



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH** **707 460 A2**

(51) Int. Cl.: **F01D 11/02** (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 00015/14

(22) Anmeldedatum: 08.01.2014

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.07.2014

(30) Priorität: 10.01.2013 US 13/738,339

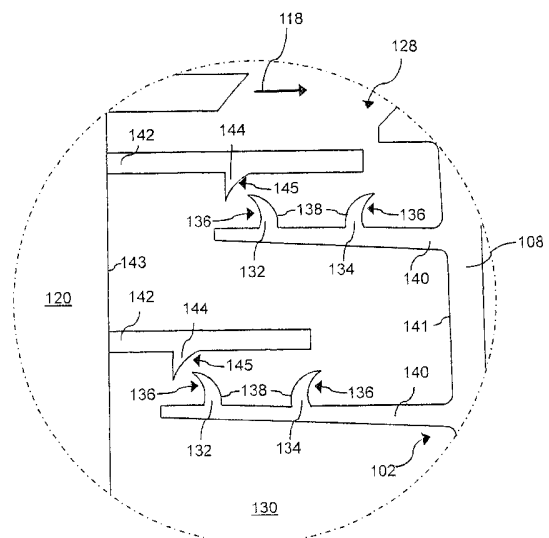
(71) Anmelder:
General Electric Company, 1 River Road
Schenectady, New York 12345 (US)

(72) Erfinder:
Revanth Krishna Nallam,
Bhimavaram, Andhra Pradesh 534201 (IN)
Karthik Srinivasan, Chennai, Tamil Nadu 600019 (IN)
Debabrata Mukhopadhyay,
Bangalore, Karnataka 560066 (IN)

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

(54) **Dichtungsanordnung für eine Turbine.**

(57) Die Erfindung betrifft eine Dichtungsanordnung für eine Turbine. Die Dichtungsanordnung (128) weist ein Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne (132, 134) mit konkaven Flächen (136) auf. Das Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne (132, 134) ist an der Laufschaufel (102) oder der Leitschaufel (120) angeordnet und dient dazu, während des Betriebs der Turbine abdichtend mit dem jeweils anderen Element, Laufschaufel oder Leitschaufel, in Eingriff zu stehen.



Beschreibung

1. Gebiet der Erfindung

[0001] Die Offenbarung betrifft ganz allgemein ein Turbinensystem. Die Offenbarung betrifft insbesondere eine Dichtungsanordnung für ein Turbinensystem.

2. Stand der Technik

[0002] Herkömmliche Gas- und Dampfturbinensysteme werden zur Erzeugung von Energie für elektrische Generatoren verwendet. Im Allgemeinen erzeugen herkömmliche Gas- und Dampfturbinensysteme Energie, indem ein Fluid (z.B. Dampf, Heissgas) durch einen Verdichter und eine Turbinenkomponente des Turbinensystems geleitet wird. Das Fluid kann insbesondere durch einen Fluidströmungsweg strömen, um eine Vielzahl von sich drehenden Schaufeln der Turbinenkomponente zu drehen, um die Energie zu erzeugen. Das Fluid kann mittels der Vielzahl sich drehender Schaufeln und einer Vielzahl feststehender Düsen, die zwischen den sich drehenden Schaufeln angeordnet sind, durch die Turbinenkomponente geleitet werden.

[0003] Der Wirkungsgrad der Turbinenkomponente, und infolgedessen des gesamten Turbinensystems, hängt zum Teil davon ab, dass die Turbinenkomponente verhindern kann, dass Fluid in dem Turbinensystem austritt. Die Turbinenkomponente leitet also ein Fluid durch einen Fluidströmungsweg, um die Vielzahl von sich drehenden Schaufeln anzutreiben, um Energie zu erzeugen. Die Turbinenkomponente stellt auch ein Spülfluid (z.B. Kühlluft) für einen Radraum der Turbinenkomponente bereit, um Beschädigungen der Bestandteile (z.B. sich drehende Schaufeln, Leitschaufeln) der Turbinenkomponente während des Betriebs zu verhindern. Kann Spülfluid in den Fluidströmungsweg gelangen und/oder kann der Fluidstrom in den Radraum der Turbine gelangen, kann dadurch der Wirkungsgrad der Turbinenkomponente wesentlich geringer werden.

Kurze Beschreibung der Erfindung

[0004] Es ist eine Dichtungsanordnung für ein Turbinensystem offenbart. In einer Ausführungsform ist die Dichtungsanordnung für eine Turbine mit einer Laufschaufel und einer Leitschaufel bestimmt. Die Dichtungsanordnung weist Folgendes auf: ein Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne mit konkaven Flächen, wobei das Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne an der Laufschaufel oder Leitschaufel angeordnet ist, um während des Betriebs der Turbine abdichtend mit dem anderen Element, Laufschaufel oder Leitschaufel, in Eingriff zu stehen.

[0005] Ein erster Aspekt der Erfindung umfasst eine Dichtungsanordnung für eine Turbine mit einer Laufschaufel und einer Leitschaufel. Die Dichtungsanordnung weist Folgendes auf: ein Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne mit konkaven Flächen, wobei das Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne an der Laufschaufel oder Leitschaufel angeordnet ist, um während des Betriebs der Turbine abdichtend mit dem anderen Element, Laufschaufel oder Leitschaufel, in Eingriff zu stehen.

[0006] Die konkaven Flächen an jedem von dem Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne können in eine zueinander entgegengesetzte Richtung weisen.

[0007] Jeder von dem Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne einer beliebigen zuvor erwähnten Dichtungsanordnung kann eine im Wesentlichen konvexe Fläche gegenüber der konkaven Fläche aufweisen.

[0008] Die Dichtungsanordnung einer beliebigen zuvor erwähnten Ausführung kann ferner mindestens eine Rippe umfassen, die an dem anderen Element, Laufschaufel oder Leitschaufel, angeordnet ist.

[0009] Die mindestens eine Rippe einer beliebigen zuvor erwähnten Dichtungsanordnung kann im Wesentlichen angrenzend an einem von dem Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne angeordnet sein.

[0010] Die mindestens eine Rippe einer beliebigen zuvor erwähnten Dichtungsanordnung kann im Wesentlichen zwischen dem Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne angeordnet sein.

[0011] Das Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne einer beliebigen zuvor erwähnten Dichtungsanordnung kann auf einer in Strömungsrichtung vorn liegenden Seite der Laufschaufel oder Leitschaufel angeordnet sein, wobei die in Strömungsrichtung vorn liegende Seite auf einen axialen Fluidströmungsweg durch die Turbine bezogen ist.

[0012] Das Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne einer beliebigen zuvor erwähnten Dichtungsanordnung kann auf einer in Strömungsrichtung hinten liegenden Seite der Laufschaufel oder Leitschaufel angeordnet sein, wobei die in Strömungsrichtung hinten liegende Seite auf den axialen Fluidströmungsweg durch die Turbine bezogen ist.

[0013] Ein zweiter Aspekt der Erfindung umfasst eine Dichtungsanordnung für eine Turbine mit einer Laufschaufel und einer Leitschaufel. Die Dichtungsanordnung weist Folgendes auf: ein erstes Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne, die an der Laufschaufel angeordnet sind; und ein zweites Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne, die an der Leitschaufel angeordnet sind, wobei das erste Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne und das zweite Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne während des Betriebs der Turbine die Laufschaufel und die Leitschaufel abdichtend in Eingriff bringen.

[0014] Jeder von dem ersten Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne einer beliebigen zuvor erwähnten Dichtungsanordnung kann eine konkave Fläche aufweisen, wobei die konkaven Flächen in eine zueinander entgegengesetzte Richtung weisen, und jeder von dem zweiten Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne kann eine konkave Fläche aufweisen, wobei die konkaven Flächen in eine zueinander entgegengesetzte Richtung weisen.

[0015] Jeder von dem ersten Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne einer beliebigen zuvor erwähnten Dichtungsanordnung kann eine Wesentlichen konvexe Fläche gegenüber der konkaven Fläche aufweisen, und jeder von dem zweiten Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne kann eine im Wesentlichen konvexe Fläche gegenüber der konkaven Fläche aufweisen.

[0016] Das erste Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne einer beliebigen zuvor erwähnten Dichtungsanordnung kann einen äusseren Zahn und einen inneren Zahn aufweisen und das zweite Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne kann sowohl einen äusseren Zahn als auch einen inneren Zahn aufweisen.

[0017] Der innere Zahn des ersten Paares voneinander abgewandter Dichtungszähne einer beliebigen zuvor erwähnten Dichtungsanordnung kann im Wesentlichen zwischen dem äusseren Zahn und dem inneren Zahn des zweiten Paares voneinander abgewandter Dichtungszähne angeordnet sein.

[0018] Der äussere Zahn des ersten Paares voneinander abgewandter Dichtungszähne einer beliebigen zuvor erwähnten Dichtungsanordnung kann im Wesentlichen zwischen dem äusseren Zahn und dem inneren Zahn des zweiten Paares voneinander abgewandter Dichtungszähne angeordnet sein.

[0019] Das erste Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne einer beliebigen zuvor erwähnten Dichtungsanordnung kann auf einer in Strömungsrichtung vorn liegenden Seite der Laufschaufel angeordnet sein, wobei die in Strömungsrichtung vorn liegende Seite auf einen axialen Fluidströmungsweg durch die Turbine bezogen ist.

[0020] Das zweite Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne einer beliebigen zuvor erwähnten Dichtungsanordnung kann auf einer in Strömungsrichtung hinten liegenden Seite der Leitschaufel angeordnet sein, wobei die in Strömungsrichtung hinten liegende Seite auf den axialen Fluidströmungsweg durch die Turbine bezogen ist.

[0021] Das erste Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne einer beliebigen zuvor erwähnten Dichtungsanordnung kann auf einer in Strömungsrichtung hinten liegenden Seite der Laufschaufel angeordnet sein, wobei die in Strömungsrichtung hinten liegende Seite auf einen axialen Fluidströmungsweg durch die Turbine bezogen ist.

[0022] Das zweite Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne einer beliebigen zuvor erwähnten Dichtungsanordnung kann auf einer in Strömungsrichtung vorn liegenden Seite der Leitschaufel angeordnet sein, wobei die in Strömungsrichtung vorn liegende Seite auf den axialen Fluidströmungsweg durch die Turbine bezogen ist.

[0023] Ein dritter Aspekt der Erfindung umfasst ein Turbinensystem, das Folgendes aufweist: eine Laufschaufel, die mit einem Rotor des Turbinensystems gekoppelt ist; eine Leitschaufel, die mit einem Gehäuse des Turbinensystems gekoppelt ist, wobei die Leitschaufel angrenzend an die Laufschaufel angeordnet ist; und eine Dichtungsanordnung, die an der Laufschaufel oder der Leitschaufel angeordnet ist, um während des Betriebs der Turbine abdichtend mit dem anderen Element, Laufschaufel oder Leitschaufel, in Eingriff zu stehen, wobei die Dichtungsanordnung ein Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne mit konkaven Flächen aufweist.

[0024] Die konkaven Flächen an jedem von dem Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne der zuvor erwähnten Turbine können in eine zueinander entgegengesetzte Richtung weisen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0025] Diese und weitere Merkmale dieser Erfindung sind anhand der folgenden ausführlichen Beschreibung der verschiedenen Aspekte der Erfindung in Verbindung mit den zugehörigen Zeichnungen, die verschiedene Ausführungsformen der Erfindung zeigen, einfacher zu verstehen, in denen:

- Fig. 1 eine Querschnittsdarstellung eines Abschnitts einer Turbine einschliesslich einer Laufschaufel und Leitschaufeln gemäss Ausführungsformen der Erfindung zeigt.
- Fig. 2 eine vergrösserte Querschnittsdarstellung einer Dichtungsanordnung der Turbine in Fig. 1 einschliesslich eines Paares voneinander abgewandter Dichtungszähne gemäss Ausführungsformen der Erfindung zeigt.
- Fig. 3 bis 6 vergrösserte Querschnittsdarstellungen einer Dichtungsanordnung einer Turbine einschliesslich eines Paares voneinander abgewandter Dichtungszähne gemäss verschiedenen alternativen Ausführungsformen der Erfindung zeigen.
- Fig. 7 eine vergrösserte Querschnittsdarstellung einer Dichtungsanordnung der Turbine in Fig. 1 einschliesslich eines axialen Fluidströmungswegs und eines Spülfluid-Strömungswegs gemäss Ausführungsformen der Erfindung zeigt.

[0026] Es sei angemerkt, dass die Zeichnungen der Erfindung nicht unbedingt massstabsgetreu sind. Die Zeichnungen sollen lediglich typische Aspekte der Erfindung darstellen und sollten deshalb nicht als den Geltungsbereich der Erfindung einschränkend betrachtet werden. In den Zeichnungen stehen gleiche Ziffern für gleiche Elemente in den Zeichnungen.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0027] Wie hier beschrieben ist, betreffen Aspekte der Erfindung ein Turbinensystem. Wie hier beschrieben ist, betreffen Aspekte der Erfindung insbesondere eine Dichtungsanordnung für ein Turbinensystem.

[0028] In Fig. 1 ist eine Querschnittsdarstellung eines Abschnitts einer Turbine gemäss einer Ausführungsform der Erfindung gezeigt. Bei der wie in Fig. 1 dargestellten Turbine 100 kann es sich um jede beliebige herkömmliche Turbine (z.B. Gasturbine, Dampfturbine) handeln, die von einem Energieversorgungssystem zur Energieerzeugung verwendet wird. Zur Verdeutlichung werden deshalb kurz die Turbine 100 und die Grundfunktionen der Turbine 100 beschrieben. In einer wie in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform weist die Turbine 100 eine Laufschaufel 102 auf, die mit dem Rotor 104 der Turbine 100 gekoppelt ist. Wie in Fig. 1 dargestellt ist, kann die Laufschaufel 102 einen unteren Abschnitt 106 aufweisen, der mit dem Rotor 104 gekoppelt ist, einen Schaftabschnitt 108, der ausserhalb des unteren Abschnitts 106 platziert ist, und einen Blattabschnitt 110 einschliesslich einer Plattform 112, die mit dem Schaftabschnitt 108 der Laufschaufel 102 gekoppelt ist. Der untere Abschnitt 106 der Laufschaufel 102 kann einen Schwalbenschwanzabschnitt 114 aufweisen, um mit einem ergänzenden Schlitz, der an einem Rotordrehkörper 116 des Rotors 104 angeordnet ist, in Eingriff zu gelangen, um die Laufschaufel 102 mit dem Rotor 104 zu koppeln. Obwohl lediglich eine Laufschaufel 102 dargestellt ist, versteht es sich, dass die Turbine 100 eine Vielzahl von Laufschaufeln 102 aufweisen kann, die mit dem Rotor 104 gekoppelt sind, um ein Fluid (z.B. Dampf, Heissgas, verdichtete Luft usw.) entlang einem axialen Fluidströmungsweg 118 der Turbine 100 zu bewegen, wie hier beschrieben ist. Die Vielzahl von Laufschaufeln 102 kann in verschiedenen Stufen aufgebaut sein, um Fluid zur Energieerzeugung durch die Turbine 100 zu bewegen.

[0029] Ebenfalls in Fig. 1 dargestellt ist, dass die Turbine 100 eine Leitschaufel 120 aufweisen kann, die mit einem Gehäuse 122 der Turbine 100 gekoppelt ist. Wie in Fig. 1 dargestellt und ebenso hinsichtlich der Laufschaufel 102 erörtert wurde, kann die Turbine 100 insbesondere eine Vielzahl von Leitschaufeln 120 aufweisen. Die Leitschaufeln 120 können angrenzend an die Laufschaufel 102 angeordnet sein, und insbesondere können die Leitschaufeln 120 auf einer in Strömungsrichtung vorn liegenden Seite der Laufschaufel 102 und einer in Strömungsrichtung hinten liegenden Seite der Laufschaufel 102 angeordnet sein. In Verbindung mit der Laufschaufel 102 können die Leitschaufeln 120 bei der Energieerzeugung förderlich sein, indem sie ein Fluid entlang dem axialen Fluidströmungsweg 118 bewegen. Fluid kann insbesondere durch die Turbine 100 entlang dem axialen Fluidströmungsweg 118 strömen, und die Leitschaufeln 120 können so eingerichtet sein, dass sie das Fluid in Richtung des Blattabschnitts 110 der Laufschaufel 102 leiten, sodass die Laufschaufel 102 sich aufgrund des über den Blattabschnitt 110 strömenden Fluids drehen kann.

[0030] In einer Ausführungsform kann, wie in Fig. 1 und 2 dargestellt ist, die Turbine 100 auch eine Dichtungsanordnung 128 aufweisen, die in einem Radraum 130 der Turbine 100 angeordnet ist. Die Dichtungsanordnung 128 kann, wie hier erörtert, einen Fluidaustritt in der Turbine 100 im Wesentlichen verhindern. Wie in Fig. 2 dargestellt ist, kann die Dichtungsanordnung 128 für die Turbine 100 insbesondere ein Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne 132, 134 mit konkaven Flächen 136 aufweisen. In einer Ausführungsform kann, wie in Fig. 2 und 3 dargestellt ist, das Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne 132, 134 an der Laufschaufel 102 (Fig. 2) oder der Leitschaufel 120 (Fig. 3) angeordnet sein, um während des Betriebs der Turbine 100 abdichtend mit dem anderen Element, Laufschaufel 102 oder Leitschaufel 120, in Eingriff zu stehen. Die konkave Fläche 136 von jedem von dem Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne 132, 134 kann in zueinander entgegengesetzte Richtungen weisen. Genauer gesagt kann, wie in Fig. 1 und 2 dargestellt ist, die konkave Fläche 136 eines äusseren Dichtungszahns 132 bezogen auf den axialen Fluidströmungsweg 118 in Strömungsrichtung nach vorn zeigen, und der innere Dichtungszahn 134 kann bezogen auf den axialen Fluidströmungsweg 118 in Strömungsrichtung nach hinten zeigen. In einer Ausführungsform kann, wie in Fig. 2 dargestellt ist, das Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne 132, 134 auch eine im Wesentlichen konvexe Fläche 138 gegenüber der konkaven Fläche 136 aufweisen. Das bedeutet, dass die Rückseite des Paares voneinander abgewandter Dichtungszähne 132, 134 im Wesentlichen konvexe Flächen 138 aufweisen kann, die einander zugewandt sind. Die konvexe Fläche 138 ist jedoch möglicherweise nicht in allen Fällen notwendig, z.B. könnte die Fläche gegenüber der konkaven Fläche 136 im Wesentlichen gerade oder winklig sein.

[0031] In einer Ausführungsform kann, wie in Fig. 2 dargestellt ist, das Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne 132, 134 an einer Engelsflügeldichtung 140 angeordnet sein, die sich an einer Seitenwand 141 des Schaftabschnitts 108 der Laufschaufel 102 befindet. Die Engelsflügeldichtung 140 kann innerhalb des Radraums 130 der Turbine 100 angeordnet sein und kann axial von dem Schaftabschnitt 108 der Laufschaufel 102 aus verlaufen. Die Engelsflügeldichtung 140 und das Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne 132, 134, das an der Engelsflügeldichtung 140 angeordnet ist, können als ein einziger Bestandteil mit der Laufschaufel 102 gegossen werden. Bei einer alternativen Ausführungsform können bzw. kann die Engelsflügeldichtung 140 und/oder das Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne 132, 134, das an der Engelsflügeldichtung 140 angeordnet ist, als getrennte Bestandteile gegossen werden und mit der Laufschaufel 102 über jedes herkömmliche mechanische Kopplungsverfahren, z.B. Befestigen, Verschrauben, Schweißen usw., gekoppelt werden. Bei einer alternativen Ausführungsform kann, wie in Fig. 3 dargestellt und hier erörtert ist, das Paar

voneinander abgewandter Dichtungszähne 132, 134 an einem Dichtbund 142 angeordnet sein, der sich an einer Seitenwand 143 der Leitschaufel 120 befindet.

[0032] Ebenfalls in Fig. 2 und 3 dargestellt ist, dass die Dichtungsanordnung 128 auch mindestens eine Rippe 144 aufweisen kann, die an dem anderen Element, Laufschaufel 102 oder Leitschaufel 120, angeordnet ist. Wenn das Paar von einander abgewandter Dichtungszähne 132, 134 an der Engelsflügeldichtung 140 der Laufschaufel 102 angeordnet sein kann, wie in Fig. 2 dargestellt ist, die mindestens eine Rippe 144 insbesondere an dem Dichtbund 142 der Leitschaufel 120 angeordnet sein. Der Dichtbund 142 der Leitschaufel 120 kann auch innerhalb des Radraums 130 der Turbine 100 angeordnet sein und kann axial von der Seitenwand 143 der Leitschaufel 120 aus verlaufen. Wie in Fig. 2 dargestellt ist, kann der Dichtbund 142 der Leitschaufel 120 im Wesentlichen parallel zu der Engelsflügeldichtung 140 der Laufschaufel 102 so angeordnet sein, dass die mindestens eine Rippe 144 zum abdichtenden Eingreifen der Laufschaufel 102 und der Leitschaufel 120 beitragen kann. Bei einer alternativen Ausführungsform kann, wenn das Paar von einander abgewandter Dichtungszähne 132, 134 an dem Dichtbund 142 der Leitschaufel 120 angeordnet ist, wie in Fig. 3 dargestellt ist, die mindestens eine Rippe 144 an der Engelsflügeldichtung 140 der Laufschaufel 102 angeordnet sein. Wie in Fig. 2 bis 4 dargestellt ist, kann die mindestens eine Rippe 144 eine im Wesentlichen gebogene Fläche 145 aufweisen, um einen Austritt des Fluids innerhalb der Turbine 100 zu verhindern, wie hier besprochen ist. Der Dichtbund 142 und die mindestens eine Rippe 144, die an dem Dichtbund 142 platziert ist, können als ein einziger Bestandteil mit der Leitschaufel 120 gegossen werden. Bei einer alternativen Ausführungsform können der Dichtbund 142 und die mindestens eine Rippe 144, die an dem Dichtbund 142 angeordnet ist, als getrennte Bestandteile gegossen werden und mit dem Dichtbund 142 über jedes herkömmliche mechanische Kopplungsverfahren, z.B. Befestigen, Verschrauben, Schweißen usw., gekoppelt werden.

[0033] In verschiedenen Ausführungsformen kann, wie in Fig. 2 bis 4 dargestellt ist, die mindestens eine Rippe 144 im Wesentlichen angrenzend an einem von dem Paar von einander abgewandter Dichtungszähne 132, 134 angeordnet sein. Wie in Fig. 2 und 3 dargestellt ist, kann die mindestens eine Rippe 144 angrenzend an die konkave Fläche 136 von einem von dem Paar von einander abgewandter Dichtungszähne 132, 134 angeordnet sein. In einer Ausführungsform kann, wie in Fig. 2 dargestellt ist, die mindestens eine Rippe 144 insbesondere im Wesentlichen angrenzend an die konkave Fläche 136 des äusseren Dichtungszahns 132 des Paares von einander abgewandter Dichtungszähne 132, 134 angeordnet sein, die sich an dem Engelsdichtungsflügel 140 der Laufschaufel 102 befinden. Bei einer alternativen Ausführungsform kann, wie in Fig. 3 dargestellt ist, die mindestens eine Rippe 144 im Wesentlichen angrenzend an die konkave Fläche 136 des inneren Dichtungszahns 134 des Paares von einander abgewandter Dichtungszähne 132, 134 angeordnet sein, die sich an dem Dichtbund 142 der Leitschaufel 120 befinden. Bei einer weiteren alternativen Ausführungsform kann, wie in Fig. 4 dargestellt ist, die mindestens eine Rippe 144 im Wesentlichen angrenzend an einen von dem Paar von einander abgewandter Dichtungszähne 132, 134 angeordnet sein, und kann insbesondere im Wesentlichen zwischen dem Paar von einander abgewandter Dichtungszähne 132, 134 angeordnet sein. Wie in Fig. 4 dargestellt ist, kann die mindestens eine Rippe 144 angrenzend an die konvexe Fläche 138 des äusseren Dichtungszahns 132 angeordnet sein und kann auch zwischen dem äusseren Dichtungszahn 132 und dem inneren Dichtungszahn 134 von dem Paar von einander abgewandter Dichtungszähne 132, 134 angeordnet sein.

[0034] Wieder in Fig. 1 dargestellt ist, dass die Dichtungsanordnung 128 auf einer in Strömungsrichtung vorn liegenden Seite und/oder einer in Strömungsrichtung hinten liegenden Seite der Laufschaufel 102 und/oder der Leitschaufel 120 angeordnet sein kann. Wie in Fig. 1 dargestellt ist, kann das Paar von einander abgewandter Dichtungszähne 132, 134 insbesondere auf einer in Strömungsrichtung vorn liegenden Seite der Laufschaufel 102 und/oder der Leitschaufel 120 angeordnet sein, und kann auf einer in Strömungsrichtung hinten liegenden Seite der Laufschaufel 102 und/oder der Leitschaufel 120 angeordnet sein. In einer Ausführungsform kann, wie in Fig. 1 dargestellt, wenn das Paar von einander abgewandter Dichtungszähne 132, 134 auf einer in Strömungsrichtung vorn liegenden Seite der Laufschaufel 102 angeordnet ist, die mindestens eine Rippe 144, die sich an dem Dichtbund 142 befindet, auf einer in Strömungsrichtung hinten liegenden Seite der Leitschaufel 120 angeordnet sein. Wie in Fig. 1 dargestellt ist, kann, wenn das Paar von einander abgewandter Dichtungszähne 132, 134 auf einer in Strömungsrichtung hinten liegenden Seite der Laufschaufel 102 angeordnet ist, die mindestens eine Rippe 144, die sich an dem Dichtbund 142 befindet, auf einer in Strömungsrichtung vorn liegenden Seite der Leitschaufel 120 angeordnet sein. In einer alternativen Ausführungsform kann, wenn das Paar von einander abgewandter Dichtungszähne 132, 134 an dem Dichtbund 142 (z.B. Fig. 3) der Leitschaufel 120 auf einer in Strömungsrichtung hinten liegenden Seite angeordnet ist, die mindestens eine Rippe 144, die sich an dem Engelsdichtungsflügel 140 befindet, auf einer in Strömungsrichtung vorn liegenden Seite der Laufschaufel 102 angeordnet sein. Zusätzlich kann, wenn das Paar von einander abgewandter Dichtungszähne 132, 134 an dem Dichtbund 142 (z.B. Fig. 3) der Leitschaufel 120 auf einer in Strömungsrichtung vorn liegenden Seite angeordnet ist, die mindestens eine Rippe 144, die sich an dem Engelsdichtungsflügel 140 befindet, auf einer in Strömungsrichtung hinten liegenden Seite der Laufschaufel 102 angeordnet sein. Obwohl in Fig. 1 dargestellt ist, dass die Dichtungsanordnung 128 sowohl auf einer in Strömungsrichtung vorn liegenden Seite als auch einer in Strömungsrichtung hinten liegenden Seite der Laufschaufel 102 und Leitschaufel 120 angeordnet ist, versteht es sich, dass die Dichtungsanordnung 128 nur auf einer einzigen Seite (z.B. in Strömungsrichtung vorn liegenden Seite, in Strömungsrichtung hinten liegenden Seite) jedes jeweiligen Bestandteils (z.B. Laufschaufel 102, Leitschaufel 120) der Turbine 100 angeordnet sein kann. Das bedeutet, dass bei einem nicht dargestellten Beispiel die Dichtungsanordnung lediglich auf einer in Strömungsrichtung hinten liegenden Seite der Leitschaufel 120 beziehungsweise angrenzend an eine in Strömungsrichtung vorn liegende Seite der Laufschaufel 102 angeordnet sein kann.

[0035] In alternativen Ausführungsformen kann, wie in Fig. 5 und 6 dargestellt ist, die Dichtungsanordnung 128 für die Turbine 100 ein erstes Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne 132, 134 aufweisen, die an der Laufschaufel 102 angeordnet sind, und ein zweites Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne 232, 234, die an der Leitschaufel 120 angeordnet sind. Das erste Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne 132, 134 und das zweite Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne 232, 234 kann zum abdichtenden In-Eingriff-Bringen der Laufschaufel 102 und der Leitschaufel 120 während des Betriebs der Turbine 100 dienen. Das bedeutet, dass die Verwendung von zwei Paaren von einander gegenüberliegenden Dichtungszähnen (z.B. 132, 134, 232, 234) bei einem Fluidaustritt zwischen dem axialen Fluidströmungsweg 118 und dem Radraum 130 der Turbine 100 förderlich sein kann. Wie hier hinsichtlich Fig. 2 bis 4 beschrieben ist, kann jeder von dem ersten Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne 132, 134 die konkave Fläche 136 aufweisen, die in zueinander entgegengesetzte Richtungen weisen, und jeder von dem zweiten Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne 232, 234 kann die konkave Fläche 236 aufweisen, die in zueinander entgegengesetzte Richtungen weisen. Zusätzlich kann, wie in Fig. 5 und 6 dargestellt ist, jeder von dem ersten Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne 132, 134 eine im Wesentlichen konvexe Fläche 138 gegenüber den konkaven Flächen 136 aufweisen, und das zweite Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne 232, 234 kann eine im Wesentlichen konvexe Fläche 238 gegenüber den konkaven Flächen 236 aufweisen.

[0036] In verschiedenen Ausführungsformen kann, wie in Fig. 5 und 6 dargestellt ist, das erste Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne 132, 134 einen äusseren Zahn 132 aufweisen, der angrenzend an ein Ende 146 der Engelsflügeldichtung 140 angeordnet ist, und einen inneren Zahn 134, der an der Engelsflügeldichtung 140 zwischen dem äusseren Zahn 132 und dem Schaftabschnitt 108 der Laufschaufel 102 angeordnet ist. Ebenfalls in Fig. 5 und 6 dargestellt ist, dass das zweite Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne 232, 234 einen äusseren Zahn 232 aufweisen kann, der angrenzend an ein Ende 148 des Dichtbunds 142 angeordnet ist, und einen inneren Zahn 234, der an dem Dichtbund 142 zwischen dem äusseren Zahn 232 und der Leitschaufel 120 angeordnet ist. In einer Ausführungsform kann, wie in Fig. 5 dargestellt ist, der innere Zahn 134 des ersten Paares voneinander abgewandter Dichtungszähne 132, 134 im Wesentlichen zwischen dem äusseren Zahn 232 und dem inneren Zahn 234 des zweiten Paares voneinander abgewandter Dichtungszähne 232, 234 angeordnet sein. Alternativ kann, wie in Fig. 6 dargestellt ist, der äussere Zahn 132 des ersten Paares voneinander abgewandter Dichtungszähne 132, 134 im Wesentlichen zwischen dem äusseren Zahn 232 und dem inneren Zahn 234 des zweiten Paares voneinander abgewandter Dichtungszähne 232, 234 angeordnet sein.

[0037] Wie hier bezogen auf Fig. 1 erörtert wurde, können das erste Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne 132, 134 und das zweite Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne 232, 234 auf einer in Strömungsrichtung vorn liegenden Seite und/oder in Strömungsrichtung hinten liegenden Seite der Laufschaufel 102 und/oder der Leitschaufel 120 angeordnet sein. Genauer gesagt kann, wie in Fig. 5 und 6 dargestellt ist, das erste Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne 132, 134 auf einer in Strömungsrichtung vorn liegenden Seite der Laufschaufel 102 angeordnet sein, und das zweite Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne 232, 234 kann auf einer in Strömungsrichtung hinten liegenden Seite der Leitschaufel 120 angeordnet sein. In einer nicht dargestellten alternativen Ausführungsform kann das erste Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne 132, 134 auf einer in Strömungsrichtung hinten liegenden Seite der Laufschaufel 102 angeordnet sein, und das zweite Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne 232, 234 kann auf einer in Strömungsrichtung vorn liegenden Seite der Leitschaufel 120 angeordnet sein.

[0038] In Fig. 7 ist eine vergrösserte Querschnittsdarstellung der Dichtungsanordnung 128 der Turbine 100 in Fig. 1 einschliesslich Strömungswegen gemäss Ausführungsformen der Erfindung dargestellt. Fig. 7 zeigt also die Dichtungsanordnung 128, die in Fig. 1 und 2 dargestellt ist, und weist einen Fluidströmungsweg für einen Teil entwichenen Fluids 150 des axialen Fluidströmungswegs 118 und einen Spülfluid-Strömungsweg 152 (gestrichelt dargestellt) auf, wenn er innerhalb des Radraums 130 und um die Dichtungsanordnung 128 herum strömt. Wie in Fig. 7 dargestellt ist, kann es sich bei dem Spülfluid 152 um jedes herkömmliche Kühlfluid (z.B. Kaltluft, gesättigte Luft usw.) zum Kühlen des Radraums 130 während des Betriebs der Turbine 100 handeln. Damit die Turbine 100 mit einem besseren Wirkungsgrad arbeitet, kann das im axialen Fluidströmungsweg 118 strömende Fluid im axialen Fluidströmungsweg 118 gehalten werden und kann über den Blattabschnitt 110 strömen, damit die Laufschaufel 102 der Turbine 100 angetrieben wird. Das bedeutet, dass durch die Dichtungsanordnung 128 verhindert werden kann, dass der Teil entwichenen Fluids 150 in den Radraum 130 der Turbine 100 gelangt. Wenn verhindert wird, dass das entwichene Fluid 150 in den Radraum 130 gelangt, kann ein Verlust des Fluidstroms über den Blattabschnitt 110 der Laufschaufel 102 verhindert werden und/oder kann ebenfalls die unerwünschte Erwärmung des Radraums 130 während des Betriebs der Turbine 100 verhindert werden. Parallel dazu kann, damit die Turbine 100 mit einem besseren Wirkungsgrad arbeitet, das Spülfluid 152 in einem Spülfluid-Strömungsweg gehalten werden und kann innerhalb des Radraums 130 strömen, um den Radraum 130 während des Betriebs der Turbine 100 zu kühlen. Das bedeutet, dass durch die Dichtungsanordnung 128 verhindert werden kann, dass das Spülfluid 152, das in dem Spülfluid-Strömungsweg strömt, sich mit dem Fluid des axialen Fluidströmungswegs 118 der Turbine 100 vermischt. Wenn verhindert wird, dass sich das Spülfluid 152 mit dem Fluid des axialen Fluidströmungswegs 118 vermischt, kann dadurch ein Druck- und/oder Temperaturverlust des Fluidstroms über den Blattabschnitt 110 der Laufschaufel 102 während des Betriebs der Turbine 100 verhindert werden.

[0039] Während des Betriebs der Turbine 100 kann sich ein Teil des entwichenen Fluids 150 des axialen Fluidströmungswegs 118 in Richtung der Dichtungsanordnung 128, die sich innerhalb des Radraums 130 befindet, bewegen. Wie in Fig. 7 dargestellt ist, kann durch die Dichtungsanordnung 128 im Wesentlichen verhindert werden, dass entwichenes Fluid 150

in den Radraum 130 gelangt. Insbesondere kann, wie in Fig. 7 dargestellt ist, der innere Zahn 134 des Paares voneinander abgewandter Dichtungszähne 132, 134 der Dichtungsanordnung 128 unter Verwendung der konkaven Fläche 136 den grössten Teil des entwichenen Fluids 150 wieder von dem Radraum 130 weg und zurück zum axialen Fluidströmungsweg 118 leiten. Ebenso kann, wie in Fig. 7 dargestellt ist, von der konkaven Fläche 136 des äusseren Zahns 136 der Dichtungsanordnung 128 Spülluft 152 wieder von dem axialen Fluidströmungsweg 118 weg und zurück in den Radraum 130 geleitet werden. Die mindestens eine Rippe 144 kann, je nach Platzierung der mindestens einen Rippe 144 innerhalb der Dichtungsanordnung 128, ebenfalls zum Umleiten des entwichenen Teils des Fluids 150 und/oder des Spülfluids 152 beitragen. In einer Ausführungsform kann, wie in Fig. 7 dargestellt ist, die mindestens eine Rippe 144 angrenzend an den äusseren Zahn 132 des Paares voneinander abgewandter Dichtungszähne 132, 134 der Dichtungsanordnung 128 angeordnet sein. Infolgedessen kann, wie in Fig. 7 dargestellt ist, die konkave Fläche 136 des äusseren Zahns 132 die Spülluft 152 wieder von dem axialen Fluidströmungsweg 118 weg leiten, und die im Wesentlichen gebogene Fläche 145 der mindestens einen Rippe 144 kann zudem Spülfluid 152 nach innen in Richtung des Radraums 130 leiten. Wenn sie Spülfluid 152 wieder nach innen in den Radraum 130 hinein leitet, kann die mindestens eine Rippe 144 weiterhin dadurch behilflich sein, dass sie verhindert, dass Spülfluid 152 in den axialen Fluidströmungsweg 118 der Turbine 100 gelangt.

[0040] Wie in Fig. 7 dargestellt ist, kann sich ein geringer Teil des entwichenen Fluids 150 und des Spülfluids 152 an den jeweiligen Zähnen (z.B. äusserer Zahn 132, innerer Zahn 134) des Paares voneinander abgewandter Dichtungszähne 132, 134 vorbei bewegen. Der geringe Teil des entwichenen Fluids 150 und des Spülfluids 152 können sich miteinander in einem Hohlraum 154 vermischen, der zwischen dem Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne 132, 134 angeordnet ist, und können während des Betriebs der Turbine 100 im Wesentlichen in dem Hohlraum 154 gehalten werden. Insbesondere kann, aufgrund des Strömungswegs des geringen Teils des entwichenen Fluids 150 und des Spülfluids 152, die in den Hohlraum 154 fliessen, und aufgrund des Strömungswegs, in dem der geringe Teil des entwichenen Fluids 150 und des Spülfluids 152 über die konvexe Fläche 138 des Paares voneinander abgewandter Dichtungszähne 132, 134 strömen können, der geringe Teil des entwichenen Fluids 150 und des Spülfluids 152 während des Betriebs der Turbine 100 im Wesentlichen in dem Hohlraum 154 gehalten werden. Infolgedessen kann auch im Wesentlichen verhindert werden, dass entwichenes Fluid 150 und Spülfluid 152, die in den Hohlraum 154 strömen können, während des Betriebs der Turbine 100 in einen nicht erwünschten Raum (z.B. Radraum 130) und/oder Strömungsweg (z.B. axialer Fluidströmungsweg 118) gelangen.

[0041] Die hier verwendeten Begriffe dienen lediglich der Beschreibung besonderer Ausführungsformen und sollen die Offenbarung nicht einschränken. Die hier verwendeten Singularformen «ein», «eine», «der», «die» und «das» sollen auch die Pluralformen beinhalten, sofern der Kontext nicht eindeutig auf etwas Anderes hinweist. Es versteht sich ferner, dass die Begriffe «umfasst» und/oder «umfassend», wenn sie in dieser Beschreibung verwendet werden, das Vorhandensein genannter Merkmale, ganzer Zahlen, Schritte, Vorgänge, Elemente und/oder Bestandteile angeben, nicht jedoch das Vorhandensein oder Hinzufügen von ein oder mehreren weiteren Merkmalen, ganzen Zahlen, Schritten, Vorgängen, Elementen, Bestandteilen und/oder Gruppen davon ausschliessen.

[0042] In dieser schriftlichen Beschreibung werden Beispiele verwendet, um die Erfindung, einschliesslich der besten Ausführungsform, zu offenbaren und auch um es einem Fachmann zu ermöglichen, die Erfindung anzuwenden, einschliesslich der Herstellung und Verwendung von Vorrichtungen oder Systemen und der Durchführung von darin enthaltenen Verfahren. Der patentierbare Geltungsbereich der Erfindung ist durch die Ansprüche definiert und kann weitere Beispiele umfassen, an die der Fachmann denkt. Diese weiteren Beispiele sollen in den Geltungsbereich der Ansprüche fallen, wenn sie Strukturelemente aufweisen, die nicht vom genauen Wortlaut der Ansprüche abweichen oder wenn sie gleichwertige Strukturelemente mit unwesentlichen Unterschieden zum genauen Wortlaut der Ansprüche umfassen.

[0043] Die Offenbarung umfasst eine Dichtungsanordnung für ein Turbinensystem. In einer Ausführungsform ist die Dichtungsanordnung für eine Turbine mit einer Laufschaufel und einer Leitschaufel bestimmt. Die Dichtungsanordnung weist ein Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne mit konkaven Flächen auf. Das Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne ist an der Laufschaufel oder der Leitschaufel angeordnet und dient dazu, während des Betriebs der Turbine abdichtend mit dem anderen Element, Laufschaufel oder Leitschaufel, in Eingriff zu stehen.

Bezugszeichenliste

[0044]

100	Turbine
102	Laufschaufel
104	Rotor
106	unterer Abschnitt
108	Schaftabschnitt
110	Blattabschnitt

112	Plattform
114	Schwalbenschwanzabschnitt
116	Rotordrehkörper
118	axialer Fluidströmungsweg
120	Leitschaufel
122	Gehäuse
128	Dichtungsanordnung
130	Radraum
132, 134	voneinander abgewandte Dichtungszähne
136	konkave Flächen
138	konvexe Fläche
140	Engelsflügeldichtung
141	Seitenwand
142	Dichtbund
143	Seitenwand
144	Rippe
145	gebogene Fläche
146, 148	Ende
150	entwichenes Fluid
152	Spülfluid-Strömungsweg
154	Hohlraum
232, 234	voneinander abgewandte Dichtungszähne
236	konkave Fläche
238	konvexe Fläche

Patentansprüche

1. Dichtungsanordnung für eine Turbine mit einer Laufschaufel und einer Leitschaufel, wobei die Dichtungsanordnung Folgendes umfasst:
ein Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne mit konkaven Flächen, wobei das Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne an der Laufschaufel oder der Leitschaufel angeordnet ist, um während des Betriebs der Turbine abdichtend mit dem jeweils anderen Element, Laufschaufel oder Leitschaufel, in Eingriff zu stehen.
2. Dichtungsanordnung nach Anspruch 1, wobei die konkaven Flächen an jedem von dem Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne in eine zueinander entgegengesetzte Richtung weisen und/oder wobei jeder von dem Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne eine im Wesentlichen konvexe Fläche gegenüber der konkaven Fläche aufweist.
3. Dichtungsanordnung nach Anspruch 1, die ferner mindestens eine Rippe umfasst, die an dem anderen Element, Laufschaufel oder Leitschaufel, angeordnet ist.
4. Dichtungsanordnung nach Anspruch 3, wobei die mindestens eine Rippe im Wesentlichen angrenzend an einen von dem Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne angeordnet ist oder wobei die mindestens eine Rippe im Wesentlichen zwischen dem Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne angeordnet ist.

5. Dichtungsanordnung nach Anspruch 1, wobei das Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne auf einer in Strömungsrichtung vorn liegenden Seite der Laufschaufel oder Leitschaufel angeordnet ist, wobei die in Strömungsrichtung vorn liegende Seite auf einen axialen Fluidströmungsweg durch die Turbine bezogen ist.
6. Dichtungsanordnung nach Anspruch 5, wobei das Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne auf einer in Strömungsrichtung hinten liegenden Seite der Laufschaufel oder Leitschaufel angeordnet ist, wobei die in Strömungsrichtung hinten liegende Seite auf den axialen Fluidströmungsweg durch die Turbine bezogen ist.
7. Dichtungsanordnung für eine Turbine mit einer Laufschaufel und einer Leitschaufel, wobei die Dichtungsanordnung Folgendes umfasst:
 - ein erstes Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne, die an der Laufschaufel angeordnet sind; und
 - ein zweites Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne, die an der Leitschaufel angeordnet sind, wobei das erste Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne und das zweite Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne während des Betriebs der Turbine die Laufschaufel und die Leitschaufel abdichtend in Eingriff bringen.
8. Dichtungsanordnung nach Anspruch 7, wobei jeder von dem ersten Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne eine konkave Fläche aufweist, wobei die konkaven Flächen in eine zueinander entgegengesetzte Richtung weisen, und
 - wobei jeder von dem zweiten Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne eine konkave Fläche aufweist, wobei die konkaven Flächen in eine zueinander entgegengesetzte Richtung weisen.
9. Dichtungsanordnung nach Anspruch 8, wobei jeder von dem ersten Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne eine im Wesentlichen konvexe Fläche gegenüber der konkaven Fläche aufweist, und
 - wobei jeder von dem zweiten Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne eine im Wesentlichen konvexe Fläche gegenüber der konkaven Fläche aufweist.
10. Turbine, umfassend:
 - eine Laufschaufel, die mit einem Rotor der Turbine gekoppelt ist;
 - eine Leitschaufel, die mit einem Gehäuse der Turbine gekoppelt ist, wobei die Leitschaufel angrenzend an die Laufschaufel angeordnet ist; und
 - eine Dichtungsanordnung, die an der Laufschaufel oder der Leitschaufel angeordnet ist, um während des Betriebs der Turbine abdichtend mit dem anderen Element, Laufschaufel oder Leitschaufel, in Eingriff zu stehen, wobei die Dichtungsanordnung ein Paar voneinander abgewandter Dichtungszähne mit konkaven Flächen aufweist.

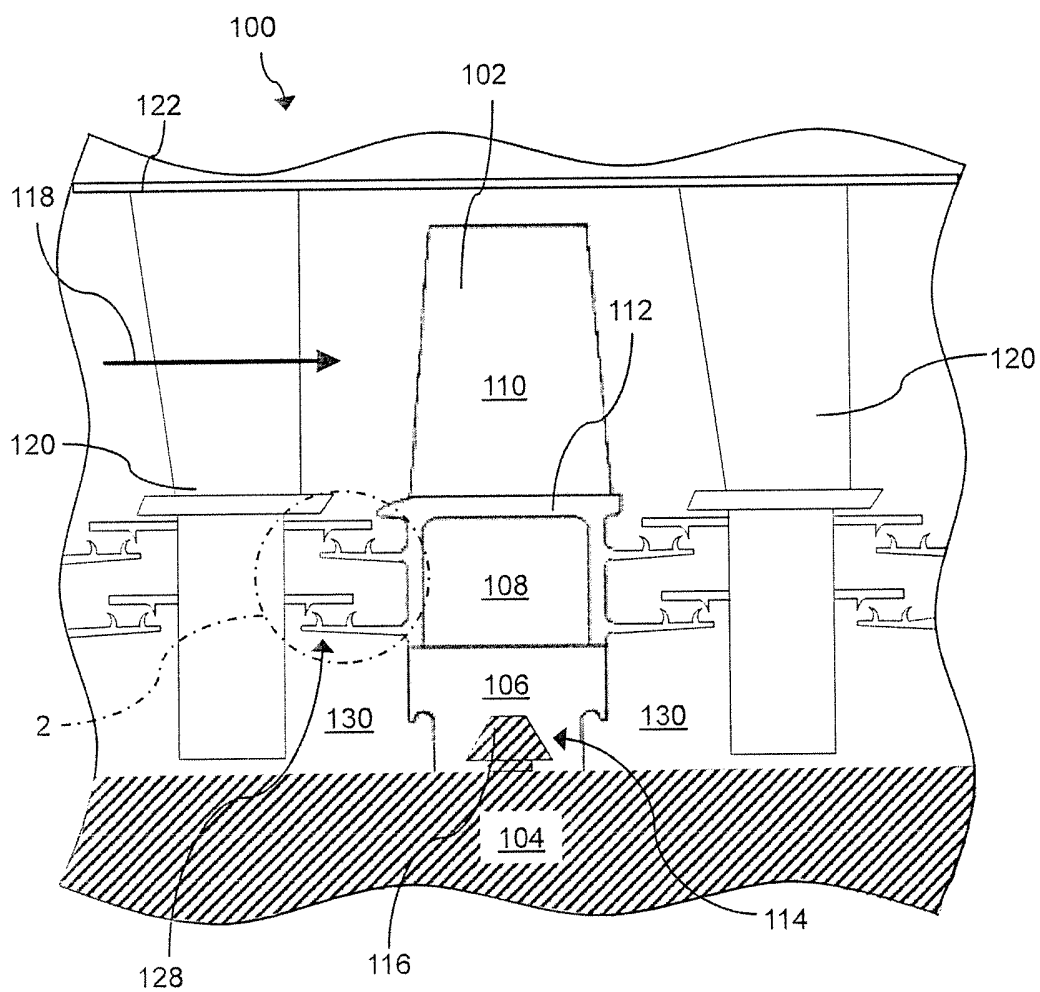


FIG. 1

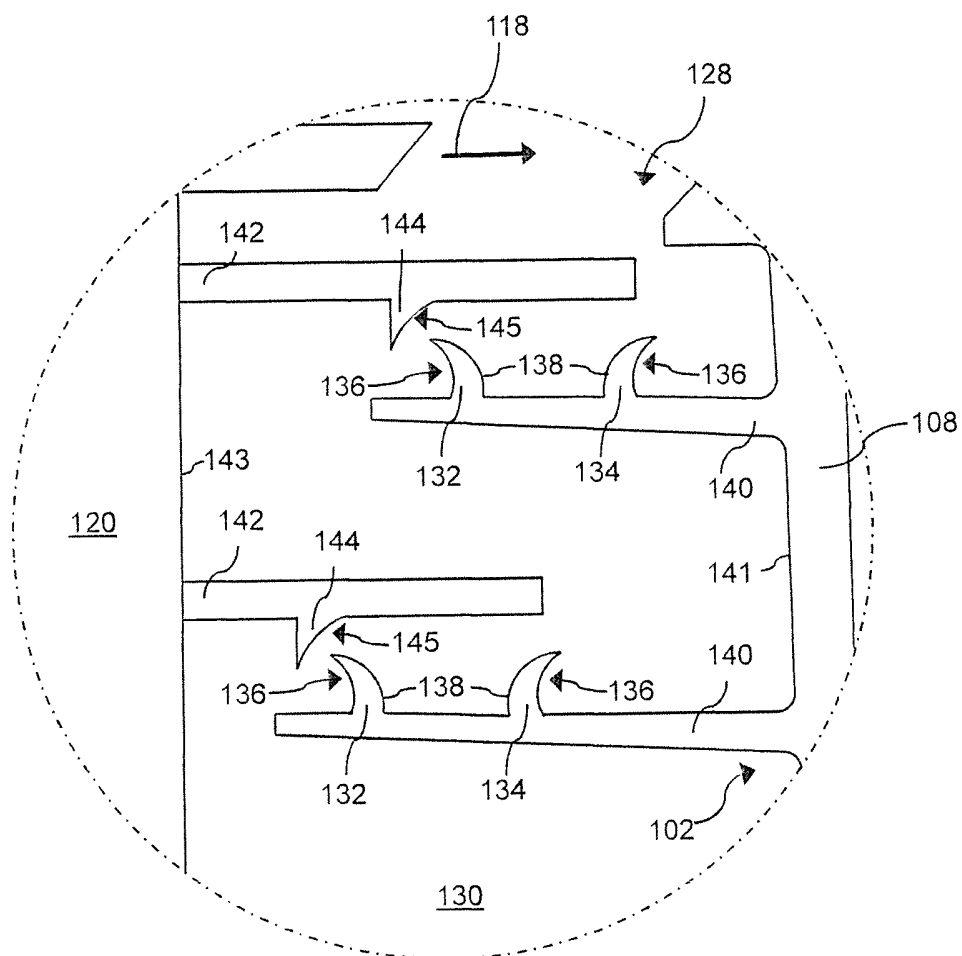


FIG. 2

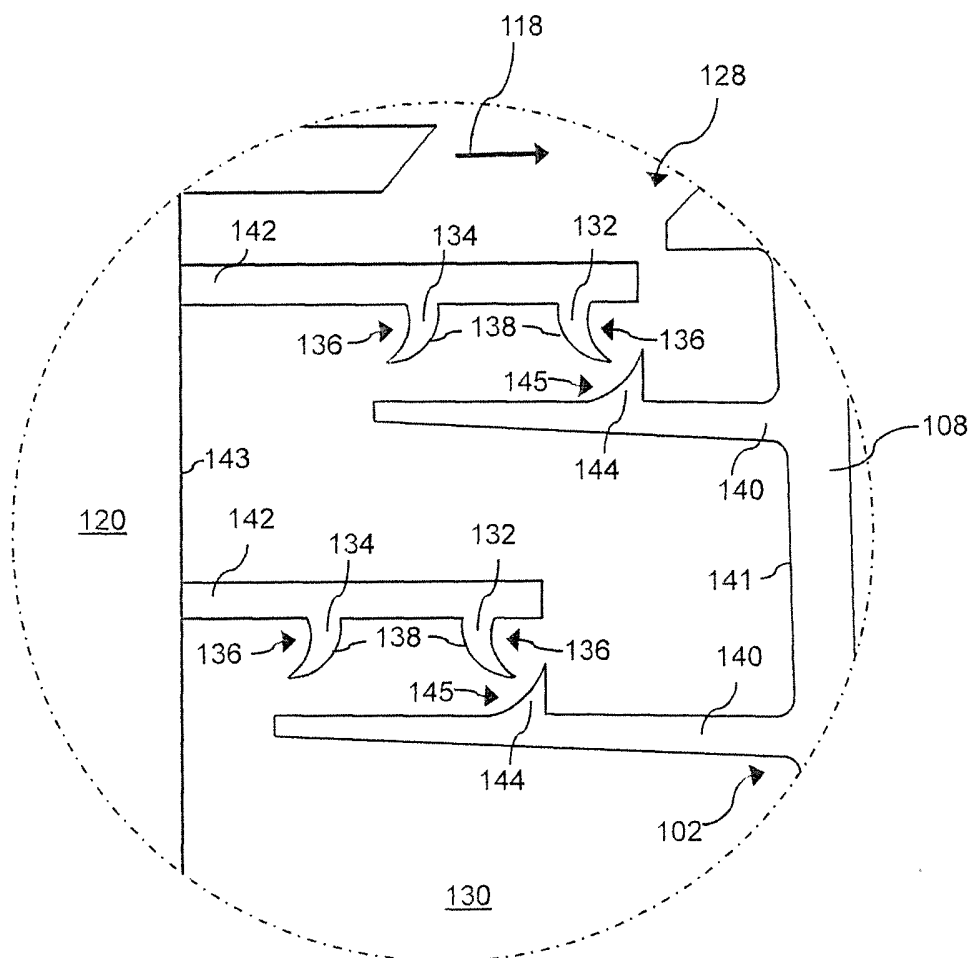


FIG. 3

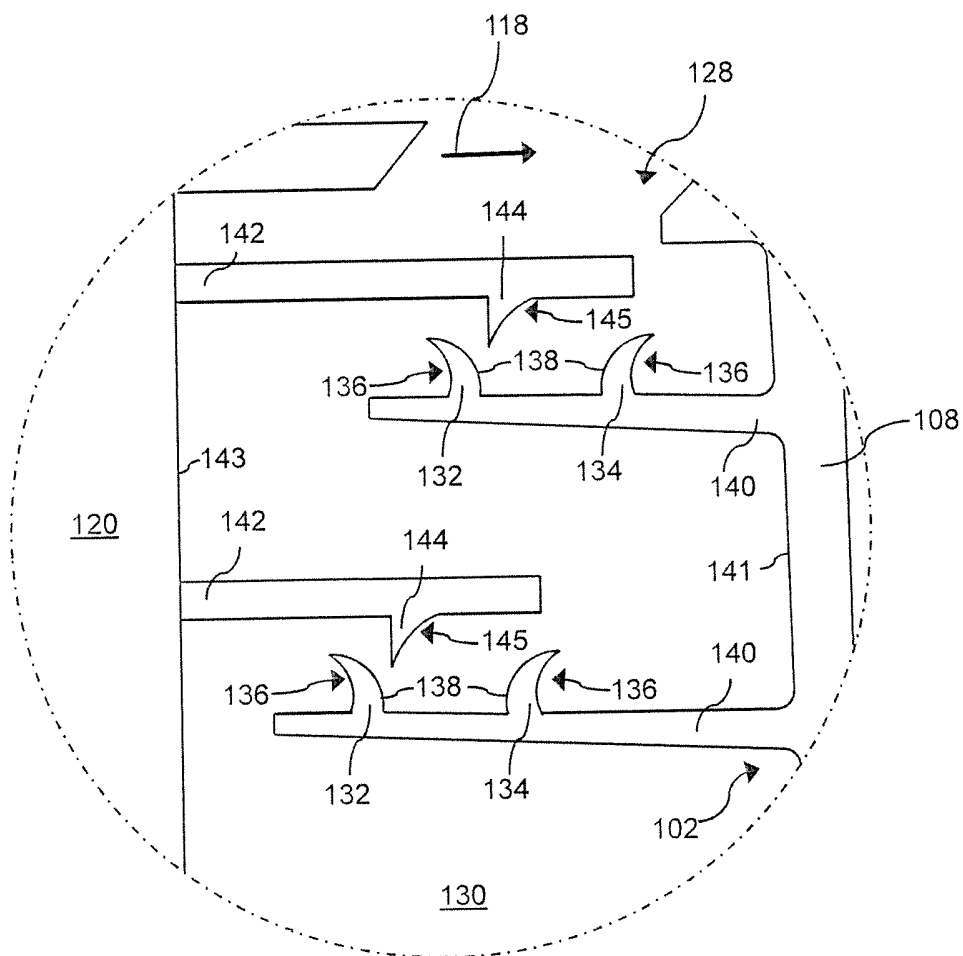


FIG. 4

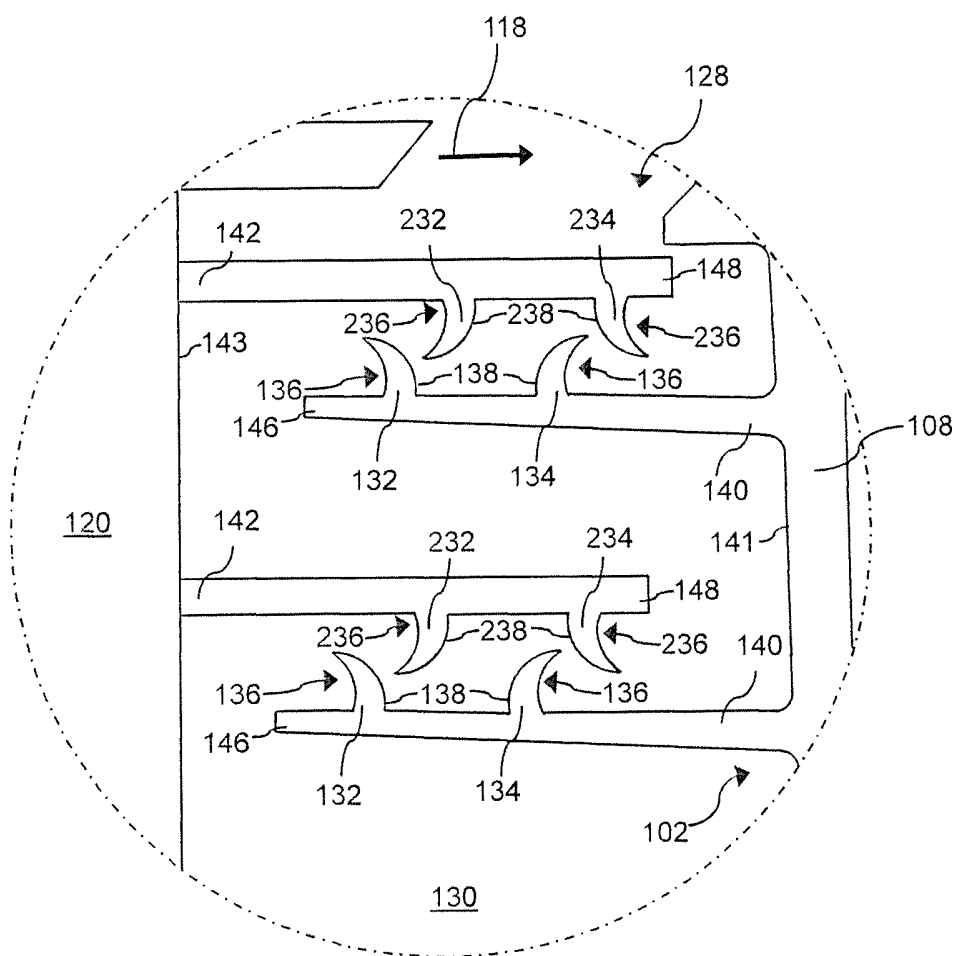


FIG. 5

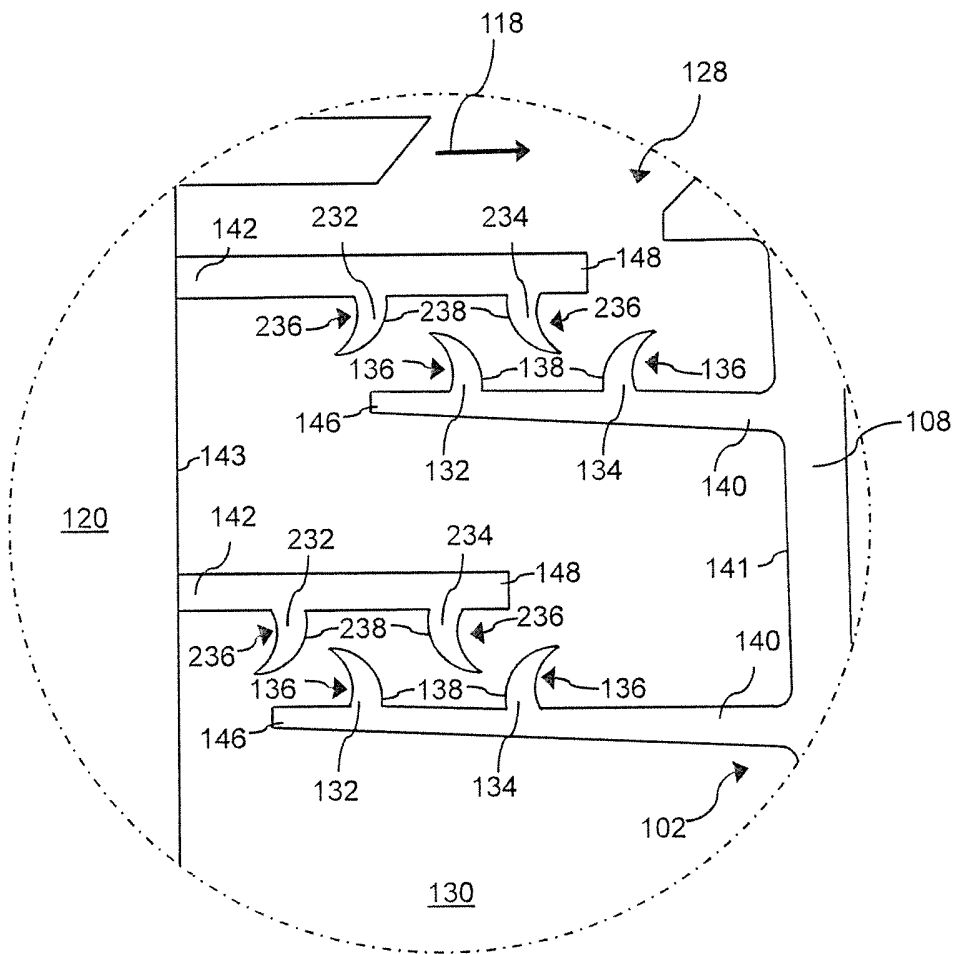


FIG. 6

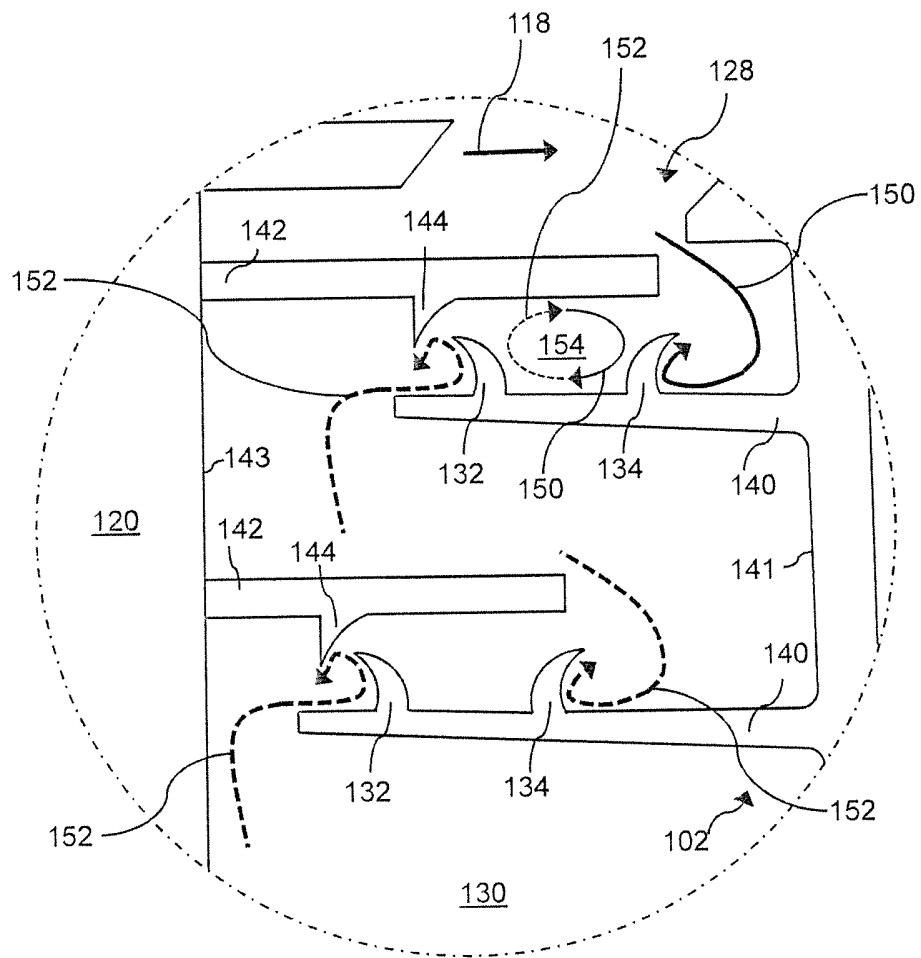


FIG. 7