(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2013 001 660 T5** 2014.12.24

(12) # Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2013/162896**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2013 001 660.5**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2013/036089**
(86) PCT-Anmeldetag: **11.04.2013**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **31.10.2013**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **24.12.2014**

(51) Int Cl.: ***F02B 39/00*** (2006.01)
F02B 37/00 (2006.01)
F01D 5/00 (2006.01)
F01D 5/12 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
US-61/637,146 **23.04.2012** **US**

(74) Vertreter:
Hoefer & Partner, 81543 München, DE

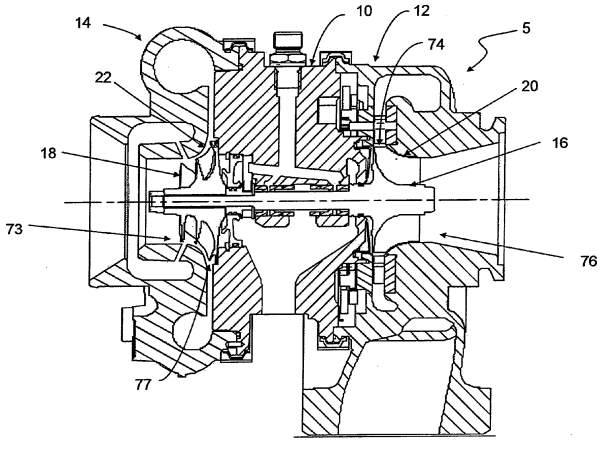
(71) Anmelder:
BorgWarner Inc., Auburn Hills, Mich., US

(72) Erfinder:
Dextraze, Stephanie, Bristol, Conn., US;
Grabowska, David G., Asheville, N.C., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Turbolader-Schaufelversteifungsband mit kreuzweisen Nuten und Turbolader mit Turbolader-Schaufelversteifungsband mit kreuzweisen Nuten**

(57) Zusammenfassung: Ein Turbolader (5) umfasst ein Gehäuse (10), das ein Kompressor-Schaufelversteifungsband (14) und ein Turbinen-Schaufelversteifungsband (12) enthält. Ein Kompressorrad (18) ist in dem Kompressor-Schaufelversteifungsband (14) angeordnet und enthält mehrere Kompressorschaufeln (45, 46). Jede Kompressorschaufel (45, 46) enthält eine Vorderkante (50, 51) und eine Umrisskante (54, 55) des Kompressor-Schaufelversteifungsbands, wobei sich jede Umrisskante (54, 55) des Kompressor-Schaufelversteifungsbands in einer Beziehung des nahen Gegenüberstehens mit dem Kompressor-Schaufelversteifungsband (14) befindet. Ein Turbinenrad (16) ist in dem Turbinen-Schaufelversteifungsband (12) angeordnet und enthält mehrere Turbinenschaufeln (26). Jede Turbinenschaufel (26) enthält eine Vorderkante (30) und eine Umrisskante (34) des Turbinen-Schaufelversteifungsbands, wobei sich jede Umrisskante (34) des Turbinen-Schaufelversteifungsbands in einer Beziehung des nahen Gegenüberstehens mit dem Turbinen-Schaufelversteifungsband (12) befindet. Das Kompressor-Schaufelversteifungsband (14) und/oder das Turbinen-Schaufelversteifungsband (12) enthalten mehrere Nuten (70, 72), die sich bezüglich der entsprechenden Umrisskanten (34, 54, 55) des Kompressor- oder Turbinen-Schaufelversteifungsbands kreuzweise erstrecken.



Beschreibung

HINTERGRUND

[0001] Heutige Brennkraftmaschinen müssen immer strengeren Emissions- und Wirkungsgradstandards entsprechen, die von den Kunden und den staatlichen Regulierungsbehörden gefordert werden. Dementsprechend müssen die Hersteller von Kraftfahrzeugen und die Zulieferer einen großen Aufwand und bedeutendes Kapital beim Erforschen und Entwickeln einer Technik aufwenden, um den Betrieb der Brennkraftmaschine zu verbessern. Die Turbolader sind ein Bereich der Kraftmaschinenentwicklung, der von besonderem Interesse ist.

[0002] Ein Turbolader verwendet die Energie der Abgase, die normalerweise verschwendet würde, um eine Turbine anzutreiben. Die Turbine ist an einer Welle angebracht, die wiederum einen Kompressor antreibt. Die Turbine setzt die Wärme- und kinetische Energie des Abgases in Drehleistung um, die den Kompressor antreibt. Es ist die Aufgabe eines Turboladers, den volumetrischen Wirkungsgrad der Kraftmaschine durch das Vergrößern der Dichte der in die Kraftmaschine eintretenden Luft zu erhöhen. Der Kompressor saugt Umgebungsluft an und komprimiert sie in den Einlasskrümmer und schließlich in die Zylinder. Folglich tritt eine größere Luftmasse bei jedem Einlasstakt in die Zylinder ein.

[0003] Je effizienter die Turbine die Wärmeenergie der Abgase in Drehleistung umsetzen kann und je effizienter der Kompressor Luft in die Kraftmaschine schieben kann, desto effizienter ist die Gesamtleistung der Kraftmaschine. Dementsprechend ist es erwünscht, die Turbinen- und Kompressorräder so zu konstruieren, dass sie so effizient wie möglich sind. In den herkömmlichen Turbinen- und Kompressorkonstruktionen sind aufgrund der Turbulenz und der Undichtigkeit verschiedene Verluste inhärent.

[0004] Während herkömmliche Kompressor- und Turbinenkonstruktionen der Turbolader mit dem Ziel entwickelt worden sind, den Wirkungsgrad zu maximieren, gibt es immer noch einen Bedarf an weiteren Fortschritten des Kompressor- und Turbinenwirkungsgrads.

ZUSAMMENFASSUNG

[0005] Hier wird ein Turbolader bereitgestellt, der ein Gehäuse umfasst, das ein Kompressor-Schaufelversteifungsband enthält. Ein Kompressorrad ist in dem Kompressor-Schaufelversteifungsband angeordnet und enthält mehrere Kompressorschaufeln. Jede Kompressorschaufel enthält eine Vorderkante und eine Schaufelversteifungsband-Umrisskante, wobei sich jede Schaufelversteifungsband-Umrisskante in einer Beziehung des nahen Gegenüberstehens mit dem Kompressor-Schaufelversteifungsband befindet. Das Kompressor-Schaufelversteifungsband enthält mehrere Nuten, die sich bezüglich der Schaufelversteifungsband-Umrisskanten der Kompressorschaufeln kreuzweise erstrecken.

[0006] In bestimmten Aspekten der hier beschriebenen Technik sind die Nuten gleich beabstandet. Das Kompressor-Schaufelversteifungsband enthält einen Einlassbereich und einen Ausstoßbereich, wobei sich die Nuten vom Einlassbereich zum Ausstoßbereich erstrecken. In einer Ausführungsform erstrecken sich die Nuten bogenförmig vom Einlassbereich zum Ausstoßbereich. Die Nuten können z. B. einen rechteckigen Querschnitt aufweisen.

[0007] Hier wird außerdem ein Turbolader bereitgestellt, der ein Gehäuse umfasst, das ein Turbinen-Schaufelversteifungsband enthält. Ein Turbinenrad ist in dem Turbinen-Schaufelversteifungsband angeordnet und enthält mehrere Turbinenschaufeln. Jede Turbinenschaufel enthält eine Vorderkante und eine Schaufelversteifungsband-Umrisskante, wobei sich jede Schaufelversteifungsband-Umrisskante in einer Beziehung des nahen Gegenüberstehens mit dem Turbinen-Schaufelversteifungsband befindet. Das Turbinen-Schaufelversteifungsband enthält mehrere Nuten, die sich bezüglich der Schaufelversteifungsband-Umrisskanten der Turbinenschaufeln kreuzweise erstrecken.

[0008] Es wird außerdem ein Turbolader betrachtet, der ein Gehäuse umfasst, das ein Kompressor-Schaufelversteifungsband und ein Turbinen-Schaufelversteifungsband enthält. Ein Kompressorrad ist in dem Kompressor-Schaufelversteifungsband angeordnet und enthält mehrere Kompressorschaufeln. Jede Kompressorschaufel enthält eine Vorderkante und eine Umrisskante des Kompressor-Schaufelversteifungsbands, wobei sich jede Umrisskante des Kompressor-Schaufelversteifungsbands in einer Beziehung des nahen Gegenüberstehens mit dem Kompressor-Schaufelversteifungsband befindet. Ein Turbinenrad ist in dem Turbinen-Schaufelversteifungsband angeordnet und enthält mehrere Turbinenschaufeln. Jede Turbinenschaufel enthält eine Vorderkante und eine Umrisskante des Turbinen-Schaufelversteifungsbands, wobei sich jede Umrisskante des Turbinen-Schaufelversteifungsbands in einer Beziehung des nahen Gegenüberstehens mit dem Turbinen-Schaufelversteifungsband befindet. Das Kompressor-Schaufelversteifungsband und/oder Turbinen-Schaufelversteifungsband enthalten mehrere Nuten, die sich bezüglich der entsprechenden Umrisskanten des Kompressor- oder Turbinen-Schaufelversteifungsbands kreuzweise erstrecken.

[0009] Diese und weitere Aspekte des Turbolader-Schaufelversteifungsbands mit kreuzweisen Nuten und des Turboladers, der dasselbe enthält, werden

nach der Betrachtung der ausführlichen Beschreibung und der Figuren hierhin offensichtlich. Es ist jedoch selbstverständlich, dass der Schutzumfang der Erfindung durch die Ansprüche bestimmt sein soll, wie sie ausgegeben werden, und nicht dadurch, ob der gegebene Gegenstand irgendeines oder alle Probleme behandelt, die im Hintergrund angegeben sind, oder irgendwelche Merkmale oder Aspekte enthält, die in dieser Zusammenfassung dargestellt sind.

ZEICHNUNGEN

[0010] Es werden nicht einschränkende und nicht erschöpfende Ausführungsformen des Turbolader-Schaufelversteifungsbands mit kreuzweisen Nuten und des Turboladers, der dasselbe enthält, einschließlich der bevorzugten Ausführungsform unter Bezugnahme auf die folgenden Figuren beschrieben, in denen sich gleiche Bezugszeichen überall in den verschiedenen Ansichten auf gleiche Teile beziehen, wenn es nicht anderweitig spezifiziert ist.

[0011] **Fig.** 1 ist eine Seitenansicht im Querschnitt eines Turboladers gemäß einer beispielhaften Ausführungsform;

[0012] **Fig.** 2 ist eine perspektivische Ansicht eines Turbinenrades gemäß einer ersten beispielhaften Ausführungsform;

[0013] **Fig.** 3 ist eine vergrößerte perspektivische Teilansicht des in **Fig.** 2 gezeigten Turbinenrades;

[0014] **Fig.** 4 ist eine perspektivische Ansicht eines Kompressorrads gemäß einer ersten beispielhaften Ausführungsform;

[0015] **Fig.** 5 ist eine vergrößerte perspektivische Teilansicht des in **Fig.** 4 gezeigten Kompressorrads;

[0016] **Fig.** 6 ist eine graphische Darstellung einer Seitenansicht, die eine der in **Fig.** 3 gezeigten Turbinenschaufeln repräsentiert;

[0017] **Fig.** 7A–**Fig.** 7D sind entlang der Linie 7-7 in **Fig.** 6 genommene teilweise Querschnitte der Turbinenschaufel, die unterschiedliche Kantenstufenkonfigurationen zeigen;

[0018] **Fig.** 8 ist eine perspektivische Ansicht, die die Grenzfläche eines Turbinenrades und der Innenfläche eines Turbinen-Schaufelversteifungsbandes gemäß einer beispielhaften Ausführungsform repräsentiert;

[0019] **Fig.** 9 ist eine perspektivische Ansicht, die die Grenzfläche zwischen einem Kompressorrad und der Innenseite eines Kompressor-Schaufelversteifungsbandes gemäß einer beispielhaften Ausführungsform repräsentiert;

[0020] **Fig.** 10 ist eine perspektivische Ansicht, die ein Turbinenrad gemäß einer zweiten beispielhaften Ausführungsform veranschaulicht, das Diskontinuitäten der Nabenoberfläche enthält;

[0021] **Fig.** 11 ist eine entlang der Linien 11-11 in **Fig.** 10 genommene Seitenansicht im Querschnitt des Turbinenrades;

[0022] **Fig.** 12 ist eine perspektivische Ansicht eines Turbinenrades gemäß einer dritten beispielhaften Ausführungsform, die eine alternative Konfiguration der Oberflächendiskontinuitäten veranschaulicht;

[0023] **Fig.** 13 ist eine perspektivische Ansicht eines Turbinenrades gemäß einer vierten beispielhaften Ausführungsform, die eine weitere alternative Konfiguration der Oberflächendiskontinuitäten veranschaulicht; und

[0024] **Fig.** 14 ist eine perspektivische Ansicht eines Turbinenrades gemäß einer fünften beispielhaften Ausführungsform, die eine noch weitere alternative Konfiguration der Oberflächendiskontinuitäten veranschaulicht.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

[0025] Die Ausführungsformen werden im Folgenden bezüglich der beigefügten Figuren ausführlicher beschrieben, die einen Teil hiervon bilden und die zur Veranschaulichung spezifische beispielhafte Ausführungsformen zeigen. Diese Ausführungsformen sind ausreichend ausführlich offenbart, um es den Fachleuten auf dem Gebiet zu ermöglichen, die Erfindung zu praktizieren. Die Ausführungsformen können jedoch in vielen verschiedenen Formen implementiert werden und sollten nicht so ausgelegt werden, dass sie auf die hier dargelegten Ausführungsformen eingeschränkt sind. Die folgende ausführliche Beschreibung ist deshalb nicht in einem einschränkenden Sinn zu nehmen.

[0026] Wie in **Fig.** 1 gezeigt ist, enthält der Turbolader **5** ein Lagergehäuse **10** mit einem Turbinen-Schaufelversteifungsband **12** und einem Kompressor-Schaufelversteifungsband **14**, die daran angebracht sind. Das Turbinenrad **16** dreht sich innerhalb des Turbinen-Schaufelversteifungsbandes **12** in unmittelbarer Nähe der Innenfläche **20** des Turbinen-Schaufelversteifungsbandes. Ähnlich dreht sich das Kompressorrad **18** innerhalb des Kompressor-Schaufelversteifungsbandes **14** in unmittelbarer Nähe der Innenfläche **22** des Kompressor-Schaufelversteifungsbandes. Die Konstruktion des Turboladers **5** ist die eines typischen Turboladers, der in der Technik wohlbekannt ist. Der Turbolader **5** enthält jedoch verschiedene Verbesserungen des Wirkungsgrades, die hier vollständiger erklärt werden.

[0027] Wie in **Fig.** 2 gezeigt ist, enthält ein Turbinenrad **16** eine Nabe **24**, von der sich mehrere Schaufeln **26** erstrecken. Jede Schaufel **26** enthält eine Vorderkante **30** und eine Hinterkante **32**, zwischen denen sich eine Schaufelversteifungsband-Umrisskante **34** erstreckt. Die Schaufelversteifungsband-Umrisskante wird hier manchmal als die Spitze der Schaufel bezeichnet. In herkömmlichen Turbinenradkonfigurationen ist ein signifikanter Verlust des Turbinenwirkungsgrades aufgrund der Undichtigkeiten über der Spitze der Turbinenschaufeln zurückzuführen. Die Physik der Strömung zwischen den Turbinenschaufeln führt dazu, dass eine Oberfläche der Schaufel (die Druckseite **36**) einem hohen Druck ausgesetzt ist, während die andere Seite (die Ansaugseite **38**) einem niedrigen Druck ausgesetzt ist (siehe **Fig.** 3). Dieser Druckunterschied führt zu einer Kraft auf die Schaufel, die verursacht, dass sich das Turbinenrad dreht. Abermals in **Fig.** 1 ist ersichtlich, dass sich die Schaufelversteifungsband-Umrisskante **34** in unmittelbarer Nähe der Innenfläche **20** des Turbinen-Schaufelversteifungsbandes befindet und dadurch eine Lücke zwischen ihnen ausgebildet ist. Diese Bereiche hohen und niedrigen Drucks verursachen, dass sich eine Sekundärströmung von der Druckseite **36** der Turbinenschaufel durch die Lücke zwischen der Spitze **34** der Turbinenschaufel und der Innenfläche **20** des Turbinen-Schaufelversteifungsbandes zur Ansaugseite **38** bewegt. Diese Sekundärströmung ist ein Verlust für das Gesamtsystem und ist eine Belastung für den Turbinenwirkungsgrad. Im Idealfall würde es keine Lücke zwischen der Spitze und dem Schaufelversteifungsband geben, wobei aber eine Lücke notwendig ist, um zu verhindern, dass die Spitze an dem Schaufelversteifungsband reibt, und um der Wärmeausdehnung und der Zentrifugalbelastung auf die Turbinenschaufeln, die verursachen, dass die Schaufeln radial größer werden, Rechnung zu tragen.

[0028] In dieser Ausführungsform enthalten die Turbinenschaufeln **26** jedoch eine Kantenstufe **40**, die entlang der Spitze oder der Schaufelversteifungsband-Umrisskante **34** ausgebildet ist. Wenn sich die Strömung durch die Lücke bewegt, erzeugt in diesem Fall die Kantenstufe **40** einen Hochdruckbereich in der Kantenstufe (bezüglich der Druckseite **36**), der verursacht, dass die Strömung stockt. Außerdem verursacht der Hochdruckbereich, dass die Strömung über die Lücke gedrosselt wird, wobei dadurch die Durchflussmenge begrenzt wird. Deshalb wird die Sekundärströmung verringert, was den Wirkungsgrad der Turbine erhöht. Wie in **Fig.** 3 erkannt werden kann, verläuft in diesem Fall die Kantenstufe **40** entlang einem Großteil der Schaufelversteifungsband-Umrisskante **34**, ohne sich über die Enden der Kante der Schaufel hinaus zu erstrecken. Dies erzeugt eine Tasche oder eine Mulde, die ferner wirkt, um einen relativen Druck in der Kantenstufe zu erzeugen.

[0029] Ferner ist in **Fig.** 6 die Kantenstufe **40** schematisch entlang der Schaufelversteifungsband-Umrisskante **34** gezeigt. Der Querschnitt der Schaufel **26**, der in **Fig.** 7A gezeigt ist, veranschaulicht die Profilkonfiguration der Kantenstufe **40**. In diesem Fall ist die Kantenstufe als eine Wölbung mit einem inneren Radius gezeigt. Obwohl die Kantenstufe hier in der Form einer Wölbung gezeigt ist, könnte sie als eine Fase, eine Speiche oder ein Falz ausgebildet sein, wie jeweils in den **Fig.** 7B–**Fig.** 7D gezeigt ist. Wie in den **Fig.** 7A–**Fig.** 7D angegeben ist, ist die Kantenstufe **40** in der Druckseite **36** der Schaufel **26** ausgebildet. Das verbleibende Kantenmaterial der Schaufelversteifungsband-Umrisskante ist als die Dicke t in den **Fig.** 7A–**Fig.** 7D dargestellt. Es ist festgestellt worden, dass das Minimieren der Dicke t der verbleibenden Spitze verursacht, dass die Strömung schneller gedrosselt wird. Die Dicke t kann als ein Prozentsatz der Schaufeldicke ausgedrückt werden. Die Dicke t sollte z. B. kleiner als 75% der Schaufeldicke und vorzugsweise kleiner als 50% der Schaufeldicke sein. Die minimale Dicke wird jedoch schließlich durch die Technik, die verwendet wird, um die Kantenstufe zu erzeugen, bestimmt. Die Stufe kann in der Kante der Schaufel maschinell hergestellt oder in der Kante der Schaufel gebildet werden. Dementsprechend ist die Kantenstufe eine kosteneffektive Lösung, um den Wirkungsgrad der Turbinen- und Kompressorräder zu erhöhen.

[0030] In den **Fig.** 4 und **Fig.** 5 kann erkannt werden, dass die Schaufeln **45** und **46** des Kompressorrads **18** außerdem mit den Kantenstufen **61** bzw. **60** ausgebildet sein können. In diesem Fall enthält das Kompressorrad **18** eine Nabe **44**, von der sich mehrere Schaufeln **46** radial erstrecken, wobei mehrere kleinere Schaufeln **45** dazwischen angeordnet sind. In **Fig.** 5 enthält jede Schaufel **46** eine Vorderkante **50**, eine Hinterkante **52** und eine Umrisskante **54** des Kompressor-Schaufelversteifungsbandes, die sich dazwischen erstreckt. Auf ähnliche Weise enthalten die kleineren Schaufeln **45** eine Vorderkante **51**, eine Hinterkante **53** und eine Schaufelversteifungsband-Umrisskante **55**, die sich dazwischen erstreckt. Die Kantenstufen **61** und **60** erstrecken sich entlang einem Großteil ihrer jeweiligen Schaufelversteifungsband-Umrisskanten. Wie bei den Schaufeln des Turbinenrades sind die Kantenstufen entlang der Druckseite der Schaufel ausgebildet. Folglich sind in dem Fall der Kompressorschaufeln die Kantenstufen **60** und **61** auf der Druckseite **56** ausgebildet, wie in **Fig.** 5 gezeigt ist. Ähnlich zu den Kantenstufen der Turbinenschaufeln verringern die Kantenstufen der Kompressorschaufeln die Strömung von der Druckseite **56** zur Ansaugseite **58**, wobei sie dadurch den Wirkungsgrad des Kompressorrades erhöhen.

[0031] Eine weitere Weise, um die Strömung von der Druckseite zur Ansaugseite der Turbinen- und Kompressorschaufeln des Turboladers zu unterbre-

chen, ist in den **Fig.** 8 und **Fig.** 9 gezeigt. Wie in **Fig.** 8 gezeigt ist, enthält die Innenfläche **20** des Turbinen-Schaufelversteifungsbandes mehrere Nuten **70**, die sich bezüglich der Schaufelversteifungsband-Umrisskanten **36** der Turbinenschaufeln **26** kreuzweise erstrecken. Deshalb erstrecken sich die Nuten in einem Winkel G bezüglich der Achse A des Turbinenrades **16**. Der Winkel G ist auf die Anzahl der Schaufeln an dem Kompressor- oder Turbinenrad bezogen. In einer Ausführungsform ist der Winkel G z. B. so eingestellt, dass die Nuten nicht mehr als zwei benachbarte Schaufeln kreuzen. In diesem Fall besitzen die Nuten einen rechteckigen Querschnitt, wobei sie eine Breite w und eine Tiefe d aufweisen. Als ein Beispiel kann die Breite von etwa 0, 5 bis 2 mm reichen, während die Tiefe von etwa 0, 5 bis 3 mm reichen kann. Die Nuten erstrecken sich bogenförmig vom Einlassbereich **74** zum Ausstoßbereich **76** der Oberfläche **20** des Schaufelversteifungsbandes. Wie erkannt werden kann, sind die Nuten in Umfangsrichtung um die Oberfläche des Schaufelversteifungsbandes in einem Abstand S gleich beabstandet. In anderen Ausführungsformen kann der Zwischenraum jedoch von Nut zu Nut variieren. Der Abstand S besitzt ähnlich zum Winkel G insofern eine Einschränkung, als der Zwischenraum durch die Anzahl der Schaufeln begrenzt ist. Als ein Beispiel kann S dadurch eingeschränkt sein, dass nicht mehr als 15 Nuten vorhanden sind, die eine einzige Schaufel kreuzen.

[0032] In **Fig.** 9 enthält die Oberfläche **22** des Kompressor-Schaufelversteifungsbandes außerdem mehrere Nuten **72**, die in der Innenfläche **22** des Kompressor-Schaufelversteifungsbandes **14** ausgebildet sind. Die Nuten **72** erstrecken sich kreuzweise bezüglich der Schaufelversteifungsband-Umrisskanten **54** und **55** der Schaufeln **46** bzw. **45**. In diesem Fall erstrecken sich die Nuten bogenförmig vom Einlassbereich **73** zum Ausstoßbereich **77** der Oberfläche **22** des Schaufelversteifungsbandes. Während hier gezeigt ist, dass die Nuten **70** und **72** rechteckige Querschnitte aufweisen, können andere Querschnitte ebenso funktionieren, wie z. B. runde oder V-förmige Querschnitte. Da die Schaufelversteifungsband-Umrisskante jeder Schaufel an den kreuzweise orientierten Nuten vorbeigeht, wird eine Strömung über die Spitze oder die Schaufelversteifungsband-Umrisskante durch die in den Nuten erzeugte Turbulenz unterbrochen (zum Stagnieren gebracht).

[0033] Als eine noch weitere Weise, um den Wirkungsgrad der Turbinen- und Kompressorräder zu erhöhen, können die Räder eine Oberflächendiskontinuität um die Nabe enthalten. Wie in den **Fig.** 10–**Fig.** 14 gezeigt ist, kann das Turbinenrad eine Oberflächendiskontinuität enthalten, die um die Nabe des Turbinenrads ausgebildet ist, um der Begrenzungsschicht einer Fluidströmung, die der Nabe zugeordnet ist, Energie zu verleihen. **Fig.** 10 veranschaulicht z. B. eine beispielhafte Ausführungsform eines Turbinenrades **116**, das eine Nabe **124** mit einem Paar sich in Umfangsrichtung erstreckender Rippen **135** aufweist, die betriebsfähig sind, um einer Begrenzungsschicht einer Fluidströmung F, die der Nabe **124** zugeordnet ist, Energie zuzuführen. Die Schaufeln **126** sind um die Turbinennabe **124** in Umfangsrichtung beabstandet, wobei sich eine Nabenoberfläche **125** zwischen benachbarten Schaufeln erstreckt. Jede Oberfläche **125** enthält wenigstens eine Oberflächendiskontinuität, in diesem Fall in der Form der Rippen **135**. Wie in **Fig.** 11 gezeigt ist, gibt der Querschnitt der Nabe eine konkave Außenfläche **125** an, die sich zwischen jeder Schaufel erstreckt, wobei die Oberflächendiskontinuität oder die Rippen **135** davon vorstehen. In diesem Fall wirken die Rippen, um die Strömung F über jede Rippe zu beschleunigen und dadurch der Begrenzungsschicht der Fluidströmung, die der Nabe zugeordnet ist, Energie zuzuführen, um die Bildung der Wirbel zu unterbrechen, die den Turbinenwirkungsgrad beeinflussen. **Fig.** 12 veranschaulicht ein Turbinenrad **216** gemäß einer weiteren beispielhaften Ausführungsform. In diesem Fall enthält das Turbinenrad **216** eine Nabe **224** mit mehreren Schaufeln **226**, die sich radial davon erstrecken. Eine Nabenoberfläche **225** erstreckt sich zwischen jeder benachbarten Turbinenschaufel **226**. In diesem Fall liegen die Oberflächendiskontinuitäten in der Form mehrerer Erhebungen **235** vor. Diese Erhebungen könnten in der Form von Höckern, Scheiben, Rippen, Dreiecken usw. vorliegen. Wie in den **Fig.** 13 und **Fig.** 14 gezeigt ist, enthalten die Turbinenräder Oberflächendiskontinuitäten in der Form von Vertiefungen oder Nuten. **Fig.** 13 veranschaulicht z. B. eine Nabenoberfläche **325**, die sich zwischen benachbarten Turbinenschaufeln **326** erstreckt und mehrere Oberflächendiskontinuitäten in der Form von Vertiefungen **335** enthält. Die Vertiefungen **335** können zu jenen ähnlich sein, die an einem Golfball zu finden sind. In **Fig.** 14 enthält das Turbinenrad **416** eine Nabe **424** mit den Nabenoberflächen **425**, die sich zwischen benachbarten Schaufeln **426** erstrecken. In diesem Fall liegen die Oberflächendiskontinuitäten in der Form von Nuten **435** vor, die sich in Umfangsrichtung um die Nabe **424** erstrecken.

[0034] Dementsprechend sind die Turbolader-Schaufelversteifungsbänder mit kreuzweisen Nuten mit einem gewissen Grad der Besonderheit, der auf die beispielhaften Ausführungsformen gerichtet ist, beschrieben worden. Es sollte jedoch erkannt werden, dass die vorliegende Erfindung durch die folgenden Ansprüche definiert ist, die angesichts des Standes der Technik ausgelegt werden, so dass Modifikationen oder Änderungen an den beispielhaften Ausführungsformen vorgenommen werden können, ohne von den hier enthaltenen erfinderischen Konzepten abzuweichen.

Patentansprüche

1. Turbolader (**5**), der Folgendes umfasst:
ein Gehäuse (**10**), das ein Kompressor-Schaufelversteifungsband (**14**) enthält;
ein Kompressorrad (**18**), das in dem Kompressor-Schaufelversteifungsband (**14**) angeordnet ist und mehrere Kompressorschaufeln (**45**, **46**) enthält, wobei jede Kompressorschaufel (**45**, **46**) eine Vorderkante (**50**, **51**) und eine Schaufelversteifungsband-Umrisskante (**54**, **55**) enthält, wobei sich jede Schaufelversteifungsband-Umrisskante (**54**, **55**) in einer Beziehung des nahen Gegenüberstehens mit dem Kompressor-Schaufelversteifungsband (**14**) befindet; und
wobei das Kompressor-Schaufelversteifungsband (**14**) mehrere Nuten (**72**) enthält, die sich bezüglich der Schaufelversteifungsband-Umrisskanten (**54**, **55**) der Kompressorschaufeln (**45**, **46**) kreuzweise erstrecken.

2. Turbolader (**5**) nach Anspruch 1, wobei die Nuten (**72**) gleich beabstandet sind.

3. Turbolader (**5**) nach Anspruch 1, wobei das Kompressor-Schaufelversteifungsband (**14**) einen Einlassbereich (**73**) und einen Ausstoßbereich (**77**) enthält und wobei sich die Nuten (**72**) von dem Einlassbereich (**73**) zu dem Ausstoßbereich (**77**) erstrecken.

4. Turbolader (**5**) nach Anspruch 3, wobei sich die Nuten (**72**) bogenförmig von dem Einlassbereich (**73**) zu dem Ausstoßbereich (**77**) erstrecken.

5. Turbolader (**5**) nach Anspruch 1, wobei die Nuten (**72**) einen rechteckigen Querschnitt aufweisen.

6. Turbolader (**5**) nach Anspruch 1, wobei das Kompressor-Schaufelversteifungsband (**14**) einen Einlassbereich (**72**) und einen Ausstoßbereich (**77**) enthält und wobei die Nuten (**72**) gleich beabstandet sind und sich vom Einlassbereich (**73**) zum Ausstoßbereich (**77**) erstrecken.

7. Turbolader (**5**), der Folgendes umfasst:
ein Gehäuse (**10**), das ein Turbinen-Schaufelversteifungsband (**12**) enthält;
ein Turbinenrad (**16**), das in dem Turbinen-Schaufelversteifungsband (**12**) angeordnet ist und mehrere Turbinenschaufeln (**26**) enthält, wobei jede Turbinenschaufel (**26**) eine Vorderkante (**30**) und eine Schaufelversteifungsband-Umrisskante (**34**) enthält, wobei sich jede Schaufelversteifungsband-Umrisskante (**34**) in einer Beziehung des nahen Gegenüberstehens mit dem Turbinen-Schaufelversteifungsband (**12**) befindet; und
wobei das Turbinen-Schaufelversteifungsband (**12**) mehrere Nuten (**70**) enthält, die sich bezüglich der Schaufelversteifungsband-Umrisskanten (**34**) der Turbinenschaufeln (**26**) kreuzweise erstrecken.

8. Turbolader (**5**) nach Anspruch 7, wobei die mehreren Nuten (**70**) gleich beabstandet sind.

9. Turbolader (**5**) nach Anspruch 7, wobei das Turbinen-Schaufelversteifungsband (**12**) einen Einlassbereich (**74**) und einen Ausstoßbereich (**76**) enthält und wobei sich die Nuten (**70**) von dem Einlassbereich (**74**) zu dem Ausstoßbereich (**76**) erstrecken.

10. Turbolader (**5**) nach Anspruch 9, wobei sich die Nuten (**70**) bogenförmig von dem Einlassbereich (**74**) zu dem Ausstoßbereich (**76**) erstrecken.

11. Turbolader (**5**) nach Anspruch 7, wobei die Nuten (**70**) einen rechteckigen Querschnitt aufweisen.

12. Turbolader (**5**) nach Anspruch 7, wobei das Turbinen-Schaufelversteifungsband (**12**) einen Einlassbereich (**74**) und einen Ausstoßbereich (**76**) enthält und wobei die Nuten (**70**) gleich beabstandet sind und sich vom Einlassbereich (**74**) zum Ausstoßbereich (**76**) erstrecken.

13. Turbolader (**5**), der Folgendes umfasst:
ein Gehäuse (**10**), das ein Kompressor-Schaufelversteifungsband (**14**) und ein Turbinen-Schaufelversteifungsband (**12**) enthält;
ein Kompressorrad (**18**), das in dem Kompressor-Schaufelversteifungsband (**14**) angeordnet ist und mehrere Kompressorschaufeln (**45**, **46**) enthält, wobei jede Kompressorschaufel (**45**, **46**) eine Vorderkante (**50**, **51**) und eine Umrisskante (**54**, **55**) des Kompressor-Schaufelversteifungsbands enthält, wobei sich jede Umrisskante (**54**, **55**) des Kompressor-Schaufelversteifungsbands in einer Beziehung des nahen Gegenüberstehens mit dem Kompressor-Schaufelversteifungsband (**14**) befindet;
ein Turbinenrad (**16**), das in dem Turbinen-Schaufelversteifungsband (**12**) angeordnet ist und mehrere Turbinenschaufeln (**26**) enthält, wobei jede Turbinenschaufel (**26**) eine Vorderkante (**30**) und eine Umrisskante (**34**) des Turbinen-Schaufelversteifungsbands enthält, wobei sich jede Umrisskante (**34**) des Turbinen-Schaufelversteifungsbands in einer Beziehung des nahen Gegenüberstehens mit dem Turbinen-Schaufelversteifungsband (**12**) befindet; und
wobei das Kompressor-Schaufelversteifungsband (**14**) und/oder das Turbinen-Schaufelversteifungsband (**12**) mehrere Nuten (**70**, **72**) enthalten, die sich bezüglich der entsprechenden Umrisskanten (**34**, **54**, **55**) des Kompressor- oder Turbinen-Schaufelversteifungsbands kreuzweise erstrecken.

14. Turbolader (**5**) nach Anspruch 13, wobei die mehreren Nuten (**70**, **72**) gleich beabstandet sind.

15. Turbolader (**5**) nach Anspruch 13, wobei die Nuten (**70**, **72**) einen rechteckigen Querschnitt aufweisen.

Es folgen 11 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

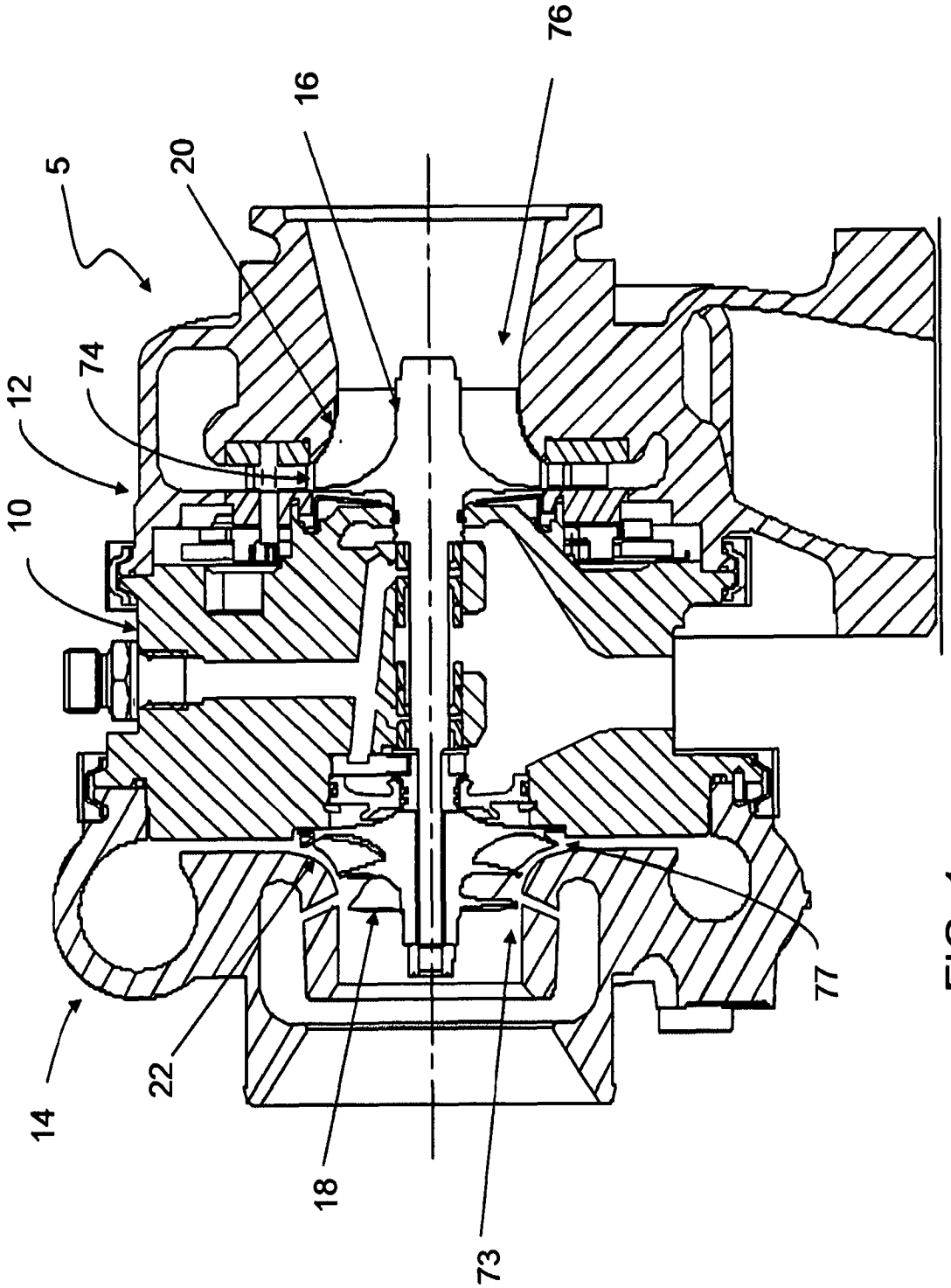


FIG. 1

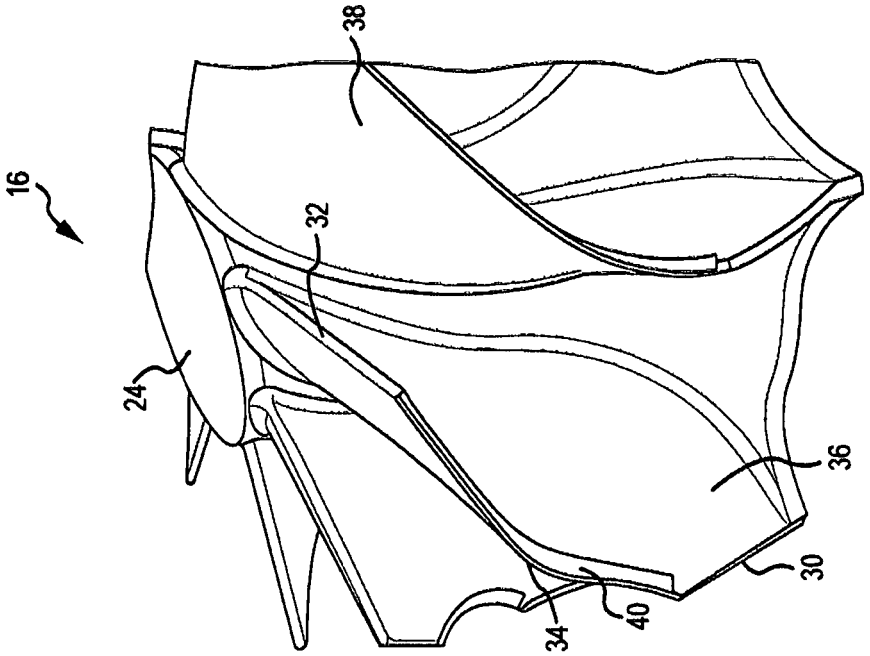


FIG.3

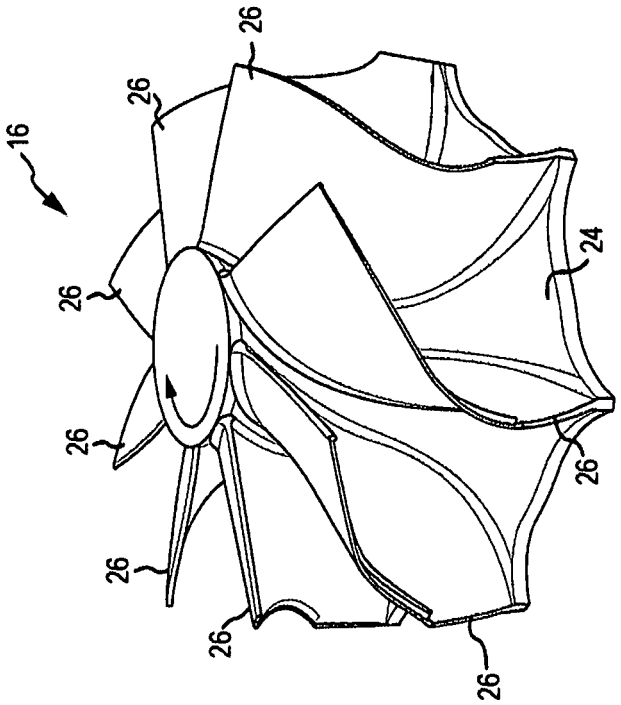


FIG.2

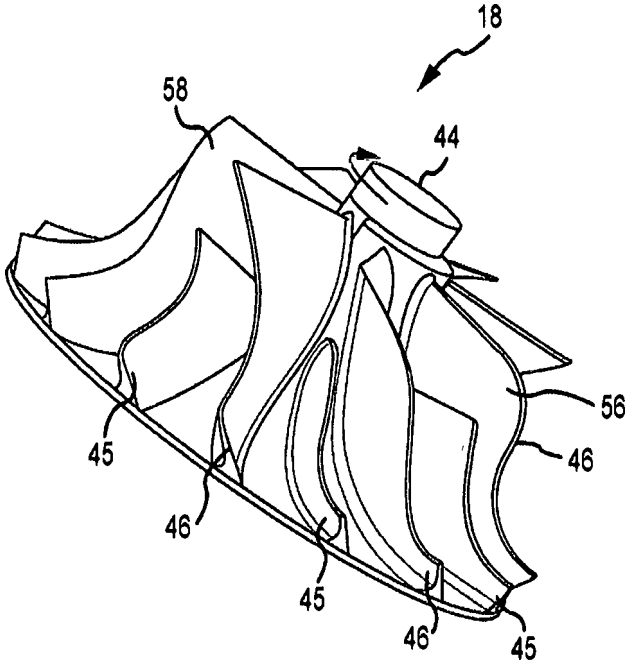


FIG.4

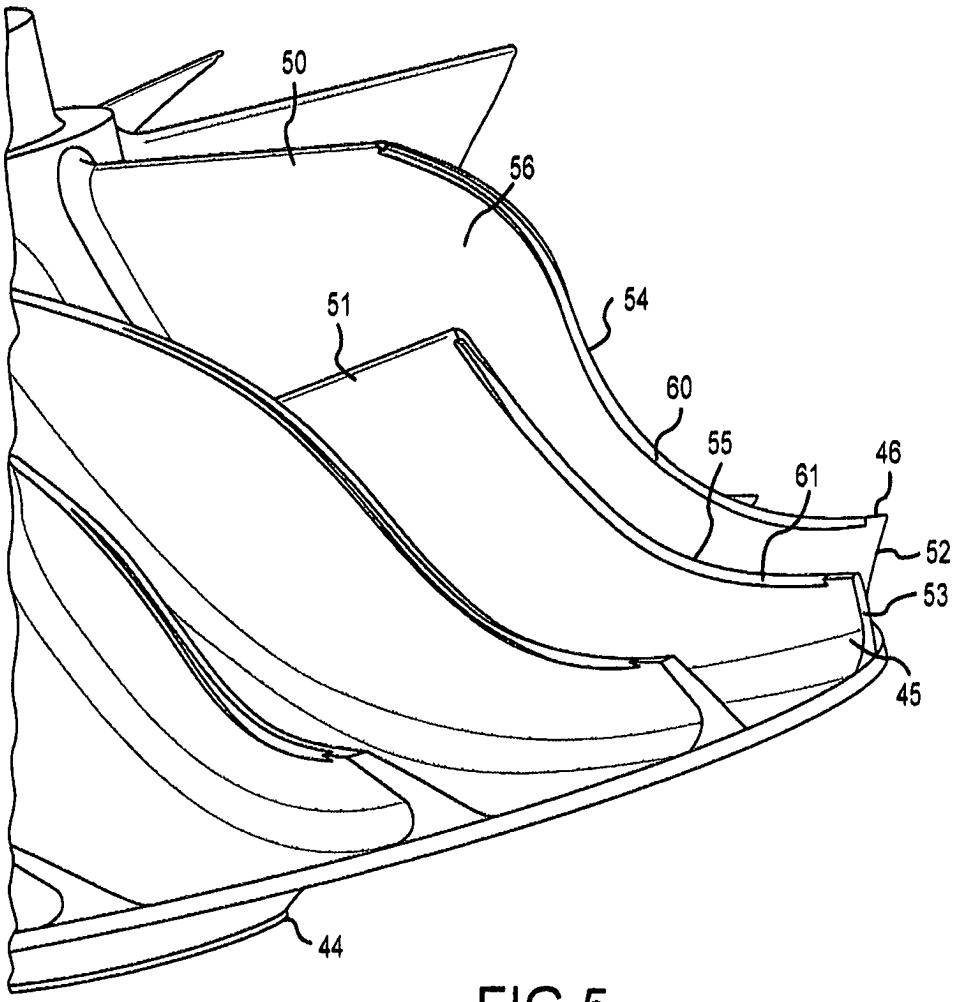


FIG.5

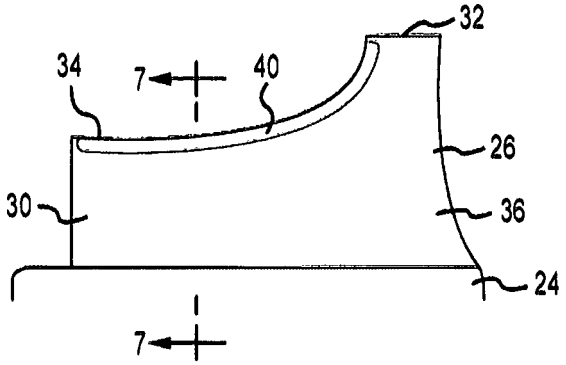


FIG.6

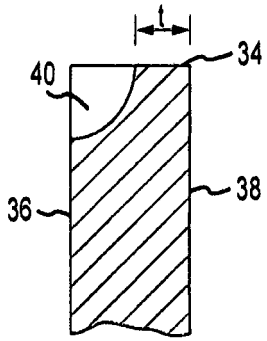


FIG.7A

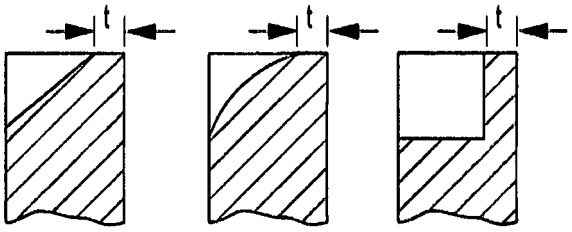


FIG.7B FIG.7C FIG.7D

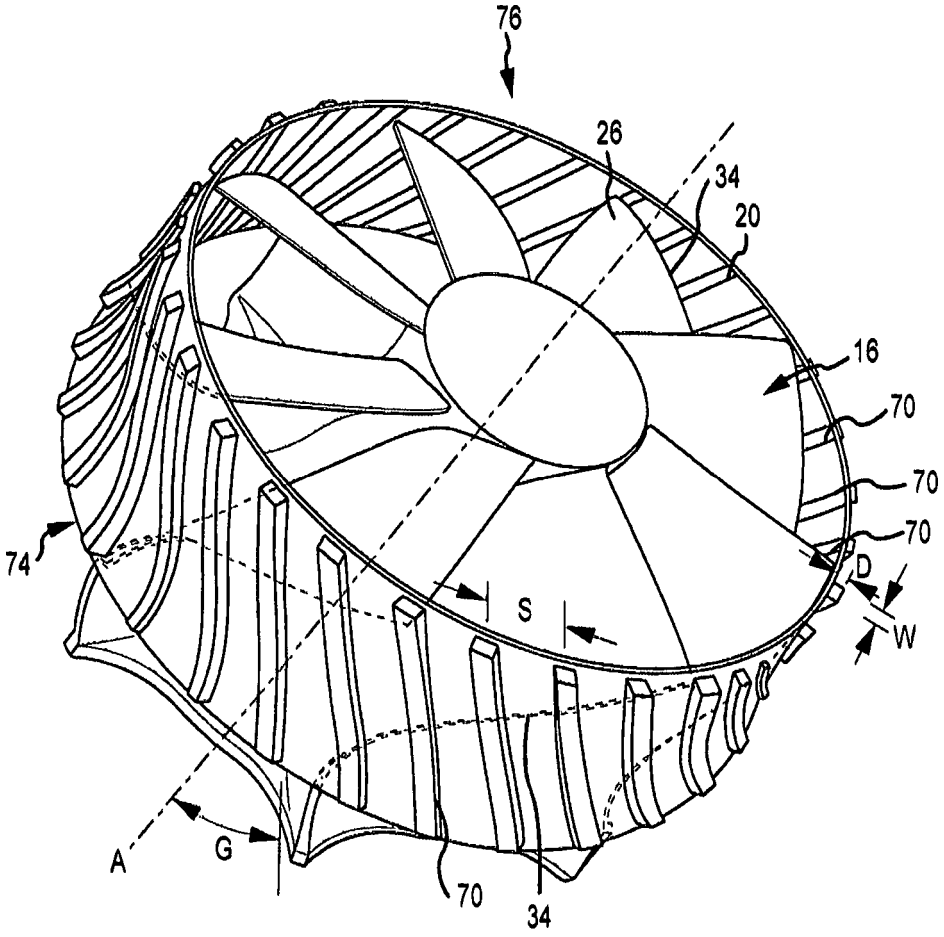


FIG.8

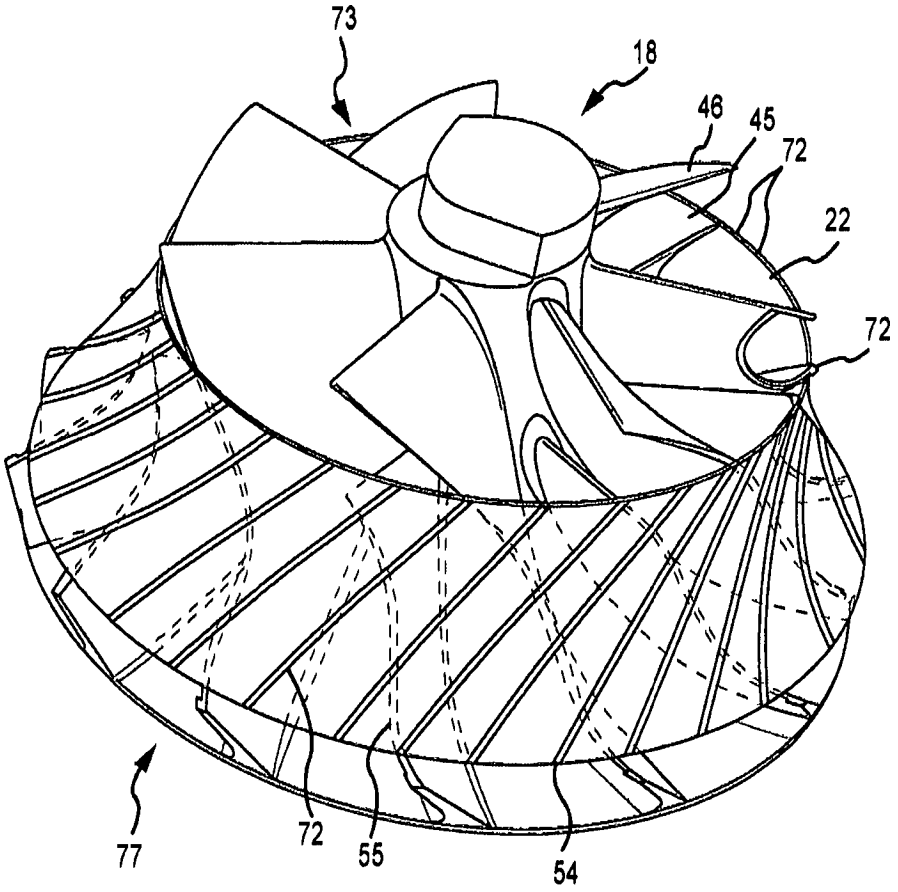


FIG.9

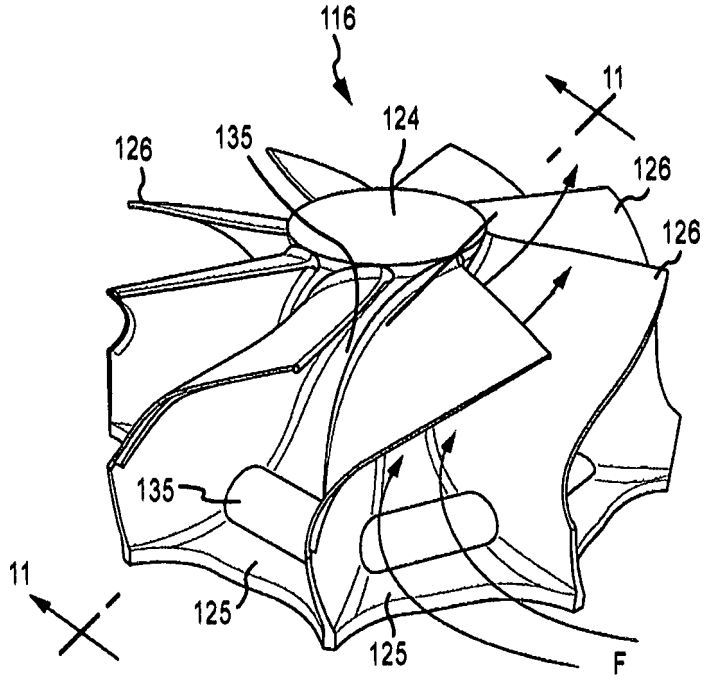


FIG.10

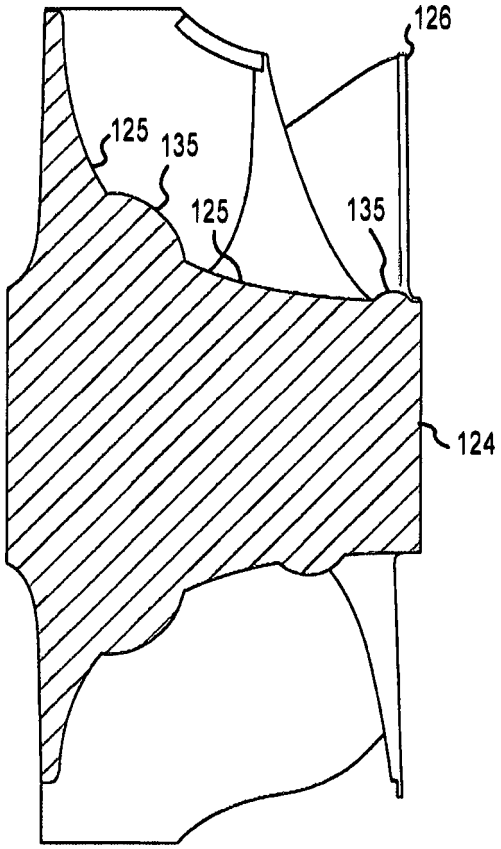


FIG.11

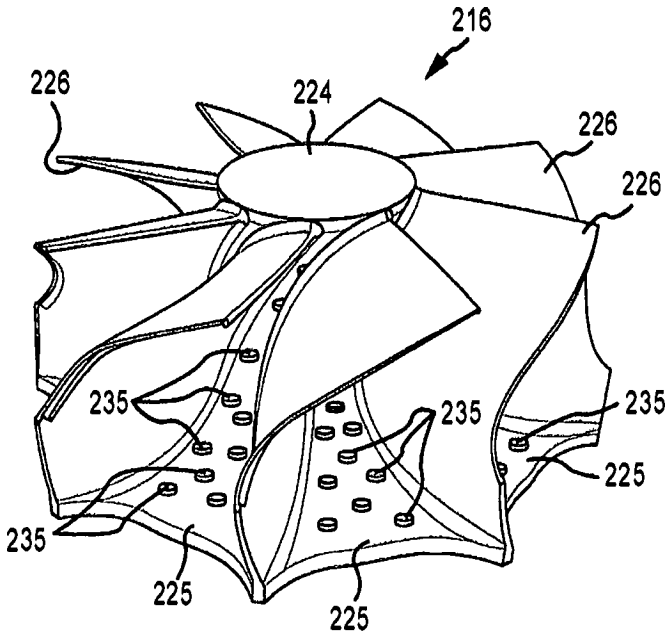


FIG.12

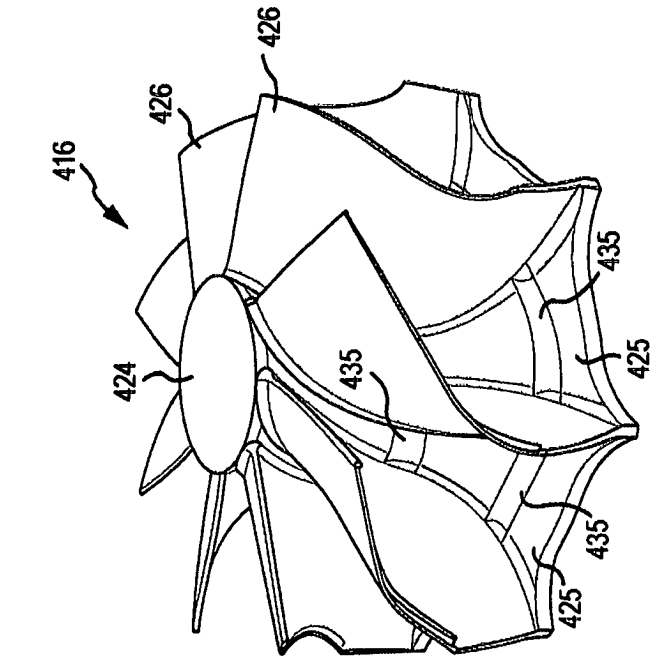

416
426
426
426
424
435
435
435
425
425

FIG.14

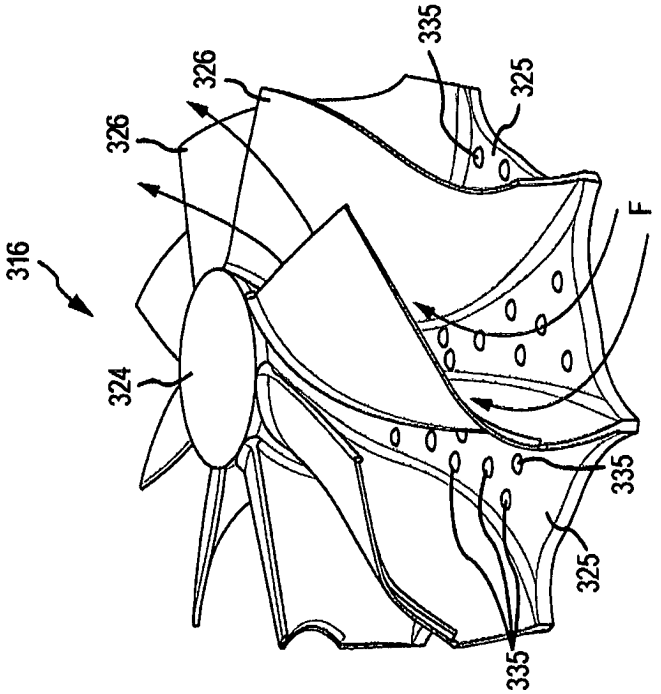

316
326
326
335
325
F
324
335
325
335

FIG.13