

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH

708 572 A2

(51) Int. Cl.: F02C 7/045 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 01319/14

(22) Anmeldedatum: 01.09.2014

(43) Anmeldung veröffentlicht: 13.03.2015

(30) Priorität: 06.09.2013 US 14/019,791

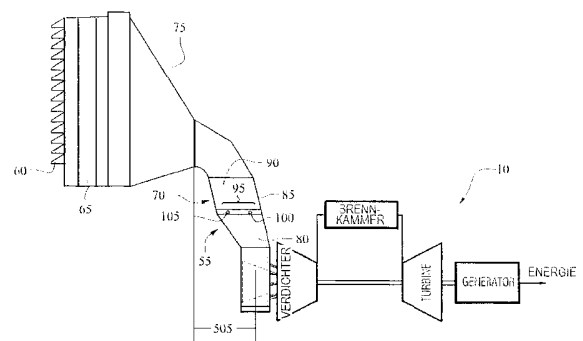
(71) Anmelder:
General Electric Company, 1 River Road
Schenectady, New York 12345 (US)

(72) Erfinder:
Laxmikant Merchant, Bangalore, Karnataka 560066 (IN)
Srinivas Avishetti, Bangalore, Karnataka 560066 (IN)
Valery Ivanovich Ponyavin, Greenville, SC 29615 (US)
Doug Byrd, Greenville, SC 29615 (US)

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

(54) **Einlasssystem für eine Gasturbine, Kraftwerk mit solchem und Verfahren zum Konditionieren von Einlassluft.**

(57) Ein Einlasssystem für eine Gasturbine (10) enthält: einen Einlassluftkanal (70); einen in dem Einlassluftkanal (70) angeordneten Lärminderer (90), wobei der Lärminderer (90) mehrere Paneele mit Zwischenräumen zwischen den Paneelen enthält; und eine Leitung (100, 105) mit Öffnungen, die zur Injektion von Einlasszapfluftwärme in jeden von den Zwischenräumen angeordnet sind. Ein Verfahren zum Konditionieren von Einlassluft für eine Gasturbine (10) enthält ein Strömenlassen von Luft durch Zwischenräume zwischen Paneelen eines Lärminderers (90) in einem Einlassluftkanal (70) der Gasturbine (10) und Injizieren von Einlasszapfluftwärme durch Öffnungen hindurch und in jeden von den Zwischenräumen hinein



Beschreibung**HINTERGRUND DER ERFINDUNG**

[0001] Der hierin offenbarte Gegenstand betrifft ein Zapfluftsystem zur Erwärmung der Einlassluft (Einlasszapfluftherwärmungs-(IBH, Inlet Bleed Heat)-System) und Verfahren für einen kompakten Gasturbineneinlass. Der hierin offenbarte Gegenstand betrifft insbesondere ein Einlasszapfluftherwärmungssystem und ein Verfahren für einen kompakten Gasturbineneinlass mit verbesserter Zumischung der Zapflufthwärme für die Einlassluft (Einlasszapflufthwärme).

[0002] Die US-Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnummer 2009/0 241 552 offenbart ein Einlasszapfluftherwärmungssystem mit einer Versorgungsleitung, mehreren sich von der Versorgungsleitung aus erstreckenden Zuführungsrohren und einem Führungsrohr zur Aufnahme von zu der Versorgungsleitung entgegengesetzten Enden der Zuführungsrohre. Die Zuführungsrohre weisen jeweils mehrere Injektionsöffnungen auf, und die Zuführungsrohre sind derart ausgerichtet, dass die Injektionsöffnungen im Wesentlichen in einen Strom ankommender Luft zeigen.

[0003] Ein weiteres Einlasszapfluftherwärmungssystem ist in der US-Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnummer 2013/0 115 061 offenbart, welches mit an die General Electric Company übertragen ist.

KURZE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0004] Das in der US-Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnummer 2009/0 241 552 offenbarte System hat gewisse Nachteile. Ein erster Nachteil ist, dass eine grössere Kanallänge erforderlich ist, um eine angemessene Zumischung der Einlasszapflufthwärme zu schaffen. Ein zweiter Nachteil ist, dass die Anordnung der Injektionsöffnungen zu übermässigem Lärm führt. Ein dritter Nachteil ist, dass die Anordnung der Zuführungsrohre eine sehr hohe Anzahl von Zuführungsrohren erfordert, was zu hohen Kosten und hoher Komplexität des Systems führt.

[0005] Aspekte des hierin beschriebenen Einlasszapfluftherwärmungssystems stellen Lösungen für ein oder mehrere Probleme oder Nachteile, die mit dem Stand der Technik verbunden sind, bereit.

[0006] In einem exemplarischen, aber nicht-einschränkenden Aspekt betrifft die vorliegende Offenbarung ein Einlasssystem für eine Gasturbine. Das System weist auf: einen Einlassluftkanal; einen in dem Einlassluftkanal angeordneten Lärm-minderer, wobei der Lärm-minderer mehrere Paneele mit Zwischenräumen zwischen den Paneelen aufweist; und eine Leitung mit Öffnungen, die zum Injizieren von Einlasszapflufthwärme in jeden von den Zwischenräumen angeordnet sind.

[0007] In dem zuvor erwähnten System können sich die Öffnungen zwischen einem stromaufwärtigen Ende und einem stromabwärtigen Ende der Paneele befinden.

[0008] In dem System jedes beliebigen vorstehend erwähnten Typs können die Öffnungen so ausgerichtet sein, dass sie die Einlasszapflufthwärme mit einer ersten positiven Geschwindigkeitskomponente entgegengesetzt zu einer Richtung eines Einlassluftstroms durch die Paneele injizieren.

[0009] Zusätzlich oder alternativ können die Öffnungen so ausgerichtet sein, dass sie die Einlasszapflufthwärme mit einer zweiten positiven Geschwindigkeitskomponente rechtwinklig zu der Richtung des Einlassluftstroms durch die Paneele injizieren.

[0010] In dem System jedes beliebigen vorstehend erwähnten Typs kann jede von den Öffnungen entlang der Leitung im Wesentlichen an einem Mittelpunkt zwischen zwei Paneelen von den mehreren Paneelen angeordnet sein.

[0011] In dem System jedes beliebigen vorstehend erwähnten Typs können die Paneele im Wesentlichen parallel zueinander ausgerichtet sein, und die Leitung kann im Wesentlichen rechtwinklig zu den Paneelen ausgerichtet sein.

[0012] Das System jedes beliebigen vorstehend erwähnten Typs kann ferner eine zweite Leitung im Wesentlichen parallel zu und im Wesentlichen gleichartig wie die Leitung aufweisen.

[0013] In dem System jedes beliebigen vorstehend erwähnten Typs können die Öffnungen so dimensioniert sein, dass sie die Einlasszapflufthwärme mit Schallgeschwindigkeit injizieren.

[0014] In dem System jedes beliebigen vorstehend erwähnten Typs kann eine Anzahl der Öffnungen ein ganzzahliges Vielfaches einer Anzahl der Zwischenräume sein.

[0015] In dem System jedes beliebigen vorstehend erwähnten Typs können die Öffnungen derart zum Injizieren der Einlasszapflufthwärme angeordnet sein, dass die Einlasszapflufthwärme aufgrund des Einlassluftstroms durch die Zwischenräume die Strömungsrichtung in den Zwischenräumen verändert.

[0016] In einem weiteren exemplarischen, jedoch nicht-einschränkenden Aspekt betrifft die vorliegende Offenbarung ein Kraftwerk. Das Kraftwerk weist auf: eine Gasturbine, die einen Verdichter, ein Verbrennungssystem und einen Turbinenabschnitt enthält; eine mechanische oder elektrische Last; und ein Einlasssystem für die Gasturbine. Das Einlasssystem weist auf: einen Einlassluftkanal; einen in dem Einlassluftkanal angeordneten Lärm-minderer, wobei der Lärm-minderer mehrere Paneele mit Zwischenräumen zwischen den Paneelen enthält; und eine Leitung mit Öffnungen, die zum Injizieren von Einlasszapflufthwärme in jeden der Zwischenräume angeordnet sind.

[0017] In dem vorstehend erwähnten Kraftwerk der vorliegenden Erfindung kann das Einlasssystem eine beliebige der vorstehend erwähnten Ausführungsformen aufweisen.

[0018] In einem weiteren exemplarischen, aber nicht-einschränkenden Aspekt betrifft die vorliegende Offenbarung ein Verfahren zum Konditionieren von Einlassluft für eine Gasturbine. Das Verfahren weist ein Strömenlassen von Luft durch Zwischenräume zwischen Paneelen eines Lärmminderers in einem Einlassluftkanal der Gasturbine und Injizieren von Einlasszapf luftwärme durch Öffnungen hindurch und in jeden der Zwischenräume auf.

[0019] In dem zuvor erwähnten Verfahren der vorliegenden Erfindung kann die Einlasszapfluftwärme zwischen einem stromaufwärtigen Ende und einem stromabwärtigen Ende der Paneele injiziert werden.

[0020] In dem Verfahren jedes beliebigen vorstehend erwähnten Typs kann die Einlasszapfluftwärme mit einer ersten positiven Geschwindigkeitskomponente entgegengesetzt zu einer Richtung eines Einlassluftstroms durch die Paneele injiziert werden.

[0021] Zusätzlich oder alternativ kann die Einlasszapf luftwärme mit einer zweiten positiven Geschwindigkeitskomponente rechtwinklig zu der Richtung des Einlassluftstroms durch die Paneele injiziert werden.

[0022] In dem Verfahren jedes beliebigen vorstehend erwähnten Typs kann die Einlass zapfluftwärme stromaufwärts von den Paneelen injiziert werden.

[0023] Das Verfahren jedes beliebigen vorstehend erwähnten Typs kann ferner aufweisen, dass veranlasst wird, dass sich eine Richtung, in die die Einlasszapfluftwärme strömt, aufgrund des Einlassluftstroms durch die Zwischenräume verändert.

[0024] Das Verfahren jedes beliebigen vorstehend erwähnten Typs kann ferner ein Umkehren der Strömungsrichtung der Einlass zapf luftwärme in den Zwischenräumen nach dem Verlassen der Öffnungen aufweisen.

[0025] Das Verfahren jedes beliebigen vorstehend erwähnten Typs kann ferner ein ausgelöstes Zumischen der Einlasszapf luftwärme stromabwärts von dem Lärmminderer, mit fortgesetztem Zumischen in dem Lärmminderer und stromaufwärts von den Öffnungen aufweisen.

[0026] Das Verfahren jedes beliebigen vorstehend erwähnten Typs kann ferner ein Abschliessen der Zumischung stromabwärts von dem Lärmminderer aufweisen.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0027]

- Fig. 1 ist eine vereinfachte Seitenaufrissansicht eines bekannten Einlasssystems für eine Gasturbinenmaschine;
- Fig. 2 ist eine vereinfachte Seitenaufrissansicht für eine Gasturbinenmaschine gemäss einem exemplarischen, aber nicht-einschränkenden Aspekt der Offenbarung;
- Fig. 3 zeigt ein aus Fig. 1 entnommenes vergrössertes Detail;
- Fig. 4 ist eine perspektivische Ansicht eines weiteren bekannten Lärmminderer- und Einlasszapflutterwärmungssystem;
- Fig. 5 veranschaulicht eine horizontale Teilquerschnittsansicht des Lärmminderer- und Einlasszapfluttersystems von Fig. 4;
- Fig. 6 veranschaulicht eine weitere bekannte Beziehung zwischen Lärmmindererpaneelen und Einlasszapfluftwärmeleitungen;
- Fig. 7 zeigt ein aus Fig. 2 entnommenes vergrössertes Detail;
- Fig. 8 veranschaulicht eine bekannte Beziehung zwischen einem Lärmminderer und der Einlasszapfluftwärmeleitung gemäss Darstellung in Fig. 7;
- Fig. 9 veranschaulicht eine isometrische Ansicht der Komponenten in Fig. 8;
- Fig. 10 veranschaulicht das in Fig. 8 dargestellte System mit Blick in stromabwärtiger Richtung zu den Lärmminde-
rerpaneelen und Öffnungen der Zapfluftwärmeleitungen hin;
- Fig. 11 veranschaulicht eine alternative Ausgestaltung der in Fig. 8 dargestellten Komponenten;
- Fig. 12 veranschaulicht die Komponenten von Fig. 11, aus einer Richtung parallel zu den Zapfluftwärmeleitungen
betrachtet;
- Fig. 13 veranschaulicht eine alternative Ausgestaltung der in Fig. 8 dargestellten Komponenten;

- Fig. 14 veranschaulicht die Komponenten von Fig. 13, aus einer Richtung parallel zu den Zapfluftwärmeleitungen betrachtet;
- Fig. 15 veranschaulicht einen Abschnitt eines Lärminderer- und Einlasszapfluterwärmungssystems, das für ein Fluidodynamik-Berechnungsmodell verwendet wird;
- Fig. 16 veranschaulicht eine bekannte Ausgestaltung eines Lärminderer- und Einlasszapfluterwärmungssystems, das für ein Fluidodynamik-Berechnungsmodell verwendet wird;
- Fig. 17 veranschaulicht eine Ausgestaltung eines Lärminderer- und Einlasszapfluterwärmungssystems, das für ein Fluidodynamik-Berechnungsmodell von Komponenten, ähnlich den in Fig. 8, verwendet wird; und
- Fig. 18 veranschaulicht Ergebnisse eines Fluidodynamik-Berechnungsmodells.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0028] Eine oder mehrere spezifische Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung sind nachstehend beschrieben. In dem Bemühen, eine konzise Beschreibung dieser Ausführungsformen zu geben, können nicht alle Merkmale einer tatsächlichen Implementierung in der Beschreibung beschrieben werden. Es dürfte erkennbar sein, dass bei der Entwicklung von jeder derartigen tatsächlichen Implementierung, wie bei jedem technischen oder konstruktiven Projekt, zahlreiche implementationsspezifische Entscheidungen getroffen werden müssen, um die spezifischen Ziele, wie z.B. Übereinstimmung mit systembezogenen und geschäftsbezogenen Einschränkungen, zu erreichen, welche von einer Implementation zur anderen variieren können. Ferner dürfte erkennbar sein, dass eine derartige Entwicklungsanstrengung komplex und zeitaufwendig sein kann, aber trotzdem hinsichtlich Auslegung, Herstellung und Fertigung für den normalen Fachmann mit dem Vorteil dieser Offenbarung eine Routineaufgabe wäre.

[0029] Detaillierte Beispielausführungsformen sind hierin offenbart. Jedoch sind hierin offenbarte strukturelle und funktionale Details lediglich für die Zwecke der Beschreibung von beispielhaften Ausführungsformen repräsentativ. Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung können jedoch in vielen alternativen Formen verkörpert sein und sollten nicht als nur auf die hierin dargestellten Ausführungsformen beschränkt betrachtet werden.

[0030] Dementsprechend sind, obwohl beispielhafte Ausführungsformen verschiedene Modifikationen und alternative Formen annehmen können, deren Ausführungsformen im Rahmen von Beispielen in den Figuren veranschaulicht und hierin im Detail beschrieben. Es dürfte sich jedoch verstehen, dass keine Absicht einer Beschränkung von Beispielausführungsformen auf die hierin offenbarten speziellen Formen vorliegt, sondern im Gegenteil Beispielausführungsformen alle in den Umfang der vorliegenden Offenbarung fallenden Modifikationen, Äquivalente und Alternativen mit umfassen sollen.

[0031] Die hierin verwendete Terminologie dient nur dem Zweck der Beschreibung spezieller Ausführungsformen und soll nicht die Erfindung einschränken. So wie hierin verwendet, sollen die Singularformen «einer, eine, eines» und «der, die, das» auch die Pluralformen mit einschliessen, soweit der Kontext nicht deutlich anderes anzeigt. Die Begriffe «weist auf», «aufweisend», «enthält» und/oder «enthaltend», wenn sie hierin verwendet werden, spezifizieren das Vorliegen festgestellter Merkmale, ganzer Zahlen, Schritte, Operationen, Elemente und/oder Komponenten, schliessen aber das Vorliegen oder die Hinzufügung von einem/einer oder mehreren anderen Merkmalen, ganzen Zahlen, Schritten, Operationen, Elementen, Komponenten und/oder Gruppen davon nicht aus.

[0032] Obwohl die Begriffe erste, zweite, primär, sekundär hierin zur Beschreibung verschiedener Elemente verwendet werden können, sollten diese Elemente nicht durch diese Begriffe eingeschränkt sein. Diese Begriffe werden nur zur Unterscheidung eines Elements von einem anderen verwendet. Beispielsweise, jedoch nicht darauf beschränkt, könnte ein erstes Element als ein zweites Element bezeichnet werden, und ebenso könnte ein zweites Element als ein erstes Element bezeichnet werden, ohne von dem Umfang der Beispielausführungsformen abzuweichen. So wie hierin verwendet beinhaltet der Begriff «und/oder» jede und alle Kombinationen von einem oder mehreren der zugeordneten angegebenen Elemente.

[0033] Eine bestimmte Terminologie wird hierin nur zur Vereinfachung für den Leser verwendet und ist nicht als eine Einschränkung bezüglich des Umfangs der Erfindung anzusehen. Beispielsweise beschreiben Worte, wie z.B. «obere», «untere», «links», «rechts», «vordere», «hintere», «oben», «unten», «horizontal», «vertikal», «stromaufwärts», «stromabwärts», «vorne», «hinten» und dergleichen lediglich die in den Figuren dargestellte Ausgestaltung. Tatsächlich kann/können das Element oder die Elemente einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in jeder beliebigen Richtung ausgerichtet sein, und die Terminologie sollte daher als solche Varianten mit umfassend verstanden werden, sofern es nicht anderweitig spezifiziert wird.

[0034] So wie durch die gesamte Beschreibung und die Ansprüche hindurch verwendet, beinhaltet «im Wesentlichen» wenigsten Abweichungen von Ideal- oder Nominalwerten, die innerhalb von Fertigungs- und/oder Prüftoleranzen liegen.

[0035] Die vorliegende Offenbarung kann auf eine Vielfalt von Verbrennungsturbinenmaschinen angewendet werden, die eingesaugte Luft verdichten, wie z.B., jedoch nicht darauf beschränkt, eine Hochleistungsgasturbine, eine von Flugzeugturbinen abgeleitete Gasturbine und dergleichen. Eine Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung kann auf eine wei-

tere einzelne Verbrennungsturbinenmaschine oder mehrere Verbrennungsturbinenmaschinen angewendet werden. Eine Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung kann auf eine Verbrennungsturbinenmaschine angewendet werden, die in einem einfachen Zyklus oder einem Kombinationszyklus arbeitet.

[0036] Fig. 1 veranschaulicht ein herkömmliches System mit einer Verbrennungsturbinenmaschine 10, einem Einlasssystem 55 und einem Zapflußsystem zur Erwärmung der Einlassluft (Einlasszapflußerwärmungssystem; IBH-System) 95.

[0037] Die Verbrennungsgasturbinenmaschine 10 weist im Allgemeinen einen Verdichter und Turbinenabschnitt auf. Der Verdichter enthält einen Verdichtereinlass. Der Verdichtereinlass kann mehrere Einlassleitschaufeln (IGVs) enthalten, die stromabwärts von einem Einlasssammelraum 35 angeordnet sind. Die Verbrennungsturbinenmaschine 10 enthält auch im Allgemeinen einen Turbinenabschnitt, der mit einem (nicht dargestellten) Auslassdiffusor strömungsmässig verbunden ist.

[0038] Das Einlasssystem 55 enthält im Allgemeinen eine an einem stromaufwärtigen Ende eines Einlassfiltergehäuses 65 angeordnete Wetterhaube 60. Die Wetterhaube 60 ist mit dem Einlasssammelraum 35 über einen Einlassluftkanal 70 strömungsmässig verbunden. Der Einlassluftkanal 70 enthält einen ersten Endabschnitt 75, der sich zu einem zweiten Endabschnitt 80 durch einen Zwischenabschnitt 85 erstreckt. Der erste Endabschnitt 75 kann in einer Richtung im Wesentlichen parallel zu einer Mittellinie des Verdichters ausgerichtet sein und definiert einen Einlass zur Aufnahme von Umgebungsluft. Der zweite Endabschnitt 80 kann in einer Richtung im Wesentlichen rechtwinklig zu einer Mittellinie des Verdichters ausgerichtet sein und definiert einen Auslass des Kanals 70, der die Umgebungsluft zu dem Verdichtereinlass hin leitet.

[0039] Das Einlasssystem 55 enthält auch einen stromabwärts von dem Einlassfiltergehäuse 65 angeordneten Einlasslärmminderer 90 und ein stromabwärts von dem Einlasslärmminderer 90 angeordnetes IBH-System 95. Der zweite Endabschnitt 80 des Kanals 70 ist strömungsmässig mit dem Diffusor und dem Verdichtereinlass verbunden, wovon beide an den Einlassluftkanal 70 angrenzen.

[0040] Das IBH-System 95 beinhaltet eine erste und zweite Leitung 100, 105, die vertikale Schleier von erwärmter Luft in dem Einlassluftkanal 70 erzeugen. Die erste und zweite Leitung 100 und 105 können strömungsmässig mit einem Abzapfverteiler in der Verbrennungsturbinenmaschine 10 mittels einer (nicht dargestellten) IBH-Zuführungsleitung verbunden sein. Die Leitung enthält eine zugeordnete Leitungsführung, die den Abzapfverteiler mit der ersten und zweiten Leitung 100, 105 strömungsmässig verbindet.

[0041] Fig. 2 veranschaulicht ein System gemäss der vorliegenden Offenbarung und enthält alle Komponenten von Fig. 1, so dass eine weitere Beschreibung dieser Komponenten unterlassen wird. Im Wesentlichen unterscheidet sich das in Fig. 2 offenbarte System von dem System von Fig. 1 in der Ausrichtung und in spezifischen Details der Komponenten, welche nachstehend detaillierter beschrieben sind. Das Ergebnis der Unterschiede besteht darin, dass die Strecke 500 in Fig. 1 von einem Einlass des Lärmminderers 90 bis zu einem Mittelpunkt des Einlasses der Verbrennungsturbine deutlich länger als die Strecke 505 in Fig. 2 ist. Die Verkürzung der Strecke kann wenigstens teilweise aufgrund der Unterschiede des IBH-Systems 95 erzielt werden. In einem nicht-einschränkenden Beispiel beträgt die Strecke 500 24 Fuss, während die Strecke 505 15 Fuss beträgt. Somit kann aus nachstehend im Detail erläuterten Gründen die Gesamtgrösse eines Einlasssystems in einer exemplarischen Implementation vorteilhaft um ca. 37,5 % verkleinert werden.

[0042] Das System gemäss der vorliegenden Offenbarung, z.B. das System von Fig. 2, kann in einem Kraftwerk enthalten sein. Das Kraftwerk kann eine Gasturbine 10 enthalten, wobei die Gasturbine einen Verdichter, ein Verbrennungssystem und einen Turbinenabschnitt aufweist. Typischerweise sind eine mechanische oder elektrische Last mit beinhaltet.

[0043] Fig. 3 veranschaulicht den Lärmminderer 90 und das Einlasszapflußerwärmungssystem 95 von Fig. 1 in grösseren Einzelheiten, wobei ein vertikal ausgerichtetes Lärmmindererpaneel 110 aus einer Seitenansicht dargestellt ist. IBH-Strahlen 125 treten aus der ersten Leitung 100 und der zweiten Leitung 105 in einer Richtung im Wesentlichen rechtwinklig zu einer Richtung des Einlassluftstroms aus. Die IBH-Strahlen 125 werden durch (nicht sichtbare) Durchtrittsöffnungen in der ersten und zweiten Leitung 100, 105 erzeugt.

[0044] Fig. 4 veranschaulicht eine Ausgestaltung gemäss der US-Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnummer 2009/0241552. In dieser Ausgestaltung sind mehrere IBH-Leitungen 115 jeweils mit mehreren vertikal ausgerichteten und seitlich beabstandeten Lärmmindererpaneelen 110 ausgerichtet und stromaufwärts von diesen angeordnet. Jede von den IBH-Leitungen 105 hat mehrere Öffnungen 120, die ausgerichtet sind, um Einlasszapflußwärme gegen die oder stromaufwärts in Bezug auf die Strömungsrichtung der Einlassluft zu injizieren.

[0045] Fig. 5 veranschaulicht eine Querschnittsansicht von Fig. 4. Fig. 5 veranschaulicht einfach die Ausrichtung zwischen den IBH-Leitungen 115 und den Lärmmindererpaneelen 110. Aufgrund dieser relativen Ausrichtung befinden sich die IBH-Leitungen 115 in einer Zone einer relativ geringen Einlassluftströmungsgeschwindigkeit. Der Einlassluftstrom hat eine Strömungsgeschwindigkeit bei oder nahezu Null an den Vorderkanten der Lärmmindererpaneele 110 und der IBH-Leitungen 115. Eine maximale Einlassluftströmungsgeschwindigkeit und/oder maximale Turbulenz wird irgendwo zwischen den Lärmmindererpaneelen 110 erreicht, da die Durchflussfläche begrenzt ist. Demzufolge wird die minimale Einlassströmungsgeschwindigkeit stromaufwärts von (in Fig. 5 links von) den IBH-Leitungen 115 erreicht.

[0046] Die Ausgestaltung von Fig. 5 hat verschiedene Nachteile. Erstens werden die die Öffnungen 120 verlassenden IBH-Strahlen 125 in einen Bereich injiziert, der die geringste relative Einlassluftgeschwindigkeit dieses Abschnitts des Systems hat. Somit führt diese Ausgestaltung dazu, dass die IBH-Strahlen 125 stromaufwärts über die maximal mögliche

Strecke strömen, bevor der Einlassluftstrom die IBH-Strahlen 125 veranlasst, ihre Strömungsrichtung umzukehren, sich mit dem Einlassluftstrom zu vermischen und zwischen den Lärmindererpaneelen 110 durchzuströmen. Zweitens ist, wenn die IBH-Strahlen 125 die Öffnungen 120 bei Schallgeschwindigkeit verlassen, nichts vorhanden, um den Schall zu dämpfen. Dieses führt zu einem von den IBH-Strahlen 125 verursachten unerwünschten Lärm. Drittens besteht eine Eins-zu-Eins-Zuordnung zwischen den IBH-Leitungen 115 und den Lärmindererpaneelen 110, was zu hohen Kosten und hoher Komplexität des Systems führt.

[0047] Fig. 6 veranschaulicht eine weitere Ausgestaltung der US-Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnummer 2009/0 241 552. Diese Ausgestaltung ist ähnlich der in Fig. 5 veranschaulichten mit der Ausnahme, dass die IBH-Leitungen 115 stromabwärts in Bezug auf die Lärmindererpaneele 110 angeordnet sind und die Öffnungen 120 so ausgerichtet sind, dass die IBH-Strahlen 125 zu Beginn rechtwinklig zu der Einlassluftströmungsrichtung ausgerichtet sind.

[0048] Fig. 7 veranschaulicht den Lärminderer 90 und das Einlasszapfluterwärmungssystem 95 von Fig. 2 mit mehr Details. Die IBH-Strahlen 125 werden von (nicht sichtbaren) Durchtrittsöffnungen 120 in der ersten und zweiten Leitung 100, 105 erzeugt. Die IBH-Strahlen 125 treten aus der ersten Leitung 100 und der zweiten Leitung 105 in einer Richtung im Wesentlichen gegen eine Richtung des Lufteinlassstroms aus. Somit haben, wie dargestellt, die IBH-Strahlen 125 wenigstens einen Teil einer positiven Geschwindigkeitskomponente, die einer Richtung des Lufteinlassstroms durch den Lärminderer 90 hindurch entgegengesetzt ist. Es kann auch eine positive Geschwindigkeitskomponente vorhanden sein, die zu der Richtung des Lufteinlassstroms rechtwinklig ist. Der resultierende Vektor der IBH-Strahlen 125 kann sich bei einem bestimmten Winkel zwischen einer vollkommenen Gegenströmung und einer vollkommenen rechtwinkligen Strömung befinden. Somit sind die Öffnungen 120 so gestaltet, dass die IBH-Strahlen 125 im Wesentlichen bei Schallgeschwindigkeit austreten und im Wesentlichen gegen den Einlassluftstrom und in den Lärminderer strömen. Eine Richtung, in die die Einlasszapflutwärme strömt, ändert sich somit und kann sich aufgrund des Einlassluftstroms durch die Zwischenräume, während sich der Einlassluftstrom und die Einlasszapflutwärme vermischen, vollständig umkehren.

[0049] Die Ausgestaltung von Fig. 7 stellt auch die erste und zweite Leitung 100, 105 im Wesentlichen rechtwinklig zu den Lärmindererpaneelen 110 dar. Obwohl zwei Leitungen dargestellt sind, könnten nur eine einzige Leitung oder mehr als zwei Leitungen beispielsweise in Abhängigkeit von Faktoren, wie z.B. der gewünschten Grösse des Systems und der Vermischung der Einlasszapflutwärme, verwendet werden. Wie durchgängig durch die Figuren dargestellt, sind die erste und zweite Leitung 100, 105 im Wesentlichen einander gleich, wobei aber Unterschiede auf der Basis der Anforderungen eines speziellen Designs vorgesehen sein könnten. Ein Vorteil, der in der Praxis einiger Ausführungsformen der beschriebenen Systeme und Techniken realisiert werden kann, besteht darin, dass die Anzahl von Leitungen minimiert werden kann, um Kosten und Komplexität des Systems zu reduzieren, während eine angemessene Zumischung der Einlasszapflutwärme erreicht wird. Dieses steht im Gegensatz zu einigen herkömmlichen Systemen, die eine Leitung für jedes Lärmindererpaneele 120 erfordern.

[0050] Fig. 8 ist eine vereinfachte Ansicht, aufgenommen aus einer Richtung einer Kante der Lärmindererpaneele 110 rechtwinklig zu der Einlassluftströmungsrichtung und rechtwinklig zu der ersten Leitung 100 (nur die erste Leitung 100 ist dargestellt, aber die zweite Leitung 105 und andere Leitungen könnten vorgesehen sein). In dieser Ansicht sind nur ein IBH-Strahl 125 und eine einzelne Öffnung 120 zur Vereinfachung dargestellt. Fig. 8 veranschaulicht, wie die Öffnung 120 im Wesentlichen zu einer Mitte des Zwischenraums zwischen zwei benachbarten Lärmindererpaneelen 110 ausgerichtet ist. Diese Ausgestaltung führt dazu, dass der IBH-Strahl 125 in einen Luftspalt zwischen den Paneelen 110 injiziert wird, der einen Bereich maximaler Geschwindigkeit (zumindest lokal) der Einlassluft aufweist. Selbst wenn die Öffnung 120 stromabwärts von den Lärmindererpaneelen 110 angeordnet ist, tritt der IBH-Strahl 125 bei oder nahezu bei Schallgeschwindigkeit aus und wandert stromaufwärts, um in den Bereich zwischen den Lärmindererpaneelen injiziert zu werden, wo die zwei Ströme beginnen, sich zu vermischen, und die Einlasszapflutwärme schliesslich ihre Strömungsrichtung umkehrt und von dem Einlassluftstrom nicht mehr unterscheidbar ist. Ein Vorteil, der in der Praxis einiger Ausführungsformen der beschriebenen Systeme und Techniken realisiert werden kann, besteht darin, dass die Einlassabzapflutwärme in einen Bereich maximaler Geschwindigkeit und/oder Turbulenz injiziert wird, was zu einer verbesserten Vermischung in Bezug auf einen Teil der des Standes der Technik führt.

[0051] Fig. 9 zeigt eine isometrische Ansicht des in Fig. 8 dargestellten Systems.

[0052] Fig. 10 veranschaulicht das in Fig. 8 dargestellte System stromabwärts in Richtung zu den Lärmindererpaneelen 110 und den Öffnungen 120 blickend. Wie in Fig. 10 ersehen werden kann, sind alle von den Öffnungen 120 im Wesentlichen zwischen zwei Lärmindererpaneelen 110 dergestalt ausgerichtet, dass die Einlasszapflutwärme zwischen die Lärmindererpaneele 110 injiziert werden kann, wobei alle Lärmindererpaneele 110 im Wesentlichen parallel zueinander sind. Fig. 10 veranschaulicht zwei Öffnungen 120 auf jeder von der ersten und zweiten Leitung 100, 105 in jedem Spalt zwischen den Lärmindererpaneelen 110. Somit kann jede von der ersten und zweiten Leitung eine Anzahl von Öffnungen 120 haben, die ein ganzzahliges Vielfaches einer Anzahl von Zwischenräumen zwischen den Lärmindererpaneelen 110 ist. Obwohl mit Paaren von Öffnungen 120 dargestellt, könnten nur eine einzige Öffnung 120 oder mehr als zwei Öffnungen 120 dort vorgesehen sein, wo jedes Paar dargestellt ist. Wenn zwei oder mehrere Öffnungen 120 an jeder dargestellten Stelle vorgesehen sind, kann sich die Einlasszapflutwärme relativ rascher verteilen und/oder vermischen, als wenn eine einzige Öffnung vorgesehen ist, was zu einer relativ kürzeren Strecke führen kann, um eine vollständige Vermischung zwischen der Einlasszapflutwärme und der Einlassluft zu erreichen.

[0053] Fig. 11 ist ähnlich zu Fig. 8 mit der Ausnahme, dass die erste Leitung 100 (und/oder die nicht sichtbare zweite Leitung 105) zwischen dem stromaufwärtigen und dem stromabwärtigen Ende der Lärmindererpaneele 110 angeordnet sind. Alternativ könnten nur die Öffnungen 120 zwischen einem stromaufwärtigen und einem stromabwärtigen Ende der Lärmindererpaneele 110 angeordnet sein, wobei ein Teil der oder die gesamte erste Leitung 100 ausserhalb der Erstreckung der Lärmindererpaneele 110 angeordnet sein kann. Somit veranschaulicht Fig. 11, dass die erste Leitung 100 überall hin dergestalt verschoben werden könnte, dass sich die Öffnungen 120 zwischen dem stromaufwärtigen und dem stromabwärtigen Ende der Lärmindererpaneele 110 befinden. Ein Vorteil, der in der Praxis einiger Ausführungsformen der beschriebenen Systeme und Techniken realisiert werden kann, besteht darin, dass, wenn die erste Leitung 100 und/oder die zweite Leitung 105 so angeordnet sind, dass sich die Öffnungen 120 zwischen den Lärmindererpaneelen 110 befinden, Schallstrahlengeräuschunterdrückungen realisiert werden können. Ein Vorteil, der in der Praxis einiger Ausführungsformen der beschriebenen Systeme und Techniken realisiert werden kann, besteht darin, dass eine zusätzliche Vermischungslänge zwischen den Lärmindererpaneelen 110 erreicht werden kann.

[0054] Fig. 12 ist ähnlich der Fig. 11 mit der Ausnahme, dass die Ansicht senkrecht zu einer Seite der Lärmindererpaneele 110 ausgerichtet ist.

[0055] Fig. 13 zeigt eine weitere Ausgestaltung. Hier befindet sich die erste Leitung 100 stromaufwärts in Bezug auf eine Vorderkante der Lärmindererpaneele 110. Ähnlich den vorstehend dargestellten Ausgestaltungen befinden sich die Öffnungen 120 (nur eine ist zur Vereinfachung dargestellt) im Wesentlichen mittig zwischen zwei Lärmindererpaneelen 110, um den Vorteil der zwischen den Lärmindererpaneelen 110 erzeugten, relativ hohen Geschwindigkeit zu nutzen.

[0056] Fig. 14 veranschaulicht die Ausgestaltung von Fig. 13 mit einer Ansicht ähnlich der von Fig. 12. In dieser Ausgestaltung sind die Öffnungen 120 in Paaren dergestalt dargestellt, dass sich jeder einzelne IBH-Strahl 125 unter einem Winkel in Bezug auf die Einlassluftströmungsrichtung befindet. Wie vorstehend erläutert, könnten eine oder mehr als zwei Öffnungen 120 an jeder Stelle vorgesehen sein. Die Öffnungen 120 können unter jedem beliebigen Winkel ausgerichtet sein, um den Vorteil der zwischen den Lärmindererpaneelen 110 erzeugten höheren Geschwindigkeit zu nutzen.

[0057] Fig. 8–14 veranschaulichen exemplarische Stellen der ersten und zweiten Leitung 100, 105, welche im weiteren Sinne als stromaufwärts vor einer Vorderkante der Lärmindererpaneele 110 (Figuren 13 und 14) oder stromabwärts von einer Vorderkante der Lärmindererpaneele 110 (Fig. 8–12) befindlich kategorisiert werden können. Ob sich die erste und zweite Leitung 100, 105 stromaufwärts oder stromabwärts von der Vorderkante befindet, kann einen relativen Winkel der Öffnungen 120 beeinflussen. Wenn sich die erste und die zweite Leitung 100, 105 stromaufwärts von der Vorderkante der Lärmindererpaneele 110 befinden, können eine oder mehrere Öffnungen 120 einen Winkel in Bezug auf die Lufteinlassströmungsrichtung, z.B. einen Winkel von 45° bis 90°, ausbilden. Wenn sich die erste und die zweite Leitung 100, 105 stromabwärts von der Vorderkante der Lärmindererpaneele 110 befinden, können die eine oder mehreren Öffnungen 120 einen Winkel in Bezug auf die Einlassströmungsrichtung, z.B. einen Winkel von 15° bis 60°, ausbilden. In jeder Ausgestaltung können die Öffnungen 120 dergestalt ausgerichtet sein, dass die IBH-Strahlen 125 in einer Ebene parallel zur Ebene der Lärmindererpaneele 110 ausgerichtet sind. Ein Vorteil, der in der Praxis einiger Ausführungsformen der beschriebenen Systeme und Techniken realisiert werden kann, ist der, dass ein Winkel der IBH-Strahlen 125 in Bezug auf die Einlassluftströmungsrichtung auf der Basis einer Lage der ersten und zweiten Leitung 100, 105 optimiert werden kann.

[0058] Fig. 15–18 veranschaulichen eine Modellierung, die von dem vorliegenden System und von dem Stand der Technik (siehe Fig. 16) durchgeführt wurde.

[0059] Fig. 15 veranschaulicht einen einzelnen Strömungskanal 130 zwischen zwei Lärmindererpaneelen 110. Die Lärmindererpaneele 110 sind hälftig für das Fluidmodell durchgeschnitten, so dass ein einzelner Kanal modelliert werden konnte. Ein entsprechender Abschnitt der ersten Leitung 100 ist ebenfalls dargestellt.

[0060] Zwei Konfigurationen wurden modelliert. Die erste Konfiguration, dargestellt in Fig. 16, veranschaulicht IBH-Strahlen 125, die rechtwinklig zu einer Richtung eines Einlassluftstroms ausgerichtet sind, gemäss dem Stand der Technik. Die zweite Konfiguration, dargestellt in Fig. 17, veranschaulicht zwei IBH-Strahlen 125, die in die Richtung des Luftstroms gerichtet sind. Jeder von den IBH-Strahlen ist unter einem Winkel von ca. 15° (entgegengesetzt zueinander) in Bezug auf die Einlassluftströmungsrichtung ausgerichtet.

[0061] Fig. 18 stellt die Ergebnisse des numerischen Fluidodynamik-(CFD)-Modells dar. Die Temperatur des Einlassstroms wurde auf –45 °F festgelegt. Der Einlasszapflustrom wurde auf 6 % des Gesamtstroms und auf 632,5 °F festgelegt. AL zeigt die Differenz der Vermischungslänge zwischen den zwei in den Fig. 16 und 17 dargestellten Konfigurationen, wobei die obere Aufzeichnung der Fig. 16 entspricht und die untere Aufzeichnung der Fig. 17 entspricht. Ein Vorteil, der in der Praxis einiger Ausführungsformen der beschriebenen Systeme und Techniken realisiert werden kann, ist eine viel kürzere Vermischungsstrecke. Die kürzere Vermischungsstrecke kann durch Optimierung der Ausrichtung der IBH-Strahlen 125 erreicht werden. Beispielsweise beträgt die Strecke 500 in Fig. 24 Fuss, während die Strecke 505 in Fig. 215 Fuss beträgt, was eine Streckenreduktion von ca. 37,5 % in einer exemplarischen Implementierung ausmacht.

[0062] Wie aus Fig. 18 ersehen werden kann, wird bei einer Konfiguration gemäss der vorliegenden Offenbarung eine Zumischung der Einlasszapflustwärme stromabwärts von dem Lärminderer (an den oder in der Nähe der Öffnungen 120) initiiert, setzt sich in dem Lärminderer und stromaufwärts von den Öffnungen fort und kann etwas stromabwärts

von dem Lärminderer, im Wesentlichen an der durch AL bezeichneten Linie in dem unteren Bild, als abgeschlossen betrachtet werden.

[0063] Obwohl die Erfindung in Verbindung mit dem beschrieben wurde, was derzeit als die praktikabelste und bevorzugteste Ausführungsform betrachtet wird, dürfte es sich verstehen, dass die Erfindung nicht auf die offenbarten Ausführungsformen beschränkt ist, sondern im Gegenteil verschiedene Modifikationen und äquivalente Anordnungen, die in dem Rahmen und Umfang der beigefügten Ansprüche enthalten sind, abdecken soll.

[0064] Ein Einlasssystem für eine Gasturbine enthält: einen Einlassluftkanal; einen in dem Einlassluftkanal angeordneten Lärminderer, wobei der Lärminderer mehrere Paneele mit Zwischenräumen zwischen den Paneelen enthält; und eine Leitung mit Öffnungen, die zur Injektion von Einlasszapflutwärme in jeden von den Zwischenräumen angeordnet sind. Ein Verfahren zum Konditionieren von Einlassluft für eine Gasturbine enthält ein Strömenlassen von Luft durch Zwischenräume zwischen Paneelen eines Lärminderers in einem Einlassluftkanal der Gasturbine und Injizieren von Einlass zapflutwärme durch Öffnungen hindurch und in jeden von den Zwischenräumen hinein.

Bezugszeichenliste

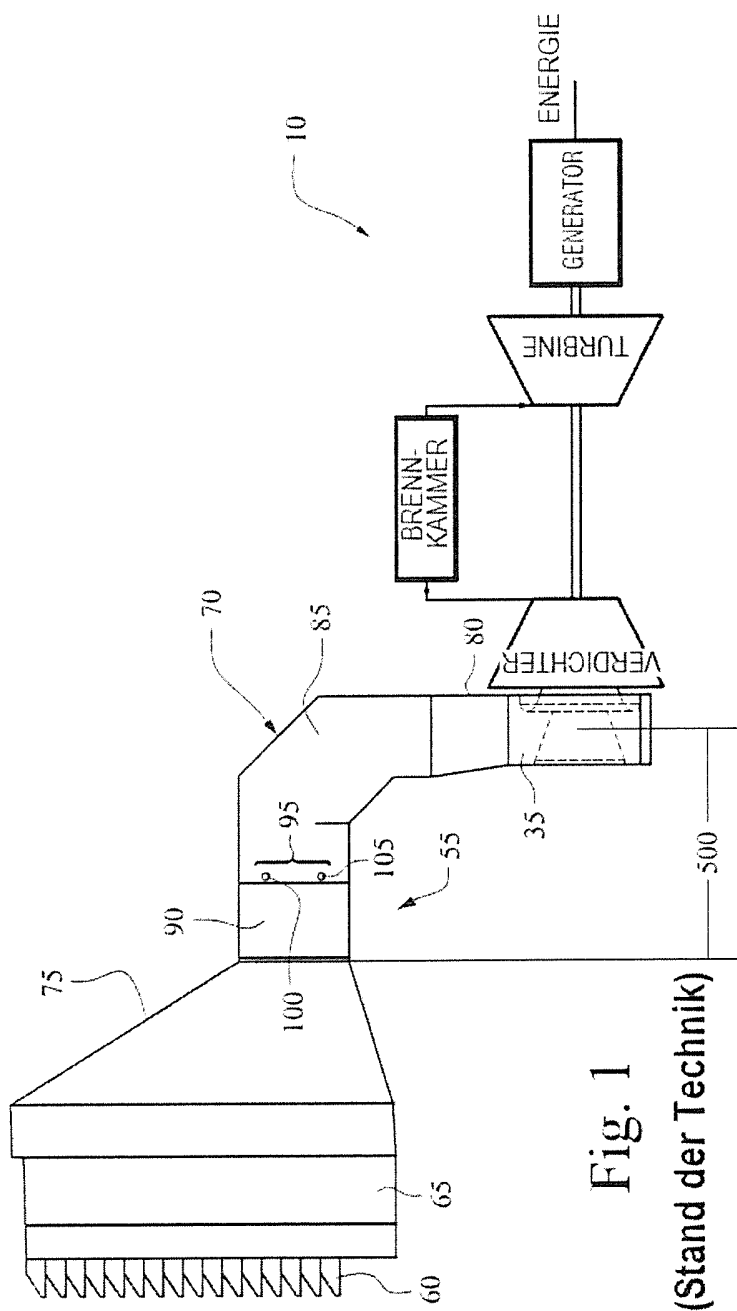
[0065]

- 10 Verbrennungsturbinenmaschine
- 35 Einlasssammelraum
- 55 Einlasssystem
- 60 Wetterhaube
- 65 Einlassfilterhaus
- 70 Einlassluftkanal
- 75 erster Endabschnitt
- 80 zweiter Endabschnitt
- 85 Zwischenabschnitt
- 90 Lärminderer
- 95 Einlasszapfluterwärmungssystem
- 100 erste Leitung
- 105 zweite Leitung
- 110 Lärmindererpaneel
- 115 IBH-Leitungen
- 120 Öffnung
- 125 IBH-Strahlen
- 130 einzelner Strömungskanal
- 500 Strecke
- 505 Strecke

Patentansprüche

1. Einlasssystem für eine Gasturbine, wobei das System aufweist:
einen Einlassluftkanal;
einen in dem Einlassluftkanal angeordneten Lärminderer, wobei der Lärminderer mehrere Paneele mit Zwischenräumen zwischen den Paneelen aufweist; und
eine Leitung mit Öffnungen, die zur Injektion von Einlasszapflutwärme in jeden der Zwischenräume angeordnet sind.
2. System nach Anspruch 1, wobei die Öffnungen zwischen einem stromaufwärtigen Ende und einem stromabwärtigen Ende der Paneele angeordnet sind; und/oder wobei jede von den Öffnungen entlang der Leitung im Wesentlichen an einem Mittelpunkt zwischen zwei Paneelen der mehreren Paneele angeordnet ist.

3. System nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Öffnungen ausgerichtet sind, um die Einlasszapflutwärme mit einer ersten positiven Geschwindigkeitskomponente entgegengesetzt zu einer Richtung eines Einlassluftstroms durch die Paneele zu injizieren; und/oder wobei die Öffnungen ausgerichtet sind, um die Einlass zapflutwärme mit einer zweiten positiven Geschwindigkeitskomponente rechtwinklig zu der Richtung eines Einlassluftstroms durch die Paneele zu injizieren.
4. System nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Paneele im Wesentlichen parallel zueinander ausgerichtet sind und die Leitung im Wesentlichen senkrecht zu den Paneelen ausgerichtet ist, wobei das System vorzugsweise ferner eine zweite Leitung im Wesentlichen parallel zu und im Wesentlichen gleichartig wie die Leitung aufweist.
5. System nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Öffnungen dimensioniert sind, um die Einlasszapflutwärme bei Schallgeschwindigkeit zu injizieren; und/oder wobei eine Anzahl der Öffnungen ein ganzzahliges Vielfaches einer Anzahl der Zwischenräume beträgt.
6. System nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Öffnungen angeordnet sind, um die Einlasszapflutwärme derart zu injizieren, dass die Einlass zapflutwärme die Strömungsrichtung in den Zwischenräumen aufgrund des Einlassluftstroms durch die Zwischenräume verändert.
7. Kraftwerk, aufweisend:
eine Gasturbine, wobei die Gasturbine einen Verdichter, ein Verbrennungssystem und einen Turbinenabschnitt enthält;
eine mechanische oder elektrische Last; und
ein Einlasssystem für die Gasturbine, wobei das Einlasssystem aufweist:
einen Einlassluftkanal;
einen in dem Einlassluftkanal angeordneten Lärminderer, wobei der Lärminderer mehrere Paneele mit Zwischenräumen zwischen den Paneelen enthält; und
eine Leitung mit Öffnungen, die zur Injektion von Einlasszapflutwärme in jeden der Zwischenräume angeordnet sind.
8. Verfahren zum Konditionieren von Einlassluft für eine Gasturbine, wobei das Verfahren aufweist:
Strömenlassen von Luft durch Zwischenräume zwischen Paneelen eines Lärminderers in einem Einlassluftkanal der Gasturbine und
Injizieren von Einlasszapflutwärme durch Öffnungen und in jeden der Zwischenräume, wobei die Öffnungen angeordnet sind, um mit den Zwischenräumen ausgerichtet zu sein.
9. Verfahren nach Anspruch 8, das ferner ein Veranlassen, dass sich eine Richtung, in die die Einlass zapflutwärme strömt, aufgrund des Einlassluftstroms durch die Zwischenräume verändert, und/oder ein Umkehren der Strömungsrichtung der Einlass zapflutwärme in den Zwischenräumen nach dem Verlassen der Öffnungen aufweist.
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, das ferner ein initiiertes Zumischen der Einlasszapflutwärme stromabwärts von dem Lärminderer, fortgesetztes Zumischen in dem Lärminderer und stromaufwärts von den Öffnungen aufweist und vorzugsweise ferner ein Abschliessen der Zumischung stromabwärts von dem Lärminderer aufweist.



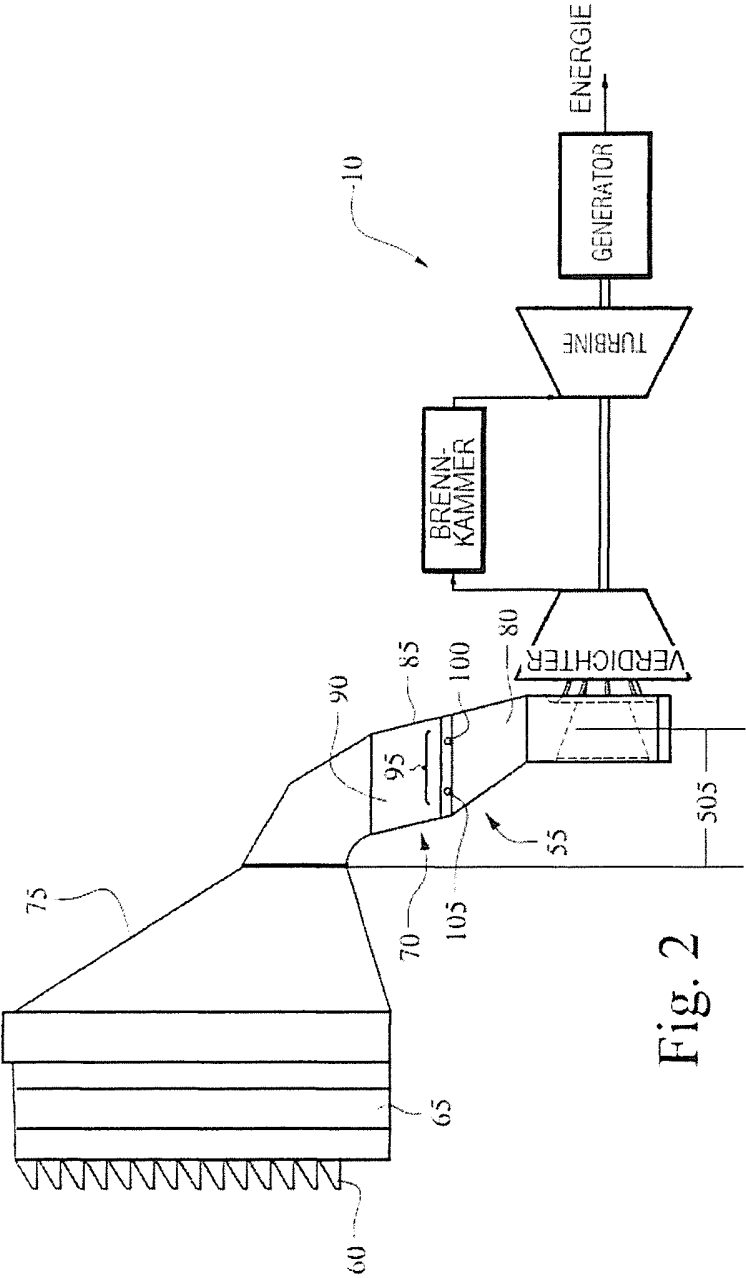


Fig. 2

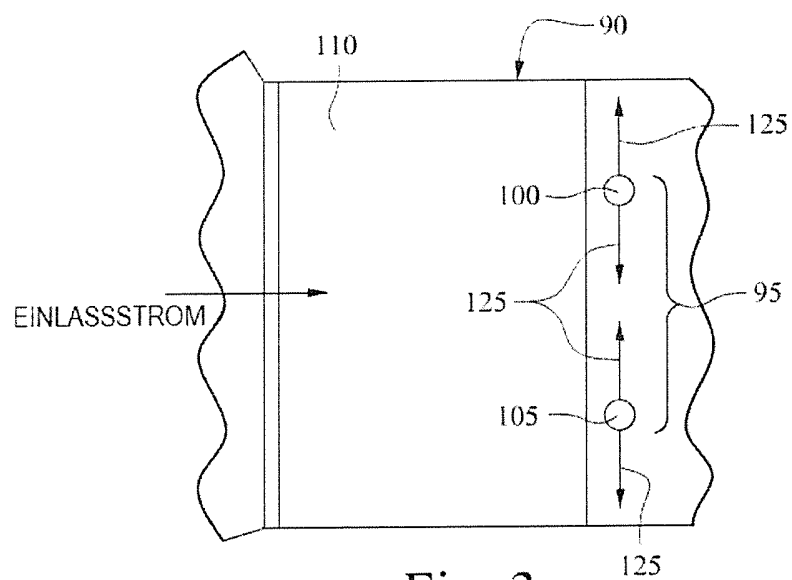


Fig. 3
(STAND DER TECHNIK)

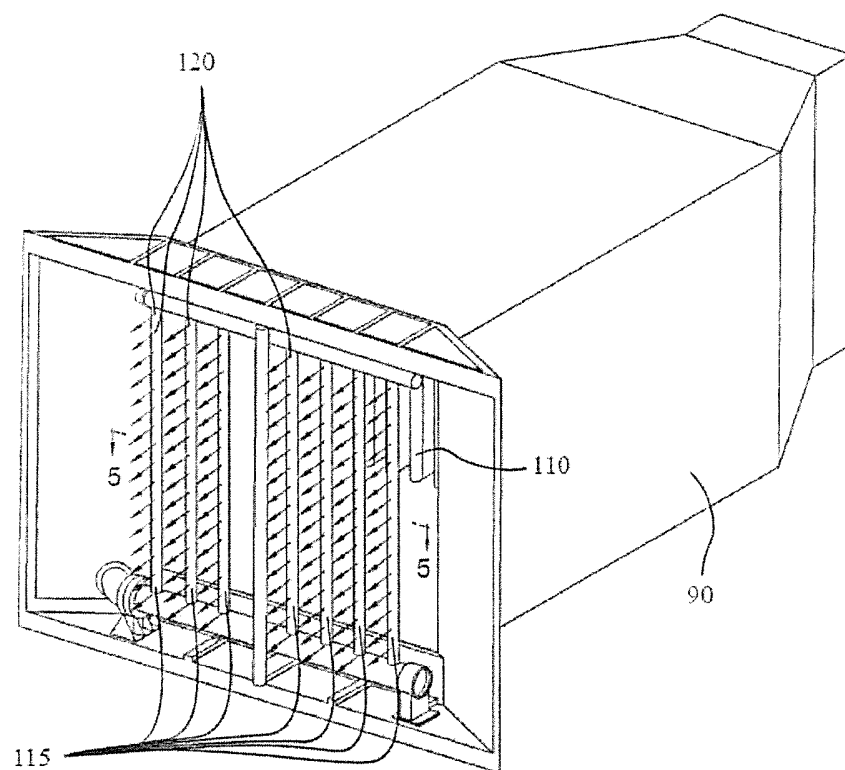


Fig. 4
(STAND DER TECHNIK)

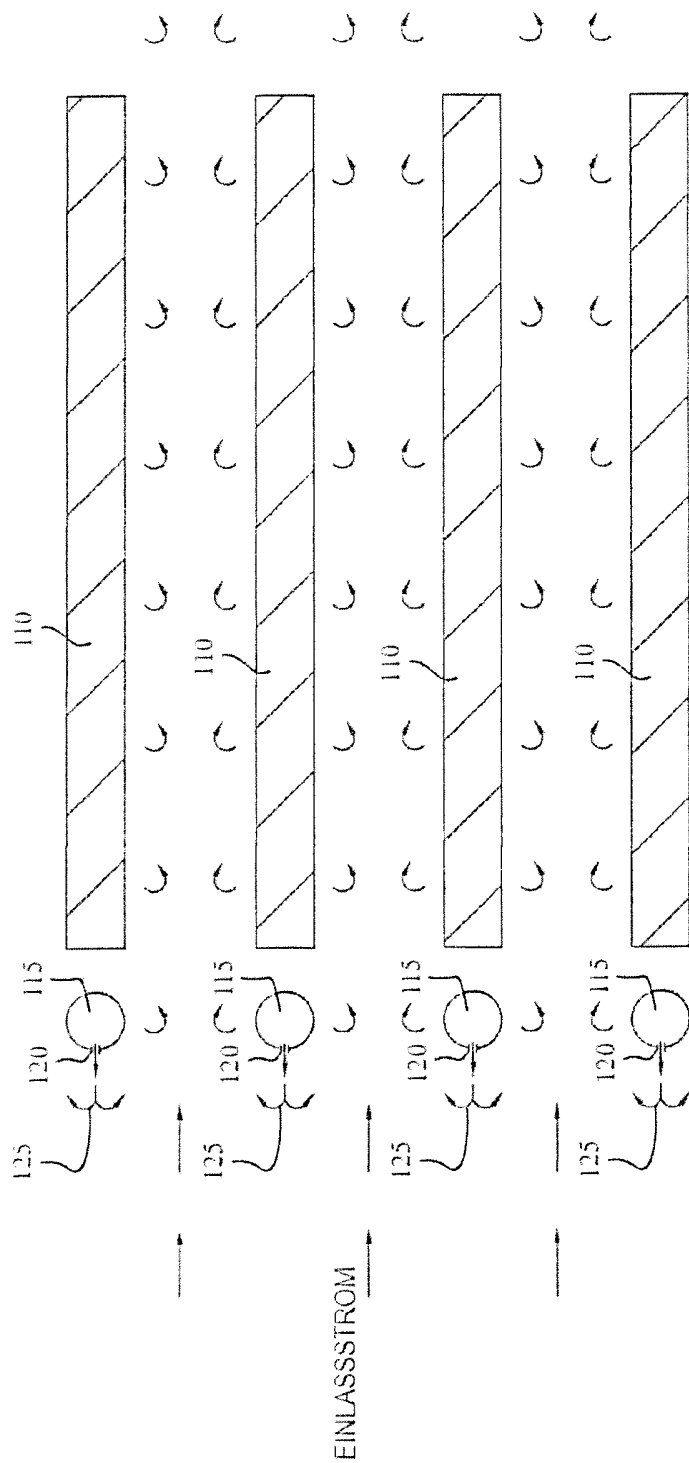


Fig. 5
(STAND DER TECHNIK)

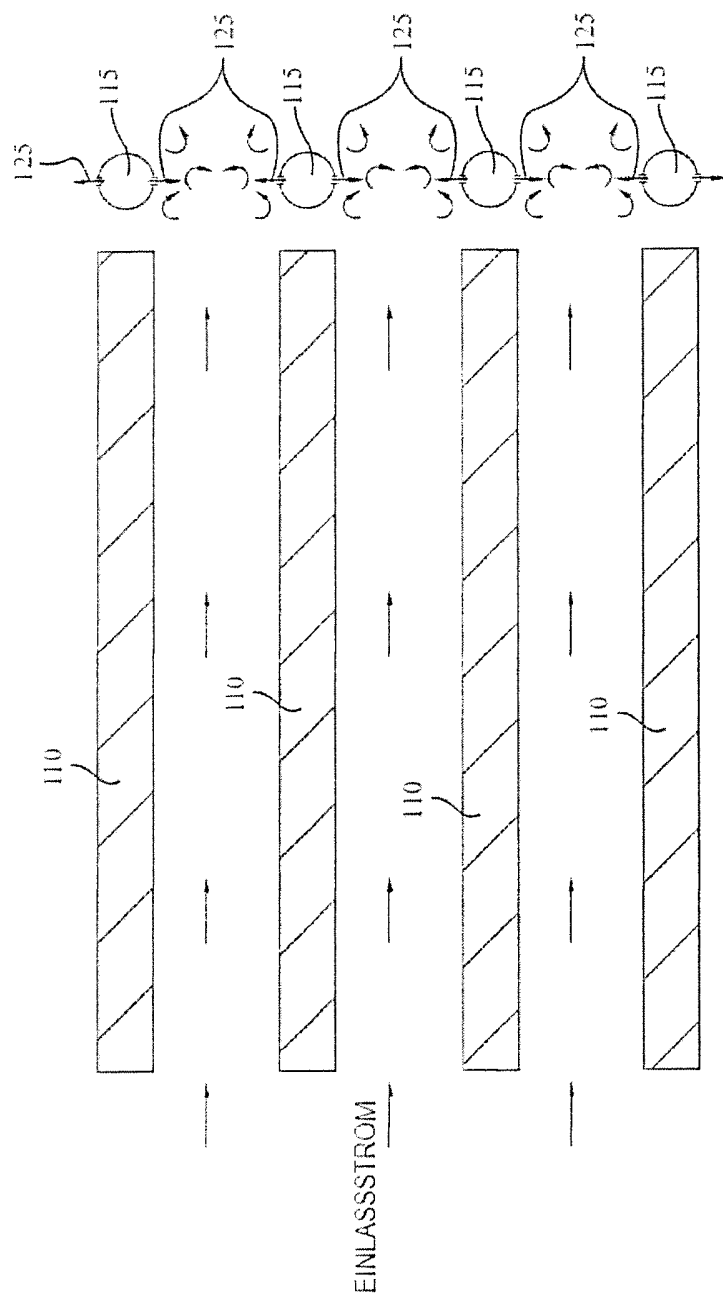


Fig. 6
(STAND DER TECHNIK)

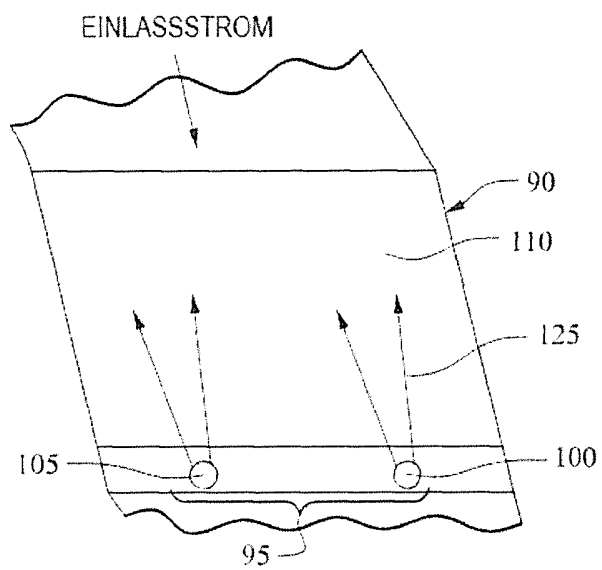


Fig. 7

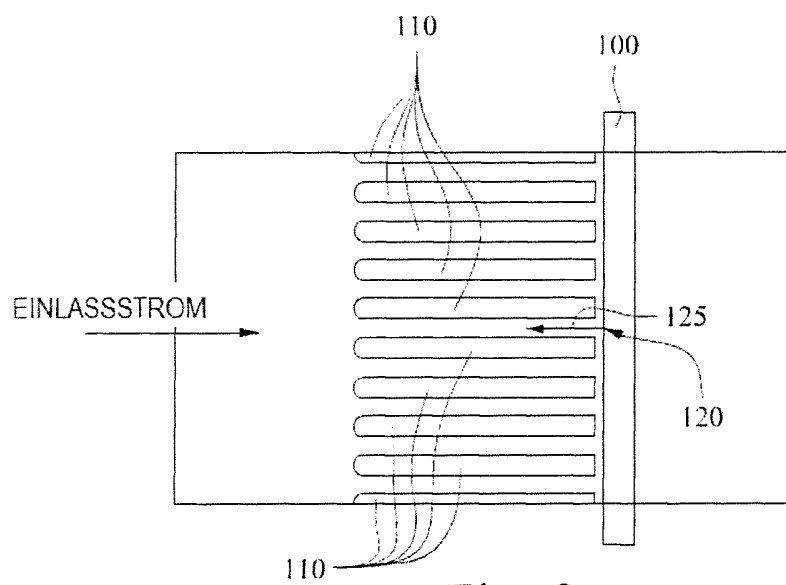


Fig. 8

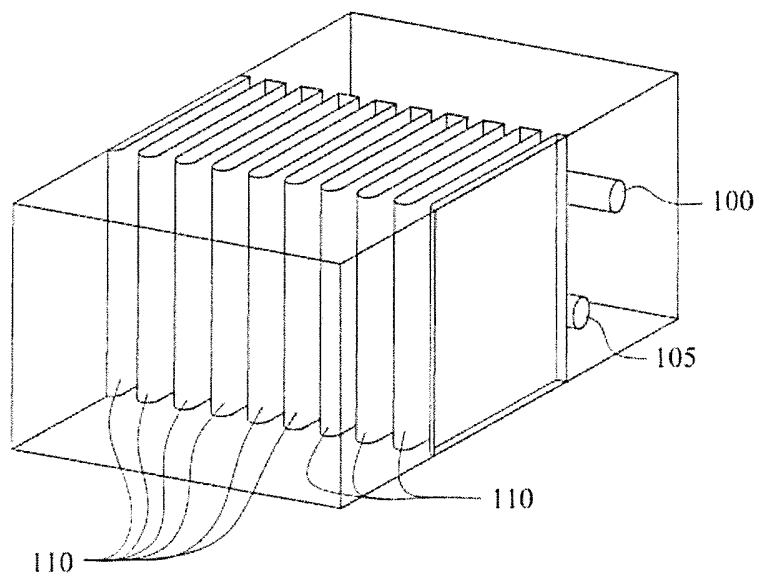


Fig. 9

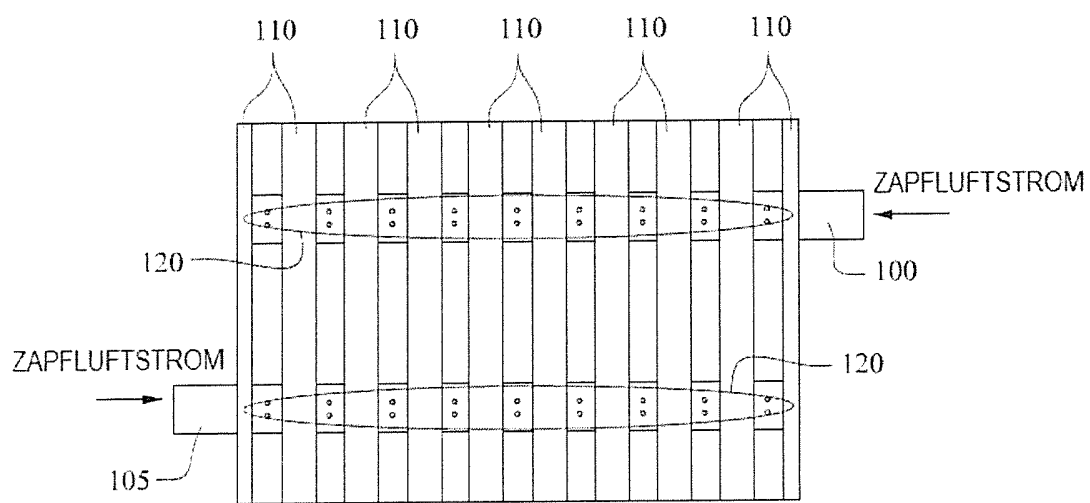


Fig. 10

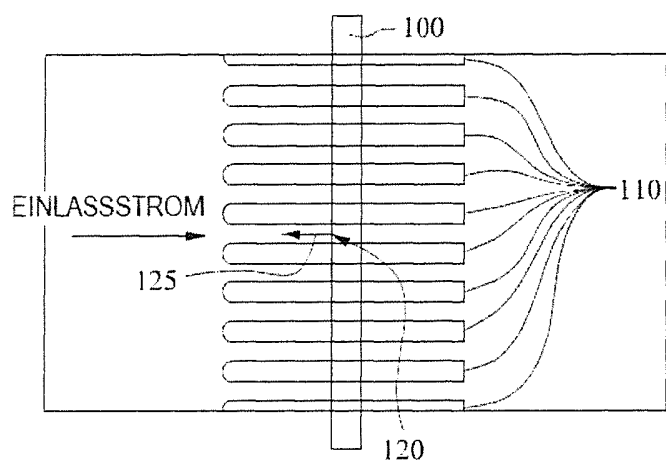


Fig. 11

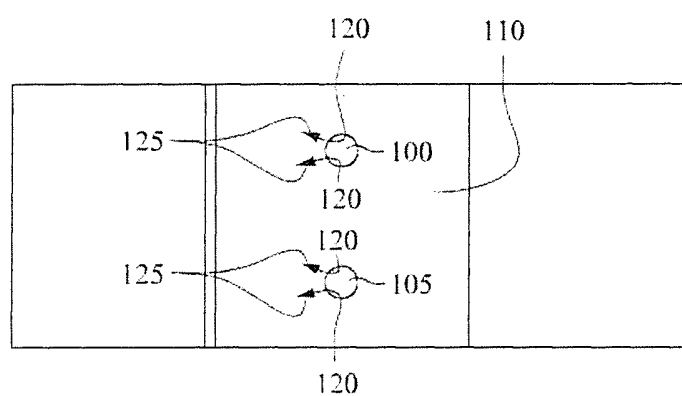


Fig. 12

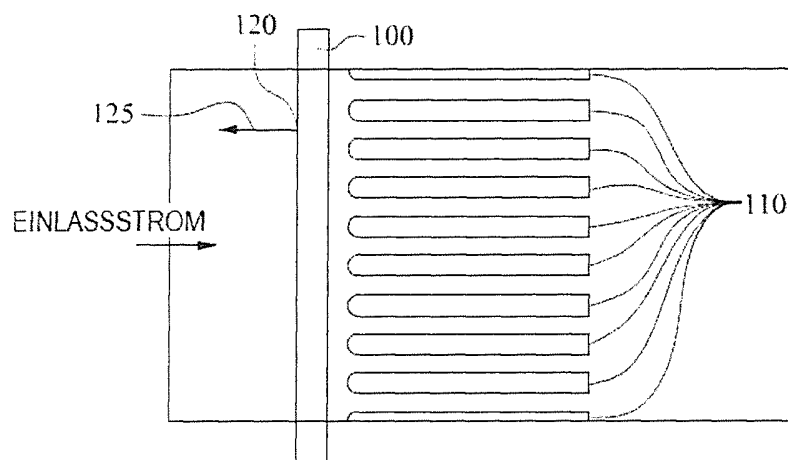


Fig. 13

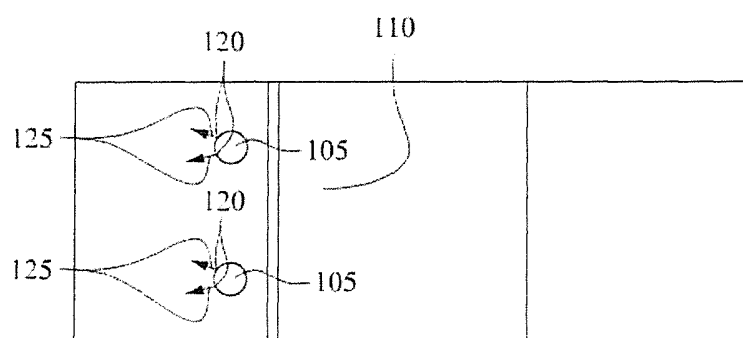


Fig. 14

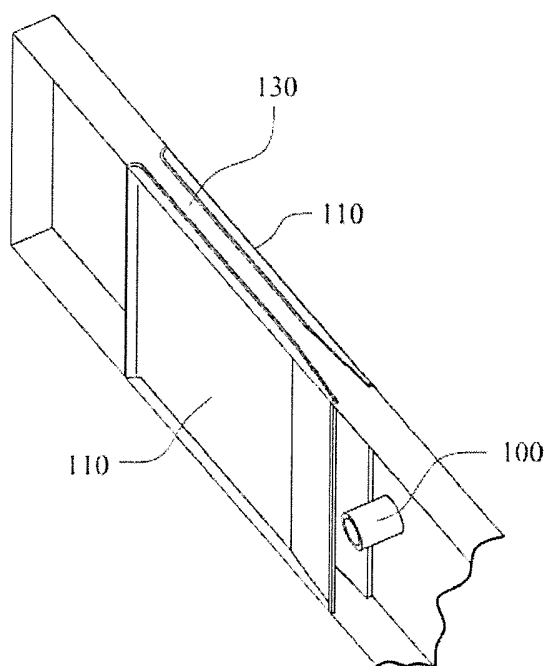


Fig. 15

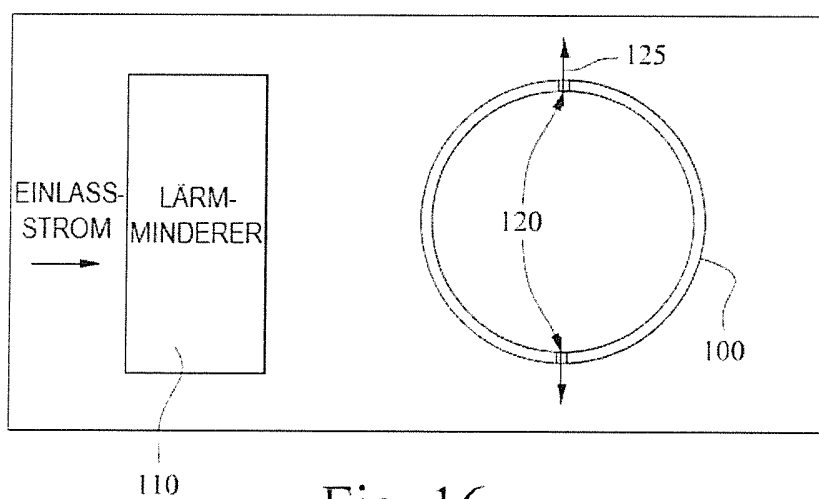


Fig. 16

(STAND DER TECHNIK)

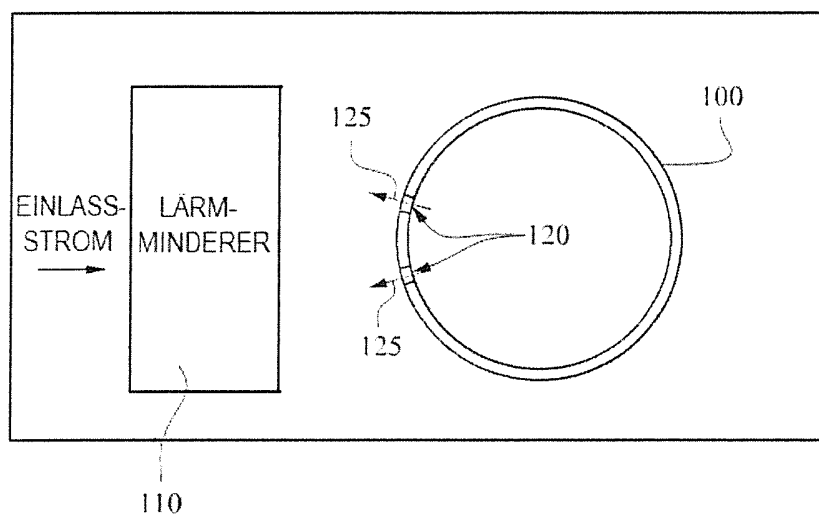


Fig. 17

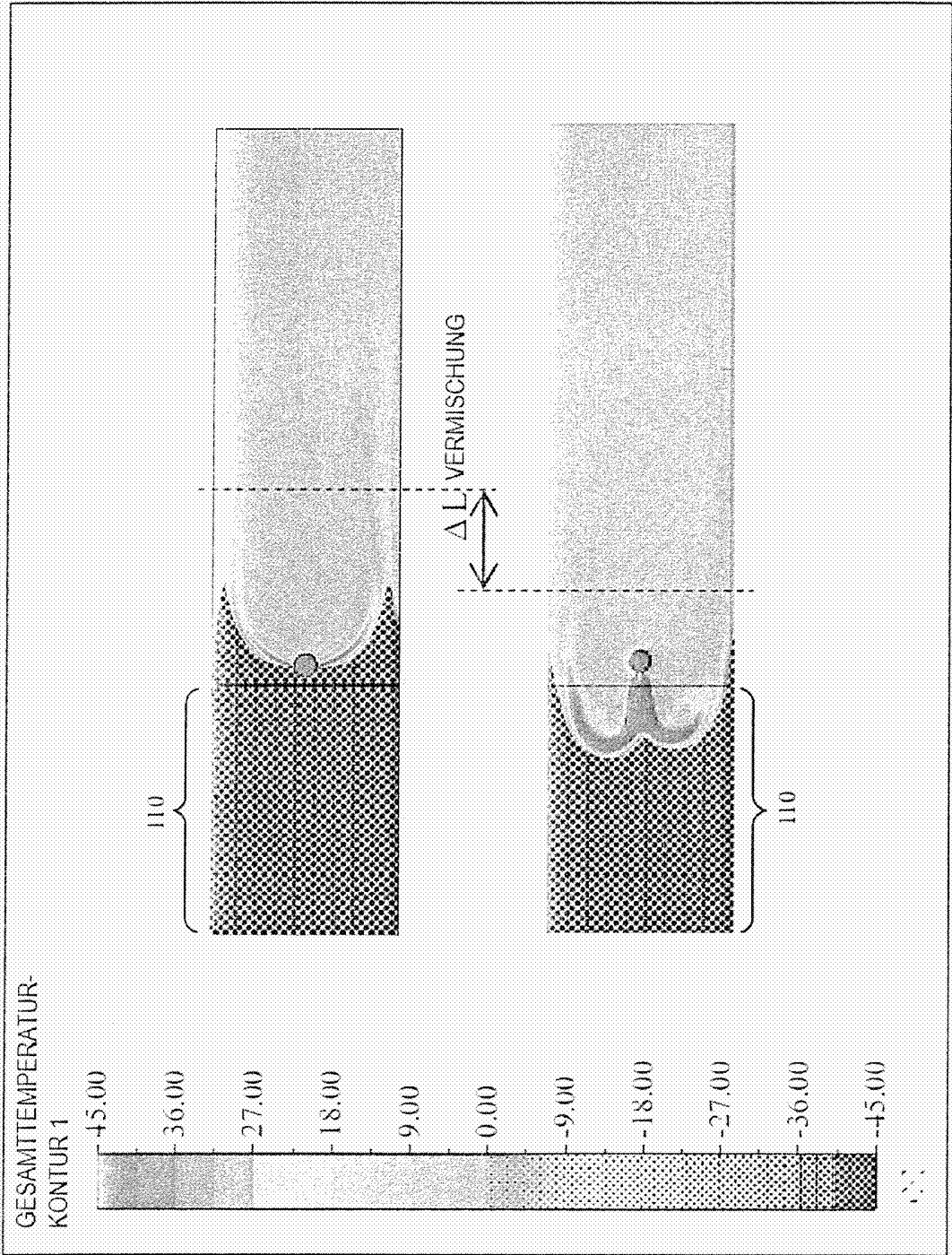


Fig. 18