



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
09.02.2000 Patentblatt 2000/06

(51) Int Cl.7: **F01D 5/14, F04D 29/68**

(21) Anmeldenummer: **98810758.7**

(22) Anmeldetag: **07.08.1998**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

• **Greim, Ralf, Dr.**
5413 Birmenstorf (CH)

(74) Vertreter: **Liebe, Rainer et al**
Asea Brown Boveri AG,
Immaterialgüterrecht(TEI),
Haselstrasse 16/699 I
5401 Baden (CH)

(71) Anmelder: **Asea Brown Boveri AG**
5401 Baden (CH)

(72) Erfinder:
• **Havakechian, Said, Dr.**
5400 Baden (CH)

(54) **Turbomaschinenschaufel**

(57) Die erfindungsgemäßen Vorrichtungen führen zu einer Verminderung der Strömungsverluste durch einen beschaukelten Strömungskanal einer Turbomaschine im Falle des Einströmens eines Sekundärfluides 11 in die Strömung eines Primärfluides 10. Dieses Sekundärfluid 11 mündet zumindest in einem Teilbereich des Schaufelrades stromauf des Schaufelrades in den Strömungskanal ein. Hierzu ist an zumindest einer Schaufel

des feststehenden oder des bewegten Schaufelrades zumindest ein Schaufelprofilsteg 140 angeordnet. Dieser Schaufelprofilsteg 140 kann an der Saugseite und der Druckseite einer Schaufel vorgesehen sein oder auch nur auf der Saugseite. In einer bevorzugten Ausgestaltung ist der Schaufelprofilsteg unter einem Neigungswinkel 645 gegenüber der Seitenwand 24 angeordnet. Eine typische Ausführung der Erfindung ist in Figur 1 dargestellt.

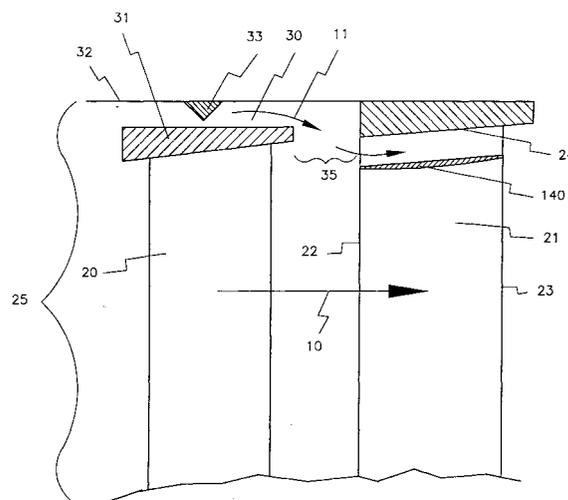


Fig. 1

Beschreibung**Technisches Gebiet**

5 **[0001]** Die Erfindung betrifft Vorrichtungen zur Reduzierung der Strömungsverluste in beschaukelten Strömungskanälen von Turbomaschinen, insbesondere in Gas- und Dampfturbinen.

Stand der Technik

10 **[0002]** Turbomaschinen werden üblicherweise von einem Primärfluid als Arbeitsfluid durchströmt. Das Primärfluid strömt hierbei in einem Strömungskanal geführt durch die Turbomaschine. In diesem Strömungskanal ist darüber hinaus auch die Beschaukelung der Turbomaschine angeordnet. Die Beschaukelung einer Turbomaschine besteht in der Regel aus einer Anordnung ruhender und bewegter Schaufelgitter. Zwischen diesen Schaufelgittern verbleibt aus funktionalen Gründen oftmals ein Spalt. Insbesondere im Turbinenbereich einer Gasturbine liegt in diesem Spalt häufig ein Sekundärfluid an. Weist das Sekundärfluid hierbei einen höheren Druck auf als das Primärfluid, so bildet sich eine Strömung des Sekundärfluides aus dem Spalt in die Strömung des Primärfluides aus. Diese Sekundärfluidströmung wird insbesondere in Turbinen häufig zum fluiddynamischen Abdichten der Spalte eingesetzt. Infolge des Mischungsvorgangs zwischen dem Primärfluid und dem Sekundärfluid kommt es zu hohen Strömungsverlusten der Primärströmung der Turbomaschine.

20 Insbesondere in Turbinen tritt häufig eine weitere Spaltströmung zwischen einer bewegten und einer ruhenden Gitterreihe dann auf, wenn die bewegte Gitterreihe mit einem Deckband ausgeführt ist. Zwischen dem umlaufenden Deckband und dem feststehenden Gehäuse verbleibt in der Regel ein Spalt. Aufgrund des Druckgefälles in dem Rotor kommt es in diesem Spalt zu einem Überströmen des Deckbandes mit einem nachfolgenden Wiedereintritt des überströmenden Fluides in die Primärströmung. Dieses, das Deckband überströmende Fluid wird im Folgenden ebenfalls als Sekundärfluid bezeichnet. Diese Spaltströmung führt ebenso zu hohen Strömungsverlusten der Primärströmung der Turbomaschine.

25 **[0003]** Um die als Folge des Einströmens des Sekundärfluides in die Primärströmung und des Durchmischens der Fluide verursachten Strömungsverluste zu vermindern, wurde bisher versucht, den Eintrittszustand des Sekundärfluides der Primärströmung anzupassen. Als Parameter des Eintrittszustandes lassen sich hierbei jedoch lediglich der Steigungswinkel des einströmenden Sekundärfluides und der Druck des Sekundärfluides beeinflussen. Der Gierwinkel der Sekundärfluidströmung, als der Winkel in der Umfangsebene, weicht in aller Regel in beträchtlichem Maße von der Strömungsrichtung der Primärströmung ab. Zudem variiert der Gierwinkel des einströmenden Sekundärfluides jeweils innerhalb einer Schaufelpassage zwischen zwei Schaufeln infolge des Druckgefälles in einem Schaufelkanal. Hierdurch kommt es zu einer bedeutenden Fehlanströmung insbesondere auf den Saugseiten der nachfolgenden Beschaukelung. Dies wiederum führt einerseits zu einer Aufdickung der Wandgrenzschichten und andererseits zu einer Verstärkung der Wirbelsysteme, die bei der Durchströmung des beschaukelten Strömungskanals auftreten.

Darstellung der Erfindung

40 **[0004]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Verluste einer Strömung durch einen beschaukelten Strömungskanal einer Turbomaschine, insbesondere einer axial durchströmten Turbine, im Falle des Einströmens eines Sekundärfluides in die Strömung des Primärfluides zu vermindern.

45 **[0005]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zur Führung des in die Strömung des Primärfluides einmündenden Sekundärfluides an zumindest einer Schaufel eines Schaufelrades zumindest ein Schaufelprofilsteg angeordnet ist. Das Sekundärfluid mündet hierbei zumindest in einem Teilbereich des Schaufelrades stromauf des Schaufelrades in den Strömungskanal ein.

Es stellte sich überraschenderweise heraus, daß durch die Anordnung eines Schaufelprofilstegs die durch die Einmündung des Sekundärfluids in die Primärströmung bedingten Strömungsverluste der Primärströmung deutlich vermindert werden. Diese Verminderung der Strömungsverluste resultiert aus der räumlichen Begrenzung der Beeinflussung der Strömung des Primärfluides infolge des in die Strömung des Primärfluides einmündenden Sekundärfluides. Einerseits wird hierdurch die Eindringtiefe der Sekundärfluidströmung in den Strömungskanal in radialer Richtung begrenzt. Andererseits wird darüber hinaus die Interaktion des Sekundärfluides mit weiteren Wirbelsystemen sowie die Ausbreitung der Wirbelsysteme in dem Strömungskanal räumlich begrenzt. Als ein weiterer Effekt wird die Strömung des Sekundärfluids infolge der Strömungsführung durch den Schaufelprofilsteg mit der Primärströmung gleichgerichtet.

55 **[0006]** Bevorzugt wird der Schaufelprofilsteg auf dem Profil der Schaufel nahe derjenigen Seitenwand des Strömungskanals angeordnet, auf der das Sekundärfluid in die Primärströmung einmündet. Der Abstand des Schaufelprofilstegs von der Seitenwand ist in Abhängigkeit des Massenstroms des in die Primärströmung einmündenden Sekun-

därfluids zu wählen.

[0007] Im Folgenden wird die Erfindung auch in Anordnungen bestehend aus mehreren Schaufeln und/oder aus mehreren Schaufelprofilstegen beschrieben. Dies stellt keine Einschränkung der Erfindung in Bezug auf eine einzelne Schaufel und/oder einen einzelnen Schaufelprofilsteg dar.

[0008] Zweckmäßig erfolgt die Anordnung zumindest eines Schaufelprofilstegs an zumindest einer Schaufel eines relativ zum Gehäuse der Turbomaschine feststehenden Schaufelrades (Stator). Insbesondere bei einem stromauf angeordneten, bewegten Schaufelrad, das mit einem Deckband ausgeführt ist, können hierdurch vorteilhaft die auftretenden Strömungsverluste deutlich verringert werden. Diese Strömungsverluste ergeben sich als Folge des Wiedereintritts des Sekundärfluides in die Primärfluidströmung.

[0009] Von Vorteil ist auch die Anordnung zumindest eines Schaufelprofilstegs an zumindest einer Schaufel eines relativ zum Gehäuse der Turbomaschine bewegten Schaufelrades (Rotor). Es zeigte sich, daß bei Anordnung des Schaufelprofilstegs bevorzugt im Nabenbereich der Beschauelung des Rotors die Strömungsverluste deutlich vermindert werden. Zusätzlich werden die Wirbelsysteme in den Ecken des Strömungskanals zwischen zwei Schaufeln in ihrer Ausdehnung örtlich begrenzt. Dies führt wiederum insbesondere im hochbelasteten Nabenbereich der Beschauelung eines Rotors zu einer Verminderung der Strömungsverluste. Zusätzlich stellt sich infolge der Vergrößerung des Bereichs ungestörter Primärströmung eine höhere, über den Radius gemittelte Umlenkung des Fluides bei der Durchströmung des Rotors ein. Dies ist gleichbedeutend mit einer Erhöhung der Energieumsetzung im Rotor.

[0010] Es erwies sich als vorteilhaft, den Schaufelprofilsteg so auszuführen, daß seine maximale Breite in einem Bereich zwischen der Schaufelnase und etwa der maximalen Profildicke der Schaufel liegt. Als Breite ist hierbei der in einer Draufsichtsbetrachtung lotrecht zur Profilkontur der Schaufel gemessene Abstand der äußeren Profilkontur des Schaufelprofilstegs von der Profilkontur der Schaufel definiert.

Der zweckmäßig im vorderen Bereich der Schaufel und somit im unmittelbaren Einmündungsbereich des Sekundärfluids mit maximaler Breite ausgebildete Schaufelprofilsteg begrenzt die Eindringtiefe des stromauf einer Schaufelreihe in den Strömungskanal einmündenden Sekundärfluids in den Strömungskanal. Weiterhin werden auch die in den Ecken auftretenden Wirbelsysteme im Strömungskanal räumlich begrenzt. Diese Begrenzungen führen zu einer deutlichen Abnahme der Strömungsverluste.

Sowohl in der Schaufelnase als auch in der Hinterkante der Schaufel weist der Schaufelprofilsteg vorteilhaft eine Breite von Null auf. Somit erfährt die Strömung hier auch keine zusätzliche Führung durch den Schaufelprofilsteg. Infolge der Verringerung der überströmten Wandfläche durch die Verminderung der Breite des Schaufelprofilstegs in der Schaufelnase und der Hinterkante der Schaufel entstehen jedoch vorteilhaft nur geringe Profilverluste des Schaufelprofilstegs.

Der Schaufelprofilsteg wird vorteilhaft in kontinuierlicher Weise von seiner maximalen Breite auf eine Breite von Null reduziert. Hierdurch ergeben sich keine sprunghaften Übergänge in der Kontur des Schaufelprofilstegs, so daß sich keine zusätzlichen Wirbel in der Primärströmung ausbilden.

[0011] Es wurde gefunden, daß die Verluste besonders deutlich vermindert werden, wenn die maximale Breite des Schaufelprofilstegs bevorzugt zwischen 10% und 20% des Abstandes der Hinterkanten zweier benachbarter Schaufeln beträgt. Der Schaufelprofilsteg krägt folglich lediglich in die Primärströmung hinein, wodurch der Strömungskanal nur lokal und nicht über den gesamten Abstand zwischen zwei Schaufeln unterteilt wird. Vorteilhaft werden hierdurch aber insbesondere die energetisch defizitären Eckenbereiche der Strömung in dem Strömungskanal zwischen zwei Schaufeln abgegrenzt.

[0012] Häufig ist es sinnvoll, die Schaufelprofilstege sowohl auf der Saugseite als auch auf der Druckseite der betreffenden Schaufeln anzuordnen. Hierdurch werden sowohl die saugseitigen als auch die druckseitigen Eckenbereiche der Strömungskanäle zwischen je zwei Schaufeln lokal von der Hauptströmung abgegrenzt.

Oftmals ist es auch zweckmäßig, die Schaufelprofilstege lediglich auf den Saugseiten der betreffenden Schaufeln anzuordnen. Diese bevorzugte Anordnung der Schaufelprofilstege führt ebenso zu einer deutlichen Verminderung der Strömungsverluste bei gleichzeitig geringerem fertigungstechnischem Aufwand im Vergleich zu einer Anordnung der Schaufelprofilstege sowohl auf der Druckseite als auch auf der Saugseite der Schaufeln. Die Anordnung der Schaufelprofilstege nur auf den Saugseiten der Schaufeln führt jedoch ebenso zu einer hohen Verminderung der Strömungsverluste. Dies ist insbesondere darin begründet, daß die Schaufelprofilstege zu einer Begrenzung der Verdrängung des energetisch besonders defizitären und wirbelreichen Fluides in den jeweiligen saugseitigen Ecken zwischen zwei Schaufeln durch das Sekundärfluid führen. Ohne Anordnung eines Schaufelprofilstegs auf der Saugseite einer Schaufel wird dieses energetisch defizitäre Fluid und insbesondere der Kanalwirbel in die Primärströmung verdrängt. Dies führt zu hohen Strömungsverlusten der Strömung.

[0013] Insbesondere im Falle der Anordnung eines Schaufelprofilstegs lediglich auf der Saugseite einer Schaufel ist es zweckmäßig, den Schaufelprofilsteg außerhalb des Bereichs zwischen der Schaufelnase der Schaufel und dem engsten Querschnitt des angrenzenden Schaufelkanals auf eine Breite von Null zu reduzieren. Dies führt zu geringen Profilverlusten des Schaufelprofilstegs. Gleichzeitig wird vorteilhaft der engste Querschnitt des Schaufelkanals nicht verengt.

[0014] Der Übergang zwischen der Profilkontur der Schaufel und dem Schaufelprofilsteg ist zweckmäßig mit einem Übergangsradius abgerundet. Der Übergangsradius beträgt bevorzugt zwischen 10% und 20% des engsten Querschnitts benachbarter Schaufeln. Infolge der Abrundungen kommt es zu keiner Ausbildung von zusätzlichen Eckenwirbeln, die wiederum zu zusätzlichen Strömungsverlusten führen würden.

5 **[0015]** Es hat sich herausgestellt, daß es zur Lösung der Aufgabe der Erfindung besonders vorteilhaft ist, den Schaufelprofilsteg gegenüber der nächstgelegenen Seitenwand unter einem Neigungswinkel anzuordnen. Der Strömungskanal zwischen dem Schaufelprofilsteg und der Seitenwand verjüngt sich hierdurch in Strömungsrichtung. Der Neigungswinkel beträgt hierbei bevorzugt zwischen 2° und 6°. Infolge der Verjüngung des Strömungskanals wird die in diesem Strömungskanal geführte Strömung beschleunigt. Es stellte sich heraus, daß das einmündende Sekundärfluid hierbei unter Ausbildung besonders geringer Strömungsverluste mit der Primärströmung gleichgerichtet wird.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0016] In den Zeichnungen sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt.

15 **[0017]** Es zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch einen Strömungskanal, in dem ein Rotor und stromab des Rotors ein Stator angeordnet sind. Der Stator weist erfindungsgemäß einen Schaufelprofilsteg auf.

20 Fig. 2 die Auswirkung eines in den Strömungskanal zwischen zwei Schaufeln einmündenden Sekundärfluides auf das Wirbelsystem in dem Strömungskanal:

i) ohne zusätzlich einmündendes Sekundärfluid

ii) mit zusätzlich einmündendem Sekundärfluid

25 Fig. 3 einen Schnitt durch zwei nebeneinander angeordnete Schaufeln in der Draufsicht, wobei die Schaufeln jeweils auf den Saugseiten und auf den Druckseiten Schaufelprofilstege aufweisen.

Fig. 4 eine Schaufel im Querschnitt, auf deren Saugseite und auf deren Druckseite Schaufelprofilstege angeordnet sind.

30 Fig. 5 einen Längsschnitt durch einen Strömungskanal, in dem ein Rotor und stromab des Rotors ein Stator angeordnet sind. Der Stator weist erfindungsgemäß eine weitere Ausführungsform der Erfindung auf.

Fig. 6 einen Schnitt durch zwei nebeneinander angeordnete Schaufeln in der Draufsicht, wobei auf der Saugseite einer Schaufel erfindungsgemäß ein Schaufelprofilsteg angeordnet ist.

35 Fig. 7 einen Längsschnitt durch einen Strömungskanal, in dem ein mit einem Deckband ausgeführter Rotor und stromab des Rotors ein Stator angeordnet sind. Der Stator weist erfindungsgemäß einen Schaufelprofilsteg auf, der unter einem Neigungswinkel gegenüber der Seitenwand angestellt ist.

Wege zur Ausführung der Erfindung

40 **[0018]** Figur 1 zeigt in einem Ausschnitt einen Längsschnitt durch einen Strömungskanal 25 einer axial durchströmten Turbomaschine. Der Strömungskanal 25 wird von einem Primärfluid 10 durchströmt. In der Darstellung ist stromauf einer Statorschaufel 21 eine Rotorschaufel 20 angeordnet. Der Rotor ist hier mit einem Deckband 31 ausgeführt, wobei zwischen dem Deckband 31 und dem feststehenden Gehäuse 32 ein Spalt 30 verbleibt. Durch diesen Spalt 30 strömt ein Sekundärfluid 11. In einer Turbine entstammt dieses Sekundärfluid 11 oftmals der Primärfluidströmung stromauf des Rotors 20 und überströmt somit den Rotor. Unmittelbar stromauf des Stators 21 strömt das Sekundärfluid 11 durch den Spalt 35 in die Strömung des Primärfluides 10 ein. Um einerseits die Überströmung zu minimieren und andererseits die Eintrittsbedingungen des Sekundärfluides 11 in den Strömungskanal 25 unmittelbar stromauf des Stators 21 den Strömungsbedingungen des Primärfluides 10 anzupassen, sind häufig eine oder mehrere Einbauten 33 in dem Spalt 30 zwischen dem Deckband 31 und dem Gehäuse 32 vorgesehen. Das Gehäuse 32 mit den Einbauten 33 bildet hier zusammen mit dem Deckband 31 eine Labyrinthdichtung. Mit Hilfe dieser Labyrinthdichtung wird einerseits der das Deckband überströmende Massenstrom reduziert. Andererseits können hiermit die Eintrittsbedingungen des Sekundärfluides 11 den Strömungsbedingungen des Primärfluides 10 näherungsweise angepaßt werden. Hierbei wird vornehmlich der Druck des Sekundärfluides 11 und der Steigungswinkel in radialer Richtung des in die Strömung des Primärfluides 10 einströmenden Sekundärfluides 11 beeinflusst. Der Gierwinkel, als der Winkel in Umfangsrichtung des in die Primärströmung 10 einströmenden Sekundärfluides 11, weicht in erheblichem Maße von der Primärströmung ab. Als Folge dieser Abweichung des Gierwinkels kommt es üblicherweise zu einem tiefen Eindringen des Sekundärfluides 11 in den Strömungskanal 25 insbesondere in der Profilgrenzschicht der Beschaukelung. Dies führt zu hohen Strömungsverlusten. Darüber hinaus kommt es zu einer Verstärkung der Wirbelsysteme in dem Strömungskanal. Figur 2 illustriert diese nachträglich gefundenen Zusammenhänge. Das einmündende Sekundärfluid 11 in Figur 2ii führt im

Vergleich zu Figur 2i ohne zusätzlich einmündendes Sekundärfluid insbesondere zu einer Anfachung des Kanalwirbels 50. Darüber hinaus wird der Kanalwirbel 50 infolge der Verdrängungswirkung durch das Sekundärfluid aus dem Ekkenbereich eines Schaufelkanals zwischen zwei Schaufeln in den Strömungskanal abgedrängt. Dies führt zu weiteren Strömungsverlusten.

5 **[0019]** Hier setzt die Erfindung an. Durch die erfindungsgemäße Anordnung eines Schaufelprofilstegs 140 auf der Statorschaufel 21 wird der Strömungskanal 25 lokal unterteilt. Das in den Strömungskanal 25 eintretende Sekundärfluid 11 wird in dem abgegrenzten Teil des Strömungskanals 25 zwischen dem Schaufelprofilsteg 140 und der Seitenwand 24 geführt. Infolge der Anordnung des Schaufelprofilstegs 140 wird somit ein tieferes Einströmen sowohl des Sekundärfluides 11 als auch der Wirbelsysteme in den Strömungskanal 25 verhindert.

10 Der Schaufelprofilsteg 140 in Figur 1 erstreckt sich über die gesamte Sehnenlänge der Statorschaufel 21 und verläuft in der dargestellten Ausführungsform der Erfindung parallel zur Seitenwand 24. Grundsätzlich ist es zweckmäßig, den Schaufelprofilsteg nahe der Seitenwand auf derjenigen Seite des Strömungskanals anzuordnen, auf der das Sekundärfluid 11 in die Primärströmung 10 einmündet. Darüber hinaus ist der Schaufelprofilsteg 140 vorzugsweise mit einer geringen Dicke ausgeführt. Ferner weist der Schaufelprofilsteg 140 in der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform
15 längs seiner axialen Erstreckung nahe der Schaufelnase 22 und der Hinterkante 23 der Statorschaufel 21 eine geringere Dicke auf als in der Mitte der Statorschaufel 21.

[0020] In Figur 3 ist ein Schnitt durch zwei nebeneinander angeordnete Statorschaufeln 21, 21' in der Draufsicht dargestellt. Die Statorschaufeln 21, 21' weisen jeweils saugseitig und druckseitig erfindungsgemäß Schaufelprofilstege 240, 240', 241, 241' auf, wobei die saugseitigen Schaufelprofilstege und die druckseitigen Schaufelprofilstege hier
20 jeweils gleich ausgeführt sind. Die Schaufelprofilstege 240, 240', 241, 241' erstrecken sich in der dargestellten Ausführung der Erfindung jeweils von der Schaufelnase 22, 22' bis zur Hinterkante 23, 23' der jeweiligen Statorschaufel 21, 21'. Die Profilkonturen der Schaufelprofilstege 240, 240', 241, 241' weisen einen kontinuierlichen Verlauf auf. In der Schaufelnase 22, 22' sowie in der Hinterkante 23, 23' der jeweiligen Statorschaufel 21, 21' sind die Schaufelprofilstege 240, 240', 241, 241' hier jeweils auf eine Breite von Null reduziert. Die maximale Breite der Schaufelprofilstege
25 240, 240', 241, 241' liegt jeweils in den Bereichen zwischen der jeweiligen Schaufelnase 22, 22' und etwa der maximalen Profildicke der jeweiligen Statorschaufel 21, 21'. Die maximale Breite der sowohl saugseitigen (B_s) als auch druckseitigen (B_d) Schaufelprofilstege beträgt hier etwa 12,5 % des Abstandes P der Hinterkanten 23, 23' der beiden Statorschaufeln 21, 21'. Somit ist sichergestellt, daß das Sekundärfluid in dem vorderen Bereich des Schaufelkanals zwischen den zwei Statorschaufeln 21, 21' eine ausgeprägte Führung erfährt. Infolge der abnehmenden Breite der Schaufelprofilstege 240, 240', 241, 241' im hinteren Bereich des Schaufelkanals vermindert sich in gleichem Maße auch die Führung des Sekundärfluids in diesem Bereich des Schaufelkanals. Dies führt dazu, daß das Sekundärfluid sukzessive der Primärströmung zugemischt wird.

[0021] Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist in Figur 4 in einem Schnitt durch eine Statorschaufel 21 dargestellt. Der Übergang der Profilkontur der Statorschaufel 21 in die Kontur der Schaufelprofilstege 340, 341 ist hier
35 zweckmäßig mit einem Übergangsradius 42 abgerundet. Hierdurch lassen sich scharfkantige Ecken vermeiden, die zur Ausbildung von Eckenwirbeln der Strömung führen würden. Der Übergangsradius entspricht hier etwa 15 % des engsten Querschnittes (AB) des Strömungskanals zwischen jeweils zwei benachbarten Statorschaufeln 21, 21'. Die benachbarten Statorschaufeln und der engste Querschnitt (AB) zwischen jeweils zwei Statorschaufeln 21, 21' sind in Figur 4 nicht dargestellt. Die der Figur 4 zugrunde liegende Anordnung der Statorschaufeln 21, 21' entspricht aber im
40 Prinzip der Anordnung aus Figur 3.

[0022] Figur 5 zeigt eine weitere Ausführungsform der Erfindung in einem Längsschnitt durch einen Strömungskanal 25. In dem dargestellten Strömungskanal 25 ist eine Schaufel eines mit einem Deckband 31 ausgeführten Rotors 20 und nachfolgend eine Schaufel eines Stators 21 angeordnet. Das Deckband 31 des Rotors 20 wird von einem Sekundärfluid 11 überströmt, das unmittelbar stromauf des Stators 21 in die Primärströmung 10 einmündet. Erfindungsgemäß
45 ist nahe der Seitenwand 24 an der Statorschaufel 21 ein Schaufelprofilsteg 440 angeordnet, der parallel zu der Seitenwand 24 verläuft. In der dargestellten Ausführung erstreckt sich der Schaufelprofilsteg 440 in axialer Richtung nur über einen Teilbereich des Schaufelprofils. Außerhalb des Bereichs zwischen der Schaufelnase 22 der Statorschaufel 21 und dem engsten Querschnitt des durch jeweils zwei nebeneinander angeordnete Statorschaufeln 21, 21' gebildeten Schaufelkanals ist der Schaufelprofilsteg 440 auf eine Breite von Null reduziert.

50 **[0023]** Die in Figur 6 dargestellte Anordnung zweier Statorschaufeln 21 und 21' in der Draufsicht zeigt eine ähnliche Ausführung der Erfindung wie in Figur 3. In der Darstellung ist an einer Statorschaufel 21, auf deren Saugseite, erfindungsgemäß ein Schaufelprofilsteg 540 angeordnet. Der Schaufelprofilsteg 540 weist nur innerhalb des Bereichs zwischen der Schaufelnase 22 der Statorschaufel 21 und dem engsten Querschnitt (AB) des Schaufelkanals eine von Null abweichende Breite auf. Außerhalb dieses Bereichs ist die Breite des Schaufelprofilstegs 540 auf Null reduziert.
55 Der engste Querschnitt des Schaufelkanals wird hier als Folge der Anordnung des Schaufelprofilstegs 540 nicht reduziert.

[0024] Figur 7 zeigt eine weitere, besonders bevorzugte Ausführungsform der Erfindung. Der Schaufelprofilsteg 640 ist hier gegenüber der Seitenwand 24 unter einem Winkel 645 geneigt an der Statorschaufel 21 angeordnet. Der

Neigungswinkel beträgt hier 5° , wobei sich der Strömungskanal zwischen dem Schaufelprofilsteg 640 und der Seitenwand 24 in Strömungsrichtung verjüngt. Infolge dieser Verjüngung wird das in den Strömungskanal zwischen dem Schaufelprofilsteg 640 und der Seitenwand 24 eintretende Sekundärfluid 11 zum Austritt hin beschleunigt. Es stellte sich heraus, daß sich diese Beschleunigung sehr vorteilhaft sowohl in Bezug auf die Gleichrichtung des Sekundärfluids mit der Primärströmung als auch auf die Verminderung der Strömungsverluste auswirkt.

Bezugszeichenliste

[0025]

10	10	Primärfluid
	11	Sekundärfluid
	20	Rotorschaukel, Rotor
	21, 21'	Statorschaukel, Stator
15	22, 22'	Schaukelnase
	23, 23'	Hinterkante
	24	gehäuseseitige Seitenwand des Strömungskanals
	25	Strömungskanal
	30	Spalt zwischen Deckband und Gehäuse
20	31	Deckband des Rotors
	32	Gehäuse
	33	Einbauten
	35	Spalt zwischen Rotor und Stator
	140, 240, 240',	
25	241, 241', 340, 341,	
	440, 540, 640	Schaukelprofilsteg
	42	Übergangsradius
	645	Neigungswinkel
	50	Kanalwirbel
30		
	B_S	maximale Breite des auf der Saugseite der Schaukel angeordneten Schaukelprofilstegs
	B_D	maximale Breite des auf der Druckseite der Schaukel angeordneten Schaukelprofilstegs

Patentansprüche

1. Schaukel eines Schaukelrades einer Turbomaschine, wobei die Schaukel in einem Strömungskanal (25) angeordnet ist, durch den ein Primärfluid (10) strömt, und zumindest in einem Teilbereich des Schaukelrades stromauf des Schaukelrades ein Sekundärfluid (11) in den Strömungskanal (25) einmündet, dadurch gekennzeichnet, daß zur Führung des in die Strömung des Primärfluides (10) einmündenden Sekundärfluides (11) an der Schaukel zumindest ein Schaukelprofilsteg (140, 240, 241, 340, 341, 440, 540, 640) angeordnet ist.
2. Schaukel nach Anspruch 1, bei der das Schaukelrad relativ zum Gehäuse der Turbomaschine feststeht.
3. Schaukel nach Anspruch 1, bei der das Schaukelrad relativ zum Gehäuse der Turbomaschine bewegt ist.
4. Schaukel nach einem der vorigen Ansprüche, bei der der Schaukelprofilsteg (240) eine maximale Breite in einem Bereich zwischen der Schaukelnase (22) und etwa der maximalen Profildicke der Schaukel aufweist und im Bereich der Schaukelnase (22) sowie der Hinterkante (23) der Schaukel kontinuierlich in die Profilkontur der Schaukel übergeht, mit einer auf Null reduzierten Breite in der Schaukelnase (22) sowie in der Hinterkante (23) der Schaukel.
5. Schaukel nach einem der vorigen Ansprüche, bei der die maximale Breite (B_S , B_D) des Schaukelprofilstegs (240, 241) bevorzugt zwischen 10% und 20% des Abstandes (P) der Hinterkanten (23, 23') zweier benachbart angeordneter Schaukeln beträgt.
6. Schaukel nach einem der vorigen Ansprüche, bei der auf der Saugseite und der Druckseite der Schaukel zumindest je ein Schaukelprofilsteg (240, 241, 340, 341) angeordnet ist.

EP 0 978 633 A1

7. Schaufel nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei der lediglich auf der Saugseite der Schaufel ein Schaufelprofilsteg (540) angeordnet ist.
- 5 8. Schaufel nach einem der vorigen Ansprüche, bei der der Schaufelprofilsteg (540) ausserhalb des Bereichs zwischen der Schaufelnase (22) der Schaufel und dem engsten Querschnitt (AB) des angrenzenden Schaufelkanals auf eine Breite von Null reduziert ist.
- 10 9. Schaufel nach einem der vorigen Ansprüche, bei der der Übergang zwischen dem Schaufelprofilsteg (340, 341) und der Profilkontur der Schaufel abgerundet ist, wobei der Übergangsradius bevorzugt zwischen 10% und 20% des engsten Querschnittes (AB) benachbarter Schaufeln beträgt.
- 15 10. Schaufel nach einem der vorigen Ansprüche, bei der der Schaufelprofilsteg (640) gegenüber der Seitenwand (24) unter einem Neigungswinkel (645) dergestalt angeordnet ist, daß sich der Strömungskanal zwischen dem Schaufelprofilsteg und der Seitenwand infolge des Neigungswinkels in Strömungsrichtung verjüngt, wobei der Neigungswinkel bevorzugt zwischen 2° und 6° beträgt.
- 20 11. Verwendung des Schaufelprofilstegs gemäß einem der vorigen Ansprüche zur räumlichen Begrenzung der Beeinflussung der Strömung des Primärfluids infolge des in die Strömung des Primärfluids einmündenden Sekundärfluids.
- 25 12. Verwendung des Schaufelprofilstegs nach Anspruch 10 zur Gleichrichtung der in die Strömung des Primärfluids einmündenden Strömung des Sekundärfluids mit der Strömung des Primärfluids.
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

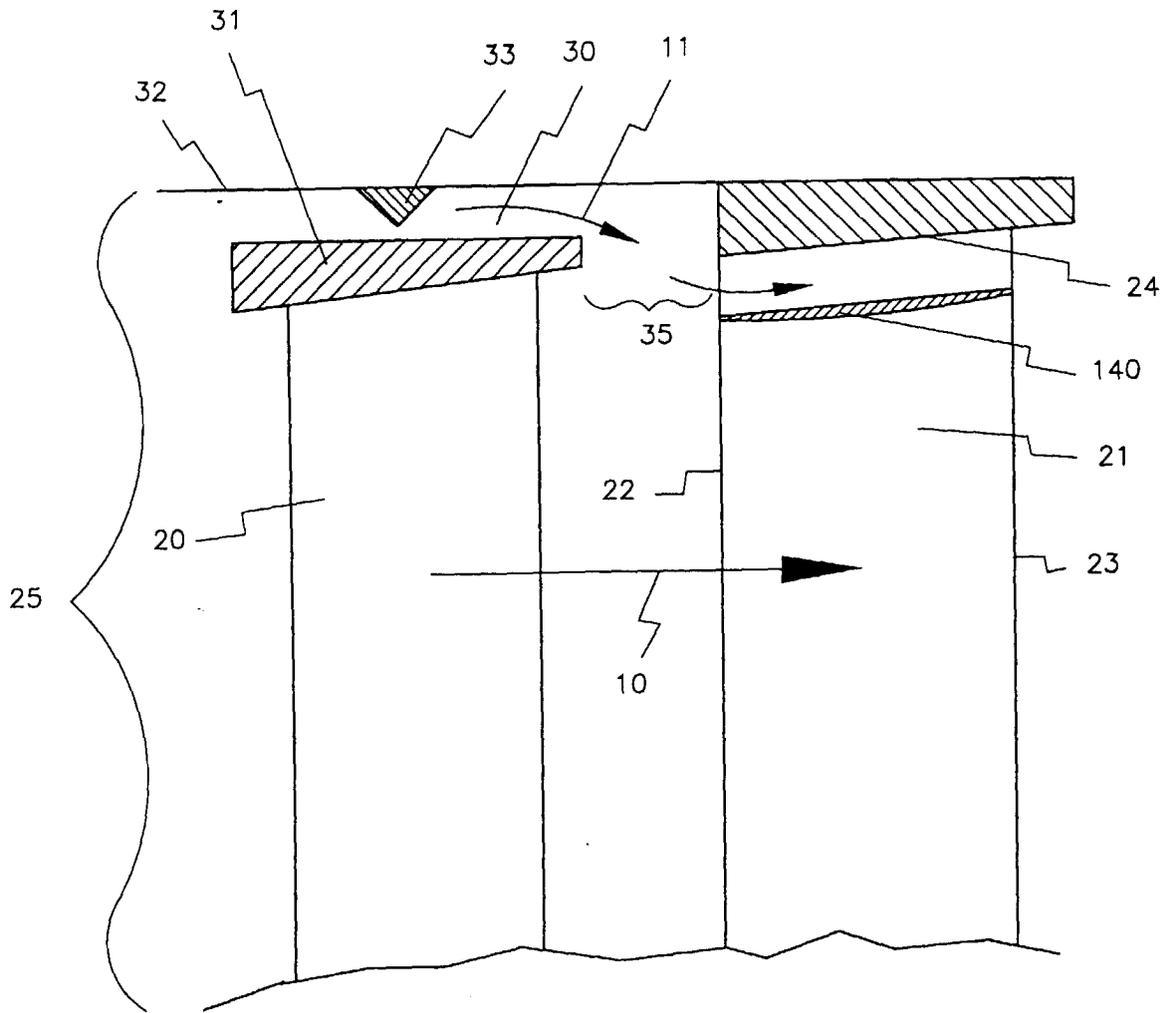
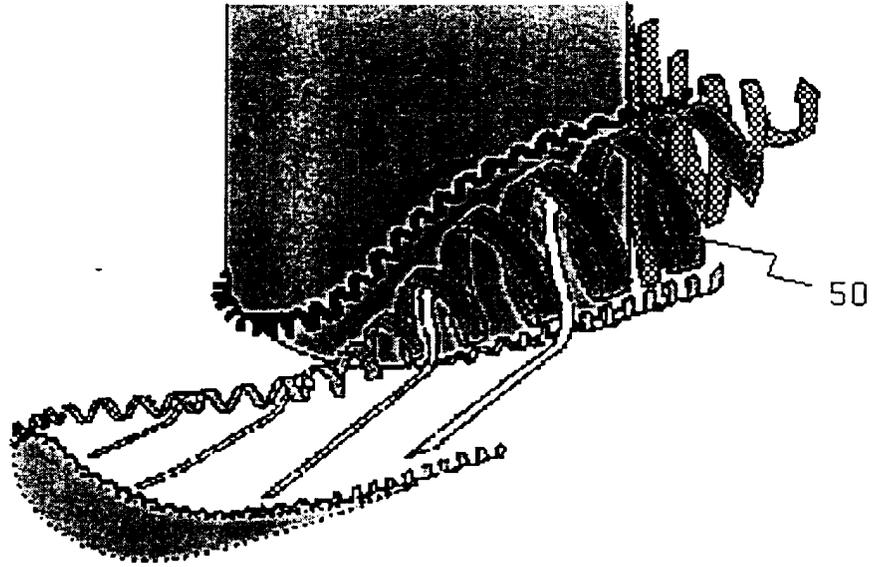
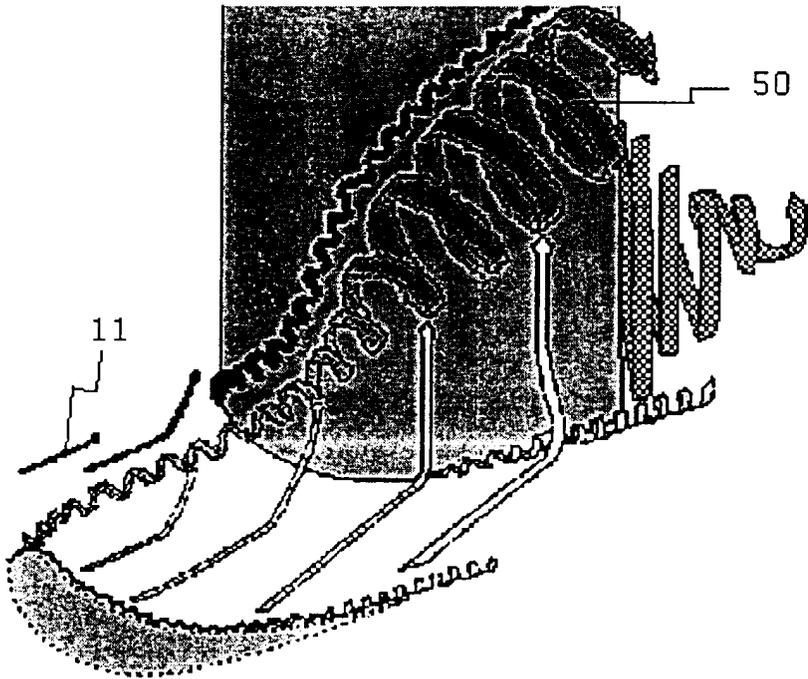


Fig. 1



i)



ii)

Fig. 2

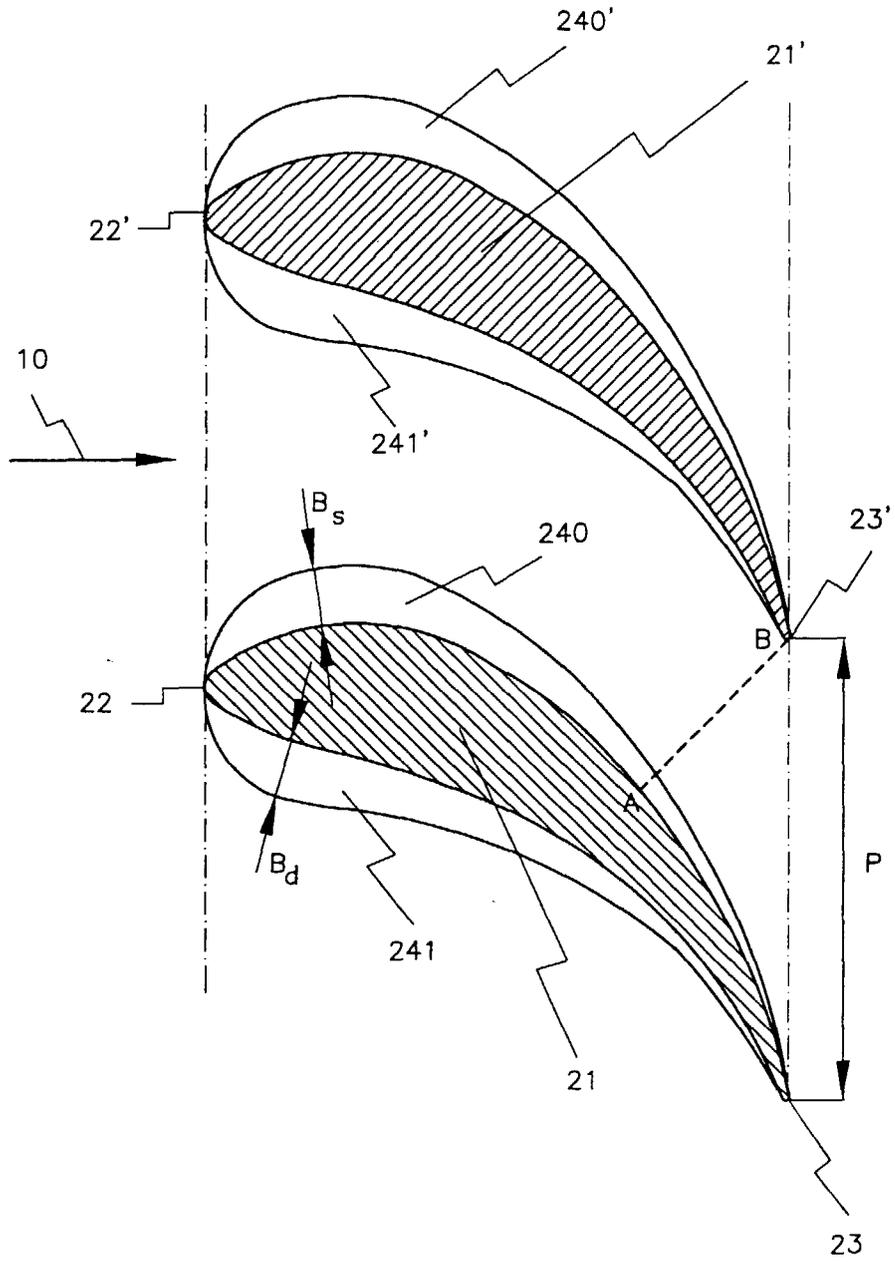


Fig. 3

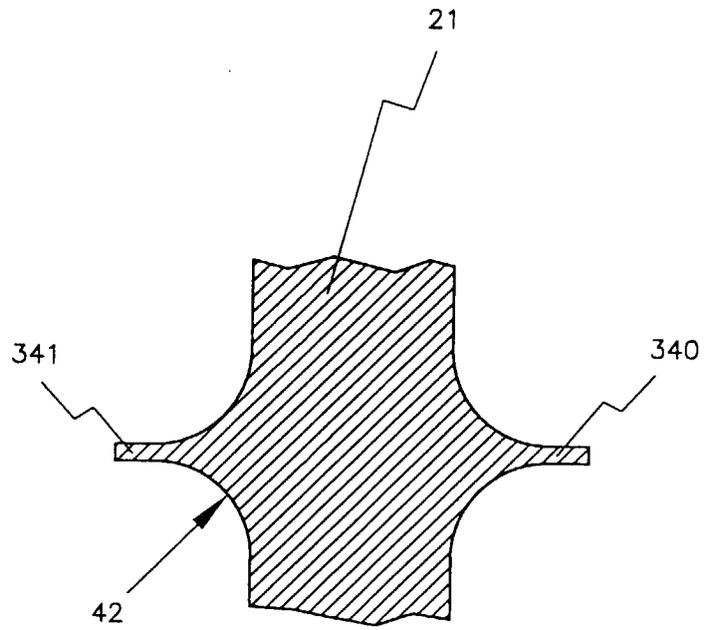


Fig. 4

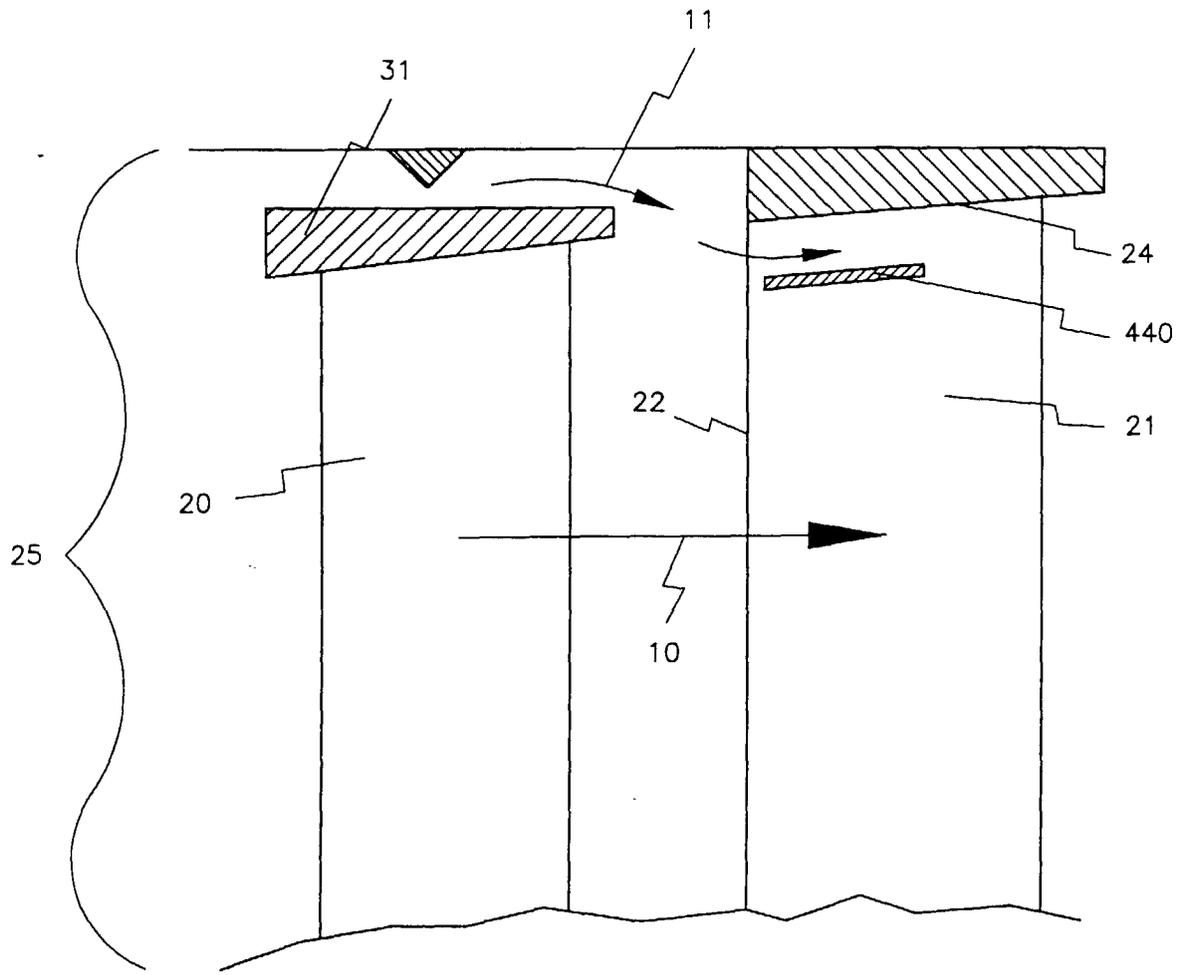


Fig. 5

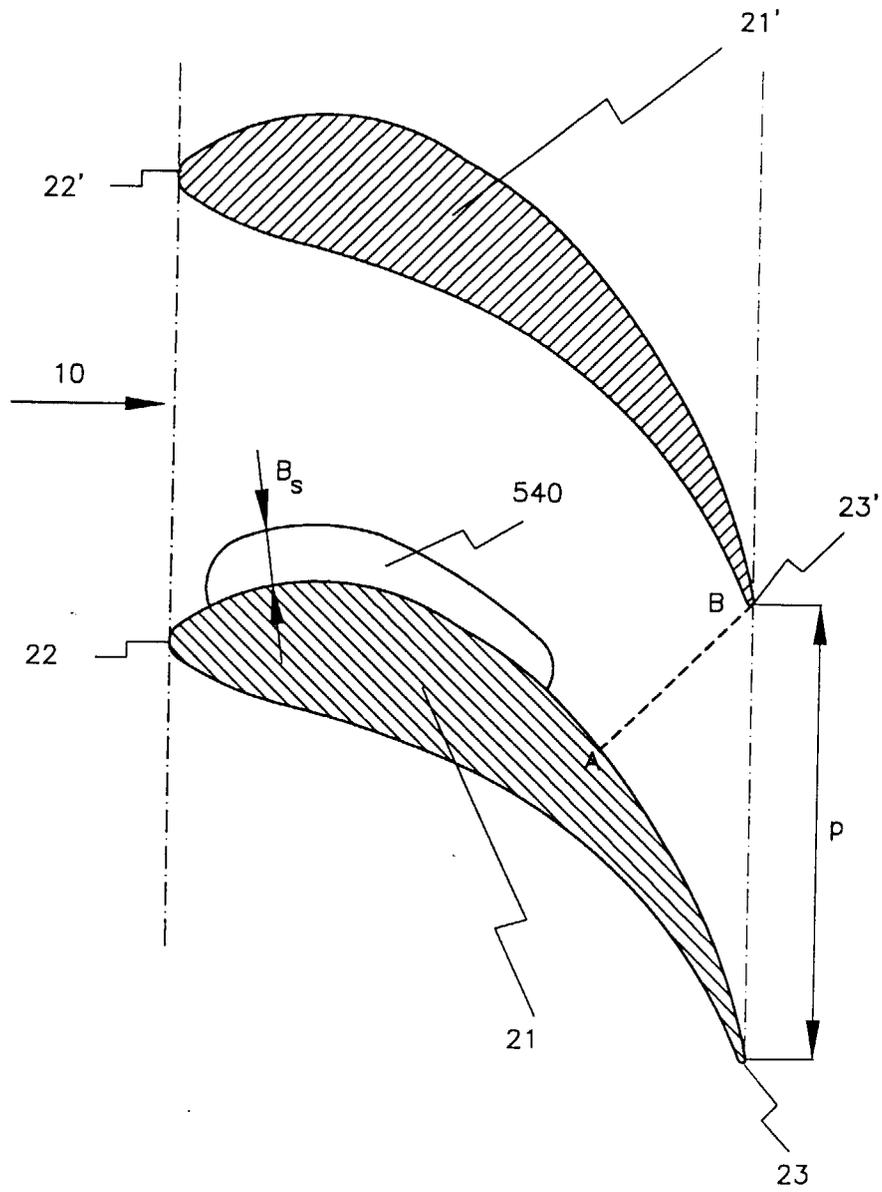


Fig. 6

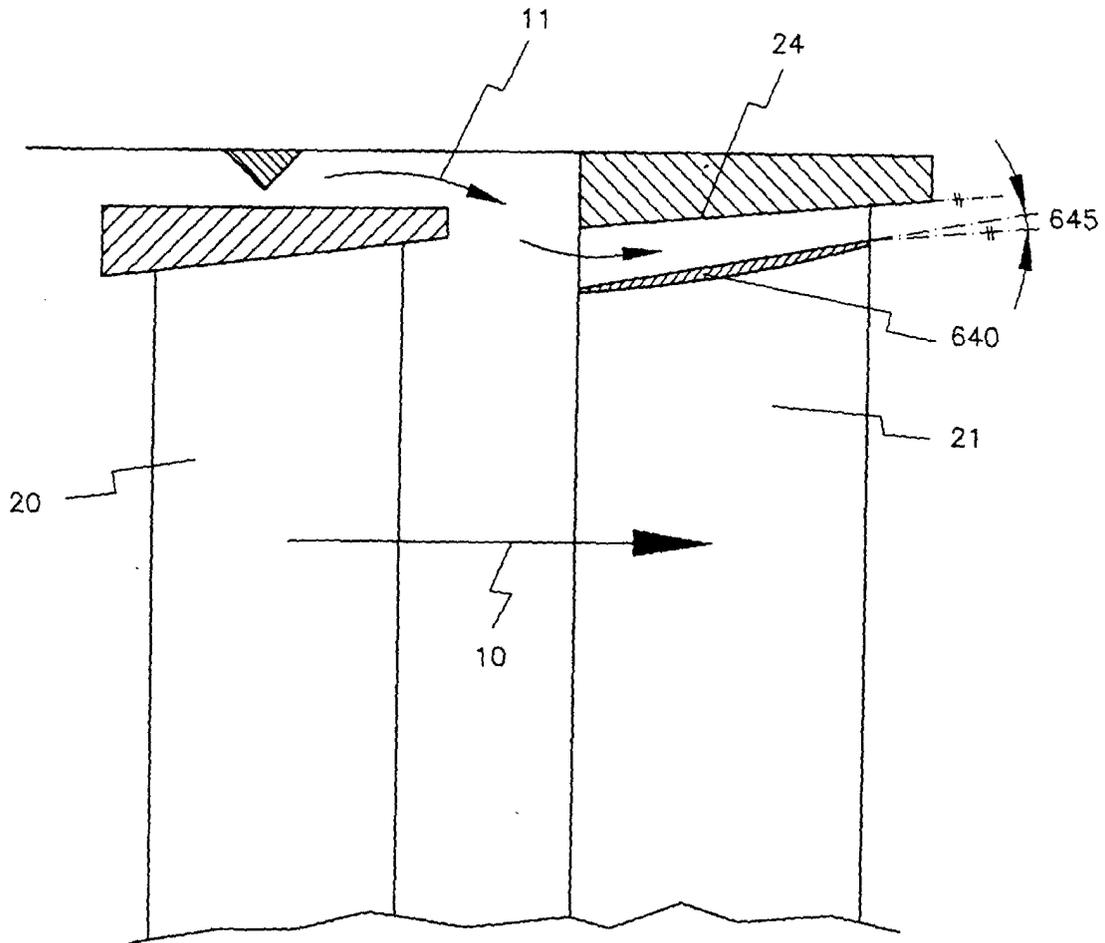


Fig. 7



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 98 81 0758

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	US 4 128 363 A (FUJIKAKE KENJI ET AL, KABUSHIKI KAISHA TOYOTY CHUO KENKYUSHO) 5. Dezember 1978 * Abbildungen * ---	1-4,6,7, 11	F01D5/14 F04D29/68
X	DE 11 08 374 B (MAN TURBOMOTOREN GMBH) 8. Juni 1961 * das ganze Dokument * ---	1-4,6,7, 11	
X	GB 840 543 A (METROPOLITAN-VICKERS LTD.) 6. Juli 1960 * das ganze Dokument * ---	1-4,6,11	
X	DE 21 35 287 A (DETTMERING WILHELM PROF DR ING) 25. Januar 1973 * Abbildungen * ---	1-4,7,11	
X	GB 793 143 A (DAIMLER-BENZ AG) 9. April 1958 * das ganze Dokument * ---	1-4,6,7, 11	
X	US 5 112 187 A (DAVIDS JOSEPH ET AL; WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP.) 12. Mai 1992 * Abbildungen 3,4 * ---	1-4,7,11	RECHERCHIERTER SACHGEBIETE (Int.Cl.6) F01D F04D
X	US 3 193 185 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 6. Juli 1965 * Abbildungen 4,5 * ---	1-4,6,7, 11	
X	US 2 920 864 A (UNITED AIRCRAFT CORP.) 12. Januar 1960 * Abbildung 9 * -----	1-4,6,11	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 7. Januar 1999	Prüfer Raspo, F
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 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 03.92 (F04C03)

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

EP 98 81 0758

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

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

07-01-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4128363 A	05-12-1978	DE 2619318 A GB 1545622 A	14-04-1977 10-05-1979
DE 1108374 B		KEINE	
GB 840543 A		KEINE	
DE 2135287 A	25-01-1973	KEINE	
GB 793143 A		KEINE	
US 5112187 A	12-05-1992	CA 2051169 A ES 2048053 A IT 1260545 B JP 4246205 A	13-03-1992 01-03-1994 16-04-1996 02-09-1992
US 3193185 A	06-07-1965	BE 638547 A CH 417837 A DE 1428110 A FR 1373327 A GB 996041 A SE 307216 B	13-02-1969 06-01-1965 23-12-1968
US 2920864 A	12-01-1960	KEINE	

EPO FORM PC461

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