



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
25.09.2024 Patentblatt 2024/39

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F01D 21/04 ^(2006.01) **F01D 25/24** ^(2006.01)
F01D 25/14 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **24160250.7**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F01D 21/045; F01D 25/14; F01D 25/24

(22) Anmeldetag: **28.02.2024**

(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 ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
GE KH MA MD TN

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

(72) Erfinder: **Feldmann, Manfred**
80995 München (DE)

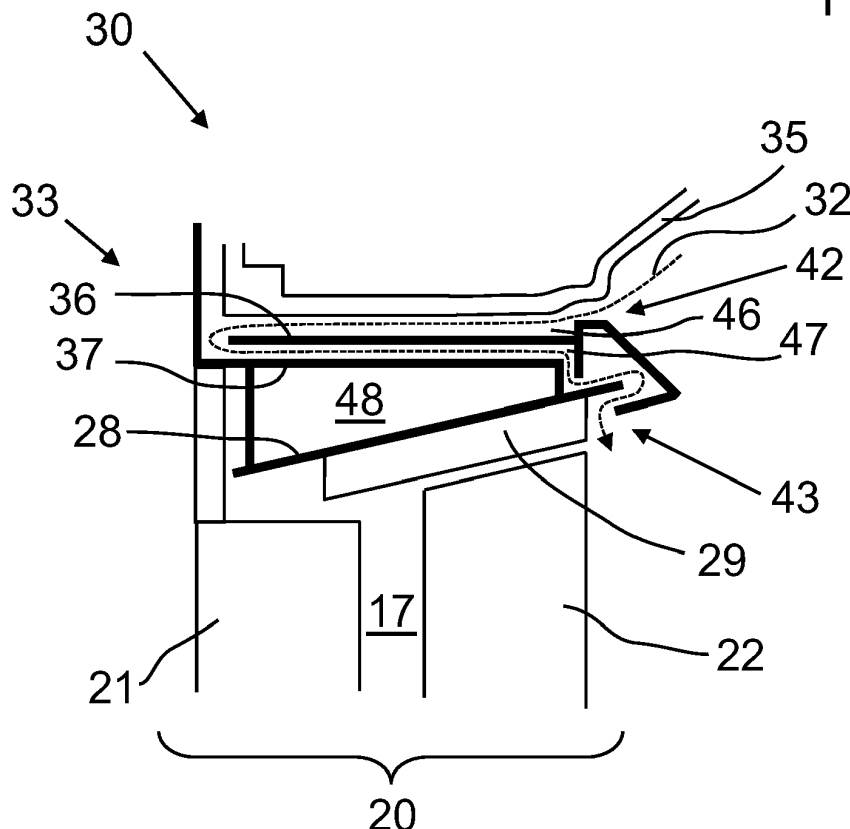
(30) Priorität: **21.03.2023 DE 102023106999**

(54) **GEHÄUSESTRUKTUR FÜR EINE STRÖMUNGSMASCHINE**

(57) Die Erfindung betrifft eine Gehäusestruktur (30) für eine Strömungsmaschine (10), mit einer Gehäuseschale (35) und wenigstens einem darin angeordneten Containmentring (36, 37), wobei die Gehäusestruktur (30) einen Strömungskanal (17) ringförmig umgibt, in

welchem wenigstens eine Laufstufe (20) mit einer Leit- (21) und einer Laufschaufelanordnung (22) angeordnet ist, sowie eine Strömungsmaschine (10) mit einer solchen Gehäusestruktur (30).

Fig. 2



Beschreibung

[0001] *Finanziert von der Europäischen Union. Die geäußerten Ansichten und Meinungen sind jedoch ausschließlich die des Autors/der Autoren und spiegeln nicht unbedingt die der Europäischen Union oder des Gemeinsamen Unternehmens Clean Aviation wider.*

[0002] *Weder die Europäische Union noch die Bewilligungsbehörde können für sie verantwortlich gemacht werden.*

[0003] Die Erfindung betrifft eine Gehäusestruktur für eine Strömungsmaschine mit einer Gehäuseschale und wenigstens einem darin angeordneten Containmentring, wobei die Gehäusestruktur einen Strömungskanal ringförmig umgibt, in welchem wenigstens eine Laufstufe mit einer Leit- und einer Laufschaufelanordnung angeordnet ist.

[0004] Gehäusestrukturen von Strömungsmaschinen sind für den Versagensfall eines rotierenden Rotorelements eingerichtet, ein Durchschlagen des Gehäuses aufgrund hoher wirkender Fliehkräfte zu vermeiden, um eine Gefahr für Personen und Güter im Umfeld der Strömungsmaschine abzuwenden.

[0005] Entsprechend ist eine Aufgabe einer Gehäusestruktur einer Strömungsmaschine, ein radiales Austreten von Bruchstücken insbesondere von Laufschaufeln in radialer Richtung aus der Strömungsmaschine zu verhindern. Diese Aufgabe wird als "Containment" bezeichnet. Speziell bei Strömungsmaschinen mit schnelllaufenden Turbinen führt diese Forderung zu sehr dicken Wandstärken und entsprechend nachteilig hohem Gewicht der Gehäusestruktur. Zusätzlich erschweren dicke Gehäusewände die Wärmeabfuhr, so dass sich die Containment-Fähigkeit der Wände aufgrund hoher Materialtemperaturen weiter verschlechtert. Es ist bekannt, Gehäusestrukturen von Strömungsmaschinen in mehrschaliger Bauweise auszuführen. Hierdurch kann die Gesamtwanddicke und damit das Gewicht und die Wärmekapazität der Gehäusestruktur der Strömungsmaschine reduziert werden.

[0006] Hiervon ausgehend ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Gehäusestruktur mit verbesserter Containment-Fähigkeit zur Verfügung zu stellen.

[0007] Zur Lösung dieser Aufgabe wird eine Gehäusestruktur für eine Strömungsmaschine vorgeschlagen, mit einer Gehäuseschale und wenigstens einem darin angeordneten Containmentring, wobei die Gehäusestruktur einen Strömungskanal ringförmig umgibt, in welchem wenigstens eine Laufstufe mit einer Leit- und einer Laufschaufelanordnung angeordnet ist. Wenigstens ein Containmentring erstreckt sich dabei im Wesentlichen über die axiale Länge (nur) einer Laufstufe und ist wenigstens abschnittsweise radial beabstandet von der Gehäuseschale angeordnet, wobei durch die radiale Beabstandung zwischen dem wenigstens einem Containmentring und der Gehäuseschale wenigstens eine Kavität ausgebildet ist.

[0008] Die Gehäuseschale der Gehäusestruktur ist

ausgebildet, die im Betrieb der Strömungsmaschine an der Gehäusestruktur intern und extern wirkenden Lasten aufzunehmen. Dabei weist die Gehäuseschale zwar eine Containmentfunktion, insbesondere als solche aber keine ausreichende Containment-Fähigkeit auf.

[0009] In der Gehäuseschale ist wenigstens ein Containmentring angeordnet, welcher einen Strömungskanal der Strömungsmaschine ringförmig umgibt. Innerhalb des Strömungskanals der Strömungsmaschine ist wenigstens eine Laufstufe angeordnet, welche eine Leit- und eine Laufschaufelanordnung aufweist. Insbesondere ist die Leitschaufel der Laufstufe mit der Gehäuseschale verbunden. Der wenigstens eine Containmentring ist insbesondere konzentrisch zur Rotationsachse bzw. Strömungsmaschinenachse der Strömungsmaschine angeordnet. Dabei ist der wenigstens eine Containmentring als geschlossener Ring, das heißt unsegmentiert ausgeführt. Bei einem geschlossenen Ring kann die Containmentfähigkeit anders als bei einem aus einzelnen Segmenten zusammengesetztem Ring - entlang des Umfangs positionsunabhängig gleichmäßig gegeben sein. Dies ist für die konstruktive Auslegung wichtig. Als geschlossener Ring kann ein Containmentring insbesondere hohe Umfangskräfte aufnehmen, welche beispielsweise aus radial auf diesen wirkenden Kräften resultieren. Beispielsweise ist der wenigstens eine Containmentring als massives Drehteil ohne insbesondere stoffschlüssige Fügestelle ausgeführt, beispielhaft als gedrehter Schmiedering oder gedrehtes Gussteil. Abhängig von der erforderlichen Belastbarkeit kann ein Containmentring auch aus einem geschlossenen Blechring mit Schweißfügestelle hergestellt sein.

[0010] Bei der vorgeschlagenen Gehäusestruktur erstreckt sich wenigstens ein in der Gehäuseschale angeordneter Containmentring im Wesentlichen über die axiale Länge (nur) einer Laufstufe, welche eine Leit- und eine Laufschaufelanordnung aufweist. Wie mit dem Begriff (nur) in Klammern angemerkt wird, soll die Formulierung "ein Containmentring erstreckt sich im Wesentlichen über die axiale Länge einer Laufstufe" so verstanden werden, dass sich der Containmentring insbesondere nicht über mehr als die axiale Länge einer einzigen Laufstufe erstreckt. Dabei umgibt der Containmentring den Bereich einer Laufstufe, in dem im Versagensfall einer Laufschaufel bzw. Laufschaufelanordnung (die beispielsweise als Rotorscheibe mit daran montierten Schaufeln oder als einteilige, integrierte Rotorscheibe (Blisk) ausgeführt sein kann) deren Bruchstücke radial nach außen beschleunigt werden, weshalb eine Containment-Fähigkeit der umgebenden Gehäusestruktur erforderlich ist. Durch die Beschränkung der axialen Länge des Containmentrings auf etwa die axiale Länge einer Laufstufe kann die Containmentfähigkeit nur lokal durch den wenigstens einen zusätzlichen Containmentring erfüllt werden, so dass die Gehäuseschale diese Funktion nicht insgesamt übernehmen muss. Entsprechend erhöht sich die Containmentfähigkeit der Gehäusestruktur bei vergleichsweise geringem Zusatzgewicht, womit

auch Gewichtsvorteile für die Strömungsmaschine verbunden sind.

[0011] Bei der vorgeschlagenen Gehäusestruktur ist wenigstens ein Containmentring wenigstens abschnittsweise radial beabstandet von der Gehäuseschale angeordnet. Eine zumindest abschnittsweise radiale Beabstandung des Containmentrings von der Gehäuseschale ermöglicht eine wesentliche thermische Entkopplung des Containmentrings von der Gehäuseschale. Insbesondere ist auch eine thermische Kopplung durch einen Anlagekontakt zwischen einem Containmentring und der Gehäuseschale geringer als eine einteilig dickere Ausführung der Wandung der Gehäuseschale.

[0012] Durch die radiale Beabstandung zwischen dem wenigstens einen Containmentring und der Gehäuseschale ist wenigstens eine Kavität ausgebildet. Die wenigstens eine Kavität ermöglicht in Verbindung mit einer Isolationswirkung insbesondere einer sich darin befindenden Luft eine effektive Kühlfunktion der Gehäusestruktur. Ferner resultiert aus der Beabstandung des wenigstens einen Containmentrings von der Gehäuseschale eine größere radiale Erstreckung des Containmentbereichs, so dass im Bereich einer Kavität insbesondere keine unmittelbare mechanische Wechselwirkung zwischen dem wenigstens einen Containmentring und der Gehäuseschale besteht.

[0013] Die vorgeschlagene Gehäusestruktur weist Containment-Bereiche in mehrschaliger Bauweise auf, wodurch die Belastung der einzelnen Schale bzw. Containmentrings in dem günstigeren Schadensmechanismus von Ausbeulen und anschließendem Aufreißen unter überwiegender Zugbelastung gehalten werden kann. Risse in einem radial Containmentring werden am jeweiligen Containmentring gestoppt, so dass eine Spannungsüberhöhung durch einen Riss nicht zu einem schnellen Versagen der Gehäusestruktur führen kann. Entsprechend kann die addierte Wanddicke und so das Gewicht der Gehäusestruktur und damit auch der Strömungsmaschine reduziert werden. Insbesondere bei Verwendung mehrerer Containmentringe kann jeder dieser Ringe als separates, vereinzelter Bauteil gestaltet sein, welches für sich separat inspizierbar und als solches auch austauschbar ist. Entsprechend ist jeder Containmentring individuell herstellbar, beispielsweise auch aus verschiedenen Materialien.

[0014] Darüber hinaus können durch die mehrschalige Bauweise der Gehäusestruktur in den Containment-Bereichen die ineinander angeordneten Containmentringe zur Führung der Kühlluft eingesetzt werden, um die Materialtemperatur niedrig und so die Containment-Fähigkeit hoch zu halten.

[0015] Bei einer Ausführungsform weist die Gehäusestruktur wenigstens zwei sich über die gleiche Laufstufe erstreckende Containmentringe auf. Die wenigstens zwei Containmentringe sind dabei insbesondere konzentrisch zueinander und radial ineinander angeordnet. Entsprechend kann die Belastung der einzelnen Containmentringe in dem bereits genannten günstigen Scha-

densmechanismus von Ausbeulen und anschließendem Aufreißen unter überwiegender Zugbelastung gehalten werden. Dabei kann auch die Wandstärke jeden einzelnen Containmentrings vorteilhaft geringer gehalten werden als bei einer Verwendung nur eines Containmentrings. Ferner ermöglicht ein mehrteiliger Aufbau der Gehäusestruktur auch erweiterte Gestaltungsmöglichkeiten der Gehäusestruktur und der wenigstens zwei Containmentringe. So können diese besser an die jeweiligen Anforderungen der Gehäusestruktur insbesondere hinsichtlich Containmentfähigkeit und Wärmeabführung angepasst gestaltet werden.

[0016] Bei einer Ausführungsform der Gehäusestruktur sind die wenigstens zwei Containmentringe wenigstens abschnittsweise radial voneinander beabstandet angeordnet. Analog zur Beabstandung eines Containmentrings von der Gehäuseschale resultiert hieraus eine thermische Entkopplung der wenigstens zwei Containmentringe voneinander, wobei eine thermische Kopplung durch einen Anlagekontakt zwischen zwei Containmentringen geringer ist als bei einer einteilig dickeren Ausführung eines Containmentrings.

[0017] Bei einer Ausführungsform der Gehäusestruktur wird durch die radiale Beabstandung zwischen dem wenigstens einen Containmentring und wenigstens einem zweiten Containmentring wenigstens eine Kavität ausgebildet. Die wenigstens eine Kavität ermöglicht in Verbindung mit einer Isolationswirkung insbesondere einer sich darin befindenden Luft eine weiter effektive Kühlfunktion der Gehäusestruktur. Ferner resultiert aus der Beabstandung der wenigstens zwei Containmentringe eine größere radiale Erstreckung des Containmentbereichs, so dass im Bereich einer Kavität insbesondere keine unmittelbare mechanische Wechselwirkung zwischen dem wenigstens zwei Containmentringen besteht.

[0018] Bei einer Ausführungsform der Gehäusestruktur ist die wenigstens eine Kavität zur Führung eines Kühlluftstroms ausgebildet. Insbesondere ist dabei der wenigstens eine Containmentring und/ oder die Gehäuseschale so ausgebildet, dass die wenigstens eine Kavität bzw. deren Wandungen eine geeignete Führung eines Kühlluftstroms bei der Durchströmung der Kavität ermöglichen, wodurch eine weiter verbesserte Kühlfunktion der Gehäusestruktur erreichbar ist. Insbesondere weist die Kavität an geeigneter Position angeordnete Lufteintritts- und Luftaustrittsöffnungen auf, wodurch die Kavität einen von einem Luftstrom durchströmbaren Strömungskanal ausbildet und so eine verbesserte Kühlfunktion der Gehäusestruktur ermöglicht. Insbesondere kann die wenigstens eine Kavität insbesondere durch eine geeignete Gestaltung wenigstens einer sie bildenden Wandung insbesondere des wenigstens einen Containmentrings bzw. der Gehäuseschale ausgebildet sein, einen Kühlluftstrom in der Kavität umzulenken, insbesondere in der Art einer Labyrinthdichtung, wodurch eine weiter verbesserte Kühlwirkung erreichbar ist.

[0019] Bei einer Ausführungsform der Gehäusestruktur ist die wenigstens eine Kavität ausgebildet, von Kühl-

luft aus einer stromaufwärts liegenden Kühlluftquelle durchströmt zu werden und bei einer anderen Ausführungsform der Gehäusestruktur ist die wenigstens eine Kavität ausgebildet, von Kühlluft aus einer stromabwärts liegenden Kühlluftquelle durchströmt zu werden. Abhängig von den Gegebenheiten innerhalb der Gehäusestruktur ist die Kavität und insbesondere deren Lufteintritts- und Luftaustrittsöffnungen ausgebildet und angeordnet, dass eine geeignete Kühlluftströmung durch die wenigstens eine Kavität ausbildbar ist, um Wärme von der Gehäusestruktur abzuführen und so die Containment-Funktion der Gehäusestruktur weiter zu verbessern.

[0020] Bei einer Ausführungsform der Gehäusestruktur ist wenigstens ein Containmentring wenigstens abschnittsweise beabstandet von einem die Laufstufe radial umgebenden Dichtungsträger angeordnet. Insbesondere weisen der wenigstens eine Containmentring und der Dichtungsträger dabei im Wesentlichen die gleiche axiale Erstreckung auf, wodurch Gewichtsvorteile der Gehäusestruktur und damit der Strömungsmaschine verbunden sind. So stellt der wenigstens eine Containmentring nach dem Dichtungsträger eine erste Barriere für ein infolge eines Schadens nach radial außen beschleunigtes Element dar. Vorteilhaft können bei dieser Ausführung der wenigstens eine Containmentring und der Dichtungsträger an wenigstens einer insbesondere axialen Seite eine gemeinsame und/ oder zusammenwirkende Befestigung insbesondere an der Gehäuseschale oder einem weiteren Element der Strömungsmaschine und/ oder Gehäusestruktur aufweisen. Hierdurch wird eine einfache bzw. effiziente Befestigung des wenigstens einen Containmentrings insbesondere auch in Verbindung mit dem Dichtungsträger an der Gehäusestruktur ermöglicht.

[0021] Bei einer Ausführungsform der Gehäusestruktur ist eine zwischen dem Containmentring und dem Dichtungsträger ausgebildete Kavität gegen eine axiale Strömung abgedichtet und/ oder darin ein Isolationselement angeordnet. Eine Abdichtung des den Dichtungsträger radial umgebenden Bereichs der Strömungsmaschine gegenüber einer Durchströmung mit Luft, insbesondere auch mithilfe eines Isolationselements ermöglicht eine Verringerung eines Leakagestroms im Bereich um den Strömungskanal und damit auch einen verbesserten Wirkungsgrad der Strömungsmaschine. Neben der Abdichtungswirkung ermöglicht ein insbesondere den Dichtungsträger umgebendes Isolationselement eine weitere Verringerung der Aufheizung insbesondere der Gehäusestruktur.

[0022] Bei einer Ausführungsform der Gehäusestruktur bilden ein Containmentring und die Gehäuseschale wenigstens eine Aufnahme für einen Abschnitt wenigstens einer angrenzenden Leitschaufel aus. Eine solche Aufnahme kann zur insbesondere radialen Sicherung der Leitschaufel in der Strömungsmaschine dienen. Bei einer solchen Ausführung kann der Containmentring über die Containment-Funktion hinaus auch eine strukturelle Funktion der Strömungsmaschine übernehmen.

[0023] Bei einer Ausführungsform der Gehäusestruktur ist ein axial vorderes und/ oder hinteres Ende wenigstens eines Containmentrings in einem Befestigungsbereich des Dichtungsträgers und/ oder der Leitschaufel an der Gehäuseschale angeordnet. Diese Ausführung ermöglicht neben einer korrespondierenden Länge von Containmentring und Dichtungsträger insbesondere eine gemeinsame Befestigung von Containmentring und Dichtungsträger an wenigstens einer axialen Seite. So können insbesondere strukturelle Funktionen beispielsweise auf mehrere Bauteile verteilt und/ oder von mehreren Bauteilen genutzt werden, wie beispielsweise Gehäusehaken und/ oder Strukturelemente im Bereich von Modulschnittstellen. Entsprechende Vorteile ergeben sich auch bei einer Ausführungsform, bei welcher ein axial vorderes und/ oder hinteres Ende wenigstens eines Dichtungsträgers in einem Befestigungsbereich wenigstens eines Containmentrings und/ oder der Leitschaufel an der Gehäuseschale angeordnet ist.

[0024] Vorzugsweise weist die Gehäuseschale (35) eine erforderliche Containmentfähigkeit (alleine) nicht auf, weist sondern ist die erforderliche Containmentfähigkeit nur zusammen mit dem oder den Containmentringen gegeben. Dies ermöglicht eine besonders gewichts- und funktionseffiziente Bauweise.

[0025] Bei einer Ausführungsform der Gehäusestruktur liegt die axiale Erstreckung wenigstens eines der Containmentringe in einem Bereich, der von wenigstens der axialen Erstreckung einer innerhalb des Containmentrings angeordneten Laufschaufel bis zum Doppelten der axialen Erstreckung einer solchen Laufschaufel reicht. Die axiale Erstreckung einer Laufschaufel entspricht dabei dem maximalen axialen Abstand zwischen der Schaufelvorderkante (Leading Edge, LE) und der Schaufelhinterkante (Trailing Edge, TE) der Laufschaufel im eingebauten Zustand. Dieser maximale Abstand liegt zu meist in einem radial inneren Bereich des Schaufelblatts vor.

[0026] Bei einer Ausführungsform der Gehäusestruktur ist der wenigstens eine Containmentring aus einem Werkstoff gefertigt, welcher sich vom Werkstoff der Gehäuseschale unterscheidet. Durch die Verwendung eines Werkstoffs mit insbesondere für die Anforderungen eines Containmentrings geeigneten Eigenschaften insbesondere bezüglich der Festigkeit und/ oder der Wärmeleitfähigkeit kann die Containment-Funktion der Gehäusestruktur weiter verbessert werden. Entsprechend kann bei einer Ausführungsform auch wenigstens ein Containmentring aus einem Werkstoff gefertigt sein, welcher sich vom Werkstoff wenigstens eines anderen Containmentrings unterscheidet, um verschiedene Anforderungen insbesondere bezüglich der Festigkeit und/ oder der Wärmeleitfähigkeit zur weiteren Verbesserung der Containment-Funktion der Gehäusestruktur zu erfüllen.

[0027] Bei einer Ausführungsform bildet die Gehäusestruktur ein Turbinenaußengehäuse. Aufgrund der insbesondere schlanken Schaufelform und der hohen Drehzahlen von Turbinenschaufeln werden an die Gehäuse-

struktur einer Strömungsmaschine im Bereich der Turbine erhöhte Anforderungen an die Containmentfähigkeit gestellt. Die vorgeschlagene Gehäusestruktur ist geeignet, solche hohen Anforderungen zu erfüllen.

[0028] In einem Aspekt wird auch eine Strömungsmaschine mit einer Gehäusestruktur vorgeschlagen, welche wenigstens ein Merkmal der vorausgehend beschriebenen Ausführungsformen aufweist.

[0029] Weitere Merkmale, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung im Zusammenhang mit den Figuren. Im Allgemeinen gilt, dass Merkmale der verschiedenen hierin beschriebenen beispielhaften Aspekte und/oder Ausführungsformen miteinander kombiniert werden können, sofern dies im Zusammenhang mit der Offenbarung nicht eindeutig ausgeschlossen ist.

[0030] Im folgenden Teil der Beschreibung wird auf die Figuren Bezug genommen, die zur Veranschaulichung spezifischer Aspekte und Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung gezeigt sind. Es versteht sich, dass andere Aspekte verwendet werden können und strukturelle oder logische Änderungen der illustrierten Ausführungsformen möglich sind, ohne den Umfang der vorliegenden Erfindung zu verlassen. Die folgende Beschreibung der Figuren ist daher nicht einschränkend zu verstehen. Es zeigt

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels einer Strömungsmaschine;

Fig. 2 eine schematische Schnittdarstellung eines Ausführungsbeispiels eines Abschnitts einer erfindungsgemäßen Gehäusestruktur; und

Fig. 3 eine weitere schematische Schnittdarstellung eines Ausführungsbeispiels eines Abschnitts einer erfindungsgemäßen Gehäusestruktur.

[0031] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels einer Strömungsmaschine 10 in einer Schnittansicht entlang der Strömungsmaschinenachse S.

[0032] Die Strömungsmaschine 10 weist eine Gehäusestruktur 30 und in Strömungsrichtung R aufeinanderfolgend angeordnet einen Fan 11, einen Verdichter 12, eine Brennkammer 13 und eine Turbine 14 auf, die in einem Strömungskanal 17 von einer Gasströmung in Strömungsrichtung R durchströmbar sind bzw. in einem Betrieb der Strömungsmaschine 10 von der Gasströmung durchströmt werden. Dabei kann die Turbine 14 über eine Welle 16 mit dem Verdichter 12 und/oder dem Fan 11 verbunden sein, um diese anzutreiben. In der schematischen Darstellung in Fig. 1 sind Laufstufen 20 mit jeweils einer Leitschaufelanordnung 21 und einer Laufschaufelanordnung 22 dargestellt.

[0033] Fig. 2 zeigt eine schematische Schnittdarstellung eines Ausführungsbeispiels eines Abschnitts einer erfindungsgemäßen Gehäusestruktur 30 für eine Strömungsmaschine 10, mit einer Gehäuseschale 35, welche die Anforderungen für die Aufnahme aller internen und externen Lasten und einen Teil der Containmentforderung erfüllt. Die Gehäusestruktur 30 umgibt den Strömungskanal 17 der Strömungsmaschine 10 ringförmig, in welchem mehrere Laufstufen 20 mit jeweils einer Leitschaufelanordnung 21 und einer Laufschaufelanordnung 22 angeordnet sind. Bei der beispielhaften Ausführung sind in der Gehäuseschale 35 zwei zusätzliche Containmentringe 36, 37 angeordnet, welche beispielsweise aus verschiedenen Werkstoffen hergestellt sind. Wie in Fig. 2 dargestellt ist, erstreckt sich ein jeweiliger, gegenüber der Gehäuseschale 35 zusätzlicher Containmentring 36, 37 im Wesentlichen über die axiale Länge einer Laufstufe 20. Ferner ist der beispielhaften, in Fig. 2 schematischen Darstellung der Gehäusestruktur 30 entnehmbar, dass wenigstens ein Containmentring 35 wenigstens abschnittsweise radial von der Gehäuseschale 35 beabstandet angeordnet ist.

[0034] Bei der beispielhaften, in Fig. 2 schematisch dargestellten Ausführung sind die Gehäuseschale 35 und die zwei Containmentringe 36, 37 jeweils wenigstens abschnittsweise radial voneinander beabstandet angeordnet. Durch die radiale Beabstandung zwischen der Gehäuseschale 35 und dem Containmentring 36 wird eine Kavität 46 ausgebildet und durch die radiale Beabstandung zwischen dem Containmentring 36 und dem Containmentring 37 wird eine Kavität 47 ausgebildet. Die Kavitäten 46 und 47 sind dabei so ausgebildet, dass darin ein Kühlluftstrom führbar ist. Hierfür ist an einer jeweils geeigneten Positionen eine Lufteintrittsöffnung 42 und eine Luftaustrittsöffnung 43 angeordnet, so dass eine verbesserte Kühlfunktion der Gehäusestruktur 30 ermöglicht ist. Bei dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Kavitäten 46, 47 ausgebildet, von Kühlluft 32 aus einer stromabwärts liegenden Kühlluftquelle durchströmt zu werden.

[0035] Bei der in Fig. 2 dargestellten beispielhaften Ausführungsform ist der Containmentring 37 wenigstens abschnittsweise beabstandet von dem die Laufstufe 20 radial umgebenden Dichtungsträger 28 angeordnet, an welchem ein ringförmig ausgebildetes Dichtungselement 29 angeordnet ist. Dabei ist eine zwischen dem Containmentring 37 und dem Dichtungsträger 28 ausgebildete Kavität gegen eine axiale Strömung insbesondere eines Luftstroms abgedichtet. Ferner ist in der Darstellung in Fig. 2 auch eine Ausführung schematisch gezeigt, bei welcher der Containmentring 37 und die Gehäuseschale 35 eine Aufnahme 33 für einen Abschnitt einer angrenzenden Leitschaufel einer Leitschaufelanordnung 21 ausbilden. Ferner ist bei der dargestellten Gehäusestruktur 30 ein axial hinteres Ende des Containmentrings 37 in einem Befestigungsbereich des Dichtungsträgers 28 und der Leitschaufel einer Leitschaufelanordnung 21 an der Gehäuseschale 35 angeordnet.

[0036] Fig. 3 zeigt eine schematische Schnittdarstellung eines Ausführungsbeispiels eines Abschnitts einer erfindungsgemäßen Gehäusestruktur 30 für eine Strömungsmaschine 10, mit einer Gehäuseschale 35, welche die Anforderungen für die Aufnahme aller internen und externen Lasten und einen Teil der Containmentforderung erfüllt. Die Gehäusestruktur 30 umgibt den Strömungskanal 17 der Strömungsmaschine 10 ringförmig, in welchem mehrere Laufstufen 20 mit jeweils einer Leitschaufelanordnung 21 und einer Laufschaufelanordnung 22 angeordnet sind. Bei der beispielhaften Ausführung sind in der Gehäuseschale 35 zwei zusätzliche Containmentringe 36, 37 angeordnet, welche beispielsweise aus verschiedenen Werkstoffen hergestellt sind. Wie in Fig. 2 dargestellt ist, erstreckt sich ein jeweiliger, gegenüber der Gehäuseschale 35 zusätzlicher Containmentring 36, 37 im Wesentlichen über die axiale Länge einer Laufstufe 20. Ferner ist der beispielhaften, in Fig. 2 schematischen Darstellung der Gehäusestruktur 30 entnehmbar, dass wenigstens ein Containmentring 35 wenigstens abschnittsweise radial von der Gehäuseschale 35 beabstandet angeordnet ist.

[0036] Fig. 3 zeigt eine schematische Schnittdarstellung eines Ausführungsbeispiels eines Abschnitts einer erfindungsgemäßen Gehäusestruktur 30 für eine Strömungsmaschine 10, mit einer Gehäuseschale 35, welche die Anforderungen für die Aufnahme aller internen und externen Lasten und einen Teil der Containmentforderung erfüllt. Die Gehäusestruktur 30 umgibt den Strömungskanal 17 der Strömungsmaschine 10 ringförmig, in welchem mehrere Laufstufen 20 mit jeweils einer Leitschaufelanordnung 21 und einer Laufschaufelanordnung 22 angeordnet sind. Bei der beispielhaften Ausführung sind in der Gehäuseschale 35 zwei zusätzliche Containmentringe 36, 37 angeordnet, welche beispielsweise aus verschiedenen Werkstoffen hergestellt sind. Wie in Fig. 2 dargestellt ist, erstreckt sich ein jeweiliger, gegenüber der Gehäuseschale 35 zusätzlicher Containmentring 36, 37 im Wesentlichen über die axiale Länge einer Laufstufe 20. Ferner ist der beispielhaften, in Fig. 2 schematischen Darstellung der Gehäusestruktur 30 entnehmbar, dass wenigstens ein Containmentring 35 wenigstens abschnittsweise radial von der Gehäuseschale 35 beabstandet angeordnet ist.

mungsmaschine 10, mit einer Gehäuseschale 35, welche die Anforderungen für die Aufnahme aller internen und externen Lasten und einen Teil der Containment-Forderung erfüllt. Die Gehäusestruktur 30 umgibt den Strömungskanal 17 der Strömungsmaschine 10 ringförmig, in welchem mehrere Laufstufen 20 mit jeweils einer Leitschaufelanordnung 21 und einer Laufschaufelanordnung 22 angeordnet sind. Bei der beispielhaften Ausführung ist in der Gehäuseschale 35 ein Containmentring 36 angeordnet, welcher beispielsweise aus einem anderen Werkstoff als die Gehäuseschale 35 hergestellt ist. Wie in Fig. 3 dargestellt ist, erstreckt sich ein jeweiliger Containmentring 36 im Wesentlichen über die axiale Länge einer Laufstufe 20.

[0037] Bei der beispielhaften, in Fig. 3 dargestellten Ausführung sind die Gehäuseschale 35 und der Containmentring 36 wenigstens abschnittsweise radial voneinander beabstandet angeordnet.

[0038] Durch die radiale Beabstandung zwischen der Gehäuseschale 35 und dem Containmentring 36 wird eine Kavität 46 ausgebildet. Die Kavität 46 ist dabei so ausgebildet, dass darin ein Kühlluftstrom führbar ist. Hierfür ist an einer jeweils geeigneten Positionen eine Lufteintrittsöffnung 42 und eine Luftaustrittsöffnung 43 angeordnet, so dass eine verbesserte Kühlfunktion der Gehäusestruktur 30 ermöglicht ist. Bei dem in Fig. 3 dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Kavität 46 ausgebildet, von Kühlluft 32 aus einer stromaufwärts liegenden Kühlluftquelle durchströmt zu werden.

[0039] Bei der in Fig. 3 dargestellten beispielhaften Ausführungsform ist der Containmentring 36 wenigstens abschnittsweise beabstandet von dem die Laufstufe 20 radial umgebenden Dichtungsträger 28 angeordnet, an welchem ein ringförmig ausgebildetes Dichtungselement 29 angeordnet ist. Dabei ist in der zwischen dem Containmentring 36 und dem Dichtungsträger 28 ausgebildeten Kavität 48 ein Isolationselement 49 angeordnet. Ferner ist bei der dargestellten Gehäusestruktur 30 ein axial hinteres Ende des Containmentrings 36 in einem Befestigungsbereich des Dichtungsträgers 28 und der Leitschaufel einer Leitschaufelanordnung 21 angeordnet.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0040]

10	Strömungsmaschine
11	Fan
12	Verdichter
13	Brennkammer
14	Turbine
16	Welle
17	Strömungskanal
20	Laufstufe
21	Leitschaufelanordnung
22	Laufschaufelanordnung
28	Dichtungsträger

29	Dichtungselement
30	Gehäusestruktur
32	Kühlluft
33	Aufnahme
5 34	Befestigungsbereich
35	Gehäuseschale
36	Containmentring
37	Containmentring
42	Lufteintrittsöffnung
10 43	Luftaustrittsöffnung
46	Kavität
47	Kavität
48	Kavität
49	Isolationselement
15 R	Strömungsrichtung
S	Strömungsmaschinenachse

20 Patentansprüche

1. Gehäusestruktur für eine Strömungsmaschine (10), mit einer Gehäuseschale (35) und wenigstens einem darin angeordneten Containmentring (36, 37), wobei die Gehäusestruktur (30) einen Strömungskanal (17) ringförmig umgibt, in welchem wenigstens eine Laufstufe (20) mit einer Leit- (21) und einer Laufschaufelanordnung (22) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Containmentring (36, 37) sich im Wesentlichen über die axiale Länge einer Laufstufe (20) erstreckt und wenigstens abschnittsweise radial beabstandet von der Gehäuseschale (35) angeordnet ist, wobei durch die radiale Beabstandung zwischen dem wenigstens einen Containmentring (36, 37) und der Gehäuseschale (35) wenigstens eine Kavität (46, 47, 48) ausgebildet ist.
2. Gehäusestruktur nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gehäusestruktur (30) wenigstens zwei sich über die gleiche Laufstufe (20) erstreckende Containmentringe (36, 37) aufweist.
3. Gehäusestruktur nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens zwei Containmentringe (36, 37) wenigstens abschnittsweise radial voneinander beabstandet angeordnet sind.
4. Gehäusestruktur nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die radiale Beabstandung zwischen dem wenigstens einen Containmentring (36, 37) und wenigstens einem zweiten Containmentring (36, 37) wenigstens eine Kavität (47, 48) ausgebildet ist.
5. Gehäusestruktur nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Kavität (46, 47) zur Führung eines Kühlluftstroms ausgebil-

det ist.

6. Gehäusestruktur nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Kavität (46) ausgebildet ist, von Kühlluft aus einer stromaufwärts liegenden Kühlluftquelle durchströmt zu werden.
7. Gehäusestruktur nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Kavität (46, 47) ausgebildet ist, von Kühlluft aus einer stromabwärts liegenden Kühlluftquelle durchströmt zu werden, und/oder dass wenigstens ein Containmentring (36, 37) wenigstens abschnittsweise beabstandet von einem die Laufstufe (20) radial umgebenden Dichtungsträger (28) angeordnet ist.
8. Gehäusestruktur nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine zwischen dem Containmentring (36, 37) und dem Dichtungsträger (28) ausgebildete Kavität (48) gegen eine axiale Strömung abgedichtet ist und/ oder darin ein Isolationselement (49) angeordnet ist.
9. Gehäusestruktur nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Containmentring (36, 37) und die Gehäuseschale (35) wenigstens eine Aufnahme (33) für einen Abschnitt wenigstens einer angrenzenden Leitschaufel ausbilden, und/oder dass ein axial vorderes und/oder hinteres Ende wenigstens eines Containmentrings (36, 37) an einem Befestigungsbereich des Dichtungsträgers (28) und/ oder der Leitschaufel an der Gehäuseschale (35) angeordnet ist.
10. Gehäusestruktur nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gehäuseschale (35) einer erforderliche Containmentfähigkeit nicht aufweist und die erforderliche Containmentfähigkeit nur zusammen mit dem oder den Containmentringen (36, 37) gegeben ist.
11. Gehäusestruktur nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein axial vorderes und/oder hinteres Ende wenigstens eines Dichtungsträgers (28) in einem Befestigungsbereich (34) wenigstens eines Containmentrings (36, 37) und/ oder der Leitschaufel an der Gehäuseschale (35) angeordnet ist.
12. Gehäusestruktur nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die axiale Erstreckung wenigstens eines der Containmentringe (36, 37) in einem Bereich liegt, der von wenigstens der axialen Erstreckung einer

innerhalb des Containmentrings (36, 37) angeordneten Laufschaufel bis zum Doppelten der axialen Erstreckung einer solchen Laufschaufel reicht.

- 5 13. Gehäusestruktur nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der wenigstens eine Containmentring (36, 37) aus einem Werkstoff gefertigt ist, welcher sich vom Werkstoff der Gehäuseschale (35) unterscheidet, und/oder dass wenigstens ein Containmentring (36, 37) aus einem Werkstoff gefertigt ist, welcher sich vom Werkstoff wenigstens eines anderen Containmentrings (36, 37) unterscheidet.
- 10 14. Gehäusestruktur nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gehäusestruktur (30) ein Turbinenaußengehäuse bildet.
- 15 15. Strömungsmaschine (10) aufweisend eine Gehäusestruktur (30), welche gemäß wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet ist.

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

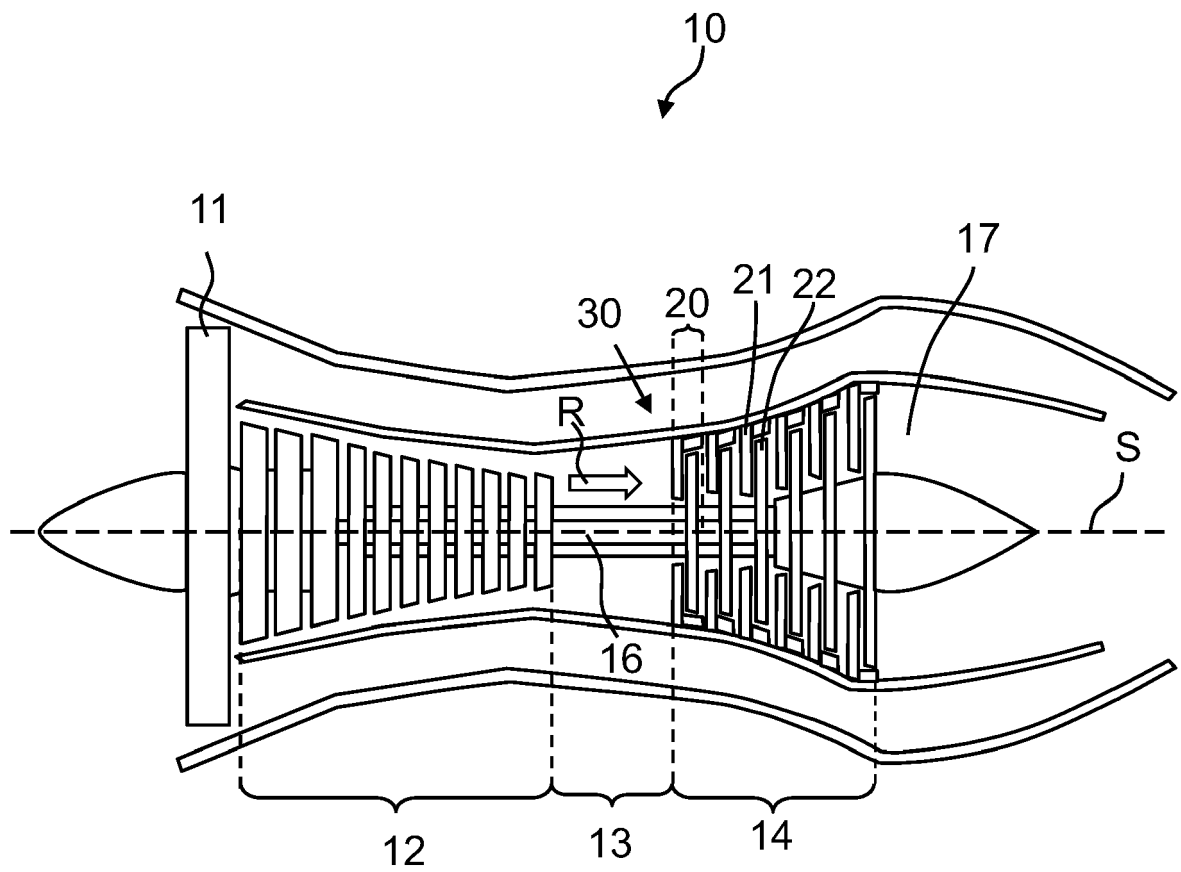


Fig. 2

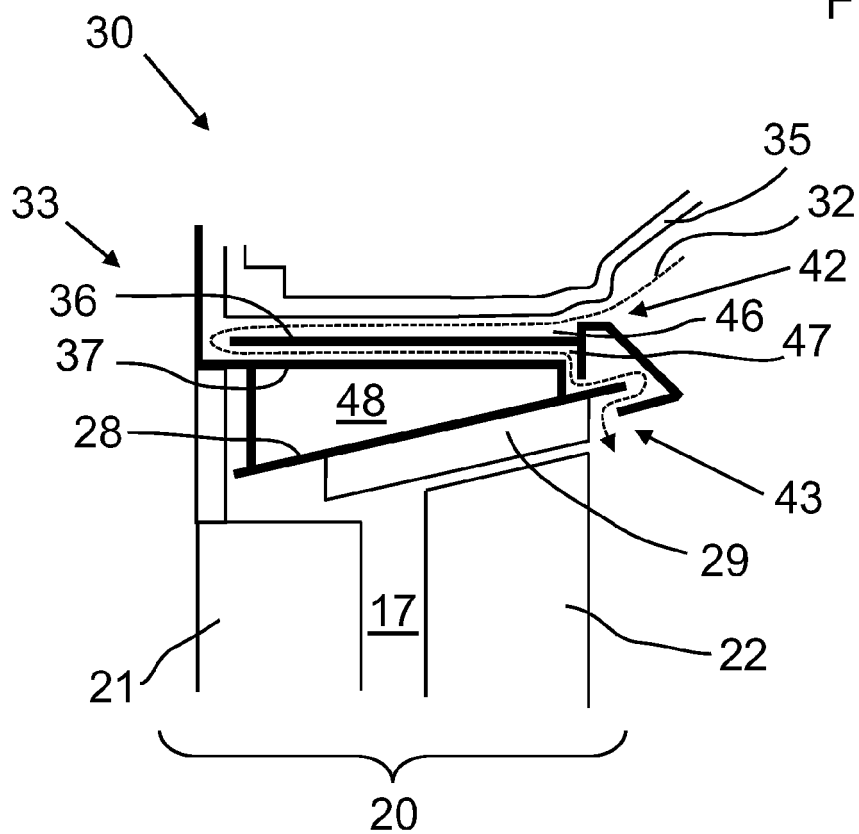
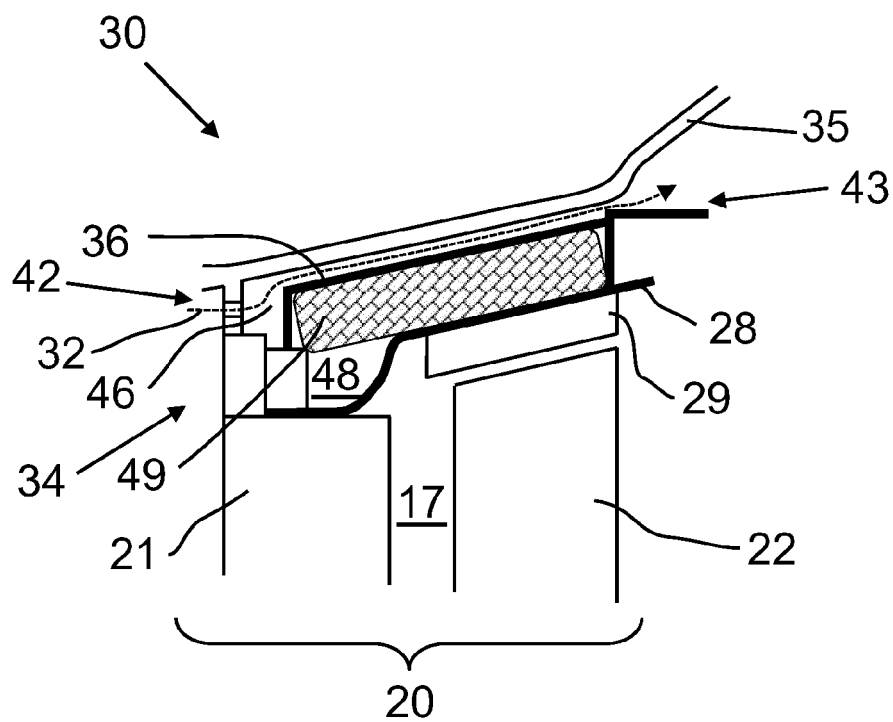


Fig. 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 24 16 0250

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

2

EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 10 975 721 B2 (PRATT & WHITNEY CANADA [CA]) 13. April 2021 (2021-04-13) * Spalte 3, Zeile 4 - Spalte 4, Zeile 43; Abbildung 3 *	1-6,9-15	INV. F01D21/04 F01D25/24 F01D25/14
X	US 2021/301727 A1 (ASDEV JASRAJ [IN] ET AL) 30. September 2021 (2021-09-30) * Seite 1, Absatz 17 - Seite 4, Absatz 42; Abbildungen 1-3 *	1,10,12,13,15	
X	US 2016/084086 A1 (REED JULIAN MARK [GB]) 24. März 2016 (2016-03-24) * das ganze Dokument *	1,10,12,13,15	
X	DE 10 2018 210598 A1 (MTU AERO ENGINES AG [DE]) 2. Januar 2020 (2020-01-02) * Seite 10, Absatz 87 - Seite 11, Absatz 106; Abbildungen 1,2 *	1-5,7-15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F01D
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 5. Juni 2024	Prüfer Rau, Guido
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 : nichtschriftliche 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			

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

EP 24 16 0250

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

05-06-2024

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	US 10975721	B2	13-04-2021	CA 2952107	A1	12-07-2017
				CN 106958467	A	18-07-2017
				EP 3192982	A1	19-07-2017
15				US 2017198604	A1	13-07-2017

	US 2021301727	A1	30-09-2021	CN 113446121	A	28-09-2021
				EP 3885538	A1	29-09-2021
				US 2021301727	A1	30-09-2021
20				US 2023184173	A1	15-06-2023

	US 2016084086	A1	24-03-2016	EP 3001040	A1	30-03-2016
				US 2016084086	A1	24-03-2016

25	DE 102018210598	A1	02-01-2020	DE 102018210598	A1	02-01-2020
				EP 3587748	A1	01-01-2020
				ES 2873976	T3	04-11-2021
				US 2020003121	A1	02-01-2020

30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

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