

(19)



(11)

EP 3 392 474 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
24.10.2018 Patentblatt 2018/43

(51) Int Cl.:
F01D 25/24 ^(2006.01) **F01D 5/02** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18157635.6**

(22) Anmeldetag: **20.02.2018**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Stanka, Rudolf**
84431 Rattenkirchen (DE)
• **Fischer, Martin**
82140 Olching (DE)
• **Zimmermann, Hans**
84036 Landshut (DE)
• **Becker, Martin**
85221 Dachau (DE)
• **Frey, Luitpold**
82256 Fürstenfeldbruck (DE)

(30) Priorität: **27.03.2017 DE 102017205122**

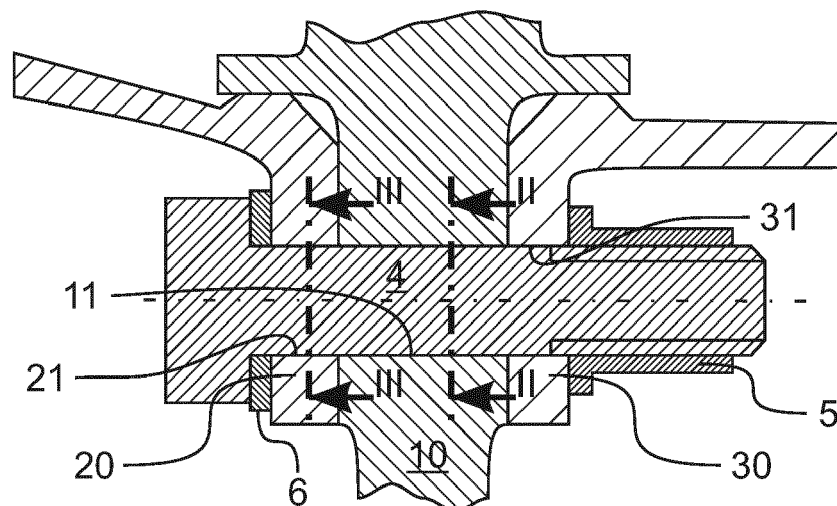
(71) Anmelder: **MTU Aero Engines AG**
80995 München (DE)

(54) **TURBOMASCHINEN-BAUTEILANORDNUNG UND ENTSPRECHENDES VERFAHREN**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Bauteilanzordnung, insbesondere Rotor, für eine Turbomaschine, insbesondere eine Gasturbine, mit einem ersten Flansch (10) und einem zweiten Flansch (20) mit in einer Verteilungs-, insbesondere Umfangsrichtung verteilten Aussparungen (11, 12, 21, 22), wobei der zweite Flansch an

dem ersten Flansch, insbesondere lösbar, durch Befestigungsmittel (4) befestigt ist, die in erste (11, 21) dieser Aussparungen des ersten und zweiten Flanschs eingreifen, wobei befestigungsmittelfreie zweite (12) dieser Aussparungen (11, 12) des ersten Flanschs (10) durch den zweiten Flansch (20) abgedeckt sind.

Fig. 1



EP 3 392 474 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Bauteilanordnung, insbesondere einen Rotor(teil), für eine Turbomaschine, insbesondere eine Gasturbine, sowie eine

[0002] Aus der US 2005/0025625 A1 ist ein Rotor einer Flugtriebwerks-Gasturbine bekannt, bei dem drei Flansche durch Schrauben lösbar aneinander befestigt sind, die hierzu Durchgangsöffnungen der Flansche durchgreifen und in Muttern eingeschraubt sind.

[0003] Eine Aufgabe einer Ausführung der vorliegenden Erfindung ist es, eine Turbomaschine zu verbessern.

[0004] Diese Aufgabe wird durch eine Bauteilanordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Ansprüche 12, 13 stellen eine Turbomaschine mit wenigstens einer hier beschriebenen Bauteilanordnung und ein Verfahren zum Montieren einer hier beschriebenen Bauteilanordnung unter Schutz. Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0005] Nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung weist (wenigstens) eine Bauteilanordnung, insbesondere ein Rotor oder Rotorteil, für eine Turbomaschine, insbesondere eine Gasturbine, insbesondere eine Flugtriebwerk-Gasturbine, insbesondere (wenigstens) eine Bauteilanordnung, insbesondere ein Rotor oder Rotorteil, einer Turbomaschine, insbesondere einer Gasturbine, insbesondere eines Flugtriebwerk-Gasturbine, (jeweils) einen ersten Flansch, insbesondere ring- oder ringteilartigen bzw. Ringflansch, und einen zweiten Flansch, insbesondere ring- oder ringteilartigen bzw. Ringflansch, mit in einer Verteilungsrichtung, insbesondere einer Umfangsrichtung um eine (Rotations- bzw. Haupt)Maschinenachse der Turbomaschine, verteilten Aussparungen, insbesondere Durchgangsöffnungen, insbesondere -bohrungen, auf, die in einer Ausführung geschlossene Umfangsflächen aufweisen bzw. sich nicht in Umfangsflächen dieser Flansche öffnen bzw. nicht bis zu Umfangsflächen dieser Flansche erstrecken.

[0006] Nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung wird bzw. ist der zweite Flansch an dem ersten Flansch, insbesondere lösbar, durch Befestigungsmittel, insbesondere Schrauben bzw. Bolzen, befestigt, die (hierzu) in einige dieser Aussparungen des ersten und zweiten Flanschs eingreifen, in einer Weiterbildung (hierzu) dieser Aussparungen des ersten und/oder zweiten Flanschs durchgreifen und/oder mit Muttern verschraubt werden bzw. sind. Diese Aussparungen des ersten und zweiten Flanschs werden vorliegend zur kompakteren Darstellung als erste (der in der Verteilungsrichtung verteilten) Aussparungen des ersten bzw. zweiten Flanschs bezeichnet.

[0007] Nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung weist der erste Flansch weitere, befestigungsmittelfreie, insbesondere leere, der (der in der Verteilungs-

richtung verteilten) Aussparungen auf.

[0008] Hierdurch können in einer Ausführung vorteilhaft, insbesondere thermisch induzierte, Spannungen in dem ersten Flansch reduziert und so seine Lebensdauer erhöht werden.

[0009] Nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung werden bzw. sind einige, vorzugsweise alle, dieser befestigungsmittelfreien, insbesondere leeren, weiteren (der in Verteilungsrichtung verteilten) Aussparungen des ersten Flanschs durch den zweiten Flansch, insbesondere luftdicht, abgedeckt. Diese (durch den zweiten Flansch abgedeckten und befestigungsmittelfreien, insbesondere leeren) Aussparungen des ersten Flanschs werden vorliegend zur kompakteren Darstellung als zweite (der in Verteilungsrichtung verteilten) Aussparungen des ersten Flanschs bezeichnet. Entsprechend besteht in einer Ausführung die Gesamtzahl der in der Verteilungsrichtung verteilten Aussparungen des ersten Flanschs aus dessen ersten Aussparungen, in die die Befestigungsmittel eingreifen, sie insbesondere durchgreifen, und seinen zweiten befestigungsmittelfreien, insbesondere leeren, Aussparungen.

[0010] Hierdurch kann in einer Ausführung vorteilhaft eine Fluidleckage durch die zweiten Aussparungen des ersten Flanschs reduziert, vorzugsweise verhindert werden.

[0011] In einer Ausführung weist auch der zweite Flansch weitere, befestigungsmittelfreie, insbesondere leere, der (der in der Verteilungsrichtung verteilten) Aussparungen auf.

[0012] Hierdurch können in einer Ausführung vorteilhaft, insbesondere thermisch induzierte, Spannungen in dem zweiten Flansch reduziert und so seine Lebensdauer erhöht werden.

[0013] In einer Ausführung werden bzw. sind einige, vorzugsweise alle, dieser befestigungsmittelfreien, insbesondere leeren, weiteren (der in der Verteilungsrichtung verteilten) Aussparungen des zweiten Flanschs umgekehrt durch den ersten Flansch, insbesondere luftdicht, abgedeckt. Diese (durch den ersten Flansch abgedeckten und befestigungsmittelfreien, insbesondere leeren) Aussparungen des zweiten Flanschs werden vorliegend zur kompakteren Darstellung analog als zweite (der in Verteilungsrichtung verteilten) Aussparungen des zweiten Flanschs bezeichnet. Entsprechend besteht in einer Ausführung die Gesamtzahl der in der Verteilungsrichtung verteilten Aussparungen des zweiten Flanschs aus dessen ersten Aussparungen, in die die Befestigungsmittel eingreifen, sie insbesondere durchgreifen, und seinen zweiten befestigungsmittelfreien, insbesondere leeren, Aussparungen.

[0014] Hierdurch kann in einer Ausführung vorteilhaft eine Fluidleckage durch die zweiten Aussparungen des zweiten Flanschs reduziert, vorzugsweise verhindert werden.

[0015] In einer Ausführung weist die Bauteilanordnung einen dritten Flansch, insbesondere ring- oder teilringartigen bzw. Ringflansch, auf, der in der Verteilungs-

tung verteilte Aussparungen aufweist, insbesondere Durchgangsöffnungen, insbesondere - bohrungen, die in einer Ausführung geschlossene Umfangsflächen aufweisen bzw. sich nicht in Umfangsflächen dieses Flanschs öffnen bzw. nicht bis zu Umfangsflächen dieses Flanschs erstrecken.

[0016] In einer Ausführung wird bzw. ist der dritte Flansch an dem ersten Flansch, insbesondere auf dessen dem zweiten Flansch gegenüberliegenden Seite und/oder lösbar, durch Befestigungsmittel, insbesondere Schrauben bzw. Bolzen, befestigt, die (hierzu) in einige dieser Aussparungen des dritten Flanschs, eingreifen sie (hierzu) in einer Weiterbildung durchgreifen und/oder mit Muttern verschraubt werden bzw. sind. Diese Aussparungen des dritten Flanschs werden vorliegend zur kompakteren Darstellung analog als erste (der in der Verteilungsrichtung verteilten) Aussparungen des dritten Flanschs bezeichnet.

[0017] In einer Ausführung ist der erste Flansch Teil einer Rotorscheibe und dient der zweite und/oder dritte Flansch (jeweils) zur Verbindung der Rotorscheibe mit einer benachbarten Rotorscheibe. Dabei kann es sich insbesondere um beschaufelte Rotorscheiben einer Turbine oder eines Verdichters handeln oder um Rotorscheiben die zur Aufnahme von Turbinen- oder Verdichterschaukeln ausgebildet sind.

[0018] In einer Weiterbildung können einige oder alle der Aussparungen im ersten, zweiten und/oder dritten Flansch kreisförmige Durchgangsöffnungen sein und/oder dieselbe Form und Größe haben. Zusätzlich oder alternativ können alle Aussparungen des ersten, zweiten und/oder dritten Flanschs denselben Abstand zur Drehachse des Rotors aufweisen.

[0019] In die ersten Aussparungen des dritten Flanschs eingreifende, insbesondere diese durchgreifende, Befestigungsmittel können in einer Ausführung die(selben) Befestigungsmittel sein, die auch den ersten und zweiten Flansch miteinander verbinden bzw. (in) deren erste Aussparungen ein- bzw. diese durchgreifen. Entsprechend greifen in einer Ausführung die(selben) Befestigungsmittel in die ersten Aussparungen des ersten, zweiten und dritten Flanschs, ein, in einer Weiterbildung durchgreifen diese Befestigungsmittel die ersten Aussparungen des ersten, zweiten und/oder dritten Flanschs.

[0020] Hierdurch kann in einer Ausführung eine vorteilhafte, insbesondere kompakte Montage der Flansche realisiert werden.

[0021] In einer Ausführung werden bzw. sind einige, vorzugsweise alle, der befestigungsmittelfreien, insbesondere leeren, der (in Verteilungsrichtung verteilten) Aussparungen des ersten Flanschs durch den dritten Flansch, insbesondere luftdicht, abgedeckt, insbesondere die (auch durch den zweiten Flansch abgedeckten) zweiten Aussparungen des ersten Flanschs, die somit in einer Ausführung beidseitig durch den zweiten und dritten Flansch, insbesondere luftdicht, abgedeckt werden bzw. sind.

[0022] Hierdurch kann in einer Ausführung eine vorteilhafte, insbesondere kompakte Montage der Flansche realisiert und/oder eine Fluidleckage durch, insbesondere die zweiten, Aussparungen des ersten Flanschs (weiter) reduziert, vorzugsweise (zuverlässiger) verhindert werden.

[0023] In einer Ausführung weist der dritte Flansch weitere, befestigungsmittelfreie, insbesondere leere, der (der in der Verteilungsrichtung verteilten) Aussparungen auf.

[0024] Hierdurch können in einer Ausführung vorteilhaft, insbesondere thermisch induzierte, Spannungen in dem dritten Flansch reduziert und so seine Lebensdauer erhöht werden.

[0025] In einer Ausführung werden bzw. sind einige, vorzugsweise alle, dieser befestigungsmittelfreien, insbesondere leeren, weiteren (der in der Verteilungsrichtung verteilten) Aussparungen des dritten Flanschs durch den ersten Flansch, insbesondere luftdicht, abgedeckt. Diese (durch den ersten Flansch abgedeckten) Aussparungen des dritten Flanschs werden vorliegend zur kompakteren Darstellung analog als zweite (der in Verteilungsrichtung verteilten) Aussparungen des dritten Flanschs bezeichnet. Entsprechend besteht in einer Ausführung die Gesamtzahl der in der Verteilungsrichtung verteilten Aussparungen des dritten Flanschs aus dessen ersten Aussparungen, in die die Befestigungsmittel eingreifen, sie insbesondere durchgreifen, und seinen zweiten befestigungsmittelfreien, insbesondere leeren, Aussparungen.

[0026] Hierdurch kann in einer Ausführung vorteilhaft eine Fluidleckage durch die zweiten Aussparungen des dritten Flanschs reduziert, vorzugsweise verhindert werden.

[0027] In einer Ausführung fluchten zweite Aussparungen des zweiten und dritten Flansches miteinander.

[0028] Hierdurch kann in einer Ausführung eine wuchttechnisch vorteilhafte und/oder kompakte Bauteilanordnung realisiert und/oder ihre Montage verbessert werden.

[0029] In einer Ausführung kann die Bauteilanordnung aus dem ersten und zweiten oder dem ersten, zweiten und dritten Flansch mit den Befestigungsmitteln bestehen oder weitere Elemente, insbesondere Flansche, aufweisen.

[0030] In einer Ausführung weist der erste Flansch in der Verteilungsrichtung alternierend Anordnungen, die aus einer, zwei oder mehreren, insbesondere höchstens vier, in Verteilungsrichtung benachbarten, (der) zweiten Aussparungen dieses Flanschs bestehen, und Anordnungen, die aus einer, zwei oder mehreren, insbesondere höchstens vier, in der Verteilungsrichtung benachbarten, (der) ersten Aussparungen dieses Flanschs bestehen, auf, in einer Weiterbildung besteht die Gesamtzahl der in der Verteilungsrichtung verteilten Aussparungen des ersten Flansches aus diesen alternierenden Anordnungen, so dass sich in einer vorteilhaften Ausführung in der Verteilungsrichtung ein Muster (zwei erste

Aussparungen, in die Befestigungsmittel eingreifen) - (eine zweite, durch den zweiten und gegebenenfalls dritten Flansch abgedeckte Aussparung) - (zwei erste Aussparungen, in die Befestigungsmittel eingreifen) - (eine zweite, durch den zweiten und gegebenenfalls dritten Flansch abgedeckte Aussparung) - (zwei erste Aussparungen, in die Befestigungsmittel eingreifen) ... ergibt.

[0031] In einer Weiterbildung werden bzw. sind, vorzugsweise alle, in Verteilungsrichtung benachbarte erste Aussparungen dieser Anordnungen des ersten Flansches jeweils bzw. innerhalb ihrer Anordnung symmetrisch angeordnet und/oder voneinander und/oder von dieser Anordnung bzw. diesen ersten Aussparungen (in Verteilungsrichtung unmittelbar) benachbarten zweiten Aussparungen dieser Anordnungen äquidistant beabstandet. Zusätzlich oder alternativ werden bzw. sind, vorzugsweise alle, in Verteilungsrichtung benachbarte zweite Aussparungen dieser Anordnungen des ersten Flansches jeweils bzw. innerhalb ihrer Anordnung symmetrisch angeordnet und/oder voneinander und/oder von dieser Anordnung bzw. diesen zweiten Aussparungen (in Verteilungsrichtung unmittelbar) benachbarten ersten Aussparungen dieser Anordnungen äquidistant beabstandet.

[0032] Zusätzlich oder alternativ weisen in einer Ausführung der zweite und/oder dritte Flansch in der Verteilungsrichtung (jeweils) alternierend Anordnungen, die aus einer, zwei oder mehreren, insbesondere höchstens vier, in Verteilungsrichtung benachbarten, (der) zweiten Aussparungen dieses Flansches bestehen, und Anordnungen, die aus einer, zwei oder mehreren, insbesondere höchstens vier, der in der Verteilungsrichtung benachbarten, (der) ersten Aussparungen dieses Flansches bestehen, auf, in einer Weiterbildung besteht die Gesamtzahl der in der Verteilungsrichtung verteilten Aussparungen des zweiten und/oder dritten Flansches (jeweils) aus diesen alternierenden Anordnungen, so dass sich in einer vorteilhaften Ausführung in der Verteilungsrichtung ein Muster (zwei erste Aussparungen, in die Befestigungsmittel eingreifen) - (zwei zweite, durch den ersten Flansch abgedeckte Aussparung) - (zwei erste Aussparungen, in die Befestigungsmittel eingreifen) - (zwei zweite, durch den ersten Flansch abgedeckte Aussparung) - (zwei erste Aussparungen, in die Befestigungsmittel eingreifen) ... ergibt.

[0033] In einer Weiterbildung werden bzw. sind, vorzugsweise alle, in Verteilungsrichtung benachbarte erste Aussparungen dieser Anordnungen des zweiten Flansches jeweils bzw. innerhalb ihrer Anordnung symmetrisch angeordnet und/oder voneinander und/oder von dieser Anordnung bzw. diesen ersten Aussparungen (in Verteilungsrichtung unmittelbar) benachbarten zweiten Aussparungen dieser Anordnungen äquidistant beabstandet. Zusätzlich oder alternativ werden bzw. sind, vorzugsweise alle, in Verteilungsrichtung benachbarte zweite Aussparungen dieser Anordnungen des zweiten Flansches jeweils bzw. innerhalb ihrer Anordnung symmetrisch angeordnet und/oder voneinander und/oder von

dieser Anordnung bzw. diesen zweiten Aussparungen (in Verteilungsrichtung unmittelbar) benachbarten ersten Aussparungen dieser Anordnungen äquidistant beabstandet.

[0034] Zusätzlich oder alternativ werden bzw. sind, vorzugsweise alle, in Verteilungsrichtung benachbarte erste Aussparungen dieser Anordnungen des dritten Flansches jeweils bzw. innerhalb ihrer Anordnung symmetrisch angeordnet und/oder voneinander und/oder von dieser Anordnung bzw. diesen zweiten Aussparungen (in Verteilungsrichtung unmittelbar) benachbarten ersten Aussparungen dieser Anordnungen äquidistant beabstandet. Zusätzlich oder alternativ werden bzw. sind, vorzugsweise alle, in Verteilungsrichtung benachbarte zweite Aussparungen dieser Anordnungen des dritten Flansches jeweils bzw. innerhalb ihrer Anordnung symmetrisch angeordnet und/oder voneinander und/oder von dieser Anordnung bzw. diesen zweiten Aussparungen (in Verteilungsrichtung unmittelbar) benachbarten ersten Aussparungen dieser Anordnungen äquidistant beabstandet.

[0035] Hierdurch können in einer Ausführung eine vorteilhafte, insbesondere kompakte Montage der Flansche realisiert, Spannungen, insbesondere thermisch induzierte Spannungen, in den Flanschen reduziert und so deren Lebensdauer erhöht und/oder eine Fluidleckage durch die zweiten Aussparungen der Flansche (weiter) reduziert, vorzugsweise (zuverlässiger) verhindert und/oder eine wuchtechnisch vorteilhafte und/oder kompakte Bauteilanordnung realisiert werden. Insbesondere ergibt sich somit in einer bevorzugten Ausführung eine nicht gleichmäßige, aber symmetrische, Verteilung der Aussparung des zweiten und/oder dritten Flansches.

[0036] In einer Ausführung wird bzw. ist zwischen einem oder mehreren, vorzugsweise allen, (in der Verteilungsrichtung benachbarten) Paaren dieser in der Verteilungsrichtung benachbarten Anordnungen des ersten Flansches, die jeweils aus einer oder mehreren, insbesondere höchstens vier, in Verteilungsrichtung benachbarten, (der) ersten Aussparungen des ersten Flansches, in die Befestigungsmittel (des jeweiligen Paares) eingreifen, bestehen, und dem bzw. den (entsprechenden bzw. gegenüberliegenden bzw. damit durch diese Befestigungsmittel verbundenen) Paaren dieser in Verteilungsrichtung benachbarten Anordnungen des zweiten und/oder dritten Flansches, die jeweils aus einer oder mehreren, insbesondere höchstens vier, in Verteilungsrichtung benachbarten, (der) ersten Aussparungen dieses Flansches bestehen, in die diese Befestigungsmittel (des jeweiligen Paares der Anordnungen des ersten Flansches) eingreifen, eine um eine von Null verschiedene, insbesondere ungerade, Zahl, insbesondere um Eins, unterschiedliche, Anzahl der zweiten Aussparungen angeordnet, so dass beispielsweise in einer vorteilhaften Ausführung in der Verteilungsrichtung jeweils in einem Zwischenraum zwischen Anordnungen erster Aussparungen des ersten Flansches mit Befestigungsmitteln eine befestigungsmittelfreie, insbesondere leere

zweite Aussparung des ersten Flansches und zwischen den Anordnungen erster Aussparungen des zweiten bzw. dritten Flansches mit diesen Befestigungsmitteln (jeweils) zwei befestigungsmittelfreie, insbesondere leere zweite Aussparungen des zweiten bzw. dritten Flansches angeordnet sind. bzw. werden, also eine um Eins unterschiedliche Anzahl.

[0037] Mit anderen Worten wird bzw. ist in einer Ausführung zwischen einem oder mehreren, vorzugsweise allen, (in der Verteilungsrichtung benachbarten) Paaren der in der Verteilungsrichtung benachbarten Anordnungen des ersten Flansches, die jeweils aus einer oder mehreren, insbesondere höchstens vier, in Verteilungsrichtung benachbarten, (der) ersten Aussparungen des ersten Flansches, in die Befestigungsmittel (des jeweiligen Paares) eingreifen, bestehen, jeweils eine erste Anzahl der zweiten Aussparungen angeordnet, und zwischen dem bzw. den (entsprechenden bzw. gegenüberliegenden bzw. damit durch diese Befestigungsmittel verbundenen) Paaren der in Verteilungsrichtung benachbarten Anordnungen des zweiten und/oder dritten Flansches, die jeweils aus einer oder mehreren, insbesondere höchstens vier, in Verteilungsrichtung benachbarten, (der) ersten Aussparungen dieses Flansches bestehen, in die diese Befestigungsmittel (des jeweiligen Paares der Anordnungen des ersten Flansches) eingreifen, jeweils eine zweite Anzahl der zweiten Aussparungen angeordnet, die um eine von Null verschiedene, insbesondere ungerade, Zahl, insbesondere um Eins, von der ersten Anzahl unterschiedlich bzw. verschieden ist.

[0038] Hierdurch können in einer Ausführung eine vorteilhafte, insbesondere kompakte Montage der Flansche realisiert, Spannungen, insbesondere thermisch induzierte Spannungen, in den Flanschen reduziert und so deren Lebensdauer erhöht und/oder eine Fluidleckage durch die zweiten Aussparungen der Flansche (weiter) reduziert, vorzugsweise (zuverlässiger) verhindert werden. Insbesondere ergibt sich somit in einer bevorzugten Ausführung eine nicht gleichmäßige, aber symmetrische, Verteilung der Aussparung des zweiten und/oder dritten Flansches.

[0039] In einer Ausführung ist eine Gesamtzahl der ersten Aussparungen des ersten Flansches ungleich einer, insbesondere größer als eine, Gesamtzahl der zweiten Aussparungen des ersten Flansches, insbesondere um wenigstens 10%, vorzugsweise um wenigstens 30%, und/oder höchstens um 100%, vorzugsweise um höchstens 75% größer, vorzugsweise um, wenigstens im Wesentlichen, 50% größer.

[0040] Die Gesamtzahl der ersten Aussparungen wird in einer Ausführung durch eine vorgegebene Festigkeit der Befestigung der Flansche aneinander bestimmt, sie kann insbesondere einer Mindestzahl an Befestigungsmitteln entsprechen, die zur Sicherstellung einer vorgegebene Festigkeit der Befestigung der Flansche aneinander erforderlich ist. Es hat sich überraschend herausgestellt, dass durch eine Gesamtzahl der zweiten Aussparungen des ersten Flansches mit den hier genannten

Unter- und/oder Obergrenzen Spannungen, insbesondere thermisch induzierte Spannungen, in dem Flansch besonders vorteilhaft reduziert werden können.

[0041] In einer Ausführung ist eine Gesamtzahl der ersten Aussparungen des zweiten Flansches und/oder des dritten Flansches (jeweils) gleich einer Gesamtzahl der zweiten Aussparungen dieses Flansches. Zusätzlich oder alternativ ist in einer Ausführung die Gesamtzahl der ersten Aussparungen des zweiten Flansches und/oder des dritten Flansches (jeweils) gleich der Gesamtzahl der ersten Aussparungen des ersten Flansches.

[0042] Es hat sich überraschend herausgestellt, dass durch eine solche Gesamtzahl der zweiten Aussparungen (jeweils, insbesondere in Kombination) Spannungen, insbesondere thermisch induzierte Spannungen, in dem Flansch besonders vorteilhaft reduziert werden können.

[0043] In einer Ausführung weisen die ersten Aussparungen des ersten Flansches Innendurchmesser auf, die sich um höchstens 10%, insbesondere höchstens 5%, insbesondere höchstens 1%, voneinander und/oder von Innendurchmessern der zweiten Aussparungen des ersten Flansches und/oder von Innendurchmessern der ersten und/oder zweiten Aussparungen des zweiten und/oder dritten Flansches unterscheiden. Zusätzlich oder alternativ weisen in einer Ausführung die zweiten Aussparungen des ersten Flansches Innendurchmesser auf, die sich um höchstens 10%, insbesondere höchstens 5%, insbesondere höchstens 1%, voneinander und/oder von Innendurchmessern der ersten und/oder zweiten Aussparungen des zweiten und/oder dritten Flansches unterscheiden. Zusätzlich oder alternativ weisen in einer Ausführung die ersten Aussparungen des zweiten und/oder dritten Flansches Innendurchmesser auf, die sich um höchstens 10%, insbesondere höchstens 5%, insbesondere höchstens 1%, voneinander und/oder von Innendurchmessern der zweiten Aussparungen des zweiten und/oder dritten Flansches unterscheiden.

[0044] Hierdurch können in einer Ausführung eine vorteilhafte, insbesondere kompakte Montage der Flansche realisiert, und/oder Spannungen, insbesondere thermisch induzierte Spannungen, in den Flanschen (besonders) vorteilhaft reduziert und so deren Lebensdauer erhöht werden.

[0045] In einer Ausführung decken die Befestigungsmittel die ersten Aussparungen des ersten, zweiten und/oder dritten Flansches luftdicht ab. Hierdurch kann in einer Ausführung vorteilhaft eine Fluidleckage durch die ersten Aussparungen reduziert, vorzugsweise verhindert werden.

[0046] In einer Ausführung können die Befestigungsmittel Schrauben, insbesondere mit Muttern verschraubte Schrauben, aufweisen. In einer Weiterbildung weisen sie, insbesondere scheibenartige, Dichtelemente zum, insbesondere luftdichten, Abdichten der abgedeckten ersten Aussparungen auf.

[0047] Hierdurch können in einer Ausführung die Flan-

sche vorteilhaft aneinander befestigt werden bzw. sein.

[0048] Weitere vorteilhafte Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungen. Hierzu zeigt, teilweise schematisiert:

Fig.1 einen Meridianschnitt durch einen Teil einer Bauteilanordnung einer Turbomaschine nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 einen Schnitt durch einen ersten Flansch der Bauteilanordnung längs der Linie II-II in Fig. 1; und

Fig. 3 einen Schnitt durch einen zweiten Flansch der Bauteilanordnung längs der Linie III-III in Fig. 1.

[0049] Fig. 1 zeigt einen Meridianschnitt durch einen Teil einer Bauteilanordnung einer Turbomaschine nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung, der eine Maschinenachse der Turbomaschine (horizontal in Fig. 1) enthält.

[0050] Die Bauteilanordnung weist einen (mittleren) ersten Flansch 10 und einen (äußeren) zweiten Flansch 20 mit in Umfangsrichtung (horizontal in Fig. 2, 3) um die Maschinenachse verteilten Durchgangsbohrungen 11, 12, 21, 22 auf, wobei der zweite Flansch 20 an dem ersten Flansch 10 lösbar durch Schrauben 4 befestigt ist bzw. wird, die hierzu erste Durchgangsbohrungen 11 des ersten Flanschs 10 und erste Durchgangsbohrungen 21 des zweiten Flanschs 20 dieser in Umfangsrichtung verteilten Durchgangsbohrungen des ersten und zweiten Flanschs durchgreifen und mit Muttern 5 verschraubt sind, wobei alle (übrigen) befestigungsmittelfreien zweiten Durchgangsbohrungen 12 des ersten Flanschs 10 dieser in Umfangsrichtung verteilten Durchgangsbohrungen des ersten Flanschs 10 durch den zweiten Flansch 20 abgedeckt sind.

[0051] Zur Verdeutlichung sind hierzu die Umriss der zweiten Durchgangsbohrungen 12 des ersten Flanschs 10 im Schnitt des zweiten Flanschs 20 der Fig. 3 gestrichelt angedeutet.

[0052] Umgekehrt sind auch alle (übrigen) befestigungsmittelfreien zweiten Durchgangsbohrungen 22 des zweiten Flanschs 20 dieser in Umfangsrichtung verteilten Durchgangsbohrungen des zweiten Flanschs 20 durch den ersten Flansch 10 abgedeckt.

[0053] Zur Verdeutlichung sind entsprechend die Umriss der zweiten Durchgangsbohrungen 22 des zweiten Flanschs 20 umgekehrt im Schnitt des ersten Flanschs 10 der Fig. 2 gestrichelt angedeutet.

[0054] Das Lochbild des dritten Flanschs 30 ist mit demjenigen des zweiten Flanschs 20 identisch, so dass hierzu auf dessen Beschreibung Bezug genommen wird.

[0055] Entsprechend weist der dritte Flansch 30 in Umfangsrichtung verteilte Durchgangsbohrungen auf und wird bzw. ist an dem ersten Flansch 10 lösbar durch die Schrauben 4 befestigt, die hierzu erste Durchgangsboh-

rungen 31 dieser in Umfangsrichtung verteilten Durchgangsbohrungen des dritten Flanschs 30 sowie die erste Durchgangsbohrungen 11 des ersten Flanschs 10 und erste Durchgangsbohrungen 21 des zweiten Flanschs 20 durchgreifen, wobei alle (übrigen) befestigungsmittelfreien zweiten Durchgangsbohrungen des dritten Flanschs 30 dieser in Umfangsrichtung verteilten Durchgangsbohrungen des dritten Flanschs 30 (in den Fig. nicht sichtbar) durch den ersten Flansch 10 abgedeckt sind.

[0056] Der erste Flansch 10 weist, wie in Fig. 2 erkennbar, in Umfangsrichtung alternierend Anordnungen, die jeweils aus einer der zweiten Aussparungen 12 des ersten Flanschs 10 bestehen, und Anordnungen, die jeweils aus zwei der in Umfangsrichtung ersten Aussparungen 11 dieses Flanschs 10 bestehen, die Schrauben 4 durchgreifen, auf: (11-11) - 12- (11-11) - 12 -(11....

[0057] Dabei sind in Verteilungsrichtung benachbarte erste Aussparungen 11 dieser Anordnungen (11-11) jeweils bzw. innerhalb ihrer Anordnung (11-11) voneinander sowie von zweiten Aussparungen 12, die dieser Anordnung (11-11) bzw. diesen ersten Aussparungen 11 in Verteilungsrichtung unmittelbar benachbart sind, äquidistant beabstandet und umgekehrt auch in Verteilungsrichtung benachbarte zweite Aussparungen 12 dieser Anordnungen (12) jeweils von ersten Aussparungen 11, die dieser Anordnung bzw. zweiten Aussparung 12 in Verteilungsrichtung unmittelbar benachbart sind, äquidistant beabstandet.

[0058] Der zweite Flansch 20 weist, wie in Fig. 3 erkennbar, in Umfangsrichtung alternierend Anordnungen, die jeweils aus zwei der in Umfangsrichtung zweiten Aussparungen 22 des zweiten Flanschs 10 bestehen, und Anordnungen, die jeweils aus zwei der in Umfangsrichtung ersten Aussparungen 21 dieses Flanschs 20 bestehen, die Schrauben 4 durchgreifen, auf (21-21) - (22-22) - (21-21) Gleiches gilt analog für das identische Lochbild des dritten Flanschs 30.

[0059] Dabei sind in Verteilungsrichtung benachbarte erste Aussparungen 21 dieser Anordnungen (21-21) jeweils bzw. innerhalb ihrer Anordnung (21-21) voneinander äquidistant beabstandet und zusätzlich auch in Verteilungsrichtung benachbarte zweite Aussparungen 22 dieser Anordnungen (22-22) jeweils bzw. innerhalb ihrer Anordnung (22-22) voneinander sowie von ersten Aussparungen 21, die dieser Anordnung (22-22) bzw. diesen zweiten Aussparungen 22 in Verteilungsrichtung unmittelbar benachbart sind, äquidistant beabstandet.

[0060] Die Zusammenschau der Fig. 2, 3 zeigt, dass zwischen jedem Paar in Verteilungsrichtung benachbarter Anordnungen (11-11) des ersten Flanschs 10, die jeweils aus zwei in Verteilungsrichtung ersten Aussparungen 11 des ersten Flanschs 10, in die Schrauben 4 eingreifen, bestehen, und einem entsprechenden Paar in Verteilungsrichtung benachbarter Anordnungen (21-21) (bzw. (31-31)) des zweiten (und dritten) Flanschs 20 (bzw. 30), die jeweils aus zwei in Verteilungsrichtung benachbarten ersten Aussparungen 21 (bzw. 31) dieses

Flanschs bestehen, in die diese Schrauben 4 eingreifen, eine um Eins unterschiedliche Anzahl der zweiten Aussparungen 12 bzw. 22 angeordnet ist, nämlich jeweils eine (erste Anzahl gleich Eins der) zweite(n) Aussparung(en) 12 und jeweils (eine zweite Anzahl gleich) zwei (der) zweite(n) Aussparungen 22.

[0061] Wie sich aus dem Muster (11 - 11) - 12 - (11 - 11) - 12 - (11... des ersten Flanschs 10 ergibt, ist die Gesamtzahl der ersten Aussparungen 11 um 50% größer als die Gesamtzahl der zweiten Aussparungen 12.

[0062] Wie sich aus dem Muster (21 - 21) - (22 - 22) - (21 - 21) - (22... des zweiten Flanschs 20 ergibt, ist die Gesamtzahl der ersten Aussparungen 21 gleich der Gesamtzahl der zweiten Aussparungen 22 und der Gesamtzahl der ersten Aussparungen 11 des ersten Flanschs 10. Gleiches gilt analog für das identische Lochbild des dritten Flanschs 30.

[0063] Die Befestigungsmittel dichten die ersten Aussparungen luftdicht ab und weisen hierzu Dichtscheiben 6 auf.

[0064] Wie in den Figuren 2 und 3 beispielhaft gezeigt ist, können in jedem der Flansche 10, 20, 30 oder auch nur in einem oder zwei der Flansche 10, 20, 30 einige oder alle der Aussparungen in Form von kreisförmigen Durchgangsöffnungen vorgesehen sein. Dabei können auch alle Aussparungen aller Flansche 10, 20, 30 dieselbe Form und Größe aufweisen.

[0065] In anderen Ausführungen können die Aussparungen oder einige davon auch andere Formen aufweisen.

[0066] Obwohl in der vorhergehenden Beschreibung exemplarische Ausführungen erläutert wurden, sei darauf hingewiesen, dass eine Vielzahl von Abwandlungen möglich ist. Außerdem sei darauf hingewiesen, dass es sich bei den exemplarischen Ausführungen lediglich um Beispiele handelt, die den Schutzbereich, die Anwendungen und den Aufbau in keiner Weise einschränken sollen. Vielmehr wird dem Fachmann durch die vorausgehende Beschreibung ein Leitfaden für die Umsetzung von mindestens einer exemplarischen Ausführung gegeben, wobei diverse Änderungen, insbesondere in Hinblick auf die Funktion und Anordnung der beschriebenen Bestandteile, vorgenommen werden können, ohne den Schutzbereich zu verlassen, wie er sich aus den Ansprüchen und diesen äquivalenten Merkmalskombinationen ergibt.

Bezugszeichenliste

[0067]

10 erster Flansch
11 erste Durchgangsbohrung des ersten Flanschs
12 zweite Durchgangsbohrung des ersten Flanschs
20 zweiter Flansch
21 erste Durchgangsbohrung des zweiten Flanschs
22 zweite Durchgangsbohrung des zweiten Flanschs
30 dritter Flansch

31 erste Durchgangsbohrung des dritten Flanschs
4 Schraube
5 Mutter
6 Dichtscheibe

Patentansprüche

1. Bauteilanordnung, insbesondere Rotor, für eine Turbomaschine, insbesondere eine Gasturbine, mit einem ersten Flansch (10) und einem zweiten Flansch (20) mit in einer Verteilungs-, insbesondere Umfangsrichtung verteilten Aussparungen (11, 12, 21, 22), wobei der zweite Flansch an dem ersten Flansch, insbesondere lösbar, durch Befestigungsmittel (4) befestigt ist, die in erste (11, 21) dieser Aussparungen des ersten und zweiten Flanschs eingreifen, wobei befestigungsmittelfreie zweite (12) dieser Aussparungen (11, 12) des ersten Flanschs (10) durch den zweiten Flansch (20) abgedeckt sind.
2. Bauteilanordnung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** befestigungsmittelfreie zweite (22) der Aussparungen (21, 22) des zweiten Flanschs (20) durch den ersten Flansch (10) abgedeckt sind.
3. Bauteilanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** einen dritten Flansch (30), der in Verteilungsrichtung verteilte Aussparungen (31) aufweist und an dem ersten Flansch, insbesondere lösbar, durch Befestigungsmittel (4) befestigt ist, die in erste (31) dieser Aussparungen des dritten Flanschs, insbesondere in die ersten Aussparungen (11, 21, 31) des ersten, zweiten und dritten Flanschs (10, 20, 30), eingreifen, wobei befestigungsmittelfreie, insbesondere die zweiten (12), der Aussparungen (11, 12) des ersten Flanschs (10) durch den dritten Flansch (30), insbesondere beidseitig durch den zweiten und dritten Flansch (20, 30) abgedeckt sind.
4. Bauteilanordnung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** befestigungsmittelfreie zweite der Aussparungen des dritten Flanschs (30) durch den ersten Flansch (10) abgedeckt sind, insbesondere mit den, insbesondere durch den ersten Flansch (10) abgedeckten, befestigungsmittelfreien zweiten (22) der Aussparungen (21, 22) des zweiten Flansches (20) fluchten.
5. Bauteilanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens einer der Flansche (10, 20, 30) in Verteilungsrichtung alternierend Anordnungen, die aus einer, zwei oder mehreren, insbesondere höchstens vier, in Verteilungsrichtung benachbarten, zweiten Aussparungen (12; 22-22) dieses Flanschs (10, 20,

- 30) bestehen, und Anordnungen (11-11; 21-21; 31-31), die aus einer, zwei oder mehreren, insbesondere höchstens vier, in Verteilungsrichtung benachbarten, ersten Aussparungen (11; 21; 31) dieses Flanschs bestehen, aufweist.
6. Bauteilanordnung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Verteilungsrichtung benachbarte erste Aussparungen dieser aus ersten Aussparungen bestehenden Anordnungen wenigstens eines der Flansche symmetrisch angeordnet und/oder voneinander und/oder von benachbarten zweiten Aussparungen dieser aus zweiten Aussparungen bestehenden Anordnungen dieses Flansches äquidistant beabstandet sind und/oder in Verteilungsrichtung benachbarte zweite Aussparungen dieser aus zweiten Aussparungen bestehenden Anordnungen wenigstens eines der Flansche symmetrisch angeordnet und/oder voneinander und/oder von benachbarten ersten Aussparungen dieser aus ersten Aussparungen bestehenden Anordnungen dieses Flansches äquidistant beabstandet sind.
7. Bauteilanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen wenigstens einem Paar in Verteilungsrichtung benachbarter Anordnungen (11-11) des ersten Flanschs (10), die jeweils aus einer oder mehreren, insbesondere höchstens vier, in Verteilungsrichtung benachbarten, ersten Aussparungen (11) des ersten Flanschs (10), in die Befestigungsmittel (4) eingreifen, bestehen, und einem Paar in Verteilungsrichtung benachbarter Anordnungen (21-21) des zweiten und/oder dritten Flanschs (20; 30), die jeweils aus einer oder mehreren, insbesondere höchstens vier, in Verteilungsrichtung benachbarten, ersten Aussparungen (21; 31) dieses Flanschs (20; 30) bestehen, in die diese Befestigungsmittel (4) eingreifen, eine um eine von Null verschiedene, insbesondere ungerade, Zahl, insbesondere um Eins, unterschiedliche, Anzahl der zweiten Aussparungen (12; 22-22) angeordnet ist.
8. Bauteilanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Gesamtzahl der ersten Aussparungen (11) des ersten Flanschs (10) ungleich einer, insbesondere größer als eine, Gesamtzahl der zweiten Aussparungen (12) des ersten Flanschs (10) ist, insbesondere um wenigstens 10% und/oder höchstens 100% größer.
9. Bauteilanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Gesamtzahl der ersten Aussparungen (21; 31) des zweiten Flanschs (20) und/oder des dritten Flansches (30) gleich einer Gesamtzahl der zweiten Aussparungen (22) dieses Flanschs (20; 30) und/oder der Gesamtzahl der ersten Aussparungen (11) des ersten Flanschs (10) ist.
10. Bauteilanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ersten und/oder zweiten Aussparungen (11, 12, 21, 22, 31) des ersten, zweiten und/oder dritten Flansches (10, 20, 30) Innendurchmesser aufweisen, die sich um höchstens 10% voneinander unterscheiden.
11. Bauteilanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Befestigungsmittel, insbesondere mit Muttern (5) verschraubte, Schrauben (4) aufweisen.
12. Bauteilanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der ersten Flansch (10) Teil einer Rotorscheibe ist und der zweite und/oder dritte Flansch (20 bzw. 30) jeweils zur Verbindung mit einer benachbarten Rotorscheibe dient.
13. Turbomaschine, insbesondere Gasturbine, mit wenigstens einer Bauteilanordnung, insbesondere wenigstens einem Rotor, nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
14. Verfahren zum Montieren einer Bauteilanordnung, insbesondere wenigstens einem Rotor, nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Flansche (10, 20, 30) durch die Befestigungsmittel (4), insbesondere lösbar, aneinander befestigt werden.

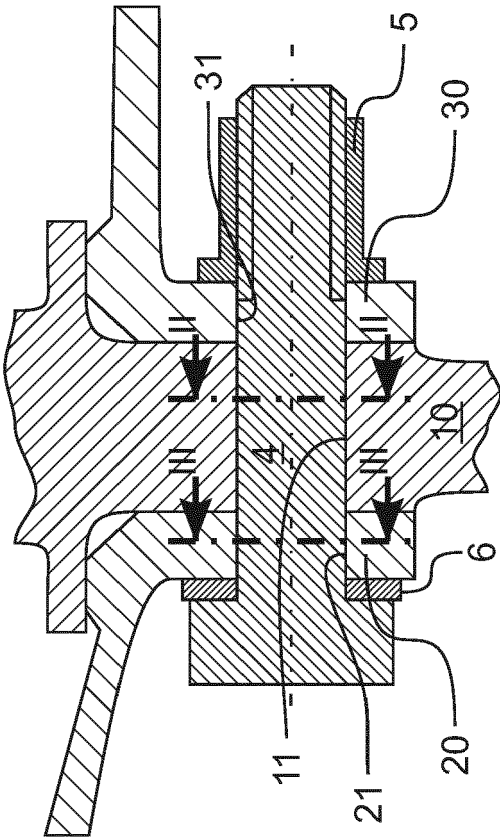


Fig. 2

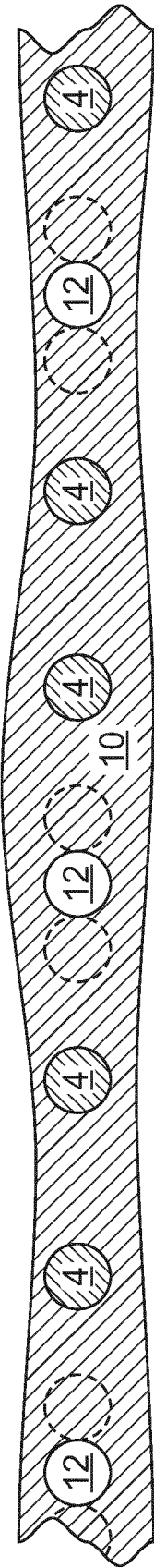
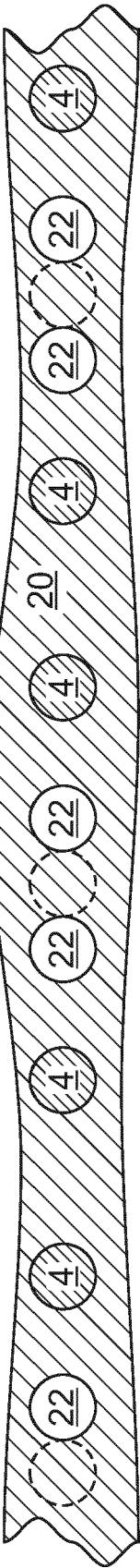


Fig. 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 18 15 7635

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 2 886 807 A1 (ROLLS ROYCE DEUTSCHLAND [DE]) 24. Juni 2015 (2015-06-24) * Absatz [0033] * * Abbildung 6 *	1-14	INV. F01D25/24 F01D5/02
X	US 5 593 277 A (PROCTOR ROBERT [US] ET AL) 14. Januar 1997 (1997-01-14) * Spalte 7, Zeile 1 - Zeile 30 * * Abbildung 3 *	1,3-14	
A,P	EP 3 156 590 A1 (ROLLS-ROYCE DEUTSCHLAND LTD & CO KG [DE]) 19. April 2017 (2017-04-19) * Abbildungen 8c,8d * * Absatz [0050] *	1-14	
A	GB 2 244 523 A (GEN ELECTRIC [US]) 4. Dezember 1991 (1991-12-04) * Abbildung 4b *	1-14	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 17. September 2018	Prüfer Rapenne, Lionel
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

6

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 18 15 7635

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

17-09-2018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2886807 A1	24-06-2015	DE 102013226490 A1	18-06-2015
		EP 2886807 A1	24-06-2015
		US 2015176430 A1	25-06-2015
US 5593277 A	14-01-1997	KEINE	
EP 3156590 A1	19-04-2017	DE 102015219954 A1	20-04-2017
		EP 3156590 A1	19-04-2017
		US 2017108009 A1	20-04-2017
GB 2244523 A	04-12-1991	CA 2039821 A1	01-12-1991
		DE 4101872 A1	05-12-1991
		FR 2662746 A1	06-12-1991
		GB 2244523 A	04-12-1991
		IL 96975 A	15-03-1993
		JP H04330302 A	18-11-1992
		US 5127793 A	07-07-1992

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 20050025625 A [0002]