



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 701 142 A2

(51) Int. Cl.: F02C 7/12 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

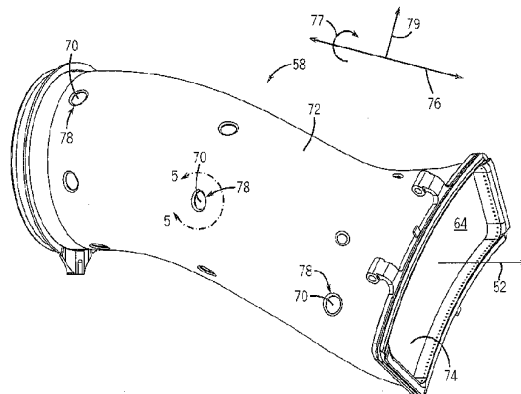
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer:	00772/10	(71) Anmelder:	General Electric Company, 1 River Road Schenectady, New York 12345 (US)
(22) Anmeldedatum:	17.05.2010	(72) Erfinder:	Wei Chen, Greer, South Carolina 29650 (US) Jesse Edwin Trout, Simpsonville, South Carolina 29681 (US) Jeffrey Lebegue, Simpsonville, South Carolina 29681 (US)
(43) Anmeldung veröffentlicht:	30.11.2010	(74) Vertreter:	R. A. Egli & Co. Patentanwälte, Horneeggstrasse 4 8008 Zürich (CH)
(30) Priorität:	19.05.2009 US 12/468,724		

(54) System zum Kühlen der Wand einer Gasturbinenbrennkammer.

(57) In einem Ausführungsbeispiel umfasst ein System eine Triebwerkswand (58). Die Triebwerkswand (58) weist eine Kaltseite (72) und eine Heissseite (74) auf. Die Triebwerkswand (58) ist mit einem oder mehreren Verdünnungslöchern (70) ausgebildet, wobei zu jedem der Verdünnungslöcher (70) gehört: eine erste Mündung auf der Kaltseite (72), eine zweite Mündung auf einer Heissseite (74), und ein Abschnitt einer Wärmebarrierenbeschichtung (TBC) (78), die auf der Kaltseite (72) angebracht ist und eine Öffnung aufweist, die die erste Mündung im Wesentlichen umgibt.



Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

[0001] Der im Vorliegenden beschriebene Gegenstand betrifft allgemein Gasturbinen und speziell Systeme zum Kühlen einer Wand einer Gasturbinenbrennkammer.

[0002] Eine Gasturbine umfasst einen Verdichter, eine Brennkammer und eine Turbine. Die Brennkammer ist dazu eingerichtet, ein Gemisch von Brennstoff und verdichteter Luft zu verbrennen, um heisse Verbrennungsgase zu erzeugen, die wiederum Laufschaufeln der Turbine antreiben. Die Verbrennung erzeugt entlang von Wänden der Brennkammer, der Turbine und anderer Komponenten eine erhebliche Menge von Wärme. Daher sind in der Gasturbine gewöhnlich ein oder mehrere Kühlmittelströme eingerichtet, um Wärme abzuführen. Beispielsweise wird häufig Luft aus dem Verdichter sowohl zur Kühlung als auch zur Verbrennung mit dem Brennstoff genutzt. Nachteilig ist, dass sich aufgrund der Temperaturdifferenz zwischen den heissen Verbrennungsgasen und den Kühlmittelströmen in gewissen Bereichen ein Hochtemperaturgradient entwickeln kann. Der Hochtemperaturgradient wiederum kann Wärmebelastungsrisse, Leckströme und sonstige Probleme hervorrufen. Diese Probleme können unter anderem die Leistung, Zuverlässigkeit und/oder Lebensdauer von Turbinenkomponenten beeinträchtigen.

Kurzbeschreibung der Erfindung

[0003] Im Folgenden sind spezielle Ausführungsbeispiele gemäss dem Gegenstand der ursprünglich vorliegenden Erfindung zusammenfassend beschrieben. Diese Ausführungsbeispiele sollen den Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung nicht beschränken, vielmehr sollen diese Ausführungsbeispiele lediglich eine Kurzbeschreibung möglicher Ausprägungen der Erfindung unterbreiten. In der Tat kann die Erfindung vielfältige Ausprägungen abdecken, die den nachstehend dargelegten Ausführungsbeispielen ähneln oder sich von diesen unterscheiden können.

[0004] In einem Ausführungsbeispiel ist ein System mit einer Gasturbine vorgesehen. Die Gasturbine enthält einen Übergangabschnitt, der ein im Wesentlichen ringförmiges Übergangsteil aufweist. Das Übergangsteil ist mit mehreren Verdünnungslöchern ausgebildet, die sich in Bezug auf eine Längsachse des Übergangsteils radial durch das Übergangsteil erstrecken. Jedes der mehreren Verdünnungslöcher weist auf einer Kaltseite des Übergangsteils eine eintrittsseitige Mündung, auf einer Heissseite des Übergangsteils eine austrittsseitige Mündung, und einen Abschnitt einer Wärmebarrierenbeschichtung (TBC) auf, die auf der Kaltseite angebracht ist, und die die eintrittsseitige Mündung im Wesentlichen umgibt.

[0005] In einem weiteren Ausführungsbeispiel ist ein System mit einer Brennkammerwand geschaffen. Die Brennkammerwand weist eine Kaltseite und eine Heissseite auf. Die Brennkammerwand ist darüber hinaus mit mehreren Verdünnungslöchern ausgebildet, die die Brennkammerwand durchqueren. Jedes Verdünnungslloch weist auf der Kaltseite eine eintrittsseitige Mündung und auf der Heissseite eine austrittsseitige Mündung auf. Jedes Verdünnungslloch weist ferner eine um die eintrittsseitige Mündung angeordnete Schrägläche auf. Zuletzt weist jedes Verdünnungslloch eine gesonderte Wärmebarrierenbeschichtung (TBC) auf, die auf der Kaltseite angebracht ist.

[0006] In noch einem weiteren Ausführungsbeispiel enthält ein System eine Triebwerkswand. Die Triebwerkswand weist eine Kaltseite und eine Heissseite auf. Die Triebwerkswand ist ferner mit einem oder mehreren Verdünnungslöchern ausgebildet, wobei jedes der Verdünnungslöcher eine erste Mündung auf der Kaltseite, eine zweite Mündung auf einer Heissseite und einen Abschnitt einer Wärmebarrierenbeschichtung (TBC) aufweist, die auf der Kaltseite angebracht ist, und eine Öffnung hat, die die erste Mündung im Wesentlichen umgibt.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0007] Diese und weitere Merkmale, Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden nach dem Lesen der nachfolgenden detaillierten Beschreibung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen verständlicher, in denen übereinstimmende Teile durchgängig mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen sind, wobei:

- Fig. 1 zeigt in einem Blockschaltbild ein Gasturbinensystem, zu dem ein Brennkammerabschnitt gehört, der ein Übergangsteil mit verbesserten thermischen Eigenschaften aufweist, gemäss einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 2 zeigt eine aufgeschnittene Seitenansicht des in Fig. 1 gezeigten Gasturbinensystems, gemäss einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 3 zeigt eine aufgeschnittene Seitenansicht einer Brennkammer, wie sie in Fig. 2 gezeigt ist, die ein Übergangsteil umfasst, das Verdünnungslöcher aufweist, die mit einer Wärmebarrierenbeschichtung (TBC) beschichtet sind, gemäss einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 4 veranschaulicht in einer perspektivischen Ansicht das Übergangsteil von Fig. 3, gemäss einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

- Fig. 5 veranschaulicht in einer Teilansicht eines Abschnitts der Aussenfläche des Übergangsteils, genommen innerhalb der gekrümmten Linie 5-5 von Fig. 4, ein mit TBC beschichtetes Verdünnungsloch, gemäss einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 6 zeigt in einer Querschnittsansicht, genommen längs der Schnittlinie 6-6 von Fig. 5, das Verdünnungsloch, gemäss einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 7 zeigt in einer Querschnittsansicht, genommen längs der Schnittlinie 6-6 von Fig. 5, das Verdünnungsloch, gemäss einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 8 zeigt in einer Querschnittsansicht, genommen längs der Schnittlinie 6-6 von Fig. 5, das Verdünnungsloch, gemäss noch einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 9 zeigt in einer Querschnittsansicht, genommen längs der Schnittlinie 6-6 von Fig. 5, das Verdünnungsloch, gemäss noch einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 10 zeigt in einer Querschnittsansicht, genommen längs der Schnittlinie 6-6 von Fig. 5, das Verdünnungsloch, gemäss noch einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung; und
- Fig. 11 zeigt in einer geschnittenen Teilansicht ein Ausführungsbeispiel einer TBC, die an dem Verdünnungsloch in dem Bereich angebracht werden kann, der durch die in Fig. 10 gezeigte gekrümmte Linie 11-11 definiert ist.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0008] Ein oder mehrere spezielle Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden weiter unten beschrieben. In dem Bemühen, eine kurzgefasste Beschreibung dieser Ausführungsbeispiele vorzulegen, sind möglicherweise nicht sämtliche Ausstattungsmerkmale einer tatsächlichen Verwirklichung in der Beschreibung aufgeführt. Es sollte klar sein, dass bei der Entwicklung einer jeden solchen Verwirklichung, wie in jedem technischen oder konstruktiven Projekt, zahlreiche für eine Verwirklichung spezifische Entscheidungen zu treffen sind, um spezielle Ziele der Entwickler zu erreichen, z.B. Konformität mit systembezogenen und wirtschaftlichen Beschränkungen, die von einer Verwirklichung zur anderen unterschiedlich sein können. Darüber hinaus sollte es klar sein, dass eine solche Entwicklungsbemühung komplex und zeitraubend sein könnte, jedoch nichtsdestoweniger für den Fachmann, der über den Vorteil dieser Offenbarung verfügt, eine Routine-massnahme der Entwicklung, Fertigung und Herstellung bedeuten würde.

[0009] Wenn Elemente vielfältiger Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung eingeführt werden, sollen die unbestimmten und bestimmten Artikel «ein» «eine», bzw. «der, die, das» etc. das Vorhandensein von mehr als einem Element einschliessen. Die Begriffe «umfassen», «enthalten» und «aufweisen» sind als einschliessend zu verstehen und bedeuten, dass möglicherweise zusätzliche Elemente vorhanden sind, die sich von den aufgelisteten Elementen unterscheiden. Darüber hinaus schliessen Beispiele von Betriebsparametern und/oder Umgebungsbedingungen sonstige Parameter/Bedingungen der offenbarten Ausführungsbeispiele nicht aus. Weiter sollte es klar sein, dass Bezüge auf «ein Ausführungsbeispiel» der vorliegenden Erfindung nicht als Ausschluss der Existenz zusätzlicher, die aufgeführten Merkmale ebenfalls beinhaltender Ausführungsbeispiele interpretiert wird.

[0010] Die vorliegende Offenbarung betrifft eine Gasturbinenbrennkammer mit einem Übergangsteil, das in der Lage ist, ein verbessertes thermisches Leistungsverhalten während des Betriebs einer Gasturbine zu schaffen. Bevor die Beschreibung fortgesetzt wird, werden zunächst mehrere häufig in der vorliegenden Offenbarung verwendete Begriffe definiert, um ein besseres Verständnis des behandelten Gegenstands zu ermöglichen. In dem hier verwendeten Sinne sollen sich die Begriffe «stromaufwärts» und «stromabwärts» in diesem Verständnis im Allgemeinen auf Richtungen in Bezug auf den Strom von Verbrennungsgasen im Innern der Brennkammer beziehen. D.h. falls nicht anders lautend angegeben, kann sich der Begriff «stromabwärts» auf die Richtung beziehen, in der ein Brennstoff-Luft-Gemisch verbrennt und von Brennstoffdüsen der Brennkammer weg und zu einer Turbine strömt. In ähnlicher Weise soll sich der Begriff «stromaufwärts», falls nicht anders lautend angegeben, in diesem Verständnis auf die Richtung beziehen, die entgegengesetzt zu der oben definierten «stromabwärts» verlaufenden Richtung verläuft. Weiter werden, wie es oben erwähnt ist, die Innenflächen einer Brennkammerwand und einer stromabwärts gelegenen Übergangsteilwand während des Betriebs einer Gasturbine aufgrund des Stroms heisser Verbrennungsgase entlang der Innenflächen dieser Komponenten im Vergleich zu deren entsprechenden Aussenflächen gewöhnlich bedeutend heisser. In dem hier verwendeten Sinne soll sich der Begriff «Heisseite» oder dgl., verwendet in Zusammenhang mit einem Übergangsteil oder einer Brennkammerwand, in diesem Verständnis auf eine Innenfläche beziehen (z.B. eine Fläche, die während des Turbinenbetriebs mit heissen Verbrennungsgasen unmittelbar in Berührung kommt), und der Begriff «Kaltseite» oder dgl. soll sich in diesem Verständnis auf eine Aussenfläche beziehen (z.B. eine Fläche, die während des Turbinenbetriebs nicht unmittelbar mit heissen Verbrennungsgase in Berührung kommt).

[0011] Darüber hinaus kann ein auch als «Übergangsabschnitt» oder «Übergangskanal» bezeichnetes Übergangsteil, wie weiter unten erörtert, gemäss Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung mit Verdünnungslöchern ausgebildet

sein, die auf der Kaltseite und/oder auf der Heissseite des Übergangsteils mit einer Wärmebarrierenbeschichtung (TBC) beschichtet sind, um thermische Eigenschaften des Übergangsteils zu verbessern. Somit sollen sich Begriffe wie «TBC-Verdünnungsloch», «TBC-Loch» oder dgl. in diesem Verständnis auf ein Verdünnungsloch beziehen, das mit einer TBC beschichtet wurde, wie weiter unten detaillierter beschrieben. Darüber hinaus kann die auf der Kaltseite liegende Mündung des TBC-Verdünnungslochs (z.B. die Mündung an der Aussenfläche) in Zusammenhang mit der Einführung eines Stroms von Verdünnungsluft durch die TBC-Verdünnungslöcher und in den Übergangsteilhohlraum und/oder in die Brennkammer auch als eine «Eintrittsseite» bezeichnet werden, und die auf der Heissseite liegende Mündung des TBC-Verdünnungslochs (z.B. die Mündung auf der Innenfläche) kann auch als eine «Austrittsseite» bezeichnet werden.

[0012] In speziellen Ausführungsbeispielen kann ein Übergangsteil einer Gasturbine, wie weiter unten beschrieben, mehrere TBC-Verdünnungslöcher aufweisen. Die TBC-Verdünnungslöcher können entlang des Umfangs und/oder axial längs des Übergangsteils angeordnet sein, und sie können sich (in Bezug auf eine Längsachse des Übergangsteils) radial durch die Übergangsteilwand erstrecken, um einen Pfad für Verdünnungsluft zu schaffen, so dass diese in den Übergangsteilhohlraum strömt. In einem Ausführungsbeispiel können die TBC-Verdünnungslöcher behandelt sein, um auf der Kaltseite des Übergangsteils einen Abschnitt der TBC aufzuweisen, der die eintrittsseitige Mündung des Verdünnungslochs im Wesentlichen umgibt. In einigen Ausführungsbeispielen kann die TBC der Kaltseite in Verbindung mit einer weiteren TBC eingesetzt werden, die auf der Heissseite des Übergangsteils angebracht ist. Im Betrieb kann das Anbringen einer TBC um die eintrittsseitige Mündung des Verdünnungslochs die Temperaturdifferenz zwischen der Heissseite und der Kaltseite der Übergangsteilwand reduzieren. Somit können Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung thermische Oszillation und das Temperaturgefälle über die Übergangsteilwand hinweg reduzieren, so dass die Wärme- und/oder Zugspannungen verringert sind, denen das Übergangsteil während des Betriebes der Turbine ausgesetzt ist. Beispielsweise kann das Auftreten von Rissbildung in den Übergangsteilwänden (besonders in Regionen in der Nähe der Verdünnungslöcher) und/oder eine Eindringen von heissem Gas von der Heissseite her zu der Kaltseite durch eine Verringerung der Wärme- und Zugspannungen, denen das Übergangsteil ausgesetzt ist, deutlich verringert oder ganz vermieden werden. Es ist klar, dass die oben erwähnten Vorteile unter anderem die Leistung, Zuverlässigkeit und Lebensdauer von Gasturbinenkomponenten verbessern können.

[0013] Indem nun auf die Zeichnungen eingegangen und zunächst auf Fig. 1 Bezug genommen wird, ist ein Blockschaubild eines Ausführungsbeispiels eines Turbinensystems 10 veranschaulicht. Wie weiter unten im Einzelnen erörtert wird, kann das offenbarte Turbinensystem 10 ein Übergangsteil verwenden, das TBC-Verdünnungslöcher aufweist, die verbesserte thermische Eigenschaften während des Turbinenbetriebs ermöglichen. Das Turbinensystem 10 kann zum Betrieb des Turbinensystems 10 flüssigen oder gasförmigen Brennstoff, z.B. Erdgas und/oder ein Wasserstoffreiches Synthesegas verwenden. Wie dargestellt, nehmen mehrere Brennstoffdüsen 12 einen zugeführten Brennstoff 14 auf, vermischen den Brennstoff mit Luft und geben das Brennstoff-Luft-Gemisch in ein Brennkammersystem 16 aus. Das Brennstoff-Luft-Gemisch verbrennt in einer Kammer im Innern des Brennkammersystems 16 und erzeugt dadurch heisse, unter Druck gesetzte Abgase. Das Brennkammersystem 16 lenkt die Abgase durch eine Turbine 18 in Richtung eines Auslasses 20 ins Freie. Während die Abgase durch die Turbine 18 strömen, bewirken die Gase, dass eine oder mehrere Turbinenschaufeln eine Welle 22 längs einer Achse des Systems 10 in Drehung versetzen. Wie zu sehen, kann die Welle 22 mit vielfältigen Komponenten des Turbinensystems 10 verbunden sein, beispielsweise mit einem Verdichter 24. Der Verdichter 24 weist ebenfalls Laufschaufeln auf, die mit der Welle 22 verbunden sein können. Während sich die Welle 22 dreht, rotieren auch die Laufschaufeln in dem Verdichter 24, wodurch Luft aus einer Luftansaugöffnung 26 durch den Verdichter 24 hindurch und in die Brennstoffdüsen 12 und/oder in das Brennkammersystem 16 hinein gedrückt wird. Die Welle 22 kann ferner mit einer Last 28 verbunden sein, die ein Fahrzeug oder eine stationäre Last sein kann, beispielsweise ein elektrischer Generator in einem Kraftwerk oder ein Propeller eines Luftfahrzeugs.

[0014] Selbstverständlich kann die Last 28 eine beliebige geeignete Vorrichtung beinhalten, die durch die Drehmomentabgabe des Turbinensystems 10 angetrieben werden kann.

[0015] Fig. 2 veranschaulicht eine aufgeschnittene Seitenansicht eines Ausführungsbeispiels des in Fig. 1 schematisch dargestellten Turbinensystems 10. Das Turbinensystem 10 weist eine oder mehrere Brennstoffdüsen 12 auf, die im Innern einer oder mehrerer Brennkammern 16 angeordnet sind. Eine Brennkammer 16 kann eine oder mehrere Brennkammerwände aufweisen, die in einer oder mehreren entsprechenden Strömungshülsen angeordnet sind. Eine Übergangsteil kann stromabwärts der Brennkammerwand angebracht sein und kann einen Pfad bilden, durch den Verbrennungsgase in die Turbine 18 strömen können. Wie oben erwähnt, kann das Übergangsteil gemäss Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung mit einer Anzahl von TBC-Verdünnungslochern perforiert sein, um ein verbessertes thermisches Leistungsverhalten der Brennkammer 16 zu schaffen. Wie weiter unten erörtert, kann jedes der TBC-Verdünnungslöcher behandelt sein, um auf der Kaltseite des Übergangsteils einen Abschnitt von TBC aufzuweisen, der die eintrittsseitige Mündung des Verdünnungslochs im Wesentlichen umgibt.

[0016] Im Betrieb wird Luft von dem Turbinensystem 10 durch die Luftansaugöffnung 26 aufgenommen und kann in dem Verdichter 24 verdichtet werden. Die verdichtete Luft kann anschliessend mit Brennstoff vermischt werden 14, um in der Brennkammer 16 verbrannt zu werden. Beispielsweise können die Brennstoffdüsen 12 ein Brennstoff-Luft-Gemisch in das Brennkammersystem 16 in einem Verhältnis injizieren, das geeignet ist die Verbrennung, die Emissionen, den Brennstoffverbrauch und die Leistungsabgabe zu optimieren. Die Verbrennung erzeugt heisse, unter Druck gesetzte Abgase, die anschliessend eine oder mehrere Laufschaufeln 32 in der Turbine 18 antreiben, um die Welle 22, und somit den Verdich-

ter 24, in Drehung zu versetzen und die Last 28 anzutreiben. Die Rotation der Turbinenschaufeln 32 bewirkt, dass sich die Welle 22 dreht, wodurch Laufschaufeln 34 in dem Verdichter 22 veranlasst werden, die durch die Ansaugöffnung 26 aufgenommene Luft anzusaugen und zu verdichten.

[0017] Indem nun mit Bezug auf Fig. 3 fortgefahren wird, ist eine detailliertere aufgeschnittene Seitenansicht eines Ausführungsbeispiels der Brennkammer 16 veranschaulicht, wie sie in Fig. 2 gezeigt ist. Die Brennkammer 16 ist im Wesentlichen strömungsmässig mit dem Verdichter 24 und der Turbine 18 verbunden. Der Verdichter 24 kann einen Diffusor 36 und einen Auslasssammelraum 38 aufweisen, die miteinander strömungsmässig verbunden sind, um das Kanalisieren von Luft stromabwärts (Pfeile 35) zu der Brennkammer 16 durchzuführen. In dem veranschaulichten Ausführungsbeispiel weist die Brennkammer 16 an dem stromaufwärts gelegenen Kopfe der Brennkammer 16 eine Abdeckplatte 40 auf. Die Abdeckplatte 40 kann die Brennstoffdüsen 12 wenigstens teilweise tragen und kann ausserdem einen Pfad bilden, durch den Luft und Brennstoff zu den Brennstoffdüsen 12 geleitet werden.

[0018] Wie gezeigt, weist die Brennkammer 16 eine hohle Ringwand auf, die dazu eingerichtet ist, Verdichterluft von dem Sammelraum 38 aufzunehmen. Beispielsweise weist die Brennkammer 16 eine Brennkammerwand 42 auf, die in einer Strömungshülse 44 angeordnet ist. Die Anordnung der Brennkammerwand 42 und der Strömungshülse 44 ist, wie in Fig. 3 gezeigt, im Wesentlichen konzentrisch und kann einen ringförmigen Durchlasskanal 46 bilden. In speziellen Ausführungsbeispielen können die Strömungshülse 44 und die Brennkammerwand 42 eine erste oder stromaufwärts gelegene hohle Ringwand der Brennkammer 16 definieren. Das Innere der Brennkammerwand 42 kann eine im Wesentlichen zylindrische oder ringförmige Brennkammer 48 definieren. Die Strömungshülse 44 kann darüber hinaus mehrere Einlässe 50 aufweisen, die für wenigstens einen Teil der aus dem Verdichter 24 stammenden Luft einen Strömungspfad in den ringförmigen Durchlasskanal 46 bilden. D.h., die Strömungshülse 44 kann mit einem Muster von Öffnungen perforiert sein, um eine perforierte Ringwand zu bilden. Stromabwärts der Brennkammerwand 42 und der Strömungshülse 44 (beispielsweise in Richtung 52) kann eine (auch als «Prallhülse» bezeichnete) zweite Strömungshülse 54 mit der Strömungshülse 44 verbunden sein. Die Richtung 52 kann somit in Bezug auf den Verbrennungsgasstrom, der von den Brennstoffdüsen 12 weg und durch die Brennkammerwand 42 und durch ein Übergangsteil 58 strömt, eine stromabwärts verlaufende Richtung repräsentieren.

[0019] Wie in dem veranschaulichten Ausführungsbeispiel gezeigt, kann die Strömungshülse 44 einen Befestigungsflansch 56 aufweisen, der dazu eingerichtet ist, einen Abschnitt der Prallhülse 54 aufzunehmen. Das Übergangsteil 58 kann in der Prallhülse 54 angeordnet sein, und es kann über ein Verbindungselement (z.B. einen Flansch), ein Dichtungselement oder eine gewisse Kombination von diesen mit dem stromabwärts gelegenen Ende der Brennkammerwand 42 verbunden sein. Eine konzentrische Anordnung der Prallhülse 54 und des Übergangsteils 58 kann einen ringförmigen Durchlasskanal 60 bilden. Wie gezeigt, ist der ringförmige Durchlasskanal 60 mit dem ringförmigen Durchlasskanal 46 strömungsmässig verbunden. In speziellen Ausführungsbeispielen kann die Prallhülse 54 und das Übergangsteil 58 eine zweite oder stromabwärts gelegene hohle Ringwand der Brennkammer 16 definieren. Die Prallhülse 54 kann mehrere Einlässe 62 (z.B. eine perforierte Ringwand) aufweisen, die für wenigstens einen Teil der Luft aus dem Verdichter 24 einen Strömungspfad in den ringförmigen Durchlasskanal 60 bilden kann. Somit definieren die Elemente 42, 44, 54 und 58 gemeinsam eine hohle Ringwand (z.B. stromaufwärts und stromabwärts gelegene Abschnitte), die dazu eingerichtet ist, den Brennstoffdüsen 12 einen Luftstrom zuzuführen. Darüber hinaus kann der den Brennstoffdüsen 12 zugeführte Luftstrom mit Blick auf die von der Verbrennung erzeugte Wärme der Brennkammer 16 ausserdem einen gewissen Grad von Kühlung bereitstellen. Ein innerer Hohlraum 64 des Übergangsteils 58 stellt im Wesentlichen einen Pfad bereit, über den Verbrennungsgase aus der Brennkammer 48 durch einen Turbinenleitapparat 66 und in die Turbine 18 gelenkt werden können.

[0020] Wie oben erörtert, saugt das Turbinensystem 10 im Betrieb Luft durch die Luftansaugöffnung 26 an. Der Verdichter 24, der durch die Welle 22 angetrieben wird, dreht sich und verdichtet die Luft, und die verdichtete Luft wird, wie durch die in Fig. 3 gezeigten Pfeile 35 angedeutet, in den Diffusor 36 ausgestossen. Der Hauptteil der verdichteten Luft wird ferner aus dem Verdichter 24, über den Diffusor 36, durch einen Sammelraum 38 in die Brennkammer 16 ausgestossen. Obwohl im Vorliegenden nicht im Einzelnen gezeigt, kann ein kleinerer Teil der verdichteten Luft stromabwärts geleitet werden, um andere Komponenten der Gasturbine 10 zu kühlen. Ein Teil der verdichteten Luft in dem Sammelraum 38 kann über die Einlässe 62 in den ringförmigen Durchlasskanal 60 eintreten. Die in den ringförmigen Durchlasskanal 60 eintretende Luft wird anschliessend stromaufwärts (z.B. in Richtung von Brennstoffdüsen 12) hin zu dem ringförmigen Durchlasskanal 46 geleitet, der strömungsmässig mit dem ringförmigen Durchlasskanal 60 verbunden ist. D.h., ein Strömungspfad in der (in Bezug auf eine Richtung 52) stromaufwärts verlaufenden Richtung ist durch die ringförmigen Durchlasskanäle 46 (die durch die Hülse 44 und die Brennkammerwand 42 gebildet sind) und den (durch die Hülse 54 und das Übergangsteil 58 gebildeten) ringförmigen Durchlasskanal 60 definiert. Die in den ringförmigen Durchlasskanal 60 eintretende Verdichterluft kann somit damit fortfahren, stromaufwärts in den ringförmigen Durchlasskanal 46 und in Richtung der Abdeckplatte 40 und der Brennstoffdüsen 12 zu strömen. Gleichzeitig kann ein Teil der verdichteten Luft aus dem Sammelraum 38 ausserdem über die Einlässe 50 in den ringförmigen Durchlasskanal 46 eintreten. D.h., der ringförmige Durchlasskanal 46 kann einen stromaufwärts verlaufenden Luftstrombeitrag sowohl von dem ringförmigen Durchlasskanal 60 als auch von den Einlässen 50 aufnehmen. Durch die Brennstoffdüsen 12 aufgenommene Luft wird anschliessend mit Brennstoff 14 vermischt und in der Brennkammer 48 gezündet. Die sich ergebenden Verbrennungsgase werden anschliessend (weg von den Brennstoffdüsen 12) durch die Brennkammer 48 und durch den Übergangsteilhohlraum 64 und, wie durch Pfeile 52 angedeutet, durch den Turbinenleitapparat 66 nach aussen zu der Turbine 18 (Fig. 2) stromabwärts geleitet.

[0021] Wie oben erörtert, können spezielle Ausführungsbeispiele der Erfindung ausserdem einen Strom von Verdünnungsluft in den Übergangsteilhohlraum 64 vorsehen. Beispielsweise kann das Übergangsteil 58, wie in Fig. 3 veranschaulicht, ebenfalls mit einer Anzahl von TBC-Verdünnungslöchern 70 perforiert sein. In dem veranschaulichten Ausführungsbeispiel kann die über die TBC-Verdünnungslöcher 70 zugeführte Verdünnungsluft ein Teil der Verdichterluft sein, die (über die Einlasse 62 auf der Prallhülse 54) in dem ringförmigen Durchlasskanal 60 aufgenommen wird. Es ist klar, dass Verdünnungsluft zur Förderung der Kühlung und/oder Wärmeabsorption, zur Beeinflussung und/oder Steuerung des Profils von Abgasen, zur Verbesserung des Wirkungsgrads der Verbrennung, zur Einflussnahme auf Emissionscharakteristiken oder zu einer Kombination davon genutzt werden kann. Beispielsweise können in einigen Turbinenanwendungen von dem Verbrennungsprozess stammende Emissionen auf Stickstoff basierende Oxidverbindungen (NO_x), Kohlenmonoxide und unverbrannte Kohlenwasserstoffe enthalten. Die Oxidation von Stickstoff ist gewöhnlich durch die Temperatur der in der Brennkammer 16 erzeugten Verbrennungsgase beeinflusst. Durch Verringern der Temperatur in der Brennkammer 16 kann die Entstehung von NO_x reduziert werden. Daher kann in einer Anwendung Verdünnungsluft über die TBC-Verdünnungslöcher 70 in den Übergangsteilhohlraum 64 eingeführt werden, um Kühlung bereit zu stellen und auf diese Weise die Temperatur der Verbrennungsgase auf einen Pegel zu reduzieren, bei dem die Bildung von NO_x bedeutend verringert oder ausgeschlossen ist.

[0022] Wie ausserdem klar, ist die Temperatur der durch die Brennkammer 48 und den Hohlraum 64 strömenden Verbrennungsgase gewöhnlich wesentlich höher als die Temperatur der Verdichterluft, die durch die ringförmigen Durchlasskanäle 46 und 60 strömt. Lediglich als Beispiel erwähnt, kann die Temperatur der (über die Einlasse 50 und 60 aufgenommenen) Verdichterluft, die durch die ringförmigen Durchlasskanäle 46 und 60 längs einer Kaltseite 72 des Übergangsteils 58 (in Richtung der Brennstoffdüsen 12) stromaufwärts strömt, etwa 100 bis 1000 Grad Fahrenheit betragen, wohingegen die Temperatur der Verbrennungsgase, die (weg von den Brennstoffdüsen 12) durch den Übergangsteilhohlraum 64 längs einer Heisseite 74 des Übergangsteils 58 stromabwärts strömen, etwa 2000 bis 3500 Grad Fahrenheit betragen kann. D.h., die Temperaturdifferenz zwischen der Heisseite 74 und der Kaltseite 72 kann Werte von wenigstens 1000, 1500 oder 2000 Grad Fahrenheit überschreiten. Somit kann das Temperaturverhältnis der Heisseite 74 gegenüber der Kaltseite 72 Werte von mindestens 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 oder 10 überschreiten. Weiter sind die oben erwähnten Temperaturbereiche, Differenzen und Verbrennungsgase/Verdichterluft-Verhältnisse lediglich als Beispiele angegeben, und die Temperatur der Verbrennungsgase und der Verdichterluft kann in zusätzlichen Ausführungsbeispielen grösser oder kleiner sein als die oben erwähnten speziellen Beispiele. Somit können herkömmliche Turbinensysteme einem bedeutenden Temperaturgefälle zwischen der Kaltseite 72 und der Heisseite 74 des Übergangsteils 58 ausgesetzt sein. Gemäss Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung kann jedes der Verdünnungslöcher 70 behandelt sein, um auf der Kaltseite 72 des Übergangsteils 58 einen Abschnitt von TBC aufzuweisen, der die eintrittsseitige Mündung eines entsprechenden Verdünnungslochs 70 im Wesentlichen umgibt. Wie weiter unten erörtert, kann das Anbringen einer TBC an der Kaltseite 72 des Übergangsteils 58 und um die eintrittsseitige Mündungen der Verdünnungslöcher 70 die Wärme- und/oder Zugspannungen reduzieren, denen das Übergangsteil 58 andernfalls ausgesetzt ist, und somit den Betrieb und die Leistung einer Turbine verbessern.

[0023] Mit Bezugnahme auf Fig. 4 ist eine perspektivische Ansicht eines Ausführungsbeispiels des Übergangsteils 58 veranschaulicht. In dem veranschaulichten Ausführungsbeispiel kann das Übergangsteil 58 mehrere TBC-Verdünnungslöcher 70 aufweisen, die in Bezug auf eine Längsachse 76 des Übergangsteils 58 sowohl axial (Richtung 76) als auch entlang des Umfangs (Richtung 77) angeordnet sind, wie durch die dargestellten Bezugsachsen gezeigt. Jedes TBC-Verdünnungsloch 70 kann sich radial (entlang der Achse 79) durch das Übergangsteil 58 erstrecken und kann durch eine auf der Kaltseite 72 angeordnete erste Mündung (eintrittsseitige Mündung) und eine auf der Heisseite 74 des Übergangsteils 58 angeordnete zweite Mündung (austrittsseitige Mündung) definiert sein. Wie oben erwähnt, kann jedes TBC-Verdünnungsloch 70 behandelt sein, um auf der Kaltseite 72 einen Abschnitt von TBC 78 aufzuweisen, der die eintrittsseitige Mündung des Verdünnungslochs 70 im Wesentlichen umgibt. Das Anbringen der TBC 78 in dieser Weise kann den Temperaturgradienten zwischen der Kaltseite 72 und der Heisseite 74 des Übergangsteils 58 reduzieren, so dass Wärme- und/oder Zugspannungen verringert werden, denen das Übergangsteil 58 während des Betriebes der Gasturbine 10 ausgesetzt ist. D.h., das Übergangsteil 58 kann ein Muster von TBC-Abschnitten 78 aufweisen, die den Verdünnungslöchern 70 entsprechen. Das Muster von TBC-Abschnitten 78 kann vereinzelt oder kontinuierlich sein, wobei es sich versteht, dass das Muster von TBC-Abschnitten 78 im Allgemeinen nicht die gesamte Kaltseite 72 des Übergangsteils 58 bedeckt. Während das dargestellte Ausführungsbeispiel TBC-Verdünnungslöcher 70 sowohl in axialer Richtung als auch in Umfangsrichtung als im Wesentlichen linear angeordnet zeigt, sollte darüber hinaus klar sein, dass die TBC-Verdünnungslöcher 70 in anderen Ausführungsbeispielen in einem beliebigen geeigneten Muster angeordnet sein können. Beispielsweise können die TBC-Verdünnungslöcher 70 lediglich in der Axialrichtung 76 im Wesentlichen linear angeordnet sein, oder sie können lediglich in Umfangsrichtung 77 im Wesentlichen linear angeordnet sein. Ferner können die TBC-Verdünnungslöcher 70 in der Axialrichtung 76 und/oder in der Umfangsrichtung 77 in einer nicht linearen Weise angeordnet sein. Darüber hinaus sollte es klar sein, dass die TBC-Verdünnungslöcher 70 eine konstante Abmessung aufweisen können, oder dass sie hinsichtlich ihrer Abmessung variieren können. Beispielsweise können die TBC-Verdünnungslöcher 70 entlang des Umfangs und/oder in der axialen Richtung abwechselnd mit einem ersten Durchmesser und einem zweiten Durchmesser bemessen sein. Vielfältige Ausführungsbeispiele der TBC-Verdünnungslöcher 70 werden im Folgenden anhand von Fig. 5-11 beschrieben.

[0024] Indem nun mit Fig. 5 fortgefahren wird, ist eine partielle Draufsicht der Kaltseite 72 des Übergangsteils 58 innerhalb des kreisförmigen Bereichs veranschaulicht, der durch die in Fig. 4 gezeigte gekrümmte Linie 5-5 definiert ist. Der veranschaulichte Abschnitt des Übergangsteils 58 weist ein im Wesentlichen kreisförmiges Verdünnungsloch 70 auf, das sich radial (entlang der Achse 79) durch die Übergangsteilwand hindurch erstreckt. Wie in Fig. 5 gezeigt, kann das Verdünnungsloch 70 einen Abschnitt von TBC 78 aufweisen, die an der Kaltseite 72 des Übergangsteils 58 so angebracht ist, dass die TBC 78 im Wesentlichen rund ist und eine Öffnung aufweist, die die eintrittsseitige Mündung 81 des Verdünnungslochs 70 im Wesentlichen umgibt. Während das hier veranschaulichte Ausführungsbeispiel ein im Wesentlichen rundes Loch 70 aufweist, sollte es klar sein, dass eine beliebige geeignete geometrische Gestalt des Verdünnungslochs 70 und dessen entsprechender TBC 78 genutzt werden kann. Beispielsweise kann das Verdünnungsloch 70 und/oder die TBC 78 in anderen Ausführungsbeispielen quadratisch, rechteckig, oval, dreieckig, und so fort, gestaltet sein. In der Tat kann mit Blick auf das Verdünnungsloch 70 und die TBC 78 jede geeignete Kombination von Geometrien verwendet werden, wobei es sich versteht, dass die TBC 78 unabhängig von der verwendeten speziellen Lochgeometrie an der Kaltseite 72 so angebracht sein kann, dass sie die eintrittsseitige Mündung 81 des Verdünnungslochs 70 im Wesentlichen umgibt.

[0025] Es ist klar, dass der jedes Verdünnungsloch 70 durchquerende Kühlluftstrom Wärme mit der grössten Effizienz von dem Übergangsteil 58 in der Nähe jedes Verdünnungslochs 70 abführt. Insbesondere vergrössert das Verdünnungsloch 70 die Oberflächengrösse (z.B. die Innenfläche des Lochs 70) für den Kühlluftstrom, um das Übergangsteil 58 konvektiv zu kühlen. Im Ergebnis ruft der Kühlluftstrom in der Nähe jedes Verdünnungslochs 70 eine grössere erzwungene konvektive Kühlung hervor, als in Bereichen, die keine Verdünnungslöcher 70 aufweisen. Von Nachteil ist, dass diese mittels eines Luftstroms durch jedes Verdünnungsloch 70 gesteigerte Kühlung ohne das Vorhandensein der TBC 78 einen grösseren Temperaturgradienten in der Nähe jedes Verdünnungslochs 70 erzeugt. In den vorliegenden Ausführungsbeispielen ist die TBC 78 dazu eingerichtet, die konvektive Kühlung durch den Kühlluftstrom in der Nähe jedes Verdünnungslochs 70 wenigstens teilweise thermisch zu isolieren und zu reduzieren. D.h., die Abmessung, Dicke, Oberflächengrösse, stoffliche Zusammensetzung und die allgemeinen Eigenschaften der TBC 78 können so ausgewählt sein, dass die erhöhte konvektive Kühlung, die durch den Kühlluftstrom hervorgerufen wird, der jedes Verdünnungsloch 70 durchquert, verringert ist, um dadurch eine gleichmässiger Temperaturverteilung in der Nähe jedes Verdünnungslochs 70 zu erzielen. Falls der durch jedes Verdünnungsloch 70 strömende Kühlluftstrom beispielsweise das um das Verdünnungsloch 70 vorhandene Temperaturprofil in Abhängigkeit von der Tiefe des Verdünnungslochs 70 und von der Entfernung zu diesem um einen gewissen Prozentsatz verändert, kann die TBC 78 in einer gewissen Dicke und über einen gewissen Bedeckungsbereich rund um das Verdünnungsloch 70 angebracht werden, um dieser Veränderung des Temperaturprofils entgegenzuwirken.

[0026] Das in Fig. 5 dargestellte TBC-Verdünnungsloch 70 wird verständlicher mit Bezug auf Fig. 6, die das Verdünnungslochs 70 in einer Querschnittsansicht, genommen längs der Schnittlinie 6-6 von Fig. 5, zeigt. Wie gezeigt, ist der Abschnitt der TBC 78 auf der Kaltseite 72 des Übergangsteils 58 so ausgebildet, dass die TBC 78 die eintrittsseitige Mündung 81 des Verdünnungslochs 70 im Wesentlichen umgibt. Wie oben erörtert, kann das Anbringen der TBC 78 dazu beitragen, das Temperaturgefälle zwischen der Kaltseite 72 und der Heissseite 74 des Übergangsteils 58 insbesondere im Wesentlichen in der Nähe der Verdünnungslöcher 70 zu reduzieren, und kann die Turbinenleistung beispielsweise durch die Verringerung von Wärme- und/oder Zugspannungen verbessern, denen das Übergangsteil 58 im Betrieb ausgesetzt ist. In dem veranschaulichten Ausführungsbeispiel kann die Heissseite 74 des Übergangsteils mit einer weiteren TBC 80 beschichtet sein. Beispielsweise kann die TBC 80 im Wesentlichen an der gesamten Heissseite 74 des Übergangsteils 58 oder lediglich an einem Abschnitt der Heissseite 74 angebracht sein. Es ist klar, dass die Kombination der TBC 80 an der Heissseite 74 und der TBC 78 an der Kaltseite 72 das Temperaturgefälle in dem Übergangsteil 58 weiter reduzieren und die Turbinenleistung somit zusätzlich verbessern kann. Während das dargestellte Ausführungsbeispiel das Verdünnungsloch 70 mit einer Kaltseiten-TBC 78 und einer Heissseiten-TBC 80 zeigt, sollte es klar sein, dass vielfältige weitere Ausführungsbeispiele des Übergangsteils 58 die TBC 78 ohne die TBC 80, oder die TBC 80 ohne die TBC 78 aufweisen können. D.h., Ausführungsbeispiele des Übergangsteils 58 können lediglich die TBC 78, lediglich die TBC 80, oder eine Kombination sowohl der TBC 78 als auch der TBC 80 an der Eintrittsseite 81 bzw. an einer Austrittsseite 83 des Verdünnungslochs 70 aufweisen.

[0027] Wie ausserdem klar, können die Abmessungen des Verdünnungslochs 70, der TBC 78 und der TBC 80 abhängig von den speziellen thermischen Eigenschaften variieren, die für eine spezielle Anwendung erforderlich sind. Lediglich als Beispiel können spezielle Ausführungsbeispiele des Verdünnungslochs 70 einen Durchmesser 82 von höchstens etwa 1 bis 100 Millimeter, oder spezieller 5 bis 70 Millimeter aufweisen. Es ist jedoch selbstverständlich, dass weitere Ausführungsbeispiele des Verdünnungslochs 70 einen Durchmesser von mehr als 100 Millimeter oder weniger als 1 Millimeter aufweisen können. Das Verdünnungsloch 70 kann mittels einer beliebigen geeigneten Technik ausgebildet sein, z.B. Fräsen, Giessen, Pressen oder Laserätzen/Laserschneiden. In einigen Ausführungsbeispielen kann der Durchmesser 84 des TBC-Abschnitts 78 proportional zu dem Durchmesser 82 des Verdünnungslochs 70 sein. Beispielsweise kann der Durchmesser 84 des TBC-Abschnitts 78 mit etwa dem 1,5, 2, 2,5, 3 oder 3,5fachen des Durchmesser 82 des Verdünnungslochs 70 bemessen sein. Es ist selbstverständlich, dass der Durchmesser 84 der TBC 78 in anderen Ausführungsbeispielen kleiner als das 1,5fache oder grösser als das 3,5fache des Durchmessers 82 des Verdünnungslochs 70 betragen kann. Darüber hinaus kann die Oberflächengrösse des TBC-Abschnitts 78 als ein Vielfaches oder als ein Bruchteil der Oberflächengrösse der eintrittsseitigen Mündung bestimmt werden. Beispielsweise kann die Oberflächengrösse des TBC-Abschnitts höchstens etwa das 0,25, 0,5, 0,75, 1, 1,5, 2, 2,5, 3, 4 oder 5fache der Oberflächengrösse der eintrittseitigen Mündung 81 des Verdünnungslochs 70 betragen.

[0028] Wie ebenfalls gezeigt, kann die Wand des Übergangsteils 58 eine durch Bezugszeichen 86 angezeigte Dicke aufweisen. In speziellen Ausführungsbeispielen kann die Dicke 86 der Wand des Übergangsteils mit höchstens etwa 0,1 bis 2 Millimeter, oder spezieller 0,12 bis 1,6 Millimeter bemessen sein. Auch hier sollte es klar sein, dass die Dicke 86 in anderen Ausführungsbeispielen auch kleiner als 0,1 Millimeter oder grösser als 2 Millimeter sein kann. In dem veranschaulichten Ausführungsbeispiel weist das Verdünnungsloch 70 eine Dicke auf, die gleich der Dicke 86 der Übergangsteilwand ist. Darüber hinaus kann auch die Dicke der TBC 78 und der TBC 80 variieren. Beispielsweise kann die TBC 78 in speziellen Ausführungsbeispielen eine Dicke von höchstens etwa 0,01 bis 2 Millimeter, oder spezieller 0,025 bis 1,6 Millimeter aufweisen. In ähnlicher Weise kann die TBC 80 eine Dicke von höchstens etwa 0,01 bis 2 Millimeter, oder spezieller 0,025 bis 1,6 Millimeter aufweisen. In weiteren Ausführungsbeispielen kann die Dicke der TBC 78 und/oder der TBC 80 jedoch kleiner als 0,01 Millimeter oder grösser als 2 Millimeter sein. Darüber hinaus können die TBC 78 und die TBC 80 in einigen Ausführungsbeispielen dieselbe Dicke aufweisen, oder sie können verschiedene Dicken aufweisen. Die Dicke der TBC 78 auf der Kaltseite 72 kann für sämtliche Verdünnungslöcher 70 übereinstimmen, oder sie kann über die Verdünnungslöcher 70 hinweg variieren. Beispielsweise kann ein erstes Verdünnungsloch 70 auf dem Übergangsteil 58 eine erste Dicke aufweisen, und ein zweites Verdünnungsloch 70 auf dem Übergangsteil 58 kann eine zweite Dicke aufweisen, die sich von der ersten Dicke unterscheidet.

[0029] Lediglich als Beispiel kann das Vorhandensein der TBC 78 in speziellen Ausführungsbeispielen das Temperaturgefälle in der Übergangsteilwand insbesondere im Wesentlichen in der Nähe des Verdünnungslochs 70 mindestens um Werte verringern, die etwa 200-500 Grad Fahrenheit überschreiten. Wärmebarrierenbeschichtungen, z.B. TBC 78 und TBC 80, können neben der Bereitstellung des thermischen Schutzes und der Verringerung des Temperaturgradienten ausserdem Korrosionsschutz vorsehen und die Beständigkeit gegen mechanischen Verschleiss verbessern. Die TBC 78 und die TBC 80 können unter Verwendung einer Anzahl geeigneter Werkstoffe erzeugt sein. Lediglich als Beispiel kann die TBC 78 oder 80 mit Yttriumoxid stabilisierte Zirkonerde (YSC), Platin-aluminid oder Nickel-Kobalt beinhalten, das mit einem Cr-Al-Y-Material kombiniert wird (wobei Cr Chrom ist, Aluminium Al ist, und Y entweder Yttrium, Zirkonium, Titan oder Hafnium ist). Darüber hinaus können die TBC 78 und/oder die TBC 80 aus dem gleichen oder aus unterschiedlichen Materialien ausgebildet sein. Darüber hinaus können die Wärmebarrierenbeschichtungen mittels einer beliebigen geeigneten Technik angebracht sein, beispielsweise Luftplasmasprühen (APS), Elektronenstrahl-PVD-Beschichtung (EB-PVD), elektrostatische sprühstrahlunterstützte Abscheidung aus der Dampfphase (ESAVD) oder unmittelbare Abscheidung aus der Dampfphase. Darüber hinaus können die TBC 78 und/oder die TBC 80 in einigen Ausführungsbeispielen eine TBC des Super-B-Typs sein, die auf einer gewünschten Wärmeleitfähigkeit basiert, um ein angestrebtes ausgeglichenes Temperaturgefälle in dem Übergangsteil 58 zu erzielen.

[0030] Mit Bezugnahme auf Fig. 7 ist eine längs der Schnittlinie 6-6 von Fig. 5 genommene Schnittansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels des Verdünnungslochs 70 veranschaulicht. Das in Fig. 7 gezeigte Verdünnungsloch 70 ähnelt dem oben mit Bezug auf Fig. 6 beschriebenen Ausführungsbeispiel, mit dem Unterschied, dass die Kaltseite 72 des Übergangsteils 58 rund um die eintrittsseitige Mündung 81 des Verdünnungslochs 70 eine im Wesentlichen konisch ausgebildete Schrägfläche 91 aufweist. Die abgeschrägte eintrittsseitige Mündung in Fig. 7 kann im Vergleich zu dem in Fig. 6 gezeigten, nicht abgeschrägten Ausführungsbeispiel verbesserte dynamische Strömungsverhältnisse ermöglichen. Beispielsweise kann die Verwendung der Schrägfläche Grenzschichtablösung reduzieren und den Verdünnungsluftstrom, während dieser längs der Kaltseite 72 (z.B. in dem ringförmigen Durchlasskanal 60) durch die eintrittsseitige Mündung 81 des Verdünnungslochs 70 und in den Übergangsteilhohlraum 64 strömt, in besserem Kontakt mit der Übergangsteilwand halten. Die Schrägfläche 91 kann ausserdem eine Rezirkulation von heissem Gas (z.B. über Verbrennungsgase im Inneren des Übergangsteils 58) vermindern, indem sie das über die Heisseite 74 und die Kaltseite 72 hinweg vorhandenen Temperaturgefälle verringert, und kann auf diese Weise die Temperatur der Übergangsteilwand in der Nähe des Verdünnungslochs 70 weiter reduzieren.

[0031] Wie gezeigt, kann die um die eintrittsseitige Mündung 81 des Verdünnungslochs 70 ausgebildete Schrägfläche 91 einen Winkel 90 aufweisen. In speziellen Ausführungsbeispielen kann der Winkel 90 höchstens etwa 15, 30, 45, 60 oder 75 Grad betragen. In weiteren Ausführungsbeispielen kann der Winkel 90 kleiner als 15 Grad oder grösser als 75 Grad sein. Weiter ist klar, dass die Dicke 92 (z.B. die vertikale Höhe) des Verdünnungslochs 70 aufgrund der Schrägfläche 91 an der eintrittsseitigen Mündung 81 geringer ist als die Dicke 86 der Übergangsteilwand. In dem veranschaulichten Ausführungsbeispiel ist der TBC-Abschnitt 78 über den gesamten abgeschrägten Abschnitt auf der Kaltseite 72 des Verdünnungslochs 70 angebracht. D.h., der Innenrand 88 des TBC-Abschnitts 78 ist in Bezug auf die eintrittsseitige Mündung 81 des Verdünnungslochs 70 im Wesentlichen konzentrisch und identisch bemessen.

[0032] Während das in Fig. 7 veranschaulichte Ausführungsbeispiel den Innenrand 88 der TBC 78 in Bezug auf die eintrittsseitige Mündung 81 des Verdünnungslochs 70 als im Wesentlichen konzentrisch und identisch bemessen zeigt, können weitere Ausführungsbeispiele der TBC 78 einen Innenrand 88 aufweisen, der in Bezug auf die eintrittsseitige Mündung 81 des Verdünnungslochs 70 nicht konzentrisch ist und unterschiedlich bemessen ist. Beispielsweise ist mit Bezug auf Fig. 8 eine Schnittansicht gezeigt, die ein weiteres Ausführungsbeispiel des TBC-Verdünnungslochs 70, genommen längs der Schnittlinie 6-6 von Fig. 5, veranschaulicht, wobei die TBC 78 so angebracht ist, dass der Innenrand 88 gegenüber der eintrittsseitigen Mündung 81 des Verdünnungslochs 70 um einen mit Bezugszeichen 96 bezeichneten «Trennungsabstand» versetzt angeordnet ist. D.h., die eintrittsseitige Mündung 81 und der Innenrand 88 können verschiedene Durchmesser aufweisen. Daraus ergibt sich auf der Kaltseite 72 ein nicht durch die TBC 78 beschichteter Abschnitt 94

des abgeschrägten Abschnitts 91. In speziellen Ausführungsbeispielen kann der Trennungsabstand 96 höchstens etwa 0,01 bis 0,3 Millimeter, oder spezieller 0,02 bis 0,26 Millimeter betragen. In weiteren Ausführungsbeispielen kann der Abstand 96 kleiner als 0,01 Millimeter oder grösser als 0,3 Millimeter betragen. Der Durchmesser des Innenrands 88 des TBC-Abschnitts 78 kann ferner als Funktion des Durchmessers der eintrittsseitigen Mündung 81 ausgedrückt werden. Beispielsweise kann der Durchmesser des Innenrands 88 um 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 oder 100% grösser sein als der Durchmesser der eintrittsseitigen Mündung 81. In dem veranschaulichten Ausführungsbeispiel kann der unbeschichtete Abschnitt 94 der Schrägfläche 91 als ein Verwirbelungselement dienen und kann dynamische Strömungsverhältnisse zusätzlich verbessern, indem die Berührungsfäche zwischen einem durch das Verdünnungsloch 70 strömenden Luftstrom und der Verdünnungslochwand (z.B. der zwischen der eintrittsseitigen 81 und austrittsseitigen 83 Mündung definierten Wand) vergrössert wird. Es ist klar, dass der Trennungsabstand 96 (beispielsweise in Abhängigkeit von speziellen Anforderungen der Durchführung) geeignet ausgewählt werden kann, so dass die Temperatur der Übergangsteilwand eine Konzentration von Wärme- und/oder Zugspannung in der allgemeinen Nähe des Verdünnungslochs 70 im Wesentlichen auf ein Minimum reduziert.

[0033] Indem nun mit Fig. 9 fortgefahren wird, ist eine weitere Schnittansicht gezeigt, die noch ein Ausführungsbeispiel des TBC-Verdünnungslochs 70 längs der Schnittlinie 6-6 von Fig. 5 veranschaulicht. Das Ausführungsbeispiel von Fig. 9 ähnelt dem Ausführungsbeispiel von Fig. 6, mit dem Unterschied, dass sich die Dicke der auf der Kaltseite angeordneten TBC 78 (im Gegensatz zu dem Vorhandensein einer im Wesentlichen konstanten Dicke in Fig. 6) in Abhängigkeit von der Entfernung ändert, um die sich die TBC 78 von der eintrittsseitigen Mündung 81 des Verdünnungslochs ausgehend nach aussen erstreckt. Beispielsweise kann die Dicke der TBC 78, wie veranschaulicht, von dem äussersten Rand 101 der TBC 78 ausgehend zu dem äussersten Rand der im Wesentlichen durch das Bezugszeichen 100 bezeichneten Schrägfläche 91 im Wesentlichen konstant sein. Die Dicke der TBC 78 längs des abgeschrägten Abschnitts der Kaltseite 72 hingegen kann allmählich abnehmen, während sich die TBC 78 der eintrittsseitigen Mündung 81 des Verdünnungslochs 70 nähert. Mit anderen Worten, die TBC 78 kann zwischen dem äussersten Rand 100 und einem innersten Rand 102 der Schrägfläche 91 eine konisch zulaufende Gestalt aufweisen. Es ist klar, dass die Bereitstellung einer sich ändernden Dicke der TBC 78 die dynamischen Strömungsverhältnisse weiter verbessern kann und hinsichtlich eines Verdünnungsluftstroms zu einer Verminderung von Grenzschichtablösung beitragen kann. Ferner kann die sich verändernde Dicke der TBC 78 dazu beitragen, ein spezielles Temperaturprofil genauer zu erzielen, indem in der Nähe des Lochs 70 weniger Isolierung und entfernt von dem Loch 70 mehr Isolierung bereitgestellt ist, mit dem Ergebnis, dass die Kühlung in nächster Nähe zu dem Loch 70 gesteigert ist.

[0034] Unter Bezugnahme auf Fig. 10 ist eine Schnittansicht noch eines weiteren Ausführungsbeispiels eines TBC-Verdünnungslochs 70 längs Schnittlinie 6-6 von Fig. 5 veranschaulicht. Wie in Fig. 10 gezeigt, kann die Kaltseite 72 des Übergangsteils 58 eine Schrägfläche 91 aufweisen, die mit einem Winkel 90 bemessen ist, der verhältnismässig klein ist im Vergleich zu der in den vorangehenden Ausführungsbeispielen (Fig. 7-9) veranschaulichten Schrägfläche 91. Es ist klar, dass das Anbringen der TBC 78 an der Schrägfläche in Abhängigkeit von einer Verkleinerung des Winkels 90 der Schrägfläche 91 mit Blick auf die Herstellung zunehmend schwieriger und kostspieliger werden kann. Beispielsweise kann der Winkel der Schrägfläche 91 in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel 15 Grad oder weniger betragen. Somit kann die TBC 78 in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel so angebracht sein, dass die Oberfläche der Kaltseite 72 bedeckt ist, die Schrägfläche 91 hingegen unbeschichtet ist. In weiteren Ausführungsbeispielen kann die TBC 78 auf einem Abschnitt der Schrägfläche 91 angebracht sein, ohne diese vollständig zu bedecken. Darüber hinaus kann der innerste Rand 102 der TBC 78 in die Schrägfläche 91 übergehend ausgebildet sein. Beispielsweise kann der innerste Rand 102 der TBC 78 abgewinkelt sein, so dass die Schrägfläche 91 und der innerste Rand 102 im Wesentlichen parallel und kontinuierlich verlaufen. D.h., der Winkel des innersten Rands 102 kann gleich dem Winkel 90 der Schrägfläche 91 sein.

[0035] Unter Bezugnahme auf Fig. 11 ist eine vergrösserte Detaillansicht des mit einem Übergang ausgebildeten Rands 102 der TBC 78 in dem von der gekrümmten Linie 11-11 von Fig. 10 definierten Bereich veranschaulicht. Wie gezeigt, kann der Winkel des innersten Randes 102 der TBC 78 gleich dem Winkel 90 der Schrägfläche 91 sein. Darüber hinaus kann die TBC 78 ferner einen im Wesentlichen abgerundeten Rand 104 aufweisen, was zu einer weiteren Verbesserung der Fluidodynamik und zu einer weiteren Reduzierung der Grenzschichtablösung mit Blick auf den in das Verdünnungsloch 70 strömenden Verdünnungsluftstrom beitragen kann, während die oben beschriebenen Ausführungsbeispiele Schrägflächen offenbaren, die im Wesentlichen geradlinige, konische oder ebene Flächen aufweisen, sollte vor dem Weiterlesen beachtet werden, dass die um die eintrittsseitigen Mündungen 81 der Verdünnungslöcher 70 angeordneten Schrägflächen 91 in einigen Ausführungsbeispielen auch gekrümmt oder abgerundet sein können. Beispielsweise kann die Schrägfläche 91 mit einer leichten Krümmung (z.B. unter einem sich allmählich ändernden Winkel) in die eintrittsseitige Mündung 81 übergehen. Während die oben beschriebenen Ausführungsbeispiele im Allgemeinen TBC-Verdünnungslöcher 70 beschreiben, die an einem Übergangsteil 58 einer Brennkammer 16 angeordnet sind, sollte weiter klar sein, dass die TBC-Verdünnungslöcher 70 auch an der Brennkammerwand 42 ausgebildet sein können.

[0036] Die TBC 78 der Kaltseite sowie die TBC 80 der Heissseite können mittels beliebiger geeigneter Wärmebarrierenbeschichtungstechniken angebracht werden. Beispielsweise kann die TBC 78 an der Kaltseite 72 des Übergangsteils 58 in der folgenden Weise angebracht werden: Zunächst wird eine Maske auf die Kaltseite 72 des Übergangsteils 58 aufgetragen, so dass lediglich Abschnitte der Oberfläche der Kaltseite 72 freiliegen, die mit der TBC 78 beschichtet werden sollen. Beispielsweise kann die Maske lediglich Abschnitte der Verdünnungslöcher 70 aussparen, die die eintrittsseitigen Mündungen

dungen 81 umgeben, unabhängig davon ob diese mit einer Schrägfläche ausgebildet sind oder nicht. Nachdem die Maske aufgetragen ist, kann das Übergangsteil 58 (z.B. in einem Ofen) auf eine geeignete Temperatur (von beispielsweise in der Regel 200-800 Grad Fahrenheit) erwärmt werden, um ein Bindungsbeschichtungsmaterial an den freiliegenden Abschnitten des Übergangsteils 58 anzubringen. Darüber hinaus kann in Fällen von Ausführungsbeispielen, bei denen auch auf der Heissseite 74 des Übergangsteils 58 eine TBC (z.B. 80) angebracht wird, in einem Arbeitsgang mit dem Anbringen der Bindungsbeschichtung auf der Kaltseite 72 auch auf der Heissseite 74 eine Bindungsbeschichtung angebracht werden.

[0037] Nachdem die Bindungsbeschichtung angebracht ist, kann das Übergangsteil 58 für eine gewisse Zeitspanne erwärmt bleiben, die in Abhängigkeit von der Art der verwendeten Bindungsbeschichtung und/oder der anzubringenden TBC etwa 5 bis 30 Minuten betragen kann. Anschliessend kann die TBC, wie oben erörtert, mittels beliebiger geeigneter Beschichtungstechniken (z.B. APS, ESAVD, EB-PVD, unmittelbarer Abscheidung aus der Dampfphase, usw.) an dem Übergangsteil 58 an den Abschnitten angebracht werden, an denen die Bindungsbeschichtung aufgetragen wurde. Beispielsweise kann die TBC 78 an den freiliegenden (z.B. nicht maskierten) Abschnitten der Kaltseite 72 angebracht werden, und die TBC 80 kann an der gesamten Heissseite 74 oder an lediglich einem Abschnitt der Heissseite 74 angebracht werden. Danach kann die auf das Übergangsteil 58 angewendete Temperatur beispielsweise über eine Zeitdauer von etwa 30 Minuten bis zu 2 Stunden allmählich vermindert werden. Daran anschliessend kann die TBC gemäss speziellen Ausführungsbeispielen weiter bearbeitet werden. Beispielsweise kann in dem Ausführungsbeispiel von Fig. 8 ein Abschnitt der TBC 78 entfernt werden, um den Trennungsabstand 96 um die eintrittsseitige Mündung 81 des Verdünnungslochs 70 zu erzeugen. In dem erfindungsgemässen Ausführungsbeispiel nach Fig. 9 kann ein Teil der TBC 78 entfernt werden, um längs eines abgeschrägten Randes eine sich ändernde Dicke auszubilden. Darüber hinaus kann mit Blick auf das in Fig. 10 und 11 gezeigte Ausführungsbeispiel ein Teil der TBC 78 entfernt werden, um einen abgewinkelten innersten Rand 102 und/oder einen abgerundeten Rand 104 zu erzeugen.

[0038] Die vorliegende Beschreibung verwendet Beispiele, um die Erfindung, einschliesslich des besten Modus zu offenbaren, und um ausserdem jedem Fachmann zu ermöglichen, die Erfindung in der Praxis einzusetzen, beispielsweise beliebige Einrichtungen und Systeme herzustellen und zu nutzen, und beliebige damit verbundene Verfahren durchzuführen. Der patentfähige Schutzzumfang der Erfindung ist durch die Ansprüche definiert und kann andere dem Fachmann in den Sinn kommende Beispiele umfassen. Solche anderen Beispiele sollen in den Schutzzumfang der Ansprüche fallen, falls sie strukturelle Elemente aufweisen, die sich von dem wörtlichen Inhalt der Ansprüche nicht unterscheiden, oder falls sie äquivalente strukturelle Elemente mit unwesentlichen Unterschieden gegenüber dem wörtlichen Inhalt der Ansprüche enthalten.

[0039] In einem Ausführungsbeispiel umfasst ein System eine Triebwerkswand 58. Die Triebwerkswand 58 weist eine Kaltseite 72 und eine Heissseite 74 auf. Die Triebwerkswand 58 ist mit einem oder mehreren Verdünnungslöchern 70 ausgebildet, wobei zu jedem der Verdünnungslöcher 70 gehört: eine erste Mündung 81 auf der Kaltseite 72, eine zweite Mündung 83 auf einer Heissseite 74, und ein Abschnitt einer Wärmebarrierenbeschichtung (TBC) 78, die auf der Kaltseite 72 angebracht ist und eine Öffnung aufweist, die die erste Mündung 81 im Wesentlichen umgibt.

Bezugszeichenliste

[0040]

- 10 Turbinensystem
- 12 Brennstoffdüse
- 14 Brennstoff
- 16 Brennkammer
- 18 Turbine
- 20 Auslass
- 22 Welle
- 24 Verdichter
- 26 Ansaugöffnung
- 28 Last
- 32 Laufschaufeln
- 34 Laufschaufeln
- 35 stromabwärts verlaufende Richtung

CH 701 142 A2

- 36 Diffusor
- 38 Sammelraum
- 40 Abdeckplatte
- 42 Brennkammerwand
- 44 Strömungshülse
- 46 ringförmiger Durchlasskanal
- 48 Brennkammer
- 50 Einlasse
- 52 stromabwärts verlaufende Richtung
- 54 Strömungshülse
- 56 Flansch
- 58 Übergangsteil
- 60 ringförmiger Durchlasskanal
- 62 Einlasse
- 64 Hohlraum
- 66 Leitapparat
- 70 Verdünnungslöcher mit Wärmebarrierenbeschichtung (TBC)
- 72 Kaltseite
- 74 Heissseite
- 76 Axialrichtung
- 77 in Umfangsrichtung verlaufenden Richtung
- 78 Wärmebarrierenbeschichtung (TBC)
- 79 Radialrichtung
- 80 Wärmebarrierenbeschichtung (TBC)
- 81 eintrittsseitige Mündung
- 82 Durchmesser
- 83 austrittsseitige Mündung
- 84 Durchmesser
- 86 Dicke
- 88 Innenrand
- 90 Winkel
- 91 Schrägfläche
- 92 Dicke
- 94 unbeschichteter Abschnitt
- 96 Trennungsabstand
- 100 äusserster Rand der Schrägfläche

- 101 äusserster Rand der TBC
- 102 am innersten Rand der Schrägfläche
- 104 abgerundeter Rand

Patentansprüche

1. System, aufweisend:
 - eine Turbine (10), zu der gehören:
 - ein Übergangsabschnitt, der ein im Wesentlichen ringförmiges Übergangsteil (58) beinhaltet, das mit einer Anzahl von Verdünnungslöchern (70) ausgebildet ist, die sich in Bezug auf eine Längsachse (76) des Übergangsteils (58) in radialer Richtung (79) durch das ringförmige Übergangsteil (58) erstrecken, wobei jedes der mehreren Verdünnungslöcher (70) folgendes umfasst:
 - eine eintrittsseitige Mündung (81) auf einer Kaltseite (72) des Übergangsteils (58);
 - eine austrittsseitige Mündung (83) auf einer Heissseite (74) des Übergangsteils (58); und
 - einen Abschnitt einer Wärmebarrierenbeschichtung (TBC) (78), die auf der Kaltseite (72) angebracht ist, und die die eintrittsseitige Mündung (81) im Wesentlichen umgibt.
2. System nach Anspruch 1, wobei jeder Abschnitt der TBC (78) gesondert und hinsichtlich der Oberflächengrösse begrenzt ist, um eine Wärmeübertragung in der Nähe jedes Verdünnungslochs (70) zu verringern.
3. System nach Anspruch 1, wobei die eintrittsseitige Mündung (81) eine Schrägfläche (91) aufweist.
4. System nach Anspruch 3, wobei die Schrägfläche (91) einen Winkel (90) aufweist, der in Bezug auf eine radiale Achse (79) des Übergangsteils (58) im Bereich von etwa 15 bis 75 Grad liegt.
5. System nach Anspruch 1, wobei die auf der Kaltseite (72) angebrachte TBC (78) eine Dicke zwischen etwa 0,02 bis 1,6 Millimeter aufweist.
6. System nach Anspruch 1, wobei die auf der Kaltseite (72) angebrachte TBC (78) mit Yttriumoxid stabilisierte Zirkonerde (YSC), Platinaluminid oder Nickel-Kobalt oder eine gewisse Kombination von diesen beinhaltet.
7. System nach Anspruch 1, das eine weitere Schicht von TBC (78) aufweist, die auf der Heissseite (74) des Übergangsteils (58) angebracht ist.
8. System nach Anspruch 7, wobei die auf der Heissseite (74) angebrachte TBC (78) eine Dicke zwischen etwa 0,02 bis 1,6 Millimeter aufweist.
9. System (10), zu dem gehören:
 - eine Triebwerkswand (58), die eine Kaltseite (72), eine Heissseite (74), und ein oder mehrere Verdünnungslöcher (70) aufweist, wobei das eine oder die mehreren Verdünnungslöcher (70) sämtliche folgendes aufweisen:
 - eine erste Mündung (81) auf der Kaltseite (72);
 - eine zweite Mündung (83) auf einer Heissseite (74);
 - einen Abschnitt einer Wärmebarrierenbeschichtung (TBC) (78), die auf der Kaltseite (72) angebracht ist, und die eine Öffnung aufweist, die die erste Mündung (81) im Wesentlichen umgibt.
10. System nach Anspruch 9, wobei die erste Mündung (81) sämtlicher Verdünnungslöcher (70) eine Schrägfläche (91) aufweist, und wobei der Abschnitt der auf der Kaltseite (72) angebrachten TBC (78) die Schrägfläche (91) wenigstens teilweise bedeckt.

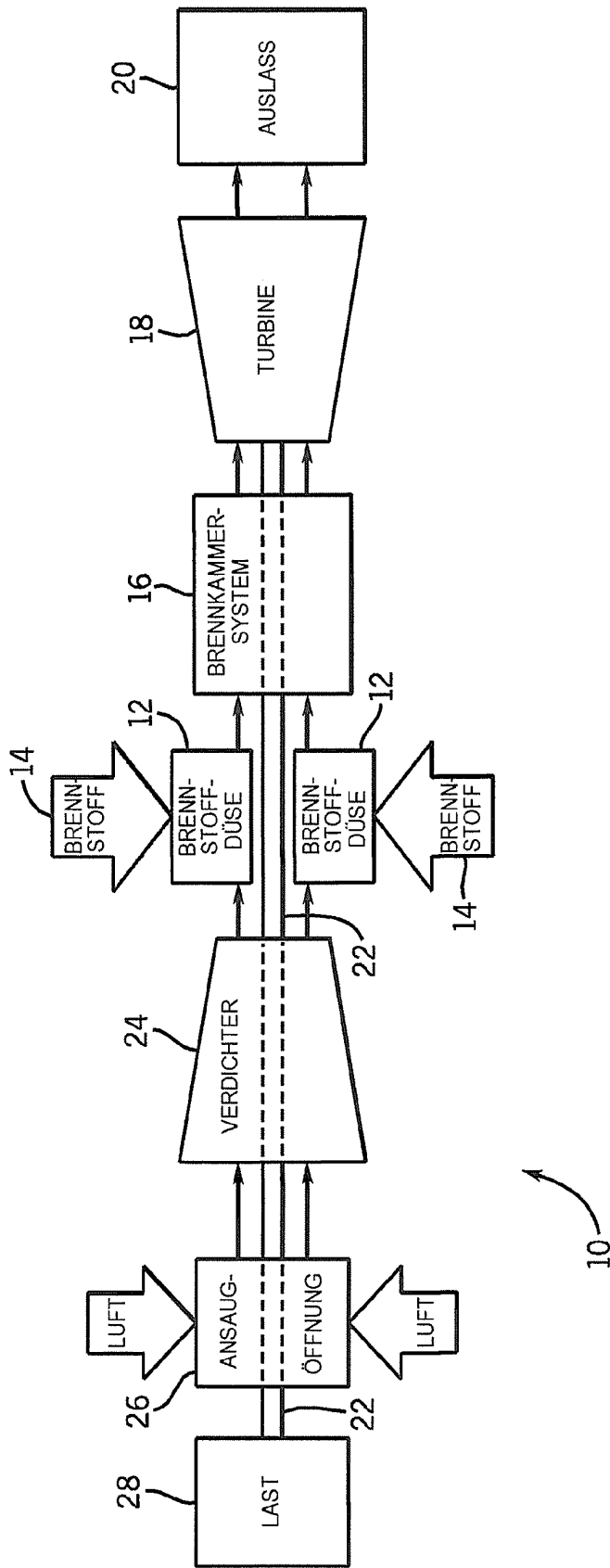


FIG. 1

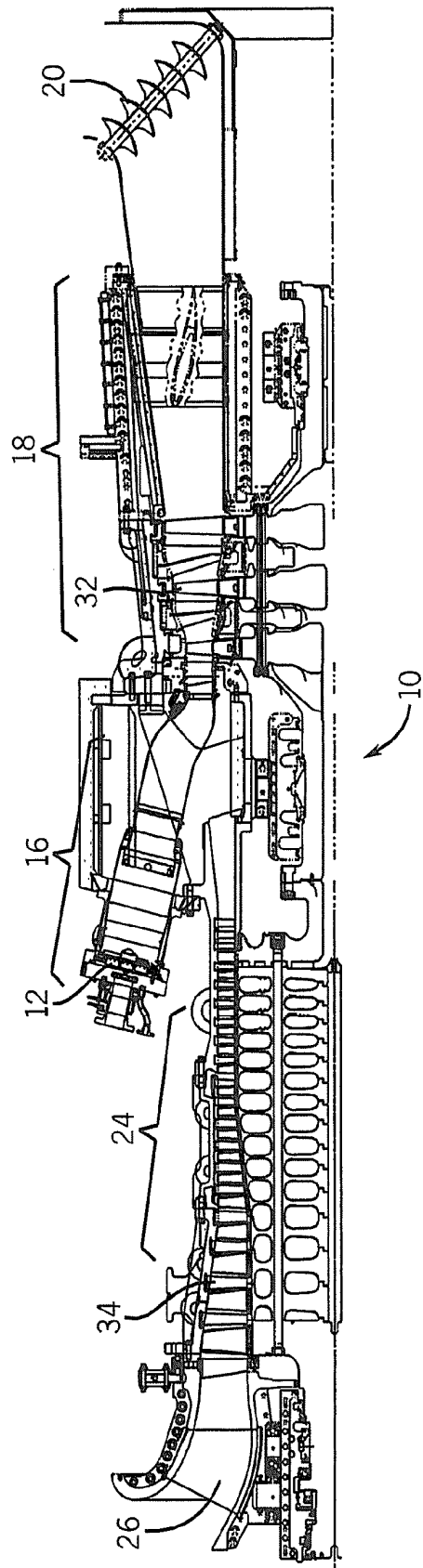


FIG. 2

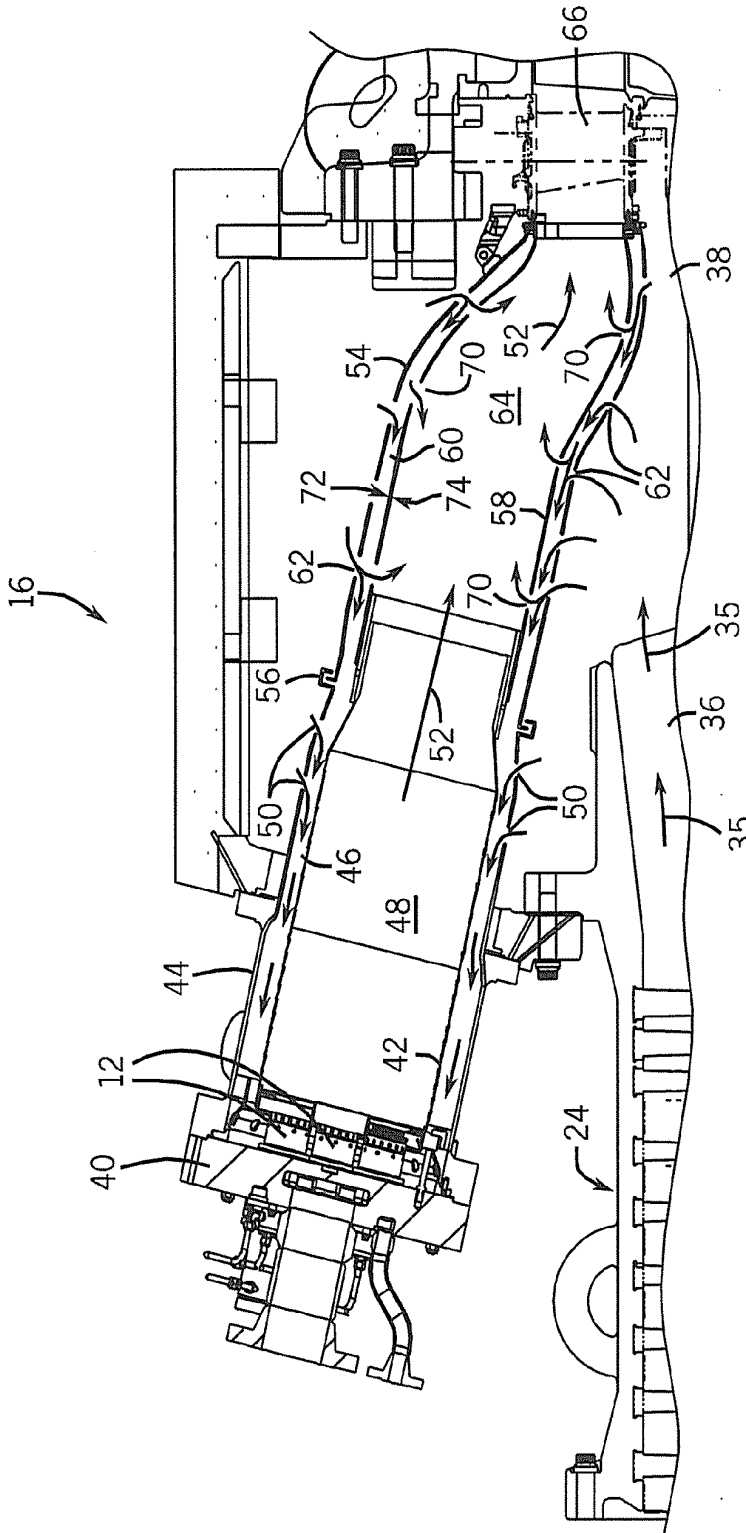


FIG. 3

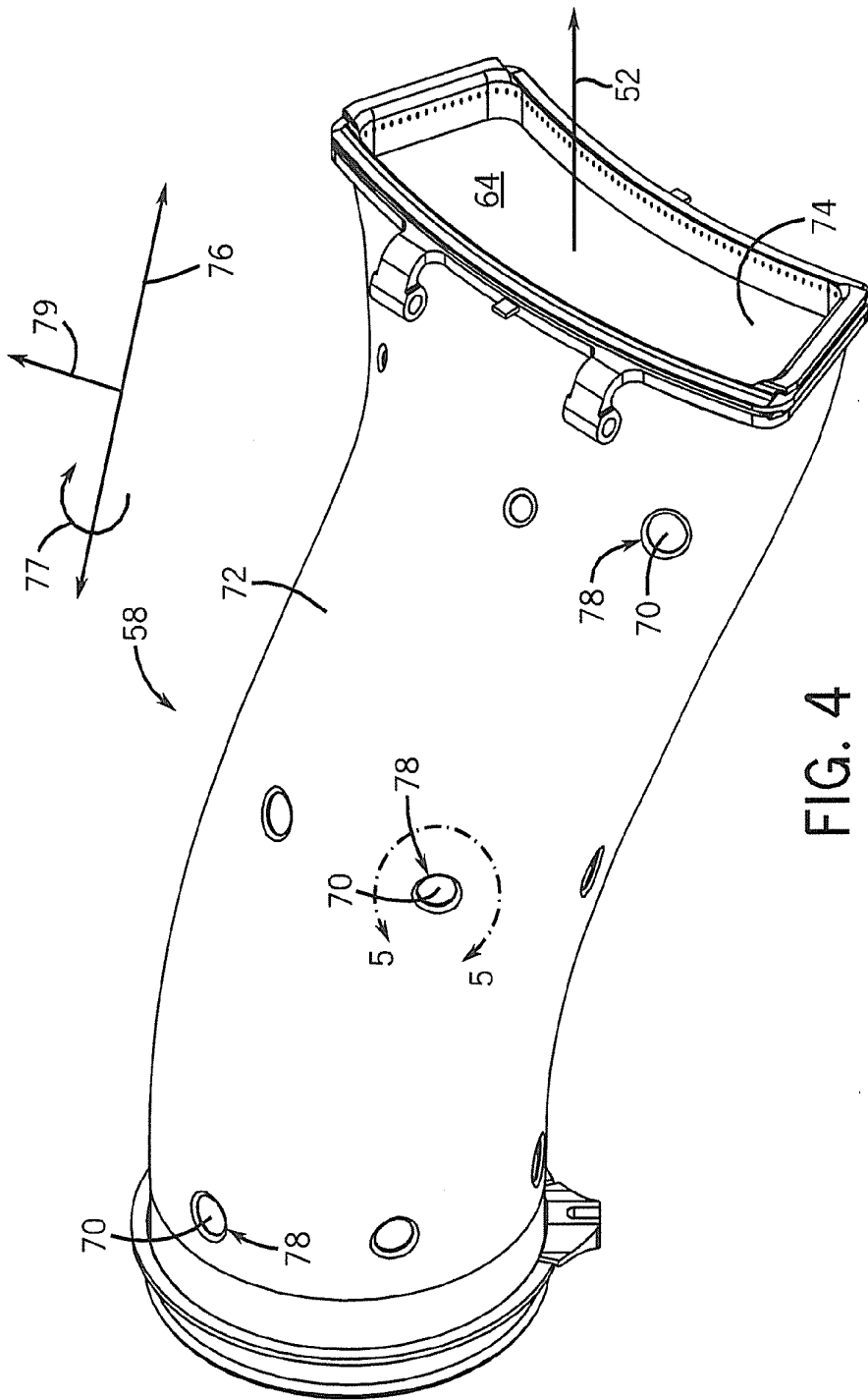


FIG. 4

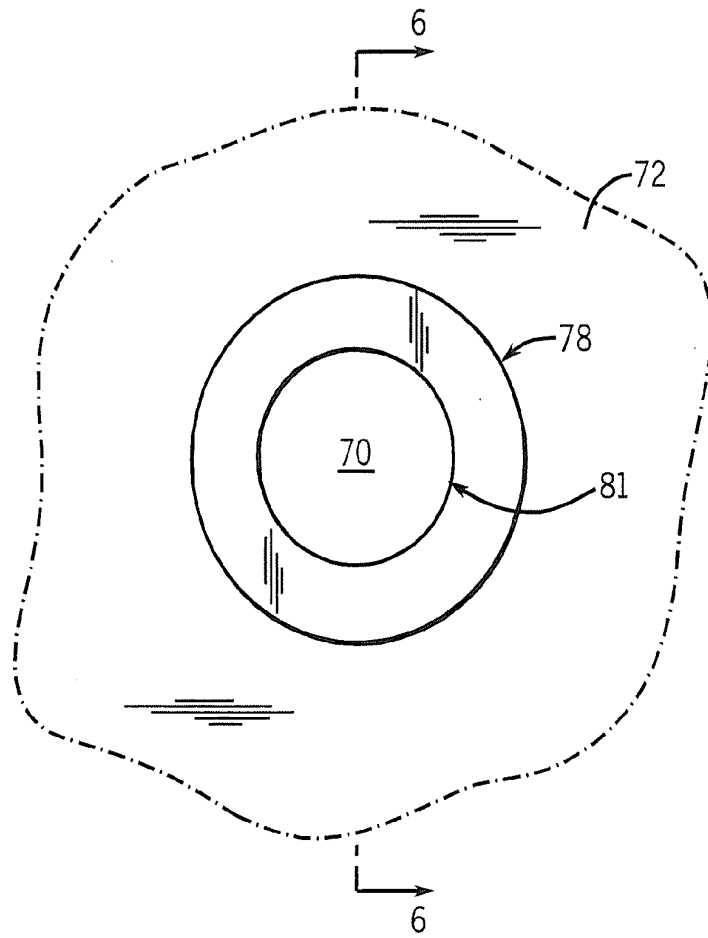


FIG. 5

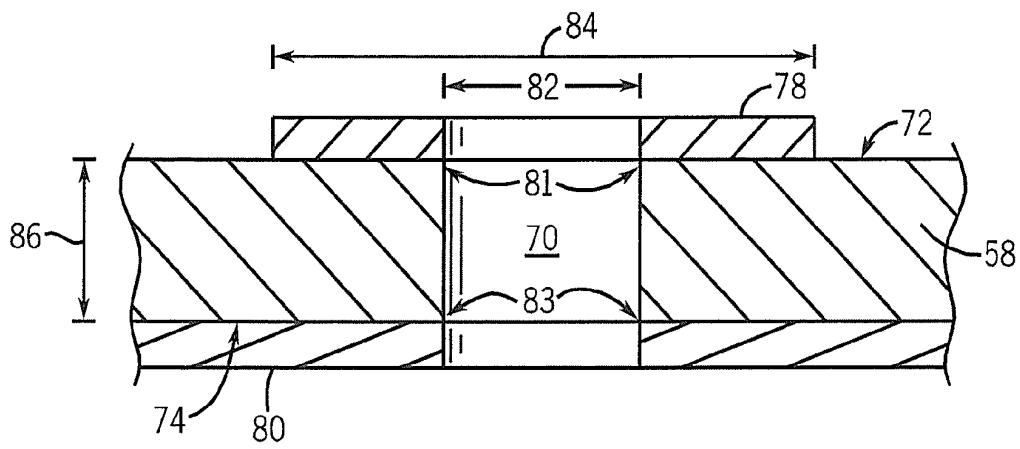


FIG. 6

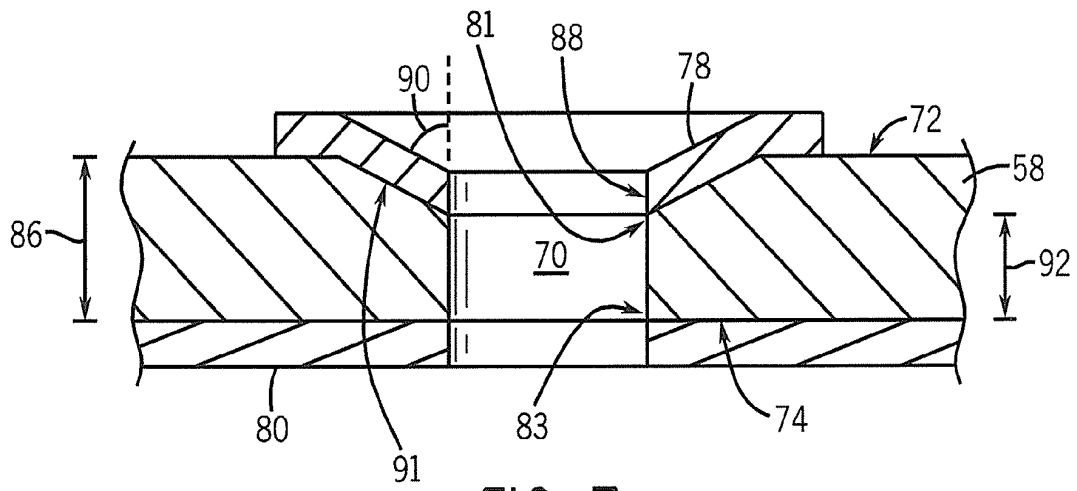


FIG. 7

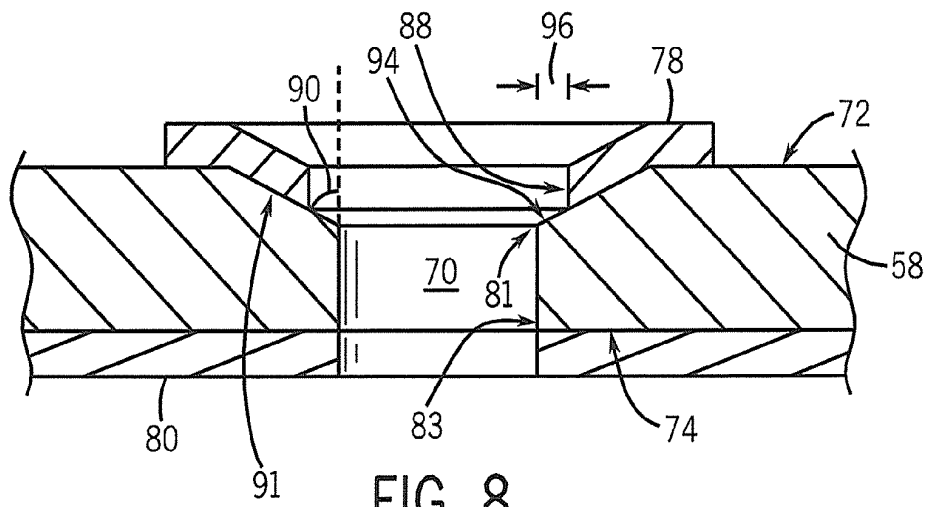


FIG. 8

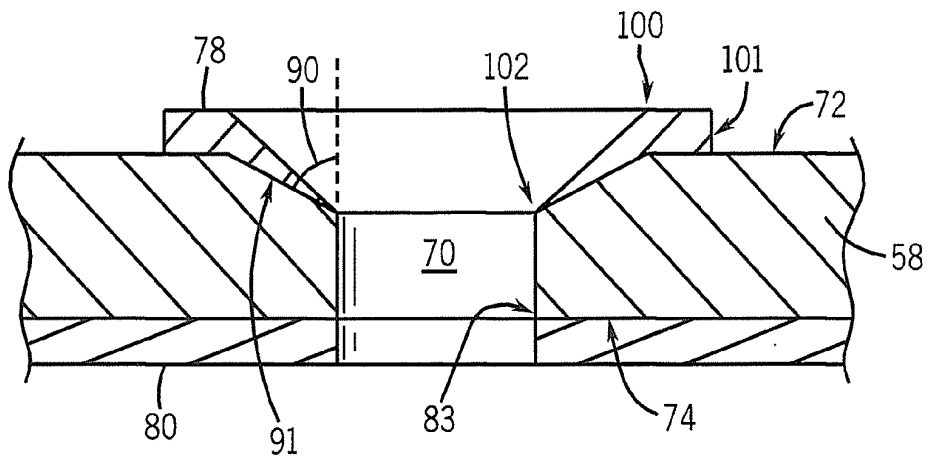


FIG. 9

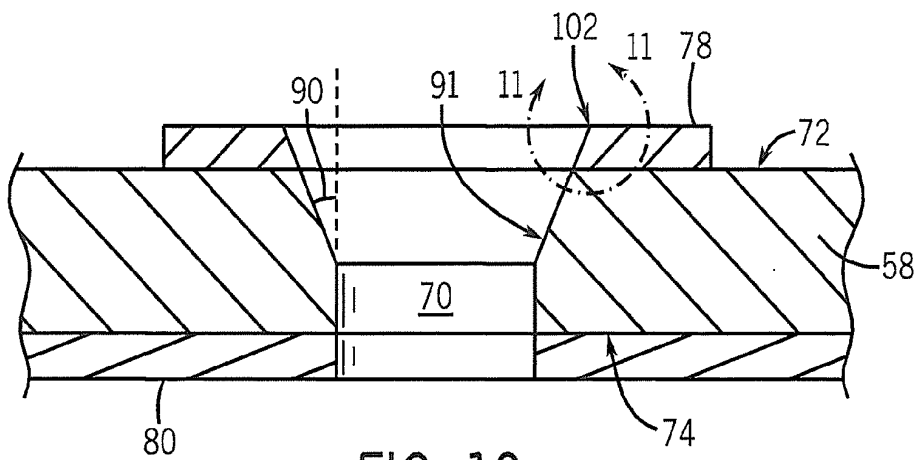


FIG. 10

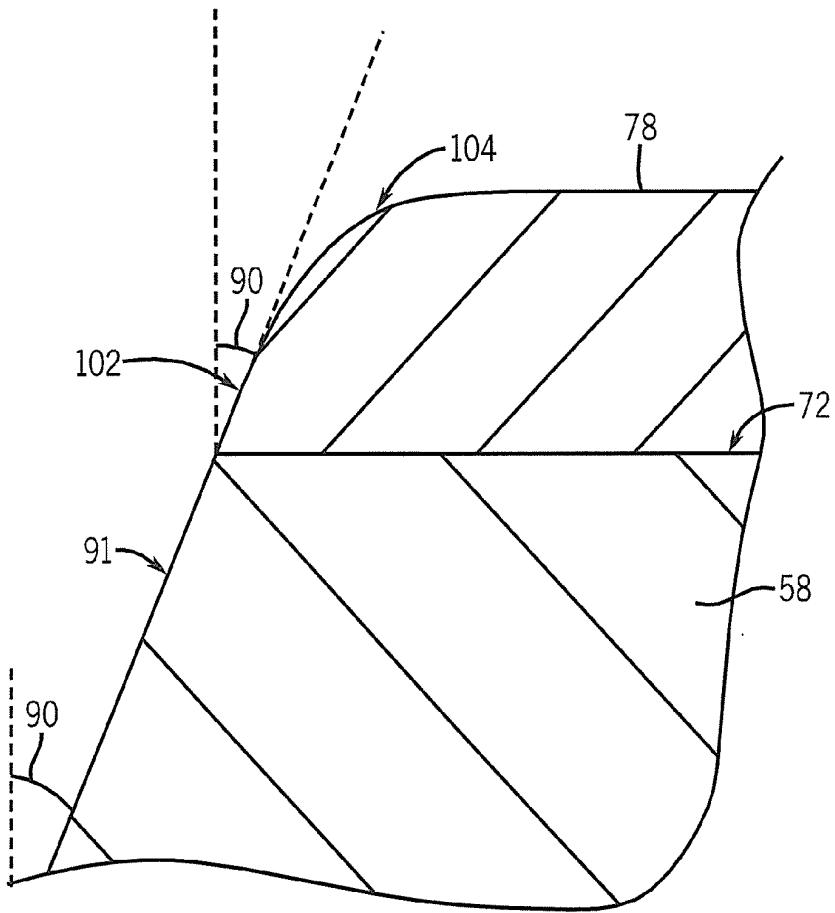


FIG. 11