

(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
20. Juli 2023 (20.07.2023)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2023/135014 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F01D 21/00 (2006.01) *G01N 21/954* (2006.01)
F01D 25/28 (2006.01) *G02B 23/24* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2022/087885

(22) Internationales Anmeldedatum:
27. Dezember 2022 (27.12.2022)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2022 100 441.4
11. Januar 2022 (11.01.2022) DE

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

(72) Erfinder: PETERS, Jan Oke; Distelkoppel 2, 22339 Hamburg (DE). THIES, Michael; Saselbergweg 31, 22395 Hamburg (DE). RASCHE, Sven; Spadenländer Elbdeich 31, 21037 Hamburg (DE). TUPPATSCH, Jens-Peter; Bremer Reihe 25, 20099 Hamburg (DE). WEDOW, Sören; c/o IT Concepts GmbH, Gewerbestr. 17, 35633 Lahnau (DE). MOSTAFA, Tarek; Bonbadener Strasse 11, 35641 Schöffengrund (DE). NEUMANN, Oliver; Mozartstrasse 8, 35606 Sohms (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, CV, CZ, DE, DJ,

(54) Title: DEVICE AND ARRANGEMENT FOR GUIDING A BORESCOPE

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND ANORDNUNG ZUR FÜHRUNG EINES BOROSKOPS

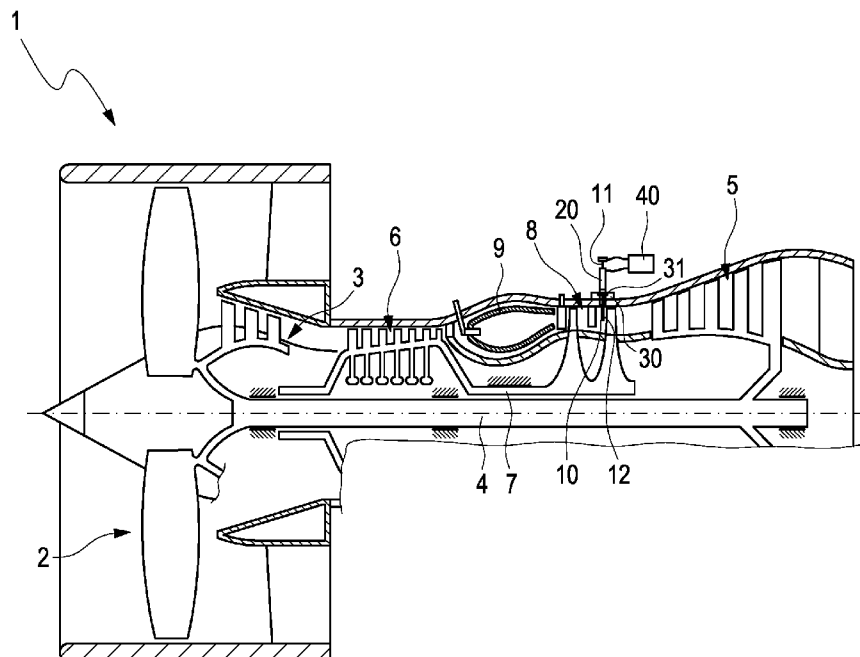


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to guide devices (20) for guiding a borescope (11) for the borescope inspection of technical devices (10, in particular aircraft engines, and an arrangement comprising a guide device (20) of this type and a borescope (11) guided using same. A guide device (20) according to the invention comprises a securing region (35) for fixedly securing the guide device (20) relative to the technical device (1) to be inspected and a borescope holder (22) for fixedly securing a borescope (11) thereon, wherein the guide device (20) has a translation actuator (23) for changing the distance between the borescope holder (22) and the securing region (25) along a guide axis (90) and a rotation actuator (26) for rotating the borescope holder (22) about the guide axis (90) relative to the securing region (35). Another guide device (20) according to the invention comprises a securing region (35) for fixedly securing the



WO 2023/135014 A1

DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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, CV, 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, ME, 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)
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

guide device (20) relative to the technical device (1) to be inspected and a guide head (27) with at least two guide rollers (28) for the force-locking forced guidance of the shaft (12) of a borescope (11) along a guide axis (90), wherein at least one of the guide rollers (28) can be driven by a translation actuator (23), and wherein the guide head (27) can be rotated relative to the securing region (35), about the guide axis (90), using a rotation actuator (26).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft Führungsvorrichtungen (20) zur Führung eines Boroskops (11) für die Boroskopinspektion von technischen Geräten (1), insbesondere von Flugzeugtriebwerken, sowie eine Anordnung umfassend eine solche Führungsvorrichtung (20) und ein dadurch geführtes Boroskop (11). Eine erfindungsgemäße Führungsvorrichtung (20) umfasst einen Befestigungsbereich (35) zur ortsfesten Befestigung der Führungsvorrichtung (20) gegenüber dem zu inspizierenden technischen Gerät (1) und eine Boroskopaufnahme (22) zur ortsfesten Befestigung eines Boroskops (11) daran, wobei die Führungsvorrichtung (20) einen Translationsaktuator (23) zur Veränderung des Abstands der Boroskopaufnahme (22) und dem Befestigungsbereich (25) entlang einer Führungsschse (90) und einen Rotationsaktuator (26) zur Rotation der Boroskopaufnahme (22) gegenüber dem Befestigungsbereich (35) um die Führungsschse (90) aufweist. Eine andere erfindungsgemäße Führungsvorrichtung (20) umfasst einen Befestigungsbereich (35) zur ortsfesten Befestigung der Führungsvorrichtung (20) gegenüber dem zu inspizierenden technischen Gerät (1) und einen Führungskopf (27) mit wenigstens zwei Führungsrollen (28) zur kraftschlüssigen Zwangsführung des Schaftes (12) eines Boroskops (11) entlang einer Führungsschse (90), wobei wenigstens eine der Führungsrollen (28) von einem Translationsaktuator (23) antreibbar ist, und wobei der Führungskopf (27) durch einen Rotationsaktuator (26) um die Führungsschse (90) gegenüber dem Befestigungsbereich (35) drehbar ist.

Vorrichtung und Anordnung zur Führung eines Boroskops

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Führung eines Boroskops für die Boroskopinspektion von technischen Geräten,
5 insbesondere von Flugzeugtriebwerken, sowie eine entsprechende Anordnung.

Im Stand der Technik sind diverse Verfahren zur optischen Inspektion von technischen Geräten bekannt. Dies gilt bspw. für Gasturbinen, insbesondere Flugzeugtriebwerke wie Strahltrieb-
10 werken, bei denen ein Boroskop durch eine seitliche Öffnung in eine vollständig montierte Gasturbine eingeführt wird, um damit dann das Innere der Gasturbine optisch inspizieren zu können.

Beispielsweise wird zur Inspektion der Brennkammer einer Gasturbine ein flexibles Boroskop eingeführt und solange bei kontinuierlicher Bilderfassung manuell bewegt, bis die Brennkammer vollständig aufgenommen ist, also für jeden Bereich der Brennkammer wenigstens ein Bild erfasst wurde. So wird häufig ein flexibles Boroskop entlang des kompletten Innenumfangs einer Brennkammer geführt, bevor er anschließend langsam herausgezogen wird. Dadurch soll sichergestellt werden, dass die Brennkammer über ihren kompletten Umfang befundet wird.
20

Für die Begutachtung von Turbinenschaufeln kann ein flexibles Boroskop durch ein gebogenes Führungsrohr, welches bspw. von außen an der Gasturbine befestigt wird, manuell so an eine Turbinenschaufel herangeführt werden, dass diese vollständig im Bildbereich des Boroskops liegt und somit vollständig befundet werden kann. Alternativ ist es möglich, ein starres Boroskop - also ein Boroskop mit einem starren Schaft - durch
25
30 eine geeignete Öffnung in die Gasturbine manuell einzuführen

und entsprechend zu positionieren. Durch Drehen der Turbinenwelle können daran befestigte Turbinenschaufeln nach und nach durch den Bildbereich des Boroskops hindurchgeführt werden.

Insbesondere für den Fall, dass ein Boroskop nicht so positioniert werden kann, dass eine Turbinenschaufel vollständig vom Bildbereich des Boroskops erfasst wird, ist aus dem Patent DE 10 2017 218 426 B1 eine außen an der Gasturbine zu befestigende Vorrichtung bekannt, mit der das Boroskop nach manueller Positionierung entlang einer vorgegebenen Richtung hin- und her bewegt werden kann, um so die Boroskopspitze an einer Turbinenschaufel über deren gesamte Länge entlang zu führen.

Die so erzeugten Bild- oder Videoaufnahmen werden manuell analysiert, um den Bauzustand des jeweils betrachteten Gasturbienteils zu dokumentieren. Bei signifikanten Beschädigungen kann eine manuelle statische 3-D-Erfassung erfolgen, um eine anhand des Bild- oder Videomaterials identifizierte Beschädigung noch genauer zu analysieren. Diese 3-D-Erfassung jedoch sehr aufwendig und zeitintensiv, sodass sie grundsätzlich nur in Ausnahmefällen durchgeführt wird.

Aufgrund der vollständig oder wenigstens teilweisen manuellen Führung des Boroskops im Stand der Technik ist eine vollständige und insbesondere reproduzierbare Dokumentation des Zustands einer Brennkammer oder der Triebwerksschaufeln jedoch kaum möglich. Aufgrund der fehlenden Reproduzierbarkeit lassen sich die Befunde zweier zeitlich voneinander beabstandeter Untersuchungen derselben Gasturbine kaum oder nur schwer miteinander vergleichen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, Vorrichtungen und Anordnungen zu schaffen, mit der eine wenigstens in Teilen reproduzierbare Boroskopinspektion eines technischen Gerätes, insbesondere von Flugzeugtriebwerken, ermöglicht wird.

- 5 Gelöst wird diese Aufgabe durch Vorrichtungen sowie eine Anordnung gemäß den unabhängigen Ansprüchen. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Demnach betrifft die Erfindung eine Führungsvorrichtung zur Führung eines Boroskops für die Boroskopinspektion von technischen Geräten, insbesondere von Flugzeugtriebwerken, umfassend
10 einen Befestigungsbereich zur ortsfesten Befestigung der Führungsvorrichtung gegenüber dem zu inspizierenden technischen Gerät und eine Boroskopaufnahme zur ortsfesten Befestigung eines Boroskops daran, wobei die Führungsvorrichtung einen
15 Translationsaktuator zur Veränderung des Abstands der Boroskopaufnahme und dem Befestigungsbereich entlang einer Führungssachse und einen Rotationsaktuator zur Rotation der Boroskopaufnahme gegenüber dem Befestigungsbereich um die Führungssachse aufweist.

20 Die Erfindung betrifft auch eine Führungsvorrichtung zur Führung eines Boroskops für die Boroskopinspektion von technischen Geräten, insbesondere von Flugzeugtriebwerken, umfassend einen Befestigungsbereich zur ortsfesten Befestigung der Führungsvorrichtung gegenüber dem zu inspizierenden technischen
25 Gerät und einen Führungskopf mit wenigstens zwei Führungsrollen zur kraftschlüssigen Zwangsführung des Schaftes eines Boroskops entlang einer Führungssachse, wobei wenigstens eine der Führungsrollen von einem Translationsaktuator antreibbar ist, und wobei der Führungskopf durch einen Rotationsaktuator um
30 die Führungssachse gegenüber dem Befestigungsbereich drehbar ist.

Die Erfindung betrifft weiterhin eine Anordnung für die Boroskopinspektion von technischen Geräten, insbesondere von Flugzeugtriebwerken, umfassend eine erfindungsgemäße Führungsvorrichtung und ein durch die Führungsvorrichtung geführtes Boroskop.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass eine motorisch hinsichtlich Translation und Rotation angetriebene Zwangsführung eines Boroskops bzw. eines Boroskopschafts eine reproduzierbare Ausrichtung eines Boroskops grundsätzlich ermöglicht. Bei den erfindungsgemäßen Führungsvorrichtungen wird eine solche Zwangsführung eines Boroskops erreicht, bei der die Bewegung des Schafts eines starren Boroskops über den Translationsaktuator und den Rotationsaktuator grundsätzlich derart genau gesteuert werden kann, dass ausgehend von einer bekannten Ausgangsposition des Boroskops gegenüber der erfindungsgemäßen Führungsvorrichtung eine beliebige vorgegebene Position und Ausrichtung entlang der durch die Führungsvorrichtung vorgegebenen Freiheitsgrade angefahren werden kann. Indem Position und Ausrichtung des Boroskops vorgegeben und auch zu verschiedenen Zeitpunkten reproduzierbar angefahren werden können, werden vom Boroskop gemachte Aufnahmen grundsätzlich vergleichbar(er).

Vergleichbares gilt grundsätzlich auch für flexible Boroskope, insbesondere wenn diese in feststehenden Führungsrohren geführt sind. Allerdings zeigen sich die Vorteile der vorliegenden Erfindung insbesondere in Zusammenhang mit starren Boroskopen, auf die die nachfolgenden Ausführungen fokussiert sind, ohne jedoch darauf beschränkt zu sein.

Durch die erfindungsgemäße Führungsvorrichtungen zur Führung eines Boroskops ist es nicht nur möglich, ausgehend von einer bekannten Ausgangsposition bestimmte vorgegebene Positionen

und Ausrichtungen eines Boroskops reproduzierbar anzufahren, um mit dem Boroskop Bild- oder Videoaufnahmen zu machen. Es ist auch möglich, durch vorgegebene translatorische und/oder rotatorische Bewegungen eine automatisierte reproduzierbare Erfassung eines über den unmittelbaren Bildbereich des Boroskops hinausgehenden Bereichs in einem technischen Gerät nach einem vorgegebenen Schema zu erfassen. So kann bspw. eine Turbinenschaufel eines Flugzeugtriebwerks über ihre gesamte Länge abgefahren werden und/oder es können 360°-Rundumsichten erstellt werden. Je nach verwendetem Boroskop bzw. der Ausgestaltung dessen Bilderfassungseinheit an der Boroskopspitze kann eine zweidimensionale Bilderfassung in Farbe oder Grauwerten und/oder eine zweieinhalb- bzw. dreidimensionale Erfassung, bspw. mithilfe von Triangulation, erfolgen. Für Letzteres sind an der Boroskopspitze zwei voneinander beabstandete Bilderfassungseinheiten vorzusehen, deren Bildbereiche sich zumindest in weiten Teilen überschneiden.

Grundsätzlich lassen sich beliebige Boroskope - auch bereits Vorhandene - mit den erfindungsgemäßen Führungsvorrichtungen verwenden. Für die eine Führungsvorrichtung muss sich das Boroskop lediglich mit der Boroskopaufnahme verbinden lassen, für die andere Führungsvorrichtung mit Führungsrollen zur Zwangsführung muss der Schaftdurchmesser des Boroskops eine kraftschlüssige Zwangsführung durch die Führungsrollen ermöglichen.

Bei der Führungsvorrichtung mit Boroskopaufnahme ist es bevorzugt, wenn der Translationsaktuator als Gewindestangenaktuator ausgebildet ist. Ein entsprechender Translationsaktuator weist dabei bekanntermaßen eine über eine Antriebseinheit rotierbare Gewindestange auf, welche mit einer geeignet ausgestalteten Rille an einem Schlitten zusammenwirkt, um den Schlitten entlang der Gewindestange zu bewegen. Die Boroskopaufnahme kann

dabei unmittelbar als Schlitten des Gewindestangenaktuators ausgeführt oder an dem Schlitten des Gewindestangenaktuators fest angeordnet sein. Ein Gewindestangenaktor ermöglicht regelmäßig eine hohe Genauigkeit beim Anfahren einer vorgegebenen Position und zeigen ein ruhiges Anlauf- und Abbremsverhalten. Die mit einem Gewindestangenaktor erreichbaren Geschwindigkeiten sind für die erfindungsgemäß Führungsvorrichtung in der Regel ausreichend.

Insbesondere bei der Führungsvorrichtung mit Boroskopaufnahme ist bevorzugt, wenn der Translationsaktor bei Rotation durch den Rotationsaktor mitrotiert. Das bedeutet unmittelbar auch, dass der Rotationsaktor bei einer translatorischen Bewegung durch den Translationsaktor nicht mitbewegt wird. Die Aktuatoren werden in diesem Fall translatorisch nicht bewegt (lediglich der Translationsaktor wird rotatorisch bewegt), womit die ggf. kabelgebundene Anbindung der Aktuatoren an eine Energieversorgung und/oder eine Steuereinheit vereinfacht wird.

Bei der Ausgestaltung der Führungsvorrichtung mit Führungsrollen zur kraftschlüssigen Zwangsführung ist vorteilhaft, wenn der Translationsaktor getrennt vom Führungskopf ausgeführt ist und somit insbesondere nicht mit dem Führungskopf mitrotierend ist. Der Translationsaktor kann somit ortsfest gegenüber einem Gehäuse der Vorrichtung und/oder des Rotationsaktors sein, was die Energieversorgung und eine evtl. kabelgebundene Steuerung stark vereinfacht, da in diesem Fall keine „mitdrehenden“ Leitungen vorliegen, für die ein Verdrellschutz oder eine Drehkupplung vorgesehen werden müssten. Die mechanische Antriebsleistung des Translationsaktors ist dabei über eine geeignete mechanische Kupplung an die wenigstens eine angetriebene Führungsrolle am Führungskopf angebunden.

Da die Achse der Führungsrolle bei einer entsprechenden Ausführung in der Regel senkrecht zur Achse der Antriebswelle des Translationsaktuators angeordnet ist, kann an der Antriebswelle des Translationsaktuators vorzugsweise ein Winkelgetriebe angeordnet sein, mit dem die Drehbewegung der Antriebswelle um die Führungsachse in eine zur Achse der angetriebenen Führungsrolle parallele Achse umgelenkt wird. Bei einem „Winkelgetriebe“ handelt es sich also um ein Getriebe, bei dem die Antriebs- und Abtriebswelle nicht-parallel zueinander verlaufen.

Dabei ist bevorzugt, wenn das Winkelgetriebe ein Kegelradgetriebe umfasst. Die so mögliche spielfreie Übertragung der Drehbewegung der Antriebswelle des Translationsaktuators begünstigt eine hohe Genauigkeit im Antrieb der Führungsrollen und somit bei der Positionierung eines Boroskops entlang der Führungsachse. Insbesondere wenn geradverzahnte Kegelräder mit Evolventenverzahnung verwendet werden, ist eine sehr verschleißarme Übertragung der Drehbewegung möglich, sodass sich auch über die Zeit kein oder nur wenig Spiel im Winkelgetriebe einstellt.

Bei entsprechenden Winkelgetrieben, aber auch bei anderen mechanischen Kopplungen eines nicht mit dem Führungskopf mitrotierenden Translationsaktuators ist es in der Regel erforderlich, dass der Translationsaktor bei einer Rotation des Führungskopfes durch den Rotationsaktor aktiviert wird, um eine ansonsten durch die Rotation des Führungskopfes ggf. verursachte und in der Regel unerwünschte Drehung der Führungsrollen und eine damit verbundene translatorische Bewegung des Boroskops zu vermeiden. Das lässt sich aber durch eine geeignete Ansteuerung der Aktuatoren in der Regel problemlos gewährleisten.

Die wenigstens eine angetriebene Führungsrolle kann unmittelbar oder über ein - vorzugsweise spielfreies oder zumindest spielarmes - Stirnradgetriebe an der Antriebswelle des Translationsaktuators bzw. einem an deren Antriebsachse angeordneten Winkelgetriebe angebunden sein. Es ist aber bevorzugt, wenn wenigstens zwei, vorzugsweise alle Führungsrollen über ein Getriebe miteinander verbunden und so gemeinsam durch den Translationsaktor antreibbar sind. Ist ein Winkelgetriebe zur Anbindung an die Antriebswelle des Translationsaktuators vorgesehen, kann dieses Winkelgetriebe Teil des die Führungsrollen verbindenden Getriebes sein. Indem mehr als eine Führungsrolle angetrieben wird, wird die kraftschlüssige Zwangsführung im Hinblick auf die translatorische Bewegung eines eingeführten Boroskops verbessert.

Es ist bevorzugt, wenn der Translationsaktor und/oder der Rotationsaktor Schrittmotoren umfassen. Die Verwendung von Schrittmotoren ermöglicht eine präzise Steuerung der Translation- und/oder Rotationsbewegung eines mit der Führungsvorrichtung geführten Boroskops und somit eine gute Reproduzierbarkeit von Position und Ausrichtung des Boroskops.

Für eine präzise Steuerung der Translation- und/oder Rotationsbewegung, insbesondere bei Verwendung von Schrittmotoren, ist es hilfreich, die relative Position des Boroskopschaftes gegenüber der Führungsvorrichtung und/oder der Boroskopaufnahme für einen oder mehrere definierten Zustände zu detektieren. Dafür ist es bevorzugt, wenn ein oder mehrere Positionssensoren, vorzugsweise ein oder mehrere Hall-Effekt-Sensoren, zur Feststellung der relativen Position des Boroskopschafts und/oder einer vorgegebenen Initialposition der Boroskopaufnahme entlang der Führungsachse und/oder der relativen Rotati-

onslage des Boroskopschafts und/oder für eine vorgegebene Initialrotationslage der Boroskopaufnahme gegenüber des Befestigungsbereichs vorgesehen sind.

Der oder die Positionssensoren können auch zum Zusammenwirken mit auf an dem Boroskopschaft vorgesehenen Markierungen o. Ä. ausgebildet sein. Das Boroskop kann dazu bspw. an seinem Schaft eine oder mehrere Markierungen aufweisen, die von einem Positionssensor der Führungsvorrichtung bspw. optisch erfasst werden kann. Bei der Markierung kann es sich um eine ringförmig umlaufende Markierung mit einem Winkelmarker handeln.

Durch entsprechende Positionssensoren kann wenigstens eine konkrete Position und Lage des Boroskopschafts gegenüber der Führungsvorrichtung bzw. der Boroskopaufnahme gegenüber dem Befestigungsbereich detektierbar angefahren werden. Ausgehend von dieser wenigsten einen Initialposition und Initialrotationslage kann dann durch geeignete Ansteuerung des Translationsaktuators und/oder des Rotationsaktuators jede gewünschte Position und Lage angefahren werden, wofür sich Schrittmotoren als besonders vorteilhaft erwiesen haben. Die Positions- und Lagegenauigkeit hängt dabei praktisch ausschließlich von der Genauigkeit der Ansteuerung von Translationsaktor und Rotationsaktor ab.

Die zuvor beschriebene Reproduzierbarkeit von Position und Ausrichtung des Boroskops bezieht sich zunächst nur auf die relative Position und Ausrichtung gegenüber der Führungsvorrichtung. Eine Reproduzierbarkeit einer bestimmten Position und Ausrichtung innerhalb eines technischen Gerätes kann unmittelbar durch Berücksichtigung der Position und Lage der Führungsvorrichtung erreicht werden. Um dies zu vereinfachen, kann die Führungsvorrichtung bevorzugt eine Befestigungsvor-

richtung umfassen, mit der sie in einer definierten Befestigungslage im Bereich einer Boroskopöffnung an der Außenseite eines zu inspizierenden technischen Gerätes befestigt werden kann. Eine für das Boroskop anzufahrende Position und Ausrichtung kann dann ausgehend von der über die Befestigungsvorrichtung definierten Lage der Befestigungsvorrichtung vorgegeben und reproduzierbar erreicht werden.

Es ist bevorzugt, wenn die Führungsvorrichtung einen, vorzugsweise rohrförmig ausgestalteten Portadapter als Befestigungsvorrichtung zur Befestigung an einer Boroskopöffnung an dem zu untersuchenden technischen Gerät aufweist, wobei der Befestigungsbereich der Führungsvorrichtung zur lösbaren Befestigung am Portadapter ausgebildet ist. Durch entsprechende Portadapter lässt sich die Führungsvorrichtung an einer Vielzahl an unterschiedlichen Boroskopöffnungen von technischen Geräten befestigen, indem jeder auf der einen Seite zur Befestigung an einer bestimmten zur Boroskopöffnung ausgebildeter Portadapter auf der anderen Seite zum Zusammenwirken mit dem Befestigungsbereich der Führungsvorrichtung ausgebildet ist. Die Führungsvorrichtung ist so variabel einsetzbar. Außerdem erleichtert die vorgesehene Zweiteilung der Führungsvorrichtung die Montage, da zunächst nur der Portadapter an dem zu inspizierenden Gerät befestigt werden muss, bevor die restliche Führungsvorrichtung und das Boroskop mit dem Portadapter verbunden werden müssen.

Auch die Länge eines Portadapters kann für eine bestimmte Boroskopöffnungen eines technischen Gerätes geeignet gewählt sein. Durch die Länge des Portadapters kann die maximale Eindringtiefe eines Boroskop in das technische Gerät – also die maximale Länge, um welche das Boroskop tatsächlich in das technische Gerät eintaucht – und davon ausgehend die durch die Führungsvorrichtung anfahrbare Positionen des Boroskopkopfes

beeinflusst werden. Durch eine Mehrzahl an Portadapters kann die Führungsvorrichtung in Kombination mit einem bestimmten Boroskop für eine Vielzahl unterschiedlicher Boroskopöffnungen eines technischen Gerätes, die jeweils unterschiedliche maximale Eindringtiefen erfordern, verwendet werden.

Es ist bevorzugt, wenn der Portadapter einen Konus zur Befestigung der Führungsvorrichtung daran und der Befestigungsbereich der Führungsvorrichtung eine entsprechende Konusaufnahme aufweist. An der Konusaufnahme der Führungsvorrichtung ist dabei vorzugsweise eine rastende Verschlussmechanik mit Entriegelungsvorrichtung vorgesehen. Durch eine entsprechende Konusverbindung lässt sich eine ortsfeste und sichere, gleichzeitig schnell herstellbare und lösbare Verbindung zwischen Führungsvorrichtung und Portadapter schaffen. Damit bei Nutzung der Konusverbindung auch die Lage der Führungsvorrichtung gegenüber eines Portadapters bzw. des technischen Geräts, an dem der Portadapter befestigt ist, festgelegt werden kann, ist bevorzugt, wenn an dem Konus ein oder mehrere Vorsprünge oder Vertiefungen vorgesehen sind, die mit einem oder mehreren Vorsprüngen am Befestigungsbereich der Führungsvorrichtung derart zusammenwirken, dass sich die Führungsvorrichtung im mit dem Konus verbundenen Zustand nicht mehr rotieren lässt. Dabei können mehrere Vertiefungen und/oder Vorsprünge vorgesehen und so aufeinander abgestimmt sein, dass sich die Führungsvorrichtung in mehreren unterschiedlichen Winkellagen an dem Konus des Portadapters befestigen lässt.

Es ist bevorzugt, wenn der Rotationsaktuator, der Translationsaktuator, der Befestigungsbereich und/oder die Konusaufnahme eine Durchführungsöffnung der Führungsvorrichtung entlang der vorgegebenen Achse zur Durchführung des Boroskops eines durch die Führungsvorrichtung geführten Boroskops aufweist. Die entsprechende Ausgestaltung einer oder

mehrerer der genannten Komponenten der Führungsvorrichtung und die daraus resultierende Möglichkeit der Boroskopschaft durch die Komponenten zu führen, erlauben eine kompakte Bauweise der Führungsvorrichtung. Auch kann durch eine koaxiale Anordnung des Rotationsaktuators und/oder des Translationsaktuators eine vereinfachte mechanische Kopplung mit den dadurch angetriebenen Komponenten, wie bspw. den Führungsrollen, ohne aufwendige Getriebe erreichen. Umfasst die Führungsvorrichtung einen Portadapter und sind am Befestigungsbereich oder einer möglichen Konusaufnahme eine Durchführungsöffnung vorgesehen, ist der Portadapter selbstverständlich ebenfalls mit dazu passenden Durchführungsöffnungen zu versehen.

Die Führungsvorrichtung umfasst vorzugsweise eine Steuerungsvorrichtung zur Ansteuerung von Translationsaktor und/oder Rotationsaktor. Die Steuerungsvorrichtung kann dabei so ausgebildet sein, dass sie von einer bekannten Ausgangsposition eine beliebige vorgegebene Position und Ausrichtung des Boroskops anfahren kann. Bei der Ausgangsposition kann es sich insbesondere um eine durch geeignete Positionssensoren detektierbare Initialposition handeln.

Alternativ oder zusätzlich zur Verwendung von Positionssensoren ist es möglich, dass die Steuerungsvorrichtung zur Ermittlung der Position und Ausrichtung der Boroskopspitze durch auf die von dem Boroskop aufgenommenen Bildinformationen angewendete Bilderkennungsverfahren ausgebildet ist. Durch entsprechende Verarbeitung der Bildinformationen lässt sich die Position und Ausrichtung der Boroskopspitze gegenüber der Gasturbine bestimmen.

Zur Erläuterung der erfindungsgemäßen Anordnung wird auf die vorstehenden Ausführungen verwiesen.

Die Erfindung wird nun unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beispielhaft beschrieben. Es zeigen:

Figur 1: eine schematische Schnittansicht eines Flugzeugtriebwerks mit daran angeordneter erfindungsgemäßer Führungsvorrichtung und einem darin geführten Boroskop;

Figur 2a, b: eine schematische Darstellung einer Ausführungsform einer Befestigung der Führungsvorrichtung aus Figur 1;

Figur 3a-c: eine schematische eines ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Führungsvorrichtung;

Figur 4: eine schematische Teildarstellung einer zweiten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Führungsvorrichtung; und

Figur 5a, b: Schnittansichten der Vorrichtung aus Figur 4.

In Figur 1 ist schematisch ein Schnitt durch ein technisches Gerät 1, nämlich Zweiwellen-Triebwerk eines Flugzeugs gezeigt, bei dem der Fan 2 sowie der Niederdruckkompressor 3 über eine erste Welle 4 mit der Niederdruckturbine 5 drehverbunden ist, während der Hochdruckkompressor 6 über eine zweite Welle 7 mit der Hochdruckturbine 8 drehverbunden ist. Zwischen Hochdruckkompressor 6 und Hochdruckturbine 8 ist die Brennkammer 9 angeordnet.

Zur Inspektion der Hochdruckturbine ist ein Boroskop 11 mit seinem Schaft 12 durch eine dafür vorgesehene Boroskopöffnung 10 an dem technischen Gerät 1 eingeführt. Das Boroskop 11 ist

dabei durch eine erfindungsgemäße Führungsvorrichtung 20 geführt.

Die Führungsvorrichtung 20 ist über eine Befestigung 30 fest und in einer vorgegebenen Lage an der Gasturbine 1 befestigt, die in Figur 2a, b näher dargestellt ist. Die Befestigung 30 umfasst einen rohrförmig ausgestalteten Portadapter 31, der losgelöst von der übrigen Führungsvorrichtung 20 mit seinem einen Ende 32 in einer vorgegebenen Position an der Gasturbine 1 im Bereich der Boroskopöffnung 10 befestigt werden kann. Die Position kann bspw. durch Markierungen an dem Portadapter 31, die mit entsprechenden Gegenstücken an der Gasturbine 1 in Übereinstimmung gebracht werden können, vorgegeben sein.

An dem gegenüberliegenden Ende weist der Portadapter 31 einen Konus 33 zur Befestigung der Führungsvorrichtung 20 daran auf. Am Konus 33 sind eine zentrale, sich durch den gesamten Portadapter 31 ziehende Durchführungsöffnung über den Umfang verteilt Vertiefungen 34 angeordnet.

Nach erfolgter Montage des Portadapters 31 der Befestigungsvorrichtung 30 an der Gasturbine 1, wird daran die Führungsvorrichtung 20 mithilfe eines Befestigungsbereichs 35 daran befestigt. Der Befestigungsbereich 35 ist exemplarisch in Figur 2b veranschaulicht.

Der Befestigungsbereich 35 weist eine zum Portadapter 31 passende konische Aufnahme 36 auf. Auf der Innenseite der konischen Aufnahme 36 ist dabei ein Vorsprung 37 vorgesehen, der mit einer der Vertiefungen 34 am Portadapter 31 zusammenwirken kann, um die Winkelposition des Befestigungsbereichs 35 gegenüber dem Portadapter 31 festzulegen. Der Befestigungsbereich 35 verfügt weiterhin über eine rastende Verschlussmechanik 39 mit einer Entriegelungsvorrichtung 39' - in diesem Fall ein

versenkter Entriegelungsknopf. Die Konusverbindung von Portadapter 31 und Befestigungsbereich 35 mit Verschlussmechanik 39 ermöglicht eine ortsfeste und sichere, gleichzeitig schnell herstellbare und lösbare Verbindung zwischen Portadapter 31 und Befestigungsbereich 35 – und damit der eigentlichen Führungsvorrichtung 20 – schaffen.

In Figur 3a-c ist eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Führungsvorrichtung 20 gezeigt. Figur 3a zeigt dabei die abgesehen vom Portadapter 31 vollständige Führungsvorrichtung 20. Figur 3b entspricht im Wesentlichen der Figur 3a, wobei jedoch das Gehäuse 21 nicht dargestellt ist. Figur 3c zeigt die Führungsvorrichtung 20 im Verwendungszustand mit daran befestigtem Boroskop 11 und Portadapter 31.

Die Führungsvorrichtung 20 weist einen Befestigungsbereich 35, wie er in Zusammenhang mit Figur 2b erläutert wurde, zur ortsfesten Befestigung der Führungsvorrichtung 20 gegenüber dem zu inspizierenden technischen Gerät 1 mithilfe eines Portadapters 31 auf. Entlang einer Führungssachse 90, die im am Portadapter 31 befestigten Zustand mit dessen Längsachse zusammenfällt, ist am vom Befestigungsbereich 35 entfernten Ende eine Boroskopaufnahme 22 vorgesehen, an der ein Boroskop 11 derart ortsfest befestigt werden kann, dass sich der Schaft 12 des Boroskops 11 entlang der Führungssachse 90 durch die Führungsvorrichtung 20 erstreckt und am Befestigungsbereich 35 aus der Führungsvorrichtung 20 hervorstehen kann.

Für die letztendliche Führung eines Boroskops 11 durch die Führungsvorrichtung 20 lässt sich die Boroskopaufnahme 22 gegenüber dem Befestigungsbereich 35 entlang der Führungssachse 90 bewegen und um die Führungssachse 90 rotieren.

Dazu umfasst die Führungsvorrichtung 20 einen Translationsak-
tuator 23 zur Veränderung des Abstandes zwischen Boroskopauf-
nahme 22 und Befestigungsbereich 35. Der Translationsaktuator
23 ist als Gewindestangenaktuator ausgebildet, bei dem ein
5 Schlitten 24 durch Rotation einer Gewindestange 25 entlang der
Führungssachse 90 bewegt werden kann. Die Boroskopaufnahme 22
ist am Schlitten 24 angeordnet.

Der Translationsaktuator 23 kann als Ganzes durch den Rotati-
onsaktuator 26 um die Führungssachse 90 rotiert werden, womit
10 sich auch die Boroskopaufnahme 22 um die Führungssachse 90
dreht.

Sowohl Translationsaktuator 23, Rotationsaktuator 26 als auch
der Befestigungsbereich 35 weisen jeweils eine Durchführungs-
öffnung entlang der Führungssachse 90 auf, durch welche der
15 Schaft 12 des Boroskop 11 geführt werden kann.

Translationsaktuator 23 und Rotationsaktuator 26 sind als
Schrittaktuator ausgebildet. Außerdem sind zwei Hall-Effekt-
Sensoren als Positionssensoren (nicht dargestellt) vorgesehen,
mit denen die in Figur 3b gezeigte Stellung des Translations-
20 aktuator 23 und des Rotationsaktuator 26 festgestellt werden
kann. Ausgehend von dieser Initialposition und Initialrotati-
onslage lässt sich durch geeignete Ansteuerung der Schrittak-
tuatoren jede andere Position und Winkellage der Boroskopauf-
nahme 22 gegenüber dem Befestigungsbereich 35 mit hoher Genau-
25 igkeit anfahren.

In Figur 3c ist die Führungsvorrichtung 20 im Verwendungszu-
stand dargestellt. Dabei ist die Führungsvorrichtung 20 mit-
hilfe eines Portadapters 31 an einem technischen Gerät 1 be-
festigt. An der Boroskopaufnahme 22 ist ein Boroskop 11 befes-

tigt, dessen Schaft (nicht dargestellt) entlang der Führungsachse 90 durch die Führungsvorrichtung 20 und den Portadapter 31 in das technische Gerät 1 hineinerstreckt bzw. hineinerstrecken kann. Letzteres ist insbesondere von der Position der Boroskopaufnahme 22 gegenüber dem Befestigungsbereich 35 abhängig. Das Boroskop 11 kann dabei in das Gehäuse 21 der Führungsvorrichtung 22 einfahren.

In Figur 4 ist eine alternative Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Führungsvorrichtung 20 gezeigt, wobei das Gehäuse 21 der Führungsvorrichtung 20 transparent dargestellt ist. Die Formgebung des Gehäuses 21 entspricht im dargestellten Ausführungsbeispiel einem lang gestreckten Vierkantrohr, kann grundsätzlich aber auch jede andere Form aufweisen. Wesentlich ist lediglich, dass das Gehäuse 21 zur Durchführung eines Boroskopschafts 12 (vgl. Figur 5a, b) ausgebildet ist. An dem einen Ende des Gehäuses 21 ist ein Befestigungsbereich 35 gemäß Figur 2b angeordnet, in welche ein nur teilweise dargestellter Portadapter 31 eingeführt ist.

Im Gehäuse 21 sind ein Führungskopf 27, ein Translationsaktuator 23 und einen Rotationsaktuator 26 angeordnet. Die Antriebswellen 23', 26' der beiden Aktuatoren 23, 26 sind jeweils an Hohlwellen zur Durchführung eines Boroskopschafts 12 ausgebildet und coaxial zueinander, aber auch mit der entsprechenden Durchführung des Befestigungsbereichs 35 ausgebildet, wodurch eine grundsätzliche Führung für einen in die Vorrichtung 20 eingeführten Schaft 12 eines Boroskops 11 entlang der Führungsachse 90 gewährleistet wird. Bei den Aktuatoren 23, 26 handelt es sich um Schritttaktuatoren.

Der Führungskopf 27, der in Figur 5a, b in zwei Schnittansichten noch detaillierter und mit hindurchgeführtem Boroskop-

schaft 12 dargestellt ist, ist unmittelbar mit der Antriebswelle 26' des Rotationsaktuators 26 verbunden und kann mithilfe dieses Rotationsaktuators 26 um die Führungsachse 90 gedreht werden.

5 Am Führungskopf 27 sind zwei Führungsrollen 28 zur reibschlüssigen Zwangsführung eines dazwischen eingeführten Boroskopschafts 12 drehbar gelagert. Der Abstand der Führungsrollen 28 ist dabei auf einen vorgegebenen Durchmesser des Boroskopschafts 12 eingerichtet, sodass jedes beliebige Boroskop
10 11 mit einem Schaftdurchmesser entsprechend oder nahe bei dem vorgegebenen Durchmesser mit der Führungsvorrichtung 20 verwendet werden kann. Durch entsprechenden Antrieb der Führungsrollen 28 kann ein dazwischen geführter Boroskopschaft 12 translatorisch bewegt werden.

15 Die Führungsrollen 28 sind über ein Getriebe aus Stirnrädern 29' und geradverzahnten Kegelrädern 29'' gegenläufig miteinander gekoppelt. Die Kegelräder 29'' bilden dabei gleichzeitig ein Winkelgetriebe 29, dessen eines Kegelrad 29'' mit der Antriebsachse 23' des Translationsaktuators 23 verbunden ist.
20 Unabhängig von der über den Rotationsaktor 26 eingestellten Lage des Führungskopfes 27 gegenüber der Führungsachse 90 können die Führungsrollen 28 durch den Translationsaktor 23 angetrieben werden, ohne dass diese mit dem Führungskopf 27 mitrotieren müsste.

25 Um jedoch zu verhindern, dass bei einer Rotation des Führungskopfes 27, die aufgrund der Zwangsführung auch eine entsprechende Rotation eines zwischen den Führungsrollen 28 geführten Boroskopschafts 12 um die Führungsachse 90 bewirkt, die Führungsrollen 28 unbeabsichtigt rotieren, ist es erforderlich,
30 dass der Translationsaktor 23 beim Rotieren des Führungskopfes 27 ebenfalls geeignet aktiviert wird.

Die Führungsvorrichtung 20 umfasst weiterhin einen Positionssensor 41, mit dem die Oberfläche des Boroskopschafts 12 optisch erfasst wird. Befindet sich auf dem Schaft 12 eines Boroskops 11 eine ringförmig umlaufende Markierung 13 mit einem Nullstellungsmarker 14 (vgl. Figur 5a, b), kann über den Positionssensor 41 das Boroskop 11 in eine Initialposition und -Ausrichtung verfahren werden, von der aus dann jede beliebige Position und Ausrichtung entlang der durch die Vorrichtung 20 vorgegeben Freiheitsgrade mit dem Boroskop 10 angefahren werden kann. Zum Auffinden der Initialposition und -Ausrichtung wird das Boroskop 11, solange mit dem Translationsaktuator 23 verfahren, bis die ringförmige Markierung 13 vom Positionssensor 41 erfasst wird. Anschließend wird das Boroskop 11 durch Rotation des Führungskopfes 27, solange um die Führungsachse 90 rotiert, bis auch der Nullstellungsmarker 14 vom Positionssensor 41 erfasst wird. Ausgehend von der so gefundenen Initialposition und -ausrichtung kann die Steuerungsvorrichtung 40 durch schrittweises Ansteuern von Translationsaktuator 23 und Rotationsaktuator 26 eine gewünschte Position und Ausrichtung des Boroskops 11 erreicht werden.

Die dargestellten Führungsvorrichtungen 20 können eine Steuerungsvorrichtung 40 (vgl. Figur 1) umfassen. Die Steuerungsvorrichtung 40 ist dabei insbesondere zur Ansteuerung von Translationsaktuator 23 und Rotationsaktuator 26 ausgebildet. Auch können die Informationen evtl. Positionssensoren 41 durch die Steuerungsvorrichtung 40 verarbeitet werden, um so automatisiert eine Initialposition und/oder Initialrotationslage anfahren zu können. Ausgehend von einer solch definierten Position kann die Steuerungsvorrichtung 40 die gewünschte Position und Lage durch entsprechende Ansteuerung von Translationsaktuator 23 und Rotationsaktuator 26 anfahren.

Die Steuerungsvorrichtung 40 kann auch mit dem Boroskop 11 verbunden sein, sodass der Steuerungsvorrichtung 40 die von dem Boroskop 11 aufgenommenen Bilder zur Verfügung stehen. Parallel dazu oder über die Steuerungsvorrichtung 40 können noch
5 weitere Systeme zur Speicherung oder Verarbeitung der vom Boroskop 11 aufgenommenen Bilder an das Boroskop 11 angebunden sein (nicht dargestellt).

Die Steuerungsvorrichtung 40 kann insbesondere dazu ausgebildet sein, das von einem Boroskop 11 erfasste Bild mit Bilderkennungungsverfahren auszuwerten, um so die Position und Ausrichtung der Spitze des Boroskops 11 in dem technischen Gerät 1 zu
10 ermitteln. Indem die Position und Ausrichtung des Boroskops 11 über das erfasste Bild ermittelt wird, kann sichergestellt werden, dass das Boroskop 11 eine gewünschte Position und Ausrichtung auch tatsächlich erreicht hat. Eine so ermittelte Position und Ausrichtung kann auch als Ausgangspunkt zur weiteren Ansteuerung der Translationsantriebseinheit 23 und Rotationsantriebseinheit 26 genutzt werden, um eine gewünschte Position und Ausrichtung des Boroskops 11 zu erreichen.
15

Patentansprüche

1. Führungsvorrichtung (20) zur Führung eines Boroskops (11)
für die Boroskopinspektion von technischen Geräten (1),
insbesondere von Flugzeugtriebwerken, umfassend einen Be-
festigungsbereich (35) zur ortsfesten Befestigung der Füh-
5 rungsvorrichtung (20) gegenüber dem zu inspizierenden tech-
nischen Gerät (1) und eine Boroskopaufnahme (22) zur orts-
festen Befestigung eines Boroskops (11) daran,
dadurch gekennzeichnet, dass
10 die Führungsvorrichtung (20) einen Translationsaktuator
(23) zur Veränderung des Abstands der Boroskopaufnahme (22)
und dem Befestigungsbereich (25) entlang einer Führungs-
achse (90) und einen Rotationsaktuator (26) zur Rotation
der Boroskopaufnahme (22) gegenüber dem Befestigungsbereich
15 (35) um die Führungsachse (90) aufweist.
2. Führungsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Translationsaktuator (23) als Gewindestangenaktuator
ausgebildet ist, der vorzugsweise bei Rotation durch den
20 Rotationsaktuator (26) mitrotiert.
3. Führungsvorrichtung (20) zur Führung eines Boroskops (11)
für die Boroskopinspektion von technischen Geräten (1),
insbesondere von Flugzeugtriebwerken, umfassend einen Be-
festigungsbereich (35) zur ortsfesten Befestigung der Füh-
25 rungsvorrichtung (20) gegenüber dem zu inspizierenden tech-
nischen Gerät (1) und einen Führungskopf (27) mit wenigst-
ens zwei Führungsrollen (28) zur kraftschlüssigen Zwangs-
führung des Schaftes (12) eines Boroskops (11) entlang ei-
ner Führungsachse (90), wobei wenigstens eine der Führungs-
30 rollen (28) von einem Translationsaktuator (23) antreibbar

ist, und wobei der Führungskopf (27) durch einen Rotations-
aktuator (26) um die Führungsachse (90) gegenüber dem Be-
festigungsbereich (35) drehbar ist.

4. Führungsvorrichtung nach Anspruch 3,

5 dadurch gekennzeichnet, dass
der Translationsaktuator (23) getrennt vom Führungskopf
(27) und nicht mit diesem mitrotierend ausgeführt ist.

5. Führungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 3 oder 4,
dadurch gekennzeichnet, dass

10 die Führungsrollen (28) über ein Getriebe, vorzugsweise um-
fassend ein an der Antriebswelle (23') des Translationsak-
tuators (23) angeordnetes Winkelgetriebe (29), miteinander
verbunden und durch den Translationsaktuator (23) antreib-
bar sind.

15 6. Führungsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
Translationsaktuator (23) und/oder Rotationsaktuator (26)
als Schrittaktuator ausgebildet sind.

20 7. Führungsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein oder mehrere Positionssensoren (41), vorzugsweise ein
oder mehrere Hall-Effekt-Sensoren, zur Feststellung der re-
lativen Position des Boroskopschafts (12) und/oder einer
vorgegebenen Initialposition der Boroskopaufnahme (22) ent-
25 lang der Führungsachse (90) und/oder der relativen Rotati-
onslage des Boroskopschafts (12) und/oder für eine vorgege-
bene Initialrotationslage der Boroskopaufnahme (22) gegen-
über des Befestigungsbereichs (35) vorgesehen ist.

30 8. Führungsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass

die Führungsvorrichtung (20) einen, vorzugsweise rohrförmig ausgestalteten Portadapter (31) zur Befestigung an einer Boroskopöffnung an dem zu untersuchenden technischen Gerät (1) aufweist, wobei der Befestigungsbereich (35) der Führungsvorrichtung (20) zur lösbaren Befestigung am Portadapter (31) ausgebildet ist.

9. Führungsvorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Portadapter (31) einen Konus (33) zur Befestigung der Führungsvorrichtung (20) daran und der Befestigungsbereich (35) der Führungsvorrichtung (20) eine entsprechende Konusaufnahme (36) aufweist, wobei vorzugsweise eine rastende Verschlussmechanik (39) mit Entriegelungsvorrichtung (39') an der Konusaufnahme (36) vorgesehen ist.

10. Führungsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotationsaktuator (26), der Translationsaktuator (23), der Befestigungsbereich (35) und/oder die Konusaufnahme (36) der Führungsvorrichtung (20) eine Durchführungsöffnung entlang der Führungssachse (90) zur Durchführung des Boroskops (12) eines durch die Führungsvorrichtung (20) geführten Boroskops (11) aufweist.

11. Führungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Steuerungsvorrichtung (40) zur Ansteuerung von Translationsaktuator (23) und/oder Rotationsaktuator (24) vorgesehen ist.

12. Führungsvorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass

die Steuerungsvorrichtung (40) zur Ermittlung der Position und Ausrichtung der Spitze des Boroskops (11) durch auf die von dem Boroskop (11) aufgenommenen Bildinformationen angewendete Bilderkennungsverfahren ausgebildet ist.

5 13. Anordnung für die Boroskopinspektion von technischen Geräten (1), insbesondere von Flugzeugtriebwerken, umfassend eine Führungsvorrichtung (20) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche und ein durch die Führungsvorrichtung (20) geführtes Boroskop (11).

10 14. Anordnung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass am Schaft (12) des Boroskops (11) eine Markierung (13, 14) vorgesehen ist, die von einem Positionssensor (41) der Führungsvorrichtung (20) erfasst werden kann.

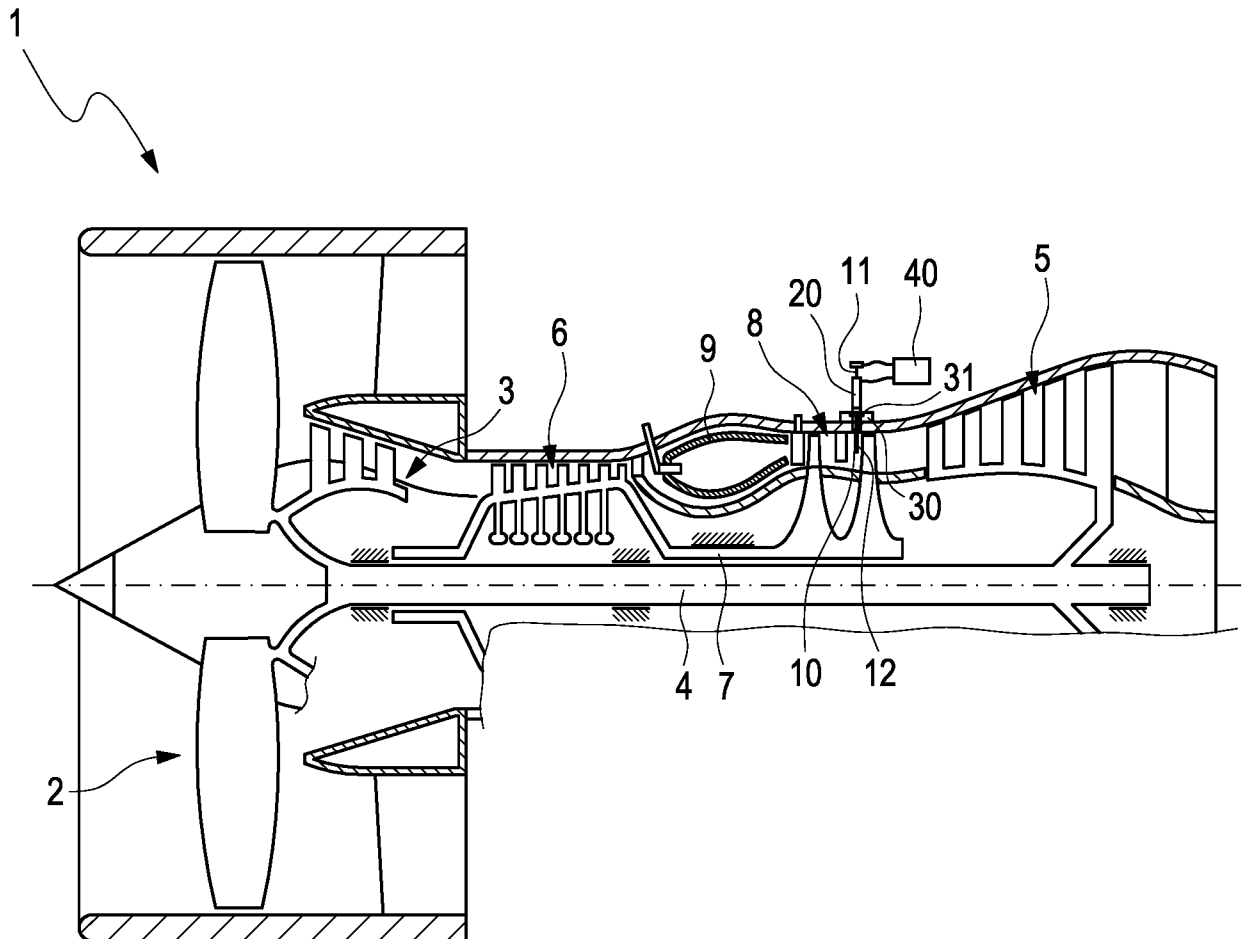


Fig. 1

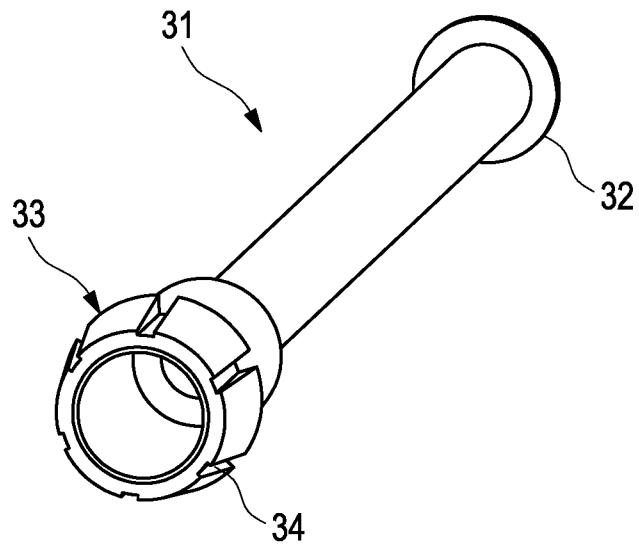


Fig. 2 a

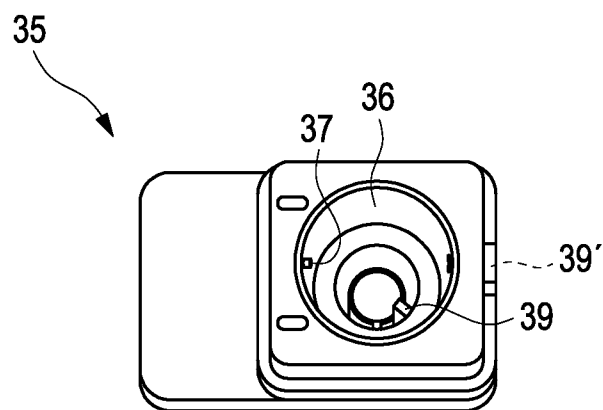


Fig. 2 b

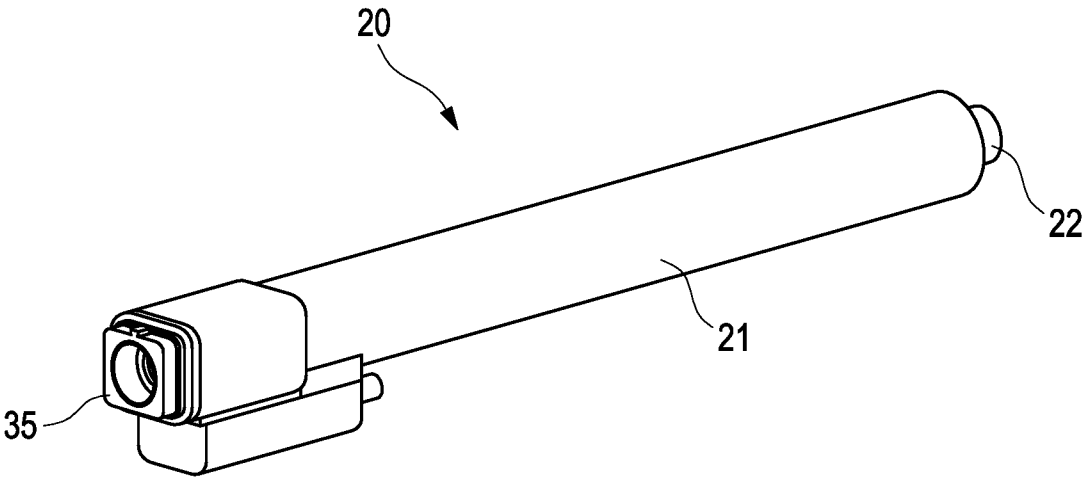


Fig. 3 a

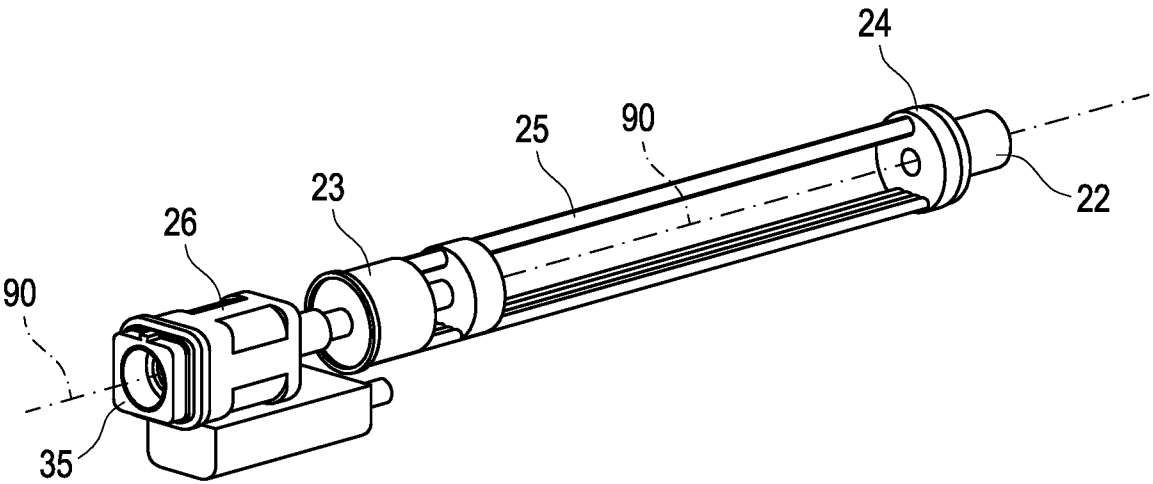


Fig. 3 b

4/6

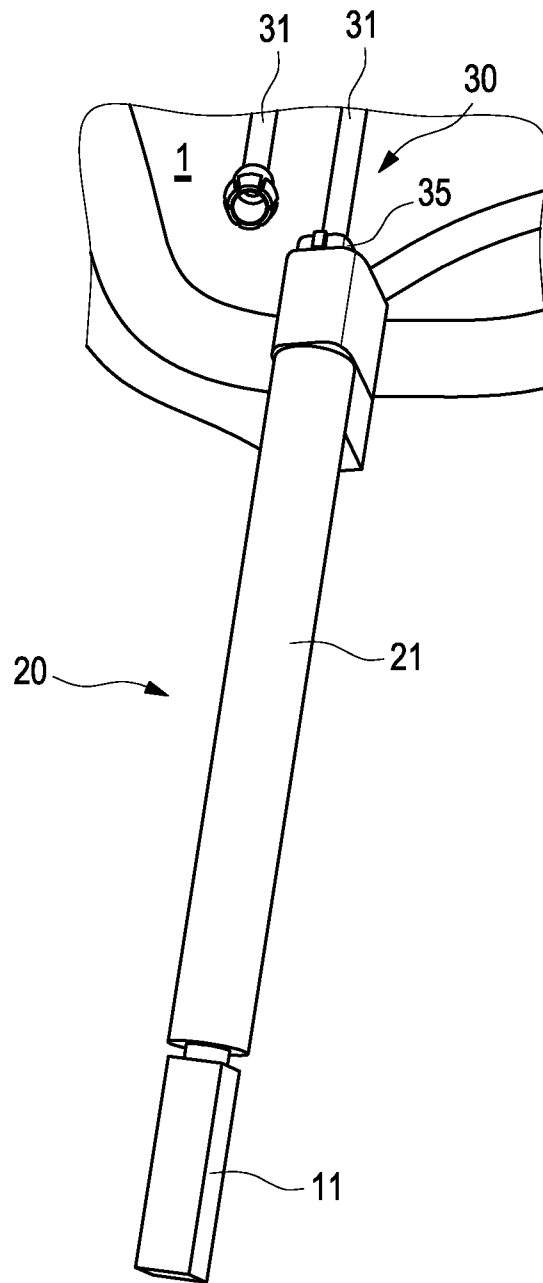


Fig. 3 c

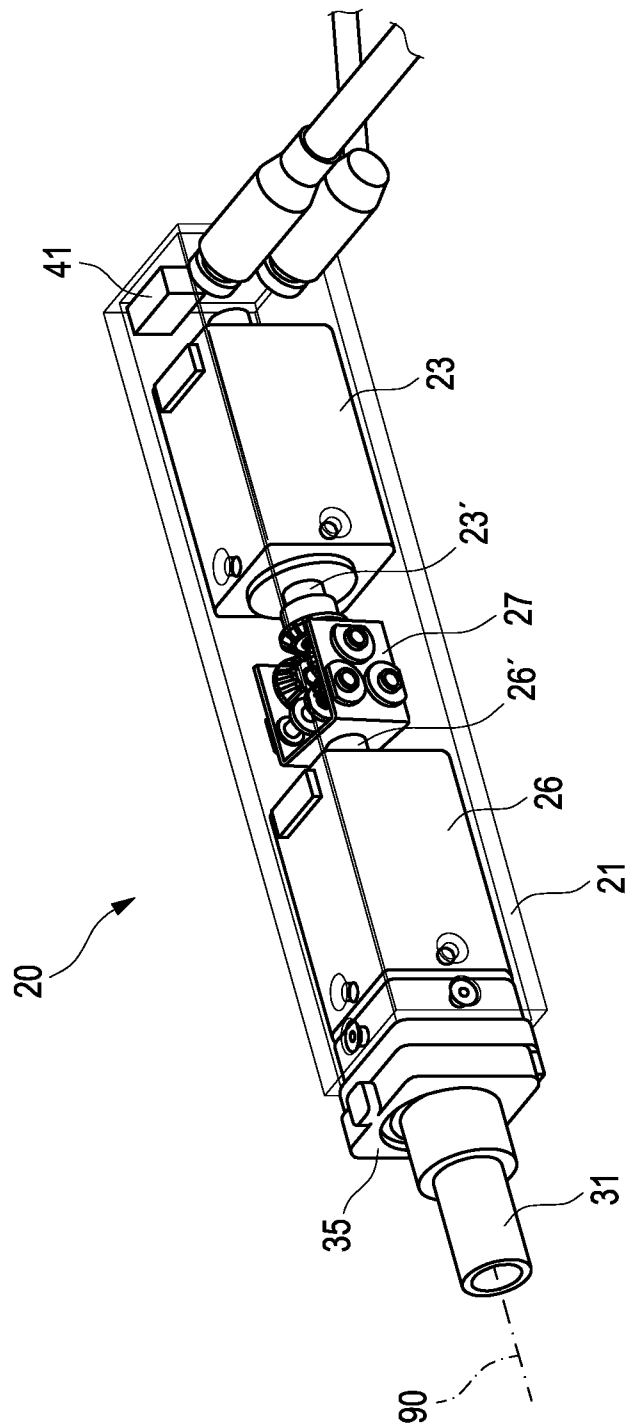


Fig. 4

6/6

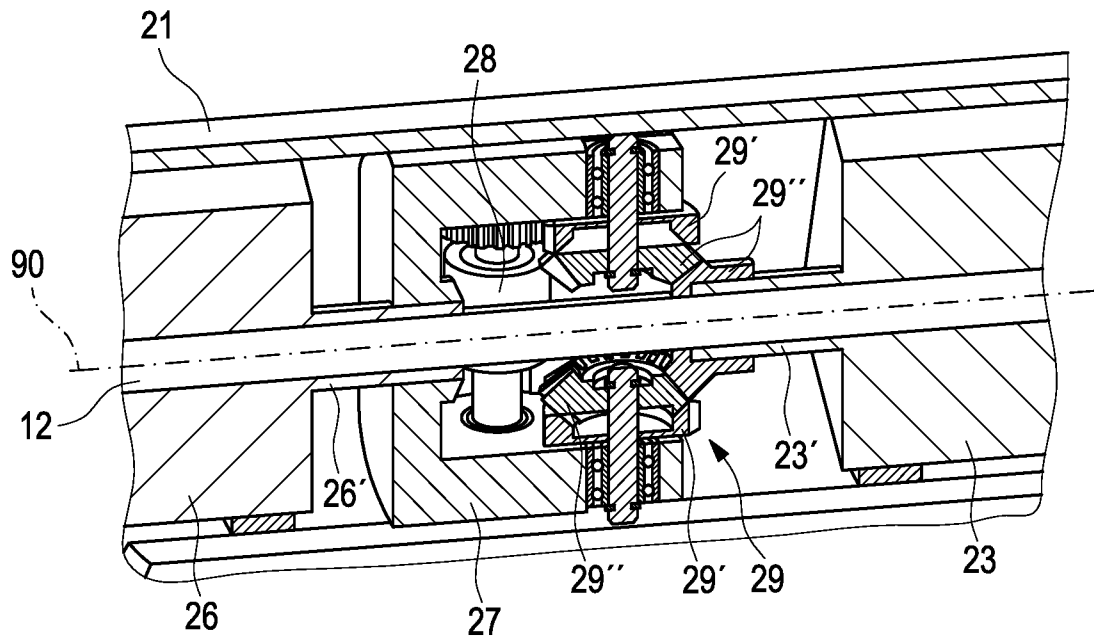


Fig. 5 a

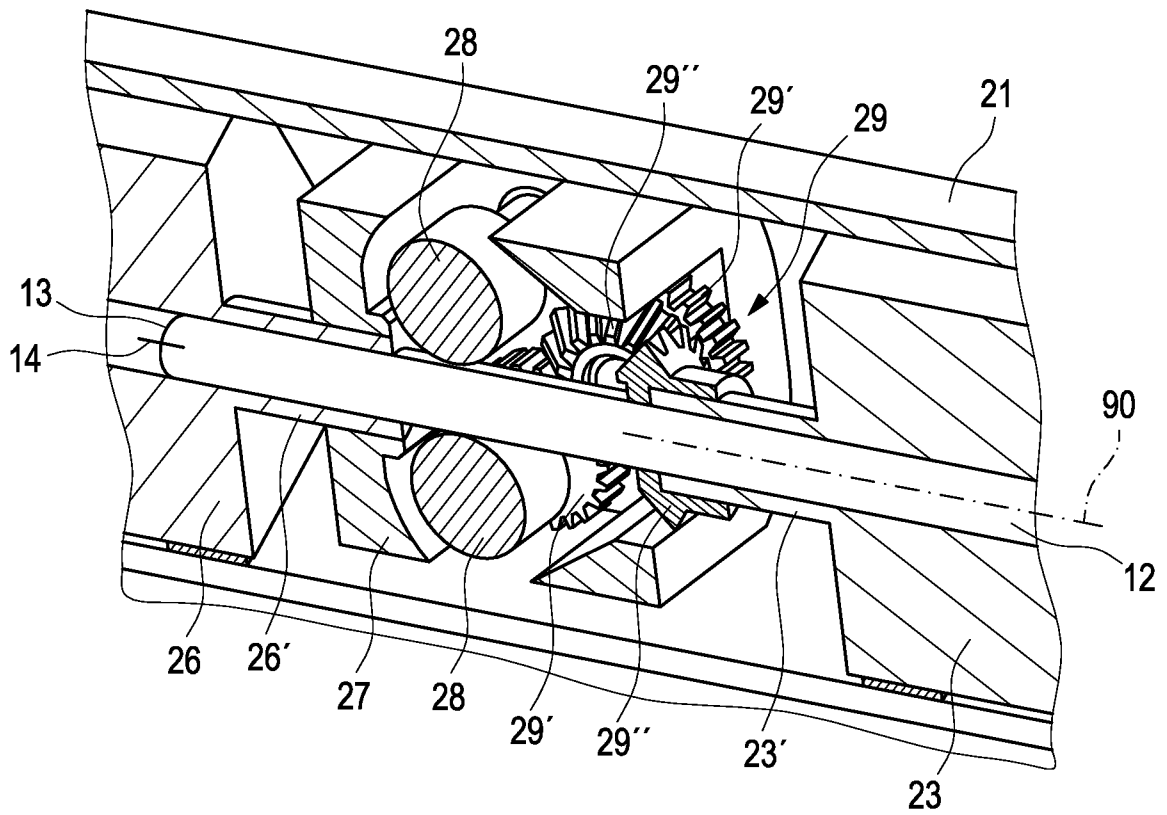


Fig. 5 b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2022/087885

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**F01D 21/00**(2006.01)i; **F01D 25/28**(2006.01)i; **G01N 21/954**(2006.01)i; **G02B 23/24**(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)

F01D; G01N; G02B; G01M

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 2013116078 A1 (SIEMENS ENERGY INC [US]; HATCHER CLIFFORD [US]) 08 August 2013 (2013-08-08)	1,2,11-14
Y	paragraph [0046] - paragraph [0082]; figures	3-10
Y	DE 102020106509 B3 (LUFTHANSA TECHNIK AG [DE]) 24 June 2021 (2021-06-24)	3-10
	paragraph [0011] - paragraph [0054]; figures	
X	DE 102017218426 B3 (LUFTHANSA TECHNIK AG [DE]) 17 January 2019 (2019-01-17)	1
	cited in the application the whole document	
X	ALATORRE DAVID ET AL. "Robotic Boreblending: The Future of In-Situ Gas Turbine Repair" 2018 IEEE/RSJ INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT ROBOTS AND SYSTEMS (IROS), IEEE, 01 October 2018 (2018-10-01), pages 1401-1406 DOI: 10.1109/IROS.2018.8594155 XP033491427	1
	the whole document	



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

18 April 2023

Date of mailing of the international search report

26 April 2023

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

Teissier, Damien

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2022/087885

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2013116078	A1	08 August 2013	CA	2861330	A1	08 August 2013
				CA	2861358	A1	08 August 2013
				CA	2861366	A1	08 August 2013
				CN	104081190	A	01 October 2014
				CN	104081191	A	01 October 2014
				CN	104220866	A	17 December 2014
				EP	2810055	A1	10 December 2014
				EP	2810056	A1	10 December 2014
				EP	2810057	A1	10 December 2014
				JP	2015513026	A	30 April 2015
				JP	2015513071	A	30 April 2015
				JP	2015513631	A	14 May 2015
				KR	20140107649	A	04 September 2014
				KR	20140117675	A	07 October 2014
				KR	20140117676	A	07 October 2014
				KR	20170089971	A	04 August 2017
				WO	2013116078	A1	08 August 2013
				WO	2013116080	A1	08 August 2013
				WO	2013116490	A1	08 August 2013
DE	102020106509	B3	24 June 2021	CN	115552310	A	30 December 2022
				DE	102020106509	B3	24 June 2021
				EP	4118481	A1	18 January 2023
				US	2023121496	A1	20 April 2023
				WO	2021180698	A1	16 September 2021
DE	102017218426	B3	17 January 2019	CA	3077622	A1	25 April 2019
				CN	111226024	A	02 June 2020
				DE	102017218426	B3	17 January 2019
				EP	3698023	A1	26 August 2020
				JP	7189947	B2	14 December 2022
				JP	2020537079	A	17 December 2020
				US	2020319119	A1	08 October 2020
				WO	2019076876	A1	25 April 2019

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F01D21/00 F01D25/28 G01N21/954 G02B23/24 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F01D G01N G02B G01M		
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 2013/116078 A1 (SIEMENS ENERGY INC [US]; HATCHER CLIFFORD [US]) 8. August 2013 (2013-08-08)	1, 2, 11-14
Y	Absatz [0046] – Absatz [0082]; Abbildungen -----	3-10
Y	DE 10 2020 106509 B3 (LUFTHANSA TECHNIK AG [DE]) 24. Juni 2021 (2021-06-24) Absatz [0011] – Absatz [0054]; Abbildungen -----	3-10
X	DE 10 2017 218426 B3 (LUFTHANSA TECHNIK AG [DE]) 17. Januar 2019 (2019-01-17) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument ----- -/-	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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
18. April 2023		26/04/2023
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 Teissier, Damien

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	ALATORRE DAVID ET AL: "Robotic Boreblending: The Future of In-Situ Gas Turbine Repair", 2018 IEEE/RSJ INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT ROBOTS AND SYSTEMS (IROS), IEEE, 1. Oktober 2018 (2018-10-01), Seiten 1401-1406, XP033491427, DOI: 10.1109/IROS.2018.8594155 [gefunden am 2018-12-27] das ganze Dokument -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2022/087885

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2013116078 A1	08-08-2013	CA 2861330 A1	08-08-2013
		CA 2861358 A1	08-08-2013
		CA 2861366 A1	08-08-2013
		CN 104081190 A	01-10-2014
		CN 104081191 A	01-10-2014
		CN 104220866 A	17-12-2014
		EP 2810055 A1	10-12-2014
		EP 2810056 A1	10-12-2014
		EP 2810057 A1	10-12-2014
		JP 2015513026 A	30-04-2015
		JP 2015513071 A	30-04-2015
		JP 2015513631 A	14-05-2015
		KR 20140107649 A	04-09-2014
		KR 20140117675 A	07-10-2014
		KR 20140117676 A	07-10-2014
		KR 20170089971 A	04-08-2017
		WO 2013116078 A1	08-08-2013
		WO 2013116080 A1	08-08-2013
		WO 2013116490 A1	08-08-2013
DE 102020106509 B3	24-06-2021	CN 115552310 A	30-12-2022
		DE 102020106509 B3	24-06-2021
		EP 4118481 A1	18-01-2023
		WO 2021180698 A1	16-09-2021
DE 102017218426 B3	17-01-2019	CA 3077622 A1	25-04-2019
		CN 111226024 A	02-06-2020
		DE 102017218426 B3	17-01-2019
		EP 3698023 A1	26-08-2020
		JP 7189947 B2	14-12-2022
		JP 2020537079 A	17-12-2020
		US 2020319119 A1	08-10-2020
		WO 2019076876 A1	25-04-2019