



SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 707 831 A2

(51) Int. Cl.: F01D 25/12 (2006.01)  
F01D 5/18 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 00073/14

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

(22) Anmeldedatum: 20.01.2014

(72) Erfinder:  
Brian Brzek, Niskayuna, NY 12309-1027 (US)  
Benjamin Paul Lacy, Greenville, SC 29615-4614 (US)  
Victor John Morgan, Greenville, SC 29615-4614 (US)

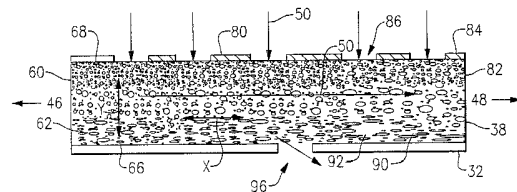
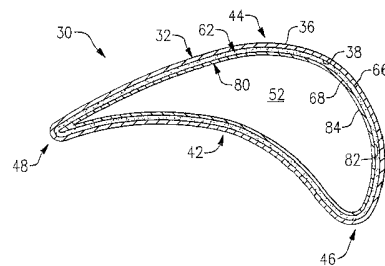
(43) Anmeldung veröffentlicht: 30.09.2014

(30) Priorität: 29.03.2013 US 13/853,556

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

(54) Heissgaspfadbauteil für Turbinensystem.

(57) Es wird ein Heissgaspfad-Bauteil (30) für ein Turbinensystem offengelegt. Das Heissgaspfad-Bauteil (30) enthält eine Schale (32) und eine oder mehrere poröse Stoffanordnungen (60) mit einer Aussenoberfläche (66) und einer Innenoberfläche (68) und an die Schale (32) angrenzend positioniert. Die eine oder die mehreren porösen Stoffanordnungen (60) sind dafür eingerichtet, eine variierende Durchlässigkeit in einer von einer Axialrichtung, einer Radialrichtung, einer Axial- und einer Radialrichtung, einer Axial- und einer Umfangsrichtung oder einer Axial-, einer Radial- und einer Umfangsrichtung zu enthalten, wobei die porösen Stoffanordnungen (60) an die Schale (32) angrenzend positioniert sind. Die eine oder die mehreren porösen Stoffanordnungen (60) sind ferner dafür eingerichtet, eine von einer Axial-, einer Radial-, einer Axial- und einer Radial-, einer Axial- und einer Umfangs-, einer Radial- und einer Umfangs- oder einer Axial-, einer Radial- und einer Umfangs-Kühlmittelströmungsverteilung eines hindurchströmenden Kühlmediums (50) zu steuern.



## Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung hat unter der vom Department of Energy erteilten Vertragsnummer DE-FC26-05NT42643 Unterstützung der Regierung erhalten.

## Hintergrund zu der Erfindung

[0002] Gegenstand der hier beschriebenen Erfindung sind allgemein Turbinensysteme und speziell Heissgaspfad-Bauteile für Turbinensysteme.

[0003] Turbinensysteme werden in grossem Umfang auf Gebieten, wie z.B. Stromerzeugung, als Flugzeugtriebwerke und als andere Arten von Turbinen eingesetzt. Beispielsweise enthält ein herkömmliches Gasturbinensystem einen Verdichter, einen Brenner und eine Turbine. Während des Betriebs des Gasturbinensystems werden verschiedene Bauteile in dem System Strömungen mit hoher Temperatur ausgesetzt, welche einen Ausfall der Bauteile bewirken können. Da Strömungen mit höheren Temperaturen im Wesentlichen zu verbessertem Betriebsverhalten, Wirkungsgrad und Leistungsabgabe des Gasturbinensystems führen, müssen die Strömungen mit hoher Temperatur ausgesetzten Bauteile gekühlt werden, um einen Betrieb des Gasturbinensystems bei erhöhten Temperaturen, erhöhtem Wirkungsgrad und/ oder reduzierten Emissionen zu ermöglichen.

[0004] Zum Kühlen verschiedener Gasturbinensystembauteile sind nach dem Stand der Technik verschiedene Strategien bekannt. Beispielsweise kann von einem Verdichter ein Kühlmedium abgezweigt und verschiedenen Bauteilen zugeführt werden. In den Verdichter- und Turbinenabschnitten des Systems kann das Kühlmedium zum Kühlen verschiedener Verdichter- und Turbinenbauteilen genutzt werden.

[0005] Leitapparate sind ein Beispiel eines Heissgaspfad-Bauteils, das gekühlt werden muss. Beispielsweise sind verschiedene Teile des Leitapparates, wie z.B. das Schaufelblatt, in einem Heissgaspfad angeordnet und relativ hohen Temperaturen ausgesetzt, und erfordern somit eine Kühlung.

[0006] Eine Lösung zum Kühlen eines Leitapparates besteht darin, innerhalb des Schaufelblattes eine Prallhülse vorzusehen. Das Kühlmedium strömt durch den Innenraum des Leitapparates und dann durch die Prallhülse hindurch und auf eine Innenoberfläche des Schaufelblattes. Dieser Lösungsansatz ermöglicht eine Prallkühlung des Schaufelblattes. Jedoch ist, obwohl Prallhülsen eine angemessene Kühlung der Leitapparate erbringen, ein erhöhter Kühlungswirkungsgrad gewünscht. Ein derartiger erhöhter Wirkungsgrad würde eine Reduzierung des zum Kühlen der Leitapparate erforderlichen Kühlmediums und somit eine Emissionsreduzierung und/oder eine Erhöhung der Brenntemperatur ermöglichen.

[0007] Es wäre daher wünschenswert, verbesserte Heissgas-pfad-Bauteile, wie z.B. einen verbesserten Leitapparat für ein Turbinensystem bereitzustellen. Beispielsweise wäre ein Heissgaspfad-Bauteil mit verbesserten Kühlungsmerkmalen vorteilhaft.

## Kurze Beschreibung der Erfindung

[0008] Diese und weitere Mängel des Stands der Technik werden durch die vorliegende Beschreibung bearbeitet, welche ein Heissgaspfad-Bauteil für ein Turbinensystem bereitstellt.

[0009] Gemäss einer Ausführungsform wird ein Heissgaspfad-Bauteil für ein Turbinensystem geschaffen. Das Heissgaspfad-Bauteil enthält eine Schale mit einer Aussenoberfläche und einer Innenoberfläche und ein oder mehrere poröse Stoffanordnungen mit einer Aussenoberfläche und einer Innenoberfläche. Das eine oder die mehreren porösen Stoffanordnungen sind dafür eingerichtet, eine variierende Durchlässigkeit in einer von einer Axialrichtung, einer Radialrichtung, einer Axial- und einer Radialrichtung, einer Axial- und einer Umfangsrichtung, einer Radial- und einer Umfangsrichtung oder einer Axial-, einer Radial- und einer Umfangsrichtung zu enthalten, wobei die porösen Stoffanordnungen an die Schale angrenzend positioniert sind. Die eine oder die mehreren porösen Stoffanordnungen sind dafür eingerichtet, eine von einer Axial-, einer Radial-, einer Axial- und einer Radial-, einer Axial- und einer Umfangs-, einer Radial- und einer Umfangs- oder einer Axial-, einer Radial- und einer Umfangs-Kühlmittelströmungsverteilung eines hindurchströmenden Kühlmediums zu steuern.

[0010] Gemäss einer weiteren Ausführungsform wird ein Heissgaspfad-Bauteil für ein Turbinensystem bereitgestellt. Das Heissgaspfad-Bauteil enthält eine Schale mit einer Aussenoberfläche und einer Innenoberfläche und eine oder mehrere poröse Stoffanordnungen mit einer Aussenoberfläche und einer Innenoberfläche. Die eine oder die mehreren porösen Stoffanordnungen sind dafür eingerichtet, eine variierende Durchlässigkeit entlang einer von einer Hauptachse, durch eine Dicke der porösen Stoffanordnungen, entlang einer Hauptachse und durch eine Dicke der porösen Stoffanordnungen, entlang einer Nebenachse und durch eine Dicke, entlang einer Hauptachse und einer Nebenachse, oder entlang einer Hauptachse, einer Nebenachse und durch eine Dicke der porösen Stoffanordnungen zu enthalten, wobei die porösen Stoffanordnungen an die Schale angrenzend positioniert sind. Die eine oder die mehreren porösen Stoffanordnungen sind dafür eingerichtet, eine Kühlmittelströmungsverteilung entlang einer von einer von einer Hauptachse, durch eine Dicke der porösen Stoffanordnungen, entlang einer Hauptachse und durch eine Dicke der porösen Stoffanordnungen, entlang einer Nebenachse und durch eine Dicke der porösen Stoffanordnungen (60), entlang einer Hauptachse und einer

Nebenachse, oder entlang einer Hauptachse, einer Nebenachse und durch eine Dicke der porösen Stoffanordnungen eines hindurchströmenden Kühlmediums zu steuern.

**[0011]** Gemäss noch einer weiteren Ausführungsform wird ein Turbinensystem bereitgestellt. Das Turbinensystem enthält einen Verdichter, eine mit dem Verdichter verbundene Turbine und mehrere Heissgaspfad-Bauteile, die wenigstens in einem von dem Verdichter oder der Turbine angeordnet sind. Wenigstens eines von den Heissgaspfad-Bauteilen enthält eine Schale mit einer Aussenoberfläche und einer Innenoberfläche und einer oder mehrere poröse Stoffanordnungen mit einer Aussenoberfläche und einer Innenoberfläche. Die eine oder die mehreren porösen Stoffanordnungen sind dafür eingerichtet, eine variierende Durchlässigkeit in einer von einer Axialrichtung, einer Radialrichtung, einer Axial- und einer Radialrichtung, einer Axial- und einer Umfangsrichtung, einer Radial- und einer Umfangsrichtung oder einer Axial-, einer Radial- und einer Umfangsrichtung zu enthalten. Die porösen Stoffanordnungen sind an die Schale angrenzend positioniert. Die eine oder die mehreren porösen Stoffanordnungen sind dafür eingerichtet, eine von einer Axial-, einer Radial-, einer Axial- und einer Radial-, einer Axial- und einer Umfangs-, einer Radial- und einer Umfangs- oder einer Axial-, einer Radial- und einer Umfangs-Kühlmittelströmungsverteilung eines hindurchströmenden Kühlmediums zu steuern.

**[0012]** Weitere Aufgaben und Vorteile von Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden mit dem Lesen der nachstehenden detaillierten Beschreibung und den beigefügten Ansprüchen unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen ersichtlich.

### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0013]** Die vorstehenden und weitere Merkmale, Aspekte und Vorteile von Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden besser verständlich, wenn die nachstehende detaillierte Beschreibung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen gelesen wird, in welchen gleiche Bezugszeichen durchgängig durch die Zeichnungen gleiche Teile repräsentieren, in welchen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung eines bekannten Gasturbinensystems ist;
- Fig. 2 eine perspektivische Ansicht eines Abschnittes eines Heissgaspfad-Bauteils gemäss einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;
- Fig. 3 eine perspektivische Ansicht eines Abschnittes eines Heissgaspfad-Bauteils gemäss einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;
- Fig. 4 eine obere Querschnittsansicht eines Heissgaspfad-Bauteils gemäss einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;
- Fig. 5 eine vergrösserte Spannenrichtungs-Querschnittsansicht des Heissgaspfad-Bauteils von Fig. 4 gemäss einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;
- Fig. 6 eine obere Querschnittsansicht eines Heissgaspfad-Bauteils gemäss einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;
- Fig. 7 eine vergrösserte Spannenrichtungs-Querschnittsansicht eines Abschnittes des Heissgaspfad-Bauteils von Fig. 6 gemäss einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;
- Fig. 8 eine obere Querschnittsansicht eines Heissgaspfad-Bauteils gemäss einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;
- Fig. 9 eine vergrösserte Spannenrichtungs-Querschnittsansicht eines Abschnittes des Heissgaspfad-Bauteils von Fig. 8 gemäss einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;
- Fig. 10 eine obere Querschnittsansicht eines Heissgaspfad-Bauteils gemäss einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;
- Fig. 11 eine vergrösserte Spannenrichtungs-Querschnittsansicht eines Abschnittes des Heissgaspfad-Bauteils von Fig. 10 gemäss einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;
- Fig. 12 eine obere Querschnittsansicht eines Heissgaspfad-Bauteils gemäss einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;
- Fig. 13 eine vergrösserte Spannenrichtungs-Querschnittsansicht eines Abschnittes des Heissgaspfad-Bauteils von Fig. 12 gemäss einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;
- Fig. 14 eine vergrösserte Spannenrichtungs-Querschnittsansicht entlang der Linie 14–14 von Fig. 3 eines Heissgaspfad-Bauteils gemäss einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

Fig. 15 eine vergrösserte Spannenrichtungs-Querschnittsansicht entlang der Linie 15–15 von Fig. 2 eines Heissgaspfad-Bauteils gemäss einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist.

### Detaillierte Beschreibung der Erfindung

**[0014]** Es wird nun im Detail auf Ausführungsformen der Erfindung Bezug genommen, wovon ein oder mehrere Beispiele in den Zeichnungen dargestellt sind. Jedes Beispiel wird im Rahmen einer Erläuterung eines Ausführungsbeispiels der Erfindung und nicht einer Einschränkung der Erfindung gegeben. Tatsächlich wird es für den Fachmann ersichtlich sein, dass verschiedene Modifikationen und Varianten in der vorliegenden Beschreibung ohne Abweichung von dem Schutzzumfang oder Erfindungsgedanken der Erfindung vorgenommen werden können. Beispielsweise können als Teil einer Ausführungsform dargestellte oder beschriebene Merkmale mit einer anderen Ausführungsform verwendet werden, um noch eine weitere Ausführungsform der Erfindung zu ergeben. Somit soll die vorliegende Erfindung derartige Modifikationen und Varianten abdecken, soweit sie in den Schutzzumfang der beigefügten Ansprüche und deren Äquivalente fallen.

**[0015]** Fig. 1 ist eine schematische Darstellung eines bekannten Gasturbinensystems 10. Das System 10 kann einen Verdichter 12, einen Brenner 14 und eine Turbine 16 enthalten. Der Verdichter 12 und die Turbine 16 können über eine Welle 18 verbunden sein. Die Welle 18 kann eine einzelne Welle oder eine Vielzahl von Wellensegmenten sein, die miteinander zur Ausbildung der Welle 18 verbunden sind.

**[0016]** Die Turbine 16 kann mehrere Turbinenstufen enthalten. Beispielsweise kann die Turbine 16 in einer Ausführungsform drei Stufen enthalten. Eine erste Stufe der Turbine 16 kann mehrere in Umfangsrichtung in Abstand angeordnete Leit- und Laufschaufeln enthalten. Die Leitschaufeln können in Umfangsrichtung um die Welle 18 herum angeordnet und befestigt sein. Die Laufschaufeln können in Umfangsrichtung um die Welle herum angeordnet und mit der Welle 18 verbunden sein. Eine zweite Stufe der Turbine 16 kann mehrere in Umfangsrichtung in Abstand angeordnete Leitschaufeln und Laufschaufeln enthalten. Die Leitschaufeln können in Umfangsrichtung um die Welle 18 herum angeordnet und befestigt sein. Die Laufschaufeln können in Umfangsrichtung um die Welle herum angeordnet und mit der Welle 18 verbunden sein. Eine dritte Stufe der Turbine 16 kann mehrere in Umfangsrichtung in Abstand angeordnete Leitschaufeln und Laufschaufeln enthalten. Die Leitschaufeln können in Umfangsrichtung um die Welle 18 herum angeordnet und befestigt sein. Die Laufschaufeln können in Umfangsrichtung um die Welle herum angeordnet und mit der Welle 18 verbunden sein. Die verschiedenen Stufen der Turbine 16 können wenigstens teilweise in der Turbine 16 angeordnet sein und können wenigstens teilweise einen Heissgaspfad definieren. Es ist erkennbar, dass die Turbine 16 nicht auf drei Stufen beschränkt ist, sondern stattdessen eine beliebige Anzahl von Stufen innerhalb des Umfangs und des Erfindungsgedankens der vorliegenden Erfindung liegt.

**[0017]** Ebenso kann der Verdichter 12 mehrere (nicht dargestellte) Verdichterstufen enthalten. Jede von den Stufen des Verdichters 12 kann mehrere in Umfangsrichtung in Abstand angeordnete Leit- und Laufschaufeln enthalten.

**[0018]** Ein exemplarisches Heissgaspfad-Bauteil, welches in der Turbine 16 und/oder dem Verdichter 12 enthalten sein kann, ist mit dem Bezugszeichen 30 in Fig. 2 bezeichnet. In exemplarischen Ausführungsformen gemäss der Darstellung ist das Heissgaspfad-Bauteil 30 eine Leitschaufel. Alternativ kann jedoch das Heissgaspfad-Bauteil 30 gemäss der vorliegenden Beschreibung eine Laufschaufel, ein Deckbandblock, oder ein anderes geeignetes Bauteil sein, das in den Heissgaspfad-Gasen angeordnet ist, die durch ein Turbinensystem 10 strömen. Die Leitschaufel 30 kann eine Schale 32 enthalten. In exemplarischen Ausführungsformen kann die Schale 32 ein Schaufelblatt sein, das sich zwischen Endkappen 34 erstreckt. In Ausführungsformen, in welchen die Schale 32 ein Schaufelblatt ist, kann sie eine im Wesentlichen aerodynamische Kontur haben. Beispielsweise kann die Schale 32 eine Aussenoberfläche 36 und eine Innenoberfläche 38 (Fig. 4) haben. In Ausführungsformen, in welchen die Schale 32 ein Schaufelblatt ist, kann die Aussenoberfläche 36 eine Druckseite 42 und eine Saugseite 44 definieren, die sich jeweils zwischen einer Vorderkante 46 und einer Hinterkante 48 oder irgendeiner anderen geeigneten aerodynamischen Kontur erstrecken. Eine oder mehrere von den Endkappen 34 können eine (nicht dargestellte) Öffnung definieren. Die Öffnung kann ein Einströmen von Kühlmedium 50 in einen Innenraum 52 der Schale 32 zulassen, der durch eine Innenoberfläche 38 wie allgemein im Fachgebiet bekannt, definiert ist.

**[0019]** Wie in Fig. 2 dargestellt, enthält das Heissgas-Bauteil 30 gemäss der vorliegenden Beschreibung eine oder mehrere poröse Stoffanordnungen 60. In der dargestellten Ausführungsform bestehen die eine oder die mehreren porösen Stoffanordnungen 60 aus mehreren porösen Einsätzen 62, die angrenzend an den Innenbereich 38 der Schale 32 positioniert und dafür eingerichtet sind, eine variierende Durchlässigkeit in einer Axial-(x)-Richtung (entlang einer Nebenachse), einer Radial-(z)-Richtung (entlang einer Hauptachse) und einer Umfangs-(y)-Richtung (durch eine Dicke hindurch) (derzeit beschrieben) zu enthalten. Die eine oder die mehreren porösen Stoffanordnungen 60 sind dafür eingerichtet, Axial- (entlang einer Nebenachse), Radial- (entlang einer Hauptachse) und Umfangs- (durch eine Dicke)-Kühlmittelströmungsverteilungen gemäss Darstellung durch die Pfeile 64 des hindurchströmenden Kühlmediums 50 zu steuern. Jedes von dem einen oder den mehreren porösen Stoffanordnungen 60 kann von anderen von dem einen oder den mehreren porösen Stoffanordnungen 60 beabstandet sein, wie z.B. in der Richtung der Kontur, wie z.B. der aerodynamischen Kontur der Schale 32 wie dargestellt, oder in jeder beliebigen anderen geeigneten Richtung, oder kann an anderen von dem einen oder den mehreren porösen Stoffanordnungen 60 anliegen oder diese anderweitig berühren. In einer alternativen Ausführungsform kann nur eine poröse Stoffanordnung 60 enthalten sein und dafür eingerichtet sein, eine variierende Durchlässigkeit wie hierin beschrieben zu haben.

**[0020]** Ein weiteres exemplarisches Heissgaspfad-Bauteil, welches in der Turbine 16 und/oder dem Verdichter 12 enthalten sein kann, ist mit dem Bezugszeichen 70 in Fig. 3 bezeichnet. Es ist erkennbar, dass gleiche Elemente gleiche Bezugszeichen durchgängig durch die verschiedenen offengelegten Ausführungsformen haben. In einer exemplarischen Ausführungsform ist das Heissgaspfad-Bauteil 70 gemäss Darstellung eine Leitschaufel im Wesentlichen ähnlich dem Heissgaspfad-Bauteil 30 von Fig. 2. Alternativ kann das Heissgaspfad-Bauteil 70 gemäss der vorliegenden Beschreibung eine Laufschaufel, ein Deckbandblock oder ein beliebiges anderes geeignetes Bauteil sein, die in dem Pfad der durch ein Turbinensystem 10 strömenden heissen Gase angeordnet sind. Die Leitschaufel 70 kann eine Schale 32 enthalten. Wie vorstehend beschrieben kann die Schale 32 ein Schaufelblatt sein, das sich zwischen Endkappen 34 erstreckt. In Ausführungsformen, in welchen die Schale 32 ein Schaufelblatt ist, kann sie im Wesentlichen eine aerodynamische Kontur mit einer Aussenoberfläche 36 und einer Innenoberfläche 38 (Fig. 4) haben. Eine oder mehrere von den Endkappen 34 können eine (nicht dargestellte) Öffnung definieren. Die Öffnung kann ein Einströmen von Kühlmedium 50 in einen Innenraum 52 (Fig. 4) der Schale 32 zulassen, der durch eine Innenoberfläche 38 wie allgemein im Fachgebiet bekannt, definiert ist.

**[0021]** Wie in Fig. 3 dargestellt, enthält das Heissgas-Bauteil 70 gemäss der vorliegenden Beschreibung eine oder mehrere poröse Stoffanordnungen 60. In der dargestellten Ausführungsform bestehen die eine oder die mehreren porösen Stoffanordnungen 60 aus mehreren porösen Einsätzen 62, die angrenzend an den Innenbereich 38 der Schale 32 positioniert und dafür eingerichtet sind, eine variierende Durchlässigkeit in einer Axial-(x)-, einer Radial-(z)- und einer Umfangs-(y)-Richtung (derzeit beschrieben) zu enthalten. Im Gegensatz zu der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform sind in dieser speziellen Ausführungsform die eine oder die mehreren porösen Stoffanordnungen 60 um einen bekannten Überhitzungspunkt 72 und einem bekannten Unterkühlungspunkt 74 in dem Heissgas-Bauteil 70 herum angeordnet. Insbesondere sind die eine oder die mehreren porösen Stoffanordnungen 60 dafür eingerichtet, die Axial-, Radial- und Umfangs-Kühlmittelströmungsverteilungen um den bekannte Überhitzungspunkt 72 und den bekannten Unterkühlungspunkt 74 wie durch Pfeile 64 dargestellt zu steuern, um die Strömung des Kühlmediums 50 zu optimieren und eine optimierte Kühlung eines heissen Abschnittes des Bauteils 30 bereitzustellen.

**[0022]** In den Fig. 4 bis 15 sind mehrere Ausführungsformen veranschaulicht, die eine oder mehrere poröse Stoffanordnungen 60 veranschaulichen, die eine variierende Durchlässigkeit sowohl in einer Axial-«x»- als auch Umfangs-«y»-Richtung enthalten. In einigen Ausführungsformen kann das Heissgaspfad-Bauteil 30, 70 ferner eine Prallhülse 80 gemäss Darstellung in den Fig. 4 und 5 für das Heissgaspfad-Bauteil 30 enthalten. Insbesondere sind in Fig. 4 eine obere Querschnittsansicht eines Heissgaspfad-Bauteils dargestellt und insbesondere eine Leitschaufel gemäss einer Ausführungsform der vorliegenden Beschreibung. Fig. 5 veranschaulicht in einer vergrösserten Spannenrichtungs- oder radialen Querschnitts-Ansicht einen Abschnitt des Heissgaspfad-Bauteils von Fig. 4 gemäss einer Ausführungsform der vorliegenden Beschreibung. In der dargestellten Ausführungsform kann die Prallhülse 80 wenigstens teilweise in dem Innenbereich 52 der Schale 32 und in Abstand von der Innenoberfläche 38 angeordnet sein. Die Prallhülse 80 kann eine Aussenoberfläche 82 und eine Innenoberfläche 84 haben und kann eine Kontur ähnlich der der Schale 32 haben. Ferner kann die Prallhülse 80 einen oder mehrere Prallkanäle 86 (Fig. 5) definieren, die sich zwischen der Innenoberfläche 84 und der Aussenoberfläche 82 erstrecken. Das in den Innenbereich 52 der Schale 32 strömende Kühlmedium 50 kann durch diese Prallkanäle 86 strömen. In weiteren Ausführungsformen kann das Heissgaspfad-Bauteil 30, 70 jede geeignete Hülse darin enthalten. Beispielsweise kann eine Hülse mehrere in Abstand angeordnete Platten enthalten, welche ein Durchströmen des Kühlmediums 50 dazwischen ermöglichen.

**[0023]** Derartige Prallkanäle 86 können jede geeignete Querschnittsform, wie z.B. eine rund oder oval geformte, quadratisch oder rechteckig geformte, dreieckige oder eine mit jeder beliebigen anderen polygonalen Form haben. Beispielsweise können in einigen exemplarischen Ausführungsformen die Prallkanäle 86 im Wesentlichen runde Querschnittsformen haben, während die Prallkanäle 86 in anderen im Wesentlichen rechteckige Querschnittsformen oder als Schlitze gekennzeichnete haben können.

**[0024]** Wie ferner in den Fig. 4 und 5 dargestellt, enthält das Heissgaspfad-Bauteil 30 entsprechend der vorliegenden Beschreibung eine oder mehrere poröse Stoffanordnungen 60 und insbesondere ein oder mehrere poröse Einsätze 62 wie vorstehend beschrieben. Jedes von der einen oder den mehreren porösen Stoffanordnungen 60 hat gemäss der vorliegenden Beschreibung eine Aussenoberfläche 66 und eine Innenoberfläche 68. In einer Ausführungsform, wie sie am besten in Fig. 5 dargestellt ist, ist die Aussenoberfläche 66 angrenzend an die Innenoberfläche 38 der Schale 32 positioniert. In Ausführungsformen, in welchen das Heissgaspfad-Bauteil 30 eine Prallhülse 80, wie beispielsweise dargestellt, oder eine andere geeignete Hülse enthält, sind die eine oder die mehreren porösen Stoffanordnungen 60 zwischen der Innenoberfläche 38 der Schale 32 des Heissgaspfad-Bauteils 30 und der Prallhülse 80 oder einer anderen geeigneten Hülse dergestalt positioniert, dass die Aussenoberfläche 82 der Prallhülse 80 angrenzend an die Innenoberfläche 68 der porösen Stoffanordnungen 60 positioniert ist.

**[0025]** Die eine oder die mehreren porösen Stoffanordnungen 60 gemäss der vorliegenden Beschreibung können vorteilhaft eine verbesserte Kühlung des Heissgaspfad-Bauteils 30, wie z.B. der Schale 32, ermöglichen. Beispielsweise ermöglichen in exemplarischen Ausführungsformen die eine oder die mehreren porösen Stoffanordnungen 60 eine Leitungswärmeübertragung von der Schale 32, da das Kühlmedium 50 im Wesentlichen durch eine oder mehrere poröse Stoffanordnungen 60 hindurchströmt. In weiteren Ausführungsformen kann, wie nachstehend diskutiert, die eine oder die mehreren Stoffanordnungen 60 zusätzlich eine Prallkühlung der Schale 32 ermöglichen, und somit die Kühlung des Heissgaspfad-Bauteils 30 weiter verbessern.

**[0026]** Die eine oder die mehreren porösen Stoffanordnungen 60 gemäss der vorliegenden Beschreibung können aus jedem beliebigen geeigneten porösen Material oder Materialien mit einer Matrix und mit einem oder mehreren Hohlräumen 92 ausgebildet sein. Beispielsweise können in einigen Ausführungsformen einer oder mehrerer poröser Stoffanordnungen 60, wie z.B. die Matrix 90 davon aus einem Metall- oder Metalllegierungsschaum, einem Keramikschaum, wie z.B. einem Keramikmatrix-Verbundstoff schäum oder einem Kohlenstofffaserschaum ausgebildet sein. Ein Schaum wird typischerweise durch Vermischen eines Materials, wie z.B. von Metall, Keramik oder einer Kohlenstofffaser mit einem anderen Substrat und dann durch Ausschmelzen der Substanz unter Hinterlassung eines porösen Schaums erzeugt. In weiteren Ausführungsformen können die eine oder die mehreren porösen Stoffanordnungen 60 beispielsweise aus mehreren miteinander verpackten Kugeln eines geeigneten Materials oder aus anderem geeigneten Material oder Materialien ausgebildet sein. Die eine oder die mehreren porösen Stoffanordnungen 60 können somit dafür eingerichtet sein, ein Kühlmedium 50 hindurchströmen zu lassen. Das Kühlmedium 50 kann durch die Hohlräume 92 in der einen oder den mehreren Stoffanordnungen 60 strömen, bevor es die Innenoberfläche 38 der Schale 32 berührt, und somit in exemplarischen Ausführungsformen eine Konvektionskühlung ermöglichen.

**[0027]** Wie in Fig. 5 dargestellt, hängen in einer Ausführungsform die eine oder die mehreren porösen Stoffanordnungen 60 in der Richtung der Kontur, (wie z.B. der aerodynamischen Kontur) der Schale 32 dergestalt zusammen, dass im Wesentlichen das gesamte Querschnittsprofil der Innenoberfläche 38 an die porösen Stoffanordnungen 60 angrenzt. In weiteren Ausführungsformen kann nur ein Teil des Querschnittsprofils der Innenoberfläche 38 an die porösen Stoffanordnungen angrenzen.

**[0028]** Ferner haben, wie es in den Figuren dargestellt ist, die eine oder die mehreren porösen Stoffanordnungen 60 multidimensionale Eigenschaften, die den lokalen Strömungswiderstand steuern, was die Steuerung des Kühlmediums 50 zu erforderlichen Gebieten ermöglicht. Insbesondere sind die porösen Stoffanordnungen 60 dafür eingerichtet, eine variierende Durchlässigkeit in einer Axialrichtung, einer Radialrichtung, einer Axial- und/oder einer Radialrichtung, einer Axial- und/oder einer Umfangsrichtung, einer Radial- und/oder einer Umfangsrichtung oder einer Axial-, einer Radial und/oder einer Umfangsrichtung zu enthalten. Die variierende Durchlässigkeit der porösen Stoffanordnungen 60 ermöglicht die Steuerung von einer - Axial-, einer Radial-, einer Axial- und einer Radial-, einer Axial- und einer Umfangs-, einer Radial- und einer Umfangs-, oder einer Axial-, einer Radial- und/oder Umfangs-Kühlmittelströmungsverteilung eines hindurchströmenden Kühlmediums 50. Die Fähigkeit zum Steuern des lokalen Strömungswiderstandes der einen oder der mehreren porösen Stoffanordnungen 60 maximiert das Kühlpotential für eine vorgegebene Menge eines Kühlmediums 50. In einer Ausführungsform sind die eine oder die mehreren porösen Stoffanordnungen 60 dafür eingerichtet, eine variierende Durchlässigkeit in einer Axial-«x»-, Radial-«z»- und Umfangs-Kühlmittelströmungsverteilung des hindurchströmenden Kühlmediums 50 zu enthalten. Insbesondere können die eine oder die mehreren porösen Stoffanordnungen 60 dafür eingerichtet sein, Axial-, Radial- und Umfangsströmungsverteilungen zu steuern, indem die Axial-, Radial- und Umfangs-Wanddurchlässigkeiten und/oder Porositäten speziell angepasst werden, um die Strömung der Kühlmittelströmung 50 auf unterschiedliche Bereiche der Bauteiloberfläche zu lenken, wobei beispielsweise die durchlässigeren Abschnitte eine höhere Kühlmittelströmung haben. In der dargestellten Ausführungsform haben die eine oder die mehreren porösen Stoffanordnungen 60 bevorzugt Durchlässigkeitseigenschaften in der axialen Richtung. In einer Ausführungsform kann die Durchlässigkeit bevorzugt in der axialen Richtung ausgebildet sein. Diese axiale Anpassung gegenüber einer radialen und Umfangsrichtungsanpassung kann kundenspezifisch definiert werden, um eine Kühlung an spezifischen Stellen bereitzustellen, die eine derartige Kühlung benötigen.

**[0029]** In der in Fig. 5 dargestellten Ausführungsform ist die Durchlässigkeit der porösen Stoffanordnungen 60 speziell dafür angepasst, dass sie eine variierende Durchlässigkeit axial «x» durch die porösen Stoffanordnungen 60 von einer Vorderkante 46 zu einer Hinterkante 48 und in Umfangsrichtung «y» über den Volumenanteil der porösen Stoffanordnungen 60 enthält. In dieser speziellen Ausführungsform ist der Strömungswiderstand in einem an die Prallhülse 80 angrenzenden Abschnitt der porösen Stoffanordnungen 60 und in einem linken Abschnitt der porösen Stoffanordnungen 60 in einer axialen Richtung in der Nähe der Vorderkante 46 grösser. Durch eine Gestaltung der porösen Stoffanordnungen 60 in dieser Weise erzeugt der verringerte Strömungswiderstand in der Nähe der heissen Schale 32 und in Richtung der Vorderkante 48 eine nicht gleichmässige Strömungsverteilung des Kühlmediums 50 in den Poren 56, die bereits zu der heissen Bauteilwand hin vorausgerichtet sind, und insbesondere zu der heissen Schale 32 und der Hinterkante 48. Es ist anzunehmen, dass diese ungleichmässige Strömungsverteilung des Kühlmediums 50 durch den Einschluss eines einzelnen porösen Einsatzes 62 mit variierender Durchlässigkeit in verschiedenen Richtungen, durch mehrere poröse Einsätze 62 mit variierender Durchlässigkeit, oder mehrere poröse Einsätze 62 erhalten werden kann, die durch einen dünnen Festkörper (oder poröse Materialschichten mit geringer Durchlässigkeit) getrennt sind, die entlang der bevorzugten Strömungsrichtung des Kühlmediums 50 ausgerichtet sind.

**[0030]** Wie vorstehend darauf hingewiesen, kann in einer Ausführungsform das Heissgaspfad-Bauteil 30 mehr als nur eine poröse Stoffanordnung 60 enthalten. Jedes von den mehreren porösen Stoffanordnungen 60 kann in einer Ausführungsform, die mehrere poröse Einsätze 62 enthält, von anderen von der einen oder den mehreren porösen Stoffanordnungen 60 beispielsweise in der Richtung der Kontur, wie z.B. der aerodynamischen Kontur der Schale 32, gemäss Darstellung oder in einer beliebigen anderen geeigneten Richtung angeordnet sein, oder es kann an anderen von den mehreren porösen Stoffanordnungen 60 anliegen oder anderweitig damit in Kontakt stehen.

**[0031]** Wie vorstehend in der in Fig. 4 und 5 dargestellten Ausführungsform diskutiert, kann eine Prallhülse 80 angrenzend an, wie z.B. in Abstandsbeziehung oder anliegend an der Innenoberfläche 68 einer porösen Stoffanordnung 60 positioniert sein. In diesen Ausführungsformen kann das Kühlmedium 50 durch die Prallkanäle 86 der Prallhülse 80 zu der einen oder den mehreren porösen Stoffanordnungen 60 strömen. In weiteren Ausführungsformen kann, wie es in den Fig. 6 bis 13 dargestellt ist, in dem Heissgaspfad-Bauteil 30 optional eine Prallhülse 80 enthalten sein.

**[0032]** In exemplarischen Ausführungsformen können die eine oder die mehreren porösen Stoffanordnungen 60 mit der Schale 32 und/oder optional mit der Prallhülse 80 in Kontakt stehen. Somit kann die Aussenoberfläche 66 der porösen Stoffanordnung 60 die Innenoberfläche 38 der Schale 32 berühren. Die Innenoberfläche 68 der porösen Stoffanordnung 60 kann die Aussenoberfläche 82 der Prallhülse 80, wenn vorhanden, berühren. In einigen Ausführungsformen, in welchen die poröse Stoffanordnung 60 die Schale 32 und/oder die Prallhülse 80 berührt, können die eine oder die mehreren porösen Stoffanordnungen 60 eingepresst, verklebt, wie z.B. mittels eines geeigneten Klebers oder eines Klebprozesses, oder anderweitig mit der Schale 32 und/oder der Prallhülse 80 verbunden sein. In weiteren Ausführungsformen können eine oder mehrere poröse Stoffanordnungen 60 von der Schale 32 und/oder der Prallhülse 80 in Abstand angeordnet sein. Somit können die eine oder die mehreren porösen Stoffanordnungen 60 gemäss der vorliegenden Beschreibung sowohl mit einer Schale 32 als auch einer Prallhülse 80 in Kontakt stehen, können sowohl von einer Schale 32 als auch einer Prallhülse 80 beabstandet sein, oder können mit einer von einer Schale 32 oder einer Prallhülse 80 in Kontakt stehen und von der anderen von einer Hülle 32 oder einer Prallhülse 80 beabstandet sein.

**[0033]** Gemäss den Fig. 6 und 7 können in den in Fig. 4 bis 13 zu sehenden exemplarischen Ausführungsformen und wie es am besten in Fig. 7 dargestellt ist, ferner in einer porösen Stoffanordnung 60 ein oder mehrere Prallkanäle 88 definiert sein. Die Prallkanäle 88 können sich zwischen der Innenoberfläche 68 und der Aussenoberfläche 66 der porösen Stoffanordnung 60 erstrecken. Derartige Prallkanäle 88 können ermöglichen, dass Teile des Kühlmediums 50 durch sie hindurch strömen und auf die Innenoberfläche 32 der Schale aufprallen, und somit eine Prallkühlung der Schale 32 bewirken. Ferner können Anteile des Kühlmediums 50 in die Prallkanäle 86 eintreten, die zu den Prallkanälen 88 strömen und dann aus den Prallkanälen 88 durch die Hohlräume 92 in der porösen Stoffanordnung strömen und somit eine anderweitige Kühlung der Schale 32 ermöglichen.

**[0034]** Ähnlich zu den Prallkanälen 86 können derartige Prallkanäle 88 jede geeignete Querschnittsform, wie z.B. eine rund oder oval, quadratisch oder rechteckig ausgebildete, dreieckige oder eine beliebige anderen polygonale Form haben. Beispielsweise können in einigen exemplarischen Ausführungsformen die Prallkanäle 88 im Wesentlichen runde Querschnittsformen haben, während die Prallkanäle 88 andere, im Wesentlichen rechteckige Querschnittsformen oder als Schlitz gekennzeichnete Formen haben können. Die Prallkanäle 88 können Querschnittsflächen haben, die grösser als oder identisch oder kleiner als diejenigen der Prallkanäle 86 sind. Ferner können die Prallkanäle 88 jede geeignete Querschnittsfläche haben und diese Querschnittsfläche kann über die gesamte Länge des Kanals 88 konstant sein oder variieren, wie es in dem am weitesten links liegenden Prallkanal 88 von Fig. 7 dargestellt ist. Beispielsweise kann sich in einigen Ausführungsformen ein Kanal 88 verjüngen oder kann einen verengten Abschnitt oder einen relativ breiteren Abschnitt haben.

**[0035]** Des Weiteren können die Prallkanäle 88 gerade, gekrümmt sein oder jede andere geeignete Wegform haben. Beispielsweise kann in einigen Ausführungsformen ein Prallkanal 88 gekrümmt sein, einen im Wesentlichen serpentinartigen Weg festlegen, wie z.B. in dem am weitesten rechts dargestellten Prallkanal 88 von Fig. 7. In weiteren Ausführungsformen kann ein Prallkanal 88 einfach einen geradlinigen Pfad haben.

**[0036]** Ein der vorliegenden Beschreibung entsprechender Prallkanal 88 kann in eine poröse Stoffanordnung 60 gebohrt oder anderweitig in dieser ausgebildet sein. In Ausführungsformen, in welchen die Prallhülse 80 an die poröse Stoffanordnung 60 angrenzt, können die Prallkanäle 86 in der Prallhülse 80 im Wesentlichen zu den Prallkanälen 88 der porösen Stoffanordnung 60 ausgerichtet sein. In Ausführungsformen, in welchen die Innenoberfläche 68 einer porösen Stoffanordnung behandelt ist (hier beschrieben), können sich die Prallkanäle 88 durch diese behandelte Oberfläche hindurch erstrecken.

**[0037]** Die der vorliegenden Beschreibung entsprechende Schale 32 kann ferner einen oder mehrere Kühlkanäle 96 gemäss Darstellung in den Fig. 4 bis 11 definieren. Die Kühlkanäle 96 können sich zwischen der Innenoberfläche 38 und der Aussenoberfläche 36 der Schale 32 gemäss Darstellung in den Fig. 5, 7 und 9 oder zwischen einer Innenoberfläche und einer Aussenoberfläche einer (hier beschriebenen) Beschichtungslage erstrecken. Derartige Kühlkanäle 96 können jede(n) geeignete (n) Querschnittsform, Querschnittsfläche und Querschnittspfad haben. Wie es am besten in den Fig. 7 und 9 dargestellt ist, können die Kühlkanäle 96 in einigen Ausführungsformen Filmkühlkanäle sein und können so im Winkel angeordnet und so ausgebildet sein, dass dadurch hindurch strömendes und von diesen ausgegebenes Kühlmedium 50 dann eine Filmkühlung an der (derzeit beschriebenen) Beschichtungslage und/oder Aussenoberfläche 36 der Schale 32 erzeugt.

**[0038]** Der eine oder die mehreren Kühlkanäle 96 können zu einer porösen Stoffanordnung 60 oder zu einem darin gemäss Darstellung in Fig. 7 definierten Prallkanal 88 ausgerichtet sein. Das durch die Prallkanäle 86 und/oder 88 und die poröse Stoffanordnung 60 strömende Kühlmedium 50 kann in den und durch den Kühlkanal 96 strömen. In einigen Ausführungsformen erstreckt sich, wie in Fig. 5 dargestellt, ein Kühlkanal 96 nur durch die Schale 32 zwischen der Innenoberfläche 38 und der Aussenoberfläche 36. In weiteren Ausführungsformen kann sich, wie in Fig. 9 dargestellt, ein Kühlkanal

96 ferner wenigstens teilweise in eine poröse Stoffanordnung 60 erstrecken und wenigstens teilweise in dieser definiert sein. Beispielsweise kann sich ein Kühlkanal 96 wie dargestellt durch die Aussenoberfläche 66 der porösen Stoffanordnung 60 hindurch erstrecken.

**[0039]** Wie es weiter in den Fig. 6 und 7 dargestellt ist, können in einigen Ausführungsformen die Innenoberfläche 68 der porösen Stoffanordnungen 60 behandelt sein, wie z.B. durch Schleifen, Füllen, Hartlöten, Schweissen, Weichlöten, Beschichten oder durch beliebige andere geeignete Behandlungstechniken, welche die Innenoberfläche 68 in geeigneter Weise versiegeln. Eine derartige Behandlung kann die Innenoberfläche 68 so versiegeln, dass sich in einer porösen Stoffanordnung 60 definierte Hohlräume 92 nicht bis zu der Innenoberfläche 68 erstrecken. Kanäle, wie z.B. Prallkanäle 86, können dann durch die behandelte Oberfläche hindurch ausgebildet sein. Kühlkanäle 96 können ebenfalls durch eine Schale 32 hindurch wie vorstehend diskutiert ausgebildet sein, um einen Durchfluss von Kühlmedium 50 durch sie hindurch zu ermöglichen. Zusätzlich können ein oder mehrere Prallkanäle 88, wie vorstehend beschrieben, ferner in den porösen Stoffanordnungen 60 definiert sein. Die Prallkanäle 88 können sich zwischen der Innenoberfläche 68 und der Aussenoberfläche 66 der porösen Stoffanordnung 60 erstrecken.

**[0040]** Wie es ferner in den Fig. 8 bis 11 dargestellt ist, können in einigen Ausführungsformen die eine oder die mehreren porösen Stoffanordnungen 60 auf der Aussenoberfläche 36 der Schale 32 angeordnet sein. In einer Ausführungsform, wie sie am besten in Fig. 8 und 9 dargestellt ist, können die eine oder die mehreren porösen Stoffanordnungen 60 behandelt sein, wie z.B. mit einer TBC-Haftbeschichtung 94 oder einer anderen Beschichtungslage. Eine derartige Behandlung kann die Aussenoberfläche 66 der einen oder der mehreren porösen Stoffanordnungen 60 dergestalt versiegeln, dass sich in der einen oder den mehreren porösen Stoffanordnungen 60 definierte Hohlräume 92 nicht bis zu der Aussenoberfläche 66 erstrecken. Kanäle, wie z.B. Prallkanäle 86, können durch die Schale 32 hindurch ausgebildet sein und/oder Prallkanäle 88 können durch die behandelte Aussenoberfläche 66 hindurch wie vorstehend beschrieben ausgebildet sein, um einen Durchstrom von Kühlmedium 50 dadurch zu ermöglichen. Ein oder mehrere Kühlkanäle 96 können durch die Beschichtungslage 94 hindurch wie vorstehend beschrieben ausgebildet sein. Eine Behandlung der Aussenoberfläche 66 kann ferner Schleifen, Füllen, Hartlöten, Schweissen, Weichlöten oder eine beliebige andere geeignete Behandlungstechnik beinhalten, die in geeigneter Weise die Aussenoberfläche 66 versiegelt.

**[0041]** In einer Ausführungsform, wie sie am besten in den Fig. 10 und 11 dargestellt ist, bleibt die eine oder die mehreren porösen Stoffanordnungen 60 offenliegend und enthalten keine Hülse, wie z.B. die vorstehend beschriebene Prallhülse 86, oder eine Oberflächenbehandlung, wie z.B. durch Schleifen, Füllen, Hartlöten, Schweissen, Weichlöten oder Beschichten, wie z.B. mit einer TBC-Haftschiicht 94 oder einer anderen Beschichtungslage, wie vorstehend beschrieben. In der beschriebenen Ausführungsform tritt der Strom des Kühlmediums 50 als eine Transpirationskühlung durch die eine oder die mehreren porösen Stoffanordnungen 60 aus.

**[0042]** In noch einer weiteren Ausführungsform kann, wie es am besten in Fig. 12 und 13 dargestellt ist, eine poröse Stoffanordnung innerhalb der Schale 32 angeordnet sein und mehrere diskrete poröse Zonen 98 enthalten. In dieser Ausführungsform tritt der Strom des Kühlmediums 50 durch die porösen Stoffanordnungen 60 als Transpirationskühlung aus. In einer Ausführungsform können die Durchlässigkeit und/oder Porosität der mehreren diskreten porösen Zonen 98 und innerhalb jeder porösen Zone 98 angepasst werden, um die maximale Transpirationskühlung dort zu platzieren, wo sie am meisten benötigt wird. In einer Ausführungsform kann, wenn ein Abschnitt eines Schaufelblattes 30 eine höhere Wärmebelastung hat, die poröse Stoffanordnung 60 in diesem Bereich die niedrigste Durchlässigkeit haben. Ferner kann der am weitesten stromabwärts liegende Abschnitt dieser porösen Stoffanordnung 60 die niedrigste Durchlässigkeit haben, so dass der grösste Anteil des Kühlmediums 50 in diesem Bereich austritt.

**[0043]** In den Fig. 14 und 15 ist ein Spannenabschnitt einer oder mehrerer poröser Stoffanordnungen 60 veranschaulicht, der eine variierende Durchlässigkeit und/oder Porosität besitzt, um den Strom des Kühlfluids 50 dadurch speziell anzupassen und zu steuern. Die eine oder die mehreren porösen Stoffanordnungen gemäss vorstehender Beschreibung enthalten mehrdimensionale Eigenschaften, um den lokalen Strömungswiderstand zu steuern und um dadurch die Steuerung des Kühlmediums 50 auf erforderliche Bereiche hin zu ermöglichen. Durch spezielle Anpassung der Durchlässigkeit und/oder der Porosität der einen oder der mehreren porösen Stoffanordnungen kann der Strömungswiderstand gesteuert werden, um das Kühlpotential für eine vorgegebene Menge von Kühlmedium 50 zu maximieren. Insbesondere ist in Fig. 14 ein mittlerer Spannenabschnitt eines Heissgaspfad-Bauteils 100 im Wesentlichen ähnlich dem Heissgaspfad-Bauteil 30 oder 70 dargestellt, in welchem die eine oder die mehreren porösen Stoffanordnungen 60 eine variierende Durchlässigkeit und/oder Porosität in der durch den Pfeil «z» angezeigten Spannenrichtung zeigt. Die eine oder die mehreren porösen Stoffanordnungen 60 enthalten, wie dargestellt, einen erhöhten Strömungswiderstand 102 in einem an die äusseren Abschnitte 104 der Spanne angrenzenden Bereich des Heissgaspfad-Bauteils 100 und einen verringerten Strömungswiderstand 106 in einem an einen mittleren Abschnitt 108 der Spanne des Heissgaspfad-Bauteils 100 angrenzenden Bereich. Wie durch die Pfeile 110 dargestellt ist, sorgt die spezifische Anpassung der Durchlässigkeit und/oder Porosität der einen oder der mehreren porösen Stoffanordnungen 60 für eine Einwärtsströmung und eine Erhöhung in der Strömung des Kühlmediums 50 in dem mittleren Abschnitt 108.

**[0044]** In Fig. 15 ist ein Spannenabschnitt eines Heissgaspfad-Bauteils 200, im Wesentlichen ähnlich dem Heissgaspfad-Bauteil 30 oder 70, dargestellt, in welchem die eine oder die mehreren porösen Stoffanordnungen 60 eine variierende Durchlässigkeit und/oder Porosität in der Spannenrichtung gemäss Darstellung durch den Pfeil «z» zeigen. In dieser speziellen Ausführungsform enthält die eine oder die mehreren porösen Stoffanordnungen 60 gemäss Darstellung einen ver-

ringerten Strömungswiderstand 106 in einem an die äusseren Abschnitte 104 der Spanne Bereich angrenzenden Bereich angrenzend und einen erhöhten Strömungswiderstand 102 in einem an einen mittigen Abschnitt 108 der Spanne angrenzenden Bereich. Wie durch die Pfeile 110 dargestellt ist, sorgen die variierte Durchlässigkeit und/oder Porosität der einen oder der mehreren porösen Stoffanordnungen 60 für eine Auswärtsströmung und eine Erhöhung der Strömung des Kühlmediums 50 in dem Aussenabschnitt 104.

**[0045]** Demzufolge sind Ausführungsformen eines Heissgaspfad-Bauteils mit einer oder mehreren porösen Stoffanordnungen beschrieben, in welchen die spezifische Anpassung der einen oder der mehreren porösen Stoffanordnungen in Bezug auf die Durchlässigkeit und/oder Porosität eine verstärkte Kühlung in spezifischen Bereichen des Heissgaspfad-Bauteils ermöglicht. Insbesondere wird durch spezifische Anpassung der Durchlässigkeit und/oder Porosität der porösen Stoffanordnungen in einer Spannenrichtung (radial) und axialen Richtung (Strömung des Heissgaspfadstroms von einer Vorderkante zu einer Hinterkante), eine Richtungssteuerung der Strömung des Kühlmediums in Bezug auf das Schaufelblatt erreicht. Durch Variieren der Durchlässigkeit und/oder Porosität der porösen Stoffanordnung in der Richtung der Dicke oder der Umfangsrichtung (wenn poröse Stoffanordnungen auf den Seiten rechtwinklig zu den Vorder-/Hinter-Kanten angeordnet sind) und/oder axial (wenn poröse Stoffanordnungen auf der Vorderkante angeordnet sind) und/oder radial (wenn poröse Stoffanordnungen auf den Endwänden angeordnet sind) wird eine Kontrolle erreicht, wie viel Kühlmittel an die Schaufelblattoberfläche angrenzt.

**[0046]** Diese Beschreibung nutzt Beispiele, um die Erfindung einschliesslich ihrer besten Ausführungsart offenzulegen und um auch jedem Fachmann zu ermöglichen, die Erfindung einschliesslich der Herstellung und Nutzung aller Elemente und Systeme und der Durchführung aller einbezogenen Verfahren in die Praxis umzusetzen. Der patentfähige Schutzzumfang der Erfindung ist durch die Ansprüche definiert und kann weitere Beispiele umfassen, die für den Fachmann ersichtlich sind. Derartige weitere Beispiele sollen in dem Schutzzumfang der Erfindung enthalten sein, sofern sie strukturelle Elemente besitzen, die sich nicht von dem Wortlaut der Ansprüche unterscheiden, oder wenn sie äquivalente strukturelle Elemente mit unwesentlichen Änderungen gegenüber dem Wortlaut der Ansprüche enthalten.

**[0047]** Es wird ein Heissgaspfad-Bauteil für ein Turbinensystem offengelegt. Das Heissgaspfad-Bauteil enthält eine Schale und eine oder mehrere poröse Stoffanordnungen mit einer Aussenoberfläche und einer Innenoberfläche und an die Schale angrenzend positioniert. Die eine oder die mehreren porösen Stoffanordnungen sind dafür eingerichtet, eine variierte Durchlässigkeit in einer von einer Axialrichtung, einer Radialrichtung, einer Axial- und einer Radialrichtung, einer Axial- und einer Umfangsrichtung, einer Radial- und einer Umfangsrichtung oder einer Axial-, einer Radial- und einer Umfangsrichtung zu enthalten, wobei die porösen Stoffanordnungen an die Schale angrenzend positioniert sind. Die eine oder die mehreren porösen Stoffanordnungen sind ferner dafür eingerichtet, eine von einer Axial-, einer Radial-, einer Axial- und einer Radial-, einer Axial- und einer Umfangs-, einer Radial- und einer Umfangs- oder einer Axial-, einer Radial- und einer Umfangs-Kühlmittelströmungsverteilung eines hindurchströmenden Kühlmediums zu steuern.

#### **Bezugszeichenliste**

##### **[0048]**

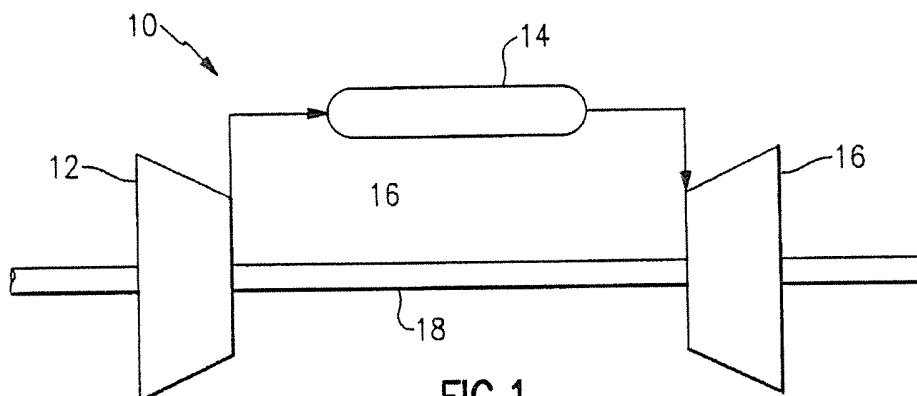
- 10 Gasturbinensystem
- 12 Verdichter
- 14 Brenner
- 16 Turbine
- 18 Welle
- 20 Heissgaspfad
- 30 Heissgaspfad-Bauteil
- 32 Schale
- 34 Endkappe
- 36 Aussenoberfläche
- 38 Innenoberfläche
- 40 Heissgaspfad-Bauteil
- 42 Druckseite
- 44 Saugseite

46	Vorderkante
48	Hinterkante
50	Kühlmedium
52	Innenbereich
60	poröse Stoffanordnungen
62	mehrere Einsätze
64	Pfeile
66	Aussenoberfläche
68	Innenoberfläche
70	Heissgaspfad-Bauteil
72	Überhitzungspunkt
74	Unterkühlungspunkt
76	Pfeile
80	Pralhülse
82	Aussenoberfläche
84	Innenoberfläche
86	Prallkanäle
88	Prallkanäle
90	Matrix
92	Hohlraum
94	TBC-Haftbeschichtung
96	Kühlkanal
98	poröse Zonen
100	Heissgaspfad-Bauteil
102	erhöhter Strömungswiderstand
104	äussere Abschnitte
106	verringertes Strömungswiderstand
108	mittiger Abschnitt
110	Luftströmung

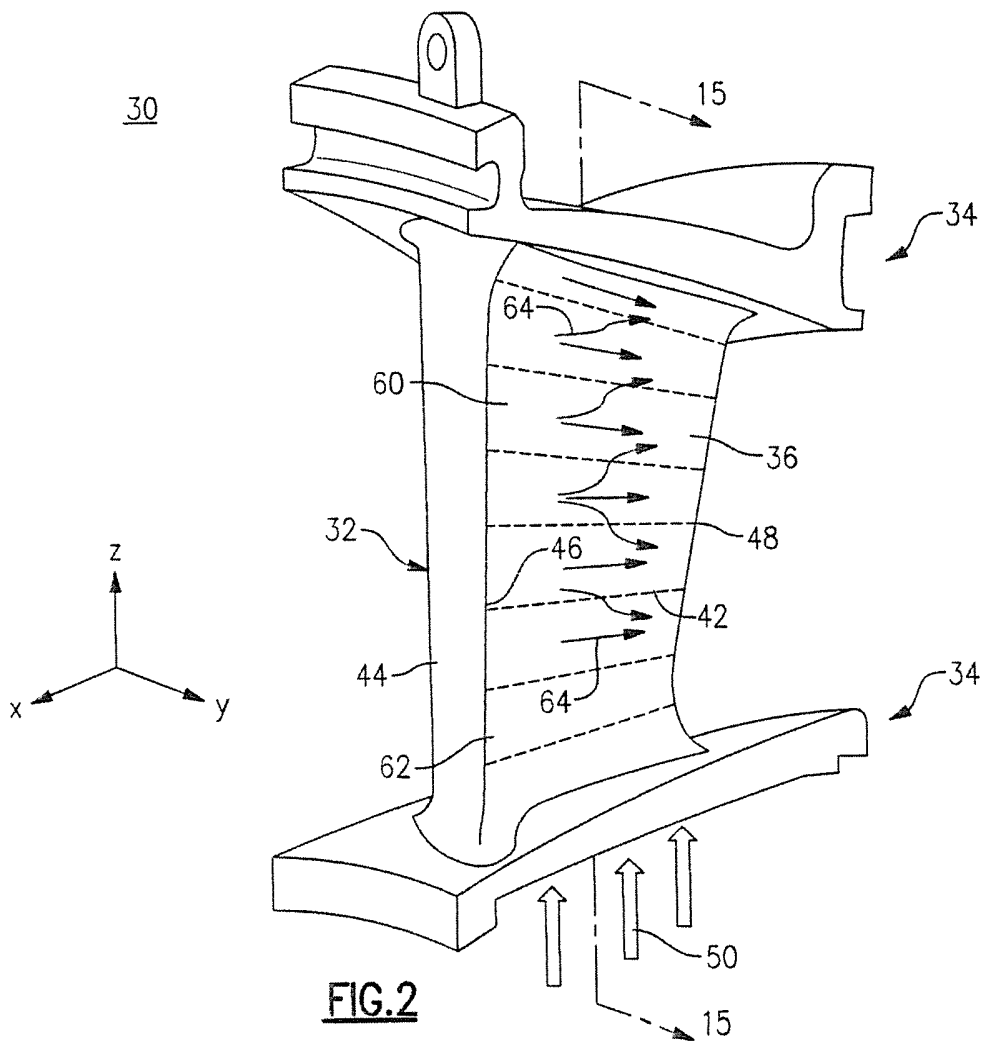
### Patentansprüche

1. Heissgaspfad-Bauteil (30, 70) für ein Turbinensystem (10) aufweisend:  
eine Schale (32) mit einer Aussenoberfläche (36) und einer Innenoberfläche (38); und  
eine oder mehrere poröse Stoffanordnungen (60) mit einer Aussenoberfläche (66) und einer Innenoberfläche (68),  
wobei die eine oder die mehreren porösen Stoffanordnungen (60) dafür eingerichtet sind, eine variierende Durchlässigkeit in einer von einer Axialrichtung, einer Radialrichtung, einer Axial- und einer Radialrichtung, einer Axial- und einer Umfangsrichtung, einer Radial- und einer Umfangsrichtung oder einer Axial-, einer Radial- und einer Umfangsrichtung zu enthalten, wobei die porösen Stoffanordnungen (60) an die Schale (32) angrenzend positioniert sind,  
wobei die eine oder die mehreren porösen Stoffanordnungen (60) dafür eingerichtet sind, eine von einer Axial-, einer Radial-, einer Axial- und einer Radial-, einer Axial- und einer Umfangs-, einer Radial- und einer Umfangs- oder einer

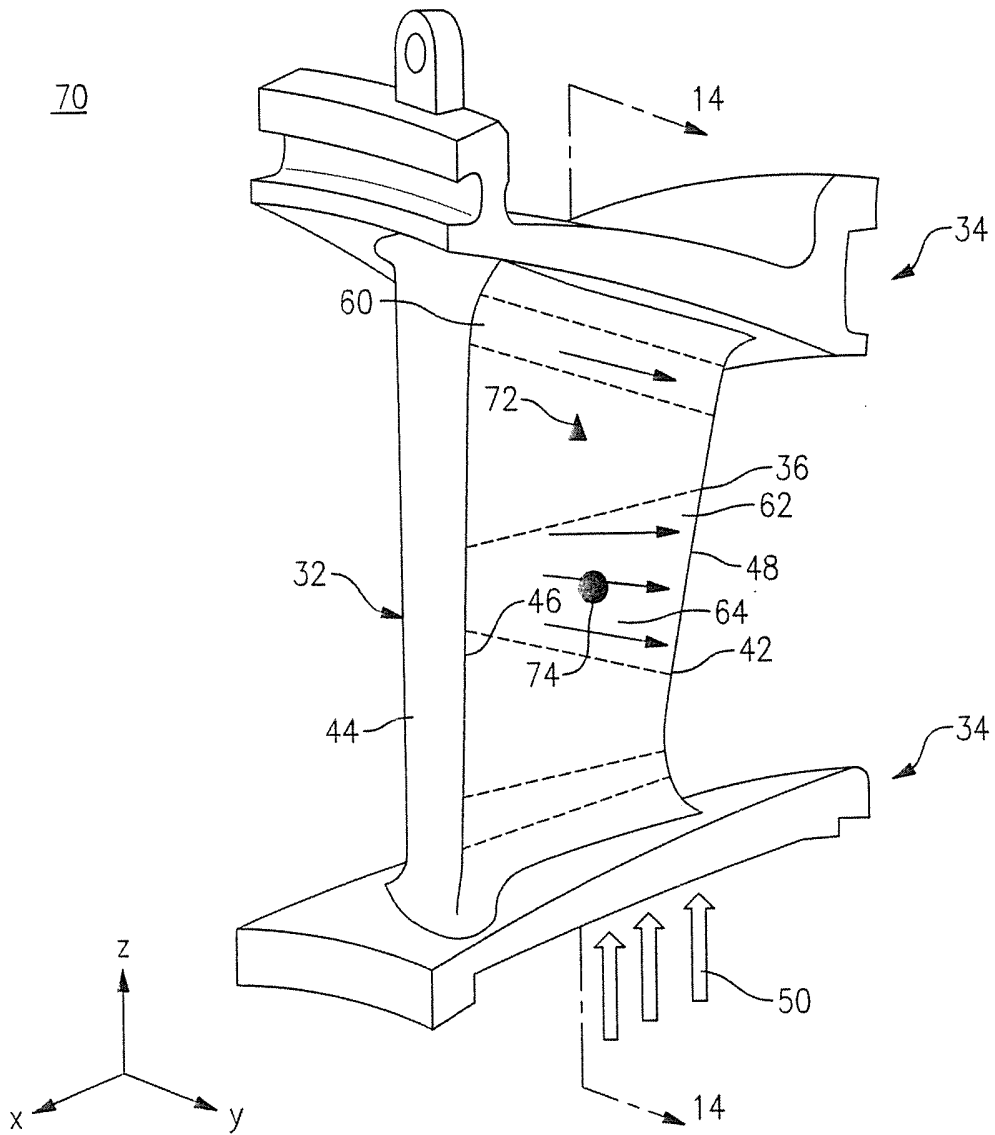
- Axial-, einer Radial- und einer Um-fangs-Kühlmittelströmungsverteilung eines hindurchströmenden Kühlmediums (50) zu steuern.
2. Heissgaspfad-Bauteil (30, 70) nach Anspruch 1, wobei die eine oder die mehreren porösen Stoffanordnungen (60) mehrere poröse Einsätze variierender Durchlässigkeit enthalten.
  3. Heissgaspfad-Bauteil (30, 70) nach Anspruch 1, wobei eine Aussenoberfläche (66) der einen oder der mehreren porösen Stoffanordnungen (60) angrenzend an die Innenoberfläche (38) der Schale (32) positioniert ist.
  4. Heissgaspfad-Bauteil (30, 70) nach Anspruch 3, das ferner eine Prallhülse (80) aufweist, die an die Innenoberfläche (68) der porösen Stoffanordnung (60) angrenzend positioniert ist.
  5. Heissgaspfad-Bauteil (30, 70) nach Anspruch 1, wobei eine Innenoberfläche (68) der einen oder der mehreren porösen Stoffanordnungen (60) an die Aussenoberfläche (36) der Schale (32) angrenzend positioniert ist.
  6. Heissgaspfad-Bauteil (30, 70) nach Anspruch 5, das ferner eine Prallhülse (80) aufweist, die an die Aussenoberfläche (66) der porösen Stoffanordnung (60) angrenzend positioniert ist.
  7. Heissgaspfad-Bauteil (30, 70) nach Anspruch 1, wobei die porösen Stoffanordnungen (60) ferner aus einem von einem Metallschaum, einem keramischen Schaum, oder einem Kohlefaserschaum ausgebildet sind.
  8. Heissgaspfad-Bauteil (30, 70) nach Anspruch 1, wobei das Heissgaspfad-Bauteil (30, 70) ein Leitapparat ist.
  9. Heissgaspfad-Bauteil (30, 70) für ein Turbinensystem (10), aufweisend:  
eine Schale (32) mit einer Aussenoberfläche (36) und einer Innenoberfläche (38); und  
eine oder mehrere poröse Stoffanordnungen (60) mit einer Aussenoberfläche (66) und einer Innenoberfläche (68), wobei die eine oder die mehreren porösen Stoffanordnungen (60) dafür eingerichtet sind, eine variierende Durchlässigkeit entlang einer von einer Hauptachse, durch eine Dicke der porösen Stoffanordnungen (60), entlang einer Hauptachse und durch eine Dicke der porösen Stoffanordnungen (60), entlang einer Nebenachse und durch eine Dicke, entlang einer Hauptachse und einer Nebenachse, oder entlang einer Hauptachse, einer Nebenachse und durch eine Dicke der porösen Stoffanordnungen (60) zu enthalten, wobei die porösen Stoffanordnungen (60) an die Schale angrenzend positioniert sind,  
wobei die eine oder die mehreren porösen Stoffanordnungen (60) dafür eingerichtet sind, eine Kühlmittelströmungsverteilung entlang einer von einer von einer Hauptachse, durch eine Dicke der porösen Stoffanordnungen (60), entlang einer Hauptachse und durch eine Dicke der porösen Stoffanordnungen, entlang einer Nebenachse und durch eine Dicke der porösen Stoffanordnungen (60), entlang einer Hauptachse und einer Nebenachse, oder entlang einer Hauptachse, einer Nebenachse und durch eine Dicke der porösen Stoffanordnungen (60) eines hindurchströmenden Kühlmediums (50) zu steuern.
  10. Turbinensystem (10), aufweisend:  
einen Verdichter (12),  
eine mit dem Verdichter (12) verbundene Turbine (16); und  
mehrere Heissgaspfad-Bauteile (30,70), die wenigstens in einem von dem Verdichter (12) oder der Turbine (16) angeordnet sind, wobei wenigstens eines von den Heissgaspfad-Bauteilen (30, 70) aufweist:  
eine oder mehrere poröse Stoffanordnungen (60) mit einer Aussenoberfläche (66) und einer Innenoberfläche (68), wobei die eine oder die mehreren porösen Stoffanordnungen (60) dafür eingerichtet sind, eine variierende Durchlässigkeit in einer von einer Axialrichtung, einer Radialrichtung, einer Axial- und einer Radialrichtung, einer Axial- und einer Umfangsrichtung, einer Radial- und einer Umfangsrichtung oder einer Axial-, einer Radial- und einer Umfangsrichtung zu enthalten, wobei die porösen Stoffanordnungen (60) an die Schale (32) angrenzend positioniert sind, wobei die eine oder die mehreren porösen Stoffanordnungen (60) dafür eingerichtet sind, eine von einer Axial-, einer Radial-, einer Axial- und einer Radial-, einer Axial- und einer Umfangs-, einer Radial- und einer Umfangs- oder einer Axial-, einer Radial- und einer Umfangs-Kühlmittelströmungsverteilung eines hindurchströmenden Kühlmediums (50) zu steuern.



**FIG. 1**  
Stand der Technik

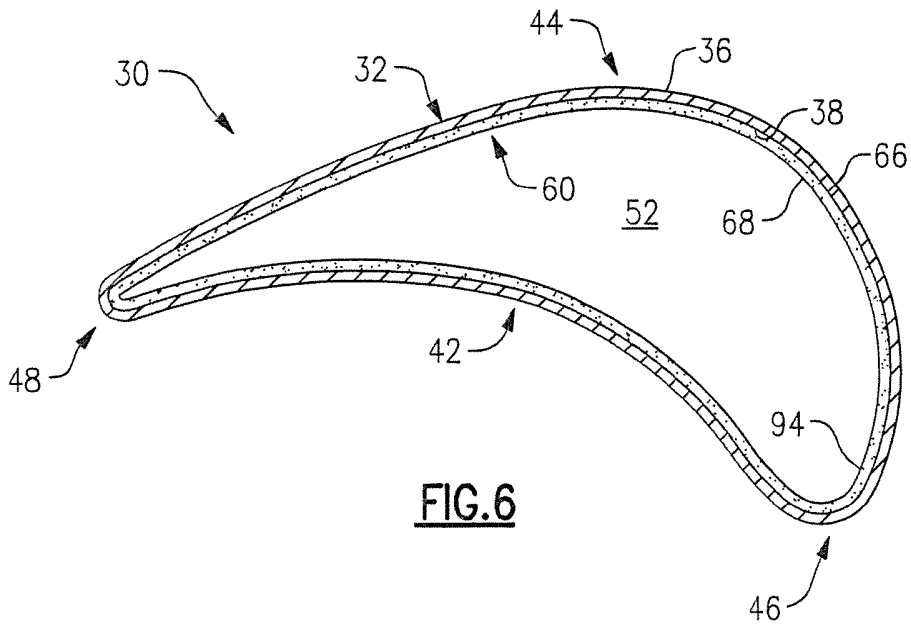


**FIG. 2**

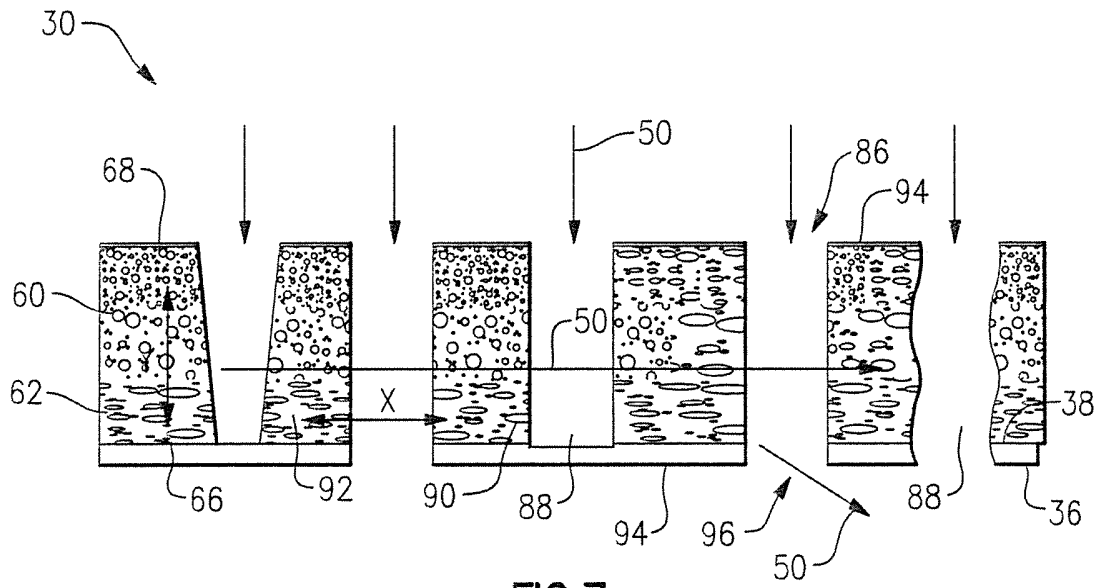


**FIG.3**

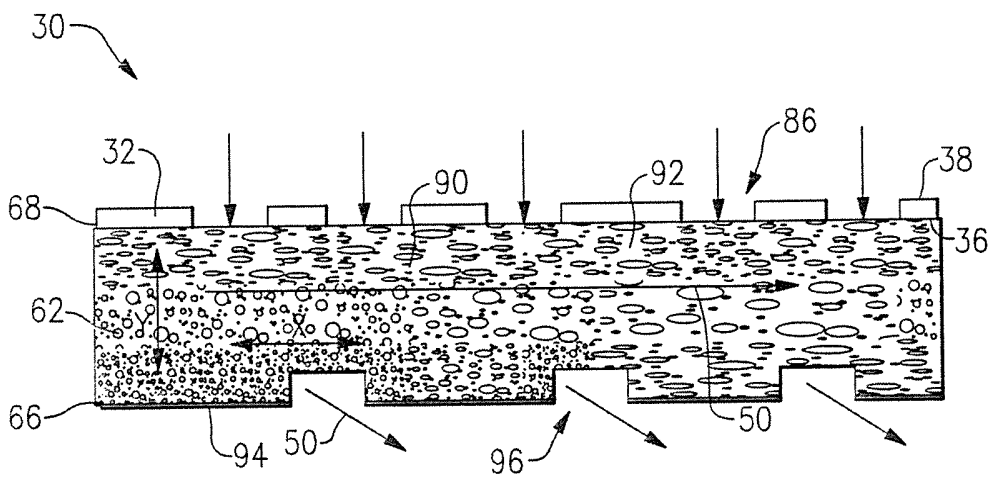
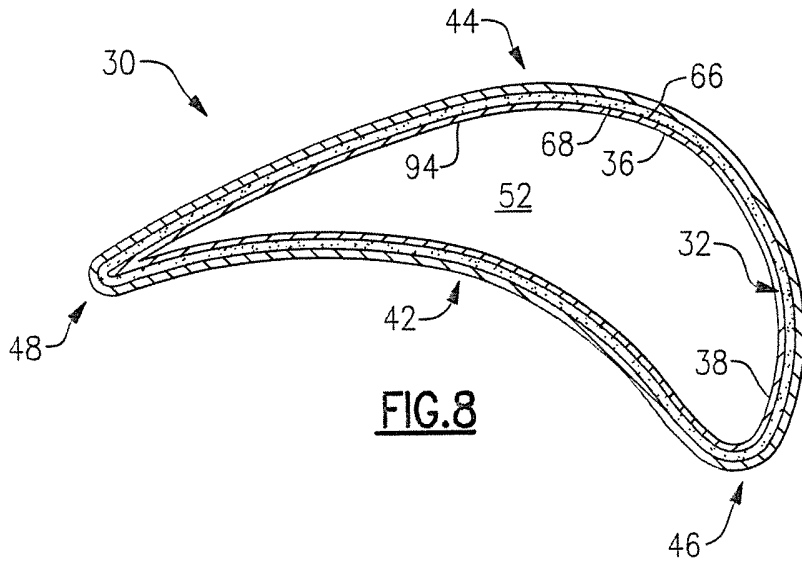


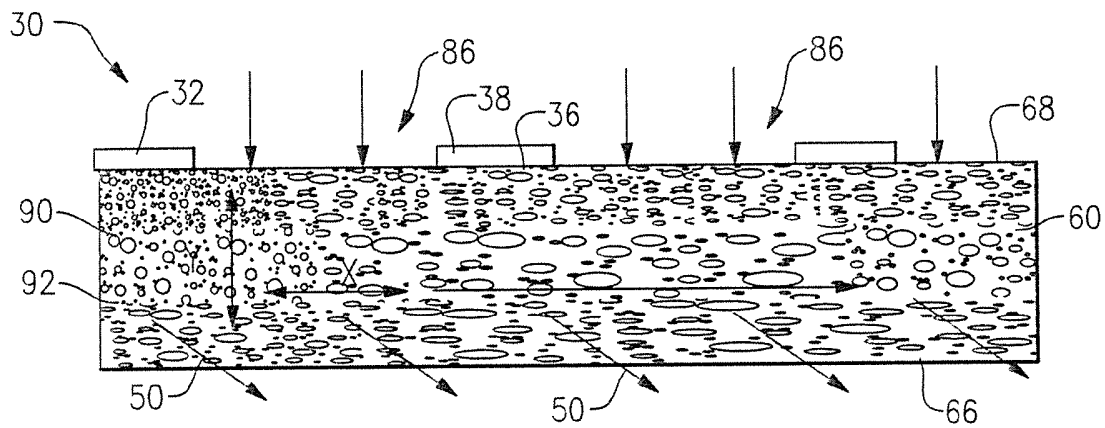
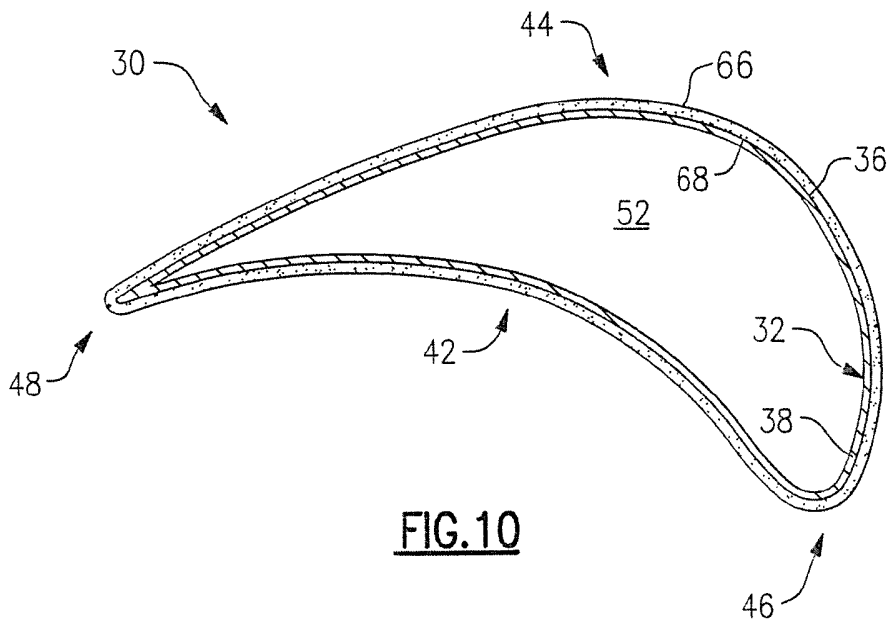


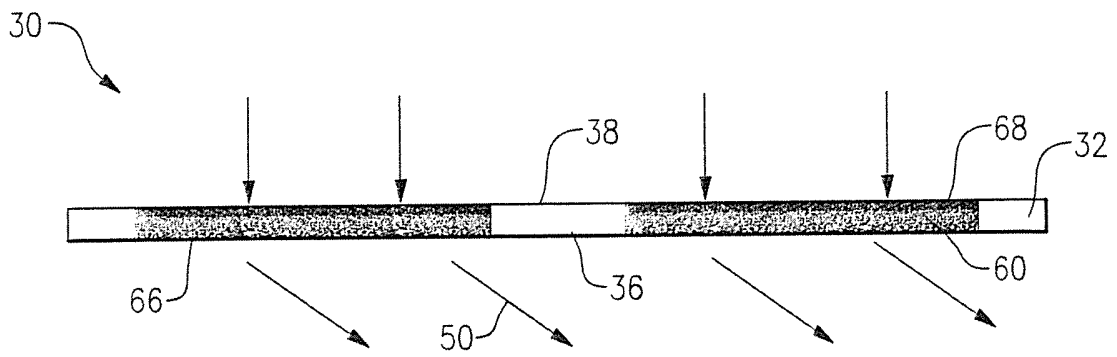
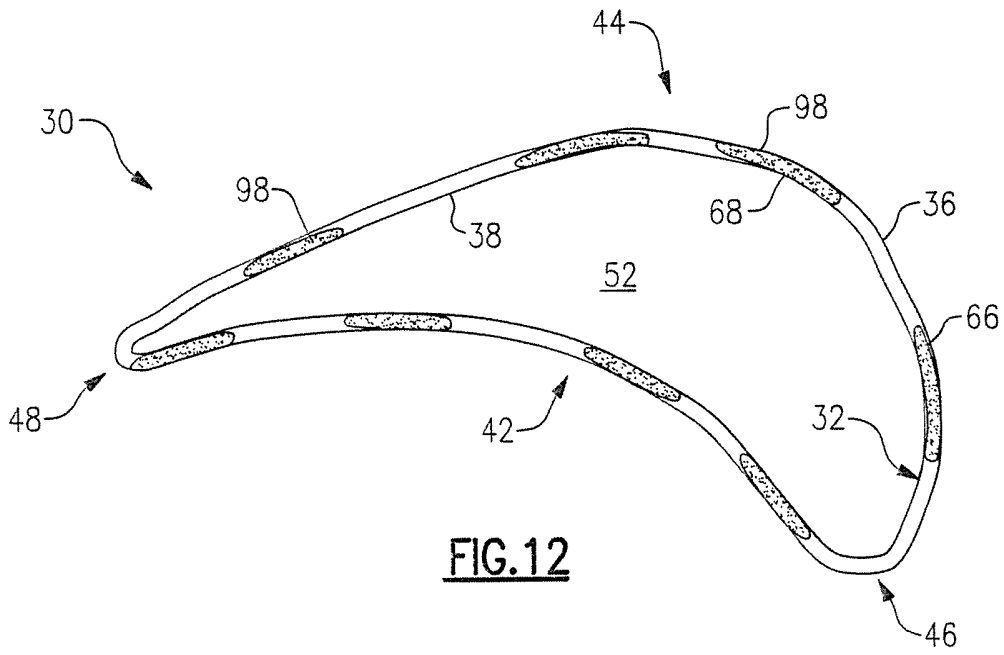
**FIG. 6**



**FIG. 7**







100

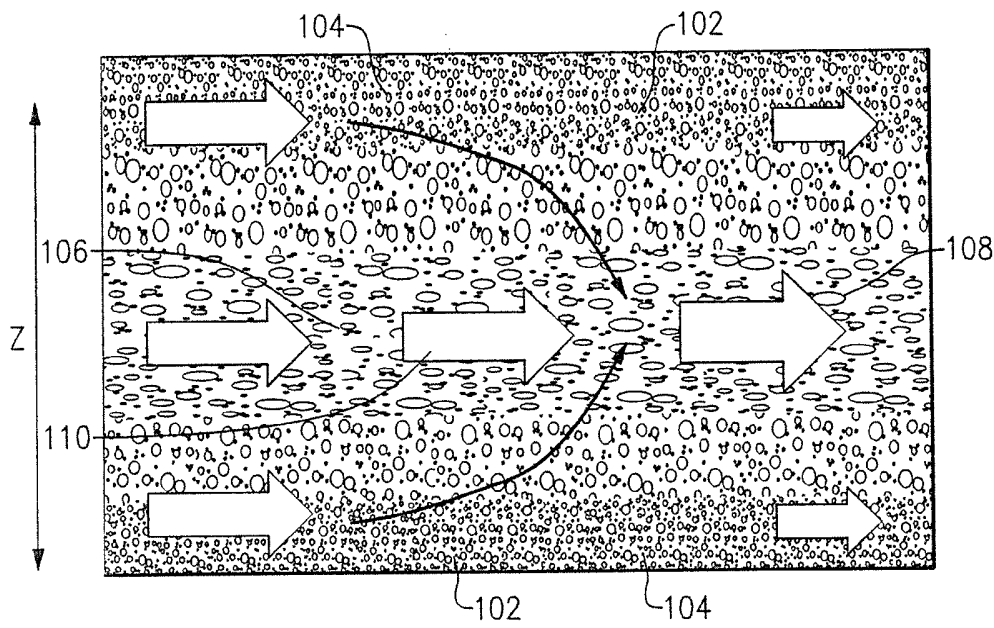


FIG. 14

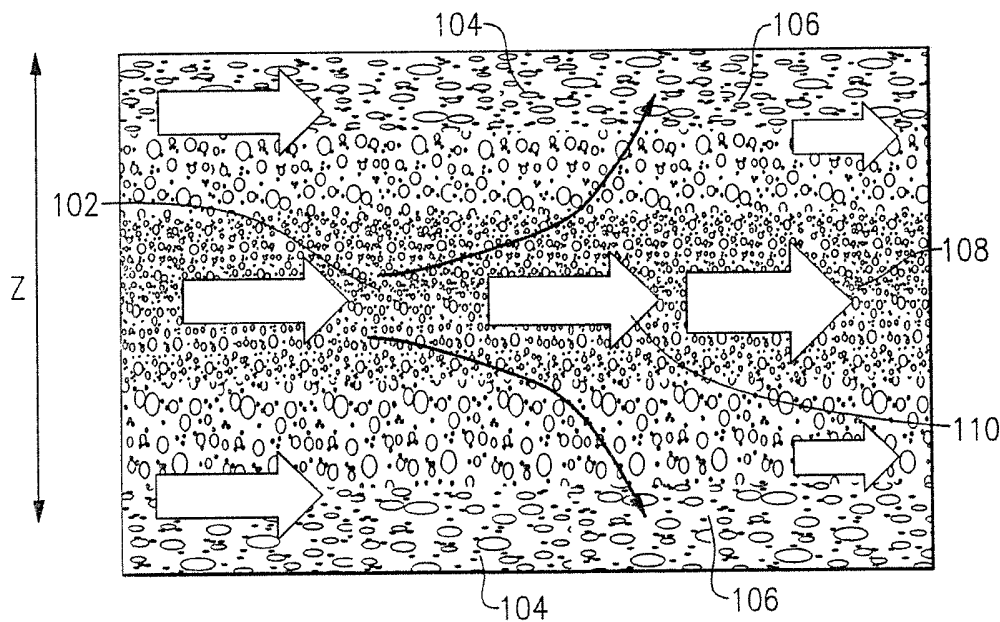


FIG. 15