

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
08.08.2018 Patentblatt 2018/32

(51) Int Cl.: *F01D 5/14* (2006.01) *F01D 9/04* (2006.01)
F04D 29/32 (2006.01) *F04D 29/54* (2006.01)
F04D 29/66 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 17154853.0

(22) Anmeldetag: **06.02.2017**

(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)

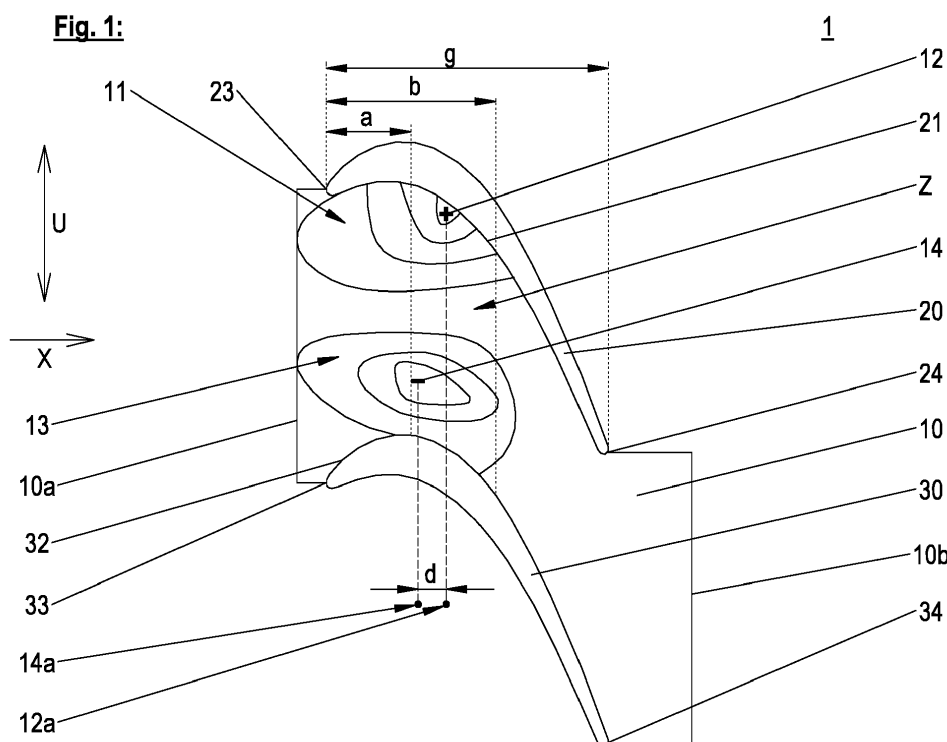
(72) Erfinder:

- **Brettschneider, Markus**
85757 Karlsfeld (DE)
- **Mahle, Inga**
81669 München (DE)

(54) **KONTURIERUNG EINER SCHAUFELGITTERPLATTFORM**

(57) Offenbart ist ein Schaufelgittersegment (1, 1') eines Schaufelgitters einer Strömungsmaschine, das mindestens zwei eine axiale Gitterbreite (g) bestimmende Schaufelblätter (20, 30) und eine Plattform (10) mit einer Plattformoberfläche sowie einer anströmseitige Plattformkante (10a) umfasst. Die Plattformoberfläche weist eine sich bis zur Druckseite (21) eines ersten der Schaufelblätter (20) erstreckende Erhebung (11, 11') und eine sich bis zur Saugseite (32) des anderen der Schaufelblätter (30) erstreckende Vertiefung (13, 13')

auf. Mindestens ein höchster Punkt (12, 12') der Erhebung (11, 11') und mindestens ein tiefster Punkt (14, 14') der Vertiefung (13, 13') liegen jeweils wenigstens 30% und höchstens 60% der axialen Gitterbreite (g) stromab der Anströmkanten (23, 33) der Schaufelblätter (20, 30). Dabei reichen die Erhebung (11, 11') und die Vertiefung (13, 13') jeweils bis an die anströmseitige Plattformkante (10a) heran. Offenbart sind ferner eine Schaufelgitter, eine Plattform für ein Schaufelgittersegment, ein Schaufelkanal und eine Strömungsmaschine.



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 in Bezug auf eine 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 ein Punkt in dieser Schrift als "stromab der Anströmkanten" (oder stromab eines anderen Punktes) liegend zu verstehen, wenn er im Vergleich zu einer direkten Verbindung der Anströmkanten an der Plattformoberfläche (bzw. im Vergleich zum anderen Punkt) axial in/mit Hauptstromrichtung (also ihr folgend) versetzt angeordnet ist; Analoges gilt für die Bezeichnung "stromauf" (mit entgegengesetzter Richtung).

[0005] Der in Richtung des vorgesehenen axialen Hauptstroms gemessene Abstand der Anströmkanten der Schaufelblätter von ihren Abströmkanten wird (axiale) "Gitterbreite" genannt.

[0006] 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. 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] 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.

[0008] Zur Verringerung der Sekundärströmungen werden in die Seitenwände häufig Konturierungen in Form von Erhebungen und/oder Vertiefungen eingebracht.

[0009] Aus dem Stand der Technik ist eine Vielzahl von derartigen sogenannten "Seitenwandkonturierungen" bekannt. Exemplarisch seien die Patente bzw. Patentanmeldungen der Anmelderin EP 2 487 329 B1, EP 2 787 172 A2, und EP 2 696 029 B1 genannt. Die letztgenannte Schrift offenbart dabei ein Schaufelgitter mit einer Seitenwandkonturierung, die eine druckseitige Erhebung und eine saugseitige Vertiefung aufweist, wobei ein höchster Abschnitt der Erhebung und ein tiefster Abschnitt der Vertiefung in einem Bereich von 30% bis 60% einer Erstreckung der Schaufelblätter in Axialrichtung liegen und sich voneinander um maximal 10% in Axialrichtung unterscheiden.

[0010] Die Druckschrift US 2012/051 900 A1 offenbart ein Leitschaufelgitter mit einer Seitenwandkonturierung, bei der eine Plattformoberfläche zwischen der Druckseite eines der Schaufelblätter und der Saugseite eines anderen der Schaufelblätter je eine Erhebung und eine Vertiefung aufweist, die zusammen einen sich axial erstreckenden, gebogenen Kanal bilden.

[0011] Aus der US 2006/ 233 641 A1 ist ein Schaufelgitter mit einer Plattform bekannt, deren Oberfläche von den An- und Abströmkanten der Schaufelblätter jeweils anwachsende Erhebungen aufweist.

[0012] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Technik bereitzustellen, mit der Sekundärströme im Ringraum einer Strömungsmaschine auf vorteilhafte Weise weiter reduziert werden können.

[0013] Die Aufgabe wird gelöst durch einen Schaufelgittersegment gemäß Anspruch 1, ein Schaufelgitter nach Anspruch 10, einen Schaufelkanal gemäß Anspruch 11, eine Plattform gemäß Anspruch 12 und eine Strömungsmaschine nach Anspruch 13. Vorteilhafte Ausführungsformen sind in den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Figuren offenbart.

[0014] Ein erfindungsgemäßes Schaufelgittersegment für ein Schaufelgitter (z.B. ein Laufschaufelgitter oder ein Leitschaufelgitter) einer Strömungsmaschine umfasst mindestens zwei (vorzugsweise im Schaufelgitter benachbarte) Schaufelblätter und eine Plattform. Die Schaufelblätter weisen jeweils eine An- und eine Abströmkante auf, durch die eine axiale Gitterbreite definiert wird. Die Plattform (die einen Teil einer radial inneren

oder einer radial äußeren Seitenwand eines Schaufelkanals ausbilden kann) hat eine anströmseitige Plattformkante sowie eine Plattformoberfläche. Diese weist mindestens eine sich bis zur Druckseite eines ersten der Schaufelblätter erstreckende Erhebung und mindestens eine sich bis zur Saugseite des anderen (also des zweiten) der Schaufelblätter erstreckende Vertiefung auf. Mindestens ein höchster Punkt der mindestens einen Erhebung und mindestens ein tiefster Punkt der mindestens einen Vertiefung liegen jeweils mindestens 30% und höchstens 60% der axialen Gitterbreite stromab der Anströmkanten der Schaufelblätter. Dabei reichen die mindestens eine Erhebung und die mindestens eine Vertiefung jeweils bis an die anströmseitige Plattformkante heran.

[0015] Insbesondere kann ein erfindungsgemäßes Schaufelgittersegment eine oder mehrere Erhebung(en) bzw. eine oder mehrere Vertiefung(en) jeweils mit den oben und/oder nachfolgend genannten Eigenschaften haben. Die Angabe "mindestens eine" wird für die Erhebung und die Vertiefung im folgenden aus Gründen der besseren Lesbarkeit zuweilen weggelassen.

[0016] Als "Erhebung" ist in dieser Schrift eine lokale Ausformung (wie beispielsweise ein Buckel bzw. Vorsprung) in der Plattformoberfläche zu verstehen, in der sich diese zur den Schaufelblättern zugewandten Seite hin erstreckt. Als "Vertiefung" ist analog eine lokale Ausformung in der Plattformoberfläche in die andere Richtung (also zur von den Schaufelblättern abgewandten Seite hin) zu verstehen (wie z.B. eine Senke bzw. Nische).

[0017] Den Bezeichnungen "Erhebung" und "Vertiefung" (ebenso wie Begriffen wie "abgesenkt" oder ähnlichem) liegt hier also eine Orientierung bzw. ein Koordinatensystem zugrunde, bei der sich die Schaufelblätter und eine Erhebung von der Plattformoberfläche nach "oben" erstrecken und eine Vertiefung dementsprechend in die entgegengesetzte Richtung (nach "unten") führt.

[0018] Als höchste bzw. tiefste Punkte werden jeweils die Punkte der Erhebung bzw. Vertiefung verstanden, in denen sich diese am weitesten in die jeweilige Richtung erstreckt. Die höchsten bzw. tiefsten Punkte können jeweils einen Flächenabschnitt oder eine Kurve ausbilden oder singular sein. Gemäß einer exemplarischen Ausführungsform weist die Erhebung genau einen höchsten Punkt und/oder weist die Vertiefung genau einen tiefsten Punkt auf.

[0019] Insbesondere kann die Plattformoberfläche einen (z.B. unkonturierten) Oberflächenabschnitt umfassen, der sich vorzugsweise bis zur abströmseitigen Plattformkante erstreckt (bzw. diese umfasst) und der eine Nullfläche in dem Sinne bestimmt, dass eine Erhebung radial über und eine Vertiefung radial unter der Nullfläche liegt. In Umfangsrichtung hat der genannte Oberflächenabschnitt vorzugsweise im Wesentlichen dieselbe Krümmung wie die abströmseitige Plattformkante; insbesondere kann er eben sein, wenn die abströmseitige Plattformkante gerade ist.

[0020] 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.

[0021] In Umfangsrichtung können die mindestens eine Erhebung und die mindestens eine Vertiefung zumindest in einem Bereich der Plattformoberfläche ineinander übergehen, dort also lediglich durch eine (auf der Plattformoberfläche liegende) Kurve getrennt sein (die dann also eine Nullhöhenlinie beschreibt); kann eine Umgebung der Kurve mathematisch als Graph einer total differenzierbaren Funktion beschrieben werden, sind also deren Richtungsableitungen in Umfangsrichtung in allen Punkten der Kurve von Null verschieden. Die Kurve kann sich von der anströmseitigen Plattformkante aus erstrecken, an diese also heranreichen. In axialer Richtung hat die Kurve vorzugsweise eine Ausdehnung von mindestens 20%, mindestens 30% oder sogar mindestens 50% der axialen Gitterbreite.

[0022] Alternativ oder zusätzlich können die mindestens eine Erhebung und die mindestens eine Vertiefung zumindest in einem Abschnitt der Plattformoberfläche durch eine unkonturierte Teilfläche der Plattformoberfläche getrennt sein, welche die Erhebung und die Vertiefung in dem Abschnitt in Umfangsrichtung voneinander trennt (und dann also eine Nullfläche beschreibt).

[0023] 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 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) zusammen ein erfindungsgemäßes Schaufelgittersegment gemäß einer der in dieser Schrift offenbarten Ausführungsformen auszubilden.

[0024] Ein erfindungsgemäßes Schaufelgitter umfasst mindestens ein erfindungsgemäßes Schaufelgittersegment gemäß einer der in dieser Schrift offenbarten Ausführungsformen. Eine erfindungsgemäße Strömungs-

maschine umfasst ein oder mehrere erfindungsgemäße(s) Schaufelgitter.

[0025] 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.

[0026] Ein erfindungsgemäßes Schaufelgittersegment, ein erfindungsgemäßes Schaufelgitter, ein erfindungsgemäßer Schaufelkanal, eine erfindungsgemäße Plattform und eine erfindungsgemäße Strömungsmaschine beeinflussen durch die erfindungsgemäße Geometrie der Plattformoberfläche das statische Druckfeld an der Plattformoberfläche und auf die Schaufeln im Randbereich. Dadurch wird jeweils eine Reduktion der Sekundärströmung, insbesondere von Wirbeln im Schaufelkanal ermöglicht. So können Verluste verringert und die Zuströmung in ein ggf. stromab liegendes weiteres Schaufelgitter verbessert werden.

[0027] Das Schaufelgittersegment bzw. das Schaufelgitter bzw. der Strömungskanal bzw. die Plattform können insbesondere Teil einer Niederdruckturbine bzw. dazu eingerichtet sein, in einer Niederdruckturbine eingebaut bzw. verwendet zu werden. Die Schaufelblätter können 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.

[0028] Das erste Schaufelblatt kann insbesondere mindestens teilweise auf der Erhebung fußen, und/oder das zweite Schaufelblatt kann mindestens teilweise in der Vertiefung fußen.

[0029] Vorteilhaft ist eine Ausführungsvariante, bei welcher der mindestens eine höchste Punkt der Erhebung auf einer Grenzlinie zwischen dem ersten Schaufelblatt (bzw. dessen Druckseite) und der Plattformoberfläche liegt. In einer Umgebung eines solchen höchsten Punktes kann die Plattformoberfläche konvex oder konkav geformt sein.

[0030] Analog kann (ggf. zusätzlich) der tiefste Punkt der Vertiefung auf einer Grenzlinie zwischen dem zweiten Schaufelblatt (bzw. dessen Saugseite) und der Plattformoberfläche liegen. In einer Umgebung eines solchen tiefsten Punktes kann die Plattformoberfläche konvex oder konkav geformt sein.

[0031] Als vorteilhaft hat sich eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erwiesen, bei der sich die jeweiligen axialen Positionen des mindestens einen höchsten Punktes der Erhebung und des mindestens einen tiefsten Punktes der Vertiefung um höchstens 10% der axialen Gitterbreite voneinander unterscheiden. Die höchsten bzw. tiefsten Punkte liegen dabei also in einem

Oberflächenstreifen der Plattform zwischen den Schaufelblättern, dessen an- und abströmseitigen Begrenzungen in Umfangsrichtung verlaufen und der in axialer Richtung eine Breite von 10% der Gitterbreite hat. Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung wird ein derartiger Oberflächenstreifen in axialer Richtung von einer Kurve durchkreuzt, in der die mindestens eine Erhebung und die mindestens eine Vertiefung wie oben beschrieben ineinander übergehen.

[0032] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der vorliegenden Erfindung ist der mindestens eine höchste Punkt der Erhebung stromab des mindestens einen tiefsten Punktes der Vertiefung angeordnet.

[0033] Die anströmseitige Plattformkante kann die mindestens eine Erhebung und/oder die mindestens eine Vertiefung erfassen. Die Erhebung bzw. die Vertiefung kann also in die anströmseitige Plattformkante hineinlaufen, so dass diese selbst (als eindimensionale Kurve betrachtet) eine Kontur aufweist, vorzugsweise geschwungen verläuft. Insbesondere kann die anströmseitige Plattformkante ein Maximum (eine Anhöhe) im Bereich der Erhebung (bzw. eines Ausläufers der Erhebung) und/oder ein Minimum (eine Senke) im Bereich der Vertiefung (bzw. eines Ausläufers der Vertiefung) aufweisen; die Bezeichnungen "Maximum" und "Minimum" sind dabei analog zu den Begriffen "Erhebung" bzw. "Vertiefung" zu verstehen.

[0034] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist die Plattformoberfläche außer der genannten mindestens einen Erhebung wenigstens eine weitere Erhebung auf, die sich zur Saugseite des anderen (zweiten) der Schaufelblätter hin erstreckt. Vorzugweise ist weitere Erhebung stromauf der mindestens einen Vertiefung angeordnet. Ein höchster Punkt der mindestens einen weiteren Erhebung liegt bevorzugtermaßen höchstens 15% oder sogar höchstens 10% der axialen Gitterbreite stromab der Anströmkanten der Schaufelblätter.

[0035] Analog zur mindestens einen Erhebung (siehe oben) kann die weitere Erhebung in Umfangsrichtung zumindest in einem Bereich der Plattformoberfläche in die mindestens eine Vertiefung übergehen, dort also lediglich durch eine (auf der Plattformoberfläche liegende) Linie getrennt sein (die dann also eine Nullhöhenlinie beschreibt); kann eine Umgebung der Kurve mathematisch als Graph einer total differenzierbaren Funktion beschrieben werden, sind also deren Richtungsableitungen in Umfangsrichtung in allen Punkten der Linie von Null verschieden. Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform ist die weitere Erhebung vollständig in Umfangsrichtung durch eine solche Linie von der mindestens einen Vertiefung abgetrennt. Die Linie kann sich von der anströmseitigen Plattformkante aus erstrecken, und/oder mindestens eines der Enden oder beide Enden der Linie können an die Saugseite des zweiten Schaufelblattes heranreichen.

[0036] Das zweite Schaufelblatt kann teilweise auf der weiteren Erhebung fußen. Als vorteilhaft hat sich eine

Ausführungsform erwiesen, bei der die weitere Erhebung ihre(n) höchsten Punkt(e) auf einer Grenzlinie zwischen dem zweiten Schaufelblatt (bzw. dessen Saugseite) und der Plattformoberfläche hat. In einer Umgebung dieses Punkt bzw. dieser Punkten kann die Plattformoberfläche konvex oder konkav geformt sein.

[0037] 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.

[0038] Es zeigen schematisch:

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

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

[0039] In Figur 1 ist in Draufsicht (mit radialer Blickrichtung) schematisch eine exemplarische, abgewinkelte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Schaufelgittersegments 1 dargestellt. Es umfasst Schaufelblätter 20, 30, die jeweils eine Druckseite und eine Saugseite aufweisen, sowie eine erfindungsgemäße Plattform 10 mit einer (bezogen auf die vorgesehene Hauptstromrichtung X) anströmseitigen Plattformkante 10a und einer abströmseitigen Plattformkante 10b. Die Plattform kann einteilig oder beispielsweise zweiteilig ausgebildet sein (nicht dargestellt), insbesondere kann sie zwei Teile umfassen, von denen jeweils eines der Schaufelblätter 20, 30 absteht.

[0040] Die Schaufelblätter 20, 30 definieren durch den in der axialen Hauptstromrichtung X gemessenen Abstand ihrer Anströmkanten 23, 33 von ihren Abströmkanten 24, 34 an der Plattformoberfläche eine axiale Gitterbreite g.

[0041] Die Plattformoberfläche weist eine sich bis zur Druckseite 21 des einen (ersten) Schaufelblatts 20 erstreckende, in der Figur 1 durch Höhenlinien verdeutlichte Erhebung 11 mit einem höchsten Punkt 12 auf. Wie aus den Höhenlinien ersichtlich ist, fußt das Schaufelblatt 20 teilweise (nämlich in seinem vorderen Bereich) auf der Erhebung 11.

[0042] Darüber hinaus hat die Plattformoberfläche eine sich bis zur Saugseite 31 des anderen (zweiten) Schaufelblatts 30 erstreckende, in der Figur 1 wiederum durch Höhenlinien verdeutlichte Vertiefung 13 mit einem tiefsten Punkt 14. Wie wiederum aus den Höhenlinien ersichtlich ist, fußt das Schaufelblatt 30 teilweise (nämlich in seinem vorderen Bereich) in der Vertiefung 13.

[0043] Dabei liegen der höchste Punkt 12 und der tiefste Punkt 14 in einem Zwischenstreifen Z der Plattformoberfläche. In der gezeigten Draufsicht (tatsächlich also

in der Projektion in radialer Richtung auf die Plattformoberfläche) verlaufen die anströmseitige und die abströmseitige Begrenzung des Zwischenstreifens Z jeweils parallel zur anströmseitigen Plattformkante 10a. Die anströmseitige Begrenzung des Zwischenstreifens liegt um einen Abstand a und die abströmseitige Begrenzung um einen Abstand b stromab der Anströmkanten 23, 33 der Schaufelblätter 20, 30; dabei gilt $a=0,3g$ und $b=0,6g$. Alle Punkte im Zwischenstreifen Z (und insbesondere der höchste Punkt 12 der Erhebung und der tiefste Punkt 14 der Vertiefung) liegen damit mindestens 30% und höchstens 60% der axialen Gitterbreite stromab der Anströmkanten der Schaufelblätter.

[0044] Wie durch die Höhenlinien in der Figur gekennzeichnet ist, erstrecken sich sowohl die Erhebung 11 als auch die Vertiefung 13 bis an die anströmseitige Plattformkante 10a.

[0045] Der höchste Punkt 12 der Erhebung 11 hat eine axiale Position 12a, und der tiefste Punkt 14 der Vertiefung hat analog eine axiale Position 14a. In axialer Richtung haben diese Positionen 12a, 14a einen Abstand d voneinander; gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform gilt $d \leq 0,1g$, so dass sich also die genannten axialen Positionen in axialer Richtung um höchstens 10% der axialen Gitterbreite g voneinander unterscheiden.

[0046] Figur 2 zeigt eine alternative Ausführungsform eines abgewinkelten erfindungsgemäßen Schaufelgittersegments 1' in Draufsicht (mit radialer Blickrichtung). Es umfasst wie das in Figur 1 gezeigte Schaufelgittersegment 1 Schaufelblätter 20, 30 und eine erfindungsgemäße Plattform 10 mit einer Plattformoberfläche und einer (bezogen auf die vorgesehene, axiale Hauptstromrichtung X) anströmseitigen Plattformkante 10a und einer abströmseitigen Plattformkante 10b.

[0047] Wie das in Figur 1 gezeigte Schaufelgittersegment 1 hat auch die Plattformoberfläche des in Figur 2 dargestellten Schaufelgittersegments 1' eine sich bis zur Druckseite 21 des einen (ersten) Schaufelblatts 20 erstreckende Erhebung 11' mit einem höchsten Punkt 12' und eine sich bis zur Saugseite 31 des anderen (zweiten) Schaufelblatts 30 erstreckende Vertiefung 13' mit einem tiefsten Punkt 14'. Der höchste Punkt 12' der Erhebung und der tiefste Punkt 14' der Vertiefung liegen beide im Zwischenstreifen Z, der wie oben beschrieben durch die Abstände a, b definiert ist, sind also jeweils mindestens 30% und höchstens 60% der axialen Gitterbreite g stromab der Anströmkanten 23, 33 der Schaufelblätter 20, 30 angeordnet.

[0048] Im in der Figur 2 gezeigten Ausführungsbeispiel erfasst die anströmseitige Plattformkante 10a in einem Abschnitt 11'a die Erhebung 11'. Die anströmseitige Plattformkante 10a weist daher ebenfalls eine (in der Figur 2 nicht dargestellte) Kontur auf, indem sie (als Graph einer eindimensionalen Funktion) im Bereich 11' a ein lokales Maximum hat.

[0049] Das Schaufelgittersegment 1' hat zudem eine weitere Erhebung 15', die sich bis zur Saugseite 32 des zweiten Schaufelblatts 30 erstreckt. Die weitere Erhe-

bung 15' ist dabei stromauf der Vertiefung 13' angeordnet.

[0050] Offenbart ist ein Schaufelgittersegment 1, 1' eines Schaufelgitters einer Strömungsmaschine, das mindestens zwei eine axiale Gitterbreite g bestimmende Schaufelblätter 20, 30 und eine Plattform 10 mit einer Plattformoberfläche sowie einer anströmseitigen Plattformkante 10a umfasst. Die Plattformoberfläche weist eine sich bis zur Druckseite 21 eines ersten der Schaufelblätter 20 erstreckende Erhebung 11, 11' und eine sich bis zur Saugseite 32 des anderen der Schaufelblätter 30 erstreckende Vertiefung 13, 13' auf. Mindestens ein höchster Punkt 12, 12' der Erhebung 11, 11' und mindestens ein tiefster Punkt 14, 14' der Vertiefung 13, 13' liegen jeweils wenigstens 30% und höchstens 60% der axialen Gitterbreite g stromab der Anströmkanten 23, 33 der Schaufelblätter 20, 30. Dabei reichen die Erhebung 11, 11' und die Vertiefung 13, 13' jeweils bis an die anströmseitige Plattformkante 10a heran.

[0051] Offenbart sind ferner eine Schaufelgitter, eine Plattform für ein Schaufelgittersegment, ein Schaufelkanal und eine Strömungsmaschine.

Bezugszeichen

[0052]

1, 1' Schaufelgittersegment

10 Plattform

10a anströmseitige Plattformkante

10b abströmseitige Plattformkante

11, 11' Erhebung

11'a Plattformkantenabschnitt der anströmseitigen Plattformkante 10a, in dem diese die Erhebung 11' erfasst

12, 12' höchster Punkt der Erhebung

12a axiale Position des höchsten Punktes 12 der Erhebung

13, 13' Vertiefung

14, 14' tiefster Punkt der Vertiefung

14a axiale Position des tiefsten Punktes 14 der Vertiefung

15' weitere Erhebung

20, 30 Schaufelblatt

21 Druckseite des ersten Schaufelblatts 20

23, 33 Anströmkante

24, 34 Abströmkante

32 Saugseite des zweiten Schaufelblatts 30

a axialer Abstand von Anströmkanten 23, 33 und anströmseitiger Begrenzung des Zwischenstreifens Z

b axialer Abstand von Anströmkanten 23, 33 und abströmseitiger Begrenzung des Zwischenstreifens Z

d axialer Abstand der axialen Positionen 12a und 14a voneinander

g axiale Gitterbreite

U Umfangsrichtung

X vorgesehene axiale Hauptstromrichtung

Z Zwischenstreifen

5

Patentansprüche

10

1. Schaufelgittersegment (1, 1') eines Schaufelgitters einer Strömungsmaschine, wobei das Schaufelgittersegment mindestens zwei jeweils durch ihre An- und Abströmkanten (23, 33, 24, 34) eine axiale Gitterbreite (g) bestimmende Schaufelblätter (20, 30) sowie eine Plattform (10) umfasst, die eine Plattformoberfläche sowie eine anströmseitige Plattformkante (10a) aufweist,

15

wobei die Plattformoberfläche eine sich bis zur Druckseite (21) eines ersten der Schaufelblätter (20) erstreckende Erhebung (11, 11') und eine sich bis zur Saugseite (32) des anderen der Schaufelblätter (30) erstreckende Vertiefung (13, 13') aufweist, wobei mindestens ein höchster Punkt (12, 12') der Erhebung (11, 11') und mindestens ein tiefster Punkt (14, 14') der Vertiefung (13, 13') jeweils wenigstens 30% und höchstens 60% der axialen Gitterbreite (g) stromab der Anströmkanten (23, 33) der Schaufelblätter (20, 30) liegen,

25

dadurch gekennzeichnet, dass

die Erhebung (11, 11') und die Vertiefung (13, 13') jeweils bis an die anströmseitige Plattformkante (10a) heranreichen.

30

2. Schaufelgittersegment (1, 1') gemäß Anspruch 1, wobei sich axiale Positionen (12a, 14a) des mindestens einen höchsten Punktes (12, 12') der Erhebung (11, 11') und des mindestens einen tiefsten Punktes (14, 14') der Vertiefung um höchstens 10% der axialen Gitterbreite (g) voneinander unterscheiden.

35

3. Schaufelgittersegment (1, 1') gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei der mindestens eine höchste Punkt (12) der Erhebung (11) stromab des mindestens einen tiefsten Punktes (14) der Vertiefung (12) angeordnet ist.

40

4. Schaufelgittersegment (1, 1') gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die anströmseitige Plattformkante (10a) die Erhebung (11') und/oder die Vertiefung erfasst.

45

5. Schaufelgittersegment (1') gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Plattformoberfläche zudem eine weitere Erhebung (15') aufweist, die sich bis zur Saugseite (32) des anderen der Schaufelblätter (30) erstreckt.

50

6. Schaufelgittersegment (1') gemäß Anspruch 5, wobei die weitere Erhebung (15') stromauf der Vertiefung (13') angeordnet ist.

55

7. Schaufelgittersegment (1') gemäß Anspruch 5 oder 6, wobei ein höchster Punkt der weiteren Erhebung höchstens 15% oder sogar höchstens 10% der axialen Gitterbreite stromab der Anströmkanten der Schaufelblätter liegt. 5
8. Schaufelgittersegment (1') gemäß einem der Ansprüche 5 bis 7, wobei die weitere Erhebung (15') mindestens einen höchsten Punkt hat, der auf einer Grenzlinie der Plattformoberfläche zur Saugseite (32) des anderen der Schaufelblätter liegt. 10
9. Schaufelgittersegment (1, 1') gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Schaufelgitter ein Leitschaukelgitter oder ein Laufschaufelgitter ist. 15
10. Schaufelgitter für eine Strömungsmaschine, das mindestens ein Schaufelgittersegment (1, 1') nach einem der vorangehenden Ansprüche umfasst. 20
11. 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. 25
12. Plattform (10) für ein Schaufelgittersegment (1, 1') gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Plattform dazu eingerichtet ist, in Umfangsrichtung (U) an die mindestens zwei Schaufelblätter (20, 30) anzugrenzen. 30
13. Strömungsmaschine mit mindestens einem Schaufelgitter gemäß Anspruch 10. 35

40

45

50

55

Fig. 1:

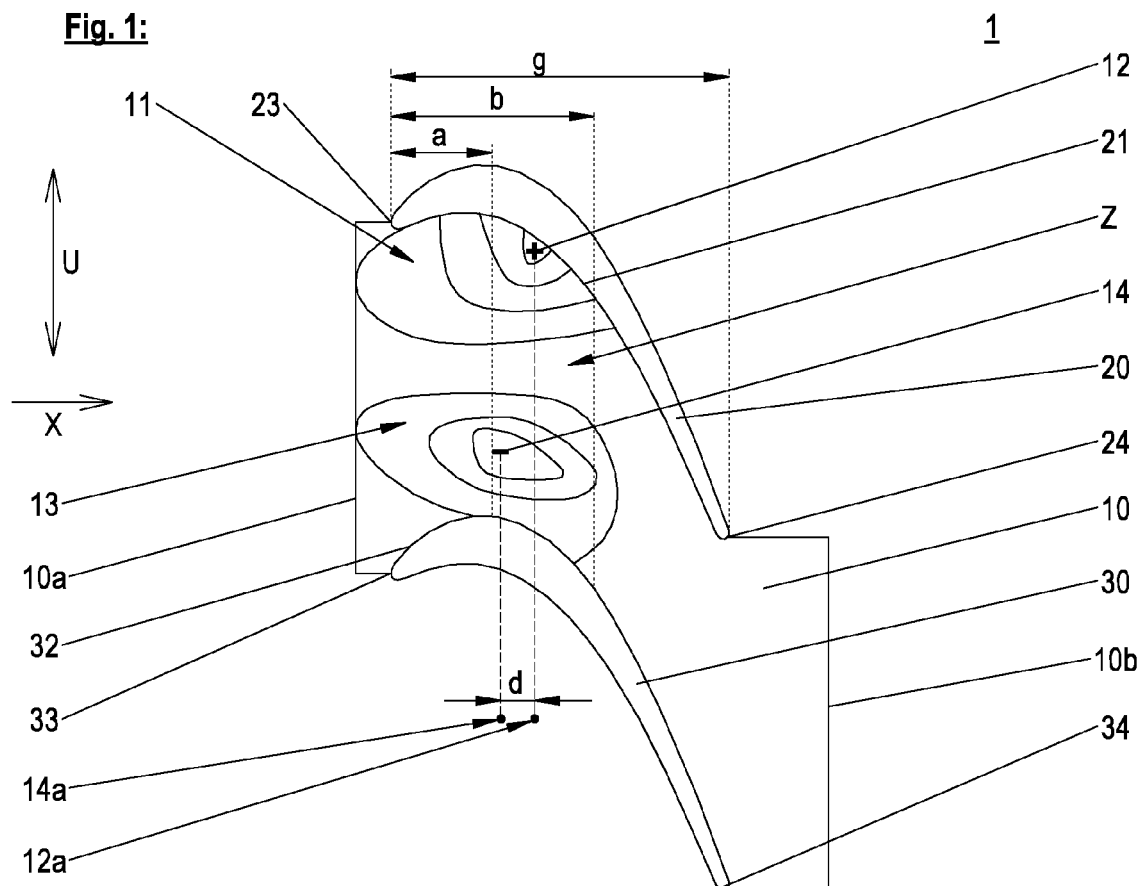
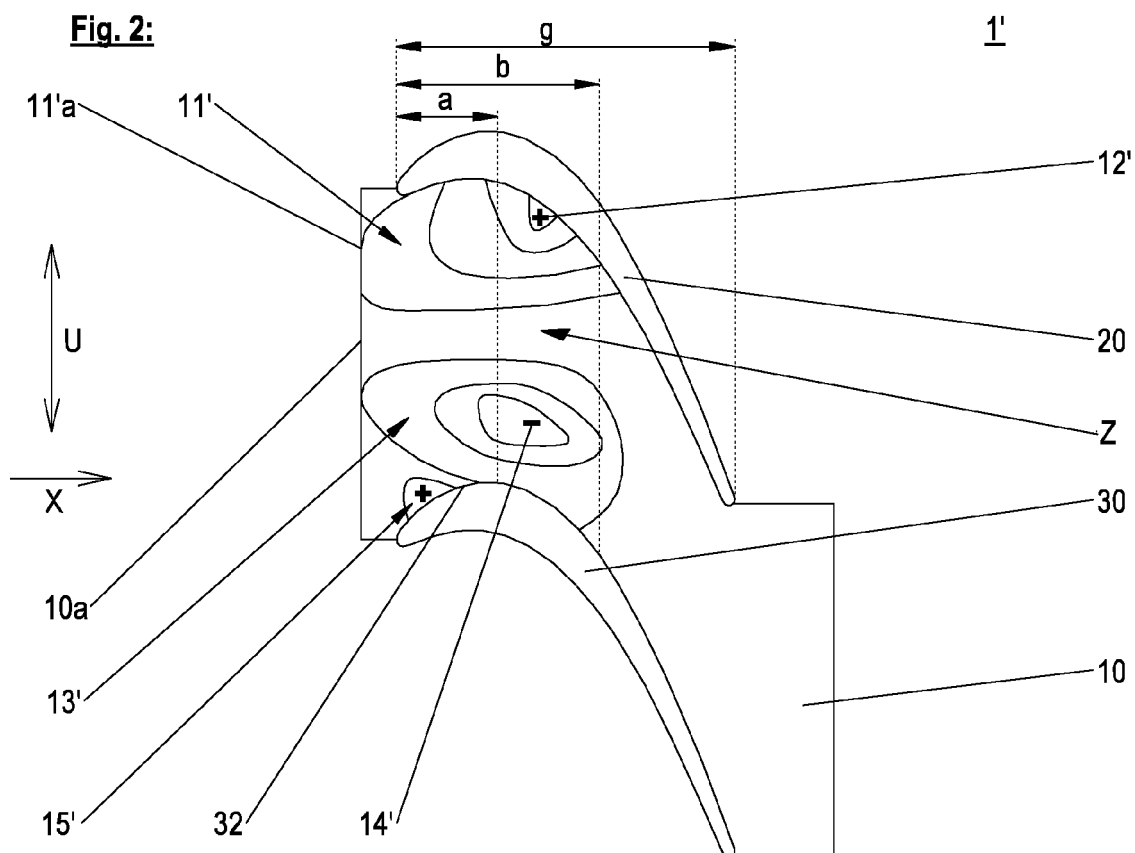


Fig. 2:





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 17 15 4853

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	US 2008/232968 A1 (NGUYEN BAO Q [US]) 25. September 2008 (2008-09-25) * Absätze [0001], [0003] * * Absätze [0014] - [0027] * * Abbildungen 1-3 * * Ansprüche 1-3 *	1-13	INV. F01D5/14 F01D9/04 F04D29/32 F04D29/54 F04D29/66
X	NO 20 130 204 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 30. August 2013 (2013-08-30) * Absatz [0001] * * Absätze [0008] - [0014] * * Absätze [0043] - [0052] * * Abbildungen 1-5 *	1-13	
X,D	EP 2 696 029 B1 (MTU AERO ENGINES AG [DE]) 7. Oktober 2015 (2015-10-07) * Absätze [0001] - [0002] * * Absätze [0020] - [0026] * * Abbildungen 1-3 * * Ansprüche 1,3-4,10 *	1-13	
A	WO 2015/195112 A1 (SIEMENS ENERGY INC [US]) 23. Dezember 2015 (2015-12-23) * Seite 1, Zeile 14 - Zeile 28 * * Seite 10, Zeile 18 - Seite 12, Zeile 6 * * Abbildung 2 *	1-13	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F01D F04D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 23. März 2017	Prüfer Nicolai, Sébastien
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 Patentedokument, 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 4853

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.

23-03-2017

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2008232968 A1	25-09-2008	KEINE	
NO 20130204 A1	30-08-2013	AU 2013201301 A1 BR 102013003779 A2 CN 103291371 A GB 2501969 A SG 193111 A1 US 2013224027 A1	12-09-2013 26-08-2014 11-09-2013 13-11-2013 30-09-2013 29-08-2013
EP 2696029 B1	07-10-2015	EP 2696029 A1 US 2014044551 A1	12-02-2014 13-02-2014
WO 2015195112 A1	23-12-2015	TW 201608113 A WO 2015195112 A1	01-03-2016 23-12-2015

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 [0009]
- EP 2787172 A2 [0009]
- EP 2696029 B1 [0009]
- US 2012051900 A1 [0010]
- US 2006233641 A1 [0011]