



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH

708 006 A2

(51) Int. Cl.: F01D 25/30 (2006.01)
F15D 1/02 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 00580/14

(22) Anmeldedatum: 15.04.2014

(43) Anmeldung veröffentlicht: 31.10.2014

(30) Priorität: 17.04.2013 US 13/864,748

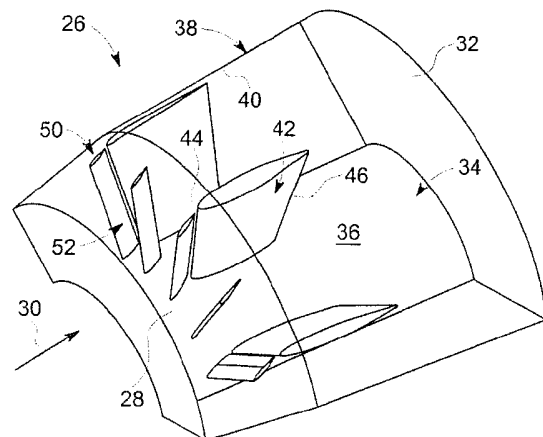
(71) Anmelder:
General Electric Company, 1 River Road
Schenectady, New York 12345 (US)

(72) Erfinder:
Srinivas Rao Pakkala, Bangalore, Karnataka 560066 (IN)
Manjunath Bangalore Chengappa,
Bangalore, Karnataka 560066 (IN)
Antanu Sadhu, Bangalore, Karnataka 560066 (IN)
Kunal Upendra Sakekar,
Bangalore, Karnataka 560066 (IN)
Moorthi Subramaniyan, Bangalore, Karnataka 560066 (IN)
Kamlesh Mundra, Schenectady, New York 12345 (US)
Lisa Anne Wichmann,
Greenville, South Carolina 29615 (US)

(74) Vertreter:
R.A. Egli & Co, Patentanwälte, Baarerstrasse 14
6300 Zug (CH)

(54) **Strömungsmanipulationsanordnung für einen Turbinenauslassdiffusor.**

(57) Eine Strömungsmanipulationsanordnung (50) für einen Turbinenauslassdiffusor (26) enthält eine Strebe (42), die eine Vorderkante (44) und eine Hinterkante (46) aufweist, wobei die Strebe (42) im Inneren des Turbinenauslassdiffusors (26) angeordnet ist. Ferner sind mehrere verdrehbare Leitschaufeln (52) enthalten, die in enger Nähe zu der Strebe (42) angeordnet und eingerichtet sind, um eine Auslassströmung zu manipulieren, wobei die mehreren verdrehbaren Leitschaufeln (52) koaxial ausgerichtet und längs des Umfangs relativ zueinander angeordnet sind. Ferner ist ein Aktuator enthalten, der mit den mehreren verdrehbaren Leitschaufeln (52) in Wirkverbindung steht und eingerichtet ist, um eine Verstellung der mehreren verdrehbaren Leitschaufeln (52) auszulösen. Noch weiter ist ein umlaufender Ring enthalten, der die mehreren verdrehbaren Leitschaufeln (52) funktionsmässig koppelt, wobei der Aktuator eingerichtet ist, um eine Verdrehung einer der verdrehbaren Leitschaufeln (52) unmittelbar auszulösen, und wobei der umlaufende Ring bei einer Drehauslösung durch den Aktuator eine Verdrehung der mehreren verdrehbaren Leitschaufeln (52) auslöst.



Beschreibung

Hintergrund zu der Erfindung

[0001] Der hierin offenbarte Gegenstand betrifft Turbinensysteme und insbesondere die Steuerung der Grenzschichtströmung von Komponenten eines Turbinenauslassdiffusors.

[0002] Typische Turbinensysteme, wie beispielsweise Gasturbinensysteme, enthalten einen Auslassdiffusor, der mit einem Turbinenabschnitt des Turbinensystems verbunden ist, um die Effizienz der Laufschaufeln der letzten Stufe des Turbinenabschnitts zu steigern. Der Auslassdiffusor ist geometrisch konfiguriert, um schnell die kinetische Energie der Strömung zu verringern und die statische Druckerholung innerhalb des Auslassdiffusors zu steigern.

[0003] Üblicherweise ist der Auslassdiffusor für einen Vollastbetrieb ausgelegt, wobei das Turbinensystem jedoch häufig unter Teillast oder an kalten Tagen betrieben wird. Folglich wird aufgrund der Auslegung für Vollast die Leistungseffizienz unter Teillast geopfert. Die Ineffizienz rührt wenigstens zum Teil von einer Strömungsablösung an Auslassdiffusorkomponenten, wie beispielsweise Wänden und Streben, her. Eine Strömungsablösung wird häufig zum Teil durch eine Prallbewegung der Strömung beim Austritt aus der letzten Laufschaufelstufe des Turbinenabschnitts und Eintritt in den Auslassdiffusor hervorgerufen. Die Stärke des Dralls kann als ein «tangentialer Strömungswinkel» quantifiziert werden, und ein derartiger Winkel kann während einer Teillast bis zu etwa 60° und während eines kalten Tages 20° betragen, was zu einem höheren Anströmwinkel an den Auslassdiffusorkomponenten, wie z.B. den Streben, führt. Eine derartige Strömungscharakteristik führt zu einem Grenzschichtwachstum und einer Strömungsablösung und letztendlich zu einer reduzierten Druckerhöhung.

Kurze Beschreibung der Erfindung

[0004] Gemäss einem Aspekt der Erfindung enthält eine Strömungsmanipulationsanordnung für einen Turbinenauslassdiffusor eine Strebe mit einer Vorderkante und einer Hinterkante, wobei die Strebe im Inneren des Turbinenauslassdiffusors angeordnet ist. Ferner sind mehrere drehbare Leitschaufeln in enger Nähe zu der Strebe angeordnet und eingerichtet, um eine Auslassströmung zu manipulieren, wobei die mehreren drehbaren Leitschaufeln coaxial ausgerichtet und längs des Umfangs relativ zueinander angeordnet sind. Ferner ist ein Aktuator in Wirkverbindung mit den mehreren drehbaren Leitschaufeln enthalten, und er ist konfiguriert, um eine Einstellung der mehreren drehbaren Leitschaufeln auszulösen. Noch weiter ist ein umlaufender Ring mit den mehreren drehbaren Leitschaufeln betriebsmässig verbunden, wobei der Aktuator eingerichtet ist, um eine Drehung einer einzelnen der drehbaren Leitschaufeln unmittelbar auszulösen, und wobei der umlaufende Ring bei einer Drehauslösung durch den Aktuator eine Drehung der mehreren drehbaren Leitschaufeln auslöst.

[0005] Der Turbinenauslassdiffusor der Strömungsmanipulationsanordnung kann ein axialer Diffusor sein, der aufweist: eine Innentrommel, die sich in einer Längsrichtung des Turbinenauslassdiffusors erstreckt; eine Aussenwand, die radial aussen von der Innentrommel angeordnet ist, wobei sich die Strebe zwischen der Innentrommel und der Aussenwand erstreckt und mit diesen betriebsmässig verbunden ist und wobei die mehreren drehbaren Leitschaufeln mit wenigstens entweder der Innentrommel und/oder der Aussenwand betriebsmässig verbunden sind.

[0006] Die Strömungsmanipulationsanordnung einer beliebigen vorstehend erwähnten Art kann ferner ein drehbares Element aufweisen, das mit dem Aktuator betriebsmässig verbunden ist und sich durch jede der mehreren drehbaren Leitschaufeln erstreckt, wobei die mehreren drehbaren Leitschaufeln um eine Achse drehbar sein können, die durch das drehbare Element definiert ist.

[0007] Die Strömungsmanipulationsanordnung einer beliebigen vorstehend erwähnten Art kann ferner mehrere Streben aufweisen, die coaxial ausgerichtet und längs des Umfangs angeordnet sind, wobei die mehreren drehbaren Leitschaufeln an wenigstens einer von einer axial stromaufwärtigen Stelle und einer axial stromabwärtigen Stelle der mehreren Streben angeordnet sein können.

[0008] Der umlaufende Ring einer beliebigen vorstehend erwähnten Strömungsmanipulationsanordnung kann mit mehreren Lagern betriebsmässig verbunden sein, die eingerichtet sind, um ein Gleiten des umlaufenden Ringes innerhalb einer Schlitzstruktur zu ermöglichen.

[0009] Die mehreren drehbaren Leitschaufeln einer beliebigen vorstehend erwähnten Strömungsmanipulationsanordnung können in Umfangsrichtung benachbart zu der Strebe angeordnet und axial mit dieser ausgerichtet sein.

[0010] Die mehreren drehbaren Leitschaufeln einer beliebigen vorstehend erwähnten Strömungsmanipulationsanordnung können über einen Bereich von Winkelpositionen verdrehbar sein, der einem Bereich der Auslassströmungsbedingungen entspricht.

[0011] Der Bereich der Winkelpositionen kann eine erste Position, die einer ersten Bedingung entspricht, und eine zweite Position aufweisen, die einer zweiten Bedingung entspricht, wobei die erste Bedingung eine Bedingung bei voller Drehzahl und Vollast aufweisen kann und die zweite Bedingung eine Teillastbedingung aufweist.

[0012] Die Strömungsmanipulationsanordnung einer beliebigen vorstehend erwähnten Art kann ferner eine Getriebeanordnung aufweisen, die eingerichtet ist, um mechanische Leistung von dem Aktuator auf das drehbare Element zu übertragen.

[0013] Der Turbinenauslassdiffusor einer beliebigen vorstehend erwähnten Strömungsmanipulationsanordnung kann ein radialer Diffusor sein, der eine Innenwand und eine Aussenwand aufweisen kann, wobei die Strebe mit wenigstens entweder der Innenwand und/oder der Aussenwand betriebsmässig verbunden sein kann.

[0014] Die mehreren drehbaren Leitschaufeln einer beliebigen vorstehend erwähnten Strömungsmanipulationsanordnung können mit der Strebe betriebsmässig verbunden sein.

[0015] Die mehreren drehbaren Leitschaufeln einer beliebigen vorstehend erwähnten Strömungsmanipulationsanordnung können über einen Bereich von Winkelpositionen verdrehbar sein, der einem Bereich von Auslassströmungsbedingungen entspricht.

[0016] Die Strömungsmanipulationsanordnung einer beliebigen vorstehend erwähnten Art kann ferner aufweisen: eine äussere Dichtungsanordnung, die zwischen den mehreren drehbaren Leitschaufeln und der Aussenwand angeordnet ist; und eine innere Dichtungsanordnung, die zwischen den mehreren drehbaren Leitschaufeln und der Innentrommel angeordnet ist.

[0017] Die mehreren drehbaren Leitschaufeln einer beliebigen vorstehend erwähnten Strömungsmanipulationsanordnung können in einer Radialrichtung bewegbar sein.

[0018] Gemäss einem weiteren Aspekt der Erfindung enthält eine Strömungsmanipulationsanordnung für einen Turbinenauslassdiffusor eine Innentrommel, die sich in eine Längsrichtung des Turbinenauslassdiffusors erstreckt. Ferner ist eine Aussenwand enthalten, die radial aussen von der Innentrommel angeordnet ist. Ferner ist eine Strebe enthalten, die sich zwischen der Innentrommel und der Aussenwand erstreckt und betriebsmässig mit diesen verbunden ist, wobei die Strebe eine Vorderkante und eine Hinterkante aufweist. Noch weiter ist wenigstens eine Leitschaufel enthalten, die axial stromaufwärts von der Vorderkante oder stromabwärts von der Hinterkante der Strebe angeordnet ist, wobei die wenigstens eine Leitschaufel wahlweise in Umfangsrichtung relativ zu der Strebe verstellbar ist.

[0019] Die Strömungsmanipulationsanordnung kann ferner einen Motor aufweisen, der mit der wenigstens einen Leitschaufel in Wirkverbindung steht und eingerichtet ist, um eine Einstellung der wenigstens einen Leitschaufel auszulösen.

[0020] Die Strömungsmanipulationsanordnung einer beliebigen vorstehend erwähnten Art kann ferner mehrere Streben aufweisen, die coaxial ausgerichtet und längs des Umfangs angeordnet sind, wobei die wenigstens eine Leitschaufel mehrere Leitschaufeln aufweisen kann, die coaxial ausgerichtet und längs des Umfangs angeordnet sind.

[0021] Die mehreren Leitschaufeln einer beliebigen vorstehend erwähnten Strömungsmanipulationsanordnung können in einer ersten Position während einer ersten Bedingung einer Auslassströmung mit den mehreren Streben längs des Umfangs ausgerichtet sein und während einer zweiten Bedingung der Auslassströmung zu wenigstens einer weiteren Position sein.

[0022] Die Strömungsmanipulationsanordnung einer beliebigen vorstehend erwähnten Art kann ferner mehrere Streben aufweisen, die coaxial ausgerichtet und längs des Umfangs angeordnet sind, wobei die wenigstens eine Leitschaufel mehrere Leitschaufeln aufweisen kann, die an einer axial stromabwärtigen Stelle der mehreren Streben coaxial ausgerichtet und längs des Umfangs angeordnet sind.

[0023] Gemäss einem noch weiteren Aspekt der Erfindung enthält eine Strömungsmanipulationsanordnung für einen radialen Turbinenauslassdiffusor eine Innenwand. Ferner ist eine Aussenwand enthalten. Ferner ist eine Strebe enthalten, die mit wenigstens einer von der Innenwand und der Aussenwand betriebsmässig verbunden ist. Noch weiter ist wenigstens eine drehbare Leitschaufel enthalten, die in der Nähe der Strebe angeordnet ist, wobei die wenigstens eine drehbare Leitschaufel über einen Bereich von Winkelpositionen hinweg wahlweise verdrehbar und in wenigstens eine von einer Axialrichtung und einer Radialrichtung verstellbar ist.

[0024] Diese und weitere Vorteile und Merkmale werden aus der folgenden Beschreibung in Verbindung mit den Zeichnungen offenkundiger.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0025] Der Gegenstand, der als die Erfindung angesehen wird, ist in den Ansprüchen am Schluss der Beschreibung besonders aufgezeigt und deutlich beansprucht. Das Vorstehende sowie weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung erschliessen sich aus der folgenden detaillierten Beschreibung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen, in denen zeigen:

[0026] Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Turbinensystems;

[0027] Fig. 2 eine Perspektivansicht einer Strömungsmanipulationsanordnung gemäss einer ersten Ausführungsform;

[0028] Fig. 3 eine schematische Seitenansicht der Strömungsmanipulationsanordnung nach Fig. 2;

[0029] Fig. 4 eine Draufsicht auf Leitschaufeln und Streben der Strömungsmanipulationsanordnung nach Fig. 2;

[0030] Fig. 5 eine Draufsicht auf mehrere funktionsmässig gekoppelte Leitschaufeln;

[0031] Fig. 6 eine schematische Perspektivansicht der mehreren funktionsmässig gekoppelten Leitschaufeln;

- [0032] Fig. 7 eine Perspektivansicht der Strömungsmanipulationsanordnung gemäss einer zweiten Ausführungsform;
- [0033] Fig. 8 eine Vorderansicht der Strömungsmanipulationsanordnung nach Fig. 7;
- [0034] Fig. 9 eine Draufsicht auf die Strömungsmanipulationsanordnung nach Fig. 7;
- [0035] Fig. 10 eine Draufsicht auf die Strömungsmanipulationsanordnung gemäss einer dritten Ausführungsform unter Veranschaulichung von Leitschaufeln in einer ersten Position;
- [0036] Fig. 11 eine Draufsicht auf die Strömungsmanipulationsanordnung nach Fig. 10 unter Veranschaulichung der Leitschaufeln in einer zweiten Position;
- [0037] Fig. 12 eine schematische Darstellung eines Steuermechanismus der Strömungsmanipulationsanordnung nach Fig. 10; und
- [0038] Fig. 13 eine schematische Darstellung der Strömungsmanipulationsanordnung gemäss einer vierten Ausführungsform.
- [0039] Die detaillierte Beschreibung erläutert Ausführungsformen der Erfindung gemeinsam mit Vorteilen und Merkmalen anhand eines Beispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnungen.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0040] Bezugnehmend auf Fig. 1 ist ein Turbinensystem, wie beispielsweise ein Gasturbinensystem, bei dem Bezugszeichen 10 schematisch dargestellt. Das Turbinensystem 10 enthält einen Verdichterabschnitt 12, einen Brennkammerabschnitt 14, einen Turbinenabschnitt 16, eine Welle 18 und eine Brennstoffdüse 20. Es sollte erkannt werden, dass eine Ausführungsform des Turbinensystems 10 mehrere Verdichter 12, Brennkammern 14, Turbinen 16, Wellen 18 und Brennstoffdüsen 20 enthalten kann. Der Verdichterabschnitt 12 und der Turbinenabschnitt 16 sind über die Welle 18 miteinander verbunden. Die Welle 18 kann eine einzelne Welle oder durch mehrere Wellensegmente gebildet sein, die miteinander verbunden sind, um die Welle 18 zu bilden.

[0041] Der Brennkammerabschnitt 14 verwendet einen brennbaren flüssigen und/oder gasförmigen Brennstoff, wie beispielsweise Erdgas oder ein Wasserstoffreiches Synthesegas, um das Turbinensystem 10 zu betreiben. Zum Beispiel stehen die Brennstoffdüsen 20 mit einer Luftversorgung und einer Brennstoffversorgung 22 in Strömungsverbindung. Die Brennstoffdüsen 20 erzeugen ein Luft-Brennstoff-Gemisch und geben das Luft-Brennstoff-Gemisch in den Brennkammerabschnitt 14 aus, wodurch eine Verbrennung herbeigeführt wird, die ein heisses unter Druck stehendes Abgas erzeugt. Der Brennkammerabschnitt 14 leitet das heisse unter Druck stehende Gas durch ein Übergangsstück hindurch in einen Turbinenleitapparat (oder «ein Leitapparat der ersten Stufe») sowie weitere Stufen von Schaufeln und Leitapparaten, die eine Drehung der Turbinenlaufschaufeln im Inneren eines äusseren Gehäuses 24 des Turbinenabschnitts 16 bewirken, hinein. Anschliessend wird das heisse unter Druck stehende Gas von dem Turbinenabschnitt 16 zu einem Auslassdiffusor 26 befördert, der mit einem Teil des Turbinenabschnitts, wie z.B. dem Aussengehäuse 24, betriebsmässig verbunden ist.

[0042] Obwohl es vorstehend als ein Gasturbinensystem veranschaulicht und beschrieben ist, wird erkannt, dass das Turbinensystem 10 alternativ ein Dampfturbinensystem sein kann. Wie nachstehend beschrieben ist, sind verschiedene Ausführungsformen des Auslassdiffusors 26, wie beispielsweise ein axialer Auslassdiffusor und ein radialer Auslassdiffusor, vorgesehen.

[0043] Indem nun auf die Fig. 2 und 3 Bezug genommen wird, ist eine erste Ausführungsform einer Strömungsmanipulationsanordnung 50 innerhalb des Auslassdiffusors 26 veranschaulicht.

[0044] In der veranschaulichten Ausführungsform ist der Auslassdiffusor 26 ein axialer Auslassdiffusor, der axial stromabwärts von einer letzten Stufe des Turbinenabschnitts 16 angeordnet ist. Der Auslassdiffusor 26 enthält einen Einlass 28, der eingerichtet ist, um eine Auslassströmung 60 aus dem Turbinenabschnitt 16 zu empfangen. Ein Auslass 32 ist an einer stromabwärtigen Stelle relativ zu dem Einlass 28 angeordnet. Eine Innentrommel 34 erstreckt sich relativ axial entlang einer Längsrichtung des Auslassdiffusors 26 wenigstens teilweise zwischen dem Einlass 28 und dem Auslass 32 und enthält eine Aussenfläche 36. Radial aussen von der Innentrommel 34 und insbesondere radial aussen von der Aussenfläche 36 beabstandet ist eine Aussenwand 38, die eine Innenfläche 40 aufweist. Die Aussenwand 38 kann mit einer relativ divergierenden Konfiguration eingerichtet sein, so dass nach einem Eintritt in den Einlass 28 des Auslassdiffusors 26 die kinetische Energie der Auslassströmung 30 verringert wird. Insbesondere kommt es zu einer Überführung des dynamischen Drucks in den statischen Druck innerhalb des Auslassdiffusors 26 aufgrund der divergierenden Konfiguration der Aussenwand 38. Die Auslassströmung 30 strömt durch den Bereich, der durch die Aussenfläche 36 der Innentrommel 34 und die Innenfläche 40 der Aussenwand 38 definiert ist.

[0045] Ferner ist zwischen der Aussenfläche 36 der Innentrommel 34 und der Innenfläche 40 der Aussenwand 38 wenigstens eine, sind jedoch gewöhnlich mehrere Streben 42 angeordnet, wobei beispielhafte Ausführungsformen eine Anzahl von Streben im Bereich von vier (4) bis zwölf (12) Streben enthalten, die in einer koaxialen Ausrichtung längs des Umfangs im Abstand zueinander angeordnet sind. Die mehreren Streben 42 dienen dazu, die Innentrommel 34 und die Aussenwand 38 in einer festen Beziehung zueinander zu halten sowie eine Tragunterstützung zu erzielen. Da die Strebe 42 innerhalb des Bereichs zwischen der Innentrommel 34 und der Aussenwand 38 angeordnet ist, strömt die Auslassströmung 30 an

der Strebe 42 vorbei. Folglich beeinflusst die Strebe 42 die Strömungseigenschaften der Auslassströmung 30 und somit das gesamte Leistungsverhalten des Auslassdiffusors. Die mehreren Streben 42 sind als ein Tragflächenprofil gestaltet oder von einem Tragflächenprofil umgeben, und es sollte erkannt werden, dass die genaue Geometrie und die genauen Abmessungen der mehreren Streben 42 von denjenigen, die veranschaulicht sind, je nach der Anwendung variieren können. Jede der mehreren Streben 42 enthält eine Vorderkante 44 und eine Hinterkante 46.

[0046] Während die Auslassströmung 30 aus dem Turbinenabschnitt 16 austritt, steigt der tangentiale Strömungswinkel am Laufschaufelaustritt der letzten Stufe (Fig. 4) der Auslassströmung 30 aufgrund der divergierenden Konfiguration der Aussenwand 38 des Auslassdiffusors 26 sowie verschiedener Betriebsbedingungen, was dadurch zu einer Strömungsablösung in Bereichen in der Nähe der Aussenfläche 36 der Innentrommel 34 sowie in Bereichen in der Nähe der verschiedenen Aussenflächen der mehreren Streben 42 führt. Um die vorstehend beschriebene Strömungsablösung zu reduzieren, wird die Auslassströmung 30 durch die Strömungsmanipulationsanordnung 50 manipuliert, wie dies nachstehend im Einzelnen beschrieben ist.

[0047] Bezugnehmend auf die Fig. 4 und 5 in Verbindung mit den Fig. 2 und 3 weist die Strömungsmanipulationsanordnung 50 wenigstens eine, jedoch gewöhnlich mehrere drehbare Leitschaufeln 52 auf, die längs des Umfangs voneinander beabstandet und coaxial ausgerichtet sind. Wie vorstehend beschrieben, sind die mehreren Streben an einer axialen Stelle derart angeordnet, dass die Streben coaxial ausgerichtet sind. Die mehreren drehbaren Leitschaufeln 52 sind in der Nähe der mehreren Streben 42 und an einer Stelle axial stromaufwärts von den mehreren Streben 42 angeordnet. Die mehreren drehbaren Leitschaufeln 52 weisen eine tragflächenprofilförmige Geometrie auf und sind mit der Innentrommel 34 und/oder der Aussenwand 38 zur Unterstützung betriebsmässig verbunden. Es kann/können eine oder mehrere Dichtungskomponenten 41 zwischen den mehreren drehbaren Leitschaufeln 52 und der Innentrommel 34 und/oder der Aussenwand 38 zur Abdichtung an einer dazwischen befindlichen Grenzstelle angeordnet sein. Die mehreren drehbaren Leitschaufeln 52 enthalten jeweils ein drehbares Element 54, wie beispielsweise eine Spindel oder eine Stange, das mit dieser betriebsmässig verbunden ist. In einer Ausführungsform erstreckt sich das drehbare Element 54 in eine Radialrichtung durch einen Teil der mehreren drehbaren Leitschaufeln 52 hindurch. Das drehbare Element 54 ist ferner mit einer Aktuatoranordnung 56 (Fig. 2) betriebsmässig verbunden, die eingerichtet ist, um eine Verdrehung des drehbaren Elementes 54 auszulösen. Insbesondere kann die Aktuatoranordnung 56 mit dem drehbaren Element 54 beispielsweise über eine Ausgangswelle oder ein Ausgangszahnrad der Aktuatoranordnung 56 unmittelbar verbunden oder mit dem drehbaren Element 54 über eine Getriebearrangement und/oder eine Seilanordnung, auf die allgemein bei 58 verwiesen wird, indirekt verbunden sein. Die Aktuatoranordnung 56 bezieht sich auf verschiedene Motoren, einschliesslich eines Servomotors. Alternativ kann ein pneumatischer Aktuator die Einstellung des drehbaren Elementes 54 auslösen. In einer Ausführungsform ist das drehbare Element 54 mit der Innentrommel 34 und/oder der Aussenwand 38 über eine Buchse oder eine Lageranordnung verbunden, die an der Innentrommel 34 und/oder der Aussenwand 38 montiert ist.

[0048] Die mehreren drehbaren Leitschaufeln 52 sind um eine Achse, die durch das drehbare Element 54 definiert ist, über einen Bereich von Winkelpositionen hinweg verdrehbar. Der Bereich der Winkelpositionen ergibt vorteilhafterweise zahlreiche Positionen der mehreren drehbaren Leitschaufeln 52, wodurch verschiedene Strömungswinkel der Auslassströmung 30 berücksichtigt werden. Insbesondere sind die mehreren Streben 42 in einer Richtung ausgerichtet, um eine effiziente Strömungscharakteristik der Auslassströmung 30 innerhalb des Auslassdiffusors 26 unter bestimmten Betriebsbedingungen, wie beispielsweise unter Grundlast oder unter Bedingungen mit voller Drehzahl und Volllast, zu erzielen. Jedoch unterscheiden sich die Strömungswinkel der Auslassströmung 30 bei anderen Betriebsbedingungen, wie beispielsweise einer Teillastbetriebsbedingung. In den schwankenden Betriebsbedingungen ist die Effizienz aufgrund einer erhöhten Grenzschichtbildung reduziert. Durch eine Drehung der mehreren drehbaren Leitschaufeln 52 in Stellungen, die geeigneten Strömungsmanipulationspositionen entsprechen, wird die Auslassströmung 30 in einer Weise manipuliert, die als eine «Begradigungs»-Weise bezeichnet wird, die einen gewünschten Strömungswinkel der Auslassströmung 30 beim Passieren der mehreren Streben 42 zur Folge hat.

[0049] In einer Ausführungsform, und unter Bezugnahme auf die Fig. 5 und 6, weist ein Umfangssegment der drehbaren Leitschaufeln 60 miteinander betriebsmässig verbundene drehbare Leitschaufeln auf, die in einer «mechanisch gekoppelten» Beziehung angeordnet sind. Das Umfangssegment der drehbaren Leitschaufeln 60 weist zwei oder mehrere Leitschaufeln auf, die über einen umlaufenden Ring 62 miteinander funktionsmässig gekoppelt sind. Es ist vorgesehen, dass eine beliebige Anzahl der mehreren Leitschaufeln das Umfangssegment der drehbaren Leitschaufeln 60 bilden kann. Die gekoppelte Anordnung ermöglicht der Aktuatoranordnung 56 und der Getriebearrangement und/oder der Seilanordnung 58, unmittelbar eine Verdrehung eines einzelnen drehbaren Elementes zu vermitteln und dabei indirekt die weiteren Leitschaufeln des Umfangssegmentes der drehbaren Leitschaufeln 60 über den umlaufenden Ring 62 zu verdrehen. Der umlaufende Ring 62 bildet eine Zahnstangenantriebsanordnung mit weiteren drehbaren Elementen, um eine Verdrehung der weiteren Leitschaufeln über eine Zahnradanordnung zwischen dem umlaufenden Ring 62 und den zusätzlichen drehbaren Elementen jeder Leitschaukel zu unterstützen. Alternativ zu oder in Kombination mit der Zahnstangenantriebsanordnung kann der umlaufende Ring 62 mit einem oder mehreren Lagern 63 (Fig. 6) betriebsmässig verbunden sein, die ein Gleiten des umlaufenden Ringes 62 innerhalb einer Schlitzstruktur 65 ermöglichen, wodurch eine Drehbewegung jeder der drehbaren Leitschaufeln an dem drehbaren Element 54 der jeweiligen drehbaren Leitschaufeln angetrieben wird.

[0050] Wie vorstehend beschrieben, sind die mehreren drehbaren Leitschaufeln 52 über einen Bereich von Winkelpositionen hinweg verdrehbar. Der Bereich der Winkelpositionen entspricht einem Bereich von Betriebsbedingungen des Tur-

binensystems 10 und insbesondere einem Bereich von Winkeln einer tangentialen Strömung der Auslassströmung 30. Zum Beispiel entspricht eine erste Position einer ersten Bedingung, während eine zweite Position einer zweiten Bedingung entspricht. Die erste Position der mehreren drehbaren Leitschaufeln 52 ist relativ parallel zu den mehreren Streben 42 unter einer ersten Bedingung, die einer Betriebsbedingung des Turbinensystems 10 bei voller Drehzahl und Volllast entspricht, ausgerichtet. Wenn die Drehzahl des Turbinensystems 10 auf eine Teillastbedingung reduziert ist, wie beispielsweise eine Drehzahl von 60%, werden die mehreren verdrehbaren Leitschaufeln 52 zu einem Winkel verdreht, der eine gewünschte Manipulation der Auslassströmung 30, um diese für eine Strömung an den mehreren Streben 42 vorbei gerade auszurichten, erzielt.

[0051] Indem nun auf die Fig. 7-9 Bezug genommen wird, ist eine Strömungsmanipulationsanordnung 100 gemäss einer zweiten Ausführungsform veranschaulicht. Die zweite Ausführungsform ist in vielerlei Hinsicht der vorstehend im Einzelnen beschriebenen ersten Ausführungsform ähnlich, so dass eine doppelte Beschreibung jeder Komponente nicht erforderlich ist und ähnliche Bezugszeichen verwendet werden, wo dies zutreffend ist. Ausserdem wird die zweite Ausführungsform in Verbindung mit einem axialen Auslassdiffusor, wie beispielsweise dem vorstehend im Einzelnen beschriebenen Auslassdiffusor 26, verwendet. In der zweiten Ausführungsform sind die mehreren verdrehbaren Leitschaufeln 52 zu den mehreren Streben 42 längs des Umfangs benachbart angeordnet, aber coaxial mit diesen ausgerichtet. Wie veranschaulicht, ist wenigstens ein Teil der mehreren verdrehbaren Leitschaufeln 52 im Wesentlichen an der gleichen axialen Stelle wenigstens eines Abschnitts der mehreren Streben 42, einschliesslich der Vorderkante 44 und/oder der Hinterkante 46 der mehreren Streben 42, angeordnet. Es ist vorgesehen, dass die verdrehbaren Leitschaufeln und die Streben in einer abwechselnden Anordnung in einem Verhältnis von 1:1 angeordnet sein können oder dass alternativ mehr als eine verdrehbare Leitschaukel zwischen den Streben angeordnet sein kann. Ausserdem sind, wie in dem Fall der ersten Ausführungsform, eine oder mehrere Dichtungskomponenten 41 an einer Grenzstelle zwischen den mehreren verdrehbaren Leitschaufeln 52 und der Innentrommel 34 und/oder der Aussenwand 38 angeordnet.

[0052] Indem nun auf die Fig. 10-12 Bezug genommen wird, ist eine Strömungsmanipulationsanordnung 200 gemäss einer dritten Ausführungsform veranschaulicht. Die dritte Ausführungsform wird in Verbindung mit einem axialen Auslassdiffusor, wie beispielsweise dem vorstehend im Einzelnen beschriebenen Auslassdiffusor 26, verwendet. Die dritte Ausführungsform enthält mehrere Leitschaufeln 202, die längs des Umfangs voneinander beabstandet und coaxial ausgerichtet sind. Ausserdem sind die mehreren Leitschaufeln 202 in wenigstens einer axialen Stufe angeordnet, die sich axial stromaufwärts und/oder stromabwärts von den mehreren Streben 42 befinden kann.

[0053] All die mehreren Leitschaufeln 202 sind in einer im Wesentlichen parallelen Ausrichtung mit den mehreren Streben 42 ausgerichtet, wobei jedoch jede Stufe der Leitschaufeln in einer in Umfangsrichtung versetzbaren Weise verstellbar ist. Insbesondere werden die mehreren Leitschaufeln 202 «nach Art einer Uhr verstellt», um ihre Ausrichtung zu den mehreren Streben 42 zu verändern. Zum Beispiel sind die mehreren Leitschaufeln 202 in einer ersten Position (Fig. 10) in Umfangsrichtung mit den mehreren Streben 42 ausgerichtet, während die mehreren Leitschaufeln 202 in einer zweiten Position (Fig. 11) zu den mehreren Streben 42 in Umfangsrichtung versetzt sind. Wie vorstehend beschrieben, sind die erste Position und die zweite Position bei unterschiedlichen Betriebsbedingungen des Turbinensystems 10 von Vorteil.

[0054] Wie in dem Fall der vorstehend beschriebenen Ausführungsformen wird die Strömungsmanipulationsanordnung 200 mit einer Aktuatoranordnung 204, wie beispielsweise einem oder mehreren Motoren, die mit einem umlaufenden Ring 206 direkt oder indirekt zusammenwirken, der die Position der mehreren Leitschaufeln 202 steuert, betätigt.

[0055] Indem nun auf die Fig. 13 Bezug genommen wird, ist eine Strömungsmanipulationsanordnung 300 gemäss einer vierten Ausführungsform veranschaulicht. Die vierte Ausführungsform ist in vielerlei Hinsicht der ersten und der zweiten Ausführungsform, wie sie im Einzelnen vorstehend beschrieben sind, ähnlich, so dass eine doppelte Beschreibung jeder Komponente nicht erforderlich ist und ähnliche Bezugszeichen verwendet werden, wenn es zutreffend ist. Jedoch wird die vierte Ausführungsform im Unterschied zu dem axialen Auslassdiffusor der ersten und zweiten Ausführungsform in Verbindung mit einem radialen Auslassdiffusor 302 verwendet. Der radiale Auslassdiffusor 302 weist entweder einen Dampfturbinendiffusor oder einen Gasturbinendiffusor auf. Der radiale Auslassdiffusor 302 enthält eine Innenwand 304 und eine Aussenwand 306 mit wenigstens einer Strebe 308, die mit wenigstens einer von der Innenwand 304 und der Aussenwand 306 betriebsmässig verbunden ist. Wenigstens eine Leitschaukel 310 ist mit der wenigstens einen Strebe 308 betriebsmässig verbunden, und wie in dem Fall der vorstehenden Ausführungsformen, die verdrehbare Leitschaufeln aufweisen, ist die wenigstens eine Leitschaukel 310 über einen Bereich von Winkelpositionen verdrehbar, der einem Bereich von Auslassströmungsbedingungen entspricht. Ausserdem ist die wenigstens eine Leitschaukel 310 wahlweise in der Axialrichtung und/oder der Radialrichtung verstellbar.

[0056] Während die Erfindung im Einzelnen in Verbindung mit lediglich einer begrenzten Anzahl von Ausführungsformen beschrieben ist, sollte ohne weiteres verstanden werden, dass die Erfindung nicht auf derartige offenbarte Ausführungsformen beschränkt ist. Vielmehr kann die Erfindung modifiziert werden, um eine beliebige Anzahl von Veränderungen, Modifizierungen, Ersetzungen oder äquivalenten Anordnungen aufzunehmen, die hier vorstehend nicht beschrieben sind, die jedoch den Rahmen und Umfang der Erfindung entsprechen. Ausserdem sollte verstanden werden, dass, obwohl verschiedene Ausführungsformen der Erfindung beschrieben sind, Aspekte der Erfindung lediglich einige von den beschriebenen Ausführungsformen enthalten können. Demgemäss ist die Erfindung nicht als durch die vorstehende Beschreibung beschränkt anzusehen, sondern ist nur durch den Umfang der beigefügten Ansprüche beschränkt.

[0057] Eine Strömungsmanipulationsanordnung für einen Turbinenauslassdiffusor enthält eine Strebe, die eine Vorderkante und eine Hinterkante aufweist, wobei die Strebe im Inneren des Turbinenauslassdiffusors angeordnet ist. Ferner sind mehrere verdrehbare Leitschaufeln enthalten, die in enger Nähe zu der Strebe angeordnet und eingerichtet sind, um eine Auslassströmung zu manipulieren, wobei die mehreren verdrehbaren Leitschaufeln coaxial ausgerichtet und längs des Umfangs relativ zueinander angeordnet sind. Ferner ist ein Aktuator enthalten, der mit den mehreren verdrehbaren Leitschaufeln in Wirkverbindung steht und eingerichtet ist, um eine Verstellung der mehreren verdrehbaren Leitschaufeln auszulösen. Noch weiter ist ein umlaufender Ring enthalten, der die mehreren verdrehbaren Leitschaufeln funktionsmäßig koppelt, wobei der Aktuator eingerichtet ist, um eine Verdrehung einer der verdrehbaren Leitschaufeln unmittelbar auszulösen, und wobei der umlaufende Ring bei einer Drehauslösung durch den Aktuator eine Verdrehung der mehreren verdrehbaren Leitschaufeln auslöst.

Bezugszeichenliste

[0058]

- 10 Turbinensystem
- 12 Verdichterabschnitt
- 14 Brennkammerabschnitt
- 16 Turbinenabschnitt
- 18 Welle
- 20 Brennstoffdüse
- 22 Brennstoffversorgung
- 24 Aussengehäuse
- 26 Auslassdiffusor
- 28 Einlass
- 30 Auslassströmung
- 32 Auslass
- 34 Innentrommel
- 36 Aussenfläche
- 38 Aussenwand
- 40 Innenfläche
- 42 Mehrere Streben
- 44 Vorderkante
- 46 Hinterkante
- 50 Strömungsmanipulationsanordnung
- 52 Mehrere verdrehbare Leitschaufeln
- 54 Drehbares Element
- 56 Aktuatoranordnung
- 58 Getriebeanordnung
- 60 Umfangssegment der verdrehbaren Leitschaufeln
- 62 Umlaufender Ring
- 63 Ein oder mehrere Lager
- 65 Schlitzstruktur

- 100 Strömungsmanipulationsanordnung
- 200 Strömungsmanipulationsanordnung
- 202 Mehrere Leitschaufeln
- 300 Strömungsmanipulationsanordnung
- 302 Radialer Auslassdiffusor
- 304 Innenwand
- 306 Aussenwand
- 308 Wenigstens eine Strebe
- 310 Wenigstens eine Leitschaufel

Patentansprüche

1. Strömungsmanipulationsanordnung für einen Turbinenauslassdiffusor, die aufweist:
eine Strebe, die eine Vorderkante und eine Hinterkante aufweist, wobei die Strebe im Inneren des Turbinenauslassdiffusors angeordnet ist;
mehrere drehbare Leitschaufeln, die in enger Nähe zu der Strebe angeordnet und eingerichtet sind, um eine Auslassströmung zu manipulieren, wobei die mehreren drehbaren Leitschaufeln coaxial ausgerichtet und längs des Umfangs relativ zueinander angeordnet sind;
einen Aktuator, der mit den mehreren drehbaren Leitschaufeln in Wirkverbindung steht und eingerichtet ist, um eine Einstellung der mehreren drehbaren Leitschaufeln auszulösen; und
einen umlaufenden Ring, der die mehreren drehbaren Leitschaufeln betriebsmässig koppelt, wobei der Aktuator eingerichtet ist, um eine Verdrehung einer der drehbaren Leitschaufeln unmittelbar auszulösen, und wobei der umlaufende Ring bei einer Drehauslösung durch den Aktuator eine Verdrehung der mehreren drehbaren Leitschaufeln auslöst.
2. Strömungsmanipulationsanordnung nach Anspruch 1, wobei der Turbinenauslassdiffusor ein axialer Diffusor ist, der aufweist:
eine Innentrommel, die sich in eine Längsrichtung des Turbinenauslassdiffusors erstreckt; und
eine Aussenwand, die radial aussen von der Innentrommel angeordnet ist, wobei sich die Strebe zwischen der Innentrommel und der Aussenwand erstreckt und mit diesen betriebsmässig verbunden ist und wobei die mehreren drehbaren Leitschaufeln mit wenigstens entweder der Innentrommel und/oder der Aussenwand betriebsmässig verbunden sind.
3. Strömungsmanipulationsanordnung nach Anspruch 2,
die ferner ein drehbares Element aufweist, das mit dem Aktuator betriebsmässig verbunden ist und sich durch jede der mehreren drehbaren Leitschaufeln erstreckt, wobei die mehreren drehbaren Leitschaufeln um eine Achse verdrehbar sind, die durch das drehbare Element definiert ist; und/oder die ferner mehrere Streben aufweist, die coaxial ausgerichtet und längs des Umfangs angeordnet sind, wobei die mehreren drehbaren Leitschaufeln an wenigstens entweder einer axial stromaufwärtigen Stelle und/oder einer axial stromabwärtigen Stelle der mehreren Streben angeordnet sind.
4. Strömungsmanipulationsanordnung nach Anspruch 1, wobei der umlaufende Ring mit mehreren Lagern betriebsmässig verbunden ist, die eingerichtet sind, um ein Gleiten des umlaufenden Ringes innerhalb einer Schlitzstruktur zu ermöglichen.
5. Strömungsmanipulationsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die mehreren drehbaren Leitschaufeln in Umfangsrichtung benachbart zu der Strebe angeordnet und axial mit dieser ausgerichtet sind; und/oder wobei die mehreren drehbaren Leitschaufeln über einen Bereich von Winkelpositionen verdrehbar sind, der einem Bereich von Auslassströmungsbedingungen entspricht.
6. Strömungsmanipulationsanordnung nach Anspruch 5, wobei der Bereich von Winkelpositionen eine erste Position, die einer ersten Bedingung entspricht, und eine zweite Position aufweist, die einer zweiten Bedingung entspricht, wobei die erste Bedingung eine Bedingung bei voller Drehzahl und Vollast aufweist und die zweite Bedingung eine Teillastbedingung aufweist.
7. Strömungsmanipulationsanordnung nach Anspruch 3, die ferner eine Getriebeanordnung aufweist, die eingerichtet ist, um mechanische Leistung von dem Aktuator auf das drehbare Element zu übertragen.
8. Strömungsmanipulationsanordnung nach Anspruch 1, wobei der Turbinenauslassdiffusor ein radialer Diffusor ist, der eine Innenwand und eine Aussenwand aufweist, wobei die Strebe mit wenigstens entweder der Innenwand und/oder der Aussenwand betriebsmässig verbunden ist.

9. Strömungsmanipulationsanordnung nach Anspruch 8, wobei die mehreren drehbaren Leitschaufeln mit der Strebe betriebsmässig verbunden sind; und/oder wobei die mehreren drehbaren Leitschaufeln über einen Bereich von Winkelpositionen verdrehbar sind, der einem Bereich von Auslassströmungsbedingungen entspricht.
10. Strömungsmanipulationsanordnung nach Anspruch 2, die ferner aufweist:
eine äussere Dichtungsanordnung, die zwischen den mehreren drehbaren Leitschaufeln und der Aussenwand angeordnet ist; und eine innere Dichtungsanordnung, die zwischen den mehreren drehbaren Leitschaufeln und der Innentrommel angeordnet ist.

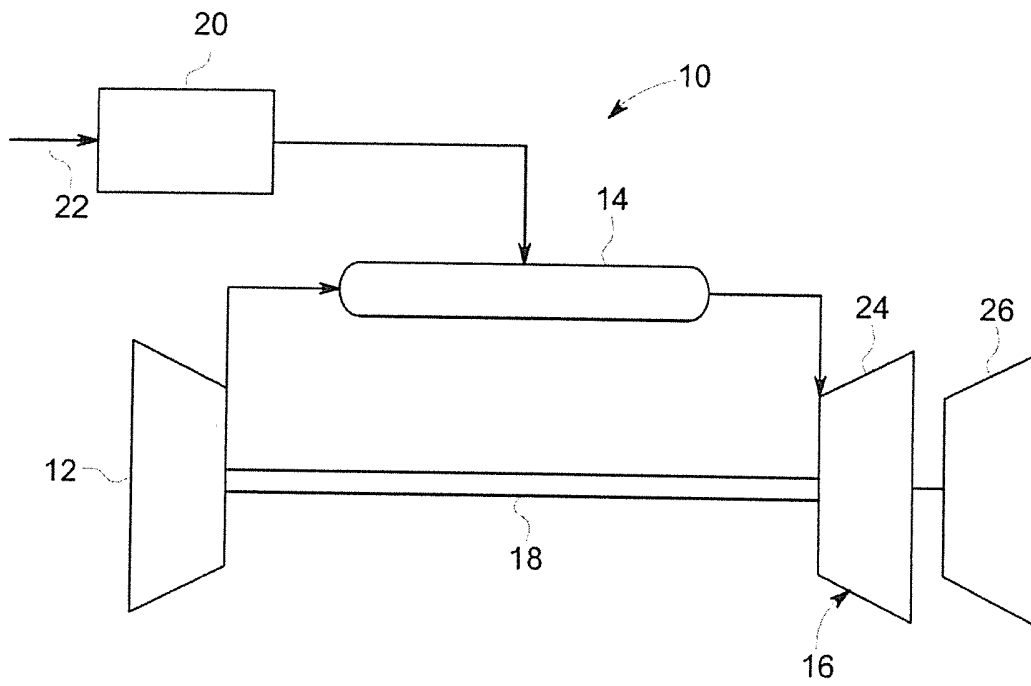


FIG. 1

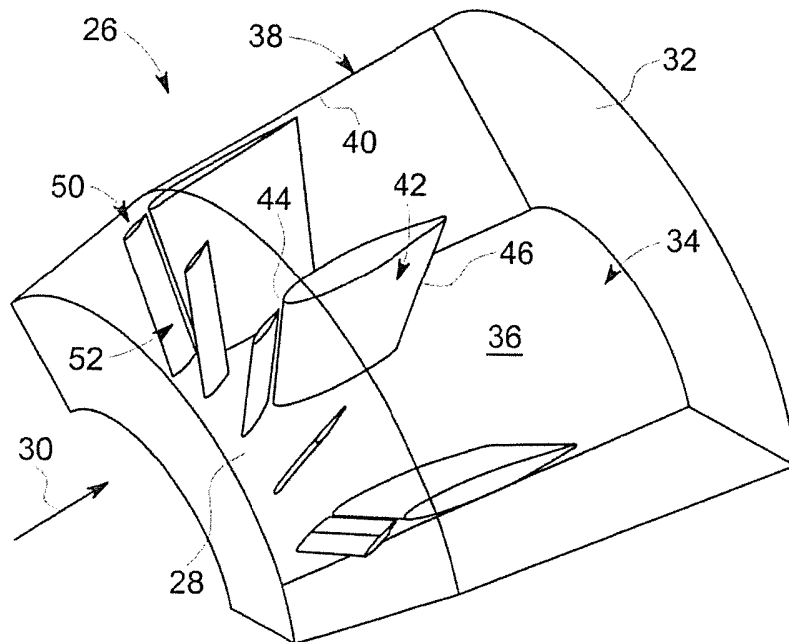


FIG. 2

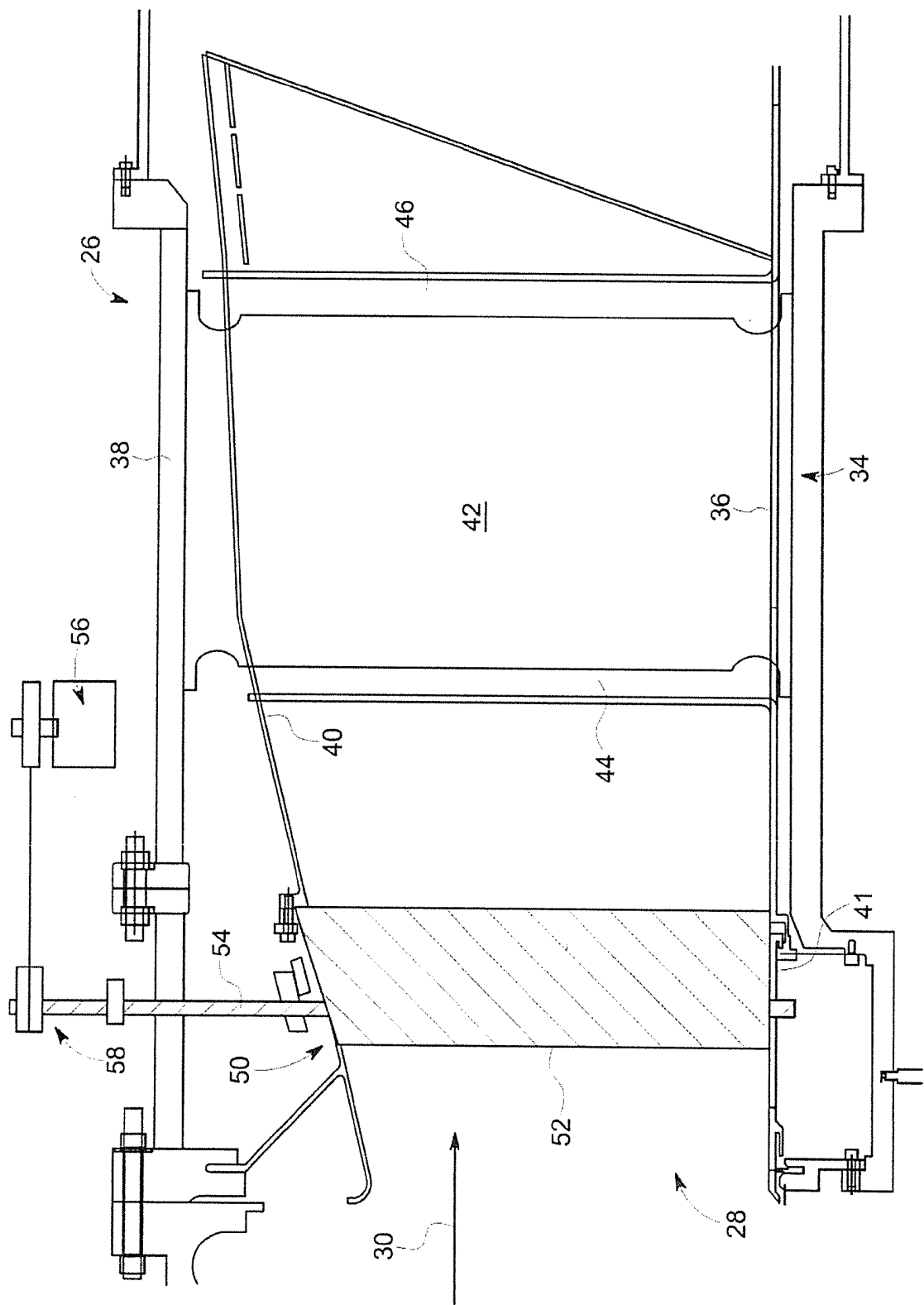


FIG. 3

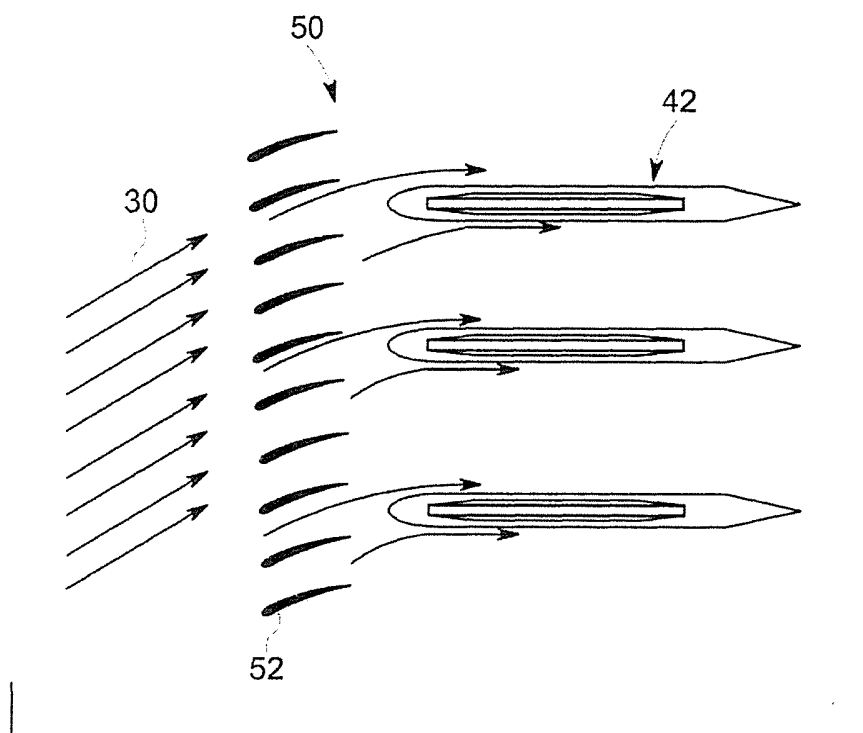


FIG. 4

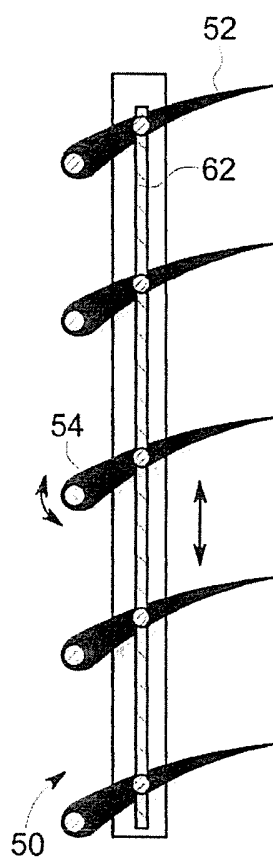


FIG. 5

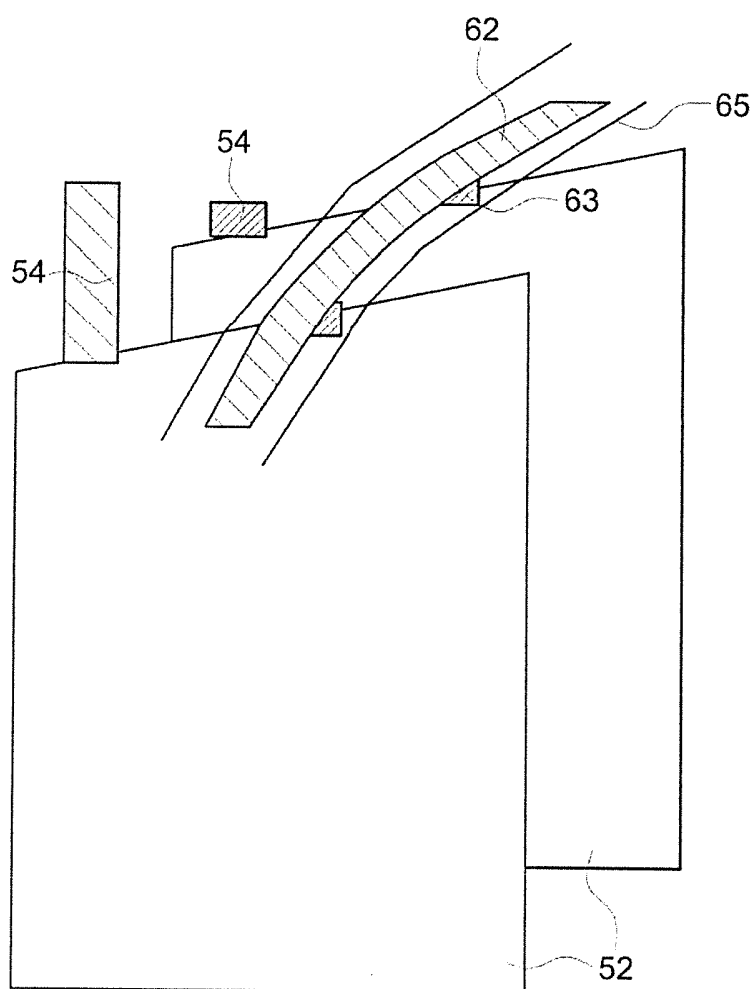


FIG. 6

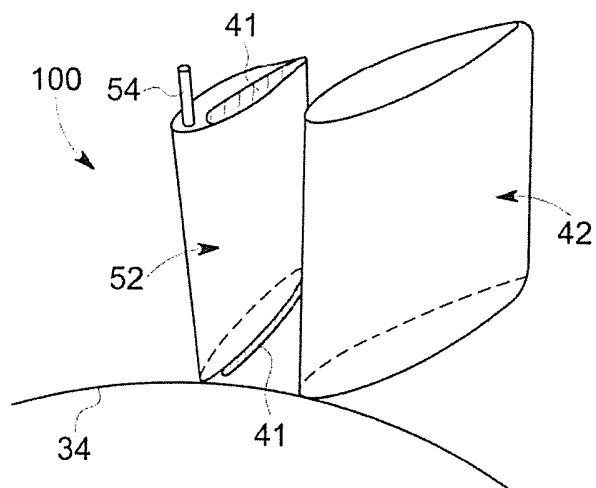


FIG. 7

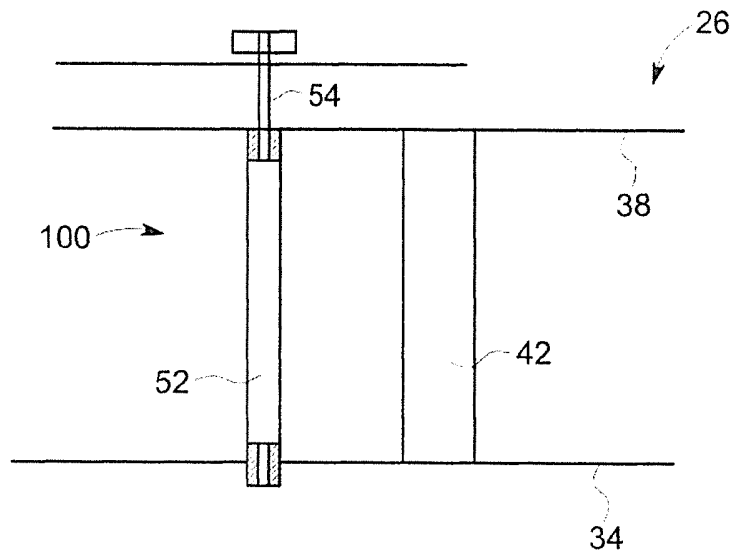


FIG. 8

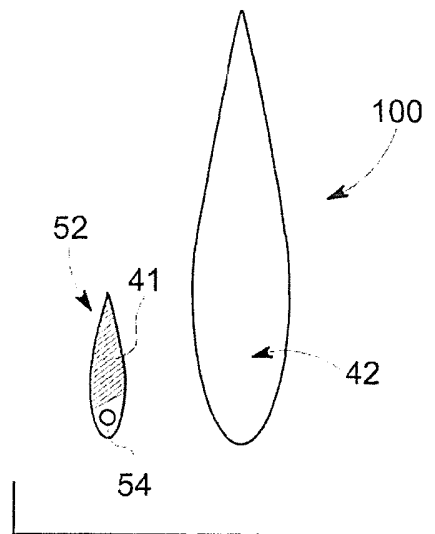


FIG. 9

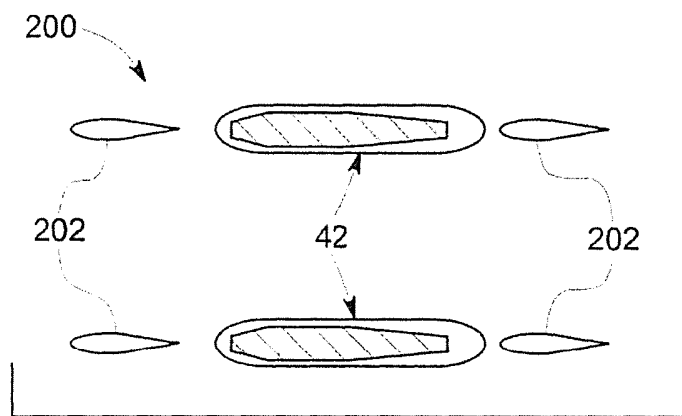


FIG. 10

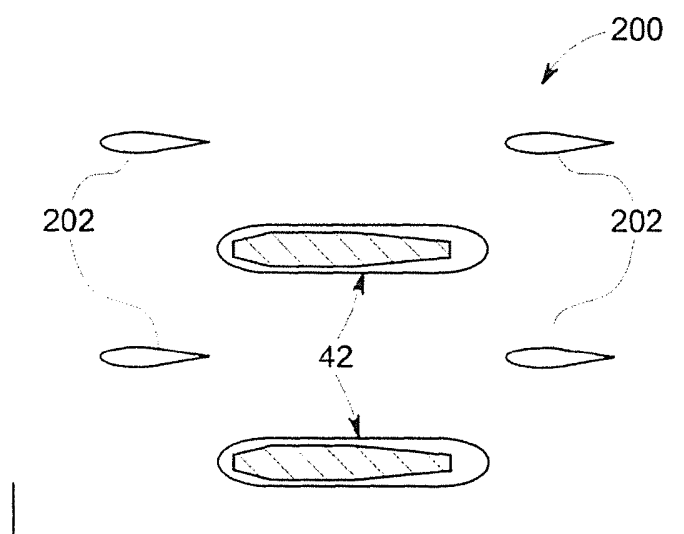


FIG. 11

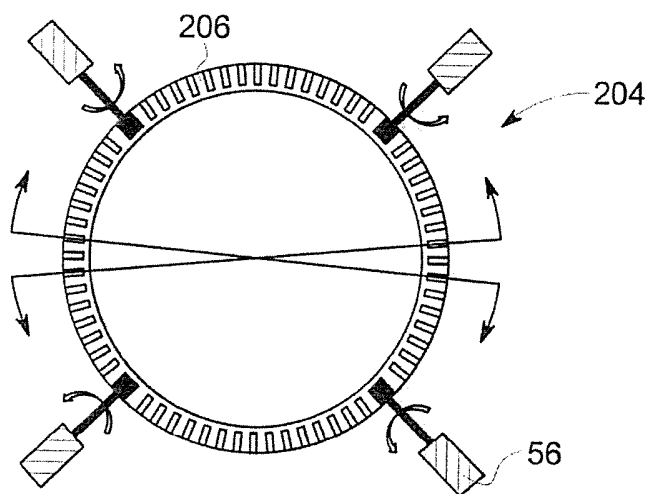


FIG. 12

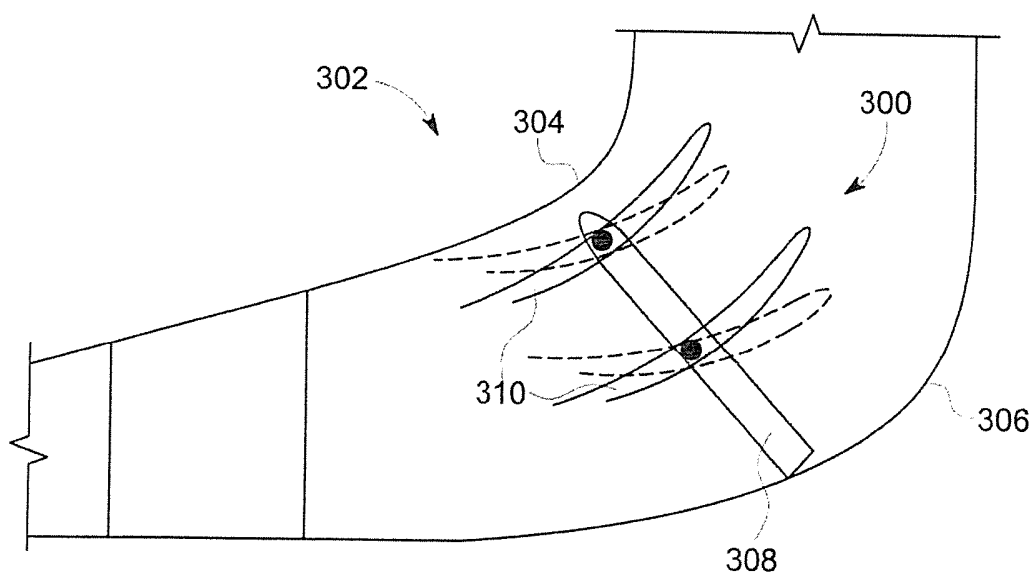


FIG. 13