

Beschreibung**Technisches Gebiet**

- 5 **[0001]** Die Erfindung betrifft Vorrichtungen zur Reduzierung der Verluste einer Fluidströmung in beschauelten Strömungskanälen von Turbomaschinen, insbesondere in Dampf- oder Gasturbinen.

Stand der Technik

- 10 **[0002]** Um die heutzutage üblichen Wirkungsgrade einer Turbomaschine, insbesondere einer Dampf- oder Gasturbine, noch weiter zu steigern, ist es von zentraler Bedeutung, die bei der Durchströmung der beschauelten Strömungskanäle der Turbomaschine auftretenden Strömungsverluste des Fluides zu verringern.

- [0003]** Die bei der Durchströmung eines beschauelten Strömungskanals einer Turbomaschine auftretenden Strömungsverluste setzen sich maßgeblich einerseits aus Profil- und Seitenwandverlusten sowie andererseits aus Sekundärströmungsverlusten der Fluidströmung zusammen. Profil- und Seitenwandverluste ergeben sich als Folge der Ausbildung von Strömungsgrenzschichten des viskosen Strömungsfluides beim Überströmen von Bauteilwandungen. Unter Sekundärströmungen werden alle von der primären, potentialtheoretisch zu betrachtenden Strömung abweichenden Strömungen, insbesondere Wirbelströmungen, verstanden, wie z. B. Ausgleichsströmungen zwischen der Druck- und Saugseite eines Schaufelkanals sowie der Kanalwirbel, der Hufeisenwirbel, der Hinterkantenwirbel, der Eckenwirbel und der Spaltwirbel.

- 20 **[0004]** Eine am Umfang einer Turbomaschine angeordnete Reihe von Schaufeln wird üblicherweise als Gitter bezeichnet. Die Schaufeln eines Gitters, im Folgenden als Vollschaufeln bezeichnet, sind in der Regel alle in gleicher Weise ausgeführt. Eine Turbomaschine besteht zumeist aus einer Anordnung mehrerer feststehender und bewegter, hintereinander angeordneter Gitter. Je zwei nebeneinander angeordnete Vollschaufeln bilden zusammen mit den strömungsbegrenzenden Seitenwänden einen Schaufelkanal.

- 25 **[0005]** Neben dem Grad der Umlenkung des Strömungsfluides bestimmt insbesondere die Profilierung der Vollschaufeln eines jeden Gitters sowohl in Schaufellängs- als auch in Schaufelhöhenrichtung und somit die lokale Strömungsführung das Verlustverhalten der einzelnen Gitterströmungen. Moderne Gitter in Turbinen werden heutzutage zumeist als 'aft-loaded' belastungsverteilt ausgeführt, d. h., daß die Geschwindigkeitsverteilung der Strömung entlang der saugseitigen Profilloberfläche einer Turbinenschaufel in der hinteren Hälfte der in Strömungsrichtung betrachteten Vollschaufel ein Maximum aufweist. Die maximale Geschwindigkeit tritt in guter Näherung in der Ebene kleinsten geometrischen Strömungsquerschnittes des betrachteten Schaufelkanals auf. Bei maximaler Strömungsgeschwindigkeit weist die Strömung einen minimalen statischen Druck auf der saugseitigen Profilloberfläche der Vollschaufel auf. Hieran schließt sich eine Diffusion der Strömung auf der Saugseite der Vollschaufel bis zur Hinterkante hin an, wodurch die Geschwindigkeit der Strömung abnimmt. Dies führt zu einem Anstieg des statischen Druckes entlang des saugseitigen Profils der Vollschaufeln stromab des engsten Querschnittes des Schaufelkanals. Die Strömung muß somit in diesem Bereich gegen einen positiven Druckgradienten anströmen. Neben einem verstärkten Anwachsen der Grenzschicht entlang des Schaufelprofils resultiert hieraus eine höhere Ablösegefahr der saugseitigen Strömung im Bereich der Hinterkante. Beide Effekte wiederum haben sowohl eine Zunahme der reibungsbedingten Verluste der Strömung als auch eine Zunahme der Deviation des Abströmwinkels des Gitters zur Folge.

- 35 **[0006]** Die Strömungsverluste treten verstärkt insbesondere in den saugseitigen Bereichen eines Schaufelkanals nahe der Nabe und des Gehäuses auf. Als Ursache für die Zunahme der Strömungsverluste ist einerseits das Aufeinandertreffen der Strömungsgrenzschichten sowohl des Schaufelprofils als auch der Seitenwände in den Eckenbereichen des betrachteten Schaufelkanals zu nennen. Dies führt zu einer lokalen Aufdickung der Grenzschicht in den Eckenbereichen des Schaufelkanals. Andererseits bildet sich infolge der Umlenkung der Strömung im Schaufelkanal ein Druckgradient und somit eine Druck- und eine Saugseite des Schaufelkanals aus. Aufgrund dieses Druckgradienten von der Druckseite zur Saugseite benachbarter Schaufeln kommt es in diesem Schaufelkanal zu einer ständigen Drift von Grenzschichtmaterial in Richtung der Saugseite. Dadurch wird der Kanalwirbel verstärkt, was letztlich eine Erhöhung der Strömungsverluste zur Folge hat. Die gegenseitige Überlagerung der auftretenden Strömungsphänomene führt somit zu hochgradig dreidimensionalen Strömungen.

- 40 **[0007]** Moderne Beschauelungskonzepte versuchen diesen Überlegungen dadurch Rechnung zu tragen, daß der Verlauf der aerodynamischen Belastung über der Schaufelhöhe der Vollschaufel ein den Strömungsverhältnissen angepaßtes Belastungsprofil aufweist. Diese dreidimensional konturierten Schaufeln sind aber in der Herstellung extrem teuer. Zudem erfolgt die Anpassung der aerodynamischen Belastung durch Entlastung der kritischen Gebiete und stellt somit lokal kein Zugewinn sondern eine Verringerung der Umlenkung und somit der Leistungsdichte dar.

- 55 **[0008]** Alternativ hierzu können am Umfang einer Turbomaschine zahlenmäßig mehr Vollschaufeln eingesetzt werden. Dies führt zu einer Verringerung des Abstandes zwischen der Druck- und der Saugseite in einem Schaufelkanal und hierdurch zu geringeren Druckunterschieden. Hieraus resultieren zwar geringere sekundärströmungsbedingte Ver-

luste der Gitterströmung; die zunehmenden Profilverluste übersteigen jedoch den Zugewinn.

Darstellung der Erfindung

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Strömungsverluste der Fluidströmung durch eine Turbomaschine, insbesondere durch eine axial durchströmte Turbine, zu vermindern. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zumindest an einer strömungsbegrenzenden Seitenwand der Turbomaschine zwischen zwei Vollschaufeln zumindest eine Zwischenschaufel angeordnet ist.

[0010] Es ist bekannt, daß die höchsten Strömungsverluste einer Fluidströmung bei Durchströmen der Beschauflung einer Turbomaschine in einem Schaufelkanal überwiegend auf den Saugseiten der Vollschaufeln auftreten. Über der Schaufelhöhe weisen hierbei die Bereiche nahe den naben- und gehäuseseitig strömungsbegrenzenden Seitenwänden das höchste Verlustverhalten auf. Als Ursache für diese Strömungsverluste sind die hochgradig dreidimensionalen Strömungsverhältnisse in diesen Bereichen, insbesondere in den saugseitigen Ecken des jeweils betrachteten Schaufelkanals, zu nennen. Diese dreidimensionalen Strömungsverhältnisse wiederum haben eine maßgebliche Ursache in dem Druckgradienten zwischen der Druck- und der Saugseite des Schaufelkanals. Der Druckgradient resultiert aus der Umlenkung der Fluidströmung in dem Schaufelkanal. Infolge dieses Druckgradienten bildet sich wiederum eine Ausgleichsströmung zwischen der Druck- und der Saugseite eines jeden Schaufelkanals aus. Diese Ausgleichsströmung stellt eine Sekundärströmung dar und verläuft überwiegend innerhalb der Grenzschichten, wodurch es zu einer Anhäufung energetisch defizitären Grenzschichtfluides in den saugseitigen Seitenwand- und Profilgrenzschichten kommt. Darüber hinaus verstärkt sich bei übermäßiger Anhäufung des Grenzschichtfluides auf der Saugseite durch ein Eindrehen des energetisch defizitären Grenzschichtfluides der Kanalwirbel.

[0011] Hier setzt die Erfindung an. Durch die erfindungsgemäße Anordnung zumindest einer Zwischenschaufel an zumindest einer strömungsbegrenzenden Wand zwischen zwei Vollschaufeln wird der Schaufelkanal lokal in mindestens zwei Teilkanäle unterteilt. Die Zwischenschaufel ist in ihrer Höhe kleiner ausgeführt als die Vollschaufel. Somit erstreckt sich die Zwischenschaufel nicht über die gesamte Höhe des Schaufelkanals. Infolgedessen wird der Schaufelkanal durch die Anordnung der Zwischenschaufel nur bis zu der Höhe der Zwischenschaufel unterteilt.

[0012] Die Zwischenschaufeln können zweckmäßig an den nabenseitigen und/oder den gehäuseseitigen Seitenwänden der Schaufelkanäle einer Turbomaschine angeordnet sein. Alternativ hierzu kann es auch von Vorteil sein, wenn je Seitenwand mehrere Zwischenschaufeln gruppiert werden, die den Schaufelkanal lokal in mehrere, gleich große Teilkanäle unterteilen. Bevorzugt erfolgt die Anordnung von Zwischenschaufeln in allen Schaufelkanälen eines Strömungsgitters in gleicher Weise. Im Rahmen der Beschreibung der Erfindung wird davon ausgegangen, daß die Vollschaufeln innerhalb eines Strömungsgitters gleiche Profilkonturen aufweisen. Dies stellt aber keine Grundvoraussetzung für den Einsatz von Zwischenschaufeln dar. Die Zwischenschaufeln können auch in Schaufelkanälen zwischen unterschiedlich konturierten Vollschaufeln eingesetzt werden.

[0013] Es hat sich gezeigt, daß die Höhe der Zwischenschaufel für die Ausführung der Erfindung von wesentlicher Bedeutung ist. In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist die Zwischenschaufel eine Höhe zwischen etwa 3% und etwa 10% der Höhe einer der den Schaufelkanal bildenden Vollschaufeln auf. Diese Höhe ist bevorzugt in Abhängigkeit des Schaufelhöhenverhältnisses H/s der Vollschaufel zu wählen, wobei die Höhe der Zwischenschaufel bevorzugt etwa 3% bei großem Schaufelhöhenverhältnis H/s und etwa 10% bei kleinem Schaufelhöhenverhältnis H/s der Höhe H der Vollschaufel beträgt. H steht hierbei für die Höhe der Vollschaufel und s für die Sehnenlänge der Vollschaufel. Das Verhältnis der Höhe der Zwischenschaufel zu dem Schaufelhöhenverhältnis der Vollschaufel ist somit gegenläufig. In Schaufelkanälen zwischen langen und schlanken Vollschaufeln, die somit ein großes Schaufelhöhenverhältnis aufweisen, sind infolgedessen vorzugsweise in Relation zu den Vollschaufeln kleine Zwischenschaufeln anzuordnen und umgekehrt. Große Schaufelhöhenverhältnisse treten zumeist im Mittel- und Niederdruckbereich einer Dampf- oder Gasturbine auf, kleine Schaufelhöhenverhältnisse hingegen oftmals im Hochdruckbereich einer Dampf- oder Gasturbine. Es zeigte sich, daß die Anordnung einer Zwischenschaufel, die mit einer der bevorzugten Ausführungsform entsprechenden Höhe ausgeführt ist, zu einer optimalen Verminderung der Gesamtverluste der Strömung führt. Einerseits ist eine derart gewählte Höhe ausreichend, um die sich in der Grenzschicht ausbildende Sekundärströmung effektiv zu unterbinden. Andererseits steigen die Profilverluste infolge geringer, zusätzlich überströmter Wandflächen der Zwischenschaufel nur geringfügig an.

[0014] Es ist besonders zweckmäßig, die Zwischenschaufel mit einer sehr geringen Schaufeldicke auszuführen. Bevorzugt beträgt die maximale Profildicke d' der Zwischenschaufel zwischen etwa 2% und etwa 10% der maximalen Profildicke d der Vollschaufeln, in Abhängigkeit des Schaufeldickenverhältnisses d'/d der Vollschaufeln bevorzugt etwa 2% bei großem Schaufeldickenverhältnis und etwa 10% bei kleinem Schaufeldickenverhältnis. Bei geringer Schaufeldicke der Zwischenschaufel tritt eine nur geringe Verdrängungswirkung durch die Zwischenschaufel auf. Diese geringe Verdrängungswirkung führt zu einer nur geringen Zunahme der Profilverluste der Zwischenschaufel. Diese Profilverluste sind somit deutlich niedriger als die Profilverluste einer Vollschaufel mit vergleichbarer Höhe.

[0015] Weiterhin wurde gefunden, daß es für die Ausführung der Erfindung besonders zweckmäßig ist, die Schau-

felnase der Zwischenschaufel gegenüber den Schaufelnasen der Vollschaufeln in dem Schaufelkanal stromab zu versetzen, d.h. zurückzusetzen. Bevorzugt erfolgt die Zurückversetzung der Schaufelnase der Zwischenschaufel gegenüber den Schaufelnasen der Vollschaufeln mit einer Versetzung V, wobei die Versetzung V zwischen 3% und 10% der axialen Sehnenlänge T einer Vollschaufel beträgt. Besonders vorteilhaft im Hinblick auf geringe Strömungsverluste ist hier eine Zurückversetzung der Zwischenschaufel um etwa 5% der axialen Sehnenlänge T einer Vollschaufel. Die Versetzung V ist hierbei als der Abstand der zurückversetzten Schaufelnase zu der die Schaufelnasen der Vollschaufeln verbindenden Geraden zu bestimmen. Insbesondere im Falle einer Fehlanströmung des Gitters treten infolge der Zurückversetzung der Schaufelnase deutlich verminderte Profilverluste des Gitters im Vergleich zu einer nicht versetzten Anordnung der Zwischenschaufel auf. Die Zurückversetzung der Schaufelnase der Zwischenschaufel führt darüber hinaus zu einer Vergrößerung des Winkelanströmbereichs des Gitters und somit zu einer Vergrößerung des Betriebsbereichs der Turbomaschine.

[0016] Die Erstreckung der Zwischenschaufel in dem Schaufelkanal ist bevorzugt so zu wählen, daß die Hinterkante der Zwischenschaufel gegenüber den Hinterkanten der Vollschaufeln in einem Bereich zwischen der fluchtenden Anordnung der Hinterkanten (entspricht 0% Versetzung) und einer maximalen Versetzung stromauf angeordnet ist. Die maximale Versetzung der Hinterkante der Zwischenschaufel stromauf, d.h. die maximale Vorversetzung der Hinterkante, beträgt hier 120% des Abstandes der fluchtend angeordneten Hinterkante zu dem engsten Querschnitt des Schaufelkanals. Diese Abstände sind jeweils als Lotrechte auf den engsten Querschnitt des Schaufelkanals zu ermitteln.

[0017] Besonders bevorzugt beträgt die Versetzung der Hinterkante der Zwischenschaufel zwischen 100% und 120% des Abstandes der fluchtend angeordneten Hinterkanten zu dem engsten Querschnitt des Schaufelkanals und insbesondere bevorzugt zwischen 110% und 120%. Als Vorteil dieser bevorzugten Anordnung der Hinterkante der Zwischenschaufel gegenüber einer fluchtend angeordneten Hinterkante ist eine verbesserte Anströmung der nächsten Schaufelreihe zu nennen. Dieser Vorteil wird deshalb erreicht, weil die aus dem Schaufelkanal austretenden, durch die Zwischenschaufeln verursachten Nachlaufzellen in dem Druckverlauf der Fluidströmung aufgrund der Beschleunigung der Strömung bis zum engsten Querschnitt des Schaufelkanals verringert werden. Dies führt zu geringeren dissipativen Verlusten der Strömung. Zudem können Turbomaschinen relativ leicht mit den erfindungsgemäßen Zwischenschaufeln nachgerüstet werden. Hierzu sind lediglich entsprechende Nuten in den Seitenwänden einzubringen. Um den gleichen Massendurchsatz durch einen betroffenen Schaufelkanal zu gewährleisten, ist es nicht erforderlich, die vorhandene Beschaukelung zu verändern, da der engste Querschnitt des Schaufelkanals erhalten bleibt.

[0018] Als eine Alternative hierzu beträgt die Versetzung der Hinterkante der Zwischenschaufel besonders bevorzugt zwischen 0% und 40% des Abstandes der fluchtend angeordneten Hinterkanten zu dem engsten Querschnitt des Schaufelkanals und insbesondere bevorzugt zwischen 10% und 20%. Durch die Anordnung der Hinterkante der Zwischenschaufel stromab des engsten Querschnitts des Schaufelkanals resultiert hieraus vorteilhaft eine zusätzliche Führung der Fluidströmung auf der Saugseite der Vollschaufel. Im Falle einer 0%-igen Versetzung der Hinterkante der Zwischenschaufel ist diese Führung der Fluidströmung maximal. Infolge dieser zusätzlichen Führung der Fluidströmung ergeben sich verminderte Strömungsverluste und eine genauere Kontrolle der Abströmwinkel. Gleichzeitig wird der engste Querschnitt des Schaufelkanals durch die Anordnung der Zwischenschaufel vermindert. Diese Verminderung des engsten Querschnitts des Schaufelkanals kann über eine Umstaffelung der Vollschaufeln kompensiert werden. Neben der Verbesserung der Strömungsführung wird darüber hinaus auch die Belastung der Schaufel weiter nach hinten verschoben. Dies führt letztlich zu einer weiteren Verminderung der Strömungsverluste.

[0019] Es ist zweckmäßig, die Zwischenschaufel insbesondere in den Bereichen des engsten Querschnitts des Schaufelkanals näherungsweise mittig, bevorzugt zwischen 40% und 60% des engsten Querschnitts des Schaufelkanals, im Schaufelkanal anzuordnen. Darüber hinaus erwies es sich als besonders vorteilhaft, wenn zusätzlich auch der engste Querschnitt des der Saugseite der Vollschaufel zugewandten Teilkanals näherungsweise der Hälfte des engsten Querschnitts des Schaufelkanals, bevorzugt zwischen 40% und 60% des engsten Querschnitts des Schaufelkanals, entspricht. Letzteres gilt nur, wenn die Hinterkante der Zwischenschaufel nicht in Bereiche stromauf des engsten Querschnitts des Schaufelkanals vorversetzt ist. Infolge der näherungsweisen Halbierung der planar Seitenwandfläche durch die Anordnung der Zwischenschaufel bildet sich in beiden Teilkanälen eine annähernd gleich stark ausgeprägte Seitenwandgrenzschicht aus. Somit kommt es ungefähr zu einer aerodynamischen Gleichbelastung der Saugseite der Zwischenschaufel sowie der Vollschaufel. Es stellte sich jedoch heraus, daß die Summe der Strömungsverluste in den Teilkanälen gegenüber den Strömungsverlusten in dem Schaufelkanal ohne Zwischenschaufel deutlich vermindert wird. Zusätzlich wurde gefunden, daß die Strömungsverluste in der bevorzugten Ausführung der Erfindung mit einem näherungsweise konstanten Querschnitt des Teilkanals zwischen dem engsten Querschnitt des Schaufelkanals und dem engsten Querschnitt des Teilkanals besonders niedrig sind. Diese niedrigen Strömungsverluste treten hier deswegen auf, weil die Strömung in den Bereichen stromab des engsten Querschnitts des Schaufelkanals weder eine deutliche Beschleunigung noch eine deutliche Verzögerung erfährt.

[0020] Für die Ausführung der Erfindung ist es besonders vorteilhaft, die Saugseite der Zwischenschaufel in gleicher Weise oder annähernd in gleicher Weise zu profilieren wie die Saugseiten der Vollschaufeln. Die Zuordnung der Pro-

filkonturen der Zwischenschaufel zu den Vollschaufeln erfolgt hierbei über die axiale Position im Schaufelkanal. Es zeigte sich, daß die Profilverluste der Zwischenschaufel in besonderem Maße von der saugseitigen Profilkontur beeinflusst werden. In Zusammenhang mit der geringen Profildicke der Zwischenschaufel ergibt sich somit eine druckseitige Profilkontur der Zwischenschaufel, die von den druckseitigen Profilkonturen der Vollschaufeln abweicht.

[0021] Es ist besonders zweckmäßig, den Krümmungsradius der Zwischenschaufel im Bereich nach dem engsten Querschnitt des Schaufelkanals bevorzugt zwischen 90% und 110% des saugseitigen Krümmungsradius der Vollschaufel im Bereich nach dem engsten Querschnitt des an die Saugseite der Vollschaufel angrenzenden Teilkanals auszuführen.

[0022] Weiterhin ist es vorteilhaft, die Kanten der Zwischenschaufel, die von der Primärströmung frontal angeströmt werden, abzuflachen oder abzurunden. Die durch die Zwischenschaufel und die Seitenwand gebildeten Ecken in Längsrichtung der Teilkanäle sind hingegen jedoch bevorzugt rechtwinklig ausgeführt.

[0023] Oftmals weisen die Vollschaufeln eines Strömungsgitters am Schaufelfuß oder auch am Schaufelkopf Plattformen auf, die zumeist in einem näherungsweise rechten Winkel zur Schaufelhöhenrichtung angeordnet sind. Diese Plattformen sind hierbei plan und in ihrer Grundfläche zumeist rhombenförmig ausgeführt. Durch Aneinanderreihung der Plattformen am Umfang einer Rotationsmaschine ergeben sich hieraus die Seitenwände des Strömungskanals.

[0024] Erfolgt der Aufbau der Seitenwände über eine Aneinanderreihung derartiger Plattformen, so ist es zweckmäßig, die Zwischenschaufel auf den Plattformen anzuordnen.

[0025] Weiterhin ist es besonders vorteilhaft, die Zwischenschaufel in Segmente aufzuteilen. Die Segmente der Zwischenschaufel können somit getrennt voneinander auf einer oder mehreren Plattformen angeordnet werden. Eine Aufteilung einer Zwischenschaufel auf zwei Plattformen kann beispielsweise dann auftreten, wenn die Trennfuge zwischen zwei Plattformen näherungsweise mittig im Schaufelkanal angeordnet ist und die Zwischenschaufel ebenfalls vorzugsweise mittig positioniert wird.

[0026] In einer weiteren Ausführung ist die Zwischenschaufel oder sind die Segmente der Zwischenschaufel mit der jeweiligen Plattform einteilig ausgeführt. Diese einteiligen Bauteile können beispielsweise durch Gießen kostengünstig hergestellt werden.

[0027] Alternativ hierzu kann es auch von Vorteil sein, die Zwischenschaufel und die Plattform getrennt zu fertigen. Bevorzugt sind hierbei eine oder mehrere Nuten in die Plattform eingearbeitet. Die Zwischenschaufel kann somit in geeigneter Weise in diesen Nuten befestigt werden. Die Befestigung der Zwischenschaufeln kann auch dann vorteilhaft in dieser Weise erfolgen, wenn die Seitenwände nicht aus aneinandergereihten Plattformen, sondern aus einem Kreisring gebildet werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0028] In den Zeichnungen sind mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt.

[0029] Es zeigen:

- Fig. 1 einen Schnitt durch einen Strömungskanal in der Vorderansicht, wobei in dem Strömungskanal zwischen zwei Vollschaufeln erfindungsgemäß sowohl an der nabenseitig als auch an der gehäuseseitig strömungsbegrenzenden Seitenwand je eine Zwischenschaufel angeordnet sind;
- Fig. 2 einen Schnitt durch einen Schaufelkanal zwischen zwei Vollschaufeln in der Draufsicht gemäß dem Stand der Technik;
- Fig. 3 einen Schnitt durch einen Schaufelkanal in der Draufsicht, wobei in dem Schaufelkanal eine Zwischenschaufel mit zurückversetzter Schaufelnase angeordnet ist;
- Fig. 4 einen Schnitt durch einen Schaufelkanal in der Draufsicht, wobei in dem Schaufelkanal eine Zwischenschaufel mit sowohl zurückversetzter Schaufelnase als auch vorversetzter Hinterkante angeordnet ist;
- Fig. 5 eine Vergrößerung des Bereichs der Hinterkanten des Schaufelkanals aus Figur 4;
- Fig. 6 einen Schnitt durch einen Schaufelkanal in der Draufsicht, in dem eine Zwischenschaufel angeordnet und in Segmente unterteilt ist;
- Fig. 7 einen Schnitt durch eine Seitenwand mit einer in Nuten angeordneten Zwischenschaufel.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0030] Die in Figur 1 dargestellte Anordnung zeigt einen lochkreisförmigen Strömungskanal 120 in der Vorderansicht. Der Strömungskanal 120 weist eine innere (nabenseitig) strömungsbegrenzende Seitenwand 122 und eine äußere (gehäuseseitig) strömungsbegrenzende Seitenwand 123 auf. Darüber hinaus sind zwei der in dem Strömungskanal 120 angeordneten Vollschaufeln 130, 130' dargestellt. Die Vollschaufeln 130, 130' sind radial ausgerichtet, wobei sich die verlängerten Mittelachsen 124 der Vollschaufeln 130, 130' im Mittelpunkt 121 oder nahe des Mittelpunktes 121 des Strömungskanals 120 schneiden. Ferner weisen die Vollschaufeln 130, 130' eine Höhe H auf. Die in dem Strömungs-

kanal angeordneten Vollschaufeln 130, 130' begrenzen einen Schaufelkanal 160. Der in Figur 1 dargestellte Schaufelkanal 160 entspricht hier einem Schaufelkanal eines Strömungsgitters einer axial durchströmten Turbomaschine.

[0031] Mittig in dem Schaufelkanal 160 sind in der in Figur 1 dargestellten Ausführung erfindungsgemäß sowohl an der nabenseitig als auch an der gehäuseseitig strömungsbegrenzenden Seitenwand 122, 123 je eine Zwischenschaufel 150, 155 angeordnet. Die Zwischenschaufeln 150, 155 sind in gleicher Weise radial ausgerichtet wie die Vollschaufeln 130, 130'. Die Zwischenschaufeln 150, 155 sind mit einer kleineren Höhe h als die Vollschaufeln ausgeführt. Die Höhe h der Zwischenschaufeln 150, 155 in Figur 1 entspricht etwa 10% der Höhe H der Vollschaufeln 130, 130'. Die Zwischenschaufeln 150, 155 könnten auch mit unterschiedlichen Höhen ausgeführt sein. Es stellte sich heraus, daß im Hinblick auf eine optimale Verminderung der Strömungsverluste die Höhe h der Zwischenschaufel eine wichtige Einflußgröße darstellt.

[0032] Bedingt durch die Anordnung der Zwischenschaufeln 150, 155 wird der Schaufelkanal 160 jeweils lokal in zwei Teilkanäle 170, 171 und 180, 181 unterteilt. Die Ecken der Teilkanäle zwischen der Zwischenschaufel und der Seitenwand in Längsrichtung der Teilkanäle sind in der Ausführung gemäß Figur 1 rechtwinklig ausgeführt.

[0033] Figur 2 zeigt in der Draufsicht einen Schnitt durch einen Schaufelkanal 60, der dem Stand der Technik zugehörig ist. Der Schaufelkanal 60 ist vereinfachend als Ausschnitt eines in der Ebene abgewickelten Gitters dargestellt. Die Umfangsrichtung des am Umfang einer Maschine angeordneten Gitters entspricht in der Darstellung somit der Längsrichtung 91 des Gitters. Der Schaufelkanal 60 wird in Längsrichtung 91 des Gitters durch die Vollschaufeln 30 und 30' begrenzt. Die Vollschaufeln 30, 30' sind hier geometrisch gleich ausgeführt.

Als geometrische Größen der Vollschaufeln 30, 30' ist die axiale Sehnenlänge T der Vollschaufeln 30, 30' und die Sehnenlänge s der Vollschaufeln 30, 30' eingezeichnet. Die jeweilige Profildicke ergibt sich durch ein Einpassen von Kreisen in die Profilkontur der Schaufel. Die maximale Profildicke repräsentiert somit den Durchmesser des größten, der Profilkontur eingepaßten Kreises. Die maximale Profildicke der Vollschaufeln 30, 30' wird mit d gekennzeichnet. Ausgehend von den oben aufgeführten geometrischen Größendefinitionen der Vollschaufeln 30, 30' lassen sich das Schaufeldickenverhältnis d/s und das Schaufelhöhenverhältnis H/s definieren. Der engste Querschnitt 65 des Schaufelkanals 60 ist durch die Strecke zwischen A und B" gekennzeichnet.

[0034] Das in Figur 2 dargestellte Gitter ist hier als Turbinengitter ausgeführt. Der Schaufelkanal 60 weist infolgedessen eine kontinuierliche Verengung des Kanalquerschnittes vom Eintritt zum Austritt des Schaufelkanals 60 hin auf.

[0035] Der Schaufelkanal 60 wird von Fluid gemäß der Anströmrichtung 12 angeströmt. Das Fluid tritt in den Schaufelkanal 60 ein und wird hier dem Schaufelprofil folgend umgelenkt. Diese dem Schaufelprofil folgende Strömung wird als Primärströmung 10 bezeichnet. Infolge der Umlenkung in dem Schaufelkanal kommt es zu einer Ausbildung einer Druckseite 31' und einer Saugseite 32 in dem Schaufelkanal 60. Dieser Druckgradient innerhalb des Schaufelkanals 60 führt zur Ausbildung einer Sekundärströmung 11 hauptsächlich in der Seitenwandgrenzschicht. Aufgrund dieser Sekundärströmung 11 kommt es darüber hinaus zur Anfachung des Kanalwirbels 11'. Weiterhin tritt entlang der Ecken des Schaufelkanals der Eckenwirbel 11" auf. Diese als Sekundärströmungen bezeichneten Strömungsformen 11, 11', 11" führen zu hohen Verlusten der Fluidströmung durch den Schaufelkanal.

[0036] Figur 3 zeigt in einer gleichen Schnittbetrachtung wie in Figur 2 einen Schaufelkanal 160, in dem erfindungsgemäß eine Zwischenschaufel 150 angeordnet ist. Die Anströmung 112 des Gitters erfolgt in der Darstellung von links. In der in Figur 3 dargestellten Ausführung der Erfindung ist eine Zwischenschaufel 150 näherungsweise mittig im Schaufelkanal 160 angeordnet. Infolge der Anordnung der Zwischenschaufel 150 wird der Schaufelkanal 160 in zwei Teilkanäle 180, 181 unterteilt. Es wurde gefunden, daß die Verluste bei der Durchströmung des Schaufelkanals in der Summe der Verluste der Teilkanäle 180, 181 bei Anordnung der Zwischenschaufel 150 in dem Schaufelkanal 160 gegenüber der Anordnung ohne Zwischenschaufel deutlich verringert werden.

[0037] Die Schaufelnase 153 der Zwischenschaufel 150 ist in dieser Ausführung der Erfindung um einen axialen Abstand V zurückversetzt. Die Zurückversetzung der Schaufelnase 153 der Zwischenschaufel 150 bezieht sich auf die Verbindungsgerade der Schaufelnasen 133, 133' der Vollschaufeln 130, 130', also der Front-Linie 195 des Gitters. Die Zurückversetzung V beträgt hier in einer besonders bevorzugten Ausführung der Erfindung etwa 5 % der axialen Sehnenlänge T der Vollschaufeln 130, 130'. Überraschenderweise wurde gefunden, daß durch die Zurückversetzung der Zwischenschaufel die Profilverluste der Zwischenschaufel 150 in diesem Bereich stärker abnehmen, als die Sekundärströmungsverluste zunehmen. Insgesamt treten bei zurückversetzter Schaufelnase der Zwischenschaufel somit geringere Verluste der Strömung auf als im Falle einer fluchtenden Anordnung der Schaufelnasen der Zwischenschaufel und der Vollschaufeln. Darüber hinaus wurde gefunden, daß dies insbesondere dann gilt, wenn der Betriebspunkt der Turbomaschine von einem Auslegungsbetriebspunkt abweicht. Durch die Zurückversetzung der Schaufelnase der Zwischenschaufel ergibt sich somit ein vergrößerter Betriebsbereich des Gitters, in dem die Zwischenschaufel angeordnet ist.

[0038] Die Zwischenschaufel 150 in Figur 3 ist mit einer geringen maximalen Profildicke d' der Zwischenschaufel 150 ausgeführt. Diese maximale Profildicke d' entspricht hier etwa 10% der maximalen Profildicke d der Vollschaufeln 130, 130'.

[0039] Darüber hinaus weist die Saugseite 152 der Zwischenschaufel 150 in der beispielhaften Ausführung der Er-

findung einen annähernd gleichen Verlauf der Profilkontur auf wie die Saugseite 132 der Vollschaufel 130. Die Zuordnung der Profilkonturen erfolgt hierbei über die axiale Position im Schaufelkanal 160. Speziell im Bereich nach dem engsten Querschnitt (AB'') des Schaufelkanals 160 entspricht der saugseitige Krümmungsradius R' der Zwischenschaufel 150 hier dem saugseitigen Krümmungsradius R der Vollschaufel 130 in dem Bereich nach dem engsten Querschnitt (A'B') des Teilkanals zwischen der Vollschaufel 130 und der Zwischenschaufel 150. Es wurde gefunden, daß die saugseitige Profilierung der Zwischenschaufel 150 im Bereich nach dem engsten Querschnitt des Schaufelkanals (AB'') sowohl einerseits die Verluste der Fluidströmung, und hier insbesondere die Profilverluste, in diesem Bereich als auch nachfolgend andererseits den Abströmwinkel des Gitters entscheidend beeinflusst.

[0040] Der Verlauf der Profilkontur der Druckseite 151 der Zwischenschaufel 150 weicht somit hier von dem Verlauf der Profilkontur der Druckseite der Vollschaufel 130 ab. Dies ergibt sich zwangsläufig als Folge des annähernd gleichen Konturverlaufs des saugseitigen Profils der Zwischenschaufel 150 und der Vollschaufel 130 bei geringerer maximaler Profildicke d' der Zwischenschaufel 150 im Vergleich zur maximalen Profildicke d der Vollschaufel 130.

[0041] Die Zwischenschaufel 150 in Figur 3 ist in dem Schaufelkanal 160 zwischen den Vollschaufeln 130, 130' so angeordnet, daß die Hinterkante 154 der Zwischenschaufel 150 in einer Flucht mit den Hinterkanten B und B' der Vollschaufeln 130, 130' zu liegen kommt. Die Fluidströmung wird somit im Bereich des Teilkanals 180 zwischen A'' und B' beidseitig geführt. Einerseits wird hierdurch die aerodynamische Belastung der Vollschaufeln vermindert als auch andererseits der Punkt der höchsten aerodynamischen Belastung des Schaufelprofils im Schaufelkanal 160 stromab verschoben. Weiterhin kommt es zu einer Verringerung der Sekundärströmungsverluste und darüber hinaus zu einer Erhöhung der Umlenkung der Primärströmung in dem Schaufelkanal 160.

[0042] Infolge der Verdrängungswirkung der Zwischenschaufel 150 kommt es in Figur 3 zu einer Verminderung der Querschnittsfläche des engsten Querschnitts (AB'') des Schaufelkanals 160. Diese Verminderung der Querschnittsfläche des engsten Querschnitts (AB'') führt zu einem Rückgang des Massendurchsatzes, insbesondere dann, wenn die Fluidströmung im engsten Querschnitt des Schaufelkanals 160 Schallgeschwindigkeit erreicht.

[0043] In der in Figur 4 dargestellten Anordnung der Zwischenschaufel 250 ist die Hinterkante 254 vorteilhaft in Strömungsrichtung betrachtet stromauf vor den engsten Querschnitt (AB'') des Schaufelkanals 260 versetzt. Hierdurch wird der engste Querschnitt (AB'') des Schaufelkanals 260 nicht vermindert. Der Bereich der Hinterkante 254 der Zwischenschaufel 250 ist in Figur 5 vergrößert dargestellt. Die Vorversetzung q_x der Hinterkante 254 beträgt hier etwa 110% des Abstandes q_1 . Der Abstand q_1 ist als Abstand zwischen der nicht versetzten, mit den Hinterkanten B und B' der Vollschaufeln fluchtend angeordneten Hinterkante B' der Zwischenschaufel 250 und dem engsten Querschnitt (AB'') des Schaufelkanals definiert. Sowohl der Abstand q_1 als auch q_x sind jeweils lotrecht zum engsten Querschnitt (AB'') des Schaufelkanals zu messen. Zur Ermittlung des Abstandes dient die mit ∞ bezeichnete Hilfsgerade durch den Punkt B', die parallel zum engsten Querschnitt (AB'') angetragen ist.

[0044] Sowohl fertigungstechnisch als auch unter dem Aspekt der Herstellungskosten ist es besonders günstig, die Zwischenschaufel einteilig mit der Seitenwand auszuführen. Dies läßt sich beispielsweise durch Gießen oder auch spanende Herstellung realisieren. Die Seitenwände der beschauelten Strömungskanäle in Turbomaschinen ergeben sich häufig durch eine Aneinanderreihung rhombenförmiger Plattformen. Diese Plattformen sind oftmals einteilig mit den Vollschaufeln ausgeführt. Figur 6 zeigt eine derartige Anordnung zweier Plattformen 326 und 327. Die aneinandergereihten Plattformen 326, 327 bilden hier eine Seitenwand des Schaufelkanals 360. Die Trennfuge 328 zwischen den Plattformen 326 und 327 ist in der in Figur 6 dargestellten Ausführung mittig im Schaufelkanal 360 angeordnet. Die Zwischenschaufel 350 ist hier ebenfalls näherungsweise mittig im Schaufelkanal 360 positioniert. Somit ergibt sich in der dargestellten Ausführung eine anteilige Anordnung der Zwischenschaufel 350 auf beiden Plattformen 326, 327. Die Zwischenschaufel 350 ist hier vorteilhaft in Segmente 357, 358, 359 unterteilt, wobei die Segmente auf der jeweils entsprechenden Plattform 326, 327 angeordnet sind. Auch hier ist es wiederum von Vorteil, jedes Segment zusammen mit der jeweiligen Plattform einteilig auszuführen.

[0045] Figur 7 zeigt eine Ausführung der Erfindung, bei der die Zwischenschaufel 450 in einer T-Nut 499 an der Seitenwand 422 angeordnet ist. Diese Anordnung ist insbesondere dann zweckmäßig, wenn die strömungsbegrenzende Seitenwand und die Zwischenschaufel als getrennte Teile gefertigt wurden. In diesem Fall ist es vorteilhaft, die Zwischenschaufel in zumindest einer Nut geführt an der Seitenwand anzuordnen.

Bezugszeichenliste

[0046]

10	Primärströmung
11, 11', 11''	Sekundärströmung
12, 112, 312	Anströmung des Gitters oder des Schaufelkanals
120	Strömungskanal
121	Mittelpunkt des Strömungskanals

EP 0 978 632 A1

	122, 422	innere (nabenseitig) strömungsbegrenzende Seitenwand
	123	äußere (gehäuseseitig) strömungsbegrenzende Seitenwand
	124	Mittelachse einer Vollschaufel
	125	Mittelachse einer Zwischenschaufel
5	326	erste Plattform
	327	zweite Plattform
	328	Trennfuge zwischen zwei Plattformen
	30, 130, 230, 330	erste den Schaufelkanal bildende Vollschaufel
	32, 132, 232	Saugseite der ersten Vollschaufel
10	133	Schaufelnase der ersten Vollschaufel
	30', 130', 230', 330'	zweite den Schaufelkanal bildende Vollschaufel
	31', 131', 231'	Druckseite der zweiten Vollschaufel
	133'	Schaufelnase der zweiten
	150, 250, 350, 450	Zwischenschaufel an der nabenseitig strömungsbegrenzenden Seitenwand
15	151	Druckseite der Zwischenschaufel
	152	Saugseite der Zwischenschaufel
	153	Schaufelnase der Zwischenschaufel
	154, 254	Hinterkante der Zwischenschaufel
	155	Zwischenschaufel an der gehäuseseitig strömungsbegrenzenden Seitenwand
20	357, 358, 359	Segmente der Zwischenschaufel
	60, 160, 260, 360	Schaufelkanal
	65, 165, 265	engster Querschnitt des Schaufelkanals
	170	erster, durch die Anordnung der Zwischenschaufel gebildeter Teilkanal an der gehäuseseitig strömungsbegrenzenden Seitenwand
25	171	zweiter, durch die Anordnung der Zwischenschaufel gebildeter Teilkanal an der gehäuseseitig strömungsbegrenzenden Seitenwand
	180, 280	erster, durch die Anordnung der Zwischenschaufel gebildeter Teilkanal an der nabenseitig strömungsbegrenzenden Seitenwand
	181, 281	zweiter, durch die Anordnung der Zwischenschaufel gebildeter Teilkanal an der nabenseitig strömungsbegrenzenden Seitenwand
30	185, 185	engster Querschnitt des Teilkanals
	90, 190, 290, 390	axiale Richtung
	91, 191, 291, 391	Umfangs- oder Längsrichtung
	195	Verbindungsline der Schaufelnasen der Vollschaufeln (Front-Linie des Gitters)
35	196, 296	Verbindungsline der Hinterkanten der Vollschaufeln
	499	Nut in der Seitenwand
	A	Schnittpunkt oder Schnittlinie des engsten Querschnitts des Schaufelkanals mit der Profilkontur der Vollschaufel, bei der deren Saugseite dem Schaufelkanal zugewandt ist
40	A'	Schnittpunkt oder Schnittlinie des engsten Querschnitts des Teilkanals, der an die Saugseite der einen Vollschaufel angrenzt, mit der Profilkontur der Vollschaufel, bei der deren Saugseite dem Schaufelkanal zugewandt ist, wobei die Hinterkante der Zwischenschaufel fluchtend mit den Hinterkanten der Vollschaufeln angeordnet ist
	A''	Schnittpunkt des engsten Querschnitts des Schaufelkanals mit der Mittellinie (Skelettlinie) der Zwischenschaufel
45	B	Hinterkante der ersten Vollschaufel
	B'	Hinterkante der Zwischenschaufel in fluchtender Anordnung mit den Hinterkanten der Vollschaufeln
	B''	Hinterkante der zweiten Vollschaufel
	d	maximale Profildicke der Vollschaufel
50	d'	maximale Profildicke der Zwischenschaufel
	H	Höhe der Vollschaufel
	h	Höhe der Zwischenschaufel
	q ₁	senkrecht gemessener Abstand zwischen B' und dem engsten Querschnitt des Schaufelkanals
55	q _x	senkrecht gemessener Abstand der Hinterkante (254) der Zwischenschaufel zu B'
	R	Krümmungsradius der Vollschaufel
	R'	Krümmungsradius der Zwischenschaufel
	s	Sehnenlänge der Vollschaufel

T	axiale Sehnenlänge der Vollschaufel
V	axiale Versetzung der Schaufelnase der Zwischenschaufel
∞	Hilfslinie durch den Punkt B', die parallel zum engsten Querschnitt des Schaufelkanals angeordnet ist

5

Patentansprüche

1. Turbomaschine mit nabenseitig und gehäuseseitig strömungsbegrenzender Seitenwand (122, 123) dadurch gekennzeichnet, daß zumindest an einer strömungsbegrenzenden Seitenwand (122, 123) zwischen zwei Vollschaufeln (130, 130') zumindest eine Zwischenschaufel (150, 155) angeordnet ist.
2. Turbomaschine nach Anspruch 1, bei der die Höhe h der Zwischenschaufel (150, 155) zwischen etwa 3% und etwa 10% der Höhe H einer Vollschaufel (130, 130'), in Abhängigkeit des Schaufelhöhenverhältnisses H/s der Vollschaufel bevorzugt etwa 3% bei großem Schaufelhöhenverhältnis der Vollschaufel und etwa 10% bei kleinem Schaufelhöhenverhältnis der Vollschaufel, beträgt.
3. Turbomaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der die Schaufelnase (153) der Zwischenschaufel (150) gegenüber den Schaufelnasen (133, 133') der Vollschaufeln (130, 130') stromab versetzt ist, wobei die Versetzung V zwischen 3% und 10% der axialen Sehnenlänge T einer Vollschaufel (130, 130'), bevorzugt etwa 5% der axialen Sehnenlänge T einer Vollschaufel, beträgt.
4. Turbomaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der die Hinterkante (254) der Zwischenschaufel (250) gegenüber den Hinterkanten (B, B'') der Vollschaufeln (230, 230') stromauf versetzt ist, wobei die Versetzung (q_x) der Hinterkante (254) der Zwischenschaufel (250) bevorzugt zwischen 0% und 120% des Abstandes (q_1) zwischen der nicht versetzt angeordneten Hinterkante (B') der Zwischenschaufel (250) und dem engsten Querschnitt (AB'') des Schaufelkanals (260) beträgt.
5. Turbomaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der der engste Querschnitt (A'B') und der Querschnitt (AA'') zwischen der Vollschaufel (130) und der Zwischenschaufel (150) bevorzugt zwischen 40% und 60% des engsten Querschnittes (AB'') des Schaufelkanals (160) zwischen den Vollschaufeln (130, 130') beträgt.
6. Turbomaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der die Saugseite (152) der Zwischenschaufel (150) eine annähernd gleiche oder gleiche Profilierung aufweist wie die Saugseite (132) der Vollschaufel (130).
7. Turbomaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der der Krümmungsradius (R') der Saugseite (152) der Zwischenschaufel (150) im Bereich nach dem engsten Querschnitt (AB'') des Schaufelkanals (160), somit im Bereich zwischen A'' und B', zwischen 90% und 110% des saugseitigen Krümmungsradius (R) der Vollschaufel (130) im Bereich nach dem engsten Querschnitt (A'B') zwischen der Vollschaufel (130) und der Zwischenschaufel (150), somit im Bereich zwischen A' und B, beträgt.
8. Turbomaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der die maximale Profildicke (d') der Zwischenschaufel (150) zwischen etwa 2% und etwa 10% der maximalen Profildicke (d) einer Vollschaufel (130, 130'), in Abhängigkeit des Schaufeldickenverhältnisses d/s der Vollschaufeln (130, 130') bevorzugt etwa 2% bei großem Schaufeldickenverhältnis der Vollschaufel und etwa 10% bei kleinem Schaufeldickenverhältnis der Vollschaufel, beträgt.
9. Turbomaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der die Zwischenschaufel (350) in Segmente (357, 358, 359) unterteilt ist.
10. Turbomaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der die Zwischenschaufel oder zumindest ein Segment der Zwischenschaufel zusammen mit der Seitenwand einteilig ausgeführt ist.
11. Turbomaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei der zur Befestigung der Zwischenschaufel (450) oder zumindest eines Segmentes der Zwischenschaufel in der Seitenwand (422) zumindest eine Nut (499) angeordnet ist.

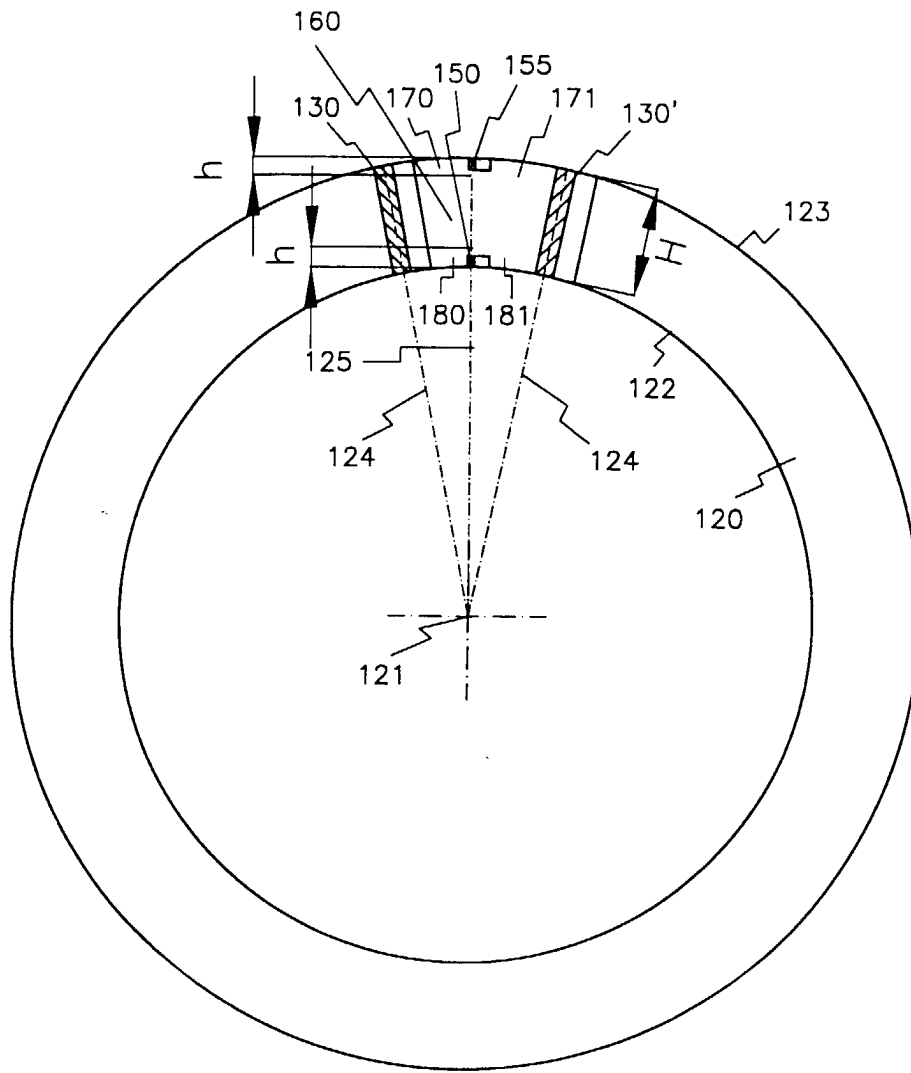


Fig. 1

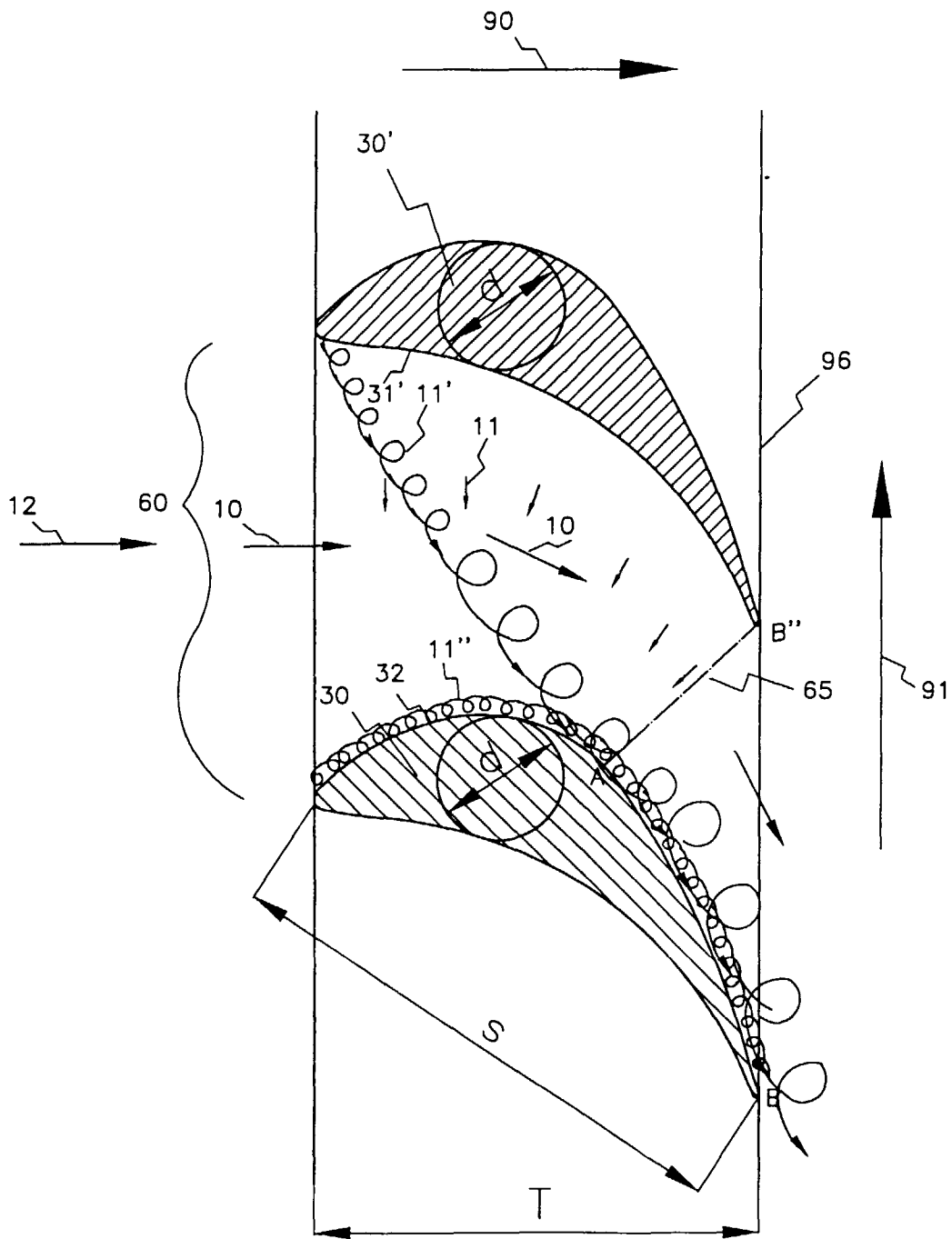


Fig. 2

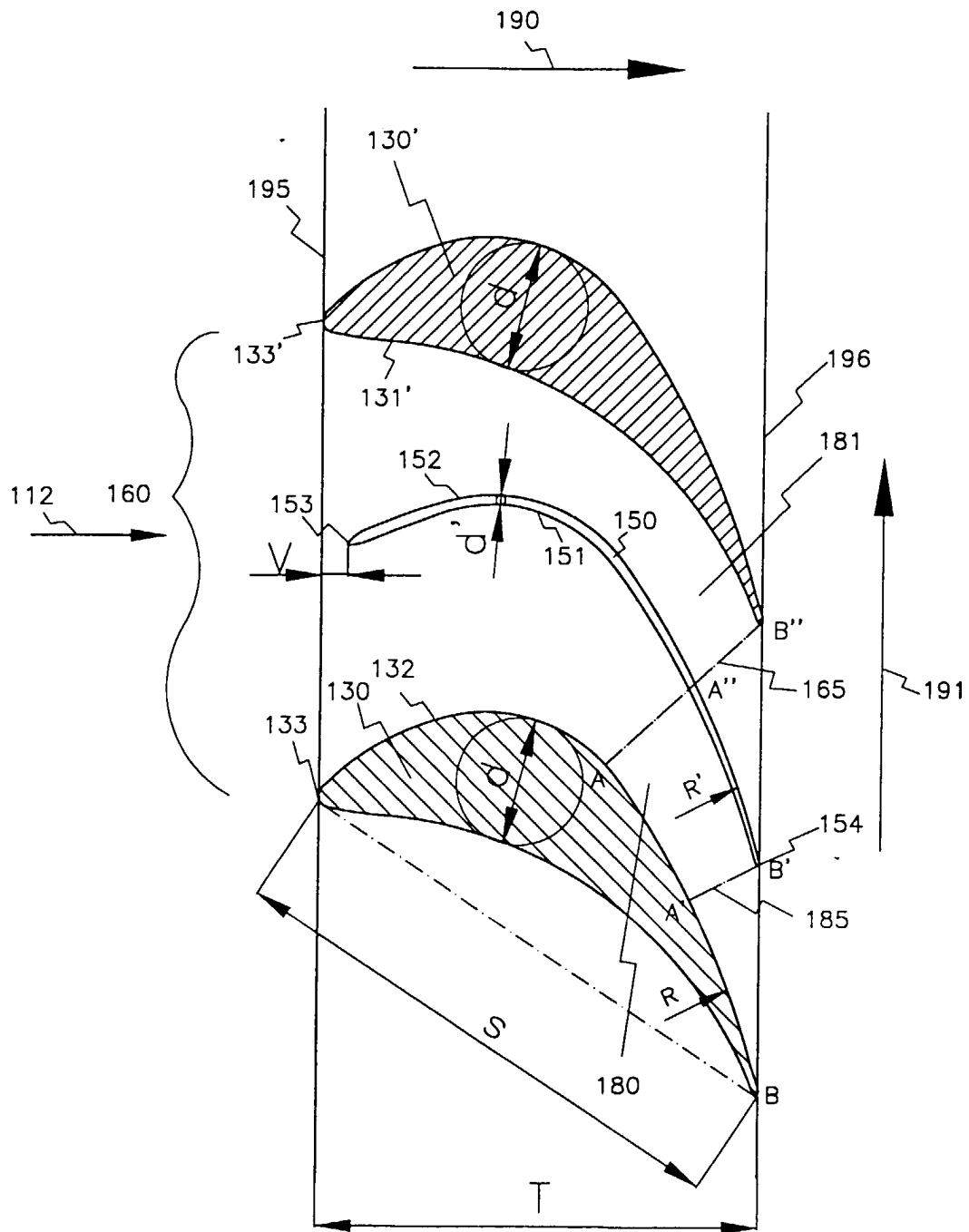


Fig. 3

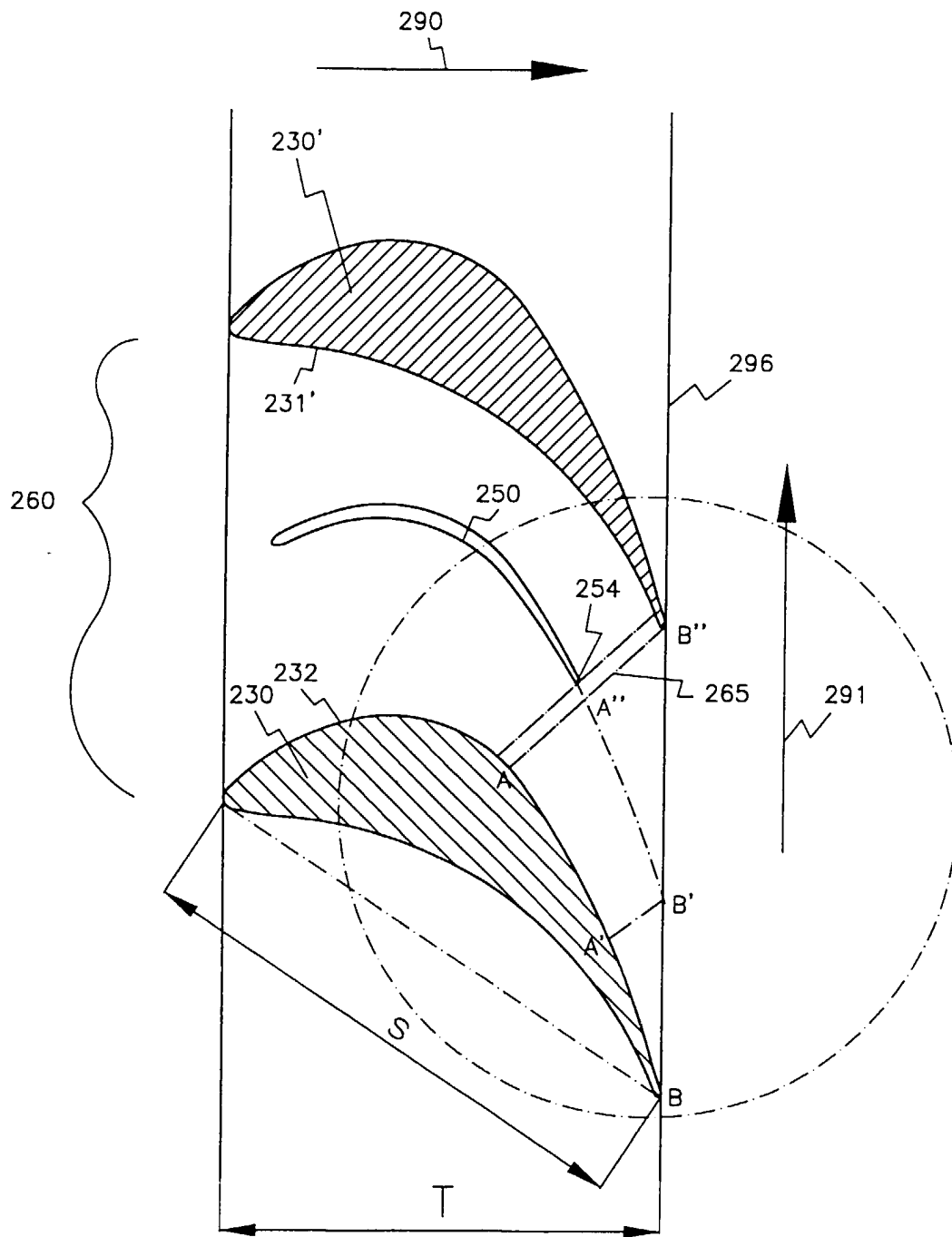


Fig. 4

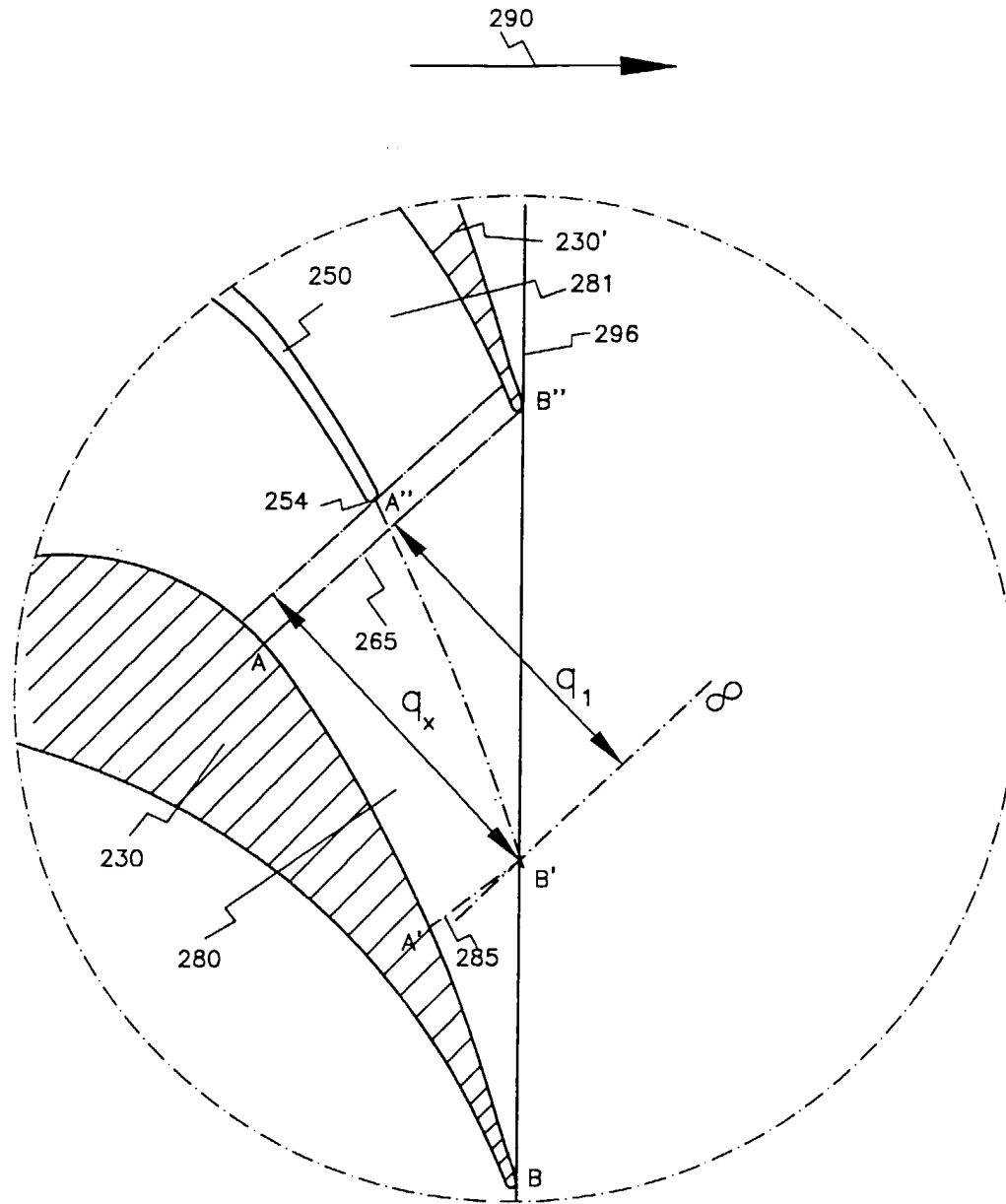


Fig. 5

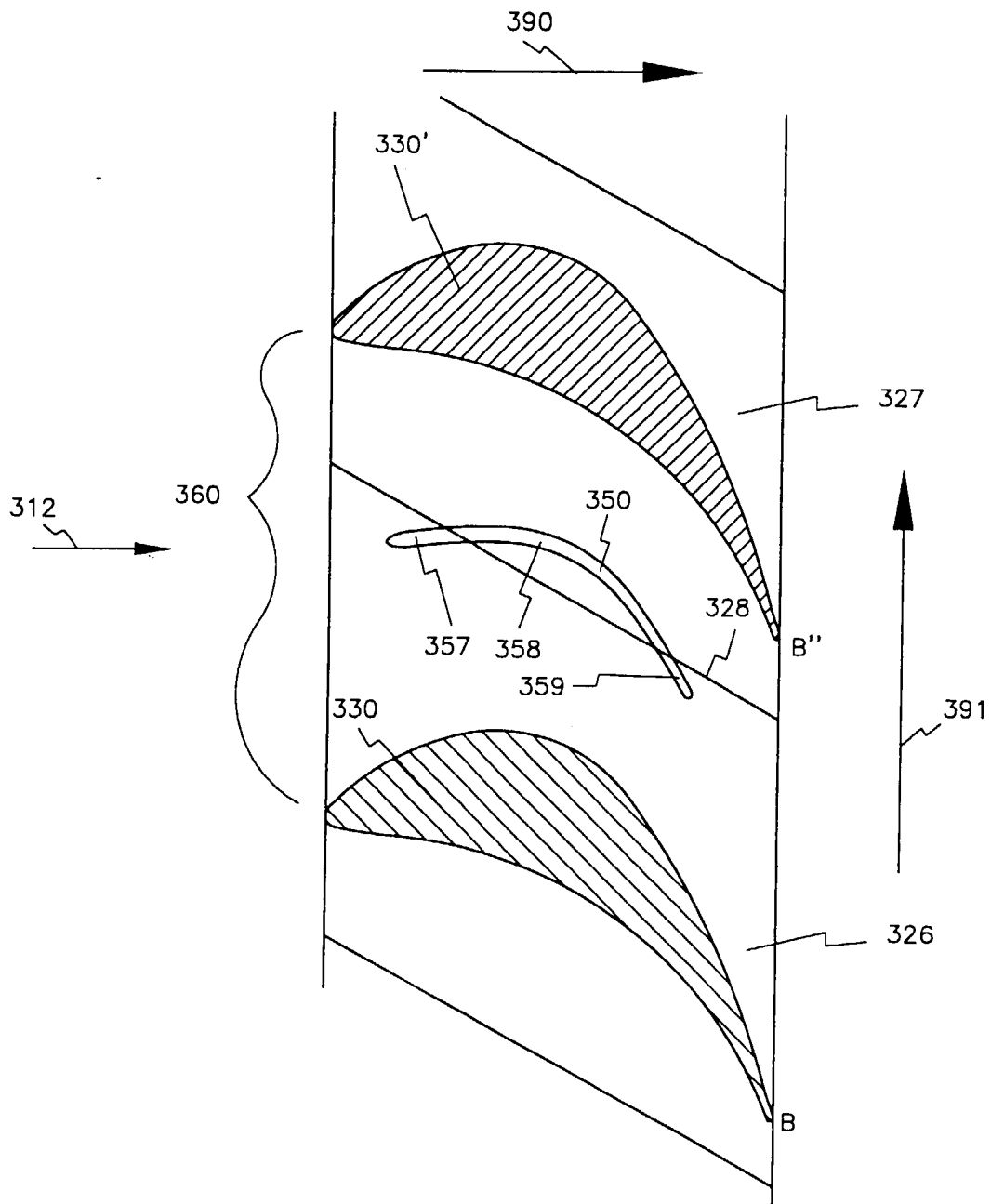


Fig. 6

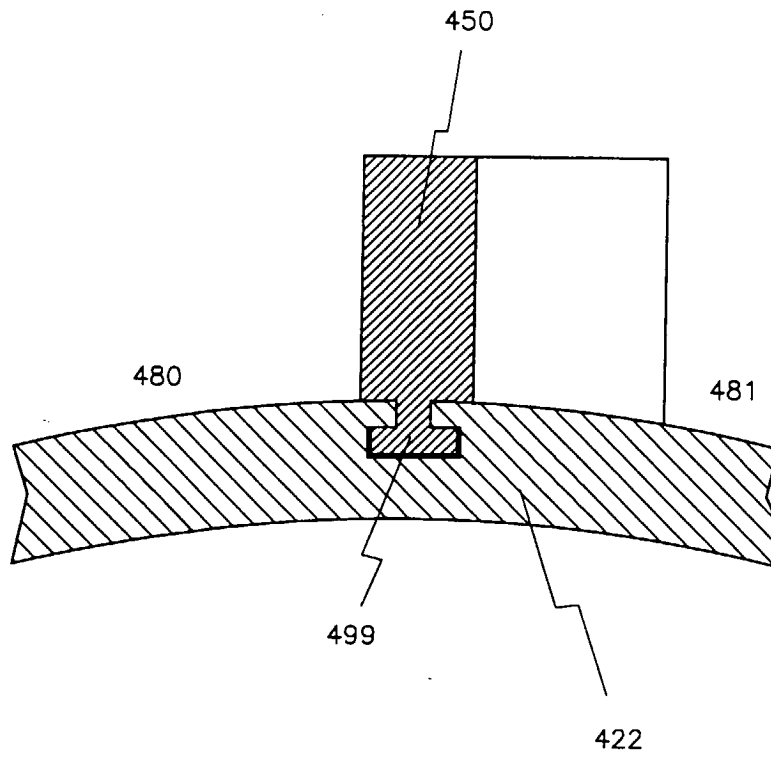


Fig. 7



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 98 81 0756

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	US 3 837 761 A (BROWN R) 24. September 1974	1, 2, 5, 6, 8-10	F01D5/14
A	* das ganze Dokument * ---	3, 4	
X	US 3 039 736 A (LEMUEL PON) 19. Juni 1962	1, 2, 5, 6, 8, 9	
A	* das ganze Dokument * ---	2	
X	US 2 920 864 A (LEE JOHN G.) 12. Januar 1960	1, 2, 5, 6, 8-10	
A	* das ganze Dokument * ---	3, 4	
X	DE 21 35 286 A (DETTMERING WILHELM PROF DR ING) 25. Januar 1973	1, 2, 5, 6, 8, 9	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6) F01D
A	* Seite 3; Abbildungen * ---	3, 4	
X	FR 2 432 608 A (ALSTHOM ATLANTIQUE) 29. Februar 1980	1, 2, 5, 6, 8, 9	
A	* das ganze Dokument * -----	3	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 17. Dezember 1998	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 Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 98 81 0756

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.

17-12-1998

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3837761	A	24-09-1974	US 3751182 A	07-08-1973
US 3039736	A	19-06-1962	KEINE	
US 2920864	A	12-01-1960	KEINE	
DE 2135286	A	25-01-1973	KEINE	
FR 2432608	A	29-02-1980	KEINE	

EPO FORM P0461

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