



SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft
Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum

(11) CH 709 119 A2

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

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

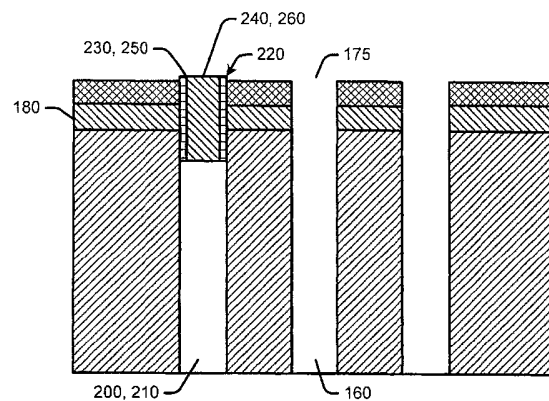
(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 00008/15	(71) Anmelder: General Electric Company, 1 River Road Schenectady, New York 12345 (US)
(22) Anmeldedatum: 06.01.2015	(72) Erfinder: Victor John Morgan, Greenville, SC 29615 (US) Joseph Fagan, Lynn, MA 01910-0002 (US)
(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.07.2015	(74) Vertreter: R.A. Egli & Co, Patentanwälte, Baarerstrasse 14 6300 Zug (CH)
(30) Priorität: 10.01.2014 US 14/151,859	

(54) Turbinenkomponente mit adaptivem Kühlpfad.

(57) Die Erfindung betrifft eine Turbinenkomponente zur Verwendung in einem Heissgaspfad einer Gasturbine. Die Turbinenkomponente enthält eine Aussenfläche (180), einen internen Kühlkreislauf, einen adaptiven Kühlpfad (210), der mit dem internen Kühlkreislauf in Verbindung steht und sich durch die Aussenfläche (180) erstreckt, und einen Kühlstopfen (220) mit zwei oder mehreren Materialien, die innerhalb des adaptiven Kühlpfads (210) positioniert sind.

Der Kühlstopfen (220) kann öffnen, um ein Kühlmedium durch ihn hindurchzuliefern, wenn eine örtlich begrenzte vorbestimmte Temperatur erreicht ist.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Anmeldung und das daraus resultierende Patent betreffen allgemein Gasturbinen und betreffen insbesondere Gasturbinen mit zwei Materialien versehenen adaptiven Kühlpfaden, die mit zwei oder mehreren Materialien mit unterschiedlichen Schmelzpunkten gefüllt sind, so dass wenigstens ein Material oberhalb einer vorbestimmten Temperatur öffnen kann, um eine ergänzende Kühlströmung durch dieses bereitzustellen.

HINTERGRUND ZU DER ERFINDUNG

[0002] Allgemein beschrieben, enthält eine Gasturbine eine Anzahl von Stufen mit Laufschaufeln, die sich von einer stützenden Laufscheibe aus nach aussen erstrecken. Jede Laufschaufel enthält ein Schaufelblatt, über dem heisse Verbrennungsgase strömen. Das Schaufelblatt muss gekühlt werden, um den durch die Verbrennungsgase erzeugten hohen Temperaturen standzuhalten. Eine unzureichende Kühlung kann eine unzulässige Beanspruchung und Oxidation an dem Schaufelblatt zur Folge haben und kann zur Ermüdung und/oder Beschädigung führen. Das Schaufelblatt ist im Allgemeinen hohl, mit einem oder mehreren internen Kühlströmungskreisläufen versehen, die zu einer Anzahl von Kühllöchern und dergleichen führen. Die Kühlluft wird durch die Kühllöcher ausgegeben, um eine Filmkühlung an der Aussenfläche des Schaufelblattes zu erzielen. Andere Arten von Heissgaspfadkomponenten und andere Arten von Turbinenkomponenten können auf eine ähnliche Weise gekühlt werden.

[0003] Obwohl viele Modelle und Simulationen durchgeführt werden können, bevor eine gegebene Komponente im Feld in Betrieb genommen wird, können die exakten Temperaturen, die eine Komponente oder ein Bereich von dieser erreichen kann, aufgrund von komponentenspezifischen heissen und kalten Stellen stark variieren. Insbesondere kann die Komponente temperaturabhängige Eigenschaften haben, die durch eine Überhitzung beeinträchtigt werden können. Infolgedessen können viele Turbinenkomponenten überkühlt werden, um örtlich begrenzte heisse Stellen, die an den Komponenten entstehen können, abzugleichen. Eine derartige übermässige Überkühlung kann jedoch eine negative Auswirkung auf die gesamte Leistungsabgabe und den gesamten Wirkungsgrad der Gasturbine haben.

[0004] Es besteht somit ein Wunsch nach verbesserten Konstruktionen für Schaufelblätter und andere Arten von Heissgaspfadturbinenkomponenten. Derartige verbesserte Konstruktionen können örtlich begrenzte heisse Stellen mit einer minimierten Menge an zusätzlicher Kühlluft bewältigen. Derartige verbesserte Konstruktionen können ferner eine verlängerte Komponentenlebensdauer fördern, ohne den gesamten Wirkungsgrad und die gesamte Leistungsabgabe der Gasturbine zu beeinträchtigen.

KURZE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0005] Die vorliegende Anmeldung und das daraus resultierende Patent ergeben somit eine Turbinenkomponente zur Verwendung in einem Heissgaspfad einer Gasturbine. Die Turbinenkomponente kann eine Aussenfläche, einen internen Kühlkreislauf, einen adaptiven Kühlpfad, der mit dem internen Kühlkreislauf in Verbindung steht und sich durch die Aussenfläche erstreckt, und einen Kühlstopfen mit zwei oder mehreren Materialien enthalten, die innerhalb des adaptiven Kühlpfades positioniert sind. Der Kühlstopfen kann öffnen, um ein Kühlmedium durch ihn hindurch zu liefern, wenn eine örtlich begrenzte vorbestimmte Temperatur erreicht ist.

[0006] In der zuvor erwähnten Turbinenkomponente kann der Kühlstopfen ein äusseres Material für niedrigere Temperatur und ein inneres Material für höhere Temperatur aufweisen.

[0007] In einer bevorzugten Ausführungsform weist das äussere Material für niedrige Temperaturen eine niedrige vorbestimmte Temperatur auf, während das innere Material für höhere Temperatur eine hohe vorbestimmte Temperatur aufweist, wobei die hohe vorbestimmte Temperatur höher ist als die niedrige vorbestimmte Temperatur.

[0008] Insbesondere kann die niedrige vorbestimmte Temperatur etwa 900 bis etwa 1900 Grad Fahrenheit (etwa 482 bis etwa 1038 Grad Celsius) aufweisen.

[0009] Zusätzlich oder alternativ kann die hohe vorbestimmte Temperatur etwa 1901 bis etwa 2400 Grad Fahrenheit (etwa 1038 bis etwa 1316 Grad Celsius) aufweisen.

[0010] In der Turbinenkomponente der vorstehend erwähnten bevorzugten Ausführungsform kann das äussere Material für niedrigere Temperatur öffnen, sobald die niedrige vorbestimmte Temperatur erreicht oder überschritten ist.

[0011] In der Turbinenkomponente einer beliebigen vorstehend erwähnten Art kann das äussere Material für niedrigere Temperatur das innere Material für höhere Temperatur umgeben.

[0012] In einer Ausführungsform weisen das äussere Material für niedrigere Temperatur und das innere Material für höhere Temperatur eine verwirbelte Konfiguration auf.

[0013] Die Turbinenkomponente einer beliebigen vorstehend erwähnten Art kann vorzugsweise ein Schaufelblatt aufweisen.

[0014] In der Turbinenkomponente einer beliebigen vorstehend erwähnten Art kann der adaptive Kühlpfad mehrere adaptive Kühlpfade aufweisen, und der Kühlstopfen kann mehrere Kühlstopfen aufweisen.

[0015] Zusätzlich oder alternativ kann die Turbinenkomponente ferner mehrere Kühllöcher aufweisen, die mit dem internen Kühlkreislauf in Verbindung stehen und sich durch die Aussenfläche erstrecken.

[0016] Die Turbinenkomponente einer beliebigen vorstehend erwähnten Art kann ferner ein Kühlmedium aufweisen, das durch den internen Kühlkreislauf strömt.

[0017] In einer Ausführungsform weist die Turbinenkomponente ferner ein ergänzendes Volumen des Kühlmediums auf, und das ergänzende Volumen des Kühlmediums strömt durch den adaptiven Kühlpfad hindurch, wenn der Kühlstopfen geöffnet ist.

[0018] In einer weiteren Ausführungsform kann der Kühlstopfen ein äusseres Material für höhere Temperatur und ein inneres Material für niedrige Temperaturen aufweisen.

[0019] Die vorliegende Anmeldung und das daraus resultierende Patent ergeben ferner ein Verfahren zum Kühlen einer Turbinenkomponente, die in einem Heissgaspfad arbeitet. Das Verfahren kann die Schritte des Positionierens eines adaptiven Kühlwegs in einer Aussenfläche der Turbinenkomponente, Positionierens eines Multi-Material-Kühlstopfens in dem adaptiven Kühlpfad, Öffnen des Multi-Material-Kühlstopfens, falls eine vorbestimmte Temperatur eines äusseren Materials des Multi-Material-Kühlstopfens erreicht oder überschritten wird, und Strömenlassen eines Kühlmediums durch den adaptiven Kühlpfad, um wenigstens einen örtlich begrenzten Abschnitt der Aussenfläche zu kühlen, enthalten.

[0020] Die vorliegende Anmeldung und das daraus resultierende Patent ergeben ferner eine Heissgaspfadkomponente zur Verwendung in einem Heissgaspfad einer Gasturbine. Die Schaufelblattkomponente kann eine Aussenfläche, einen internen Kühlkreislauf, einen Kühlpfad, der mit dem internen Kühlkreislauf in Verbindung steht und sich durch die Aussenfläche erstreckt, einen adaptiven Kühlpfad, der mit dem internen Kühlkreislauf in Verbindung steht und sich durch die Aussenfläche erstreckt, und einen Kühlstopfen mit zwei Materialien aufweisen, der innerhalb des adaptiven Kühlpfads angeordnet ist. Der Kühlstopfen mit zwei Materialien kann ein äusseres Material für niedrigere Temperatur und ein inneres Material für höhere Temperatur enthalten. Der Kühlstopfen mit zwei Materialien kann öffnen, um ein Kühlmedium durch ihn hindurch zu liefern, wenn eine örtlich begrenzte vorbestimmte Temperatur erreicht ist.

[0021] In der zuvor erwähnten Heissgaspfadkomponente kann das äussere Material für niedrigere Temperatur eine niedrige vorbestimmte Temperatur aufweisen, und das innere Material für höhere Temperatur kann eine hohe vorbestimmte Temperatur aufweisen, wobei die hohe vorbestimmte Temperatur höher sein kann als die niedrige vorbestimmte Temperatur.

[0022] Insbesondere kann die niedrige vorbestimmte Temperatur etwa 900 bis etwa 1900 Grad Fahrenheit (etwa 482 bis etwa 1038 Grad Celsius) aufweisen, und die hohe vorbestimmte Temperatur kann etwa 1901 bis etwa 2400 Grad Fahrenheit (etwa 1038 bis etwa 1316 Grad Celsius) aufweisen.

[0023] Das äussere Material für niedrigere Temperatur kann öffnen, sobald die niedrige vorbestimmte Temperatur erreicht oder überschritten ist.

[0024] In der Heissgaspfadkomponente einer beliebigen vorstehend erwähnten Art kann das äussere Material für niedrigere Temperatur das innere Material für höhere Temperatur umgeben.

[0025] Diese und weitere Merkmale und Verbesserungen der vorliegenden Anmeldung und des daraus resultierenden Patentes werden für einen Fachmann auf dem Gebiet bei einer Durchsicht der folgenden detaillierten Beschreibung in Verbindung mit den verschiedenen Zeichnungen und den beigefügten Ansprüchen offenkundig.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0026]

- Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Gasturbine unter Veranschaulichung eines Verdichters, einer Brennkammer und einer Turbine.
- Fig. 2 zeigt eine Perspektivansicht eines Beispiels einer bekannten Turbinenkomponente, wie beispielsweise einer Turbinenlaufschaufel.
- Fig. 3 zeigt eine Perspektivansicht eines Abschnitts einer Turbinenkomponente, wie sie hierin beschrieben sein kann.
- Fig. 4 zeigt eine quer geschnittene Seitenansicht eines Abschnitts der Turbinenkomponente aus Fig. 3 mit einem Kühlllochstopfen mit zwei Materialien innerhalb eines adaptiven Kühlpfads, wie er hierin beschrieben sein kann.
- Fig. 5 zeigt eine Querschnittsansicht des Kühlllochstopfens mit zwei Materialien nach Fig. 4.

- Fig. 6 zeigt eine quer geschnittene Seitenansicht eines Abschnitts der Turbinenkomponente nach Fig. 3 mit dem für höhere Temperatur ausgelegten inneren Material des geöffneten Kühllochstopfens mit zwei Materialien.
- Fig. 7 zeigt eine quer geschnittene Seitenansicht einer alternativen Ausführungsform eines Kühllochstopfens mit zwei Materialien, wie er hierin beschrieben sein kann.
- Fig. 8 zeigt eine quer geschnittene Seitenansicht einer alternativen Ausführungsform eines Kühllochstopfens mit zwei Materialien, wie er hierin beschrieben sein kann.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0027] Indem nun auf die Zeichnungen Bezug genommen wird, in denen gleiche Bezugszeichen überall in den verschiedenen Ansichten gleiche Elemente bezeichnen, zeigt Fig. 1 eine schematische Ansicht einer Gasturbine 10, wie sie hierin verwendet werden kann. Die Gasturbine 10 kann einen Verdichter 15 enthalten. Der Verdichter 15 verdichtet eine ankommende Luftströmung 20. Der Verdichter 15 liefert die verdichtete Luftströmung 20 zu einer Brennkammer 25. Die Brennkammer 25 vermischt die verdichtete Luftströmung 20 mit einer unter Druck stehenden Brennstoffströmung 30 und zündet das Gemisch, um eine Strömung von Verbrennungsgasen 35 zu erzeugen. Obwohl lediglich eine einzige Brennkammer 25 veranschaulicht ist, kann die Gasturbine 10 eine beliebige Anzahl von Brennkammern 25 enthalten. Die Strömung der Verbrennungsgase 35 wird wiederum zu einer Turbine 40 geliefert. Die Verbrennungsgasströmung 35 treibt die Turbine 40 an, um mechanische Arbeit zu verrichten. Die in der Turbine 40 verrichtete mechanische Arbeit treibt den Verdichter 15 über eine Welle 45 und eine externe Last 50, wie beispielsweise einen elektrischen Generator und dergleichen, an.

[0028] Die Gasturbine 10 kann Erdgas, flüssige Brennstoffe, verschiedene Arten von Synthesegas und/oder andere Arten von Brennstoffen oder deren Gemischen verwenden. Die Gasturbine 10 kann eine beliebige einzelne von einer Anzahl unterschiedlicher Gasturbinen sein, die von der General Electric Company aus Schenectady, New York, angeboten werden, und dergleichen. Die Gasturbine 10 kann verschiedene Konfigurationen aufweisen und kann andere Arten von Komponenten verwenden. Es können auch andere Arten von Gasturbinen hierin verwendet werden. Es können mehrere Gasturbinen, andere Turbinenarten oder andere Arten einer Energieerzeugungsausrüstung auch gemeinsam hierin verwendet werden.

[0029] Fig. 2 zeigt ein Beispiel für eine Turbinenlaufschaufel 55, die in einem Heissgaspfad 56 der Turbine 40 und dergleichen verwendet werden kann. Allgemein beschrieben, kann die Turbinenlaufschaufel 55 ein Schaufelblatt 60, einen Schaftabschnitt 56 und eine Plattform 70 enthalten, die zwischen dem Schaufelblatt 60 und dem Schaftabschnitt 65 angeordnet ist. Das Schaufelblatt 60 erstreckt sich allgemein von der Plattform 70 aus radial nach oben und enthält eine Vorderkante 72 und eine Hinterkante 74. Das Schaufelblatt 60 kann ferner eine konkave Oberfläche, die eine Druckseite 76 definiert, und eine gegenüberliegende konvexe Oberfläche enthalten, die eine Saugseite 78 definiert. Die Plattform 70 kann im Wesentlichen horizontal verlaufen und eben sein. Der Schaftabschnitt 65 kann sich von der Plattform 70 aus radial nach unten derart erstrecken, dass die Plattform 70 im Wesentlichen eine Verbindungsstelle zwischen dem Schaufelblatt 60 und dem Schaftabschnitt 65 definiert. Der Schaftabschnitt 65 kann einen Schafthohlraum 80 darin enthalten. Der Schaftabschnitt 65 kann ferner eine oder mehrere Engelflügeldichtungen 82 und eine Wurzelstruktur 84, wie beispielsweise einen Schwalbenschwanz und dergleichen, enthalten. Die Wurzelstruktur 84 kann eingerichtet sein, um die Turbinenlaufschaufel 55 an der Welle 45 zu sichern. Es kann eine beliebige Anzahl von Turbinenlaufschaufeln 55 längs des Umfangs um die Welle 45 herum angeordnet sein. Es können auch andere Komponenten und andere Konfigurationen hierin verwendet werden.

[0030] Die Turbinenlaufschaufel 55 kann einen oder mehrere Kühlkreisläufe 86 enthalten, die sich durch diese hindurch erstrecken, um ein Kühlmedium 88, wie beispielsweise Luft, von dem Verdichter 15 oder einer anderen Quelle strömen zu lassen. Es können auch Dampf und andere Arten von Kühlmedien 88 hierin verwendet werden. Die Kühlkreisläufe 86 und das Kühlmedium 88 können wenigstens durch Abschnitt des Schaufelblattes 60, des Schaftabschnitts 65 und der Plattform 70 in einer beliebigen Reihenfolge, Richtung oder Strecke umlaufen. Es können viele verschiedene Arten von Kühlkreisläufen und Kühlmedien in einer beliebigen Ausrichtung hierin verwendet werden. Die Kühlkreisläufe 86 können zu einer Anzahl von Kühllöchern 90 oder anderen Arten von Kühlpfaden zur Filmkühlung an dem Schaufelblatt 60 oder an einer sonstigen Stelle führen. Es können andere Arten von Kühlverfahren hierin verwendet werden. Es können auch andere Komponenten und andere Konfigurationen hierin verwendet werden.

[0031] Fig. 3 zeigt ein Beispiel eines Abschnitts einer Turbinenkomponente 100, wie sie hierin beschrieben sein kann. In diesem Beispiel kann die Turbinenkomponente 100 ein Schaufelblatt 110 und insbesondere eine Seitenwand von dieser sein. Das Schaufelblatt 110 kann ein Teil einer Laufschaufel oder einer Leitschaufel und dergleichen sein. Die Turbinenkomponente 100 kann ferner eine beliebige Art einer luftgekühlten Komponente, einschliesslich eines Schaftes, einer Plattform oder einer beliebigen Art einer Heissgaspfadkomponente, sein. Es können andere Arten von Komponenten und andere Konfigurationen hierin verwendet werden.

[0032] Ähnlich wie vorstehend beschrieben, kann das Schaufelblatt 110 eine Vorderkante 120 und eine Hinterkante 130 enthalten. Ebenso kann das Schaufelblatt 110 eine Druckseite 140 und eine Saugseite 150 enthalten. Das Schaufelblatt 110 kann ferner einen oder mehrere interne Kühlkreisläufe 160 in ihm enthalten. Die Kühlkreisläufe 160 können zu einer

Anzahl von Kühlpfaden 170, wie beispielsweise einer Anzahl von Kühllöchern 175 führen. Die Kühllöcher 175 können sich durch eine Aussenfläche 180 des Schaufelblattes 110 hindurch oder anderweitig erstrecken. Die Kühlkreisläufe 160 und die Kühllöcher 175 dienen zur Kühlung des Schaufelblattes 110 und dessen Komponenten mit einem darin befindlichen Kühlmedium 190. Es kann eine beliebige Art eines Kühlmediums 190, wie beispielsweise Luft, Dampf und dergleichen, aus einer beliebigen Quelle hierin verwendet werden. Die Kühllöcher 175 können eine beliebige Grösse, Gestalt oder Konfiguration aufweisen. Es kann eine beliebige Anzahl der Kühllöcher 175 hierin verwendet werden. Es können andere Arten von Kühlpfaden 170 hierin verwendet werden. Es können andere Komponenten und andere Konfigurationen hierin verwendet werden.

[0033] Wie in Fig. 4 veranschaulicht, kann das Schaufelblatt 110 ferner eine Anzahl von adaptiven Kühlpfaden 200 enthalten. In diesem Beispiel kann der adaptive Kühlpfad 200 in Form einer Anzahl von adaptiven Kühllöchern 210 vorliegen. Die adaptiven Kühllöcher 210 können sich auf eine ähnliche Weise wie die Kühllöcher 175 durch die Aussenfläche 180 erstrecken. Die adaptiven Kühllöcher 210 können auch mit einem oder mehreren der Kühlkreisläufe 160 in Verbindung stehen. Die adaptiven Kühllöcher 210 können mit einem Kühlstopfen 220 mit zwei Materialien gefüllt sein. Wie in den Figuren 4 und 5 veranschaulicht, kann der mit zwei Materialien versehene Kühlstopfen 220 zwei oder mehrere Materialien mit verschiedenen Schmelzpunkten enthalten, um die Kühllöcher 210 auszufüllen und auszustopfen. Obwohl der Kühlstopfen 220 mit zwei Materialien zwei verschiedene Materialien verwenden kann, können beliebige zwei verschiedene Materialien hierin verwendet werden. Ausserdem behalten die zwei oder mehrere Materialien ihre jeweiligen Eigenschaften bei, d.h. eine Legierung und dergleichen wird hier nicht erzeugt. Vielmehr kann eine Legierung ein oder mehrere der zwei oder mehreren hierin verwendeten Materialien bilden.

[0034] Insbesondere kann der Kühlstopfen 220 mit zwei Materialien ein äusseres Material 230 für niedrigere Temperatur und ein inneres Material 240 für höhere Temperatur enthalten. Die Ausdrücke «niedriger» und «höher» werden hierin in ihrem relativen Sinne in Bezug aufeinander verwendet. Es können Materialien mit beliebigen Schmelz- oder Öffnungs-/Auflösetemperaturen hierin verwendet werden. Das äussere Material 230 für niedrigere Temperatur kann ein Niedertemperatur-Hartlötmaterial und dergleichen sein. Als ein Beispiel kann das äussere Material 230 für niedrigere Temperatur bei einer niedrigeren vorbestimmten Temperatur 250 in ähnlicher Weise wie Glas weich werden und schmelzen, sich zu Asche verwandeln oder in sonstiger Weise oxidieren und/oder sich volumetrisch verändern. In diesem Beispiel kann die niedrige vorbestimmte Temperatur etwa 900 bis etwa 1900 Grad Fahrenheit (etwa 482 bis etwa 1038 Grad Celsius) betragen. Es können andere vorbestimmte Temperaturen hierin verwendet werden. Beispiele für das äussere Material 230 für niedrigere Temperatur können AMS 4764 und andere Arten von Hartloten auf Kupferbasis umfassen. Ein derartiges Material kann in etwa eine Solidus-Liquidus-Temperatur von etwa 1600 bis etwa 1700 Grad Fahrenheit (etwa 871 bis etwa 927 Grad Celsius) haben. Es können andere Arten von Materialien hierin verwendet werden.

[0035] Das innere Material 240 für höhere Temperatur kann eine hohe vorbestimmte Temperatur 260 enthalten. Die hohe vorbestimmte Temperatur kann in diesem Beispiel in etwa 1901 bis etwa 2400 Grad Fahrenheit (etwa 1038 bis etwa 1316 Grad Celsius) betragen. Es können andere hohe vorbestimmte Temperaturen 260 hierin verwendet werden. Das innere Material 240 für höhere Temperatur kann ein Hochtemperatur-Hartlötmaterial und dergleichen sein. Beispiele für das innere Material 240 für höhere Temperatur können AMS 4779 und andere Arten von Hartloten auf Nickellegierungsbasis umfassen. Ein derartiges Material kann in etwa eine Solidus-Liquidus-Temperatur von etwa 1800 bis etwa 1900 Grad Fahrenheit (etwa 982 bis etwa 1038 Grad Celsius) haben (obwohl die Ausschmelzung über diesen Temperaturen hinaus liegen kann). Es können andere Arten von Materialien hierin verwendet werden.

[0036] Im Einsatz können die Kühllöcher 170, 210 in die Turbinenkomponente 100 gebohrt oder in sonstiger Weise eingefügt werden. Die Turbinenkomponente 100 kann mit einer herkömmlichen Wärmedämmbeschichtung und dergleichen beschichtet sein. Die adaptiven Kühllöcher 210 können mit dem Kühlstopfen 220 mit zwei Materialien gefüllt sein. Insbesondere kann das äussere Material 230 für niedrigere Temperatur des Kühlstopfens 220 mit zwei Materialien mit dem Kühlloch 210 verbunden sein, wobei das innere Material 240 für höhere Temperatur darin angeordnet ist.

[0037] Wenn die Oberflächentemperatur eines beliebigen Bereichs der Turbinenkomponente 100 die Auslegungstemperatur von z.B. einer heissen Stelle erreicht oder überschreitet, kann das äussere Material 230 für niedrigere Temperatur des Kühlstopfens 220 mit zwei Materialien schmelzen, verbrennen oder in sonstiger Weise öffnen (sich auflösen), sobald die niedrige vorbestimmte Temperatur 250 erreicht oder überschritten ist. Sobald die Integrität des äusseren Materials 230 für niedrigere Temperatur beeinträchtigt ist, können höhere Drücke innerhalb der Turbinenkomponente 100 das verbleibende innere Material 240 für höhere Temperatur aus dem Kühlloch 210 verdrängen. Die Beseitigung des Kühlstopfens 220 mit zwei Materialien öffnet somit das adaptive Kühlloch 210 und stellt eine Kühleinrichtung in einer Region bereit, die eine derartige Kühlströmung erfordert. Fig. 5 zeigt das adaptive Kühlloch 210, sobald der Kühlstopfen 220 mit zwei Materialien aufgelöst bzw. geöffnet worden ist. Es kann nur eine dünne Schicht des äusseren Materials 230 für niedrigere Temperatur verbleiben. Sobald der Kühlstopfen 220 mit zwei Materialien aufgelöst bzw. geöffnet worden ist, kann das ergänzende Volumen 195 des Kühlmediums 190 dazu verwendet werden, die Komponente 100 zu kühlen. Ein derartiges ergänzendes Volumen 195 des Kühlmediums 190 kann örtlich begrenzte Probleme, wie beispielsweise Aufsplitterung und Oxidation oder andere schädliche Hochtemperatureffekte, mindern.

[0038] Der Kühlstopfen mit zwei Materialien 220 ermöglicht somit eine zusätzliche Kühlung, falls die örtlich begrenzte Oberflächentemperatur der Turbinenkomponente 100 die Auslegungstemperatur überschreitet, beispielsweise dort, wo eine heisse Stelle auftritt. Ebenso kann der Kühlstopfen 220 mit zwei Materialien als eine Ausfallsicherung für die Ge-

samtkonstruktion dienen. Der Kühlstopfen 220 mit zwei Materialien erzielt eine zusätzliche Kühlung exakt dort, wo sie benötigt wird, im Gegensatz zu Ansätzen, die auf Vorhersagemodellen oder Simulationen beruhen. Vielmehr passt diese Kühlstrategie sich den tatsächlichen Betriebsbedingungen der Gasturbine 10 und der speziellen Turbinenkomponente 100 an. Angesichts dessen können Prüfungen der Gesamtmaschine verringert werden. Weil die Kühlstopfen 220 mit zwei Materialien nur geöffnet werden können, wenn die lokale Temperatur den Punkt erreicht, an dem Kühlluft benötigt wird, ergibt der Kühlstopfen 220 mit zwei Materialien eine in passiver Weise adaptive oder «selbstheilende» thermische Auslegung. Wenn vorhergesagte heisse Stellen in der Tat heiss sind, können die Kühlstopfen 220 mit zwei Materialien öffnen. Wenn nicht, können die Kühlstopfen 220 mit zwei Materialien geschlossen bleiben. Angesichts dessen können geringere Kühlströme bei höheren Zündtemperaturen bei geringerem Komponentenrisiko und/oder weniger Ausfällen bereitgestellt werden. Die Gesamtmenge der Kühlströmung kann folglich verringert werden. Ausserdem kann der Kühlstopfen 220 mit zwei Materialien gegenüber Stopfen aus einem einzigen Material insofern Vorteile bieten, als Stopfen aus einem einzigen Material dazu neigen, in ihrer Mitte stecknadelgrosse Leckstellen zu bilden, um so die gewünschte Menge der Kühlströmung durch diese zu verhindern.

[0039] Fig. 7 zeigt eine alternative Ausführungsform eines Kühlstopfens 270 mit zwei Materialien, wie er hierin beschrieben sein kann. In diesem Beispiel sind anstelle des äusseren Materials 230 für niedrigere Temperatur, das das innere Material 240 für höhere Temperatur umgibt, die jeweiligen Materialien 230, 240 zu einer verwirbelten Konfiguration 280 gewickelt. Das äussere Material 230 für niedrigere Temperatur kann wiederum mit dem Kühlloch 210 verbunden sein und kann schmelzen oder sich auflösen oder öffnen, wenn die niedrige vorbestimmte Temperatur 250 erreicht oder überschritten wird. Das äussere Material 230 für niedrigere Temperatur erstreckt sich auch innerhalb des inneren Materials 240 für höhere Temperatur, um so eine Beseitigung des inneren Materials 240 für höhere Temperatur hinsichtlich der hohen inneren Drücke zu unterstützen. Es können andere Komponenten und andere Konfigurationen hierin verwendet werden.

[0040] Die adaptiven Kühlpfade 200 ermöglichen ferner einen minimierten Einsatz des Kühlmediums 190. Insbesondere können die adaptiven Kühlpfade 200 für das ergänzende Volumen 195 des Kühlmediums 190 nur dann geöffnet werden, wenn die Turbinenkomponente 100 oder ein Bereich von dieser die vorbestimmte niedrige Temperatur erreicht. An sich können die adaptiven Kühlpfade 200 zu einer Reduktion der Konstruktionszeit und einer Verringerung der Variation im Feld führen. Die gesamte Lebensdauer der Turbinenkomponente 100 sollte ebenfalls erhöht sein. Insbesondere kann die Anzahl der Intervalle, in denen die Komponente 100 betrieben werden kann, vergrössert werden. Ebenso kann die Menge des Kühlmediums 190 insofern reduziert werden, als die benötigten adaptiven Kühlpfade 200 für das ergänzende Volumen 195 des Kühlmediums 190 geöffnet werden können. Darüber hinaus können angesichts der fehlenden Sorge um Überhitzung neue Kühlstrategien angewandt werden.

[0041] Fig. 8 zeigt eine alternative Ausführungsform eines Kühlstopfens 290 mit zwei Materialien, wie er hierin beschrieben sein kann. In diesem Beispiel kann anstelle des äusseren Materials 230 für niedrigere Temperatur, das das innere Material 240 für höhere Temperatur umschliesst, die Position der jeweiligen Materialien 230, 240 umgedreht werden. Angesichts dessen kann der Kühlstopfen 290 mit zwei Materialien ein äusseres Material 300 für höhere Temperatur aufweisen, das ein inneres Material 310 für niedrigere Temperatur umgibt. Das innere Material 310 für niedrigere Temperatur kann schmelzen oder sich in sonstiger Weise auflösen oder öffnen, wenn die niedrige vorbestimmte Temperatur 250 erreicht oder überschritten ist. Ein Verlust des inneren Materials 310 für niedrigere Temperatur kann somit auf der Basis der lokalen Temperatur und anderer Parameter ein Kühlloch mit variablem Durchmesser erzeugen. Der Durchmesser der Kühllöcher kann hierin variieren. Der Kühlstopfen 290 mit zwei Materialien sorgt somit für eine Erhöhung der Haltbarkeit an Ort und Stelle (d.h. kaltes Schmelzen innen) und das vollständige Beseitigen des Stopfens (d.h. kaltes Schmelzen aussen). Es können andere Komponenten und andere Konfigurationen hierin verwendet werden.

[0042] Es sollte offenkundig sein, dass das Vorstehende nur bestimmte Ausführungsformen der vorliegenden Anmeldung und des daraus resultierenden Patentes anbetrifft. Es können hierin zahlreiche Veränderungen und Modifikationen durch einen Fachmann auf dem Gebiet vorgenommen werden, ohne dass von dem allgemeinen Rahmen und Umfang der Erfindung abgewichen wird, wie durch die folgenden Ansprüche und deren Äquivalente definiert.

[0043] Die vorliegende Anmeldung ergibt somit eine Turbinenkomponente zur Verwendung in einem Heissgaspfad einer Gasturbine. Die Turbinenkomponente kann eine Aussenfläche, einen internen Kühlkreislauf, einen adaptiven Kühlpfad, der mit dem internen Kühlkreislauf in Verbindung steht und sich durch die Aussenfläche erstreckt, und einen Kühlstopfen mit zwei oder mehreren Materialien enthalten, die innerhalb des adaptiven Kühlpfads positioniert sind.

Bezugszeichenliste

[0044]

- 10 Gasturbine
- 15 Verdichter
- 20 Luft
- 25 Brennkammer

30	Brennstoff
35	Verbrennungsgase
40	Turbine
45	Welle
50	Last
55	Laufschaufel
56	Heissgaspfad
60	Schaufelblatt
65	Schaft
70	Plattform
72	Vorderkante
74	Hinterkante
76	Druckseite
78	Saugseite
80	Schafthohlraum
82	Engelflügeldichtungen
84	Wurzelstruktur
86	Kühlkreisläufe
88	Kühlmedium
90	Kühllöcher
100	Turbinenkomponente
110	Schaufelblatt
120	Vorderkante
130	Hinterkante
140	Druckseite
150	Saugseite
160	Kühlkreisläufe
170	Kühllöcher
175	Kühlpfade
180	Aussenfläche
190	Kühlmedium
195	ergänzendes Kühlvolumen
200	adaptive Kühlpfade
210	passive Kühllöcher
220	Kühlstopfen mit zwei Materialien
230	inneres Material für niedrige Temperatur

- 240 äusseres Material für höhere Temperatur
- 250 niedrige vorbestimmte Temperatur
- 260 hohe vorbestimmte Temperatur
- 270 Kühlstopfen mit zwei Materialien
- 280 verwirbelte Konfiguration
- 290 Kühlstopfen mit zwei Materialien
- 300 äusseres Material für höhere Temperatur
- 310 inneres Material für niedrigere Temperatur

Patentansprüche

1. Turbinenkomponente zur Verwendung in einem Heissgaspfad einer Gasturbine, die aufweist:
eine Aussenfläche;
einen internen Kühlkreislauf;
einen adaptiven Kühlpfad, der mit dem internen Kühlkreislauf in Verbindung steht und sich durch die Aussenfläche erstreckt; und
einen Kühlstopfen, der innerhalb des adaptiven Kühlpfads positioniert ist;
wobei der Kühlstopfen zwei oder mehrere Materialien aufweist.
2. Turbinenkomponente nach Anspruch 1, wobei der Kühlstopfen ein äusseres Material für niedrigere Temperatur und ein inneres Material für höhere Temperatur aufweist.
3. Turbinenkomponente nach Anspruch 2, wobei das äussere Material für niedrigere Temperatur eine niedrige vorbestimmte Temperatur aufweist, das innere Material für höhere Temperatur eine hohe vorbestimmte Temperatur aufweist und wobei die hohe vorbestimmte Temperatur höher als die niedrige vorbestimmte Temperatur ist;
wobei die niedrige vorbestimmte Temperatur vorzugsweise etwa 900 bis etwa 1900 Grad Fahrenheit (etwa 482 bis etwa 1038 Grad Celsius) aufweist; und/oder
wobei die hohe vorbestimmte Temperatur vorzugsweise etwa 1901 bis etwa 2400 Grad Fahrenheit (etwa 1038 bis etwa 1316 Grad Celsius) aufweist.
4. Turbinenkomponente nach Anspruch 2 oder 3, wobei das äussere Material für niedrigere Temperatur öffnet, sobald die niedrige vorbestimmte Temperatur erreicht oder überschritten ist; und/oder wobei das äussere Material für niedrigere Temperatur das innere Material für höhere Temperatur umgibt.
5. Turbinenkomponente nach einem beliebigen der Ansprüche 2–4, wobei das äussere Material für niedrigere Temperatur und das innere Material für höhere Temperatur eine verwirbelte Konfiguration aufweisen.
6. Turbinenkomponente nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, wobei der adaptive Kühlpfad mehrere adaptive Kühlpfade aufweist und wobei der Kühlstopfen mehrere Kühlstopfen aufweist; und/oder die ferner mehrere Kühllöcher aufweist, die mit dem internen Kühlkreislauf in Verbindung stehen und sich durch die Aussenfläche erstrecken.
7. Turbinenkomponente nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, die ferner ein Kühlmedium aufweist, das durch den internen Kühlkreislauf strömt; und
die vorzugsweise ferner ein ergänzendes Volumen des Kühlmediums aufweist, wobei das ergänzende Volumen des Kühlmediums durch den adaptiven Kühlpfad strömt, sobald der Kühlstopfen geöffnet ist.
8. Turbinenkomponente nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Kühlstopfen ein äusseres Material für höhere Temperatur und ein inneres Material für niedrigere Temperatur aufweist.
9. Verfahren zum Kühlen einer Turbinenkomponente, die in einem Heissgaspfad arbeitet, das aufweist:
Positionieren eines adaptiven Kühlpfads in einer Aussenfläche der Turbinenkomponente;
Positionieren eines Multi-Material-Kühlstopfens in dem adaptiven Kühlpfad;
Öffnen des Multi-Material-Kühlstopfens, wenn eine vorbestimmte Temperatur eines äusseren Materials des Multi-Material-Kühlstopfens erreicht oder überschritten wird; und
Strömenlassen eines Kühlmediums durch den adaptiven Kühlpfad, um einen örtlich begrenzten Abschnitt der Aussenfläche zu kühlen.
10. Heissgaspfadkomponente zur Verwendung in einem Heissgaspfad einer Gasturbine, die aufweist:
eine Aussenfläche;
einen internen Kühlkreislauf;
einen Kühlpfad, der mit dem internen Kühlkreislauf in Verbindung steht und sich durch die Aussenfläche erstreckt;

CH 709 119 A2

einen adaptiven Kühlpfad, der mit dem internen Kühlkreislauf in Verbindung steht und sich durch die Aussenfläche erstreckt; und
einen Kühlstopfen mit zwei Materialien, der innerhalb des adaptiven Kühlpfads positioniert ist;
wobei der Kühlstopfen mit zwei Materialien ein äusseres Material für niedrigere Temperatur und ein inneres Material für höhere Temperatur aufweist.

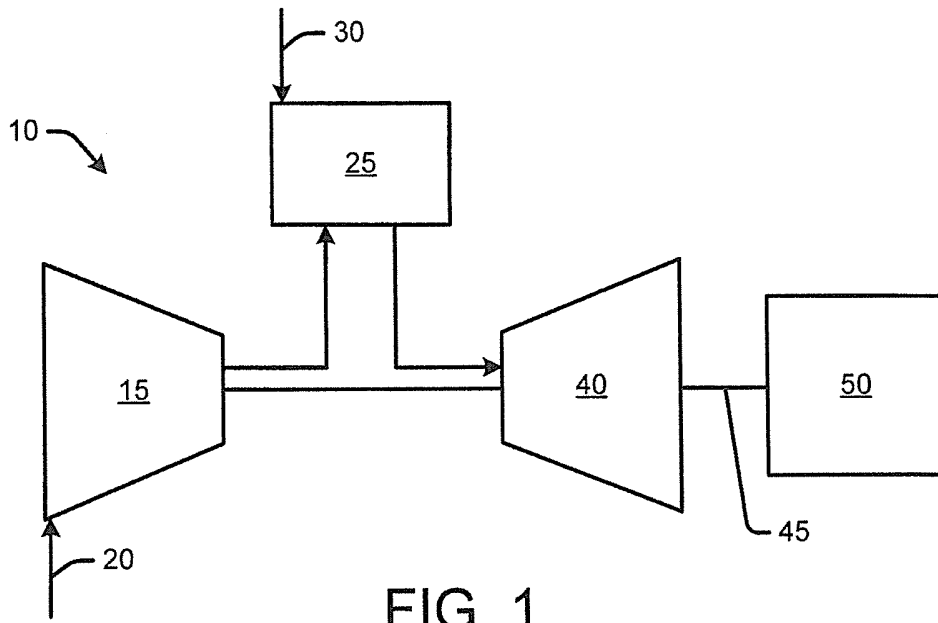


FIG. 1

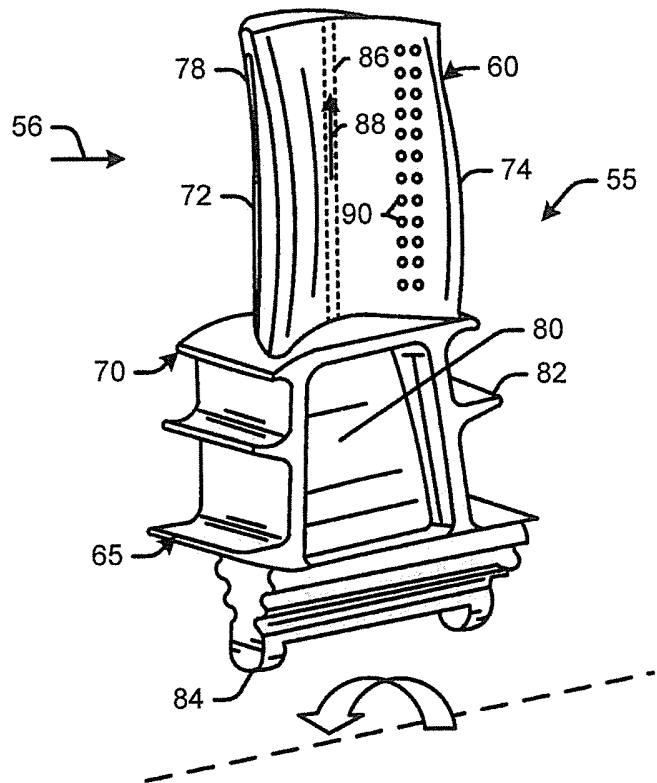


FIG. 2

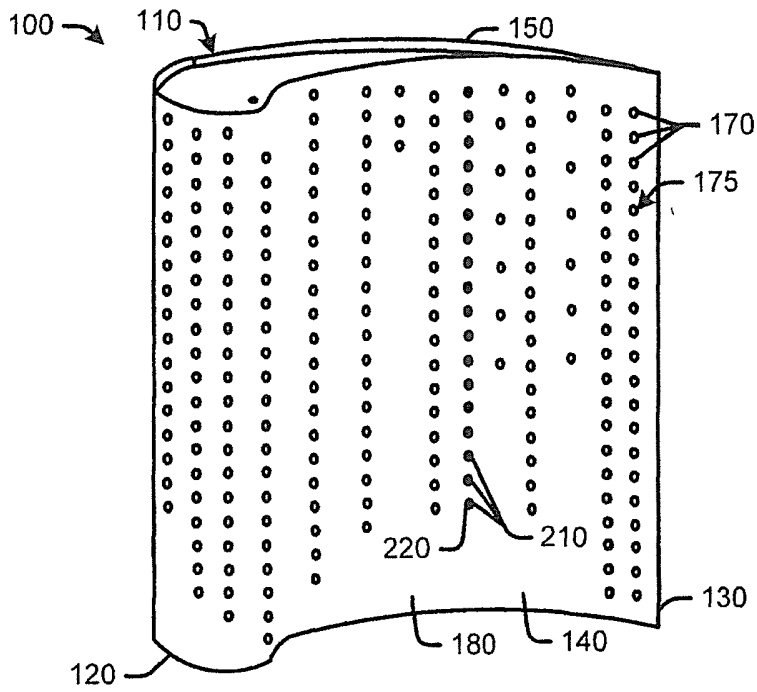


FIG. 3

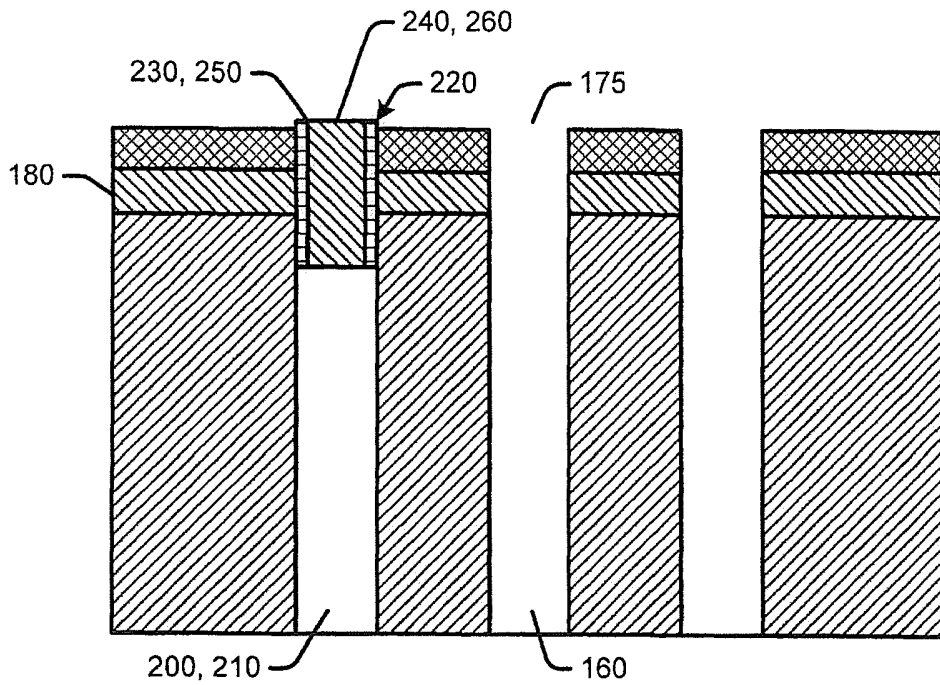


FIG. 4

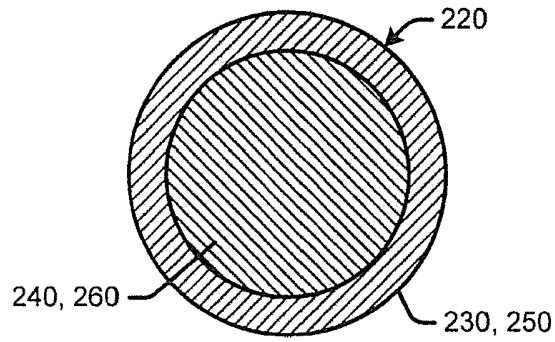


FIG. 5

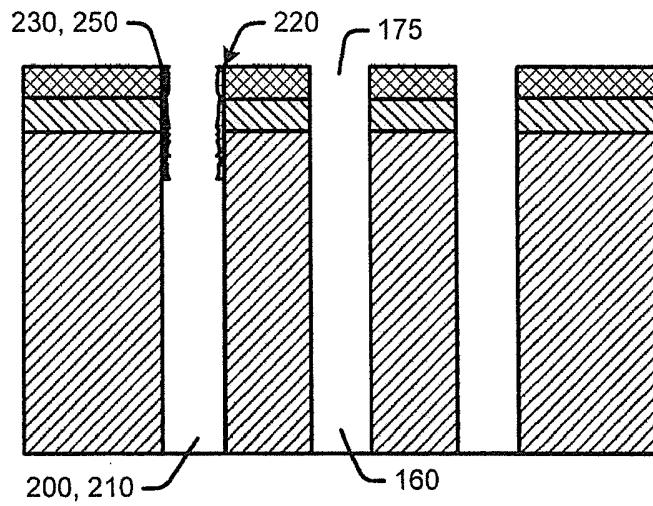


FIG. 6

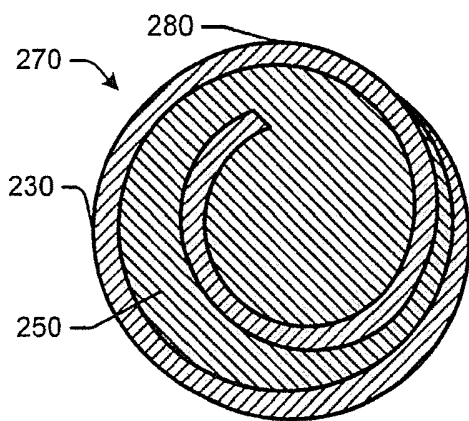


FIG. 7

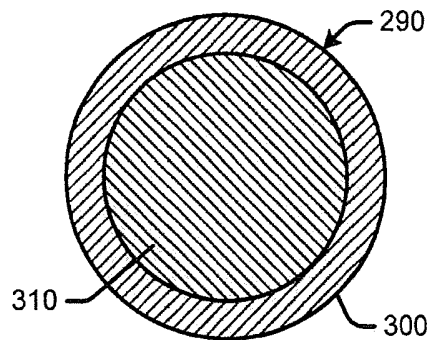


FIG. 8