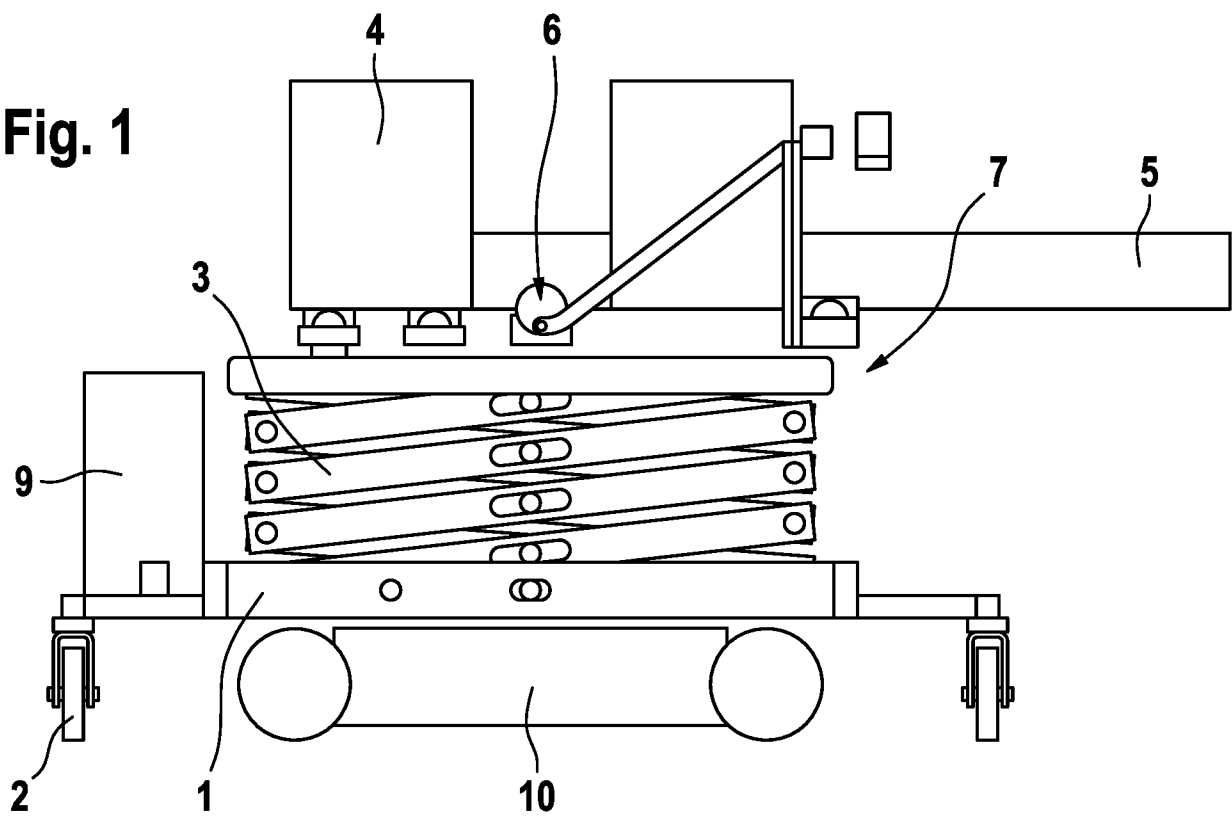
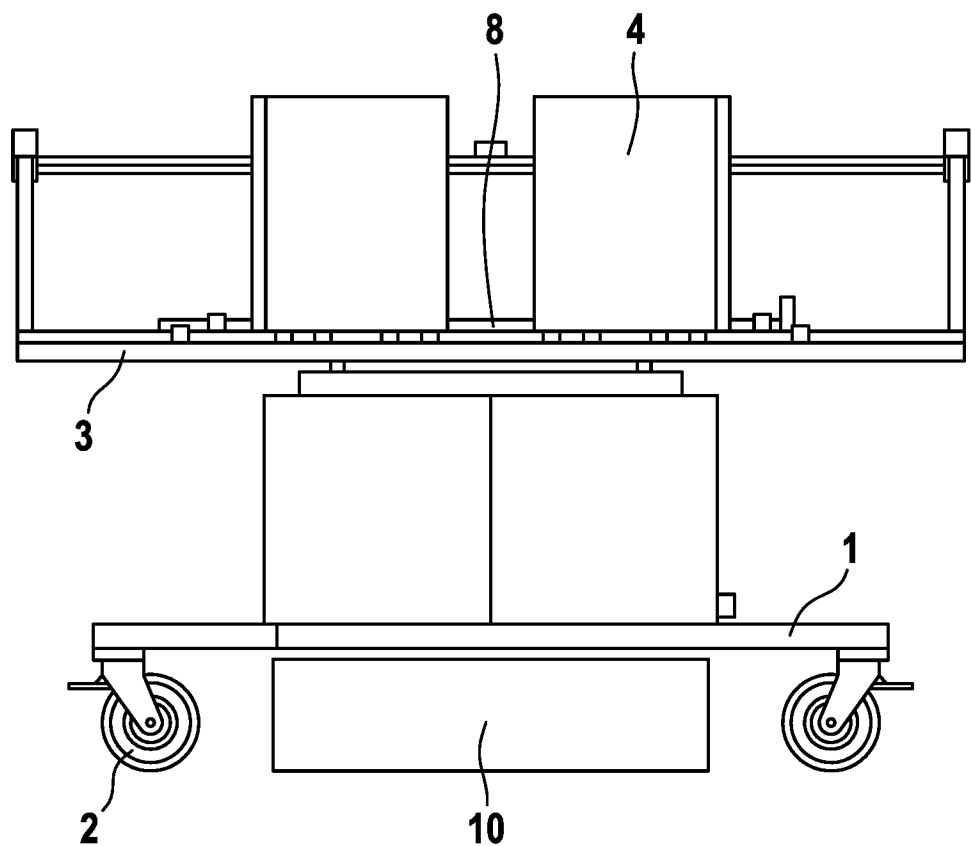
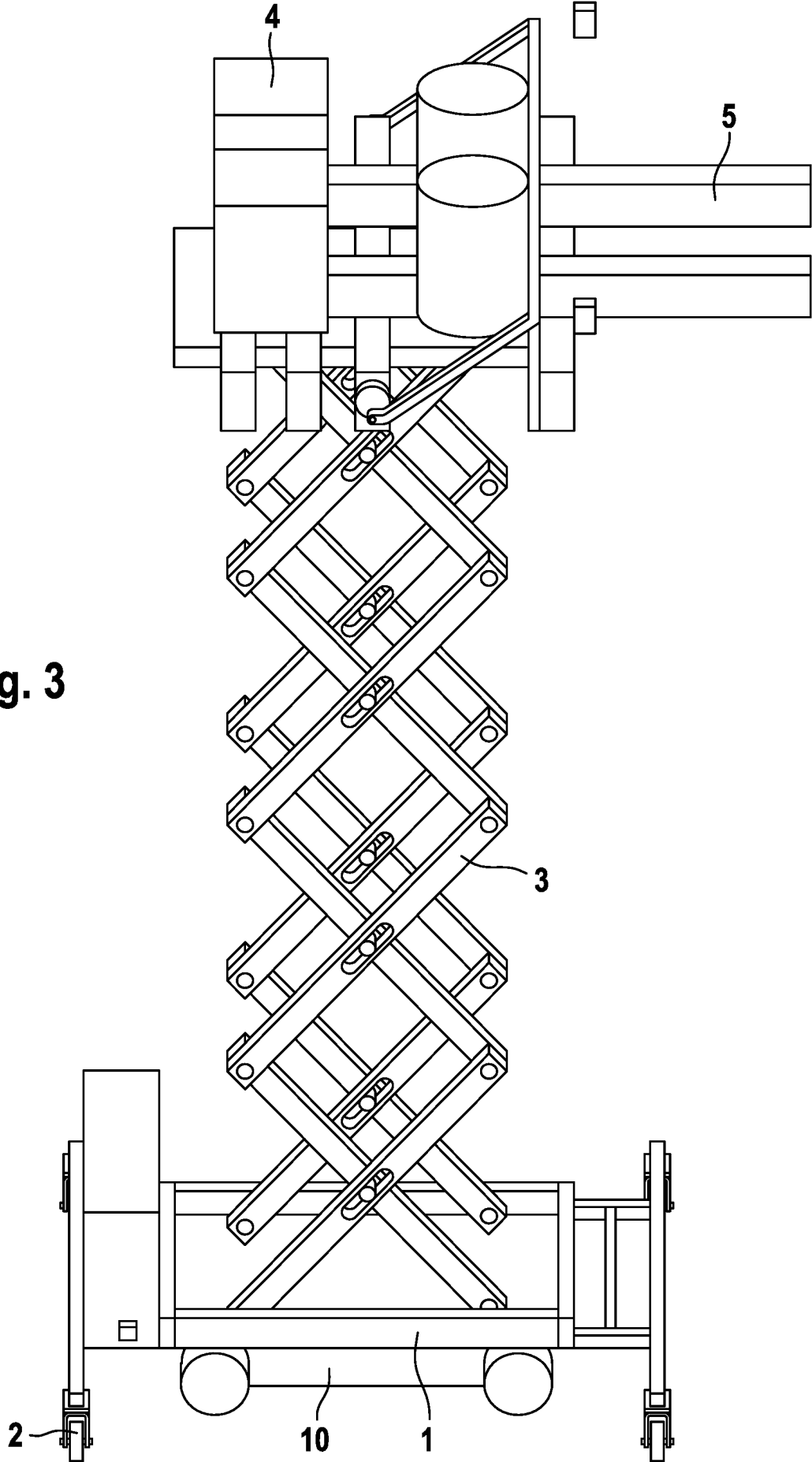


Fig. 2



2 / 2

Fig. 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/061252

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B64F 5/30**(2017.01)i; **F02C 7/00**(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)

B64F; F02K; F02C

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	WO 2011034992 A2 (RAHIM RAHIM N [US]; LORKOWSKI CHRISTOPHER S [US]; GUYER DEREK S [US]) 24 March 2011 (2011-03-24)	1,4,5,8,10-12
Y	paragraph [0072]; figures 1, 6 paragraph [0011] - paragraph [0012] paragraph [0028] paragraph [0090]	13,14
X	US 5858111 A (MARRERO LOU [US]) 12 January 1999 (1999-01-12) column 2, line 40 - line 47; figure 8	1,7,8,10
X	WO 2016112114 A1 (STONEAGE INC [US]) 14 July 2016 (2016-07-14)	1,6,8,10
Y	paragraph [0031]; figure 1 paragraph [0026] paragraph [0008]	1,4,5,10,15
Y	EP 2871133 A1 (ROCHEM AVIAT INC [US]) 13 May 2015 (2015-05-13)	1,4,5,10,15
A	paragraph [0007]; figures 3, 4 paragraph [0034]	2,3,6-9,11-14



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

19 June 2019

Date of mailing of the international search report

02 July 2019

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

Sodtke, Christof

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/061252**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5359542 A (PAHMEIER MAX C [US] ET AL) 25 October 1994 (1994-10-25) column 3 - column 4	13,14
A	US 2003089183 A1 (JACOBSEN ROBERT A [US] ET AL) 15 May 2003 (2003-05-15) the whole document	13,14
A	R Siegwart. "introduction to autonomous mobile robots" , Massachusetts, 01 January 2004 (2004-01-01), Retrieved from the Internet: http://www.ee.ui.ac.id/muis/course_file/robotics/Introduction_to_Autonomous_Mobile_Robots.pdf [retrieved on 2013-02-28] . XP055054850 the whole document	9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/061252

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2011034992	A2	24 March 2011	NONE	
US	5858111	A	12 January 1999	US 5858111 A	12 January 1999
				US 5979001 A	09 November 1999
				US 2002108635 A1	15 August 2002
				US 2002121288 A1	05 September 2002
				US 2002121561 A1	05 September 2002
WO	2016112114	A1	14 July 2016	AU 2016205314 A1	29 June 2017
				CA 2970722 A1	14 July 2016
				CN 107107090 A	29 August 2017
				EP 3242753 A1	15 November 2017
				ES 2717140 T3	19 June 2019
				KR 20170105541 A	19 September 2017
				SG 11201704676P A	28 July 2017
				US 2016199870 A1	14 July 2016
				WO 2016112114 A1	14 July 2016
EP	2871133	A1	13 May 2015	DK 2871133 T3	16 July 2018
				EP 2871133 A1	13 May 2015
				LT 2871133 T	25 September 2018
				TR 201808836 T4	23 July 2018
				US 2015122292 A1	07 May 2015
				WO 2015069316 A1	14 May 2015
US	5359542	A	25 October 1994	NONE	
US	2003089183	A1	15 May 2003	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B64F5/30 F02C7/00
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B64F F02K F02C

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	WO 2011/034992 A2 (RAHIM RAHIM N [US]; LORKOWSKI CHRISTOPHER S [US]; GUYER DEREK S [US]) 24. März 2011 (2011-03-24)	1,4,5,8, 10-12
Y	Absatz [0072]; Abbildungen 1, 6 Absatz [0011] - Absatz [0012] Absatz [0028] Absatz [0090]	13,14
X	US 5 858 111 A (MARRERO LOU [US]) 12. Januar 1999 (1999-01-12) Spalte 2, Zeile 40 - Zeile 47; Abbildung 8	1,7,8,10
X	WO 2016/112114 A1 (STONEAGE INC [US]) 14. Juli 2016 (2016-07-14)	1,6,8,10
Y	Absatz [0031]; Abbildung 1 Absatz [0026] Absatz [0008]	1,4,5, 10,15
	----- -/-	



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

19. Juni 2019

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

02/07/2019

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

Sodtke, Christof

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	EP 2 871 133 A1 (ROCHEM AVIAT INC [US]) 13. Mai 2015 (2015-05-13)	1,4,5, 10,15
A	Absatz [0007]; Abbildungen 3, 4 Absatz [0034]	2,3,6-9, 11-14
Y	US 5 359 542 A (PAHMEIER MAX C [US] ET AL) 25. Oktober 1994 (1994-10-25) Spalte 3 - Spalte 4	13,14
A	US 2003/089183 A1 (JACOBSEN ROBERT A [US] ET AL) 15. Mai 2003 (2003-05-15) das ganze Dokument	13,14
A	R Siegwart: "introduction to autonomous mobile robots", 1. Januar 2004 (2004-01-01), XP055054850, Massachusetts ISBN: 978-0-26-219502-7 Gefunden im Internet: URL: http://www.ee.ui.ac.id/muis/course_file/robotics/Introduction_to_Autonomous_Mobile_Robots.pdf [gefunden am 2013-02-28] das ganze Dokument	9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/061252

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2011034992	A2	24-03-2011	KEINE
US 5858111	A	12-01-1999	US 5858111 A 12-01-1999
			US 5979001 A 09-11-1999
			US 2002108635 A1 15-08-2002
			US 2002121288 A1 05-09-2002
			US 2002121561 A1 05-09-2002
WO 2016112114	A1	14-07-2016	AU 2016205314 A1 29-06-2017
			CA 2970722 A1 14-07-2016
			CN 107107090 A 29-08-2017
			EP 3242753 A1 15-11-2017
			KR 20170105541 A 19-09-2017
			SG 11201704676P A 28-07-2017
			US 2016199870 A1 14-07-2016
			WO 2016112114 A1 14-07-2016
EP 2871133	A1	13-05-2015	DK 2871133 T3 16-07-2018
			EP 2871133 A1 13-05-2015
			LT 2871133 T 25-09-2018
			TR 201808836 T4 23-07-2018
			US 2015122292 A1 07-05-2015
			WO 2015069316 A1 14-05-2015
US 5359542	A	25-10-1994	KEINE
US 2003089183	A1	15-05-2003	KEINE