

(19)



(11)

EP 3 369 892 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
05.09.2018 Patentblatt 2018/36

(51) Int Cl.:
F01D 9/04^(2006.01) F01D 5/14^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17159076.3**

(22) Anmeldetag: **03.03.2017**

(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

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

(72) Erfinder:
 • **Mahle, Inga**
81669 München (DE)
 • **Brettschneider, Markus**
85757 Karlsfeld (DE)
 • **Maatouk, Fadi**
80807 München (DE)

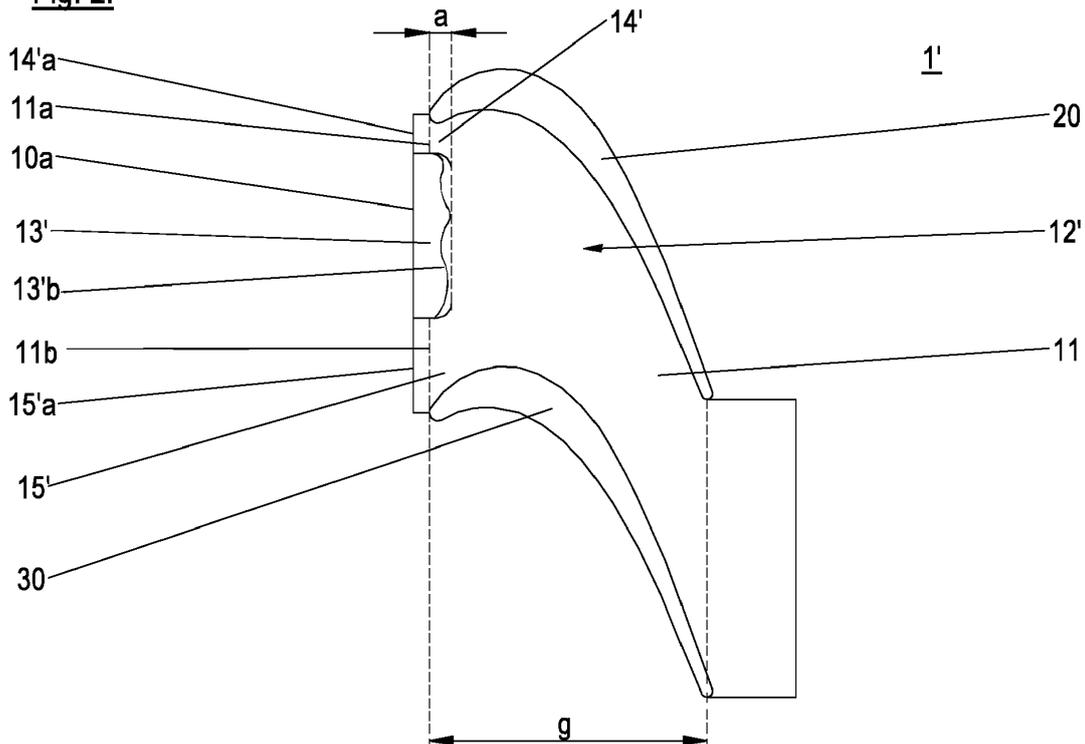
(54) **KONTURIERUNG EINER SCHAUFELGITTERPLATTFORM**

(57) Offenbart ist ein Schaufelgittersegment (1, 1') für ein Schaufelgitter einer Strömungsmaschine, das eine Plattform (10) und mindestens zwei Schaufelblätter (20, 30) umfasst, die durch ihre An- und Abströmkanten (23, 33, 24, 34) auf der Plattformoberfläche einen Schaufelzwischenstreifen (11) mit axialer Gitterbreite (g) bestimmen. Eine anströmseitige Plattformkante (10a) weist

eine Kontur mit einer Vertiefung (13, 13') auf. In axialer Richtung erstreckt sich diese Vertiefung höchstens um 10% der Gitterbreite (g) in den Schaufelzwischenstreifen (11) hinein.

Offenbart sind ferner eine entsprechende Plattform, ein Schaufelgitter, ein Schaufelkanal und eine Strömungsmaschine.

Fig. 2:



EP 3 369 892 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Schaufelgittersegment, ein Schaufelgitter, eine Plattform und einen Schaufelkanal einer Strömungsmaschine sowie eine Strömungsmaschine.

[0002] Strömungsmaschinen (wie Gas- und Dampfturbinen) weisen regelmäßig einen Strömungskanal zur Durchführung eines Fluids auf. Der Strömungskanal, der auch als Ringraum" bezeichnet wird, ist nach radial innen durch die Welle eines Rotors begrenzt und nach radial außen durch ein Gehäuse; die Bezeichnungen "radial" ebenso wie "axial" und "Umfangsrichtung" sowie davon abgeleitete Begriffe sind in dieser Schrift - sofern nichts anderes angegeben ist - stets auf eine (vorgesehene) Rotationsachse des Rotors zu verstehen.

[0003] Im Ringraum einer Strömungsmaschine sind Schaufelgitter angeordnet (für die auch die Bezeichnung "Schaufelkranz" üblich ist). Sie umfassen jeweils Leit- oder Laufschaufeln, die in Umfangsrichtung in im Wesentlichen regelmäßigen Abständen hintereinanderliegen, sowie zugehörige Plattformen, die auch als "Deckplatten" bezeichnet werden und die jeweils eine anströmseitige und eine abströmseitige Plattformkante aufweisen. Diese Plattformkanten begrenzen die den Schaufeln (bzw. Schaufelblättern) zugewandte Plattformoberfläche in axialer Richtung.

[0004] Als "anströmseitige" Plattformkante wird dabei in dieser Schrift der Rand der Plattform bezeichnet, den der im Betrieb durch den Ringraum der Strömungsmaschine führende (axiale) Hauptstrom zuerst passiert, als "abströmseitige" Plattformkante entsprechend der andere Rand. Die Angaben "stromab" bzw. "stromauf" beziehen sich entsprechend auf die axiale Hauptstromrichtung und dabei lediglich auf die axiale Position, also ungeachtet einer möglichen Verschiebung in Umfangsrichtung: Insbesondere ist in dieser Schrift ein Punkt als "stromab der Anströmkannten" liegend zu verstehen, wenn er zu einer direkten Verbindung der Anströmkannten an der Plattformoberfläche axial in Hauptstromrichtung versetzt angeordnet ist.

[0005] Die Druckseite einer Schaufel und die Saugseite einer benachbarten Schaufel begrenzen in Umfangsrichtung jeweils einen sogenannten Schaufelkanal. In radialer Richtung wird dieser Schaufelkanal innerhalb der Strömungsmaschine durch sogenannte Seitenwände begrenzt.

[0006] Diese werden zum einen durch die Plattformen gebildet, zum anderen durch diesen Plattformen radial gegenüberliegende Abschnitte: Im Falle von Laufschaufeln ist eine derartige Seitenwand dabei ein radial außen liegender Abschnitt (insbesondere des Gehäuses), im Falle von Leitschaufeln ein radial innen liegender Abschnitt (insbesondere einer Rotornabe).

[0007] Der Abschnitt der Plattformoberfläche, der in axialer Richtung durch die direkten Verbindungen der Anströmkannten bzw. der Abströmkannten benachbarter

Schaufelblätter an der Plattformoberfläche (bzw. durch eine Projektion einer geraden Verbindung der genannten Kanten in radialer Richtung auf die Plattformoberfläche) sowie in Umfangsrichtung durch deren Saug- bzw. Druckseite begrenzt ist, wird in dieser Schrift als "Schaufelzwischenstreifen" bezeichnet. Die Breite des Schaufelzwischenstreifens in Umfangsrichtung wird "Teilungsabstand" des Schaufelgitters genannt. Er kann insbesondere als Abstand der Anströmkannten jeweils benachbarter Schaufeln in Umfangsrichtung an der Plattformoberfläche gemessen werden. Die Tiefe des Schaufelzwischenraums in axialer Richtung, also der parallel zur vorgesehenen Rotationsachse der Strömungsmaschine gemessene Abstand der Anströmkannten der Schaufelblätter von deren Abströmkannten wird als "Gitterbreite" bezeichnet.

[0008] Eine durch einen Strömungskanal geführte Fluidströmung wird regelmäßig durch die Oberflächen der Seitenwände beeinflusst. Strömungsschichten, die nahe an diesen Oberflächen verlaufen, werden dabei aufgrund ihrer geringeren Geschwindigkeit stärker abgelenkt als von den Seitenwänden fernere Strömungsschichten. So entsteht eine Sekundärströmung, die einem axialen Hauptstrom überlagert ist und die insbesondere zu Wirbeln und Druckverlusten führt.

[0009] Zur Verringerung der Sekundärströmungen werden in die Seitenwände häufig Konturierungen in Form von Erhebungen und/oder Vertiefungen eingebracht.

[0010] Aus dem Stand der Technik ist eine Vielzahl von derartigen sogenannten "Seitenwandkonturierungen" bekannt. Exemplarisch seien die Patente bzw. Patentanmeldungen EP 2 487 329 B1, EP 2 787 172 A2, und EP 2 696 029 B1 der Anmelderin genannt.

[0011] Darüber hinaus ist aus der Druckschrift EP 1 126 132 A2 ein Strömungskanal mit einer Seitenwand bekannt, die im Bereich der Anströmkannten der Schaufelblätter eine radiale Vertiefung aufweist. Diese erstreckt sich in axialer Richtung über den überwiegenden Teil des Strömungskanals und endet erst kurz vor oder sogar hinter den Abströmkannten. Damit soll die Oberfläche des Durchflussbereichs zwischen An- und Abströmkannten lokal vergrößert werden, was die Effizienz des Rotors verbessern soll.

[0012] Die EP 2 372 088 A2 offenbart eine integral gefertigte Turbinenschaufelscheibe, die einen Kranz mit anströmseitigen und abströmseitigen Kanten aufweist, zwischen denen Laufschaufeln sowie - im Bereich der Anströmkannten der Laufschaufelblätter - Vertiefungen in der Kranzoberfläche angeordnet sind.

[0013] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine alternative Technik für eine Strömungsmaschine bereitzustellen, mit der Sekundärströme auf vorteilhafte Weise reduziert werden können.

[0014] Die Aufgabe wird gelöst durch einen Schaufelgittersegment gemäß Anspruch 1, ein Schaufelgitter nach Anspruch 11, einen Schaufelkanal gemäß Anspruch 12, eine Plattform gemäß Anspruch 13 und eine

Strömungsmaschine nach Anspruch 14. Vorteilhafte Ausführungsformen sind in den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Figuren offenbart.

[0015] Ein erfindungsgemäßes Schaufelgittersegment für ein Schaufelgitter einer Strömungsmaschine umfasst eine Plattform und mindestens zwei (benachbarte) Schaufelblätter, die entsprechend dem oben Genannten durch ihre An- und Abströmkanten auf der Plattformoberfläche einen Schaufelzwischenstreifen mit axialer Gitterbreite bestimmen. Die Plattform hat eine anströmseitige Plattformkante, die eine Kontur mit einer Vertiefung aufweist. In axialer Richtung erstreckt sich diese Vertiefung höchstens um 10% der Gitterbreite in den Schaufelzwischenstreifen hinein. Insbesondere kann die Vertiefung vollständig stromauf der Anströmkanten angeordnet sein, also nicht in den Schaufelzwischenstreifen hineinragen.

[0016] Bezogen auf die anströmseitige Plattformkante ist die Vertiefung also als lokale Ausprägung einer Linie zu verstehen, die sich aus dem Querschnitt einer in der zweidimensionalen Plattformoberfläche liegenden (flächigen) Vertiefung entlang der Plattformkante ergibt. Als eine solche "Vertiefung" ist in dieser Schrift eine lokale Ausformung in der Plattformoberfläche zu verstehen, in der sich diese zur von den Schaufelblättern abgewandten Seite hin erstreckt. Der Bezeichnung (ebenso wie Begriffen wie "abgesenkt" oder ähnlichem) liegt hier also eine Orientierung bzw. ein Koordinatensystem zugrunde, bei der die Schaufelblätter sich von der Plattformoberfläche nach "oben" erstrecken und eine Vertiefung dementsprechend in die entgegengesetzte Richtung (nach "unten") führt.

[0017] Die Vertiefung ist somit vollständig im Inneren eines Oberflächenstreifens der Plattformoberfläche angeordnet, dessen abströmseitige Begrenzung in axialer Richtung um höchstens 10% der Gitterbreite stromab der Anströmkanten verläuft; insbesondere gegenüber dieser Begrenzung ist die Vertiefung in allen ihren Punkten abgesenkt (wobei ein Rand der Vertiefung als nicht zu ihr gehörig angesehen werden kann). In der Kontur der anströmseitigen Plattformkante ist die Vertiefung vorzugsweise zusammenhängend ausgebildet. Gemäß einer speziellen Ausführungsform verläuft die abströmseitige Begrenzung sogar nicht weiter als (höchstens) 5% der Gitterbreite stromab der Anströmkanten der Schaufelblätter.

[0018] Ein erfindungsgemäßes Schaufelgittersegment kann einteilig oder zusammengesetzt sein. Insbesondere kann die Plattform einteilig sein oder zwei oder mehr Teile umfassen, von denen jeweils eines der Schaufelblätter absteht, oder die Plattform kann als mindestens ein separates Bauteil ausgebildet sein, das zwischen den Schaufelblättern angeordnet ist oder werden kann. Entsprechend ist eine erfindungsgemäße Plattform dazu eingerichtet, in Umfangsrichtung an jeder Seite an ein Schaufelblatt anzugrenzen und mit den Schaufelblättern (von denen keines, eines oder beide fest an die Plattform angeformt sein kann/können) zusammen

ein erfindungsgemäßes Schaufelgittersegment gemäß einer der in dieser Schrift offenbarten Ausführungsformen auszubilden.

[0019] Ein erfindungsgemäßes Schaufelgitter umfasst mindestens ein erfindungsgemäßes Schaufelgittersegment gemäß einer der in dieser Schrift offenbarten Ausführungsformen. Eine erfindungsgemäße Strömungsmaschine umfasst ein oder mehrere erfindungsgemäße Schaufelgitter.

[0020] Ein erfindungsgemäßer Schaufelkanal führt durch ein erfindungsgemäßes Schaufelgittersegment gemäß einer der in dieser Schrift offenbarten Ausführungsformen, ist also durch ein derartiges Schaufelgittersegment sowie eine dessen Plattform gegenüberliegende (der Plattformoberfläche zugewandte) Seitenwand begrenzt. Insbesondere ist der Schaufelkanal in Umfangsrichtung durch die Druckseite eines der Schaufelblätter des Schaufelgittersegments und durch die dieser gegenüberliegende Saugseite des (benachbarten) anderen der Schaufelblätter begrenzt.

[0021] Ein erfindungsgemäßes Schaufelgittersegment, ein erfindungsgemäßes Schaufelgitter, ein erfindungsgemäßer Schaufelkanal, eine erfindungsgemäße Plattform und eine erfindungsgemäße Strömungsmaschine ermöglichen jeweils eine Verbesserung der Sekundärströme und damit eine Verminderung von Verlusten im jeweiligen Naben- bzw. Gehäusebereich. So kann ein hoher Wirkungsgrad der Strömungsmaschine erzielt werden.

[0022] Das Schaufelgittersegment bzw. das Schaufelgitter bzw. der Strömungskanal bzw. die Plattform können insbesondere Teil einer Niederdruckturbine sein. Das Schaufelgitter kann ein Leitschaufelgitter oder ein Laufschaufelgitter sein, die Schaufelblätter können also jeweils Leit- oder Laufschaufelblätter sein. Die Plattform kann dazu eingerichtet sein, einen Schaufelkanal durch das Schaufelgittersegment nach radial innen oder nach radial außen zu begrenzen.

[0023] Die anströmseitige Plattformkante ist vorzugsweise dazu eingerichtet, (mindestens im Wesentlichen) angrenzend an ein weiteres (separates) Element (z.B. der Nabe oder des Gehäuses oder eines anderen Schaufelgitters) in der Strömungsmaschine verwendet zu werden. Sie kann dazu eingerichtet sein, einen Abschnitt einer Wandung eines Spaltes auszubilden, durch den Kühlungsfluid in den Ringraum der Strömungsmaschine eingeleitet wird bzw. werden kann. In Umfangsrichtung wird die anströmseitige Plattformkante (die Abschnitte mehrerer Teile einer mehrteiligen Plattform umfassen kann) vorzugsweise durch die (Umfangsrichtungs-)Positionen der Anströmkanten der beiden Schaufelblätter begrenzt; diese Begrenzungen können eine physikalische Ausprägung haben (z.B. indem die Plattform in Umfangsrichtung in ihnen endet) oder lediglich abstrakt zur Definition der anströmseitigen Plattformkante festgelegt bzw. festzulegen sein. Insbesondere hat die anströmseitige Plattformkante vorzugsweise in Umfangsrichtung eine Ausdehnung (bzw. Länge), die (im Wesentlichen)

gleich dem Teilungsabstand ist.

[0024] Als besonders vorteilhaft hat sich eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erwiesen, bei der sich die Vertiefung entlang der anströmseitigen Plattformkante (vorzugsweise durchgehend) über mindestens 50% des Teilungsabstands erstreckt.

[0025] Vorzugsweise hat die Vertiefung einen positiven Abstand (>0) von der Druckseite des einen Schaufelblattes und/oder von der Saugseite des anderen Schaufelblattes, so dass sie die jeweilige Seite also nicht berührt. Die Vertiefung kann von den beiden Schaufelblättern gleich oder unterschiedlich weit beabstandet sein. Insbesondere kann der Abstand von der Vertiefung zur Anströmseite der einen Schaufel (z.B. der, an dessen Druckseite der Schaufelzwischenraumbereich angrenzt) größer oder kleiner sein als der Abstand zwischen der Vertiefung und der Anströmseite der anderen Schaufel. Eine derartige axiale Asymmetrie kann einer unterschiedlichen Beeinflussung der Strömung durch Saug- und Druckseite der Schaufeln im Sinne einer Verminderung von Sekundärströmen gerecht werden.

[0026] Insbesondere hat sich eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung als vorteilhaft erwiesen, bei der die anströmseitige Plattformkante (bzw. ihre Kontur) asymmetrisch zu ihrer radialen Mittelachse ausgebildet ist, also einer radialen Achse, die durch die Mitte der anströmseitigen Plattformkante verläuft.

[0027] Bei einer bevorzugten Ausführungsvariante der vorliegenden Erfindung umfasst die Plattformoberfläche einen Flächenbereich, der zwischen der Vertiefung und einer Druckseite eines (des ersten) der Schaufelblätter angeordnet ist. Vorzugsweise wird ein derartiger Flächenbereich von der anströmseitigen Plattformkante erfasst. Die Kontur der anströmseitigen Plattformkante umfasst dann also einen Rand des Flächenbereichs, der im folgenden als "druckseitiger" Flächenbereich bezeichnet wird. Insbesondere kann sich ein Kantenabschnitt der anströmseitigen Plattformkante, in dem diese den druckseitigen Flächenbereich erfasst, in Umfangsrichtung vorzugsweise über mindestens 10% oder mindestens 20% des Teilungsabstandes erstrecken. Jeder Punkt der Vertiefung ist dabei vorzugsweise im Vergleich zu jedem Punkt des druckseitigen Flächenbereichs (in radialer Richtung) abgesenkt.

[0028] Analog kann die Plattformoberfläche einen Flächenbereich umfassen, der zwischen der Vertiefung und einer Saugseite des anderen (zweiten) der Schaufelblätter angeordnet ist. Vorzugsweise wird ein solcher Flächenbereich von der anströmseitigen Plattformkante erfasst. Die Kontur der anströmseitigen Plattformkante umfasst dann also einen Rand des Flächenbereichs, der im folgenden als "saugseitiger" Flächenbereich bezeichnet wird. Insbesondere kann ein Kantenabschnitt der anströmseitigen Plattformkante, in dem diese den saugseitigen Flächenbereich erfasst, sich in Umfangsrichtung vorzugsweise über mindestens 10% oder mindestens 20% des Teilungsabstandes erstrecken. Jeder Punkt der Vertiefung ist dabei vorzugsweise im Vergleich zu jedem

Punkt des saugseitigen Flächenbereichs (in radialer Richtung) abgesenkt.

[0029] Als besonders vorteilhaft hat sich eine Kombination dieser Ausführungsformen erwiesen, bei der also die Plattformoberfläche sowohl einen druck- als auch einen saugseitigen Flächenabschnitt (ggf. mit den weiteren genannten Eigenschaften) umfasst. Gemäß einer Ausführungsform ist dabei ein Kantenabschnitt, in dem die anströmseitige Plattformkante den saugseitigen Flächenbereich erfasst, größer als ein Kantenabschnitt der anströmseitigen Plattformkante, in dem diese den saugseitigen Flächenbereich erfasst; bei einer anderen Variante ist es umgekehrt, und bei einer weiteren Ausführungsform sind beide Abschnitte gleich groß.

[0030] Außerhalb der Vertiefung kann die Plattformoberfläche unkonturiert ausgebildet sein.

[0031] Im Folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es versteht sich, dass einzelne Elemente und Komponenten auch anders kombiniert werden können als dargestellt. Bezugszeichen für einander entsprechende Elemente sind figurenübergreifend verwendet und werden ggf. nicht für jede Figur neu beschrieben.

[0032] Es zeigen schematisch:

Figur 1: ein abgewinkeltes Schaufelgittersegment einer exemplarischen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in Draufsicht; und

Figur 2: ein abgewinkeltes Schaufelgittersegment einer alternativen exemplarischen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in Draufsicht.

[0033] In Figur 1 ist schematisch eine exemplarische (abgewinkelte) Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Schaufelgittersegments 1 in Draufsicht dargestellt; die Blickrichtung entspricht dabei der radialen Richtung (nach außen oder nach innen, je nachdem ob die Plattform 10 Teil einer äußeren oder einer inneren Seitenwand ist). Das Schaufelgittersegment umfasst benachbarte Schaufelblätter 20, 30 und eine erfindungsgemäße Plattform 10, die eine Plattformoberfläche 12, eine (bezogen auf die vorgesehene axiale Hauptstromrichtung X) anströmseitige Plattformkante 10a und eine abströmseitige Plattformkante 10b aufweist. Die anströmseitige Plattformkante 10a kann - wenngleich nicht dargestellt - Abschnitte mehrerer Teile einer mehrteiligen Plattform umfassen. Sie ist durch die (Umfangsrichtungs-)Positionen der Anströmseiten 23, 33 der beiden Schaufelblätter 20, 30 begrenzt; insbesondere ist die Ausdehnung (bzw. Länge) der anströmseitigen Plattformkante 10a in Umfangsrichtung damit gleich dem Teilungsabstand t.

[0034] Die Druckseite 21 des einen Schaufelblatts 20 und die Saugseite 32 des anderen Schaufelblatts 30 begrenzen in Umfangsrichtung U des zugehörigen Schaufelgitters einen Schaufelzwischenstreifen 11; in axialer Richtung ist dieser Schaufelzwischenstreifen durch eine

entlang der Plattform verlaufende, in der Draufsicht (also einer entsprechenden Projektion) gerade Verbindung 11a der Anströmkannten 23, 33 einerseits und durch eine entsprechende Verbindung 11b der Abströmkannten 24, 34 der Schaufelblätter 20, 30 begrenzt. Es ergibt sich eine (axiale) Gitterbreite g .

[0035] Die Plattformoberfläche weist eine Vertiefung 13 auf, die von der anströmseitigen Plattformkante 10a erfasst wird. Im Querschnitt (entlang einer Ebene, zu der die vorgesehene Rotationsachse normal ist) ergibt sich daraus, dass die anströmseitige Plattformkante 10a eine Kontur mit der Vertiefung 13 (in Form einer Senke) aufweist (in der Figur nicht unmittelbar dargestellt, aber durch sie impliziert).

[0036] Die Vertiefung ist im dargestellten Beispiel vollständig stromauf des Schaufelzwischenstreifens 11 angeordnet. Sie erstreckt sich entlang der anströmseitigen Plattformkante 10a zusammenhängend (also durchgehend) über eine Ausdehnung d , die größer ist als 50% der Teilung t . Dabei weist eine abströmseitige Begrenzung 13b der Vertiefung 13 einen sich mit ihrem Verlauf ändernden axialen Abstand zur anströmseitigen Plattformkante 10a auf; gemäß einem anderen (nicht dargestellten) Ausführungsbeispiel könnte eine abströmseitige Begrenzung der Vertiefung 13 sich im Wesentlichen ohne axiale Abweichungen in Umfangsrichtung U erstrecken, in einer radialen Projektion auf die Plattformoberfläche also parallel zur anströmseitigen Plattformkante 10a verlaufen (nicht dargestellt).

[0037] Die Plattformoberfläche weist einen zwischen der Druckseite 21 des Schaufelblatts 20 und der Vertiefung 13 angeordneten und an die vordere Plattformkante 10a heranreichenden druckseitigen Flächenabschnitt 14 sowie einen zwischen der Saugseite 32 des Schaufelblatts 30 und der Vertiefung 13 angeordneten und an die vordere Plattformkante heranreichenden saugseitigen Flächenabschnitt 15 auf. Die Vertiefung 13 ist dabei im Vergleich zu jedem Punkt des druckseitigen Abschnitts 14 und jedem Punkt des saugseitigen Abschnitts 15 vollständig in radialer Richtung abgesenkt (was in der Figur wiederum aufgrund der Darstellung als Draufsicht nicht sichtbar ist).

[0038] Der an die vordere Plattformkante 10a heranreichende druckseitige Flächenabschnitt 14 erstreckt sich in einem durchgehenden Kantenabschnitt 14a entlang der vorderen Plattformkante 10a. Analog erstreckt sich der an die vordere Plattformkante heranreichende saugseitige Abschnitt 15 in einem durchgehenden Kantenabschnitt 15a entlang der vorderen Plattformkante 10a. Im in der Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiel ist der Kantenabschnitt 15a kleiner als der Kantenabschnitt 14a. Insbesondere ist die anströmseitige Plattformkante 10a asymmetrisch zu ihrer (in der Figur nicht dargestellten) radialen Mittelachse, also zu einer radialen Achse, die durch die Mitte der anströmseitigen Plattformkante 10a läuft.

[0039] Figur 2 zeigt schematisch eine abgewinkelte alternative Ausführungsform eines erfindungsgemäßen

Schaufelgittersegments 1 in Draufsicht. Es weist wie das in Figur 1 gezeigte Schaufelgittersegment 1 Schaufelblätter 20, 30 und eine erfindungsgemäße Plattform 10 mit einer (bezogen auf die vorgesehene, axiale Hauptstromrichtung X) anströmseitigen Plattformkante 10a und einer abströmseitigen Plattformkante 10b auf.

[0040] Die Plattformoberfläche der Plattform 10 des Schaufelgittersegments 1' umfasst eine entlang der anströmseitigen Plattformkante 10a verlaufende Vertiefung 13', die von der anströmseitigen Plattformkante 10a erfasst wird. Im Querschnitt (entlang einer Ebene, zu der die vorgesehene Rotationsachse normal ist) ergibt sich auch hier eine die Vertiefung 13' in Form einer zusammenhängenden Senke umfassende Kontur in der anströmseitigen Plattformkante 10a (in der Figur wiederum nicht unmittelbar dargestellt, aber durch sie impliziert).

[0041] Eine abströmseitige Begrenzung 13'b der Vertiefung 13' weist auch im in der Figur 2 gezeigten Beispiel einen sich mit ihrem Verlauf ändernden Abstand in axialer Richtung zur anströmseitigen Plattformkante 10a auf; gemäß anderen (nicht gezeigten) Ausführungsbeispielen erstreckt sich eine abströmseitige Begrenzung der Vertiefung im Wesentlichen ohne axiale Abweichungen in Umfangsrichtung (verläuft also in der Projektion auf die Plattformoberfläche parallel zur anströmseitigen Plattformkante 10a). Die Vertiefung 13' ist dabei im Inneren eines Oberflächenstreifens der Plattformoberfläche 12' angeordnet, dessen abströmseitige Begrenzung in Umfangsrichtung verläuft und um den axialen Abstand a stromab der Anströmkannten 23, 33 der Schaufelblätter 20, 30 liegt. Erfindungsgemäß gilt dabei $a \leq 0,1g$, wobei g die axiale Gitterbreite ist. Die Vertiefung 13' ragt somit höchstens 10% der axialen Gitterbreite g in den Schaufelzwischenstreifen 11 hinein.

[0042] Die Plattformoberfläche weist einen zwischen der Druckseite 21 des Schaufelblatts 20 und der Vertiefung 13' angeordneten und an die vordere Plattformkante 11 heranreichenden druckseitigen Flächenabschnitt 14' sowie einen zwischen der Saugseite 32 des Schaufelblatts 30 und der Vertiefung 13' angeordneten und an die vordere Plattformkante heranreichenden saugseitigen Flächenabschnitt 15' auf. Die Vertiefung 13' ist dabei im Vergleich zu jedem Punkt des druckseitigen Abschnitts 14' und jedem Punkt des saugseitigen Abschnitts 15' vollständig in radialer Richtung abgesenkt (was in der Figur wiederum aufgrund der Darstellung als Draufsicht nicht sichtbar ist).

[0043] Der an die vordere Plattformkante heranreichende druckseitige Flächenabschnitt 14' erstreckt sich in einem Kantenabschnitt 14'a durchgehend entlang der vorderen Plattformkante 10a. Analog erstreckt sich der an die vordere Plattformkante heranreichende saugseitige Abschnitt 15' in einem Kantenabschnitt 15'a durchgehend entlang der vorderen Plattformkante 10a. Im in der Figur 2 gezeigten Ausführungsbeispiel ist der Kantenabschnitt 15'a größer als der Kantenabschnitt 14'a; in einem speziellen Ausführungsbeispiel kann der Kantenabschnitt 15'a mindestens 1,5 mal oder sogar min-

destens doppelt so groß sein wie der Kantenabschnitt 14'a.

[0044] Offenbart ist ein Schaufelgittersegment 1, 1' für ein Schaufelgitter einer Strömungsmaschine, das eine Plattform 10 und mindestens zwei Schaufelblätter 20, 30 umfasst, die durch ihre An- und Abströmkanten 23, 33, 24, 34 auf der Plattformoberfläche einen Schaufelzwischenstreifen 11 mit axialer Gitterbreite g bestimmen. Eine anströmseitige Plattformkante 10a weist eine Kontur mit einer Vertiefung 13, 13' auf. In axialer Richtung erstreckt sich diese Vertiefung 13, 13' höchstens um 10% der Gitterbreite g in den Schaufelzwischenstreifen 11 hinein.

[0045] Offenbart sind ferner eine entsprechende Plattform, ein Schaufelgitter, ein Schaufelkanal und eine Strömungsmaschine.

Bezugszeichen

[0046]

1, 1' Schaufelgittersegment

10 Plattform

10a anströmseitige Plattformkante

10b abströmseitige Plattformkante

11 Schaufelzwischenstreifen

11a anströmseitige Begrenzung des Schaufelzwischenstreifens

11b abströmseitige Begrenzung des Schaufelzwischenstreifens

12, 12' Plattformoberfläche

13, 13' Vertiefung

13b, 13'b abströmseitige Begrenzung der Vertiefung

14, 14' druckseitiger Flächenabschnitt

14a, 14'a Kantenabschnitt des druckseitigen Flächenabschnitts

15, 15' saugseitiger Flächenabschnitt

15a, 15'a Kantenabschnitt des saugseitigen Flächenabschnitts

20, 30 Schaufelblatt

21 Druckseite des Schaufelblatts 20

23, 33 Anströmkante

24, 34 Abströmkante

32 Saugseite des Schaufelblatts 30

a axialer Abstand der abströmseitigen Begrenzung der Vertiefung 13' von den Anströmkanten 23, 33 der Schaufelblätter

d Erstreckung der Vertiefung 13, 13' in Umfangsrichtung

g axiale Gitterbreite

t Teilungsabstand

U Umfangsrichtung

X vorgesehene axiale Hauptstromrichtung

Patentansprüche

1. Schaufelgittersegment (1, 1') für ein Schaufelgitter einer Strömungsmaschine, wobei das Schaufelgittersegment eine Plattform (10) mit einer Plattformoberfläche (12) und einer anströmseitige Plattformkante (10a) sowie mindestens zwei Schaufelblätter (20, 30) umfasst, die durch ihre An- und Abströmkanten (23, 33, 24, 34) auf der Plattformoberfläche (12) einen Schaufelzwischenstreifen (11) mit axialer Gitterbreite (g) bestimmen, wobei die anströmseitige Plattformkante (10a) eine Kontur mit einer Vertiefung (13, 13') aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Vertiefung (13, 13') in axialer Richtung höchstens um 10% der Gitterbreite (g) in den Schaufelzwischenstreifen (11) hinein erstreckt.
2. Schaufelgittersegment nach Anspruch 1, wobei die Vertiefung (13,13') entlang der anströmseitigen Plattformkante (10a) mindestens 50% des Teilungsabstands (t) umfasst.
3. Schaufelgittersegment nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei die anströmseitige Plattformkante (10a) asymmetrisch zu ihrer radialen Mittelachse ausgebildet ist.
4. Schaufelgittersegment (1, 1') nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Plattformoberfläche einen druckseitigen Flächenbereich (14, 14') umfasst, der zwischen einer Druckseite (21) eines der Schaufelblätter (20) und der Vertiefung (13, 13') angeordnet ist.
5. Schaufelgittersegment (1, 1') nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Kantenabschnitt (14a, 14'a), in dem die anströmseitige Plattformkante (10a) den druckseitigen Flächenbereich (14, 14') erfasst, mindestens 10% oder mindestens 20% des Teilungsabstandes (t) umfasst.
6. Schaufelgittersegment (1, 1') nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Plattformoberfläche einen saugseitigen Flächenbereich (15, 15') umfasst, der zwischen einer Saugseite (32) eines der Schaufelblätter (30) und der Vertiefung (13, 13') angeordnet ist.
7. Schaufelgittersegment (1, 1') nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Kantenabschnitt (15a, 15'a), in dem die anströmseitige Plattformkante (10a) den saugseitigen Flächenbereich (15, 15') erfasst, mindestens 10% oder mindestens 20% des Teilungsabstandes (t) umfasst.
8. Schaufelgittersegment nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Vertiefung (13) voll-

ständig stromauf der Anströmkanten (23, 33) angeordnet ist.

9. Schaufelgittersegment nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Schaufelgitter ein Leitschaukelgitter oder ein Laufschaufelgitter ist. 5
10. Schaufelgittersegment nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine abströmseitige Begrenzung (13'b) der Vertiefung im Wesentlichen parallel zur anströmseitigen Plattformkante (10a) verläuft. 10
11. Schaufelgitter mit zwei oder mehr Schaufelgittersegmenten (1, 1') nach einem der vorhergehenden Ansprüche. 15
12. Schaufelkanal einer Strömungsmaschine, der durch ein Schaufelgittersegment (1, 1') nach einem Ansprüche 1 bis 10 sowie durch eine der Plattform (10) des Schaufelgittersegments gegenüberliegende Seitenwand begrenzt ist. 20
13. Plattform (10) für ein Schaufelgittersegment gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Plattform dazu eingerichtet ist, in Umfangsrichtung (U) an die mindestens zwei Schaufelblätter (20, 30) anzugrenzen. 25
14. Strömungsmaschine mit mindestens einem Schaufelgitter gemäß Anspruch 11. 30

35

40

45

50

55

Fig. 1:

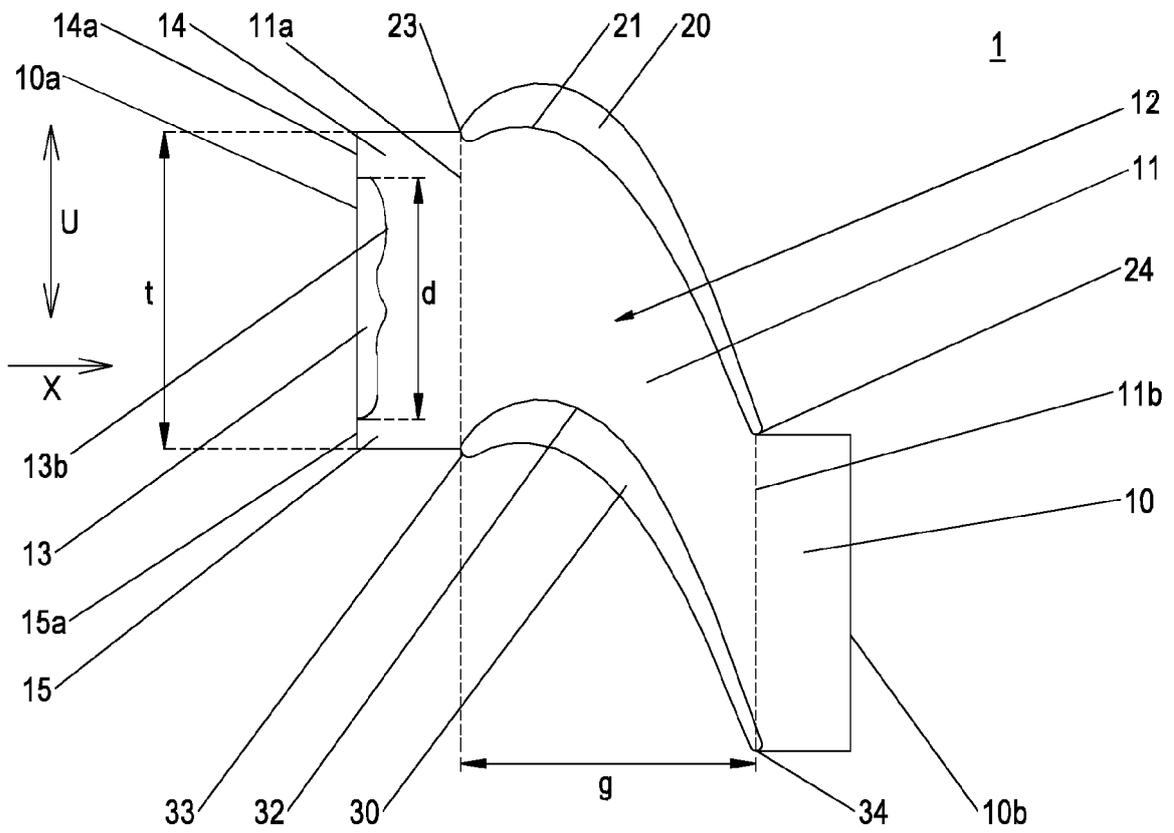
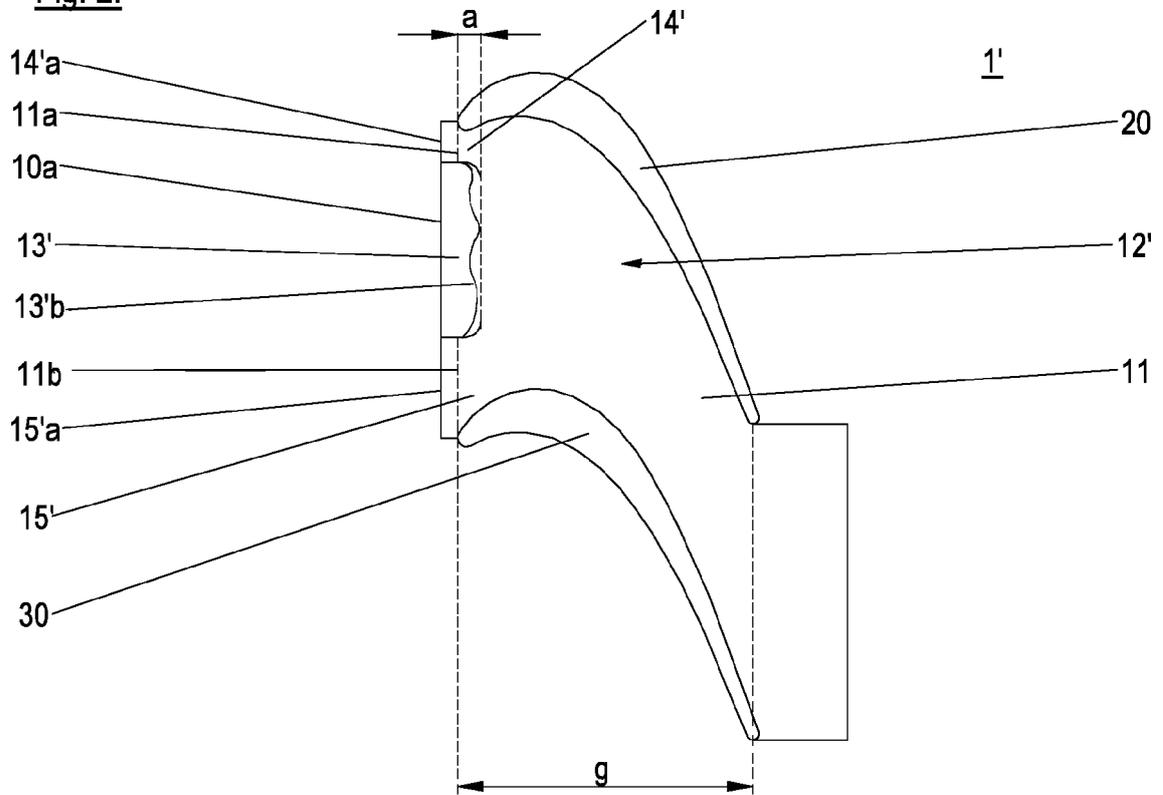


Fig. 2:





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 17 15 9076

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	DE 10 2010 007985 A1 (ALSTOM TECHNOLOGY LTD [CH]) 2. September 2010 (2010-09-02) * Zusammenfassung; Abbildungen 5A, 7 * * Absatz [0046] - Absatz [0048] * -----	1-14	INV. F01D9/04 ADD. F01D5/14
X	WO 98/44240 A1 (SIEMENS AG [DE]; MUELLER KARL HEINRICH [DE]; ULM WILFRIED [DE]; BELL R) 8. Oktober 1998 (1998-10-08) * Zusammenfassung; Abbildungen 1, 2 * * Seite 11, Zeile 24 - Seite 12, Zeile 26 * -----	1,2,4-14	
X	US 2008/232968 A1 (NGUYEN BAO Q [US]) 25. September 2008 (2008-09-25) * Zusammenfassung; Abbildungen 1, 2 * * Absatz [0014] - Absatz [0016] * * Absatz [0027] * -----	1-3,8-14	
X	EP 2 372 102 A2 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 5. Oktober 2011 (2011-10-05) * Zusammenfassung; Abbildungen 3, 6, 7 * * Absatz [0011] * * Absatz [0013] * * Absatz [0019] - Absatz [0022] * -----	1-9, 11-14	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F01D
X	WO 2015/092204 A1 (SNECMA [FR]) 25. Juni 2015 (2015-06-25) * Zusammenfassung; Abbildungen 1, 3, 5 * -----	1,2,4-9, 11-14	
2 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 8. September 2017	Prüfer Alaguero, Daniel
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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 17 15 9076

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.

08-09-2017

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102010007985 A1	02-09-2010	CN 101818660 A	01-09-2010
		DE 102010007985 A1	02-09-2010
		EP 2224096 A1	01-09-2010
		JP 2010203438 A	16-09-2010
		US 2010221095 A1	02-09-2010

WO 9844240 A1	08-10-1998	AT 228609 T	15-12-2002
		CN 1251153 A	19-04-2000
		EP 0972128 A1	19-01-2000
		JP 4241937 B2	18-03-2009
		JP 2001516420 A	25-09-2001
		KR 20010005910 A	15-01-2001
		PL 335864 A1	22-05-2000
		US 6213711 B1	10-04-2001
		WO 9844240 A1	08-10-1998

US 2008232968 A1	25-09-2008	KEINE	

EP 2372102 A2	05-10-2011	EP 2372102 A2	05-10-2011
		US 2011243749 A1	06-10-2011

WO 2015092204 A1	25-06-2015	CA 2934052 A1	25-06-2015
		CN 105829652 A	03-08-2016
		EP 3084132 A1	26-10-2016
		FR 3014941 A1	19-06-2015
		JP 2017500486 A	05-01-2017
		US 2017122108 A1	04-05-2017
WO 2015092204 A1	25-06-2015		

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

- EP 2487329 B1 [0010]
- EP 2787172 A2 [0010]
- EP 2696029 B1 [0010]
- EP 1126132 A2 [0011]
- EP 2372088 A2 [0012]