

SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 697 708 A2

(51) Int. Cl.: F01D 5/08 (2006.01)
F01D 5/30 (2006.01)
F02C 7/28 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 01093/08

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

(22) Anmeldedatum: 14.07.2008

(72) Erfinder:
Gary C. Liotta, Simpsonville, SC 29681 (US)
John D., Jr. Ward, Woodruff, South Carolina 29388 (US)

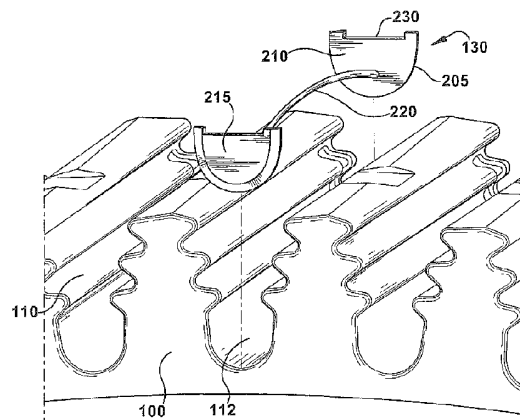
(43) Anmeldung veröffentlicht: 30.01.2009

(30) Priorität: 19.07.2007 US 11/879,928

(74) Vertreter:
R. A. Egli & Co. Patentanwälte, Horneggstrasse 4
8008 Zürich (CH)

(54) **Abdichtung des Kühlflusses in einer Schwalbenschwanzverbindung einer Strömungsmaschine.**

(57) Es ist eine Abdichtung (130) für eine Schwalbenschwanzverbindung in einer Strömungsmaschine bereitgestellt. Die Abdichtung umfasst ein bogenförmiges Element (220) mit einem ersten Ende, einem Mittelabschnitt und einem zweiten Ende. Die Abdichtung umfasst auch Abdichtungsmittel (205), die mindestens ein Abdichtungselement umfassen. Das Abdichtungselement kann ein erstes Abdichtungselement umfassen, das mit dem ersten Ende und/ oder einem zweiten Abdichtungselement verbunden ist, das mit dem zweiten Ende verbunden ist. Die Schwalbenschwanzverbindung ist die Schnittstelle zwischen einem Schwalbenschwanz der Schaufel und einem Schwalbenschwanzeinschnitt des Rotors (110), und die Abdichtung (130) verringert die Grösse des Lecks des Kühlflusses von der Schwalbenschwanzverbindung.



Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

[0001] Diese Patentanmeldung betrifft eine Strömungsmaschine und insbesondere eine Abdichtungsvorrichtung, um die Verbindung zwischen einer Schwalbenschwanznut und dem Schwalbenschwanzfuss (bzw. der Schwalbenschwanzbasis) eines Flügels, einer Schaufel oder einer Tragfläche (bzw. eines Strömungsprofils) in einer Turbine oder einem Verdichter abzudichten.

[0002] In einer Strömungsmaschine wie etwa in einer Gasturbine wird die Luft in einem Verdichter unter Druck gesetzt und mit dem Brennstoff in einer Brennkammer zur Erzeugung heisser Verbrennungsgase gemischt. Die nachfolgenden Turbinenstufen extrahieren die Energie aus den Verbrennungsgasen zum Antrieb des Verdichters und zur Erzeugung nützlicher Arbeit (z.B. zum Drehen des Rotors oder des Feldes eines Generators).

[0003] Eine Turbine kann der Brennkammer folgen und sie kann eine oder mehrere Reihen von Rotorflügeln der Turbine umfassen, welche die Energie aus den Gasen zum Antrieb des Verdichters extrahieren. Die Turbine kann eine externe Antriebswelle antreiben, die für den Antrieb eines elektrischen Generators bei einer typischen industriellen Anwendung einer Gasturbinenmaschine benutzt werden kann.

[0004] Da die Rotorflügel der Turbine Gegenstand der heissesten Temperaturen der Verbrennungsgase sind und sich mit hoher Geschwindigkeit drehen, sind sie Gegenstand beträchtlicher thermischer und zentrifugaler Spannungen während des Betriebes. Um ihre Lebensdauer und Dauerhaftigkeit zu verbessern, werden die Turbinenflügel typischerweise aus Superlegierungen wie etwa aus nickelbasiertem Metall für ihre vergrösserte Festigkeit bei erhöhten Temperaturen hergestellt.

[0005] Die Turbinenflügel oder Schaufeln umfassen typischerweise hohle Tragflächen mit Kühlkanälen darin, durch welche Kühlluft, die von dem Verdichter während des Betriebes abgezapft wird, zirkuliert. Die Flügel umfassen auch eine einstückige Plattform, welche die innere Grenze für die heissen Verbrennungsgase definiert, wobei ein einstückiger, tragender Schwalbenschwanz darunter angeordnet ist. Die Flügelschwalbenschwänze werden in den entsprechenden Schwalbenschwanznuten an dem Umkreis der tragenden Rotorscheibe oder des tragenden Rotorrades der Turbine befestigt. Schwalbenschwänze mit einem axialen Eingang sind üblich und erstrecken sich durch die axialen Schwalbenschwanznuten, die um den Umkreis der Rotorscheibe oder des Rotorrads angeordnet sind.

[0006] Die Kühlluft für die gekühlten Turbinenschaufeln kann vom Boden des Schwalbenschwanzes der Turbinenschaufel zugeführt werden und dann tritt sie radial in die Schaufel ein. Die Kühlluft tritt zuerst durch den Spalt zwischen dem Schwalbenschwanzfuss der Turbinenschaufel und dem Schwalbenschwanzeinschnitt des Rotors hindurch. Der Sitz zwischen dem Schwalbenschwanz der Schaufel und dem Schwalbenschwanzeinschnitt des Rotors ist nicht vollständig eng anliegend, und es besteht ein Spalt zwischen den jeweiligen Teilen. Allgemein besteht ein grosser Spalt zwischen dem Schwalbenschwanzfuss der Schaufel und dem Fuss des Schwalbenschwanzeinschnittes des Rotorrads. Zusätzlich können Spalte bestehen zwischen den Seitenwänden des Schwalbenschwanzeinschnittes und den Seiten des Schwalbenschwanzes der Schaufel. Diese Spalte ermöglichen es der Kühlluft zu entweichen und dies führt zu einer verringerten Maschinen- oder Turbinenleistung.

[0007] Verschiedene Beschichtungen wie etwa Aluminide sind auf den Schwalbenschwanz der Schaufel aufgetragen worden, um zu versuchen, die Grösse des Spaltes zu verringern, aber der Spalt ist zu gross für alle Beschichtungen, um vollständig wirksam oder dauerhaft zu sein. Typischerweise wird ein 360 Grad Ring gegen die vorderen und hinteren Seiten der Schwalbenschwanzflächen zum Zwecke des Abdichtens gedrückt. Das Problem mit diesen Ringen besteht darin, dass sie im Feld nicht leicht abgebaut und ersetzt werden können. Die 360 Grad Ringe können nur dann zerlegt werden, wenn der ganze Rotor zerlegt wird. Auch muss dann, wenn ein Teil des Ringes versagt, der ganze Ring ersetzt werden. Deshalb ist die 360 Grad Ring Option nicht die am meisten gewünschte Lösung.

[0008] Demgemäss besteht auf diesem Gebiet ein Bedarf an einer Vorrichtung, die benutzt werden kann, um wirksam die Schwalbenschwänze in einer Strömungsmaschine abzudichten, und die im Feld leicht zu installieren und leicht und schnell zu ersetzen ist.

Kurze Beschreibung der Erfindung

[0009] In einem Aspekt der Erfindung wird eine Abdichtung zur Verringerung des Lecks bzw. des Verlustes durch Auslaufen eines Kühlflusses in einer Schwalbenschwanzverbindung einer Strömungsmaschine bereitgestellt. Die Strömungsmaschine umfasst ein Rotorrad und mehrere Schaufeln. Die Schaufeln können auch als Flügel oder Tragflächen bezeichnet werden. Ein Rotorrad weist mehrere Schwalbenschwanznuten des Rotors auf, und diese Nuten sind am Umfang um den äusseren Umkreis des Rotorrads herum angeordnet. Die Schwalbenschwanznuten des Rotors erstrecken sich von einer vorderen, axialen Oberfläche des Rotorrads zu einer hinteren, axialen Oberfläche des Rotorrads. Die Schaufeln umfassen die Schwalbenschwänze der Schaufeln, und die Schwalbenschwänze der Schaufeln sind so angeordnet, dass sie mit den Schwalbenschwanznuten des Rotors ineinander passen. Eine Schwalbenschwanzverbindung wird an der Schnittstelle zwischen den Schwalbenschwanznuten der Schaufeln und den Schwalbenschwanznuten des Rotors gebildet, und die Schwalbenschwanzverbindung befindet sich in der Nähe zu der vorderen, axialen Oberfläche und der hinteren, axialen

Oberfläche des Rotorrads. Die Abdichtung umfasst ein bogenförmigen Tragebalken, der sich durch einen Fussabschnitt bzw. Bodenabschnitt von mindestens einer der Schwalbenschwanznuten des Rotors erstreckt. Der bogenförmige Tragebalken weist ein vorderes Ende, ein hinteres Ende und einen Mittelabschnitt auf. Das vordere Ende ist in der Nähe bei der vorderen, axialen Oberfläche des Rotorrads angeordnet, und das hintere Ende ist in der Nähe bei der hinteren axialen Oberfläche des Rotorrads angeordnet. Die Abdichtungselemente umfassen ein vorderes Abdichtungselement und ein hinteres Abdichtungselement. Der bogenförmige Tragebalken ist sowohl an das vordere als auch an das hintere Abdichtungselement gekoppelt. Die Abdichtungselemente funktionieren in Zusammenarbeit mit dem bogenförmigen Tragebalken in der Weise, dass sie das Leck des Kühlflusses in der Schwalbenschwanzverbindung verringern.

[0010] In einem anderen Aspekt der Erfindung ist eine Abdichtung für eine Schwalbenschwanzverbindung in einer Strömungsmaschine bereitgestellt. Die Abdichtung umfasst ein bogenförmiges Element, das ein erstes Ende, einen mittleren Abschnitt und ein zweites Ende aufweist. Die Abdichtung umfasst auch Abdichtungsmittel, die mindestens ein Abdichtungselement umfassen. Das Abdichtungselement kann ein erstes Abdichtungselement umfassen, das mit dem ersten Ende und/oder einem zweiten Abdichtungselement verbunden ist, das mit dem zweiten Ende verbunden ist. Die Schwalbenschwanzverbindung ist die Schnittstelle zwischen einem Schwalbenschwanz der Schaufel und einem Schwalbenschwanzeinschnitt des Rotors, und die Abdichtung verringert die Grösse des Lecks des Kühlflusses aus der Schwalbenschwanzverbindung.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0011]

- Fig. 1 ist eine fragmentarische Perspektivillustration der Schaufeln, des Rotorrades, der festgeklebten Plattenabdichtung und der Schwalbenschwanznuten des Rotors gemäss einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 2 ist eine Perspektivillustration der festgeklebten Plattenabdichtung gemäss einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 3 ist eine fragmentarische Perspektivansicht der Schwalbenschwanznuten des Rotors und der festgeklebten Plattenabdichtung, wobei die festgeklebte Plattenabdichtung in einer Position oberhalb einer Schwalbenschwanznut des Rotors gemäss einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gezeigt ist;
- Fig. 4 ist eine fragmentarische Perspektivansicht der Schwalbenschwanznuten des Rotors und eines Schwalbenschwanzes der Schaufel, wobei die festgeklebte Plattenabdichtung in einer Position in dem Fuss von einer der Schwalbenschwanznuten des Rotors gezeigt ist, und ein Schwalbenschwanz der Schaufel ist gezeigt, wie er teilweise in einer der Schwalbenschwanznuten des Rotors gemäss einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eingesetzt ist;
- Fig. 5 ist eine fragmentarische Perspektivansicht der Schwalbenschwanznuten des Rotors und eines Schwalbenschwanzes der Schaufel, wobei die festgeklebte Plattenabdichtung in einer Position in dem Fuss von einer der Schwalbenschwanznuten des Rotors gezeigt ist, und ein Schwalbenschwanz der Schaufel ist gezeigt, wie er vollständig in einer der Schwalbenschwanznuten des Rotors gemäss einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eingesetzt ist;
- Fig. 6 ist eine fragmentarische Perspektivansicht der Schwalbenschwanznuten des Rotors und eines Schwalbenschwanzes der Schaufel mit einer anderen Ausführungsform der festgeklebten Plattenabdichtung, die eine vergrösserte Bedeckungsfläche aufweist und die in einer Position in dem Fuss von einer der Schwalbenschwanznuten des Rotors gemäss einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gezeigt ist.

Ausführliche Beschreibung der Erfindung

[0012] Unter Bezugnahme auf Fig. 1 ist ein Abschnitt eines Rotorrads 100 einer Turbine mit aufnehmenden (weiblichen) Schwalbenschwänzen 110 eines Rotors gezeigt. Die Schwalbenschwänze des Rotors 110 können in gleich-massigen Abständen voneinander um den ganzen Umfang des Rotorrads 100 herum angeordnet sein. Die Schwalbenschwänze des Rotors 110 erstrecken sich in einer im Allgemeinen axialen Richtung, die zur Achse des Rotorrads 100 parallel sein kann. Die Schwalbenschwänze des Rotors können aus drei allgemeinen Typen bestehen, aus solchen mit einem axialen Eingang, einem angewinkelten Eingang und einem gekrümmtem Eingang. Andere Typen des Eingangs liegen jedoch innerhalb des Umfangs der Erfindung. Schwalbenschwänze mit einem axialen Eingang, wie vorher beschrieben, haben ihre Achse angeordnet, um mit der Achse des Rotorrads im Allgemeinen parallel zu sein. Schwalbenschwänze mit einem angewinkelten Eingang haben ihre Achse nicht parallel oder unter einem Winkel zu der Achse des Rotorrads angeordnet. Schwalbenschwänze mit einem gekrümmten Eingang weisen eine nichtlineare und gekrümmte Achse auf. Unter der Annahme, dass die Achse des Rotorrads in der X-Richtung und die radiale Richtung des Rotorrads in der Y-Richtung liegen, können Schwalbenschwänze mit einem gekrümmten Eingang gekrümmt sein in Bezug auf eine oder auf beide der X- und Y-Richtungen.

[0013] Die Schwalbenschwänze des Rotors 110 nehmen die ineinander passenden, vorstehenden (männlichen) Schwalbenschwänze der Schaufeln 120 auf, die auf den radialen inneren Enden der Schaufeln 122 gebildet sind. Die Schaufeln 122 können auch als Flügel oder Tragflächen bezeichnet werden. Nur ein Abschnitt der Schaufeltragflächen ist in Fig. 1 gezeigt. In dem Konstruktionsverfahren des vollständigen Rotorrads der Turbine schieben sich die Schwalbenschwänze der Schaufeln 120 auf den inneren radialen Enden der Schaufeln 122 axial in die aneinander passenden Schwalbenschwänze des Rotors 110 auf dem Rotorrad 100. Diese beispielhafte Anordnung von den Schaufeln 122 und dem Rotor 100 kann in der Turbine oder in dem Verdichter einer Strömungsmaschine benutzt werden.

[0014] Eine festgeklemmte Plattenabdichtung 130 gemäss einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dichtet den einzelnen Schwalbenschwanz der Schaufel 120 gegenüber der Schnittstelle des Schwalbenschwanzes des Rotors 110 ab. Die festgeklemmte Plattenabdichtung 130 wird in den Fuss (bzw. in den Boden) des Einschnittes 112 des Rotorschwalbenschwanzes 110 eingesetzt. Dort kann eine festgeklemmte Plattenabdichtung 130 pro Schaufel sein.

[0015] Unter Bezugnahme auf Fig. 2 setzt sich die festgeklemmte Plattenabdichtung 130, die aus einer Auslegung aus einem Stück oder aus einer integralen einheitlichen Auslegung bestehen kann, aus zwei Abdichtungselementen 205 zusammen, die einander gegenüberliegende Abdichtungsflächen 210 aufweisen, die zusammen über einen gewölbten oder bogenförmigen Stab 220 verbunden sind. Die Abdichtungsflächen 210 zeigen in Richtung der vorderen 140 und hinteren 145 Schwalbenschwanzflächen des Rotorrads 100 und drücken gegen diese beiden. Die Abdichtungsflächen 210 können als axiale Abdichtungsmittel angesehen werden insofern, dass sie auf axiale Oberflächen des Rotorrads 100 und auf axiale Abschnitte des Schwalbenschwanzes der Schaufel 120 drücken. Jedes Leck eines Kühlflusses, der in einer axialen Richtung durch die Schwalbenschwanzverbindung hindurchleitet, wird stark begrenzt, wenn nicht gar von den axialen Abdichtungsflächen 210 gestoppt werden. Zwei Abdichtungselemente 205 sind in Fig. 2 illustriert, aber nur ein Abdichtungselement kann in alternativen Ausführungsformen benutzt werden. In einer Ausführungsform eines Abdichtungselementes kann entweder die vordere oder die hintere Schwalbenschwanzoberfläche abgedichtet werden.

[0016] Die Abdichtungselemente 205 umfassen auch äussere Oberflächen 215, die auch spitz zulaufende Abschnitte 216 umfassen können. Die äusseren Oberflächen 215 zeigen von der Schwalbenschwanzverbindung weg und sind allgemein parallel zu den axialen Abdichtungsflächen 210. Jedoch könnte die äussere Oberfläche 215 ebenso flach, gewölbt sein oder andere Formen annehmen. Die spitz zulaufenden Abschnitte 216 sind nicht parallel zu den axialen Abdichtungsflächen 210 orientiert. Dieser Winkel oder diese Abschrägung hilft dabei, die Luftwiderstandsverluste zu verringern, während sich das Rotorrad 100 während des Betriebes der Strömungsmaschine dreht. Der Winkel zwischen der Fläche des spitz zulaufenden Abschnittes 216 und der Fläche der axialen Abdichtungsabschnitte 210 kann zwischen 1 bis 75 Grad betragen. In einer Ausführungsform der Erfindung sind die spitz zulaufenden Abschnitte 216 glatt, aber sie können auch vertieft, konkav, konvex sein, sie können Verbundformen aufweisen oder andere Oberflächenanordnungen haben, die helfen können, weitere Luftwiderstandsverluste zu verringern.

[0017] Wenn der gewölbte Stab 220 in dem Fuss des Einschnittes 112 installiert ist, dann stellt der Stab eine Spannung bereit und zieht die Abdichtungsflächen 210 gegenseitig aufeinander zu. Die Abdichtungsflächen 210 bilden axiale Abdichtungsflächen und sie funktionieren in der Weise, dass sie jedes axiale Leck eines Kühlflusses von dem Fuss des Einschnittes 112 und den unteren Abschnitten des Schwalbenschwanzes begrenzen. Wenn die Turbine betrieben wird, dann drehen sich das Rotorrad 100 und die Schaufeln 122 mit hoher Geschwindigkeit. Die Zentrifugalkraft wirkt auf den gewölbten Stab 220 und drückt den Mittelabschnitt des Stabs 220 in eine radiale Richtung nach aussen. Da der Stab radial nach aussen gedrückt wird, werden die Enden des Stabes 222 axial einwärts gezogen. Dieser axiale Zug erzeugt eine Klemm- und Abdichtungswirkung auf die Abdichtungsflächen 210.

[0018] Zusätzlich zu den axialen Abdichtungsflächen 210 umfasst die festgeklemmte Plattenabdichtung auch radiale Abdichtungsflächen 230. Die radialen Abdichtungsflächen 230 können mit Zungen 410 (siehe Fig. 4) oder Überständen auf einer oder auf beiden Seiten des Schwalbenschwanzfusses der Schaufel 120 in Kontakt stehen. Die radialen Abdichtungsflächen 230 tragen das ganze dynamische Gewicht der Abdichtung 130 und stellen eine positive radiale Abdichtung bereit. Die Zentrifugalkraft hilft auch dabei, diese radiale Abdichtung aufrechtzuerhalten. In anderen Ausführungsformen der Erfindung können die Überstände oder Zungen durch jede geeignete radiale Oberfläche beseitigt und ersetzt werden, die fähig ist, die festgeklemmte Plattenabdichtung in einer radialen Richtung zu tragen. Zum Beispiel kann die Abdichtungsfläche 210 eine Kerbe, eine Leiste, einen rechteckigen Einschnitt oder eine Fuge umfassen, die einen Abschnitt des Schwalbenschwanzes des Rotorrads oder den der Schaufel in Eingriff bringen.

[0019] In einer Ausführungsform der Erfindung weisen die radialen Abdichtungsflächen 230 Zungen auf, die Nuten auf einer oder auf beiden Seiten des Schwalbenschwanzes der Schaufel 120 in Eingriff bringen. Die Nuten können sich auch auf der äusseren 215 oder der inneren 210 Oberfläche des Abdichtungselementes 205 befinden, wobei sich die Zungen von dem Schwalbenschwanz der Schaufel aus erstrecken. Die Nuten und Zungen bringen die Abdichtungsflächen 205 axial in Position und helfen dabei, sie daran zu hindern, dass sie sich aus ihrem Eingriff von dem Rotor lösen. Die Zungen und Nuten können auch den Schwalbenschwanz der Schaufel 120 an Ort und Stelle axial in Bezug auf das Rotorrad 100 in Position bringen und halten.

[0020] In noch zusätzlichen Aspekten der vorliegenden Erfindung können eine oder beide der axialen Abdichtungsflächen 210 einen Einschnitt oder eine Fuge umfassen, die sich nicht vollständig auf die gegenüberliegende äussere Oberfläche 215 erstreckt. In diesen Ausführungsformen kann der Überstand des Schwalbenschwanzes der Schaufel den Einschnitt

oder die Fuge in Eingriff bringen, aber der Überstand erstreckt sich nicht bis zur oder nach der äusseren Oberfläche 215. Die Abdichtungselemente 205 können auch Winkelflügel oder andere Überstände umfassen. Winkelflügel können als Abdichtungen benutzt werden und sie sind axiale Erweiterungen des Rotorflügels der Turbine (d.h. einer Schaufel), eines Schwalbenschwanzes einer Schaufel oder eines Abdichtungselements. Eine Abdichtung wird gebildet durch eine Überlappung des Winkelflügels mit den Düsenabdichtungsflächen. Die Düsenabdichtungsflächen können einen Teil der festen Komponente einer Gasturbine bilden. Die Winkelflügelabdichtungen hemmen die Aufnahme heisser Gase von der Fluss- bzw. der Strömungsbahn in die Räume des Gasturbinenrads. Die Winkelflügelabdichtungen können vollständig aus einem Stück als Teil des Schwalbenschwanzes des Flügels, der Schaufel oder der Abdichtungselemente gegossen werden, wie es in einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt ist.

[0021] Der gewölbte Stab 220 ist radial nach aussen gekrümmt. Das Zentrum oder die Mitte des Stabs ist weiter radial nach aussen angeordnet als die Enden des Stabs. Diese gebogene Form weist viele Vorteile gegenüber einer geraden Stabform auf. Die Belastungen, die von dem gewölbten Stab 220 erfahren werden, werden über die ganze Länge des Stabs ziemlich gleichmässig verteilt. Die gebogene Form stellt auch eine Flexibilität von Schwankungen bei der thermischen Ausdehnung zwischen der festgeklebten Plattenabdichtung 130 und dem Rotorrad 100 bereit. Diese Flexibilität hilft auch im Annehmen oder Aufnehmen von Abweichungen und Variationen bei der Herstellung auf Grund der Teiletoleranzen oder von gewölbten Stäben 220 von leicht verschiedenen Längen. Die Rotoren 100 von leicht verschiedener Dicke in der axialen Richtung können leicht von der festgeklebten Plattenabdichtung 130 aufgenommen werden.

[0022] Der gewölbte Stab kann von einer Giessform gegossen oder von jedem anderen geeigneten Herstellungsverfahren gebildet werden oder er kann aus mehrfachen Stücken hergestellt werden, die dann miteinander verbunden werden. Das Material, das für die Konstruktion des gewölbten Stabs und für die Abdichtungsflächen benutzt wird, kann jedes Material sein, das den Temperaturen widerstehen kann, die typischerweise in einer Strömungsmaschine wie etwa in einer Gasturbine vorkommen. Zum Beispiel Nickel- oder Stahllegierungen, IN625, IN738 oder IN718, sind einige Beispiele geeigneter Materialien, die für die festgeklebte Plattenabdichtung 130 benutzt werden können.

[0023] Ein Verfahren zur Installation der festgeklebten Plattenabdichtung 130 gemäss einer Ausführungsform der Erfindung wird jetzt mit Bezug auf Fig. 3–5 beschrieben werden. Fig. 3 illustriert einen leeren Rotor 110 vor der Einsetzung der festgeklebten Plattenabdichtung 130 und des Schwalbenschwanzes der Schaufel 120. Die Abdichtung 130 kann über dem Schwalbenschwanz des Rotors 110 gesehen werden und wird in den Schwalbenschwanzfuss des Rotors 112 gelegt.

[0024] Fig. 4 illustriert die Abdichtung 130 in dem Fuss 112 der Schwalbenschwanznut des Rotors 110 und den Schwalbenschwanz der Schaufel 120, der teilweise in die Schwalbenschwanznut des Rotors 110 eingesetzt ist. Der Klarheit wegen ist nur ein Teil des Schwalbenschwanzes der Schaufel 120 in Fig. 4–6 gezeigt. Der Schwalbenschwanz der Schaufel 120 kann in einer axialen Richtung entweder von der vorderen oder von der hinteren Seite des Rotorrads 100 in die Schwalbenschwanznut 110 hineingeschoben werden. Ein Überstand 410 kann auf dem unteren Abschnitt des Schwalbenschwanzes der Schaufel 120 vorhanden sein. Dieser Überstand erstreckt sich von der Hauptoberfläche der Stirnwand des Schwalbenschwanzes 120 heraus. Der Schwalbenschwanz der Schaufel 120 kann einen Überstand 410 auf einer oder auf beiden Seiten aufweisen, das heisst sowohl auf der vorderen als auch auf der hinteren Seite des Schwalbenschwanzes 120. Der Überstand 410 kann benutzt werden, um die Abdichtung 130 radial zu tragen. Das Gewicht der Abdichtung 130 wird während des Betriebes der Strömungsmaschine und der Drehung des Rotorrads 100 durch diesen Überstand 410 getragen. Die radiale Abdichtungsfläche 230 stellt den Kontakt mit dem Überstand 410 her und funktioniert auch derart, um jedes Leck des Flusses von der Schnittstelle zwischen der radialen Abdichtungsfläche 230 und dem Überstand 410 abzudichten. In alternativen Ausführungsformen kann der Überstand 410 weggelassen werden. Zum Beispiel können die Abdichtungselemente 205 Kerben, Leisten, Fugen oder rechteckige Einschnitte umfassen, die benutzt werden können, um die festgeklebte Plattenabdichtung in einer radialen Richtung tragend zu halten durch eine Schnittstellenbildung mit den Oberflächen auf dem Schwalbenschwanz oder Rotorrad.

[0025] Die Kühlkanäle 420 können in dieser teilweisen Illustration des Schwalbenschwanzes der Schaufel 120 gesehen werden. Nur einige Kühlkanäle 420 sind der Klarheit wegen illustriert und es versteht sich, dass mehrere oder weniger Kühlkanäle in dem Schwalbenschwanz der Schaufel und in der Schaufeltragfläche vorliegen können. Die Kühlkanäle erstrecken sich von dem Fuss bzw. der Basis oder dem am stärksten radial nach innen liegenden Abschnitt des Schwalbenschwanzes der Schaufel 120 und erstrecken sich in die Schaufeltragfläche (nicht in Fig. 4 gezeigt) hinein und durch diese hindurch. Kühlluft oder Dampf können durch diese Kanäle hindurchgeleitet werden, um die Schaufel zu kühlen. In einem Beispiel kann die Kühlluft von dem Verdichter abgezapft werden.

[0026] Fig. 5 illustriert den Schwalbenschwanz der Schaufel 120, wie dieser vollständig in einen der Schwalbenschwanzzeinschnitte des Rotors 110 eingesetzt ist. Die äusseren axialen Oberflächen sowohl des Schwalbenschwanzes der Schaufel 120 als auch des Rotorrads 100 können miteinander annähernd bündig abschliessen, und der Überstand 410 erstreckt sich von diesen Oberflächen aus nach aussen. In einigen Ausführungsformen können die äussere axiale Oberfläche des Überstandes 410 und die äussere Oberfläche 215 des Abdichtungselementes 205 ebenfalls miteinander bündig abschliessen. Wie aus Fig. 1–5 gesehen werden kann, ist die Abdichtung 130 sehr wirksam hinsichtlich der Minimierung des Lecks der Kühlluft durch die Schwalbenschwanzverbindung.

[0027] Fig. 6 illustriert eine andere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Eines oder beide der Abdichtungselemente 205 können erhöht werden, indem man ein verlängertes radiales Abdichtungselement 610 hinzufügt. Das verlän-

gerte radiale Abdichtungselement 610 stellt ferner die Abdichtung um die Schwalbenschwanzverbindung herum bereit und kann das Leck des Kühlflusses durch die oberen Abschnitte der Schwalbenschwanzverbindung verringern. Das verlängerte radiale Abdichtungselement kann vollständig integral aus einem Stück mit dem Abdichtungselement 205 gebildet werden, um ein einheitliches Element zu bilden. In einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung tritt ein Überstand 410 in das Abdichtungselement 205 hinein, aber nicht durch dieses hindurch.

[0028] In zusätzlichen Aspekten der vorliegenden Erfindung kann die Fläche dort, wo das gewölbte oder bogenförmige Stabelement 220 den Kontakt mit den Abdichtungselementen 205 herstellt, gekrümmt oder zugespitzt sein, um Belastungen und Spannungen zu verringern. Der Durchmesser des gewölbten Stabs 220 kann aufgeweitet werden, um lokale Spannungen zu zerstreuen. Dieses «Aufweiten» verteilt die Spannungen auf dem Stab gleichmässiger und kann einen hohen Punkt an Spannungsbelastungen in der Nähe des Kontaktpunktes zwischen den Abdichtungselementen 205 und dem gewölbten Stab 220 beseitigen.

[0029] Der gewölbte Stab kann andere Gestalten und Formen annehmen als vorher beschrieben. Für axiale Schwalbenschwänze kann der gewölbte Stab im Allgemeinen senkrecht zu den radialen Abdichtungsflächen der festgeklebten Plattenabdichtung gebildet werden. Winkelförmige oder schräg verlaufende Schwalbenschwänze können den gewölbten Stab in einer nicht senkrechten Art orientiert haben. Gekrümmte Schwalbenschwänze können gewölbte Stäbe benutzen, die eine zusammengesetzte, gekrümmte Form aufweisen. Die zusammengesetzte, gekrümmte Form des gewölbten Stabs kann sowohl in einer axialen Richtung (z.B. in der X-Richtung) als auch in einer radialen Richtung (z.B. in der Y-Richtung) gekrümmt sein.

[0030] In noch weiteren Aspekten der vorliegenden Erfindung kann das bogenförmige Stabelement die Form einer Feder, eines ineinander verschiebbaren Elementes oder irgendeines anderen geeigneten Mittels annehmen, um die Abdichtungselemente zu verbinden. Wie vorher beschrieben, kann anstatt der zwei Abdichtungselemente nur eines benutzt werden, wobei alle geeigneten Mittel eingesetzt werden, um das andere Ende der festgeklebten Plattenabdichtung angemessen zu befestigen.

[0031] Die festgeklebte Plattenabdichtung gemäss den verschiedenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung kann in jeder sich drehenden Strömungsmaschine benutzt werden, wo eine Notwendigkeit für die Begrenzung des Lecks eines Flusses besteht. Eine Strömungsmaschine kann eine Maschine sein, in der die kinetische Energie eines sich bewegenden Fluids in mechanische Energie umgewandelt wird, indem ein mit einem Flügel versehener Rotor veranlasst wird, sich zu drehen. Strömungsmaschinen können umfassen Turbinen (die von verschiedenen und diversen Brennstoffen betrieben werden), Gasturbinen, Dampfturbinen, Wasser- oder Hydroturbinen, Turbinen mit biologischen Brennstoffen, Turbinentriebwerke, die zur Kraft-/Schuberzeugung bei Flugzeugen oder für Schiffs(antriebs)maschinen benutzt werden.

[0032] Obwohl die Erfindung in Verbindung mit dem beschrieben worden ist, was gegenwärtig als eine der praktischsten und der am meisten bevorzugten Ausführungsformen gilt, so versteht es sich doch, dass die Erfindung nicht auf die offenbarten Ausführungsformen begrenzt sein soll, sondern im Gegenteil ist es beabsichtigt, dass sie verschiedene Änderungen und gleichwertige Anordnungen mit abdecken soll, die innerhalb des Geistes und des Umfangs der angefügten Ansprüche enthalten sind.

Patentansprüche

1. Abdichtung (130) zur Verringerung des Lecks des Kühlflusses in einer Schwalbenschwanzverbindung einer Strömungsmaschine, wobei die Strömungsmaschine ein Rotorrad (100) und mehrere Schaufeln (122) umfasst, wobei das Rotorrad mehrere Schwalbenschwanznuten des Rotors (110) umfasst, die auf diesem entlang dem Umfang angeordnet sind, wobei sich die Schwalbenschwanznuten des Rotors von einer vorderen, axialen Oberfläche (140) des Rotorrads zu einer hinteren axialen Oberfläche (145) des Rotorrads erstrecken, wobei die Schaufeln Schwalbenschwänze der Schaufeln (120) umfassen, wobei die Schwalbenschwänze der Schaufeln so angeordnet sind, dass sie mit den Schwalbenschwanznuten des Rotors ineinander passen, wobei eine Schwalbenschwanzverbindung an der Schnittstelle zwischen den Schwalbenschwänzen der Schaufeln und den Schwalbenschwanznuten des Rotors gebildet wird, wobei die Schwalbenschwanzverbindung sich in der Nähe zu der vorderen, axialen Oberfläche und der hinteren, axialen Oberfläche des Rotorrads befindet, wobei die Abdichtung umfasst:
ein bogenförmiges Stabelement (220), wobei sich das bogenförmige Stabelement durch einen Bodenabschnitt (112) von mindestens einer der Schwalbenschwanznuten des Rotors erstreckt; wobei das bogenförmige Stabelement ein vorderes Ende, ein hinteres Ende und einen Mittelabschnitt aufweist, wobei das vordere Ende in der Nähe bei der vorderen, axialen Oberfläche (140) des Rotorrads angeordnet ist und das hintere Ende in der Nähe bei der hinteren axialen Oberfläche (145) des Rotorrads angeordnet ist; und
die Abdichtungselemente (205) umfassen ein vorderes Abdichtungselement und ein hinteres Abdichtungselement, wobei das bogenförmige Stabelement sowohl an das vordere als auch an das hintere Abdichtungselement gekoppelt ist;
wobei die Abdichtungselemente (205) in Zusammenarbeit mit dem bogenförmigen Stabelement (220) in der Weise funktionieren, dass sie das Leck des Kühlflusses in der Schwalbenschwanzverbindung verringern.
2. Abdichtung nach Anspruch 1, wobei die Abdichtungselemente ferner umfassen:

axiale Abdichtungsmittel (210) zur Verringerung einer Grösse des Lecks des Kühlflusses aus der Schwalbenschwanzverbindung, wobei mindestens ein Abschnitt der axialen Abdichtungsmittel im Wesentlichen parallel zu der vorderen, axialen Oberfläche des Rotorrads und der hinteren, axialen Oberfläche des Rotorrads orientiert ist.

3. Abdichtung nach Anspruch 1, wobei die Abdichtungselemente (205) ferner umfassen:
eine erste Oberfläche (210), wobei die erste Oberfläche in Richtung auf die Schwalbenschwanzverbindung zeigt;
eine zweite Oberfläche (215), wobei die zweite Oberfläche im Wesentlichen von der Schwalbenschwanzverbindung wegzeigt; die zweite Oberfläche umfasst einen spitz zulaufenden Abschnitt (216) um den Umkreis derselben herum, wobei der spitz zulaufende Abschnitt zur Verringerung von Luftwiderstandsverlusten während des Betriebes von der Strömungsmaschine dient.
4. Abdichtung nach Anspruch 1, wobei das Rotorrad (100) eine zentrale Achse aufweist, wobei die Abdichtungselemente (205) ferner umfassen:
radiale Abdichtungsmittel (230) zur Verringerung einer Grösse des Lecks des Kühlflusses aus der Schwalbenschwanzverbindung, wobei die radialen Abdichtungsmittel im Wesentlichen so orientiert sind, dass sie parallel zu der zentralen Achse des Rotorrads sind.
5. Abdichtung nach Anspruch 4, wobei die Schwalbenschwänze der Schaufeln (120) mindestens einen sich axial erstreckenden Überstand (410) umfassen, und wobei die radialen Abdichtungsmittel (230) mit mindestens einem Abschnitt des mindestens einen sich axial erstreckenden Überstandes in Kontakt treten.
6. Abdichtung nach Anspruch 1, wobei das Rotorrad (100) eine zentrale Achse aufweist, wobei das bogenförmige Stabelement (220) ferner umfasst:
den Mittelabschnitt des bogenförmigen Stabelementes, das in etwa einer ersten radialen Entfernung von der zentralen Achse des Rotorrads angeordnet ist;
das vordere Ende und das hintere Ende, die in etwa einer zweiten radialen Entfernung von der zentralen Achse des Rotorrads angeordnet sind;
wobei die erste radiale Entfernung grösser ist als die zweite radiale Entfernung.
7. Abdichtung nach Anspruch 6, wobei das bogenförmige Stabelement (220) angeordnet ist, um eine Zugkraft zwischen dem vorderen Abdichtungselement (205) und dem hinteren Abdichtungselement (205) zu erzeugen, so dass die Zugkraft in der Weise wirkt, dass sie das vordere Abdichtungselement und das hintere Abdichtungselement in Richtung auf die Schwalbenschwanzverbindung zieht, wenn die Abdichtung in der Strömungsmaschine installiert ist.
8. Abdichtung nach Anspruch 6, wobei sich das Rotorrad (100) während des Betriebes der Strömungsmaschine dreht, dabei eine Zentrifugalkraft erzeugt, wobei die Zentrifugalkraft auf den Mittelabschnitt des bogenförmigen Stabelementes (220) wirkt, um den Mittelabschnitt in eine Richtung radial nach aussen von der zentralen Achse des Rotorrads zu drücken, wobei, da der Mittelabschnitt radial nach aussen gedrückt wird, das vordere Ende und das hintere Ende axial einwärts in eine Richtung zu der Schwalbenschwanzverbindung gezogen werden.
9. Abdichtung nach Anspruch 1, wobei mindestens eines der Abdichtungselemente (205) so angeordnet ist, um im Wesentlichen einen Hauptanteil der Schwalbenschwanzverbindung zu bedecken.
10. Abdichtung nach Anspruch 1, wobei die Strömungsmaschine ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus:
einer Gasturbine, einer Dampfturbine und einem Flugzeugtriebwerk.

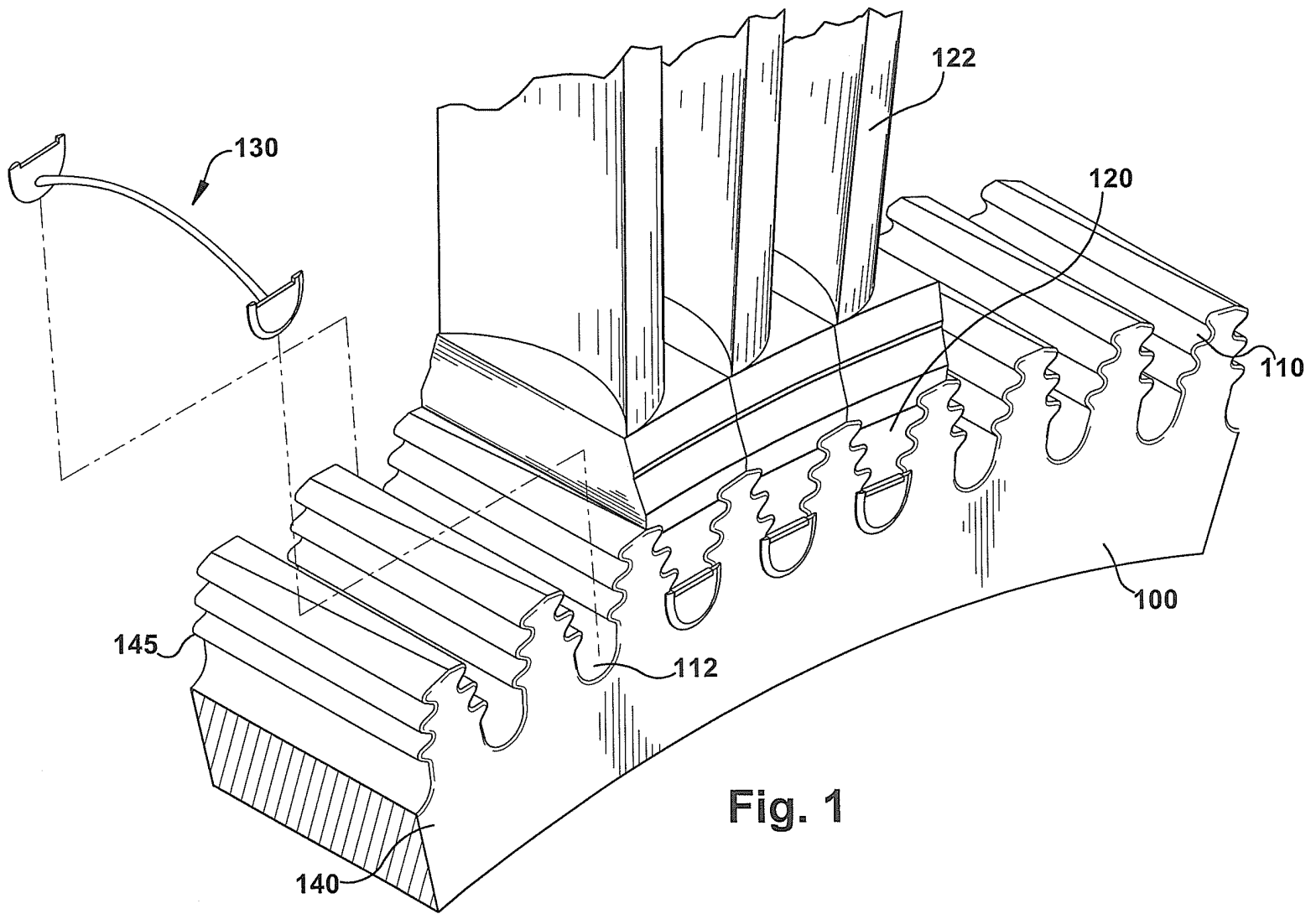
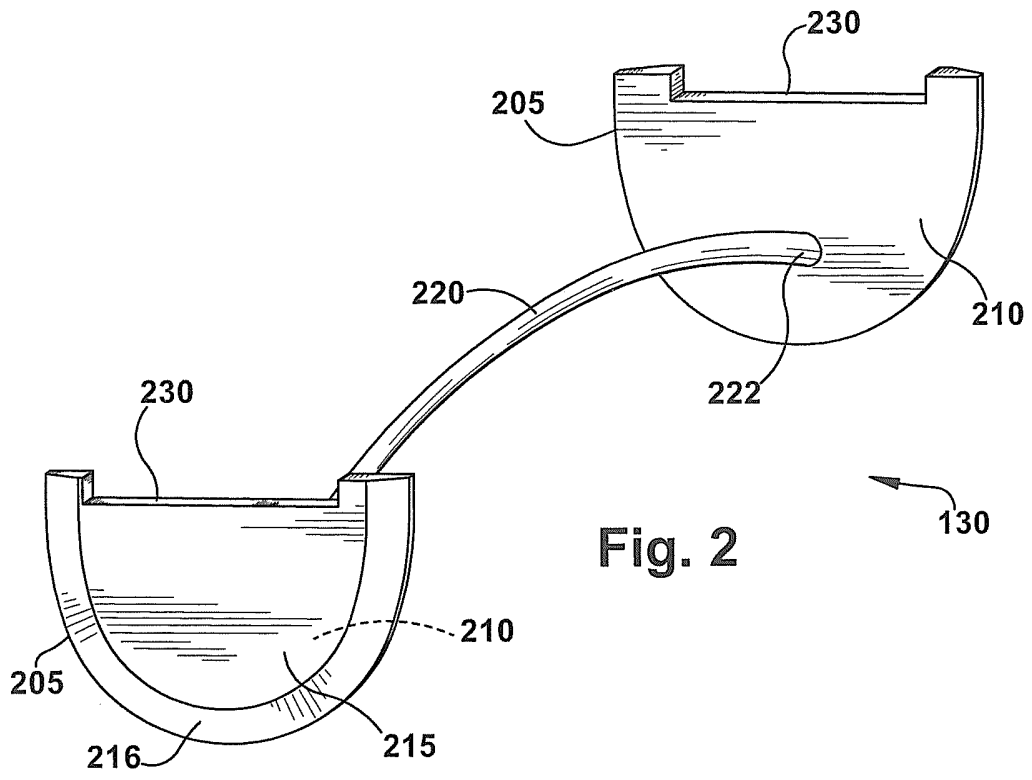


Fig. 1



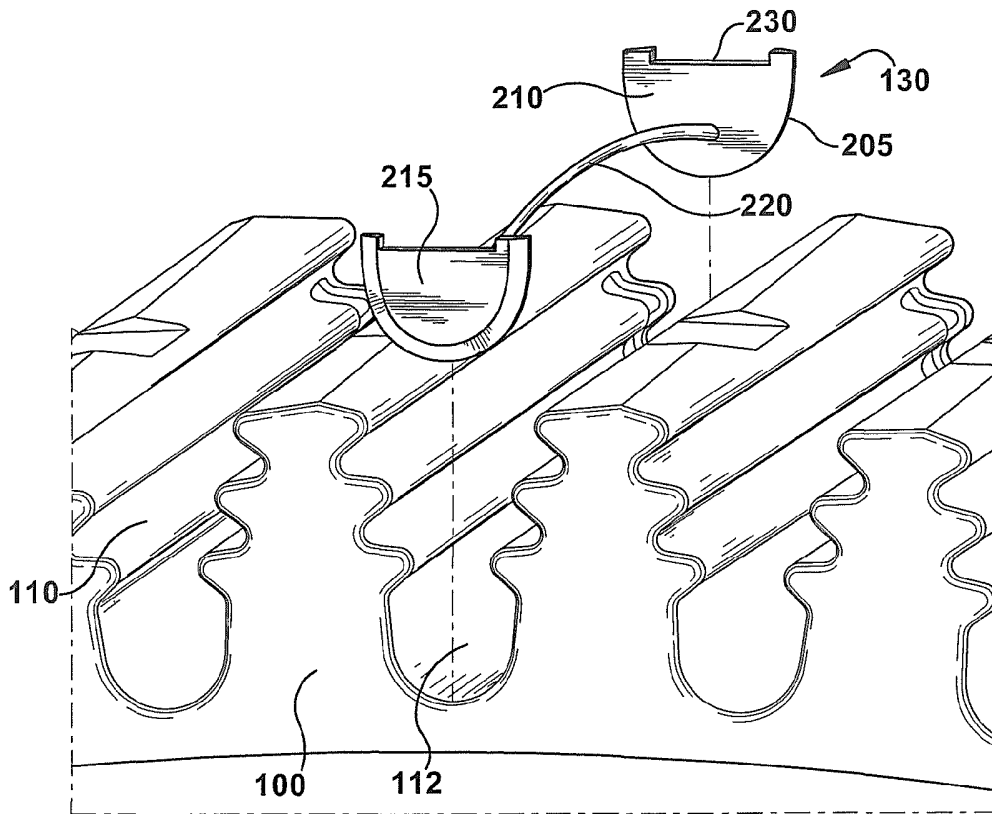


Fig. 3

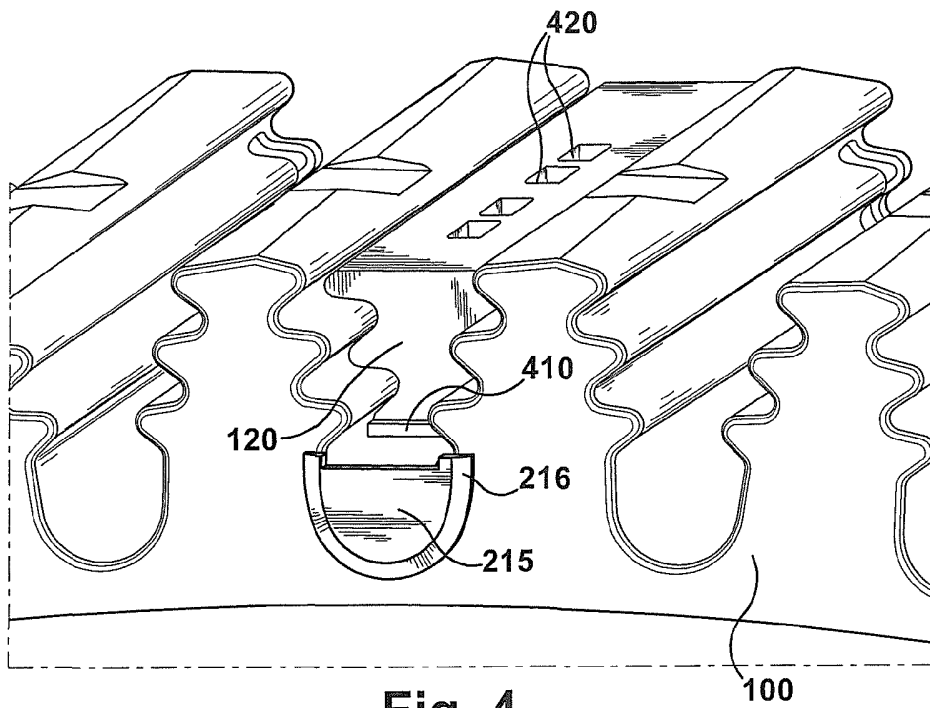


Fig. 4

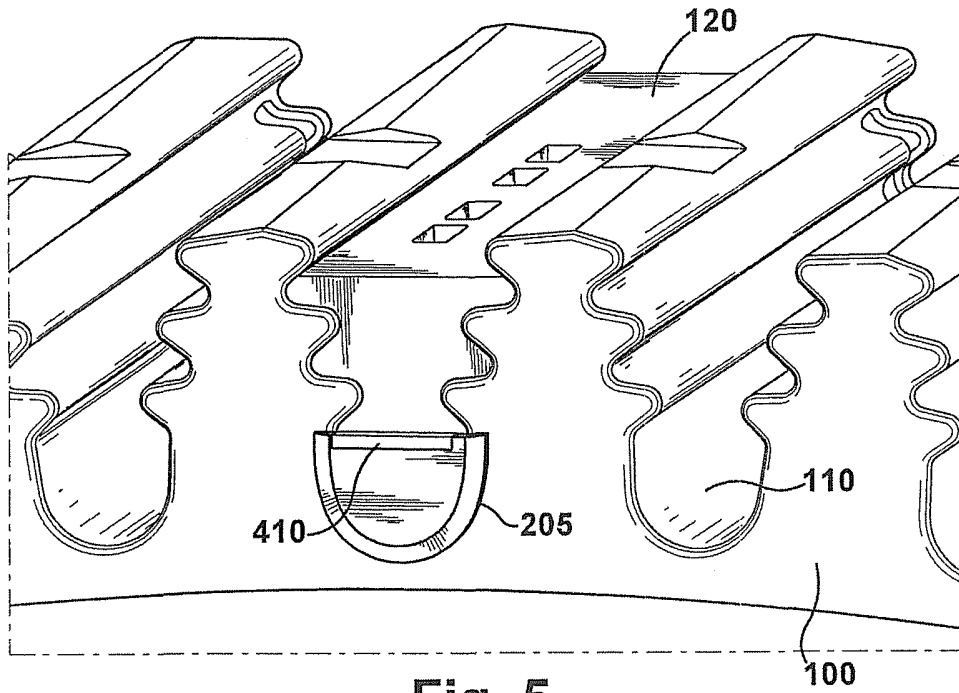


Fig. 5

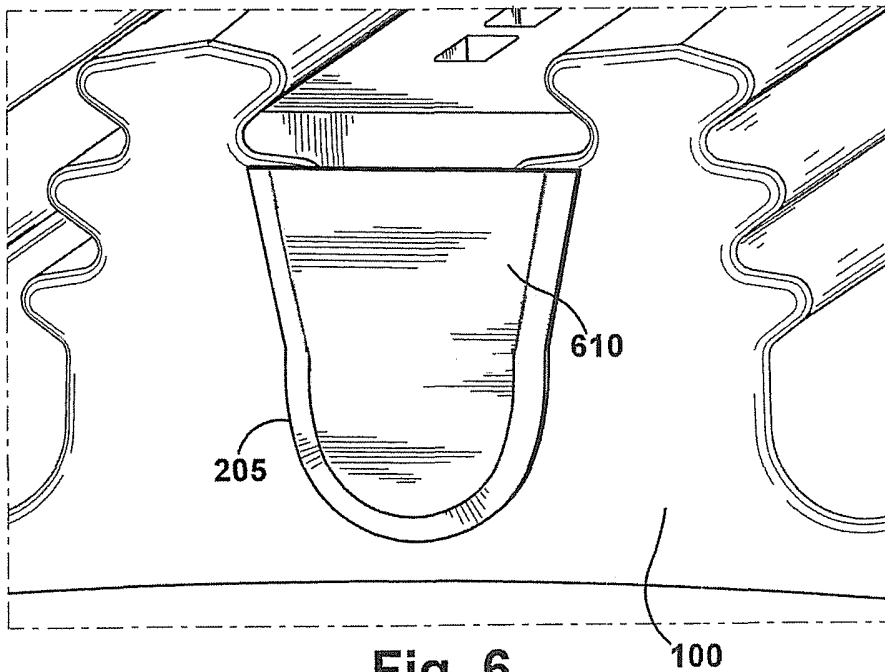


Fig. 6