(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2011 052 077 A1** 2012.01.26

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 052 077.5**
(22) Anmeldetag: **22.07.2011**
(43) Offenlegungstag: **26.01.2012**

(51) Int Cl.: ***F01D 5/14*** (2011.01)
F01D 9/04 (2011.01)

(30) Unionspriorität:
12/841,365 **22.07.2010** **US**

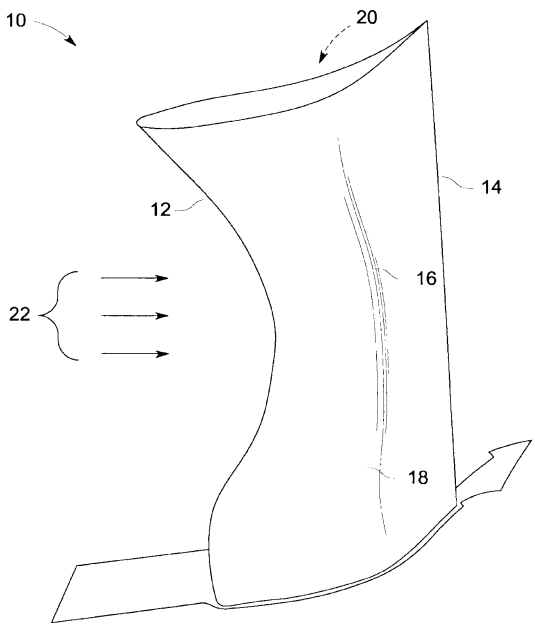
(74) Vertreter:
Rüger, Barthelt & Abel, 73728, Esslingen, DE

(71) Anmelder:
General Electric Company, Schenectady, N.Y., US

(72) Erfinder:
Erfinder wird später genannt werden

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Turbinenleitapparatsegment mit bogenförmiger konkaver Vorderkante**



(57) Zusammenfassung: Es sind Turbinenleitapparatsegmente mit beschnittenen Vorderkanten (12) offenbart. In einer Ausführungsform der Erfindung enthält ein Turbinenleitschaufelblatt (10) eine bogenförmige konkave Vorderkante (12) und eine im Wesentlichen flache Hinterkante (14).

Beschreibung

HINTERGRUND ZU DER ERFINDUNG

[0001] Der hierin offenbarte Gegenstand betrifft eine Turbinenleitapparatanordnung. Insbesondere betrifft der hierin offenbarte Gegenstand eine Turbinenleitapparatanordnung, die mehrere Leitapparatsegmente mit bogenförmigen konkaven Vorderkanten enthält.

[0002] Turbinen (z. B. Dampfturbinen oder Gasturbinen) enthalten Leitschaufelsegmente (oder „Schaufelblatt-"Segmente), die eine Strömung eines Arbeitsfluids auf Turbinenlaufschaufeln richten, die mit einem umlaufenden Rotor verbunden sind. Eine vollständige Anordnung von Leitapparatsegmenten wird manchmal als eine Blenden- bzw. Leitapparatstufe (z. B. eine Blenden- bzw. Leitapparatstufe einer Dampfturbine) bezeichnet, wobei mehrere Stufen eine Blenden- bzw. Leitapparatanordnung bilden. Die Blenden- bzw. Leitapparatanordnung ist konfiguriert, um die Turbinenschaufeln zu umgeben, und der durch die Leitapparatsegmente definierte Strömungspfad in der Anordnung kann den Wirkungsgrad der Turbine beeinflussen.

KURZE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0003] Es sind Turbinenleitapparatsegmente mit bogenförmigen konkaven Vorderkanten offenbart. In einer Ausführungsform der Erfindung enthält ein stationäres Turbinenleitschaufelblatt: eine bogenförmige konkave Vorderkante; und eine im Wesentlichen flache Hinterkante.

[0004] Ein erster Aspekt der Erfindung sieht ein Turbinenleitschaufelblatt vor, das enthält: eine bogenförmige konkave Vorderkante; und eine im Wesentlichen flache Hinterkante.

[0005] Ein zweiter Aspekt der Erfindung enthält eine Turbinenleitschaufelblattanordnung, die aufweist: ein Schaufelblatt mit einer bogenförmigen konkaven Vorderkante; eine erste Seitenwand, die mit einer ersten Seite der Vorderkante integral ausgebildet ist; und eine zweite Seitenwand, die mit einer zweiten Seite der Vorderkante integral ausgebildet ist.

[0006] Ein dritter Aspekt der Erfindung enthält eine Vorrichtung, die aufweist: eine Turbinenanordnung, die aufweist: ein Gehäuse; einen Turbinenrotor, der von dem Gehäuse wenigstens teilweise umgeben ist; und eine Blenden- bzw. Leitapparatanordnung, die den Turbinenrotor wenigstens teilweise umgibt und von dem Gehäuse wenigstens teilweise umgeben ist, wobei die Leitapparatanordnung einen Kranz aus stationären Leitschaufeln enthält, wobei jeder der stationären Leitschaufeln ein Schaufelblatt mit einer bogenförmigen konkaven Vorderkante enthält.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0007] Diese und weitere Merkmale der Erfindung werden aus der folgenden detaillierten Beschreibung verschiedener Aspekte der Erfindung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen leichter verstanden, die verschiedene Ausführungsformen der Erfindung darstellen und in denen zeigen:

[0008] Fig. 1–Fig. 3 dreidimensionale Perspektivansichten eines Turbinenleitschaufelblattes gemäß Ausführungsformen der Erfindung;

[0009] Fig. 4 eine dreidimensionale Perspektivansicht eines Abschnitts einer stationären Turbinenleitschaufelanordnung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

[0010] Fig. 5 eine allgemeine schematisierte Endansicht einer Vorrichtung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

[0011] Es wird bemerkt, dass die Zeichnungen von der Erfindung gegebenenfalls nicht maßstabsgetreu sind. Die Zeichnungen sollen nur typische Aspekte der Erfindung darstellen und sollten folglich nicht in einem den Umfang der Erfindung beschränkenden Sinne betrachtet werden. In den Zeichnungen kennzeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche Elemente unter den Zeichnungen.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0012] Wie vorstehend erwähnt, sehen Aspekte der Erfindung Turbinenleitapparatsegmente mit bogenförmigen konkaven Vorderkanten vor. In einer Ausführungsform der Erfindung enthält ein Turbinenleitschaufelblatt: eine bogenförmige konkave Vorderkante. In einer Ausführungsform kann die bogenförmige konkave Vorderkante einen Bogenradius von ungefähr drei Viertel der radialen Höhe bis ungefähr vier Drittel der radialen Höhe aufweisen. Z. B. kann, wenn die radiale Höhe (h) ungefähr 4 Zoll beträgt, der Bogenradius ungefähr 3 Zoll betragen. In einem anderen Beispiel kann, wenn die radiale Höhe (h) ungefähr 12 Zoll beträgt, der Bogenradius ungefähr 15 Zoll betragen. Es ist zu verstehen, dass andere Beziehungen zwischen der radialen Höhe und dem Bogenradius ebenfalls möglich sind. In einer Ausführungsform kann die Hinterkante im Wesentlichen flach sein. In einer anderen Ausführungsform kann die Hinterkante im Wesentlichen bogenförmig konvex sein.

[0013] Bezugnehmend auf Fig. 1 ist eine dreidimensionale Perspektivansicht eines stationären Leitschaufelblattes **10** gemäß einer Ausführungsform veranschaulicht. In einer Ausführungsform kann das Leitschaufelblatt **10** eine bogenförmige bzw. gekrümmte konkave Vorderkante **12** und eine zu der

bogenförmigen konkaven Vorderkante **12** entgegengesetzte Hinterkante **14** enthalten. In einer Ausführungsform kann die Hinterkante **14** eine im Wesentlichen flache Hinterkante sein. In einer anderen Ausführungsform kann die Hinterkante **14** im Wesentlichen bogenförmig bzw. gekrümmt konvex sein (nicht veranschaulicht), wie dies in der Technik bekannt ist. Das stationäre Leitschaufelblatt **10** kann ferner einen Körperabschnitt **16** enthalten, der zwischen der Vorderkante **12** und der Hinterkante **14** angeordnet ist. Der Körperabschnitt **16** kann eine Saugseite **18** und eine zu der Saugseite **18** entgegengesetzte (und aus dieser Perspektive nicht sichtbare) Druckseite **20** enthalten. Wie in der Technik der Fluidmechanik/-aerodynamik bekannt, wird, wenn ein Fluid über dem Leitschaufelblatt **10** strömt, aufgrund der gekrümmten Beschaffenheit des Körperabschnitts **16** ein größerer Fluiddruck entlang der Druckseite **20** als über der Saugseite **18** aufgebaut. Das Leitschaufelblatt **10** kann ein Metall, wie beispielsweise Stahl, enthalten und/oder kann einen/eines oder mehrere aus Silizium, Nickel, Kohlenstoff, Mangan oder Stahl (z. B. AISI B50A365B-Stahl oder AISI B50A332B-Stahl) enthalten und kann durch Gießen oder andere herkömmliche Methoden geformt sein.

[0014] Wie in Fig. 1 veranschaulicht, ist das Leitschaufelblatt **10**, und insbesondere die Vorderkante **12**, konfiguriert, um ein Arbeitsfluid (z. B. ein Gas oder Dampf, wie durch die Pfeile **22** angezeigt) in Richtung auf die Hinterkante **14** über dem Körperabschnitt **16** zu leiten. Insbesondere kann während eines Betriebs einer Turbine (wie hier nachstehend weiter erläutert) das Arbeitsfluid **22** durch die Vorderkante **12** über die Druckseite **20** des Körperabschnitts **16** geleitet werden. Wie hierin weiter veranschaulicht, kann die Vorderkante **12** das Arbeitsfluid **22** in Richtung auf eine oder mehrere dynamische Turbinenschaufeln (nicht veranschaulicht) leiten, um einer Turbine bei der Erfüllung ihrer bestimmungsgemäßer Funktionen (z. B. der Verrichtung mechanischer Arbeit an einer umlaufenden Welle) zu helfen.

[0015] Bezugnehmend auf Fig. 2 ist eine weitere dreidimensionale Perspektivansicht eines stationären Leitschaufelblattes **10** gemäß einer Ausführungsform veranschaulicht. Diese Ansicht veranschaulicht dreidimensionale Aspekte des Leitschaufelblattes **10** gemäß Ausführungsformen, wobei einige Bezeichnungen (z. B. der Körper **16**) der Übersichtlichkeit wegen weggelassen sind. Ein Gitter, das dreidimensionale Beziehungen zwischen Abschnitten des Leitschaufelblattes **10** veranschaulicht, enthält Schnittpunkte (durch gestrichelte Kreise angezeigte Punkte), wie beispielsweise einen Mittelpunkt (Mle) der Vorderkante **12**, einen Mittelpunkt (Mte) der Hinterkante **14**, einen Umfangspunkt (Ple) der Vorderkante **12** und einen Randpunkt (Pte) der Hinterkante **14**. Ferner ist in Fig. 2 eine Länge (Lsb) eines Bogens veranschaulicht, der sich über der Saugseite **18** des Körpers **16** erstreckt. Diese Länge (Lsb) kann den ungefähren Abstand von den Randpunkt (Ple) der Vorderkante zu dem Randpunkt (Pte) der Hinterkante entlang des Körperabschnitts **16** repräsentieren. Zusätzlich ist in Fig. 2 eine Länge (Lm) eines Bogens veranschaulicht, der sich von dem Vorderkantenmittelpunkt (Mle) über der Saugseite **18** des Körperabschnitts **16** zu dem Hinterkantenmittelpunkt (Mte) erstreckt. In einer Ausführungsform ist ein Abstand, der entlang des Körperabschnitts **16** von dem Vorderkantenmittelpunkt (Mle) zu dem Hinterkantenmittelpunkt (Mte) gemessen wird, geringer als ein Abstand, der entlang des Körperabschnitts **16** von dem Vorderkantenrandpunkt (Ple) zu dem Hinterkantenrandpunkt (Pte) gemessen wird. Die y-Komponente dieser Abstände ist in Fig. 2 als (y2) bzw. (y1 + y2) dargestellt. D. h., die Differenz der y-Komponente der Abstände Lm und Lsb ist gleich (y1). Dieses Ergebnis wird unabhängig davon, ob über der Saugseite **18** oder über der Saugseite **20** des Körperabschnitts **16** gemessen wird, erhalten. In jedem Fall ist Lm kleiner als Lsb.

[0016] Im Gegensatz zu herkömmlichen stationären Leitschaufelblättern enthält das Leitschaufelblatt **10**, wie es gemäß Ausführungsformen der Erfindung veranschaulicht ist, eine bogenförmige konkave Vorderkante **12**. Herkömmliche Leitschaufelblätter können im Wesentlichen flache oder ebene Vorderkanten enthalten, oder diese sind im Wesentlichen bogenförmig konvex. Z. B. würde im Gegensatz zu dem in Fig. 2 veranschaulichten Leitschaufelblatt **10** ein in dieser Koordinatenanordnung veranschaulichtes herkömmliches Leitschaufelblatt die Regionen (A) und (B), die als eine Lücke bzw. ein leerer Raum veranschaulicht sind, einnehmen. D. h., das Leitschaufelblatt **10** enthält eine im Wesentlichen bogenförmige Lücke (die durch die Regionen A und B definiert ist, die in herkömmlichen Leitschaufelblättern fehlt. Die bogenförmige konkave Vorderkante **12** des Leitschaufelblattes **10** kann einen reduzierten Strömungsverlust im Vergleich zu herkömmlichen Leitschaufelblättern ermöglichen und kann zur Steigerung des Turbinenwirkungsgrades eines Turbinensystems, das derartige Schaufelblätter verwendet, beitragen.

[0017] Bezugnehmend auf Fig. 3 weist das stationäre Leitschaufelblatt **10** in einer Ausführungsform eine bogenförmige konkave Vorderkante **12** mit einem Bogenradius auf, der ungefähr drei Viertel einer radialen Höhe (h) bis ungefähr vier Drittel der radialen Höhe (h) beträgt. Wenn z. B. die radiale Höhe (h) ungefähr 4 Zoll beträgt, kann der Bogenradius ungefähr 3 Zoll betragen. In einem anderen Beispiel kann der Bogenradius, wenn die radiale Höhe (h) ungefähr 12 Zoll beträgt, ungefähr 15 Zoll betragen. Es ist zu verstehen, dass andere Beziehungen zwischen der radialen Höhe und dem Bogenradius ebenfalls möglich sind. Wie auf dem Gebiet der Mathematik bekannt, kann der

Radius eines Bogens unter Verwendung der Messwerte einer Bogenhöhe (h) und einer Bogenweite (w) gemeinsam mit der folgenden Formel näherungsweise bestimmt werden: $r_a = (h/2) + (w^2/8h)$, worin „h" die an dem Mittelpunkt der Bogenbasis gemessene Höhe ist und worin „w" gleich der Länge (Weite) der die Basis des Bogens definierenden Sehne ist. In einer Ausführungsform kann die Höhe (h) im Bereich von ungefähr 0,5 cm bis ungefähr 10 cm liegen. In einer Ausführungsform kann die Weite (w) im Bereich von ungefähr 4 cm bis ungefähr 40 cm liegen. In jedem Fall ist die Vorderkante **12** des Leitschaufelblattes **10** bogenförmig konkav. D. h., im Gegensatz zu herkömmlichen stationären Leitschaufelblättern, die flache oder bogenförmige konvexe Vorderkanten aufweisen, enthalten die Leitschaufelblätter eine bogenförmige Lücke oder Leerstelle über einem Abschnitt ihrer Vorderkante (eine bogenförmige Lücke, wie sie unter Bezugnahme auf Fig. 2 beschrieben ist).

[0018] Bezugnehmend auf Fig. 4 ist eine dreidimensionale perspektivische Teilansicht einer Turbinenleitapparatanordnung **100** gemäß einer Ausführungsform der Erfindung veranschaulicht. Wie veranschaulicht, enthält die Turbinenleitapparatanordnung **100** stationäre Leitschaufelblätter **10**, die bogenförmige konkave Vorderkanten **12** enthalten. Ferner sind Seitenwände, z. B. eine erste Seitenwand **114**, die mit einer ersten Seite der Vorderkante **12** (an dem Randpunkt (Ple), Fig. 2) integral ist, und eine zweite Seitenwand **116**, die mit einer zweiten Seite der Vorderkante **12** (an einer zu dem Randpunkt (Ple) entgegengesetzten Stelle) integral ausgebildet ist. Die Seitenwände **114**, **116** können an den Seiten des Leitschaufelblattes bzw. der Leitschaufelblätter **10** angeschweißt, angelötet oder in sonstiger Weise angebracht sein, wie dies in der Technik bekannt ist. Die erste Seitenwand **114** kann eine innere Seitenwand (radial innen in Bezug auf eine Turbinenachse) sein und kann an einem Innenring **118** an einer Verbindung **190**, über z. B. Schweißung, Hartlötung, Verklemmung oder eine sonstige Befestigung, betriebsmäßig befestigt sein. Die zweite Seitenwand **116** kann eine äußere Seitenwand (radial außen in Bezug auf eine Turbinenachse) sein und kann an einem Außenring **120**, über z. B. Schweißen, Hartlöten, Verklemmen oder eine sonstige Befestigung, betriebsmäßig befestigt sein. Aufeinanderfolgend positionierte Seitenwände, wie beispielsweise die zweiten Seitenwände **116**, können an den Verbindungsstellen **134** im Wesentlichen bündig gegeneinander angeordnet werden.

[0019] Bezugnehmend auf Fig. 5 ist eine allgemeine schematisierte Endansicht einer Vorrichtung **200**, die stationäre Leitschaufelblätter **10** enthält, veranschaulicht. Die Vorrichtung **200** kann einen Teil einer Turbinenanordnung, z. B. einer Dampfturbinenanordnung, bilden und kann ein Gehäuse **130** (ein oberes und ein unters Gehäuse, die gemeinsam bezeichnet sind), einen Turbinenrotor **150**, der von dem Gehäuse **130** wenigstens teilweise umgeben ist, und eine Blenden- bzw. Leitapparatanordnung **160** enthalten, die Ringsegmente (z. B. einen Innenring **118** und einen Außenring **120**) und einen Kranz aus stationären Leitschaufeln **10** enthält, wobei die Leitapparatanordnung **160** den Rotor **150** wenigstens teilweise umgibt. Die Vorrichtung **200** ist ferner veranschaulicht, wie sie eine horizontale Verbindungsfläche **124** enthält, an der obere Abschnitte des Gehäuses **130** und der Leitapparatanordnung **160** verbunden sind, um einen Abschnitt einer Turbinenanordnung zu bilden, wie dies in der Technik bekannt ist. Wie veranschaulicht, enthält die Vorrichtung **200** stationäre Leitschaufelblätter **10**, die (nicht sichtbare) bogenförmige konkave Vorderkanten aufweisen, die einen erhöhten Wirkungsgrad der Vorrichtung **200** (z. B. einer Dampfturbine) im Vergleich zu Vorrichtungen mit herkömmlichen stationären Leitschaufelblättern ermöglichen. Z. B. ist festgestellt worden, dass in einer Ausführungsform der Stufenwirkungsgrad einer Dampfturbine unter Verwendung hierin offenbarter Leitschaufelblätter **10** sogar um 0,078% im Vergleich zu herkömmlichen stationären Leitschaufelblättern vergrößert werden kann. In einem Beispiel haben in einem Dampfturbinensystem mit 5 Stufen die Stufen 2, 3 und 4 des Dampfturbinensystems Steigerungen des Stufenwirkungsgrads von 0,071, 0,068 bzw. 0,078% erfahren, indem hierin offenbarte stationäre Leitschaufelblätter **10** verwendet wurden, im Vergleich zu den Stufenwirkungsgraden derselben Stufen, die herkömmliche Leitschaufelblätter verwendeten.

[0020] Die hierin verwendete Terminologie dient nur dem Zweck der Beschreibung spezieller Ausführungsformen und soll nicht für die Offenbarung beschränkend sein. In dem hierin verwendeten Sinne sollen die Singularformen „ein", „eine" und „der", „die" bzw. „das" auch die Pluralformen umfassen, sofern aus dem Zusammenhang nicht deutlich das Gegenteil hervorgeht. Es wird ferner verstanden, dass die Ausdrücke „aufweist" und/oder „aufweisend", wenn sie in dieser Offenbarung verwendet werden, die Gegenwart der angegebenen Merkmale, Ganzzahlen, Schritte, Operationen, Elemente und/oder Komponenten spezifizieren, jedoch die Gegenwart oder Aufnahme eines/einer oder mehrerer anderer Merkmale, Ganzzahlen, Schritte, Operationen, Elemente, Komponenten und/oder deren Gruppen nicht ausschließen.

[0021] Diese Beschreibung verwendet Beispiele, um die Erfindung, einschließlich der besten Ausführungsart, zu offenbaren und auch um jedem Fachmann auf dem Gebiet zu ermöglichen, die Erfindung in die Praxis umzusetzen, wozu die Schaffung und Verwendung jeglicher Vorrichtungen oder Systeme und die Durchführung jeglicher enthaltener Verfahren gehören. Der patentierbare Umfang der Erfindung ist durch die Ansprüche definiert und kann wei-

tere Beispiele enthalten, die Fachleuten auf dem Gebiet einfallen. Derartige weitere Beispiele sollen in dem Schutzumfang der Ansprüche enthalten sein, wenn sie strukturelle Elemente aufweisen, die sich von dem Wortsinn der Ansprüche nicht unterscheiden oder wenn sie äquivalente strukturelle Elemente mit gegenüber dem Wortsinn der Ansprüche unwesentlichen Unterschieden enthalten.

[0022] Es sind Turbinenleitapparatsegmente mit beschnittenen Vorderkanten **12** offenbart. In einer Ausführungsform der Erfindung enthält ein Turbinenleitschaufelblatt **10** eine bogenförmige konkave Vorderkante **12** und eine im Wesentlichen flache Hinterkante **14**.

Bezugszeichenliste

10	Leitschaufelblatt
12	bogenförmige konkave Vorderkante
14	Hinterkante
16	Körperabschnitt
18	Saugseite
20	Druckseite
22	Arbeitsfluid
100	Turbinenleitapparatanordnung
114	erste Seitenwand
116	zweite Seitenwand
118	innerer Ring
190	Verbindung
120	äußerer Ring
134	Verbindungsstellen
200	Vorrichtung
130	Gehäuse
150	Turbinenrotor
160	Leitapparatanordnung
124	horizontale Verbindungsfläche

Patentansprüche

1. Turbinenleitschaufelblatt (**10**), das enthält:
eine bogenförmige konkave Vorderkante (**12**); und
eine im Wesentlichen flache Hinterkante (**14**).

2. Turbinenleitschaufelblatt (**10**) nach Anspruch 1, das ferner ein Paar Seitenwände (**114**, **116**) aufweist, die an gegenüberliegenden Seiten der bogenförmigen konkaven Vorderkante (**12**) bzw. der im Wesentlichen flachen Hinterkante (**14**) anliegen.

3. Turbinenleitschaufelblatt (**10**) nach Anspruch 1, das ferner einen Körperabschnitt (**16**) zwischen der Vorderkante (**12**) und der Hinterkante (**14**) aufweist.

4. Turbinenleitschaufelblatt (**10**) nach Anspruch 3, wobei ein Abstand entlang des Körperabschnitts (**16**) von einem Mittelpunkt der Vorderkante (**12**) zu einem Mittelpunkt der Hinterkante (**14**) geringer ist als ein Abstand entlang des Körperabschnitts (**16**) von einem Randpunkt der Vorderkante (**12**) zu einem Randpunkt der Hinterkante (**14**).

5. Turbinenleitschaufelblatt (**10**) nach Anspruch 3, wobei die Vorderkante (**12**) konfiguriert ist, um ein Arbeitsfluid (**22**) in Richtung auf die Hinterkante (**14**) über dem Körperabschnitt (**16**) zu leiten.

6. Turbinenleitschaufelblatt (**10**) nach Anspruch 1, wobei die bogenförmige konkave Vorderkante (**12**) einen Bogenradius von ungefähr drei Viertel bis ungefähr vier Dritter einer radialen Höhe der bogenförmigen konkaven Vorderkante (**12**) aufweist.

7. Turbinenleitschaufelanordnung (**100**), die aufweist:
ein Schaufelblatt (**10**), das eine bogenförmige konkave Vorderkante (**12**) aufweist;
eine erste Seitenwand (**114**), die mit einer ersten Seite der Vorderkante (**12**) integral ausgebildet ist; und
eine zweite Seitenwand (**116**), die mit einer zweiten Seite der Vorderkante (**12**) integral ausgebildet ist.

8. Turbinenleitschaufelanordnung (**100**) nach Anspruch 7, wobei das Schaufelblatt (**10**) ferner eine zu der bogenförmigen konkaven Vorderkante (**12**) im Wesentlichen entgegengesetzte Hinterkante (**14**) enthält.

9. Turbinenleitschaufelanordnung (**100**) nach Anspruch 8, wobei die Hinterkante (**14**) im Wesentlichen flach ist.

10. Vorrichtung (**200**), die aufweist:
eine Turbinenanordnung (**100**), die aufweist:
ein Gehäuse (**130**);
einen Turbinenrotor (**150**), der von dem Gehäuse wenigstens teilweise umgeben ist; und
eine Leitapparatanordnung (**160**), die den Turbinenrotor (**150**) wenigstens teilweise umgibt und von dem Gehäuse (**130**) wenigstens teilweise umgeben ist, wobei die Leitapparatanordnung (**160**) einen Kranz von Leitschaufeln enthält, wobei jede der Leitschaufeln ein Schaufelblatt (**10**) mit einer bogenförmigen konkaven Vorderkante (**12**) enthält.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

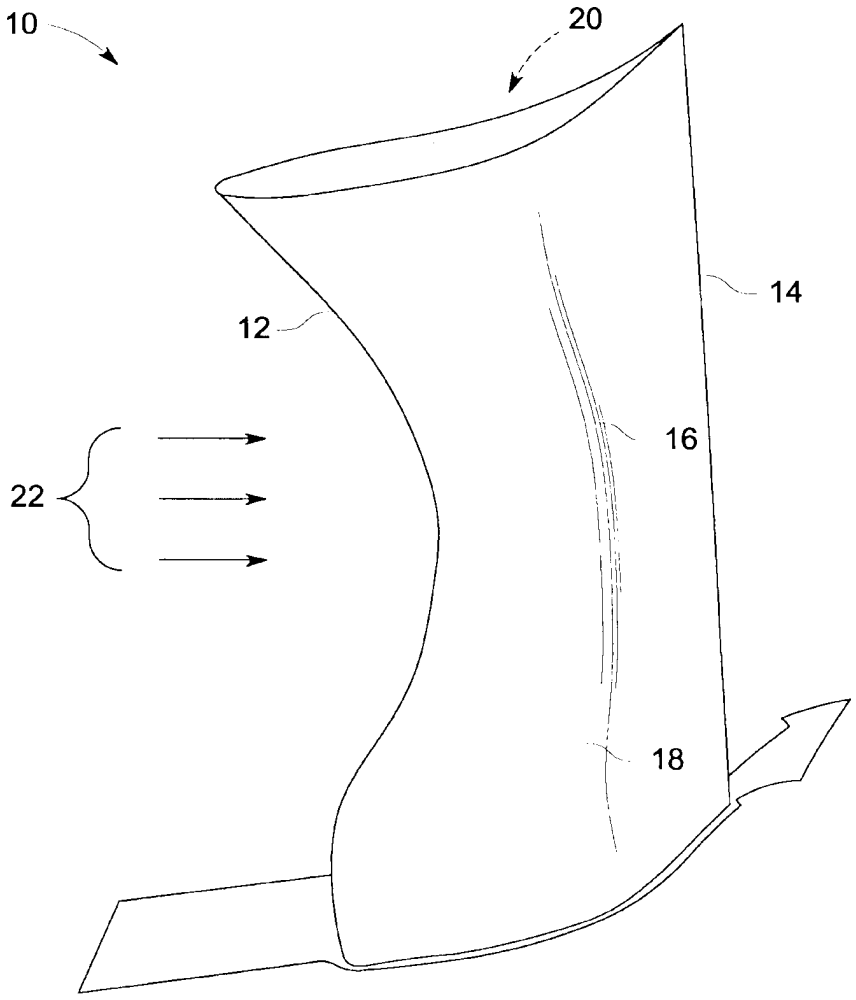


FIG.1

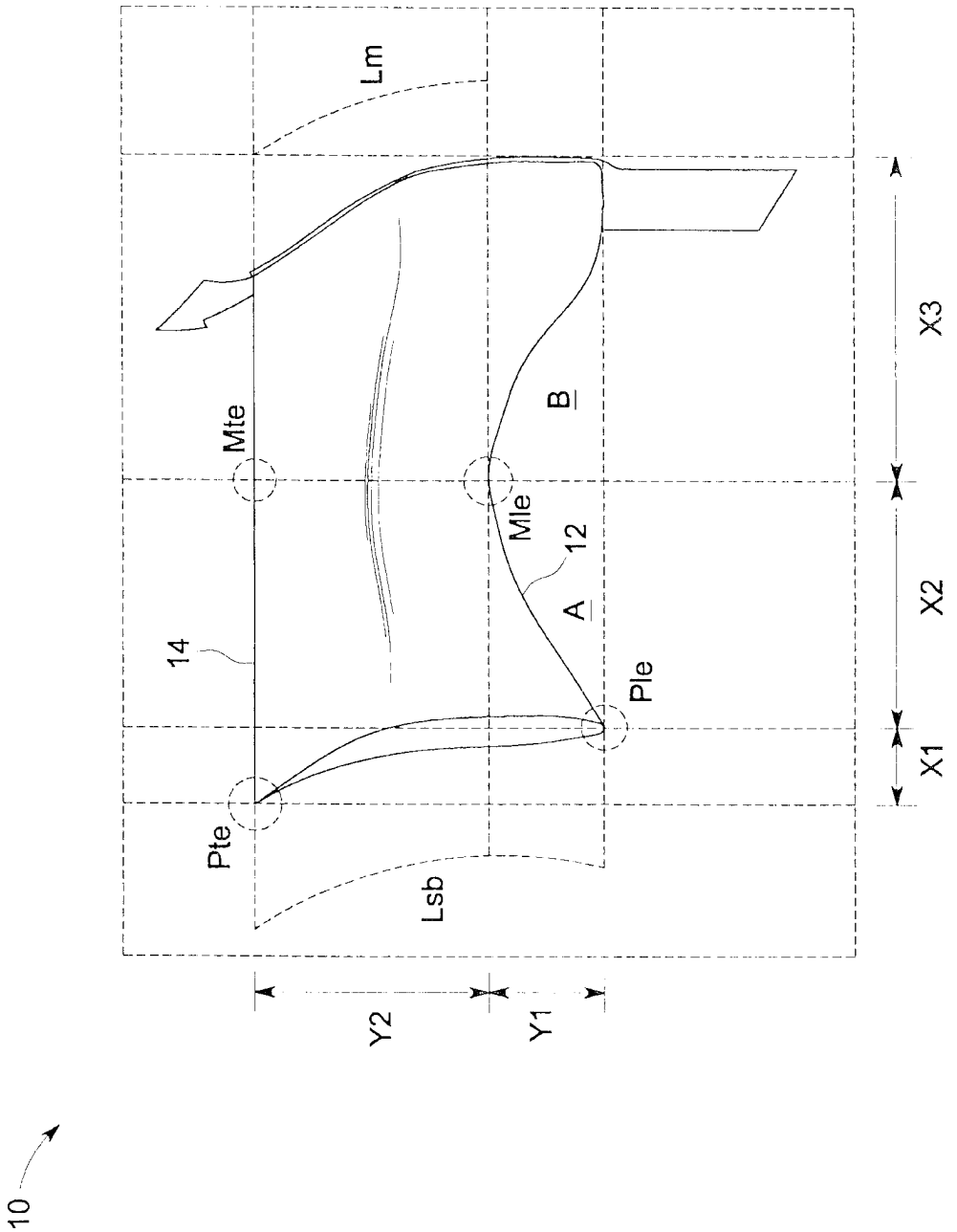


FIG. 2

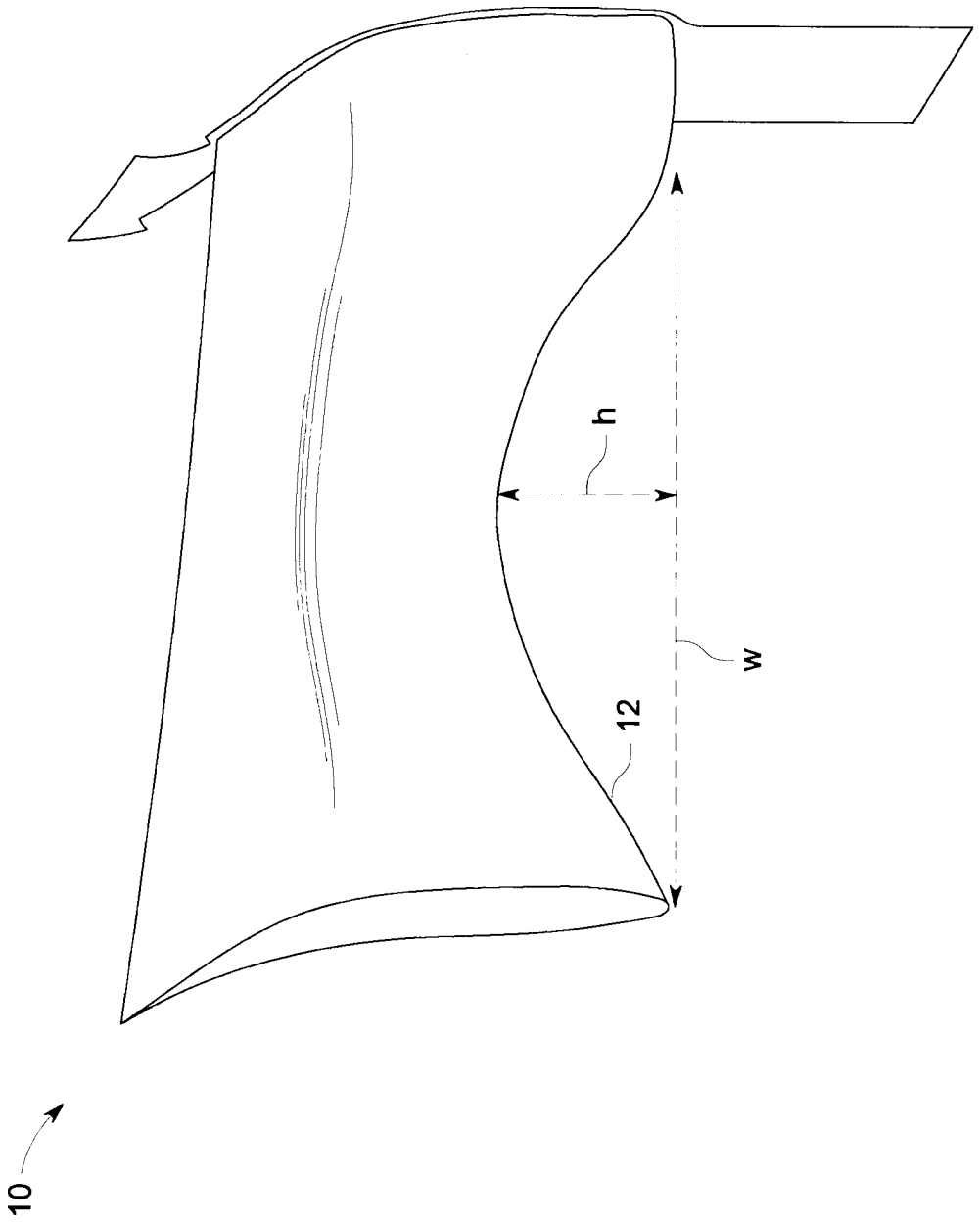


FIG. 3

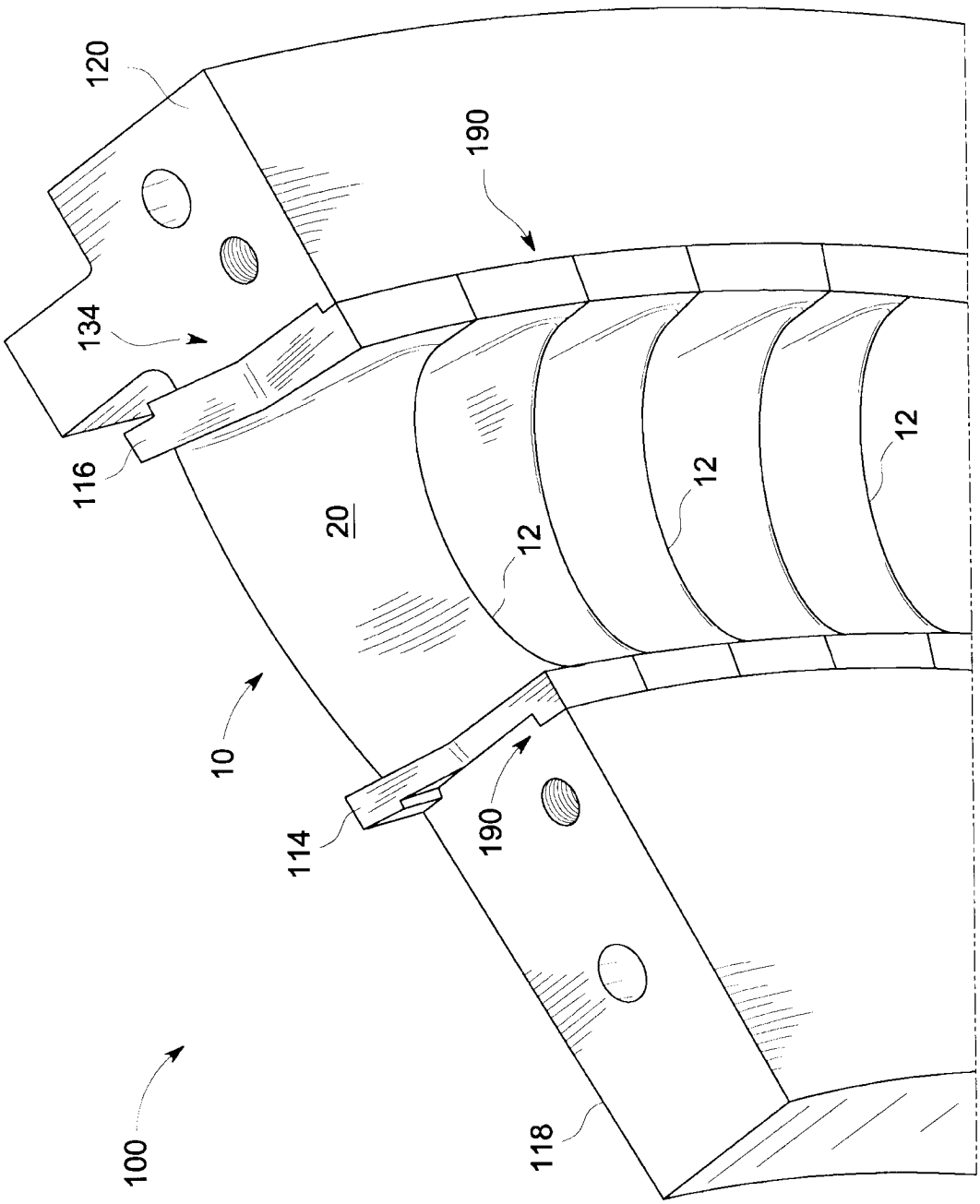


FIG. 4

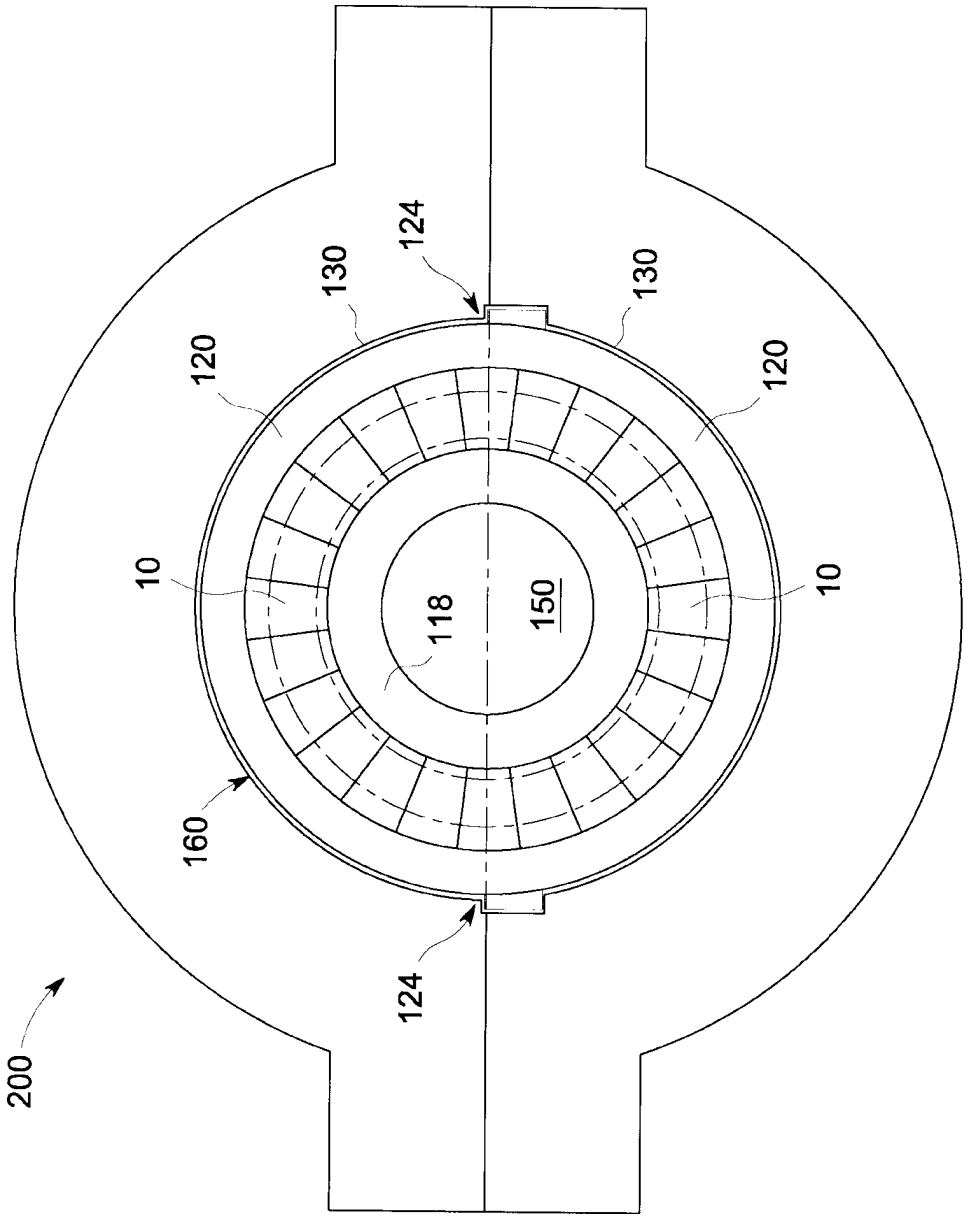


FIG. 5