

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 701 602 A2

(51) Int. Cl.: F01N 3/05 (2006.01)
F02C 7/14 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

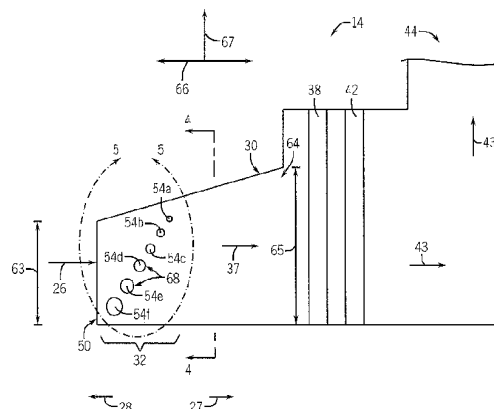
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer:	01290/10	(71) Anmelder:	General Electric Company, 1 River Road Schenectady, New York 12345 (US)
(22) Anmeldedatum:	10.08.2010	(72) Erfinder:	Hua Zhang, Greer, South Carolina 29650 (US) Ajit Sengar, Uttar Pradesh 201304 (IN) Saravanan Venkataraman Nattanmai, Tamil Nadu 600023 (IN) Venugopala Durwasula Raju, Andhra Pradesh 516227 (IN)
(43) Anmeldung veröffentlicht:	15.02.2011	(74) Vertreter:	R. A. Egli & Co. Patentanwälte, Horneggstrasse 4 8008 Zürich (CH)
(30) Priorität:	13.08.2009 US 12/541,130		

(54) System zur Injektion von Kühlluft in den Abgasstrom einer Gasturbine.

(57) Ein System weist bei einer Ausführungsform ein Luftinjektionssystem (32) auf, das über eine Anzahl Luftinjektionsrohre (54) mit gestufter Anordnung verfügt, wobei jedes der mehreren Luftinjektionsrohre (54) dazu ausgelegt ist, Luft in einen Abgaskanal (30) zu injizieren.



Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

[0001] Der hier beschriebene Gegenstand bezieht sich auf Turbinensysteme und, mehr im Speziellen, auf Systeme und Verfahren zur Injektion von Kühlluft in den von solchen Turbinensystemen erzeugten Abgasstrom oder Abgasströme.

[0002] Abgasturbinensysteme beinhalten typischerweise wenigstens eine Gasturbinenmaschine mit einem Verdichter, einer Brennkammer und einer Turbine. Die Brennkammer ist dazu ausgelegt, eine Mischung von Brennstoff und verdichteter Luft zu verbrennen, um heisse Verbrennungsgase zu erzeugen, die ihrerseits Schaufeln der Turbine antreiben. Von der Gasturbinenmaschine erzeugtes Abgas kann gewisse Nebenprodukte enthalten, wie Stickstoffoxide (NO_x), Schwefeloxide (SO_x), Kohlenstoffoxide (CO_x) und unverbrannte Kohlenwasserstoffe. Generell besteht der Wunsch, den Anteil solcher Nebenprodukte in dem Abgas vor dem Ablassen des Abgases in die Atmosphäre zu eliminieren oder beträchtlich zu verringern.

Kurze Beschreibung der Erfindung

[0003] Bestimmte Ausführungsformen, die dem Umfang der ursprünglich beanspruchten Erfindung entsprechen, sind im Nachfolgenden zusammen gefasst. Diese Ausführungsformen sollten nicht den Schutzzumfang der beanspruchten Erfindung einschränken, vielmehr sind diese Ausführungsformen lediglich dazu bestimmt, einen kurzen Überblick über mögliche Formen der Erfindung zu geben. Tatsächlich kann die Erfindung eine Vielzahl verschiedener Formen umfassen, die den im Nachfolgenden vorgestellten Ausführungsformen gleich oder von diesen verschieden sind.

[0004] In einer ersten Ausführungsform beinhaltet das System ein Luftinjektionssystem. Das Luftinjektionssystem weist eine Anzahl Luftinjektionsrohre mit einer gestaffelten Anordnung auf. Jede der mehreren Luftinjektionsrohre kann dazu ausgelegt sein, Luft in einen Turbinenabgaskanal zu injizieren.

[0005] Bei einer anderen Ausführungsform beinhaltet das System ein Abgasverarbeitungssystem. Das Abgasverarbeitungssystem weist eine Anzahl Luftinjektionsrohre auf, von denen jedes mit einer Anzahl Löcher perforiert ist. Jedes der mehreren Luftinjektionsrohre kann eines oder mehrere Rohre unterschiedlicher Rohrdurchmesser, unterschiedlicher Lochdurchmesser, unterschiedlicher Lochabstände oder Kombinationen davon aufweisen.

[0006] Bei einer weiteren Ausführungsform beinhaltet ein System einen Rohrverteiler, der dazu ausgelegt ist, einen Kühlluftstrom zu empfangen und die Kühlluft auf eine Anzahl Rohre zu verteilen, wobei die mehreren Rohre dazu eingerichtet sind, eine ungleichmässige Verteilung der Kühlluft in einem Turbinenabgaskanal zu erzeugen.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0007] Das Verständnis dieser und anderer Merkmale, Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung wird durch die nachfolgende, detaillierte Beschreibung, im Zusammenhang mit der beigefügten Zeichnung, erleichtert, in der in den Figuren gleiche Bezugszeichen gleiche Teile angeben, wobei:

[0008] Fig. 1 ein Blockdiagramm eines Turbinensystems ist, das ein Luftinjektionssystem zum Kühlen von Verbrennungsgasen, gemäss einer Ausführungsform der vorliegenden Technik beinhaltet;

[0009] Fig. 2 eine perspektivische, teilweise Schnittdarstellung eines Überleitkanals, wie in Fig. 1 gezeigt ist, der das Luftinjektionssystem mit einer Anzahl Luftinjektionsrohre aufweist, gemäss einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0010] Fig. 3 eine Seitenansicht im Schnitt des Überleitkanals wie in Fig. 2 gezeigt ist, der ein Luftinjektionssystem mit den mehreren Luftinjektionsrohren enthält gemäss einer Ausführungsform der vorliegenden Technik;

[0011] Fig. 4 eine teilweise geschnittene Draufsicht auf den Überleitkanal längs der Schnittlinie 4-4 der Fig. 3 ist, die ausserdem eine Anzahl Luftinjektionslöcher an jeder der Luftinjektionsrohre, gemäss einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, zeigt;

[0012] Fig. 5 eine teilweise geschnittene Seitenansicht der Luftinjektionsrohre längs der Schnittlinie 5-5 der Fig. 4 innerhalb der gebogenen Linie 5-5 der Fig. 3 ist, gemäss einer Ausführungsform der vorliegenden Technik;

[0013] Fig. 6 eine teilweise quer geschnittene Draufsicht auf den Überleitkanal längs der Schnittlinie 4-4 der Fig. 3 ist unter Veranschaulichung der Luftinjektionsrohre, gemäss einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Technik;

[0014] Fig. 7 eine teilweise quer geschnittene Draufsicht auf den Überleitkanal längs der Schnittlinie 4-4 der Fig. 3 ist unter Veranschaulichung der Luftinjektionsrohre gemäss einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung; und

[0015] Fig. 8 eine teilweise quer geschnittene Draufsicht auf den Überleitkanal längs der Schnittlinie 4-4 der Fig. 3 ist unter Veranschaulichung der Luftinjektionsrohre gemäss einer noch anderen Ausführungsform der vorliegenden Technik.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0016] Eine oder mehrere spezielle Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden im Nachfolgenden beschrieben. In dem Bestreben eine klare Beschreibung dieser Ausführungsform zu geben, können nicht alle Merkmale einer tatsächlichen Implementierung in der Beschreibung beschrieben sein. Es versteht sich aber, dass bei der Entwicklung jeder

solchen tatsächlichen Implementierung, so wie bei jedem Planungs- und Konstruktionsprojekt, zahlreiche implementierungsspezifische Entscheidungen getroffen werden müssen, um die speziellen Ziele des jeweiligen Entwicklers zu erreichen, wie etwa Abstimmung mit systembezogenen und wirtschaftsbezogenen Auflagen, die von einer Implementierung zur anderen verschieden sein können. Ausserdem ist darauf hinzuweisen, dass ein solches Entwicklungsunternehmen zwar komplex und zeitraubend, aber dennoch für den Fachmann, der den Vorzug der vorliegenden Offenbarung genießt, hinsichtlich der Konstruktion, Fabrikation und Herstellung, eine Routinearbeit sein kann.

[0017] Bei der Einführung von Elementen verschiedener Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung sollen die Artikel «ein», «eine», «einer», «eines», «der, die, das», und «vorgenannt» bedeuten, dass es eines oder mehrere der Elemente gibt. Die Ausdrücke «aufweisen», «beinhalten» und «mit» sind einschliessend zu verstehen und bedeuten, dass es ausser den angeführten Elementen noch zusätzliche Elemente geben kann, und irgendwelche Beispiele von Betriebsparametern und/oder Umweltbedingungen schliessen andere Parameter/Bedingungen der offenbarten Ausführungsformen nicht aus. Ausserdem versteht sich, dass die Bezugnahme auf «eine (spezielle) Ausführungsform» oder (allgemein) «eine Ausführungsform» der vorliegenden Erfindung nicht so zu verstehen ist, dass sie das Vorhandensein weiterer Ausführungsformen ausschliesst, die ebenfalls die aufgeführten Merkmale enthalten.

[0018] Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung betreffen allgemein technische Vorgangsweisen zum Kühlen oder Temperieren eines Abgasstroms. Beispielsweise können im Gasturbinensystem eine oder mehrere Gasturbinenmaschinen Brennstoff verbrennen, um Verbrennungsgase zum Antrieb einer oder mehrerer Turbinenschaufeln zu liefern. Abhängig von der Art des verbrannten Brennstoffs können von den Verbrennungsprozess herrührende Emissionen (d.h. Abgase) Stickoxide (NO_x), Schwefeloxide (SO_x), Kohlenstoffoxide (CO_x) und unverbrannte Kohlenwasserstoffe enthalten. Oftmals ist die Zusammensetzung von Gasturbinensystemen, wie etwa einem Gasturbinenkraftwerk, abgegebenen Abgasen zwingenden gesetzlichen Bedingungen unterworfen. So können, um lediglich ein Beispiel zu geben, Vorschriften verlangen, dass die NO_x -Zusammensetzung des in die Atmosphäre abgegebenen Abgases nicht grösser als 3 parts-per-million (ppm) ist.

[0019] Eine technische Vorgangsweise zur Entfernung oder Verringerung des Anteils von NO_x in einem Abgasstrom ist durch selektive katalytische Reduktion (SCR). Bei einem SCR Verfahren wird ein Reagens, wie Ammoniak (NH_3), in den Abgasstrom injiziert und reagiert mit dem NO_x zu der Erzeugung von Stickstoff (N_2) und Wasser (H_2O). Die Wirksamkeit des SCR-Verfahrens kann zumindest teilweise von der Temperatur des Abgases abhängen, das gerade verarbeitet wird. Beispielsweise kann das SCR-Verfahren zur Entfernung von NO_x bei Temperaturen von etwa 700°-900° Fahrenheit (°F) besonders wirkungsvoll sein. Wenn das von der Turbinenmaschine abgegebene Abgas oberhalb des für SCR wirksamen Temperaturbereichs liegt, mag es demgemäss zweckmässig sein, die Abgase vor dem SCR abzukühlen, um die Wirksamkeit des SCR-Verfahrens (d.h. die Entfernung von NO_x) zu erhöhen, um den gesetzlichen Bedingungen zu genügen.

[0020] Demgemäss kann, gemäss einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, ein Gasturbinensystem etwa ein simple-cycle (im offenen Prozess betriebenes) Schwerlastergasturbinensystem aufweisen, ein Luftinjektionssystem aufweisen, das dazu ausgelegt ist, Kühlluft in einen Abgasstrom zu injizieren. Wie im Weiteren noch erläutert werden wird, kann das Luftinjektionssystem stromabwärts (d.h. bezüglich der Abgasströmung) einer Turbine, aber stromaufwärts von einem SCR System angeordnet sein. Das Luftinjektionssystem kann mehrere Luftinjektionsrohre aufweisen, von denen jedes mehrere Luftinjektionslöcher oder Öffnungen zum Injizieren von Kühlluft in den Abgasstrom aufweist. Bei bestimmten Ausführungsformen können ein oder mehrere Rohrverteiler zur Aufnahme der Kühlluft, die von irgendeiner geeigneten Kühlluftquelle wie einem Luftgebläse geliefert werden kann, und zur Verteilung der Kühlluft auf die einzelnen Luftinjektionsrohre des Luftinjektionssystems vorgesehen sein. Zusätzlich könnte die Kühlluft von dem Verdichter geliefert sein. Unabhängig von der Kühlluftquelle kann naturgemäss Kühlluft Umgebungsluft sein, oder zum Beispiel über einen Wärmetauscher vor der Injektion in den Überleitungskanal gekühlte Luft sein. Abhängig von dem speziellen jeweils gewünschten Profil des Abgases, können die Luftinjektionsrohre unterschiedliche Grössen aufweisen, und in einer gestaffelten Anordnung angeordnet sein. Zusätzlich können die Injektionslöcher in jedem der Luftinjektionsrohre gemäss verschiedener, im Nachfolgenden noch beschriebenen Ausführungsformen unterschiedliche Grössen- und Abstandskonfigurationen aufweisen. Mit anderen Worten können die Luftinjektionsrohre so abgestimmt sein, dass sie eine im Wesentlichen ungleichmässige Verteilung von Kühlluft (z.B. bestimmt durch spezielle Luftinjektionsloch- oder Rohrmerkmale) in den Turbinenabgaskanal geben. Entsprechend der hierin offenbarten Technik kann die Injektion von Kühlluft in den Abgasstrom durch das Luftinjektionssystem eine verbesserte Gleichmässigkeit der Temperatur und/oder bessere Geschwindigkeitsverteilungen des von dem SCR System erhaltenen gekühlten Abgases, einen verringerten Turbinenrückdruck und eine bessere Strömungsverteilung neben anderen Vorteilen ergeben. Wenngleich die hierin offenbarte Technik, insbesondere bei simple-cycle Schwerlast-Gasturbinensystemen, wie sie im Nachfolgenden erörtert werden, besonders zweckmässig sein kann, so ist doch darauf hinzuweisen, dass die vorliegende Technik in jedem beliebigen, zweckentsprechend ausgelegten System, beispielsweise einschliesslich Gasturbinen-Kombisystemen, implementiert sein können.

[0021] Unter Berücksichtigung des im vorstehenden Dargelegten ist Fig. 1 ein Blockdiagramm eines beispielhaften Turbinensystems 10, das eine Gasturbinenmaschine 12 und ein Abgasverarbeitungssystem 14 aufweist. Bei bestimmten Ausführungsformen kann das Turbinensystem 10 ein Kraftwerkssystem sein. Das Turbinensystem 10 kann flüssigen oder gasförmigen Brennstoff verarbeiten, wie Erdgas und/oder kohlenwasserstoffreiches Synthesegas, um das Turbinensystem 10 zu betreiben.

[0022] Wie dargestellt, weist die Gasturbinenmaschine 12 einen Lufteinlassabschnitt 16, einen Verdichter 18, einen Brennkammerabschnitt 20 und eine Turbine 22 auf. Die Turbine 22 kann über eine Welle antriebsmässig mit dem Verdichter 18 gekuppelt sein. Im Betrieb tritt Luft in die Turbinenmaschine 12 durch den Lufteinlassabschnitt 16 (durch Pfeile 17 angedeutet) ein, und wird in dem Verdichter 18 verdichtet. Der Verdichter 18 kann eine Anzahl mit der Welle gekuppelter, Verdichterschaufeln aufweisen. Die Drehbewegung der Welle bewirkt eine Umlaufbewegung der Verdichterschaufeln, wodurch Luft in den Verdichter 18 eingesaugt und die Luft vor dem Eintritt in den Brennkammerabschnitt 20 verdichtet wird.

[0023] Der Brennkammerabschnitt 20 kann eine oder mehrere Brennkammern enthalten. Bei einer Ausführungsform kann eine Anzahl Brennkammern an mehreren umfangsmässig verteilten Stellen, in einer im Wesentlichen kreisförmigen oder ringförmigen Anordnung rings um die Welle verteilt, angeordnet sein. Beim Austritt von verdichteter Luft aus dem Verdichter 18 und bei deren Eintritt in den Brennkammerabschnitt 20 kann die verdichtete Luft mit Brennstoff 19 zur Verbrennung in der Brennkammer oder den Brennkammern vermischt werden. Beispielsweise kann die Brennkammer (beziehungsweise die Brennkammern) eine oder mehrere Brennstoffdüsen aufweisen, die eine Brennstoff-Luftmischung in die Brennkammer(n) in einem für optimale Verbrennung, optimale Emissionen, optimalen Brennstoffverbrauch, optimale Leistungsabgabe und dergleichen zweckentsprechenden Verhältnis injizieren können. Die Verbrennung der Luft und des Brennstoffs kann heisse verdichtete Abgase erzeugen, die dann zum Antrieb einer oder mehrerer Turbinenschaufeln in der Turbine 22 benutzt werden. Im Betrieb strömen die in die Turbine 22 einströmenden und diese durchströmenden Verbrennungsgase gegen die Turbinenschaufeln und zwischen diesen hindurch, womit sie die Turbinenschaufeln und damit die Welle in eine Umdrehungsbewegung versetzen, um eine Last, etwa einen elektrischen Generator in einem Kraftwerk, anzutreiben. Wie im Vorstehenden schon erörtert, bewirkt ausserdem die Umlaufbewegung der Welle in dem Verdichter 18, dass durch den Einlass 16 zugeführte Luft eingesaugt und verdichtet wird.

[0024] Die durch die Turbine 22 durchströmenden Verbrennungsgase können an dem strömungsabwärtigen Ende 24 der Turbine 22 als ein Abgasstrom 26 austreten. Der Abgasstrom 26 kann in strömungsabwärtiger Richtung 27 zu dem Abgasverarbeitungssystem 14 weiter strömen. Beispielsweise kann das strömungsabwärtige Ende 24 fluidmässig an das Abgasverarbeitungssystem 14 und insbesondere an einen Überleitungskanal 30 angekuppelt sein. Wie im Vorstehenden erläutert, kann das Abgas 26 zufolge des Verbrennungsprozesses gewisse Nebenprodukte enthalten, wie etwa Stickoxide (NO_x), Schwefeloxide (SO_x), Kohlenstoffoxide (CO_x) und unverbrannte Kohlenwasserstoffe. Im Hinblick auf bestimmte Vorschriftsmässige Anforderungen kann das Abgasverarbeitungssystem 14 dazu verwendet werden, die Konzentration derartiger Nebenprodukte vor dem Ablassen des Abgasstroms in die Atmosphäre zu reduzieren oder wesentlich zu minimieren.

[0025] Wie im Vorstehenden schon erwähnt, besteht eine Technik zur Entfernung oder Verringerung des Anteils von NO_x in einem Abgasstrom in der Verwendung eines selektiven, katalytischen Reduktionsprozesses (SCR). Beispielsweise wird bei einem SCR Verfahren zum Entfernen von NO_x aus dem Abgasstrom 26, Ammoniak (NH_3) in den Abgasstrom injiziert, wo es mit dem NO_x reagiert um Stickstoff (N_2) und Wasser (H_2O) zu erzeugen. Offensichtlich hängt die Wirksamkeit dieses SCR Verfahrens, zumindest teilweise, von der Temperatur des verarbeiteten Abgases ab. Das SCR Verfahren zur Entfernung von NO_x kann zum Beispiel bei einer Temperatur von etwa 700° bis 900° Fahrenheit (°F) besonders wirksam sein. Bei bestimmten Ausführungsformen kann aber das Abgas 26 das aus der Turbine 22 austritt und in den Überleitungskanal 30 eintritt, eine Temperatur von etwa 1000°F bis 1500°F oder genauer 1100°F bis 1200°F haben. Demzufolge kann zur Erhöhung der Wirksamkeit des SCR Prozesses zur NO_x Entfernung das Abgasverarbeitungssystem 14 ein Luftinjektionssystem 32 aufweisen, das dazu ausgelegt ist, Kühlluft in den Abgasstrom 26 zu injizieren, um dadurch den Abgasstrom 26 vor der SCR abzukühlen. Es versteht sich, dass die wirksamen Temperaturen, abhängig von dem aus dem Gasstrom 26 abzuschneidenden Stoff und/oder abhängig von dem gerade verwendeten Katalysator, verschieden sein können.

[0026] Wie in Fig. 1 dargestellt, kann das Luftinjektionssystem 32 in dem Überleitungskanal 30 angeordnet sein. Bei einer Ausführungsform kann das Luftinjektionssystem 32 mehrere Luftinjektionsrohre aufweisen. Jedes dieser Luftinjektionsrohre kann eine Anzahl Luftinjektionslöcher aufweisen, die dazu eingerichtet sind, von einer oder mehreren Luftquellen 34 gelieferte Kühlluft 36 in den Überleitungskanal 30 zur Vermischung mit dem Abgasstrom 26 zu injizieren. Beispielsweise kann bei einer Ausführungsform die Luftquelle (beziehungsweise die Luftquellen) einen oder mehrere Luftgebläse, Verdichter (z.B. den Verdichter 18), Wärmetauscher oder Kombinationen davon beinhalten. Es versteht sich, dass der Ausdruck «kühlen» wenn er zur Beschreibung des Luftstroms 36 benutzt wird, so zu verstehen ist, dass die Luft 36 kühler ist als der aus der Turbine 22 austretende Abgasstrom 26. Beispielsweise kann die von der Luftquelle (beziehungsweise den Luftquellen) 34 gelieferte Kühlluft 36 Umgebungsluft sein, oder sie kann unter Verwendung eines Wärmetausches oder einer anderen Art geeigneter Kühlmechanismen weiter abgekühlt sein. Das Luftinjektionssystem 32 kann ausserdem ein Ventil 35 zur Regulierung des Kühlluftstroms 36 aufweisen. Lediglich beispielhaft kann bei einer Ausführungsform das von der Turbine 22 abgegebene Verbrennungsgas 26 in den Überleitungskanal 30 mit einem Massestrom von etwa 1000 pounds/second einströmen, während Kühlluft 36 in den Überleitungskanal 30 (über das Luftinjektionssystem 32) mit einem Massestrom von etwa 500 pounds/second injiziert werden kann. Darauf hinzuweisen ist jedoch, dass der Massestrom des Verbrennungsgases 26 und der Massestrom der Kühlluft 36 variieren können. Die Kühlluft 36 vermischt sich mit dem Abgasstrom 26, um so einen gekühlten Abgasstrom zu erzeugen, der mit dem Bezugszeichen 37 bezeichnet ist und der, wie im Vorstehenden erläutert, eine Temperatur von etwa 700°F bis 900°F aufweist, d.h. zur Erhöhung oder zur wesentlichen Maximierung der NO_x Abscheidung bei dem SCR Prozess geeignet sein kann. Wie im Nachfolgenden noch erläutert werden wird, können Konfigurationen der Luftinjektionslöcher wie auch der Durchmesser der Luftinjektionsrohre zweckentsprechend so ausgelegt sein, dass eine im Wesentlichen gleichförmige Vermischung erzielt wird, wodurch eine

im Wesentlichen gleichmässige Temperatur- und Geschwindigkeitsverteilung in dem gekühltem abgegebenen Gas 37 vor der strömungsabwärtigen SCR Verarbeitung erzielt wird.

[0027] Noch auf Fig. 1 Bezug nehmend, kann der gekühlte Abgasstrom 37 strömungsabwärts (z.B. in der Richtung 27) weiter durch ein Ammoniakinjektionsgitter 38 strömen. Das Ammoniakinjektionsgitter (A.I.G) 38 kann dazu eingerichtet sein, Ammoniak (NH_3) 40 in den gekühlten Abgasstrom 37 zu injizieren. Bei einer Ausführungsform kann das Ammoniakinjektionsgitter 38 ein Netzwerk von Rohren zur Injektion von Ammoniak 40 in den gekühlten Abgasstrom 37 aufweisen. Weiter strömungsabwärts kann ein SCR System 42 unter Verwendung irgendeiner geeigneten Geometrie, wie etwa einer Waben- oder Plattenkonfiguration, implementiert sein. Innerhalb des SCR Systems 42 wirkt das Ammoniak 40 im Wesentlichen als Katalysator und reagiert mit dem NO_x in dem Abgasstrom 37 um Stickstoff (N_2) und Wasser (H_2O) zu erzeugen und damit NO_x aus dem Abgasstrom 37 vor dessen Abblasen in die Atmosphäre durch den Schornstein 44, wie durch die Strömungspfeile 46 angedeutet, zu entfernen. Der Schornstein 44 kann bei einigen Ausführungsformen einen Schalldämpfer oder Auspufftopf enthalten, und beispielsweise kann das Abgasverarbeitungssystem 14, abhängig von geltenden Vorschriften, das Luftinjektionssystem 32 und das SCR-System 42 dazu verwenden, den Anteil von NO_x in dem mit dem Bezugszeichen 43 bezeichneten Strom verarbeiteten Abgases auf etwa 3 ppm oder weniger zu reduzieren. Bei einer anderen Ausführungsform kann zerstäubtes Wasser mit der Kühlluft vermischt werden, und die Wasser-Luftmischung kann sodann in den Überleitungskanal 30 injiziert werden, um die Abgastemperatur abzusinken.

[0028] Während die vorliegende Ausführungsform im Wesentlichen auf die Verarbeitung und Entfernung von NO_x aus dem Abgasstrom 26 gerichtet ist, können andere Ausführungsformen für die Entfernung von anderen Verbrennungsnebenprodukten, wie Kohlenmonoxid oder unverbrannten Kohlenwasserstoffen, sorgen und demgemäss kann der zugeführte Katalysator abhängig von dem aus dem Abgasstrom 26 zu entfernenden Teilen der Zusammensetzung variieren. Darüber hinaus ist darauf hinzuweisen, dass die hier beschriebenen Ausführungsformen nicht auf den Einsatz eines SCR Systems 42 beschränkt sind, sondern auch mehrere SCR Systeme 42 aufweisen können. Darüber hinaus kann das System 10 auch ein kontinuierliches Emissionsüberwachungssystem CEM 48 aufweisen, das die Zusammensetzung des aus dem Schornstein 44 austretenden verarbeiteten Abgasstroms 43 kontinuierlich überwacht. Falls das CEM System 48 feststellt, dass die Zusammensetzung des verarbeiteten Abgasstroms 43 einer oder mehreren Vorschriften nicht mehr genügt, kann das CEM System 48 an eine zweckentsprechende Aufsichtsstelle (z.B. Umweltschutzbehörde) Meldung machen, die dann die Aufgabe hat, weitere Schritte einzuleiten, wie die Bediener des Systems 10 anzuweisen, Betriebsparameter anzupassen, eine Wartung vorzunehmen oder sonst den Betrieb des Systems 10 einzustellen, bis festgestellt werden kann, dass der von dem System 10 erzeugte verarbeitete Abgasstrom 43 den Anforderungen der Vorschriften genügt. Bei einigen Ausführungsformen kann das CEM System 48 auch Korrekturmassnahmen implementieren, wie etwa Nachregulieren von Temperatur, Durchsatz von Kühlluft 36, Menge des in den Kanal 30 injizierten NH_3 , etc.

[0029] Bezug nehmend nun auf Fig. 2 ist dort eine teilweise perspektivische Schnittansicht des Überleitungskanals 30 gemäss einer Ausführungsform veranschaulicht. Das strömungsaufwärtige Ende 50 des Überleitungskanals 30 kann eine Öffnung 52 aufweisen, die den Überleitungskanal 30 fluidmässig an die Turbine 22 ankuppelt, um den Abgasstrom 26 aufzunehmen. Fig. 2 zeigt zusätzlich eine Ausführungsform des Luftinjektionssystems 32, das zumindest teilweise in dem Überleitungskanal 30 angeordnet ist. Das Luftinjektionssystem 32 kann eine Anzahl Luftinjektionsrohre 54a-54f aufweisen, die in einer gestaffelten Konfiguration (z.B. in zunehmend verschiedenen vertikalen und horizontalen Positionen) angeordnet sind). Die Luftinjektionsrohre 54a-54f können dazu ausgelegt sein, einen Luftstrom 36 aufzunehmen und die Kühlluft 36 zur Vermischung mit dem Abgasstrom 26 in den Überleitungskanal 30 zu injizieren. Beispielsweise kann bei der dargestellten Ausführungsform das strömungsabwärts weisende Ende (Rohrseite) das z.B. in die strömungsabwärtige Richtung 27 blickt) jedes der Luftinjektionsrohre 54a-54f eine Anordnung von Luftinjektionslöchern aufweisen. Zusätzlich ist zu bemerken, dass wenngleich das hierin veranschaulichte Luftinjektionssystem 32 mit sechs Luftinjektionsrohren 54a-54f veranschaulicht ist, es sich doch versteht, dass bei anderen Ausführungsformen das Luftinjektionssystem 32 mehr oder weniger Rohre, z.B. 2 bis 100 Rohre oder mehr aufweisen kann. Das Luftinjektionssystem 32 kann z.B. 18, 12, 14, 16 oder mehr Rohre aufweisen.

[0030] Wie in Fig. 2 dargestellt, ist ein erster mit dem Bezugszeichen 56 bezeichneter Luftinjektionsverteiler an ein erstes Ende jedes der Luftinjektionsrohre 54a-54f angekuppelt. Der Luftinjektionsverteiler 56 kann einen Einlass 58 aufweisen, der fluidmässig mit der Luftquelle 34 gekoppelt ist, die den Kühlluftstrom 36 liefert. Wie im Vorstehenden erläutert, kann der Kühlluftstrom 36 als Umgebungsluft (z.B. durch ein Luftgebläse oder einen Verdichter) geliefert, oder beispielsweise durch einen Wärmetauscher gekühlt sein. Demgemäss kann der Verteiler 56 dazu eingerichtet sein, die Kühlluft 36 durch den Einlass 58 zu empfangen, und sodann Kühlluft 36 auf jedes der Luftinjektionsrohre 54a-54f zu verteilen. Die Kühlluft 36 kann dann zur Vermischung mit dem Abgasstrom 26 durch die Luftinjektionslöcher an jedem der Luftinjektionsrohre 54a-54f in den Überleitungskanal 30 injiziert werden. Wenngleich bei der hier veranschaulichten Ansicht nicht ersichtbar, so ist doch darauf hinzuweisen, dass die Grösse und die Beabstandung der Luftinjektionslöcher an jedem der Luftinjektionsrohre 54a-54f so ausgelegt sein können, dass sich eine im Wesentlichen gleichförmige Temperatur- und/oder Geschwindigkeitsverteilung des gekühlten Abgases 37 ergibt. Beispielsweise können die Luftinjektionslöcher die gleiche Grösse haben und/oder sie können gleichmässig über die Länge 59 der Luftinjektionsrohre 54a-54f verteilt sein, oder aber sie können in ihrer Grösse und/oder Verteilung unterschiedlich sein. Darüber hinaus können die Grösse (z.B. der Durchmesser) und/oder die Länge 59 der Luftinjektionsrohre 54a-54f selbst voneinander verschieden oder gleich sein. Auf diese Weise kann die Strömungsverteilung in dem Überleitungskanal 30 verbessert werden, wodurch der Rückdruck in

dem Gasturbinensystem 10 verringert wird. Verschiedene Ausführungsformen, die unterschiedliche Konfigurationen der Luftinjektionslöcher und der Luftinjektionsrohre 54a-54f veranschaulichen, werden im Weiteren unter Bezugnahme auf die Fig. 4-8 dargestellt.

[0031] Bei der veranschaulichten Ausführungsform weist das Luftinjektionssystem 32 ausserdem einen zweiten Luftinjektionsverteiler 60 auf, der an ein zweites Ende jeder der Luftinjektionsrohre 54a-54f angeschlossen ist. Der Luftinjektionsverteiler 60 kann einen Einlass 62 aufweisen, der ähnlich dem Einlass 58 bei dem Luftinjektionsverteiler 56 sein kann. Auf diese Weise kann der Luftinjektionsverteiler 60 Kühlluft 36 empfangen, und die Kühlluft 36 auf jedes der Luftinjektionsrohre 54a-54f verteilen. Wie im Vorstehenden erläutert, können Luftinjektionslöcher an jedem der Luftinjektionsrohre 54a-54f dazu ausgelegt sein, Kühlluft 36 zur Vermischung mit dem Abgasstrom 26 in den Überleitungskanal 30 zu injizieren. Mit anderen Worten kann das Luftinjektionssystem 32 bei einigen Ausführungsformen mehrere Verteiler (z.B. 56 und 60) aufweisen, um einen Kühlluftstrom 36 zu beiden Enden jedes der Luftinjektionsrohre 54a-54f zu leiten. Jeder Verteiler 56, 60 kann fluidmässig an die gleiche Luftquelle 34 oder an getrennte, eigene Luftquellen 34 angekoppelt sein (in welchem Falle die über Einlasse 58, 62 erhaltene Kühlluft 36 von eigenen Kühlluftquellen geliefert sein kann). Darüber hinaus kann bei anderen Ausführungsformen das Luftinjektionssystem 32 lediglich einen einzigen Verteiler (z.B. 56) aufweisen. Zusätzlich können wenngleich die vorliegende Ausführungsform zeigt, dass die Verteiler 56, 60 ausserhalb des Überleitungskanals 30 liegen, die Verteiler 56, 60 bei anderen Ausführungsformen in dem Überleitungskanal 30 angeordnet sein.

[0032] Fig. 3 zeigt eine aufgeschnittene Seitenansicht des Überleitungskanals 30, der das Luftinjektionssystem 32 mit mehreren Luftinjektionsrohren 54a-54f, wie in Fig. 2 dargestellt, beinhaltet. Der Überleitungskanal 30 erstreckt sich allgemein in der strömungsabwärtigen Richtung 27. Beispielsweise kann das strömungsaufwärtige Ende 50 des Überleitungskanals 30 eine Höhe 63 von zwischen etwa 10-20 feet oder, mehr im Einzelnen ca. 12-18 feet, oder sogar noch mehr im Einzelnen ca. 14-15 feet aufweisen. Ein gegenüberliegendes stromabwärtiges Ende 64 des Überleitungskanals 30 kann eine Höhe 65 von zwischen etwa 25-100 feet oder spezieller etwa 25-60 feet aufweisen. Wie im Vorstehenden erörtert, können die Luftinjektionsrohre 54a-54f in einer gestaffelten Konfiguration angeordnet (z.B. an den bzw. die Verteiler 56 und/oder 60 angekuppelt) sein. Beispielsweise sind, wie in Fig. 3 dargestellt, die Luftinjektionsrohre 54a-54f derart angeordnet, dass jedes Rohr in einer X-Richtung 66 und einer Y-Richtung 67 des Abgasverarbeitungssystems 14 bezüglich jedes anderen Rohres versetzt ist. Das bedeutet, dass jedes der Luftinjektionsrohre 54a-54f längs der X-Achse 66 und der Y-Achse 67 des Abgasverarbeitungssystems 14 eine jeweils unterschiedliche Position einnimmt. Ausserdem kann der Abstand zwischen jedem der Rohre 54a-54f gleich oder verschieden sein, d.h. sie könnten progressiv weiter auseinander beabstandet sein. Darüber hinaus kann abhängig davon, wie sich die Breite des Überleitungskanals 30 längs der X-Achse und/oder der Y-Achse verändert, die Länge 59 jedes der Luftinjektionsrohre 54a-54f unterschiedlich sein.

[0033] Wie im Vorstehenden erörtert, kann jedes der Luftinjektionsrohre 54a-54f eine Anzahl Luftinjektionslöcher aufweisen, die an einem strömungsabwärtigen Ende 68 (Rohrseite) (z.B. in der Richtung 27) angeordnet sind. Die Luftinjektionslöcher können dazu ausgelegt sein, die von jedem der Luftinjektionsrohre 54a-54f empfangene Kühlluft 36 in den Überleitungskanal 30 zur Vermischung mit dem Abgasstrom 26 zu injizieren, so dass der gekühlte Abgasstrom 37 erzeugt wird. Anschliessend kann ein Katalysator, wie etwa Ammoniak (NH_3), durch das Ammoniakinjektionsgitter 38 in den gekühlten Abgasstrom 37 eingeführt werden, während das SCR System 42 dazu ausgelegt sein kann, den Anteil von NO_x in dem verarbeiteten Abgasstrom durch selektive, katalytische Reduktion zu verringern, und damit die Menge von NO_x in dem verarbeiteten Abgasstrom 43 der aus dem Abgasverarbeitungssystem 14 über den Schornstein 44 austritt, herabzusetzen. Beispielsweise kann, in Entsprechung mit bestimmten Vorschriften, der verarbeitete Abgasstrom 43 einen NO_x Anteil von 3 ppm oder weniger aufweisen. Wiederum ist zu bedenken, dass, wenngleich die hier beschriebenen Ausführungsformen im Wesentlichen auf die Verarbeitung und Entfernung von NOX aus dem Abgasstrom 26 gerichtet veranschaulicht sind, andere Ausführungsformen des Abgasverarbeitungssystems 14 für die Entfernung anderer unerwünschter Verbrennungsnebenprodukte, wie Schwefeloxide (SO_x), Kohlenstoffoxide (CO_x) und unverbrannte Kohlenwasserstoffe sorgen können.

[0034] Wie im Vorstehenden erwähnt, können die Luftinjektionsrohre 54a-54f des Luftinjektionssystem 32, abhängig von den speziellen charakteristischen Merkmalen des Abgasstroms 26 bei einer gegebenen Anwendung, in verschiedener Art und Weise ausgelegt sein. Allgemein ist die Konfiguration der Luftinjektionsrohre 54a-54f so gewählt, dass sich eine im Wesentlichen gleichmässige Temperatur- und/oder Geschwindigkeitsverteilung des gekühlten Abgases 37 ergibt, wie auch eine bessere Strömungsverteilung vor der SCR Verarbeitung durch das SCR System 42. Beispielsweise können die Länge und Grösse (z.B. Durchmesser) der Luftinjektionsrohre 54a-54f variieren, wie auch die Grösse und Beabstandung der Luftinjektionslöcher auf jedem der Luftinjektionsrohre 54a-54f ebenfalls variieren können.

[0035] Beispielsweise Bezug nehmend auf Fig. 4, ist dort eine teilweise schnittbildliche Seitenansicht des Überleitungskanals 30, betrachtet längs der Schnittrlinie 4-4 der Fig. 3 dargestellt, wobei die Luftinjektionsrohre 54a-54f bei einer Betrachtung in der stromaufwärtigen Richtung 28 (Fig. 3) veranschaulicht sind. Bei der hier dargestellten Ausführungsform kann jedes der Luftinjektionsrohre 54a-54f einen unterschiedlichen Durchmesser aufweisen, der jeweils durch ein Bezugszeichen 68a-68f angegeben ist. Die Durchmesser 68a-68f können mit der Zunahme der Lage des jeweiligen Rohres 54a-54f in der positiven Richtung längs der Y-Achse 67 allgemein abnehmen. Beispielsweise kann der Durchmesser 68f (Rohr 54f) grösser sein als der Durchmesser 68e (Rohr 54e), der grösser sein kann als der Durchmesser 68d (Rohr 54d) welcher grösser sein kann als der Durchmesser 68c (Rohr 54c), usw. Bei einer Ausführungsform können die Luftinjektionsrohre 54a-54f Durchmesser umfassen, die von etwa 1 bis 50 inches oder mehr, im Einzelnen von 10-30 inches, oder noch mehr im Einzelnen von 12-24 inches sich erstrecken. Beispielsweise kann der Durchmesser 68a des Rohres 54a etwa 12 inches

betragen, während der Durchmesser 68f des Rohres 54f etwa 24 inches sein kann, wobei jeder der Durchmesser 68b, 68c, 68d und 68 e zwischen 12 und 24 inches liegt, aber allgemein grössenmässig zunimmt (weil z.B. der Durchmesser 68c grösser ist als der Durchmesser 68b, der Durchmesser 68d ist grösser als der Durchmesser 68c und der Durchmesser 68e grösser ist als der Durchmesser 68d). Bei einer anderen Ausführungsform können die Durchmesser 68a-68f mit Zunahme der Lage des jeweiligen Rohrs 54a-54f in der positiven Richtung längs der Y-Achse 67 allgemein zunehmen. Beispielsweise könnte der Durchmesser 68a (Rohr 54a) grösser sein als der Durchmesser 68b (Rohr 54b) der grösser sein kann als der Durchmesser 68c (Rohr 56c) welcher grösser sein kann als der Durchmesser 68d (Rohr 54d) usw. Ausserdem können die Durchmesser 68a-68f von einem Rohr zum anderen von 1%-100% z.B. um 10%, 20%, 30%, 40% oder 50% von jedem Rohr zu dem nächst folgende Rohr zunehmen.

[0036] Noch auf Fig. 4 Bezug nehmend kann jedes der Luftinjektionsrohre 54a-54f jeweils Luftinjektionslöcher 70a-70f aufweisen, die an einem stromabwärtsseitigen Ende 68 angeordnet sind. Wie in Fig. 5 unter Bezugnahme auf das Rohr 54d veranschaulicht, kann das strömungsabwärts weisende Ende als etwa 180° der Oberfläche des Rohres definiert sein, die in die strömungsabwärtige Richtung 27 (veranschaulicht durch einen Bogen 71)weist. Bei der dargestellten Ausführungsform kann das strömungsabwärtsweisende Ende 68 jedes Luftinjektionsrohres 54a-54f zwei Reihen Luftinjektionslöcher aufweisen, die längs der Länge 59 des jeweiligen Luftinjektionsrohres 54a-54f angeordnet sind, wenngleich andere Ausführungsformen mehrere Reihen, z.B. 1-20 Reihen aufweisen können. Wie im Vorstehenden erörtert, kann jedes der Luftinjektionslöcher 70a-70f dazu ausgelegt sein, Kühlluft 36 in den Überleitungskanal 30 zu injizieren. Bei der hier veranschaulichten Ausführungsform kann jedes der Luftinjektionslöcher 70a-70f den gleichen Durchmesser aufweisen, wobei auch der Abstand 72 zwischen den Luftinjektionslöcher 70a-70f der gleiche sein kann. Um ein Beispiel anzugeben, können die Luftinjektionslöcher 70a-70f jeweils einen Durchmesser von zwischen etwa 2-7 inches oder mehr, im Einzelnen 3-6 inches oder noch mehr im Einzelnen 4-5 inches aufweisen. Bei anderen Ausführungsformen einschliesslich jenen, die im Nachfolgenden anhand der Fig. 6-8 erläutert werden, können die Abstände 72 zwischen den einzelnen Injektionslöcher 70a-70f und/oder die Grösse der Luftinjektionslöcher 70a-70f selbst variieren. Ausserdem können die Löcher 70a-70f als Funktion der Durchmesser 68a-68f, z.B. als 1%-20% eines jeweils entsprechenden Durchmessers, definiert sein.

[0037] Weiter gehend zu der Fig. 5, ist dort eine aufgeschnittene Seitenansicht der Luftinjektionsrohre 54a-54f, jeweils geschnitten längs der Schnittlinie 5-5 der Fig. 4, und innerhalb des durch die Bogenlinie 5-5 der Fig. 3 definierten Bereiches veranschaulicht. Wie im Vorstehenden erörtert und in der vorliegenden Fig. veranschaulicht, sind die Injektionsrohre 54a-54f in einer gestaffelten Weise (d.h. in fortschreitend unterschiedlichen vertikalen und horizontalen Positionen) angeordnet, wobei jedes der Luftinjektionsrohre 54a-54f dazu ausgelegt sein kann, Kühlluft 36 in den Überleitungskanal 30 zur Vermischung mit dem Abgasstrom 26 zu injizieren um so den gekühlten Abgasstrom 37 zu erzeugen. Die vorliegende Ausführungsform kann zwei Reihen Luftinjektionslöcher 70a-70f auf jedem Luftinjektionsrohr (54a-54f) vorsehen. Demgemäss kann Kühlluft 36 aus den Luftinjektionsrohren 54a-54f in der im Wesentlichen stromabwärtigen Richtung 27, jedoch unter zwei verschiedenen Winkeln austreten. Beispielsweise kann die Kühlluft 36 aus jedem der Luftinjektionsrohre 54a-54f unter einem ersten Winkel 76, der in der positiven Richtung 80 von der X-Achse 66 des Abgasverarbeitungssystems 14 weg sich erstreckt und einem zweiten Winkel 78 austreten, der sich von der X-Achse 66 des Abgasverarbeitungssystems 14 aus in der negativen Richtung 82 erstreckt. Lediglich beispielhaft können die Winkel 76, 78 jeweils eine Grösse zwischen etwa 20°-70° oder mehr im Einzelnen zwischen etwa 30°-60° oder noch mehr im Einzelnen zwischen etwa 40°-70° aufweisen. Die Winkel 76, 78 können die gleiche oder eine voneinander verschiedene Grösse aufweisen. Es versteht sich, dass die Winkel 76, 78, abhängig von den speziellen Merkmalen des Abgases bei einer gegebenen Anwendung variieren können. Beispielsweise kann die Grösse der Winkel 76, 78 im Zusammenhang mit der Konfiguration der Luftinjektionslöcher 70a-70f und der Luftinjektionsrohre 54a-54f so gewählt sein, dass sich eine im Wesentlichen gleichmässige Temperatur- und/oder Geschwindigkeitsverteilung des gekühlten Abgases 37 wie auch eine verbesserte Strömungsverteilung vor der SCR Verarbeitung durch das SCR System 42 ergeben.

[0038] Wie weiterhin, insbesondere unter Bezugnahme auf das Luftinjektionsrohr 54f in Fig. 5 gezeigt, können einige Ausführungsformen auch Luftinjektionslöcher an einem stromaufwärtsweisenden Ende 74 (Rohrseite) eines Luftinjektionsrohres 54f aufweisen. Bei solchen Ausführungsformen können die Luftinjektionslöcher 70g (gestrichelt dargestellt) in ähnlicher Weise wie die Luftinjektionslöcher 70f, jedoch eben an dem stromaufwärtsweisenden Ende 74, angeordnet sein. Demgemäss können die strömungsaufwärtsweisenden Injektionslöcher 70g dazu ausgelegt sein, Kühlluft 36 in den Überleitungskanal 30 zu injizieren, derart, dass die Kühlluft 36 zur Vermischung mit dem Abgasstrom 26 aus dem Luftinjektionsrohr 54f in der im Wesentlichen stromaufwärtigen Richtung 28 austritt. Ausserdem können einige Ausführungsformen auch Luftinjektionslöcher auf der Oberseite und/oder der Unterseite jedes Rohrs (z.B. ausgerichtet auf die Y-Richtung 67) vorsehen. Dementsprechend können Luftinjektionslöcher in beabstandeter gegenseitiger Zuordnung über 360° Grad rings um jedes Rohr, um 180° Grad rings um jedes Rohr oder über irgendeinen geeigneten Überdeckungsbereich jedes Rohres angeordnet sein. In ähnlicher Weise können die Luftinjektionslöcher bei jedem geeignetem Winkel ringsum den gesamten oder einen Teil des Umfangs jedes Rohres angeordnet sein.

[0039] Bezug nehmend nun auf Fig. 6 ist dort eine teilweise Querschnittsdarstellung des Überleitungskanals 30, betrachtet längs der Schnittlinie 4-4 der Fig. 3, dargestellt, die einen Teil der Luftinjektionsrohre 54d-54f bei in die strömungsaufwärtige Richtung 28 (Fig. 3) weisender Betrachtung veranschaulicht. Wie bei den in Fig. 4 dargestellten Ausführungsformen kann die in Fig. 6 gezeigte Ausführungsform, Luftinjektionsrohre 54a-54f aufweisen, die mit zunehmender Vergrösserung der Position in der positiven Richtung längs der Y-Achse 67 im Durchmesser variieren (z.B. abnehmen) und die Luftin-

jektionslöcher 70a-70f aufweisen kann, die bei allen Luftinjektionsrohren 54a-54f im Wesentlichen den gleichen Durchmesser aufweisen, wenngleich bei anderen Ausführungsformen der Durchmesser der Luftinjektionslöcher 70a-70f auch variieren kann. Die in Fig. 6 dargestellte Ausführungsform unterscheidet sich von der in Fig. 4 gezeigten Ausführungsform dadurch, dass der Abstand 72 zwischen Luftinjektionslöchern 70a-70f über die Länge 59 jedes der Luftinjektionsrohre 54a-54f verschieden sein kann. Insbesondere kann der Abstand 72 zwischen Luftinjektionslöchern bei jedem Luftinjektionsrohr 54a-54f mit zunehmender Vergrößerung der Position jedes Luftinjektionsrohres 54a-54f in der positiven Richtung längs der Y-Achse 67 variieren. Beispielsweise kann der Abstand 72f zwischen den Luftinjektionslöchern 70f bei dem Rohr 54f grösser sein als der Abstand 72e zwischen den Luftinjektionslöchern 70e bei dem Rohr 54e und der Abstand 72e kann grösser sein als der Abstand 72d zwischen den Luftinjektionslöchern 70d bei dem Rohr 54d, usw. Wenngleich der Einfachheit halber lediglich die Luftinjektionsrohre 54d-54f in Fig. 6 dargestellt sind, so ist doch zu erwähnen, dass der Abstand 72 in gleicher Weise bei den Luftinjektionsrohren 54a-54c weiter abnehmen kann. Mit anderen Worten, die vorliegende Ausführungsform zeigt, dass Luftinjektionslöcher bei einem speziellen Luftinjektionsrohr bezüglich Luftinjektionslöchern bei darunter befindlichen Luftinjektionsrohren (z.B. in der negativen Richtung längs der Y-Achse 67) näher beieinander liegen können.

[0040] Fig. 7 zeigt eine weitere Ausführungsform bei der die Luftinjektionsrohre 54d-54f des Luftinjektionssystems 32 in einer teilweisen endseitigen Querschnittsdarstellung, des Überleitungskanals 30, längs der Schnittlänge 4-4 der Fig. 3 betrachtet, veranschaulicht sind. Die in Fig. 7 dargestellte Ausführungsform zeigt eine Konfiguration der Beabstandung, die ähnlich dem in Fig. 6 dargestellten Ausführungsbeispiel ist. Das heisst, der Abstand 72a-72f zwischen jedem der Luftinjektionslöcher bei jedem Luftinjektionsrohr 54a-54f kann mit Zunahme der Position des Luftinjektionsrohres 54a-54f in der positiven Richtung längs der Y-Achse 67 variieren. Die Ausführungsform nach Fig. 7 unterscheidet sich aber von den in den Fig. 5,6 dargestellten Ausführungsformen insofern, als die Durchmesser der Luftinjektionslöcher 70a-70f bei jedem Luftinjektionsrohr 54a-54f variieren, und als die Durchmesser jedes der Luftinjektionsrohre 54a-54f gleich sind. Beispielsweise kann der Durchmesser der Löcher 70f bei dem Rohr 57f grösser sein als die Durchmesser der Löcher 70e bei dem Rohr 54e, während der Durchmesser der Löcher 70e grösser sein kann als der Durchmesser der Löcher 70d bei dem Rohr 54d, usw. Wenngleich in Fig. 7 der Einfachheit halber lediglich die Luftinjektionsrohre 54d-54f veranschaulicht sind, so ist doch zu bedenken, dass der Durchmesser der Löcher 70a-70c in ähnlicher Weise bezüglich der Luftinjektionsrohre 54a-54c weiter abnehmen kann. Mit anderen Worten, die Luftinjektionslöcher 70a-70f haben die gleiche Grösse wie andere Luftinjektionslöcher bei dem gleichen Luftinjektionsrohr, sie können aber eine unterschiedliche Grösse bezüglich Luftinjektionslöchern bei verschiedenen Luftinjektionsrohren haben.

[0041] Wie im Vorstehenden erwähnt, können die Durchmesser der Luftinjektionslöcher 70a-70f zwischen etwa 2-7 inches oder mehr im Einzelnen 3-6 inches liegen. Um ein Beispiel anzugeben, können die Löcher 70f einen Durchmesser von etwa 6 inches haben, die Löcher 70e können einen Durchmesser von etwa 5,5 inches aufweisen, die Löcher 70d können einen Durchmesser von etwa 5 inches haben, die Löcher 70c können einen Durchmesser von etwa 4,5 inches aufweisen, die Löcher 70b können einen Durchmesser von etwa 4 inches haben und die Löcher 70a können einen Durchmesser von etwa 3,5 inches aufweisen. Ausserdem versteht sich, dass, wenngleich die Luftinjektionslöcher 70a-70f in den Figuren mit einer im Wesentlichen kreisrunden Gestalt dargestellt sind, bei anderen Ausführungsformen die Luftinjektionslöcher 70a-70f auch quadratisch, rautenförmig, elliptisch, schlitzartig gestaltet oder in irgendeiner anderen geeigneten Art geometrischer Konfiguration ausgebildet sein können. Wie im Vorstehenden erörtert, können die Luftinjektionslöcher 70a-70f auch in Prozentsen, z.B. von 5%-20%, der Durchmesser 68-68f bei den jeweiligen Rohren 54a-54f festgelegt sein.

[0042] Ausserdem können, wie in Fig. 7 dargestellt, die Luftinjektionslöcher (70d, 70f) in einer ersten und einer zweiten Reihe längs der Länge 59 jedes Rohres angeordnet sein, derart, dass entsprechende Luftinjektionslöcher der ersten und der zweiten Reihe jeweils im Wesentlichen bezüglich der Y-Achse 67 (wie z.B. bei den Rohren 54d, 54f dargestellt) ausgerichtet sein können. Ausserdem können unter Bezugnahme auf das Rohr 54e der Fig. 7, die Luftinjektionslöcher 70e auch so angeordnet sein, dass die Löcher in der ersten und in der zweiten Reihe in einem gestaffelten Muster angeordnet sind. Darüber hinaus versteht sich, dass wenngleich die Luftinjektionsrohre 70a-70f in Fig. 7 so beschrieben sind, dass sie im Wesentlichen die gleichen Durchmesser 68a-68f aufweisen, die Durchmesser 68a-68f variieren können, so wie dies in Fig. 4 und 6 veranschaulicht ist.

[0043] Zu der Fig. 8 fortschreitend ist dort eine weitere Ausführungsform des Luftinjektionssystems 32 anhand einer teilweise geschnittenen Endansicht des Überleitungskanals 30 längs der Schnittlinie 4-4 der Fig. 3 dargestellt. Die Ausführungsform nach Fig. 8 ist im Wesentlichen ähnlich der Ausführungsform nach Fig. 4, ausgenommen dass die Durchmesser der Luftinjektionslöcher 70a-70f jeweils bei jedem Luftinjektionsrohr 54a-54f variieren können. Beispielsweise können wie bei den Luftinjektionsrohren 54d-54f dargestellt, die Luftinjektionslöcher 70d-70f von der Mitte 80 jedes der Luftinjektionsrohre 54d-54f aus nach aussen zu den Enden 82 des jeweiligen Rohres hin im Durchmesser allgemein zunehmen. Bei anderen Ausführungsformen können die Rohrdurchmesser 68a-68f von gleicher Grösse sein (z.B. Fig. 7) und wenngleich in Fig. 8 der Einfachheit halber lediglich die Luftinjektionsrohre 54d-54f dargestellt sind, so versteht sich doch, dass die Luftinjektionslöcher 70a-70c bei den jeweiligen Luftinjektionsrohren 54a-54c in einer ähnlichen Weise angeordnet sein können. Das bedeutet, dass jedes Rohr das gleiche Muster nach innen zu abnehmender Lochgrössen zeigen kann, und dass bei einigen Ausführungsformen die Lochgrössen selbst, von Rohr zu Rohr verschieden sein können. Ausserdem, wenngleich die Abstände 72 zwischen den einzelnen Luftinjektionslöcher 70a-70f so veranschaulicht sind, dass sie bei allen Luftinjektionsrohren 54a-54f im Wesentlichen konstant sind, versteht sich doch, dass die Abstände 72 auch auf je-

dem Luftinjektionsrohr voneinander verschieden sein können. Beispielsweise kann der Abstand 72 zwischen Luftinjektionslöchern auf einem speziellen Luftinjektionsrohr im Wesentlichen konstant, aber von dem Abstand zwischen Luftinjektionslöchern auf einem andern Luftinjektionsrohr (z.B. wie bei der in Fig. 7 gezeigten Ausführungsform) verschieden sein. Ausserdem kann auch der Abstand 72 zwischen den Luftinjektionslöchern auf dem gleichen Injektionsrohr variieren, wie auch der Abstand zwischen den Rohren 54a-54f selbst variieren kann.

[0044] Wie im Vorstehenden erläutert, ergeben die verschiedenen vorgestellten Techniken eine Injektion von Kühlluft in einen Gasstrom, um die Gleichmässigkeit der Temperatur- und/oder der Geschwindigkeitsverteilung des Abgasstroms zu verbessern und auch den Abgasstrom abzukühlen, um so die Wirksamkeit einer selektiven, katalytischen Reduktionsprozesses zu erhöhen. Die hier offenbarten Techniken können z.B. beliebige Kombinationen von konstanten oder verschiedenen Rohrdurchmessern, Rohrbeabstandungen, Lochdurchmessern oder Lochbeabstandungen oder irgendwelche Kombinationen davon umfassen. Wiederum ist darauf hinzuweisen, dass die dargestellten Techniken und Konfigurationen des Luftinjektionssystems 32 lediglich als Beispiele bestimmter Ausführungsformen und nicht in irgendeiner Weise beschränkend zu verstehen sind.

[0045] Die Beschreibung verwendet Ausführungsbeispiele zur Darstellung der Erfindung, einschliesslich deren bester Ausführungsweise und um einen Fachmann in die Lage zu versetzen die Erfindung auszuführen, einschliesslich der Herstellung und Benutzung von Vorrichtungen und Systemen und der Ausführung darin verwirklichter Verfahren. Der Schutzbereich der Erfindung ist durch die Patentansprüche definiert, und kann auch andere Ausführungsbeispiele umfassen, die dem Fachmann nahe liegen. Solche und andere Ausführungsbeispiele sollen im Schutzbereich in der Patentansprüche liegen, wenn sie Strukturelemente enthalten, die sich von dem Wortlaut der Patentansprüche nicht unterscheiden, oder wenn sie äquivalente Strukturelemente mit unbedeutenden Unterschieden zu dem Wortlaut der Patentansprüche beinhalten.

[0046] Ein System 10 weist bei einer Ausführungsform ein Luftinjektionssystem 32 auf, das über eine Anzahl Luftinjektionsrohre 54 mit gestaffelter Anordnung verfügt, wobei jedes der mehreren Luftinjektionsrohre 54 dazu ausgelegt ist, Luft in einen Abgaskanal 30 zu injizieren.

Bezugszeichenliste

[0047]

- 10 Turbinensystem
- 12 Turbinenmaschine
- 14 Abgasverarbeitungssystem
- 16 Einlass
- 17 Pfeil
- 18 Verdichter
- 19 Brennstoff
- 20 Brennkammer
- 22 Turbine
- 24 strömungsabwärtiges Ende
- 26 Abgas
- 27 strömungsabwärtige Richtung
- 28 strömungsaufwärtige Richtung
- 30 Überleitungskanal
- 32 Luftinjektionssystem
- 34 Luftquelle
- 35 Ventil
- 36 Kühlluft
- 37 gekühltes Abgas
- 38 Injektionsgitter

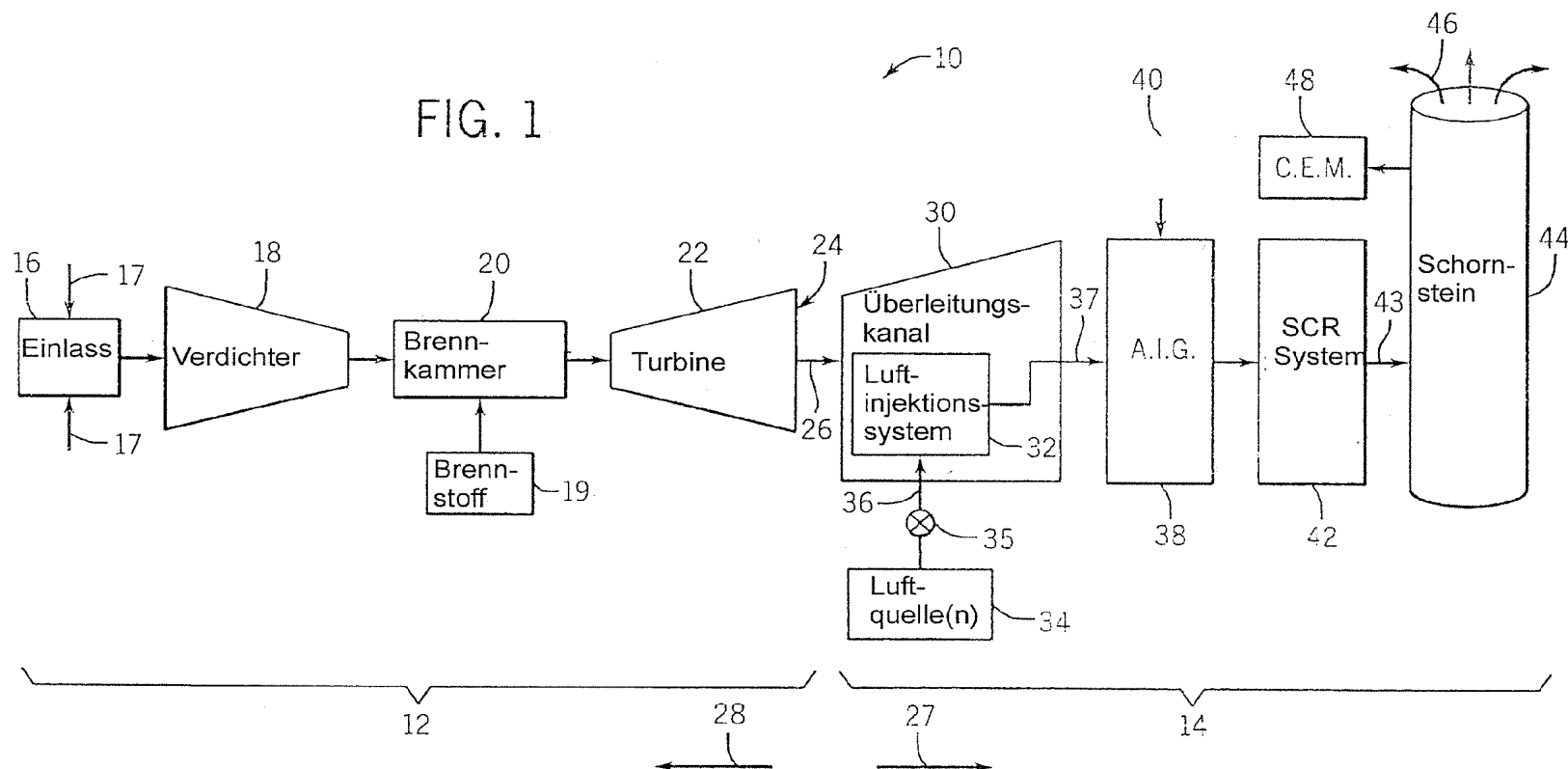
- 40 Ammoniak
- 42 selektives, katalytisches Reduktionssystem (SCR)
- 43 verarbeitetes Abgas
- 44 Schornstein
- 46 Strömungspfeile
- 48 kontinuierliches Emissionsüberwachungssystem (CEM)
- 50 strömungsaufwärtiges Ende
- 52 Öffnung
- 54 Luftinjektionsrohre
- 56 Verteiler
- 58 Einlass
- 59 Länge
- 60 Verteiler
- 62 Einlasse
- 63 Höhe
- 64 strömungsabwärtiges Ende (Rohrseite)
- 65 Höhe
- 66 X-Achse
- 67 Y-Achse
- 68 Durchmesser
- 70 Injektionsloche
- 71 Bogen
- 72 Abstand
- 74 strömungsaufwärtiges Ende (Rohrseite)
- 76 Winkel
- 78 Winkel
- 80 positive Richtung
- 82 negative Richtung

Patentansprüche

1. System (10) das aufweist:
ein Luftinjektionssystem (32), welches eine Anzahl Luftinjektionsrohre (54) in gestaffelter Anordnung aufweist, wobei jedes der mehreren Luftinjektionsrohre (54) dazu ausgelegt ist, Luft in einen Abgaskanal (30) bei einer im offenen Prozess betriebenen (simple cycle) Schwerlastgasturbine (12) zu injizieren.
2. System nach Anspruch 1, bei dem jedes der mehreren Luftinjektionsrohre (54) mehrere Luftinjektionslöcher (70) aufweist, und bei dem die Luft in den Abgaskanal (30) über die mehreren Luftinjektionslöchern (70) injiziert wird.
3. System nach Anspruch 2, bei dem ein erster Abstand (72) zwischen benachbarten Luftinjektionslöchern (70) an einem ersten Rohr (54) der mehreren Luftinjektionsrohre (54) konstant ist, und der Abstand (70) sich von einem zweiten Abstand (72) zwischen benachbarten Luftinjektionslöchern (70) bei einem zweiten Rohr der mehreren Luftinjektionsrohre unterscheidet.

4. System nach Anspruch 2, bei dem ein Abstand (72) zwischen benachbarten Luftinjektionslöchern (70) auf wenigstens einem der mehreren Luftinjektionsrohre (54) variiert.
5. System nach Anspruch 2, bei dem ein erster Durchmesser (68) jedes der mehreren Luftinjektionslöcher (70) bei einem ersten Rohr (54) der mehreren Luftinjektionsrohre (54) konstant ist und der erste Durchmesser (68) sich von einem zweiten Durchmesser (68) jedes der mehreren Luftinjektionslöcher (70) bei einem zweiten der mehreren Luftinjektionsrohre (54) unterscheidet.
6. System nach Anspruch 2, bei dem ein Durchmesser (68) jedes der mehreren Luftinjektionslöcher (70) bei wenigstens einem der mehreren Luftinjektionsrohre (54) variiert.
7. System nach Anspruch 6, bei dem die Durchmesser (68) der mehreren Luftinjektionslöcher (70) von einer Mitte zu einem Rand des wenigstens einen Rohres hin fortschreitend zunehmen.
8. System nach Anspruch 2, bei dem die Luftinjektionslöcher (70) auf dem strömungsabwärts weisenden Ende jedes der mehreren Luftinjektionsrohre (54) angeordnet sind.
9. System nach Anspruch 1, bei dem jedes der Luftinjektionsrohre (54) einen unterschiedlichen Durchmesser (68) aufweist.
10. System, das aufweist:
ein Abgasverarbeitungssystem (14) welches mehrere Luftinjektionsrohre (54) beinhaltet, von denen jedes mit einer Anzahl Löcher (70) perforiert ist, wobei die mehreren Luftinjektionsrohre (54) wenigstens eines oder mehrere von unterschiedlichen Rohrdurchmessern (68), unterschiedlichen Lochdurchmessern, unterschiedlichen Lochabständen (72) oder eine Kombination von diesen aufweisen.

FIG. 1



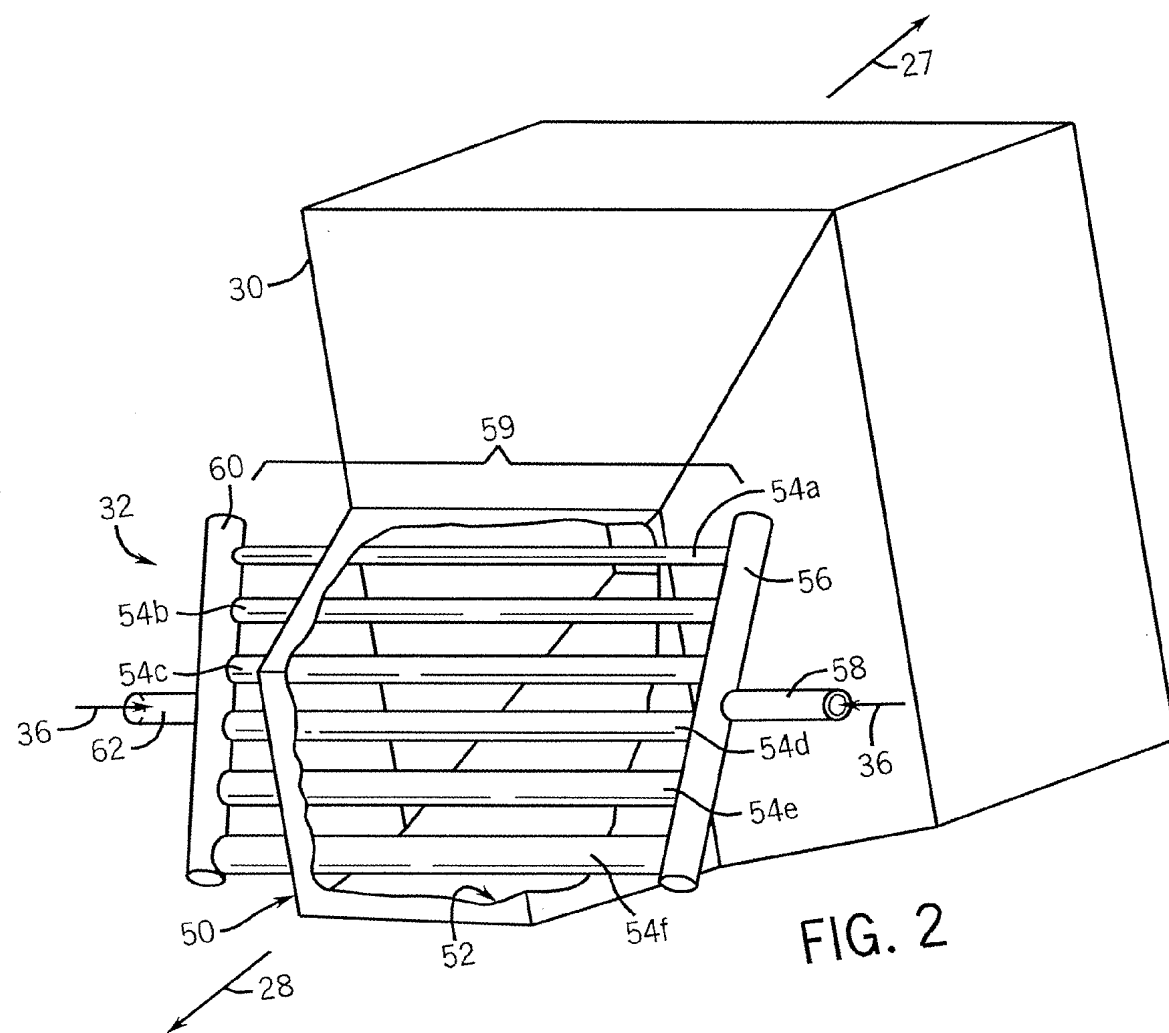


FIG. 2



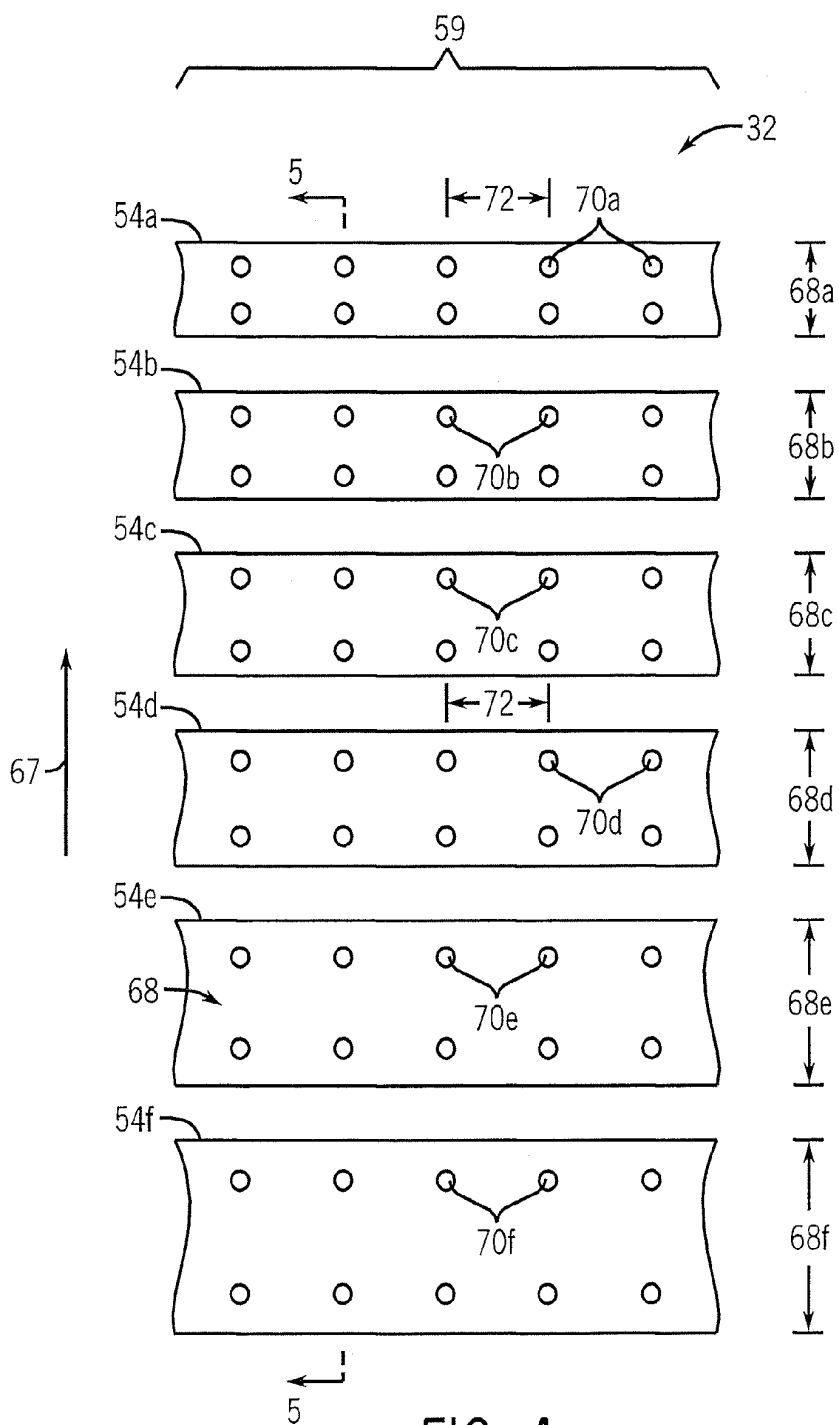


FIG. 4

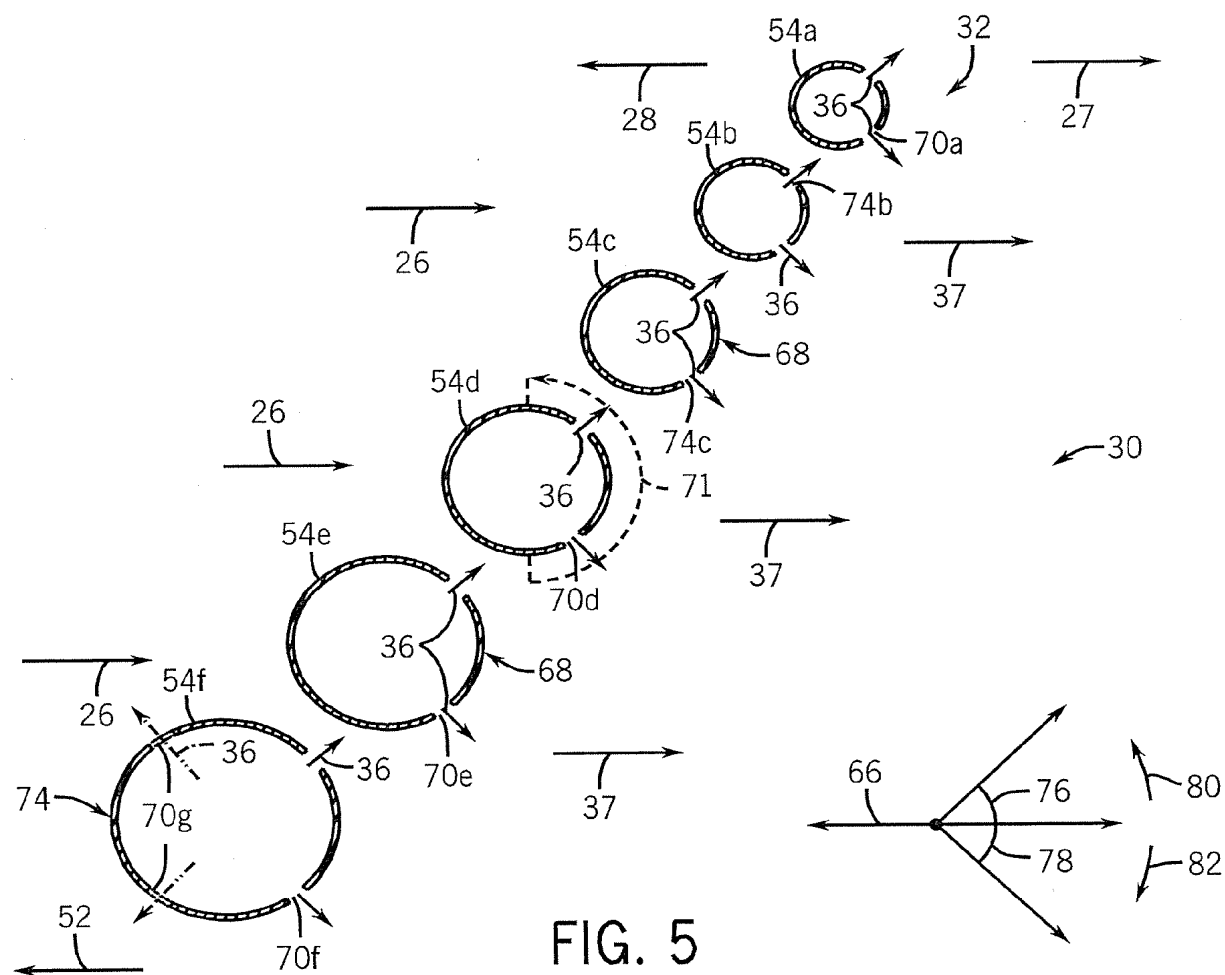


FIG. 5

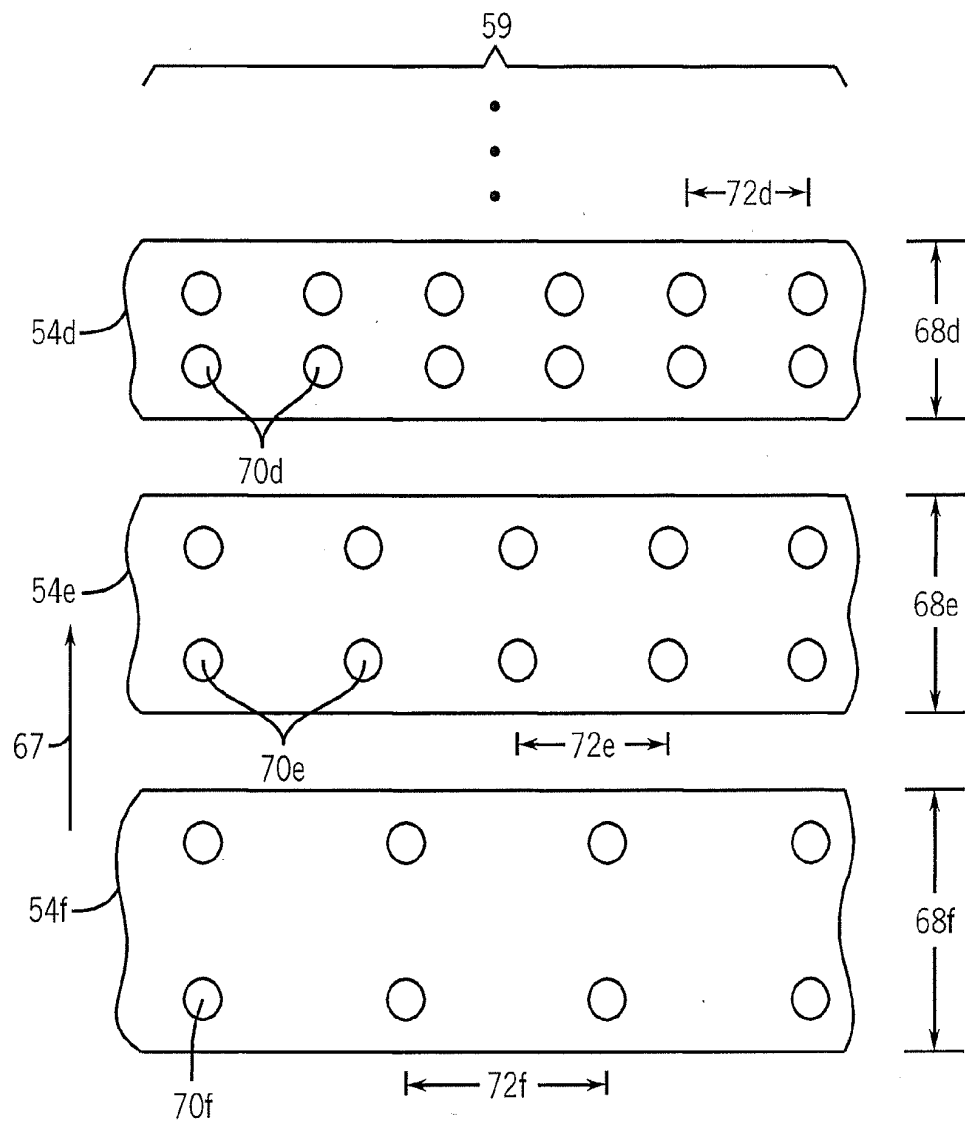


FIG. 6

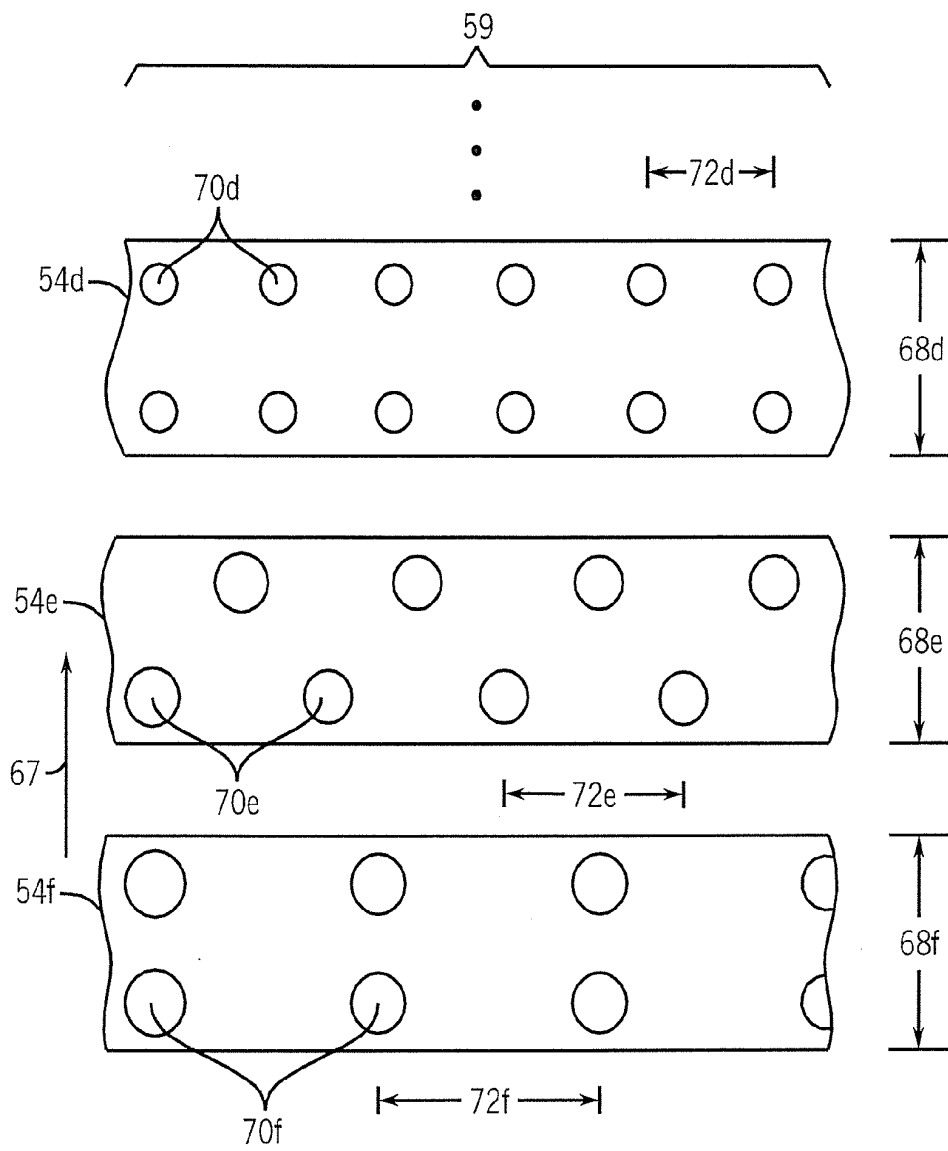


FIG. 7

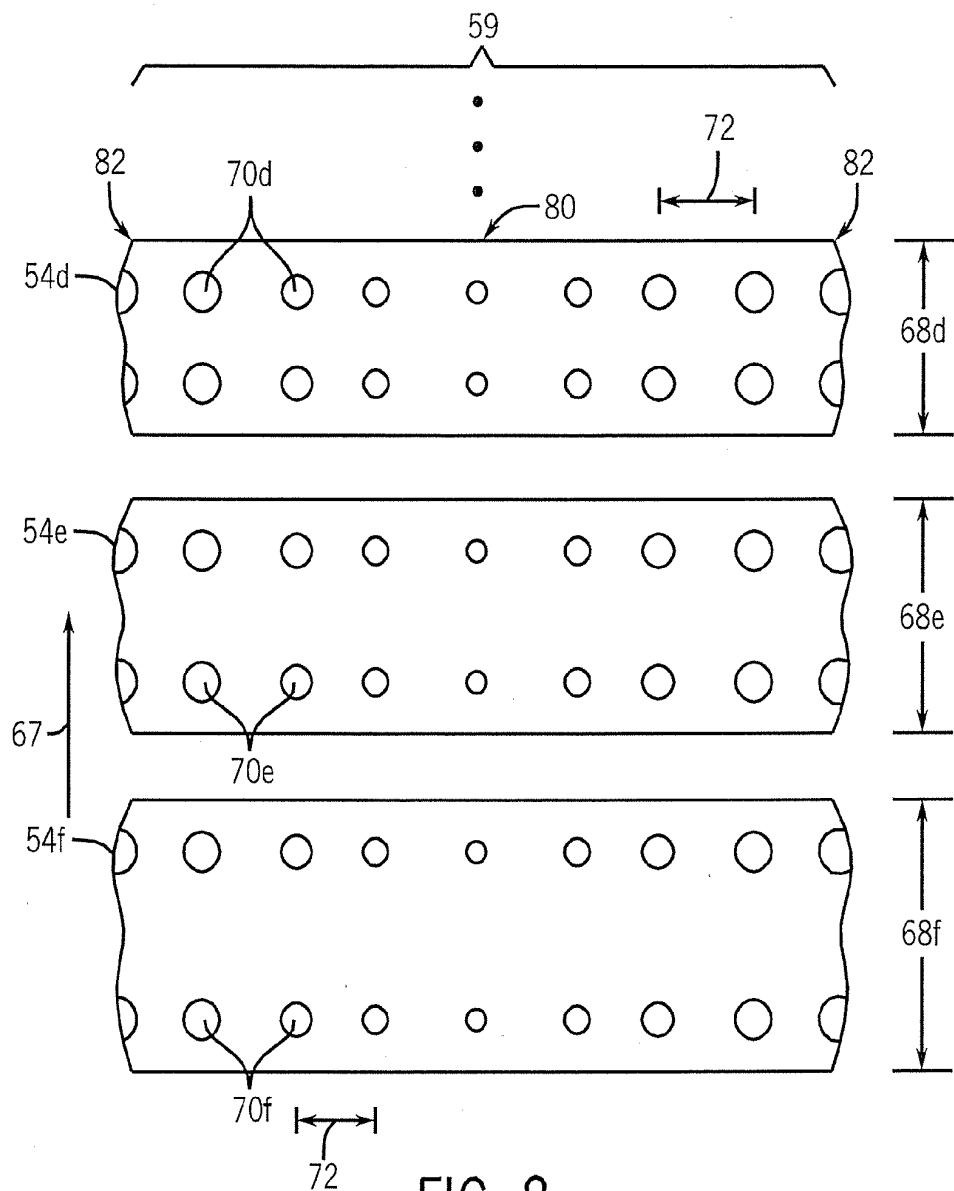


FIG. 8