

(19)



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 3 249 158 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
29.11.2017 Patentblatt 2017/48

(51) Int Cl.:
F01D 5/18 (2006.01)

F01D 5/16 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 16170802.9

(22) Anmeldetag: 23.05.2016

(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: **Siemens Aktiengesellschaft
80333 München (DE)**
 (72) Erfinder:

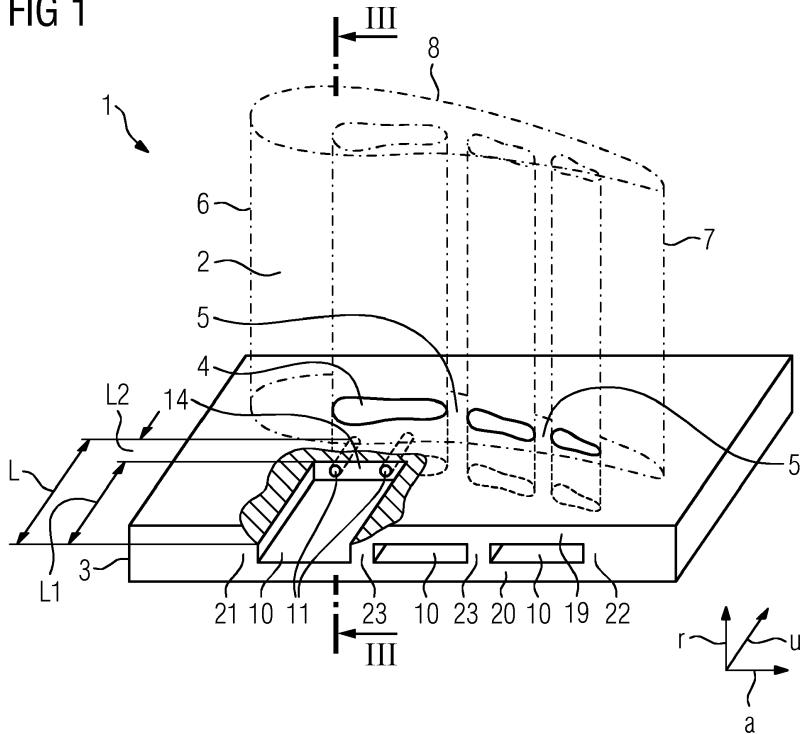
- **Heselhaus, Andreas
40235 Düsseldorf (DE)**
- **Schlößer, Marcel
45468 Mülheim an der Ruhr (DE)**

(54) TURBINENSCHAUFEL UND AXIALSTRÖMUNGSMASCHINE

(57) Die Erfindung betrifft eine Turbinenschaufel für eine Axialströmungsmaschine mit einem Schaufelblatt (2), einer Plattform (3) und einem Hohlraum (4), der im Inneren des Schaufelblatts (2) und der Plattform (3) angeordnet ist, wobei die Plattform (3) eine Abstützwand (14), an der das Schaufelblatt (2) fest angebracht ist und die den Hohlraum (4) begrenzt, mindestens eine innerhalb der Plattform (3) angeordnete Kammer (10), die an der dem Hohlraum (4) abgewandten Seite der Abstützwand (14) angeordnet ist, und mindestens ein in der Abstützwand (14) angeordnetes Durchgangsloch (11)

aufweist, das den Hohlraum (4) fluidleitend mit der Kammer (10) verbindet, so dass ein im Betrieb der Axialströmungsmaschine in dem Hohlraum (4) strömendes Kühlfluid von dem Hohlraum (4) in die Kammer (10) strömen kann, wobei die Summe der Querschnitte der Durchgangslöcher (11) senkrecht zu der Strömungsrichtung des Kühlfluids in den Durchgangslöchern (11) geringer als die Summe der Querschnitte der Kammern (10) senkrecht zu der Strömungsrichtung des Kühlfluids in den Kammern (10) ist.

FIG 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Turbinenschaufel für eine Axialströmungsmaschine und die Axialströmungsmaschine mit der Turbinenschaufel.

[0002] Eine Axialströmungsmaschine, wie beispielsweise eine Gasturbine oder eine Dampfturbine, weist Reihen von Schaufeln auf, wobei die Schaufeln entweder Leitschaufeln sind, die an dem Gehäuse der Axialströmungsmaschine angebracht sind, oder Laufschaufeln sind, die an der Welle der Axialströmungsmaschine angebracht sind. Die Schaufeln weisen im Bereich ihrer Schaufelfüße eine Plattform auf, die den Strömungskanal in einer radialen Richtung der Axialströmungsmaschine begrenzen. Die Schaufeln können als Verdichterschaufeln in einem Verdichter angeordnet sein oder als Turbinenschaufeln in einer Turbine.

[0003] Im Betrieb der Axialströmungsmaschine sind die Plattformen der Turbinenschaufeln einem heißen Gas ausgesetzt, beispielsweise Wasserdampf oder aus einer Brennkammer austretende Abgase, was zu einer Oxidation der Plattformen und damit einer Schwächung des Grundmaterials der Plattformen führen kann. Herkömmlich wird das Grundmaterial der Plattformen mit einer Wärmedämmsschicht beschichtet, um eine zu hohe Temperatur des Grundmaterials zu vermeiden. Der Einsatz der Wärmedämmsschicht kann jedoch zu hohen Temperaturgradienten in der Plattform führen, was zu einem Abplatzen der Wärmedämmsschicht führen kann. Das Abplatzen führt dazu, dass das Grundmaterial dem heißen Gas ausgesetzt ist, was zu der Oxidation des Grundmaterials führen kann.

[0004] Herkömmlich werden die Plattformen gekühlt, in dem in der Plattform Kühlluftbohrungen vorgesehen werden, die bis zu der Oberseite und/oder den Seitenflächen der Plattform führen. Im Betrieb der Axialströmungsmaschine wird Kühlluft durch die Kühlluftbohrungen geleitet, wodurch eine Kühlung der Plattform erfolgt. Durch das Kühlen mittels der Kühlluftbohrungen entstehen jedoch nachteilig in der Plattform wärmere und kältere Bereiche, was zu der Bildung von mechanischen Spannungen in der Plattform führen kann. Diese mechanischen Spannungen können wiederum zu dem Abplatzen der Wärmedämmsschicht führen.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Turbinenschaufel für eine Axialströmungsmaschine und die Axialströmungsmaschine mit der Turbinenschaufel zu schaffen, bei der mechanische Spannungen aufgrund von Temperaturgradienten in einer Plattform der Turbinenschaufel verhindert werden.

[0006] Die erfindungsgemäße Turbinenschaufel für eine Axialströmungsmaschine weist ein Schaufelblatt, eine Plattform und einem Hohlraum auf, der im Inneren des Schaufelblatts angeordnet ist, wobei die Plattform eine Abstützwand, an der das Schaufelblatt fest angebracht ist und die den Hohlraum begrenzt, mindestens eine innerhalb der Plattform angeordnete Kammer, die an der dem Hohlraum abgewandten Seite der Ab-

stützwand angeordnet ist, und mindestens ein in der Abstützwand angeordnetes Durchgangsloch aufweist, das den Hohlraum fluidleitend mit der Kammer verbindet, so dass ein im Betrieb der Axialströmungsmaschine in dem

5 Hohlraum strömendes Kühlfluid von dem Hohlraum in die Kammer strömen kann, wobei die Summe der Querschnitte der Durchgangslöcher senkrecht zu der Strömungsrichtung des Kühlfluids in den Durchgangslöchern geringer als die Summe der Querschnitte der Kammern 10 senkrecht zu der Strömungsrichtung des Kühlfluids in den Kammern ist.

[0007] Durch das Vorsehen der Kammern ist vorteilhaft eine gleichmäßige Kühlung der Turbinenschaufel möglich, als es durch ein Vorsehen von Kühlluftbohrungen der Fall ist. Dadurch sind im Betrieb der Axialströmungsmaschine die Temperaturgradienten in der Plattform niedrig, wodurch mechanische Spannungen in der Plattform vermindert werden. Durch das Vorsehen der Abstützwand ist vorteilhaft für das Schaufelblatt eine tragende Struktur vorgesehen. Durch das Vorsehen der Durchgangslöcher mit ihren kleinen Querschnitten ist vorteilhaft nur eine geringe Schwächung der tragenden Struktur vorgesehen. Das Schaufelblatt kann im Betrieb der Axialströmungsmaschine flattern, was eine selbsterregte Schwingung des Schaufelblatts ist. Das Flattern führt zu einer hohen Belastung der Turbinenschaufel insbesondere im Bereich der tragenden Struktur. Dadurch ist die geringe Schwächung gerade im Bereich der tragenden Struktur besonders vorteilhaft.

[0008] Es ist bevorzugt, dass die Summe der Querschnitte der Durchgangslöcher senkrecht zu der Strömungsrichtung des Kühlfluids in den Durchgangslöchern geringer als ein Zehntel, insbesondere geringer als ein Zwanzigstel, der Summe der Querschnitte der Kammern 35 senkrecht zu der Strömungsrichtung des Kühlfluids in den Kammern ist. Dies resultiert in einer besonders geringen Schwächung der tragenden Struktur. Die Strömungsrichtung des Kühlfluids in dem Durchgangsloch und in der Kammer ist bevorzugt im Wesentlichen in der 40 Umfangsrichtung der Axialströmungsmaschine gerichtet. Es ist bevorzugt, dass die Turbinenschaufel einen Schaufelfuß aufweist, der an der dem Schaufelblatt abgewandten Seite der Abstützwand fest angebracht ist. Dadurch ist der Schaufelfuß eine tragende Struktur für 45 die Abstützwand und somit indirekt eine tragende Struktur für das Schaufelblatt.

[0009] Die Abstützwand erstreckt sich bevorzugt in der Umfangsrichtung der Axialströmungsmaschine in einer Richtung weg von dem Hohlraum mindestens so weit 50 wie das Schaufelblatt. Dadurch trägt die Abstützwand das Schaufelblatt besonders stabil. Besonders bevorzugt ist, dass die Abstützwand sich in der Umfangsrichtung der Axialströmungsmaschine in einer Richtung weg von dem Hohlraum so weit wie das Schaufelblatt erstreckt. Dadurch trägt die Abstützwand das Schaufelblatt 55 besonders stabil und gleichzeitig ist die Kammer groß ausgebildet, wodurch eine gute Kühlung der Plattform ermöglicht ist.

[0010] Es ist bevorzugt, dass das Verhältnis aus der Länge der Kammer in der Umfangsrichtung der Axialströmungsmaschine zu der Summe aus der Länge der Kammer in der Umfangsrichtung und der Länge des Durchgangslochs in der Umfangsrichtung von 0,1 bis 0,9, insbesondere von 0,5 bis 0,9, beträgt. Durch diese derart großen Kammern ist vorteilhaft eine besonders gleichmäßige Kühlung der Plattform ermöglicht.

[0011] Es ist bevorzugt, dass eine Mehrzahl der Kammern vorgesehen ist, die in der Axialrichtung der Axialströmungsmaschine nebeneinander angeordnet ist, und das Verhältnis aus der Breite einer der Kammern in der Axialrichtung zu der Summe aus der Länge der einen Kammer in einer Umfangsrichtung der Axialströmungsmaschine und der Länge eines der Durchgangslöcher, das in die eine Kammer mündet, in der Umfangsrichtung höchstens 1 ist. Zwei benachbarte Kammern sind dabei jeweils mittels einer Trennwand voneinander getrennt. Durch das Vorsehen der Trennwand ergibt sich eine erhöhte Festigkeit der Plattform. Für den Fall, dass nur eine der in der Axialrichtung nebeneinander angeordneten Kammern vorgesehen ist, kann das Verhältnis auch größer als 1 sein.

[0012] Es ist bevorzugt, dass eine Mehrzahl der Kammern vorgesehen ist, die in er Axialrichtung der Axialströmungsmaschine nebeneinander angeordnet ist, und der Abstand von zwei benachbarten Kammern der Mehrzahl kleiner ist als die Hälfte, insbesondere kleiner als ein Fünftel, als die Breite einer der Kammern der Mehrzahl. Durch den kurzen Abstand der Kammern voneinander ist eine besonders gleichmäßige Kühlung der Plattform ermöglicht.

[0013] Bevorzugtermaßen ist das Verhältnis aus der Höhe der Kammer in der Radialrichtung der Axialströmungsmaschine zu einer Höhe der Plattform in der Radialrichtung von 0,15 bis 0,85, bevorzugt von 0,25 bis 0,4, ganz bevorzugt von im Wesentlichen 0,33. Dadurch ist eine hohe Festigkeit der Plattform bei gleichzeitig einer guten Kühlbarkeit der Plattform gewährleistet.

[0014] Es ist bevorzugt, dass die aufsummierte Breiten in der Axialrichtung der Axialströmungsmaschine von all den in der Axialrichtung nebeneinander angeordneten Kammern von 10% bis 90%, insbesondere von 50% bis 90%, der Plattformbreite in der Axialrichtung ist. Dadurch ist eine gute und homogene Kühlbarkeit der Plattform ermöglicht. Der Durchmesser des Durchgangslochs ist bevorzugt von 0,5 mm bis 2 mm. Durch diesen Durchmesser tritt nur eine geringe Schwächung der Abstützwand ein. Es ist bevorzugt, dass mindestens eine der Kammern an der Druckseite des Schaufelblatts und mindestens eine der Kammern an der Saugseite des Schaufelblatts vorgesehen sind. Dadurch ist vorteilhaft eine gleichmäßige Kühlung der gesamten Plattform erreichbar.

[0015] Die Turbinenschaufel weist bevorzugt mindestens einen Durchgangskanal auf, der durch eine erste Wand hindurch führt, die die Kammer in einer Axialrichtung der Strömungsmaschine an der dem Schaufelblatt

zugewandten Seite begrenzt. Im Betrieb der Axialströmungsmaschine kann das Kühlfluid durch die Durchgangskanäle in den Strömungskanal der Axialströmungsmaschine eintreten und eine Filmkühlung auf der den Strömungskanal zugewandten Oberfläche der Plattform bewirken.

[0016] Die erfindungsgemäße Axialströmungsmaschine weist mindestens eine der erfindungsgemäßen Turbinenschaufel auf.

[0017] Im Folgenden wird anhand der beigefügten schematischen Zeichnungen die Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine perspektivische Ansicht einer ersten Ausführungsform einer Turbinenschaufel für eine Axialströmungsmaschine,

Figur 2 einen Querschnitt der Turbinenschaufel gemäß Figur 1 in der Axialrichtung der Axialströmungsmaschine,

Figur 3 einen Querschnitt der Turbinenschaufel gemäß Figur 1 in der Umfangsrichtung der Axialströmungsmaschine.

Figur 4 eine perspektivische Ansicht einer zweiten Ausführungsform der Turbinenschaufel und

Figur 5 eine perspektivische Ansicht einer dritten Ausführungsform der Turbinenschaufel.

[0018] Wie es aus Figuren 1 bis 5 ersichtlich ist, weist eine Turbinenschaufel 1 für eine Axialströmungsmaschine ein Schaufelblatt 2 auf. Das Schaufelblatt 2 weist eine Vorderkante 6, eine Hinterkante 7, eine Schaufel spitze 8, eine Druckseite 17 und eine Saugseite 18 auf. Die Turbinenschaufel 1 weist weiterhin eine Plattform 3, die an dem der Schaufel spitze 8 abgewandten Ende des Schaufelblatts 2 angeordnet ist, und einen Schaufelfuß 9 auf, der an der dem Schaufelblatt 2 abgewandten Seite der Plattform 3 angeordnet ist. Die Turbinenschaufel 1 weist zudem einen Hohlraum 4 auf, der im Inneren des Schaufelblatts 2, der Plattform 3 und des Schaufelfußes 9 angeordnet ist. Wie es aus Figuren 1, 4 und 5 ersichtlich ist, weist das Schaufelblatt 2 mindestens einen Steg 5 auf, der die Druckseite 17 mit der Saugseite 18 verbindet und somit eine Versteifung des Schaufelblatts bewirkt.

[0019] Die Plattform 3 weist eine Abstützwand 14 auf, die den Hohlraum 4 begrenzt und an der das Schaufelblatt 2 und der Schaufelfuß 9 fest angebracht sind. Die Abstützwand 14 erstreckt sich dabei in der Radialrichtung r der Axialströmungsmaschine von dem Schaufelblatt 2 bis zu dem Schaufelfuß 9. Die Plattform 3 weist weiterhin mindestens eine innerhalb der Plattform 3 angeordnete Kammer 10 auf, die an der dem Hohlraum 4 abgewandten Seite der Abstützwand 14 angeordnet ist. Die Abstützwand 14 ist dabei der Bereich der Plattform 3, der sich von dem Hohlraum 4 bis zu der Kammer 10

erstreckt. Zudem weist die Plattform 3 mindestens ein in der Abstützwand 14 angeordnetes Durchgangsloch 11 auf, das den Hohlraum 4 fluidleitend mit der Kammer 10 verbindet. Wie es aus Figur 3 ersichtlich ist, sind mindestens eine der Kammern 10 mit dem zugehörigen Durchgangsloch 11 an der Druckseite 17 des Schaufelblatts 2 und mindestens eine der Kammern 10 mit dem zugehörigen Durchgangsloch 11 an der Saugseite des Schaufelblatts 2 vorgesehen.

[0020] In Figur 3 sind durch Pfeile 12 dargestellt, dass im Betrieb der Axialströmungsmaschine ein Kühlfluid, beispielsweise Kühlluft, in dem Hohlraum 4 von dem Schaufelfuß 9 in Richtung zu der Schaufel spitze 8 strömt. In der Schaufel spitze 8 sind Kühl luftlöcher (nicht dargestellt) vorgesehen, durch die das Kühlfluid aus dem Hohlraum 4 austreten kann. Ein Teil des Kühlfluids strömt von dem Hohlraum 4 via das Durchgangsloch 11 in die Kammer 10. Die Summe der Querschnitte der Durchgangslöcher 11 senkrecht zu der Strömungsrichtung des Kühlfluids in den Durchgangslöchern 11 ist geringer als, insbesondere geringer als ein Zehntel als, insbesondere geringer als ein Zwanzigstel als, die Summe der Querschnitte der Kammern 10 senkrecht zu der Strömungsrichtung des Kühlfluids in den Kammern 10. Die Strömungsrichtung des Kühlfluids in dem Durchgangsloch 11 und in der Kammer 10 ist im Wesentlichen in der Umfangsrichtung u der Axialströmungsmaschine gerichtet.

[0021] Wie es aus Figur 3 ersichtlich ist, weist das Schaufelblatt 2 an seiner Druckseite 17 unmittelbar benachbart zu der Plattform 3 einen ersten gekrümmten Bereich 15 auf, der in der Umfangsrichtung u von der übrigen Druckseite 17 vorsteht. Das Schaufelblatt 2 weist an seiner Saugseite 18 unmittelbar benachbart zu der Plattform 3 einen zweiten gekrümmten Bereich 16 auf, der in der Umfangsrichtung u von der übrigen Saugseite 18 vorsteht. Die Abstützwand 14 erstreckt sich in der Umfangsrichtung u der Axialströmungsmaschine in einer Richtung weg von dem Hohlraum 4 mindestens so weit wie die beiden gekrümmten Bereiche 15, 16 des Schaufelblatts 2 erstreckt. Durch das Vorsehen der gekrümmten Bereiche 15, 16 und der Abstützwand 14 mit der vorgenannten Erstreckung ist das Schaufelblatt 2 vorteilhaft besonders fest an der Abstützwand 14 anbringbar. Ebenso ist in Figur 3 zu erkennen, dass die Abstützwand 14 in der Umfangsrichtung u der Axialströmungsmaschine außen mindestens die gleiche Erstreckung wie der radial außen liegende Bereich des Schaufelfußes 9 hat.

[0022] Figuren 1 bis 5 zeigen, dass die Plattform 3 eine erste Wand 19 aufweist, die die Kammer 10 in der Radialrichtung r der Axialströmungsmaschine begrenzt. Die Plattform 3 weist eine zweite Wand 20 auf, die die Kammer 10 gegenüberliegend zu der ersten Wand 19 begrenzt. Die Plattform 3 weist eine dritte Wand 21 auf, die die Kammer 10 in einer Axialrichtung a der Axialströmungsmaschine begrenzt. Die Plattform 3 weist eine vierte Wand 22 auf, die die Kammer gegenüberliegend zu der dritten Wand 21 begrenzt. Die Kammer 10 hat in der Umfangsrichtung u einen rechteckigen Querschnitt.

Es ist auch möglich die dritte Wand 21 und die vierte Wand 22 nicht vorzusehen, so dass das Arbeitsfluid beidseitig in Axialrichtung aus der Kammer 10 austreten kann. Ebenso ist es möglich eine fünfte Wand vorzusehen, die die Kammer 10 in der Umfangsrichtung 5 gegenüberliegen zu Abstützwand 14 begrenzt.

[0023] Figuren 1, 4 und 5 zeigen, dass das Verhältnis aus der Länge L1 der Kammer 10 in der Umfangsrichtung u der Axialströmungsmaschine zu der Summe L aus der Länge L1 der Kammer in der Umfangsrichtung u und der Länge L2 des Durchgangslochs 11 in der Umfangsrichtung u mindestens 0,5 ist. Zudem gilt für alle dargestellten Turbinenschaufeln 1, dass das Verhältnis aus der Höhe s der Kammer in der Radialrichtung r der Axialströmungsmaschine zu einer Höhe h der Plattform 3 in der Radialrichtung r von 0,15 bis 0,85 ist, bevorzugt von 0,25 bis 0,4, ganz bevorzugt von im Wesentlichen 0,33. Weiterhin gilt für alle dargestellten Turbinenschaufeln 1, dass die aufsummierte Breiten b in der Axialrichtung a der Axialströmungsmaschine von all den in der Axialrichtung a nebeneinander angeordneten Kammern 10 von 50% bis 100% der Plattformbreite B in der Axialrichtung a ist. Zudem ist der Durchmesser des Durchgangslochs 11 von 0,3 mm bis 2 mm.

[0024] Die erste Ausführungsform gemäß Figuren 1 bis 3 weist eine Mehrzahl der Kammern 10 auf, die in der Axialrichtung a der Axialströmungsmaschine nebeneinander angeordnet ist. Dabei weist die erste Ausführungsform eine der Mehrzahlen an der Druckseite 17 und eine der Mehrzahlen an der Saugseite 18 auf. Die zweite Ausführungsform gemäß Figur 4 und die dritte Ausführungsform gemäß Figur 5 weisen jeweils eine einzelne der Kammern 10 an der Druckseite 17 und an der Saugseite 18 auf.

[0025] Bei der ersten Ausführungsform ist das Verhältnis aus der Breite b einer der Kammern 10 in der Axialrichtung zu der Summe L aus der Länge L1 der einen Kammer in einer Umfangsrichtung u der Axialströmungsmaschine und der Länge L2 eines der Durchgangslöcher 11, das in die eine Kammer mündet, in der Umfangsrichtung u höchstens 1. Zudem ist der Abstand d von zwei benachbarten Kammern 10 der Mehrzahl kleiner ist als ein Fünftel, insbesondere kleiner als ein Zehntel, als die Breite b einer der Kammern 10 der Mehrzahl.

[0026] Wie es aus Figuren 1, 4 und 5 ersichtlich ist, weist die erste Ausführungsform die Stege 5 auf, die die Druckseite 17 mit der Saugseite 18 verbinden. Durch das Vorsehen der Stege 5 wird der innerhalb der Schaufelblatts 2 angeordnete Hohlraum 4 in Teilläume unterteilt.

Bei der ersten Ausführungsform ist für jeden Teilraum auf jeder Druckseite 17 und der Saugseite 18 jeweils eine der Kammern 10 vorgesehen. Für jede der Kammern 10 ist mindestens eins der Durchgangslöcher 10 vorgesehen. Die Kammern 10 können in der Axialrichtung a fluchtend mit den Teilläumen angeordnet sein.

[0027] Die zweite Ausführungsform gemäß Figur 4 unterscheidet sich von der dritten Ausführungsform gemäß Figur 5 dahingehend, dass die Kammer 10 der zweiten

Ausführungsform in der Axialrichtung a kürzer ausgeführt ist als die Kammer 10 der dritten Ausführungsform. Zudem ist bei der dritten Ausführungsform jeder der Teilräume mittels mindestens einem der Durchgangslöcher 10 fluidleitend mit der Kammer 11 verbunden, wohingegen bei der zweiten Ausführungsform nicht jeder der Teilräume mittels mindestens einem der Durchgangslöcher 10 fluidleitend mit der Kammer 11 verbunden ist.

[0028] Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Varianten können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzmumfang der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Turbinenschaufel für eine Axialströmungsmaschine mit einem Schaufelblatt (2), einer Plattform (3) und einem Hohlraum (4), der im Inneren des Schaufelblatts (2) angeordnet ist, wobei die Plattform (3)

- a) eine Abstützwand (14), an der das Schaufelblatt (2) fest angebracht ist und die den Hohlraum (4) begrenzt,
- b) mindestens eine innerhalb der Plattform (3) angeordnete Kammer (10), die an der dem Hohlraum (4) abgewandten Seite der Abstützwand (14) angeordnet ist, und
- c) mindestens ein in der Abstützwand (14) angeordnetes Durchgangsloch (11) aufweist, das den Hohlraum (4) fluidleitend mit der Kammer (10) verbindet, so dass ein im Betrieb der Axialströmungsmaschine in dem Hohlraum (4) strömendes Kühlfluid von dem Hohlraum (4) in die Kammer (10) strömen kann,

wobei die Summe der Querschnitte der Durchgangslöcher (11) senkrecht zu der Strömungsrichtung des Kühlfluids in den Durchgangslöchern (11) geringer als die Summe der Querschnitte der Kammern (10) senkrecht zu der Strömungsrichtung des Kühlfluids in den Kammern (10) ist.

2. Turbinenschaufel gemäß Anspruch 1, wobei die Summe der Querschnitte der Durchgangslöcher (11) senkrecht zu der Strömungsrichtung des Kühlfluids in den Durchgangslöchern (11) geringer als ein Zehntel, insbesondere geringer als ein Zwanzigstel, der Summe der Querschnitte der Kammern (10) senkrecht zu der Strömungsrichtung des Kühlfluids in den Kammern (10) ist.

3. Turbinenschaufel gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei die Strömungsrichtung des Kühlfluids in dem Durchgangsloch (11) und in der Kammer (10) im Wesentlichen in der Umfangsrichtung (u) der Axialströ-

mungsmaschine gerichtet ist.

4. Turbinenschaufel gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3,
wobei die Turbinenschaufel (1) einen Schaufelfuß (9) aufweist, der an der dem Schaufelblatt (2) abgewandten Seite der Abstützwand (14) fest angebracht ist.

10 5. Turbinenschaufel gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4,
wobei die Abstützwand (14) sich in der Umfangsrichtung der Axialströmungsmaschine in einer Richtung weg von dem Hohlraum (4) mindestens so weit wie das Schaufelblatt (2) erstreckt.

15 6. Turbinenschaufel gemäß Anspruch 5,
wobei die Abstützwand (14) sich in der Umfangsrichtung der Axialströmungsmaschine in einer Richtung weg von dem Hohlraum (4) so weit wie das Schaufelblatt (2) erstreckt.

20 7. Turbinenschaufel gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6,
wobei das Verhältnis aus der Länge (L1) der Kammer (10) in der Umfangsrichtung (u) der Axialströmungsmaschine zu der Summe (L) aus der Länge (L1) der Kammer in der Umfangsrichtung (u) und der Länge (L2) des Durchgangslochs (11) in der Umfangsrichtung (u) von 0,1 bis 0,9, insbesondere von 0,5 bis 0,9, beträgt.

25 8. Turbinenschaufel gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7,
wobei eine Mehrzahl der Kammern (10) vorgesehen ist, die in der Axialrichtung (a) der Axialströmungsmaschine nebeneinander angeordnet ist, und das Verhältnis aus der Breite (b) einer der Kammern (10) in der Axialrichtung zu der Summe (L) aus der Länge (L1) der einen Kammer in einer Umfangsrichtung (u) der Axialströmungsmaschine und der Länge (L2) eines der Durchgangslöcher (11), das in die eine Kammer mündet, in der Umfangsrichtung (u) höchstens 1 ist.

30 45 9. Turbinenschaufel gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8,
wobei eine Mehrzahl der Kammern (10) vorgesehen ist, die in der Axialrichtung (a) der Axialströmungsmaschine nebeneinander angeordnet ist, und der Abstand (d) von zwei benachbarten Kammern (10) der Mehrzahl kleiner ist als die Hälfte, insbesondere kleiner als ein Fünftel, als die Breite (b) einer der Kammern (10) der Mehrzahl.

50 55 10. Turbinenschaufel gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9,
wobei das Verhältnis aus der Höhe (s) der Kammer

in der Radialrichtung (r) der Axialströmungsmaschine zu einer Höhe (h) der Plattform (3) in der Radialrichtung (r) von 0,15 bis 0,85 ist, bevorzugt von 0,25 bis 0,4, ganz bevorzugt von im Wesentlichen 0,33.

5

11. Turbinenschaufel gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10,
wobei die aufsummierte Breiten (b) in der Axialrichtung (a) der Axialströmungsmaschine von all den in der Axialrichtung (a) nebeneinander angeordneten Kammern (10) von 10% bis 90%, insbesondere von 50% bis 90%, der Plattformbreite (B) in der Axialrichtung a ist. 10

12. Turbinenschaufel gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11,
wobei der Durchmesser des Durchgangslochs (11) von 0,5 mm bis 2 mm ist. 15

13. Turbinenschaufel gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12,
wobei mindestens eine der Kammern (10) an der Druckseite (17) des Schaufelblatts (2) und mindestens eine der Kammern (10) an der Saugseite des Schaufelblatts (2) vorgesehen sind. 20 25

14. Turbinenschaufel gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13,
wobei die Turbinenschaufel (1) mindestens einen Durchgangskanal (11) aufweist, der durch eine erste Wand (19) hindurch führt, die die Kammer (10) in einer Axialrichtung (a) der Strömungsmaschine an der dem Schaufelblatt (2) zugewandten Seite begrenzt. 30 35

15. Axialströmungsmaschine mit mindestens einer Turbinenschaufel (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 14.

40

45

50

55

FIG 1

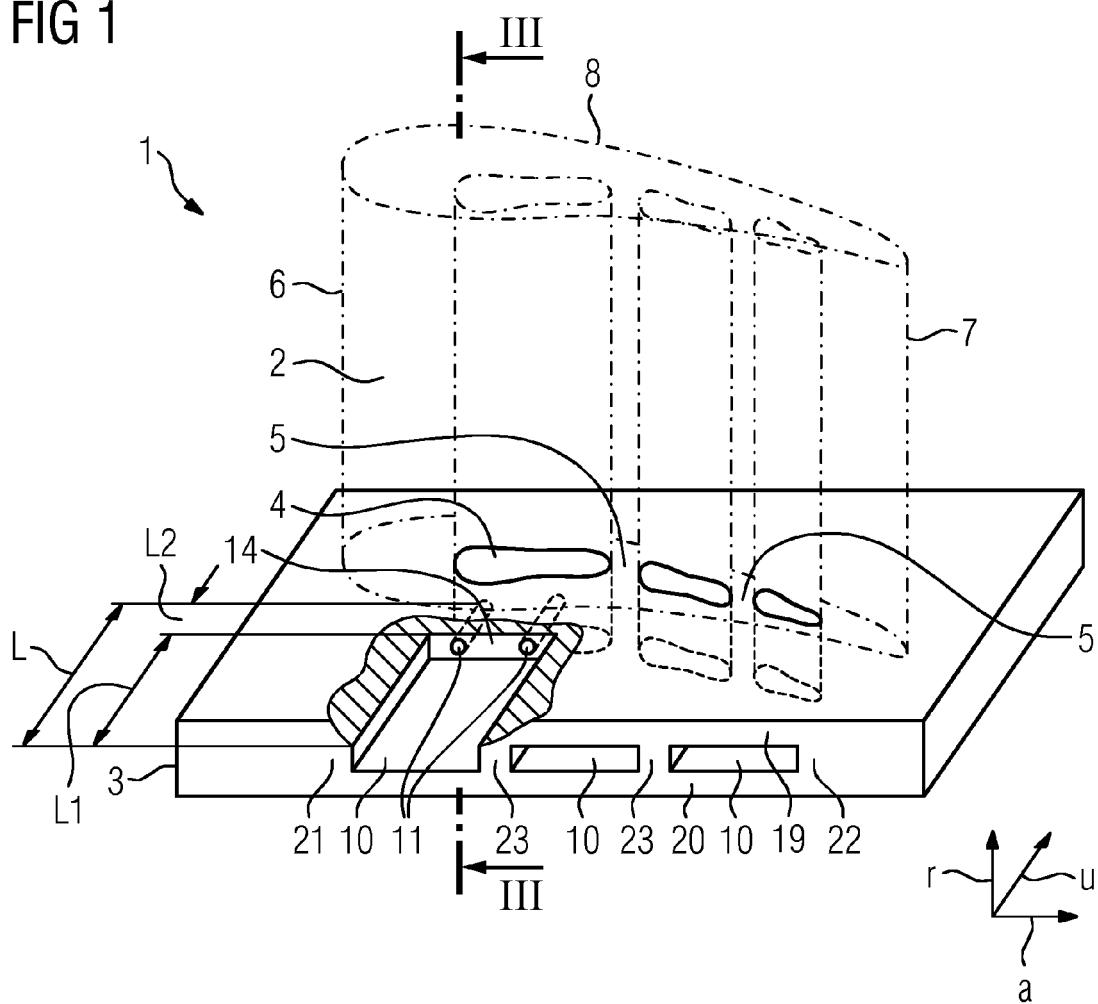


FIG 2

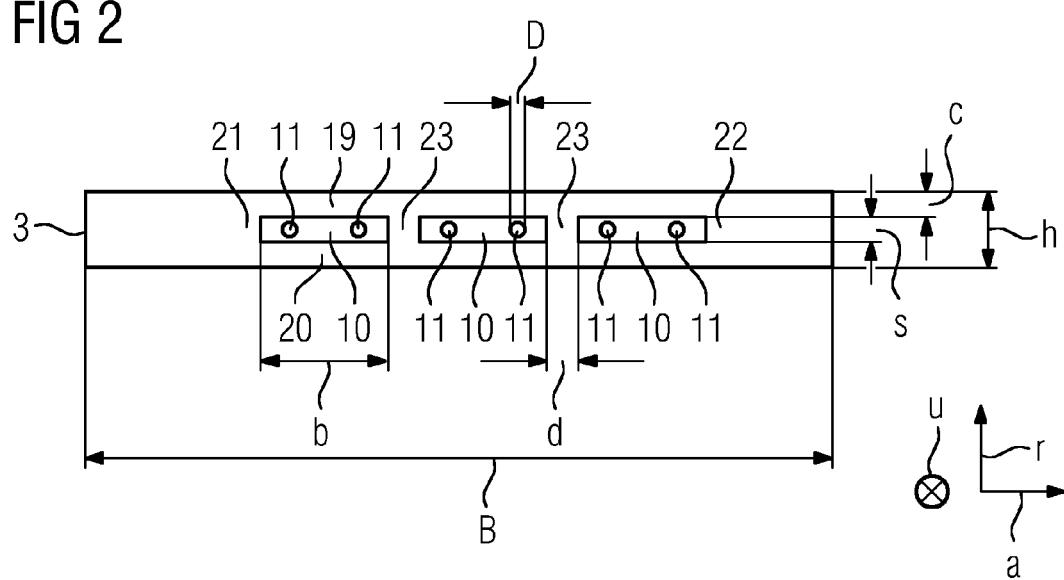


FIG 3

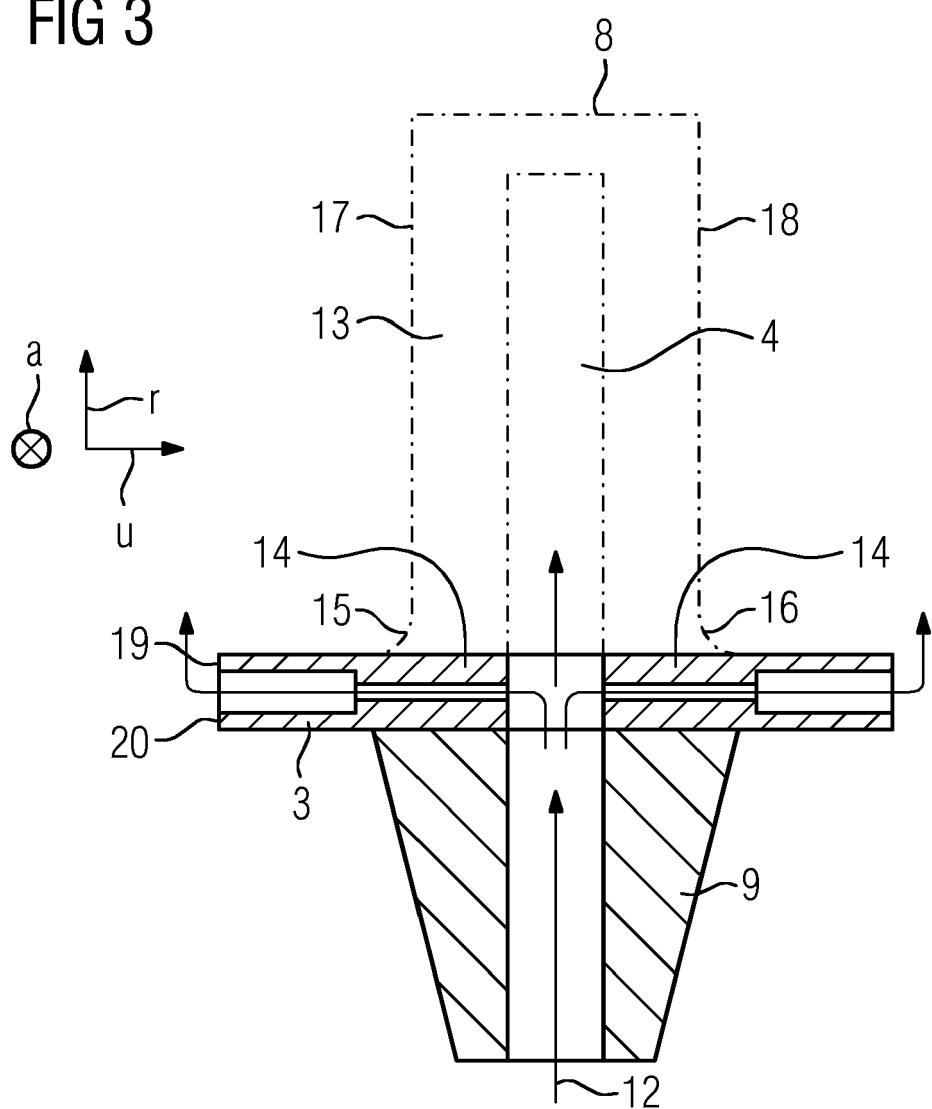


FIG 4

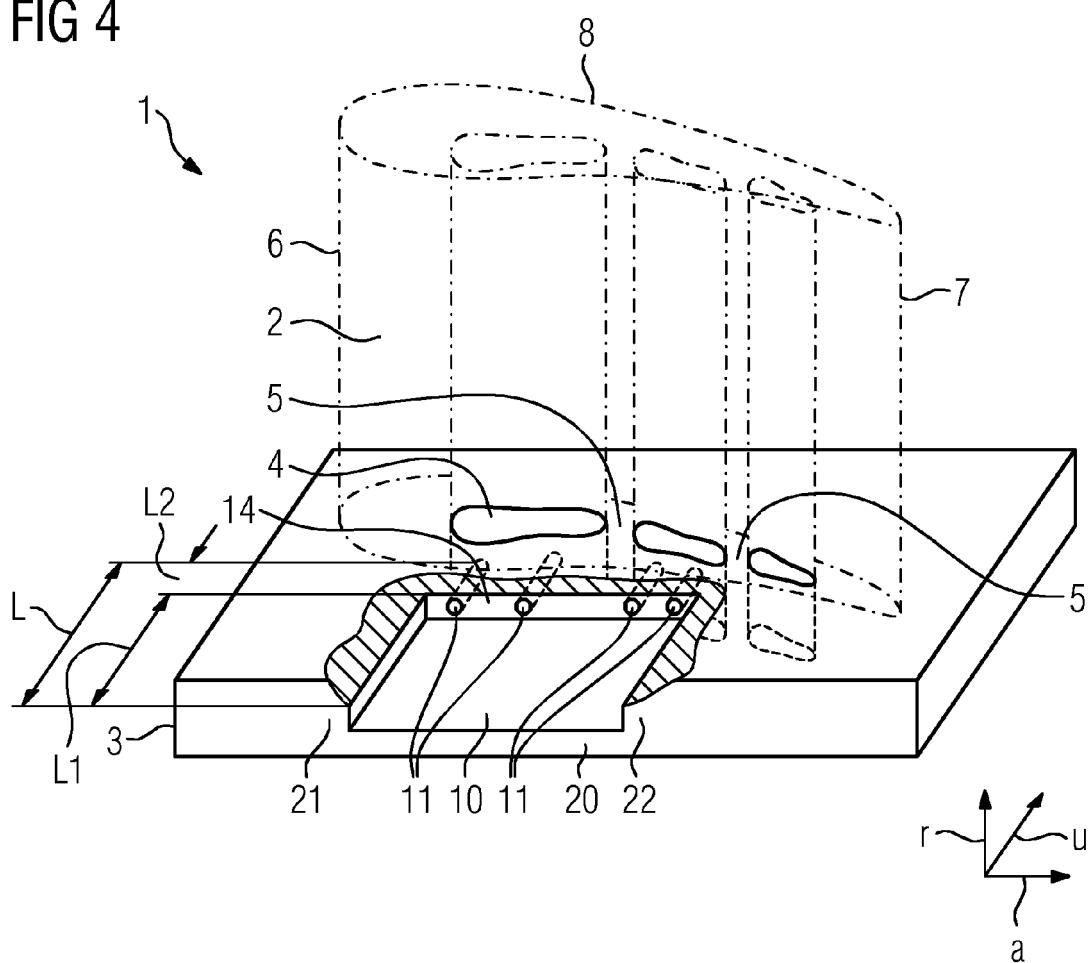
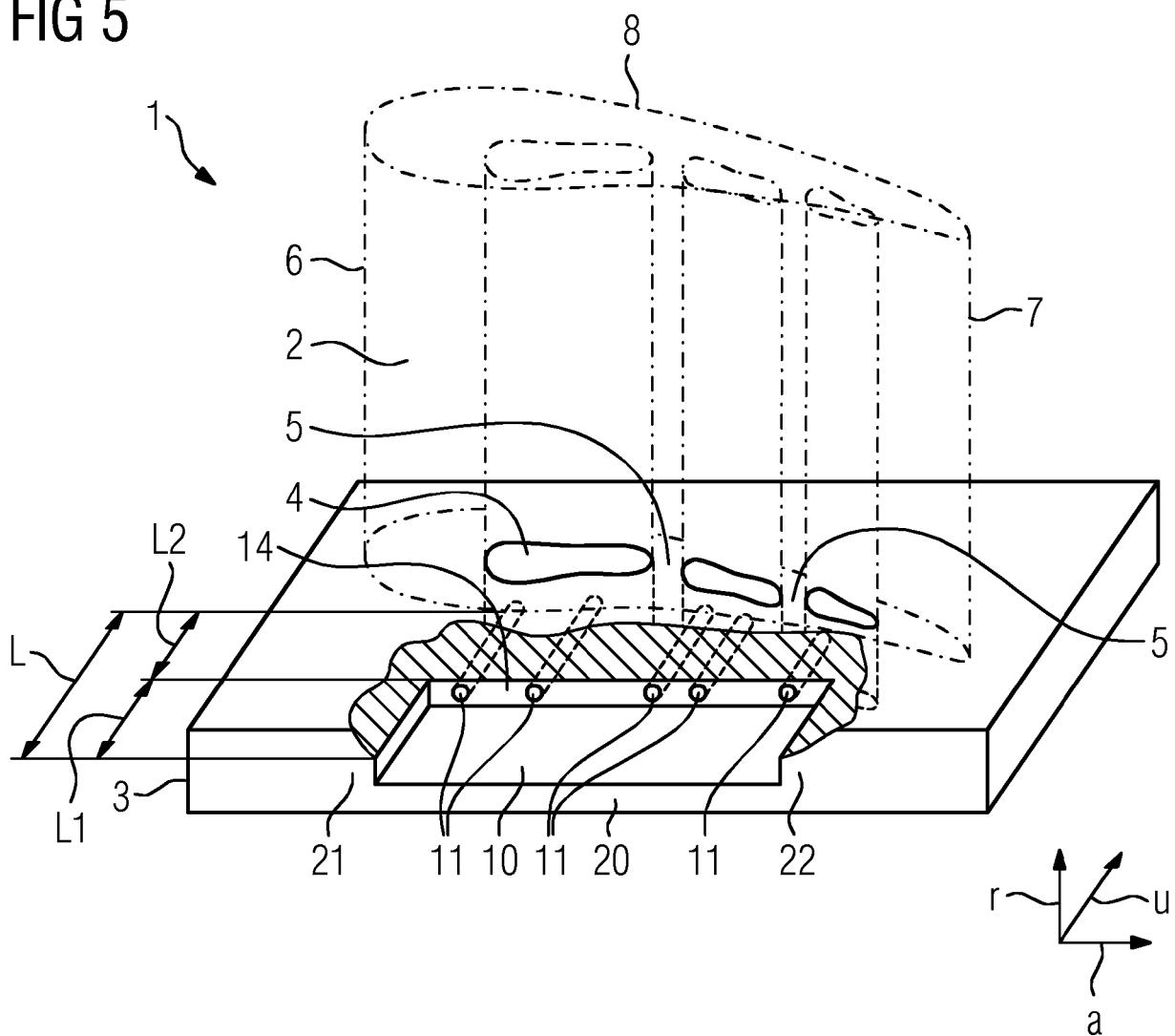


FIG 5





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 16 17 0802

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrieff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 1 795 703 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 13. Juni 2007 (2007-06-13) * Absätze [0034] - [0070] * * Ansprüche 1-8 * * Abbildung 3 *	1-15	INV. F01D5/18 F01D5/16
X	DE 10 2013 109146 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 6. März 2014 (2014-03-06) * Absätze [0013] - [0019] * * Absätze [0052] - [0069] * * Ansprüche 1-6 * * Abbildungen 7-12 *	1-15	
X	US 8 133 024 B1 (LIANG GEORGE [US]) 13. März 2012 (2012-03-13) * Abbildungen 4-6 *	1	
A	EP 2 455 586 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 23. Mai 2012 (2012-05-23) * das ganze Dokument *	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)
			F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
1	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 26. Oktober 2016	Prüfer Calabrese, Nunziante
50	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 Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
55	EPO FORM 1503 03-82 (P04C03)		

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

EP 16 17 0802

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

26-10-2016

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	EP 1795703 A2 13-06-2007	CN EP JP JP US	101037947 A 1795703 A2 4800915 B2 2007154898 A 2007134099 A1	19-09-2007 13-06-2007 26-10-2011 21-06-2007 14-06-2007	
20	DE 102013109146 A1 06-03-2014	CH DE JP US	706964 A2 102013109146 A1 2014047786 A 2014064984 A1	14-03-2014 06-03-2014 17-03-2014 06-03-2014	
25	US 8133024 B1 13-03-2012		KEINE		
30	EP 2455586 A1 23-05-2012		KEINE		
35					
40					
45					
50					
55					

EPO FORM P0461

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