



SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft
Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum

(11) CH 703 592 B1

(51) Int. Cl.: F02C 6/00 (2006.01)
H01L 35/00 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

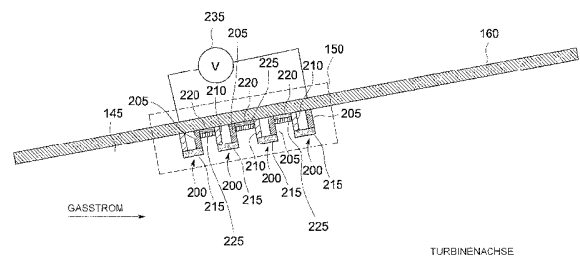
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTCHRIFT**

(21) Anmeldenummer:	01281/11	(73) Inhaber:	General Electric Company, 1 River Road Schenectady, New York 12345 (US)
(22) Anmeldedatum:	02.08.2011	(72) Erfinder:	Hariharan Sundaram, Bangalore 560066 (IN) Mayur Abhay Keny, Bangalore 560066 (IN) Kathleen Blanche Morey, Schenectady, New York 12345 (US)
(43) Anmeldung veröffentlicht:	15.02.2012	(74) Vertreter:	R. A. Egli & Co. Patentanwälte, Horneggstrasse 4 8008 Zürich (CH)
(30) Priorität:	03.08.2010 US 12/849,517		
(24) Patent erteilt:	31.12.2015		
(45) Patentschrift veröffentlicht:	31.12.2015		

(54) **Gasturbine mit einer mit Turbulenzflächen versehenen Anordnung thermoelektrischer Elemente zur Nutzung von Abwärme, die von der Gasturbine erzeugt wird.**

(57) Offenbart ist eine mit Turbulenzflächen versehene Anordnung thermoelektrischer Elemente (200), die dazu dient, Abwärme zu nutzen, die von einer Gasturbine hervorgebracht wird. Die mit Turbulenzflächen versehene Anordnung thermoelektrischer Elemente (200) ist in einer Gasturbine angeordnet. Die mit Turbulenzflächen versehene Anordnung thermoelektrischer Elemente (200) wandelt Heissabgaswärme, die von der Turbine erzeugt wird in elektrische Energie um. Die elektrische Energie, die mittels der mit Turbulenzflächen versehenen Anordnung thermoelektrischer Elemente (200) erzeugt wird, kann genutzt werden, um elektrische Komponenten zu bestromen, die um das Turbinentriebwerk angeordnet sind.



Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Gasturbine mit einer mit Turbulenzflächen versehenen Anordnung thermoelektrischer Elemente, um Abwärme zu nutzen, die von der Gasturbine hervorgebracht wird.

[0002] Um Probleme in Zusammenhang mit steigenden Brennstoffkosten und der erhöhten Nachfrage nach effizienteren, umweltfreundlichen Stromerzeugungssystemen und Industrieanlagen zu lösen, wurde eine Abwärmerückgewinnungstechnologie entwickelt, die Abwärme von Abgasströmen, die von Gasturbinen erzeugt werden, in nutzbare Elektrizität umwandelt. Ein bisher verwendeter Ansatz zur Erzeugung von Strom aus Abwärme, die von Gasturbinen erzeugt wird, ist ein thermoelektrisches Modul, das aus thermoelektrischen Elementen gebildet wird. Allerdings weisen die meisten Ansätze eines thermoelektrischen Moduls einen verhältnismässig geringen Umwandlungswirkungsgrad auf. Folglich wurden diese Arten thermoelektrischer Module bei der Erzeugung elektrischen Stroms nur beschränkt angewendet.

[0003] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Gasturbine mit einem verbesserten thermoelektrischen Modul anzugeben, das einen höheren Umwandlungsgrad von Heissgasabwärme in elektrische Energie aufweist und zudem die Funktion einer autark arbeitenden Einheit erfüllt, ohne auf eine externe Kühlung angewiesen zu sein.

Kurze Beschreibung der Erfindung

[0004] Die Erfindung betrifft eine Gasturbine, die ein thermoelektrisches Modul aufweist. Die Gasturbine verbrennt Brennstoff und erzeugt Heissabgas. Das thermoelektrische Modul ist in der Gasturbine angeordnet und dazu ausgebildet, von der Gasturbine durch Verbrennen eines Brennstoffs erzeugbare Heissabgaswärme in elektrische Energie umzuwandeln.

[0005] Das thermoelektrische Modul beinhaltet eine mit Turbulenzflächen versehene Anordnung mehrerer thermoelektrischer Elemente, die elektrisch in Reihe geschaltet und parallel wärmegekoppelt sind, wobei jedes der mehreren thermoelektrischen Elemente ein erstes thermoelektrisches Material und ein zweites thermoelektrisches Material aufweist, die an einer heissen Verbindungsstelle und an einer kalten Verbindungsstelle miteinander verbunden sind, wobei die kalte Verbindungsstelle mit einer Wärmedämmschicht gegen die Heissabgaswärme beschichtet ist, die den Wärmeleitwiderstand an der kalten Verbindungsstelle erhöht, sodass dadurch im Betrieb die Temperatur an der kalten Verbindungsstelle verringert ist und zwischen der heissen Verbindungsstelle und der kalten Verbindungsstelle, die thermisch parallel verbunden sind, ein Temperaturgefälle entsteht, wobei die erzeugte elektrische Energie eine Funktion des Temperaturgefälles ist.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0006]

- Fig. 1 veranschaulicht eine Gasturbine, die ein thermoelektrisches Modul nutzt, das eine mit Turbulenzflächen versehene Anordnung thermoelektrischer Elemente aufweist, gemäss einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung; und
- Fig. 2 zeigt eine detailliertere Ansicht der mit Turbulenzflächen versehenen Anordnung der thermoelektrischen Elemente des in Fig. 1 gezeigten thermoelektrischen Moduls in Bezug auf das Gehäuse der Gasturbine an dem Heissabgasauslassende gemäss einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0007] Mit Bezug auf die Zeichnungen veranschaulicht Fig. 1 schematisch eine Gasturbine 100, in der ein thermoelektrisches Modul 150 gemäss einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung genutzt werden kann. Dem Fachmann wird einleuchten, dass Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung nicht auf die Nutzung in Zusammenhang mit einer Gasturbine beschränkt sind. Die vorliegende Erfindung kann in Verbindung mit Gasturbinen genutzt werden, z.B. in Triebwerken, die in der Stromerzeugung und in Flugzeugen verwendet werden, in Dampfturbinen und anderen Arten von Rotationstriebwerken und in Dynamomaschinen, wo es erwünscht ist, Strom mittels Abwärme zu erzeugen, die von einer Gasturbine abgegeben wird.

[0008] Wie in Fig. 1 veranschaulicht, gehören zu der Gasturbine 100 ein Verdichter 105, der durch eine gemeinsame Welle bzw. einen Rotor 110 mit einem stromabwärts angeordneten Turbinenabschnitt bzw. einer Turbine 115 mechanisch verbunden ist, und eine Brennkammer 120, die zwischen dem Verdichter 105 und der Turbine 115 angeordnet ist. Die Brennkammer 120 nimmt ein Gemisch aus von dem Verdichter 105 stammender Luft sowie Brennstoff auf, das der Brennkammer zugeführt wird, um es zu verbrennen. Die Turbine 115 expandiert heisses Gas, das durch Verbrennung des Brennstoffs in der aus dem Verdichter 105 stammenden Luft erzeugt ist, um eine Umwandlung in mechanische Rotationsenergie zu bewirken.

[0009] Der Verdichter 105 kann mehrere Stufen aufweisen. Jede Stufe kann eine Reihe von Verdichterlaufschaukeln 125 enthalten, auf die eine Reihe von Verdichterstatorschaukeln 130 folgt. Somit kann jede Stufe eine Reihe von um die Welle 110 rotierenden Verdichterlaufschaukeln 125 enthalten, auf die eine Reihe von Verdichterstatorschaukeln 130 folgt, die während des Betriebs stationär bleiben. Die Verdichterstatorschaukeln 130 sind allgemein in Umfangsrichtung voneinan-

der beabstandet angeordnet und um die Drehachse befestigt. Die Verdichterlaufschaufeln 125 sind in Umfangsrichtung beabstandet angeordnet und an der Welle 110 angebracht. Wenn die Welle 110 während des Betriebs rotiert, rotieren die Verdichterlaufschaufeln 125 um diese. Wie dem Fachmann geläufig ist, sind die Verdichterlaufschaufeln 125 dazu eingerichtet, dass sie, wenn sie um die Welle 110 gedreht werden, der durch den Verdichter 105 strömenden Luft bzw. dem Fluid kinetische Energie verleihen.

[0010] Weiter kann die Turbine 115, wie in Fig. 1 veranschaulicht, mehrere Stufen aufweisen. Jede Stufe enthält in der Regel mehrere Turbinenschaufeln oder Turbinenlaufschaufeln 135, die im Betrieb um die Welle 110 rotieren, und mehrere Leitapparate oder Turbinenstatorschaufeln 140, die während des Betriebs stationär bleiben. Die Turbinenstatorschaufeln 140 sind allgemein in Umfangsrichtung voneinander beabstandet und um die Drehachse befestigt. Die Turbinenlaufschaufeln 135 können an einem (nicht gezeigten) Turbinenrad befestigt sein, um um die Welle 110 zu rotieren. Es ist einsichtig, dass sich die Turbinenstatorschaufeln 140 und die Turbinenlaufschaufeln 135 in dem Heissgaspfad der Turbine 115 befinden.

[0011] Im Betrieb kann die Rotation der Verdichterlaufschaufeln 125 in dem Verdichter 105 einen Luftstrom verdichten, der von einer Luftquelle (z.B. Umgebungsluft) her aufgenommen ist. Wenn die verdichtete Luft mit einem Brennstoff vermischt wird, der von einer Brennstoffquelle her aufgenommen und gezündet wird, kann in der Brennkammer 120 Energie frei werden. Der sich ergebende Strom heisser Gase aus der Brennkammer 120, der als Arbeitsfluid bezeichnet werden kann, wird anschliessend über die Turbinenlaufschaufeln 135 gelenkt. Der Arbeitsfluidstrom bewirkt die Rotation der Turbinenlaufschaufeln 135 mit der Welle 110. Die Energie des Arbeitsfluidstroms wird in die mechanische Energie der rotierenden Laufschaufeln umgewandelt. In der Folge rotiert aufgrund der zwischen den Rotorschaufeln und der Welle vorhandenen Verbindung die Welle 110. Die mechanische Energie der Welle 110 kann dann genutzt werden, um die Verdichterlaufschaufeln 130 drehend anzutreiben, sodass die erforderliche Zufuhr verdichteter Luft bereitgestellt wird. Ausserdem kann die mechanische Energie der Welle 110 in einem Ausführungsbeispiel von einem (nicht gezeigten) Generator genutzt werden, um Strom zu erzeugen.

[0012] Wie in Fig. 1 gezeigt, weist die Gasturbine 100 ein Heissabgasauslassende 145 auf, das das von der Turbine 115 erzeugte Heissabgas aufnimmt. Das thermoelektrische Modul 150 ist im Inneren der Turbine 115 angeordnet. In einem Ausführungsbeispiel kann das thermoelektrische Modul 150 in dem Turbinengehäuse 155 an dem Heissabgasauslassende 145 an einem Heissabgasauslassendegehäuse 160 angeordnet sein. Das thermoelektrische Modul 150 wandelt die von der Turbine hervorgebrachte Heissabgaswärme in thermoelektrische Energie um. Einzelheiten des thermoelektrischen Moduls 150 und seines Betriebs sind weiter unten dargelegt und werden mit Bezug auf Fig. 2 erörtert. In einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung kann die thermoelektrische Energie, die von dem thermoelektrischen Modul 150 erzeugt wird, genutzt werden, um mehrere elektrische Komponenten 165, die um die Gasturbine 100 angeordnet sind, mit Strom zu versorgen. In einem Ausführungsbeispiel können die mehreren elektrischen Komponenten Sensoren (z.B. verdrahtete und drahtlose Sensoren) oder der Turbine zugeordnete Peripheriegeräte beinhalten. Die Verwendung des thermoelektrischen Moduls 150 für die Stromversorgung der Sensoren (z.B. verdrahteter und drahtloser Sensoren) oder der Turbine 115 zugeordneter Peripheriegeräte macht dieses Systeme zu autarken Systemen und als Nachrüstungen oder Aufrüstungen für die Turbine wesentlich attraktiver, da sie die Leistung nicht mehr schmälern. Fig. 1 zeigt lediglich drei elektrische Komponenten (jeweils eine in dem Verdichter 105, in der Turbine 115 und in der Brennkammer 120) jedoch wird der Fachmann erkennen, dass zusätzliche Komponenten vorhanden sein können, und dass Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung nicht auf irgendeine spezielle Anzahl beschränkt sein sollen. Weiter wird dem Fachmann einleuchten, dass die von dem thermoelektrischen Modul 150 erzeugte thermoelektrische Energie für weitere Komponenten genutzt werden kann, die von der Gasturbine 100 entfernt angeordnet sind. In noch einem Ausführungsbeispiel kann die von dem thermoelektrischen Modul 150 erzeugte thermoelektrische Energie genutzt werden, um die von der Gasturbine 100 erzeugte Leistung zu steigern.

[0013] Fig. 2 veranschaulicht eine detailliertere Ansicht des thermoelektrischen Moduls 150 in Bezug auf das Heissabgasauslassendegehäuse 160. Wie gezeigt, weist das thermoelektrische Modul 150 in Fig. 2 eine mit Turbulenzflächen versehene Anordnung thermoelektrischer Elemente 200 auf, die in dem Gehäuse der Gasturbine an dem Heissabgasauslassendegehäuse 160 angeordnet sind. Die thermoelektrischen Elemente 200 sind elektrisch in Reihe geschaltet und thermisch parallelgekoppelt. Jedes der thermoelektrischen Elemente 200 weist ein erstes thermoelektrisches Material 205 und ein zweites thermoelektrisches Material 210 auf, die an einer heissen Verbindungsstelle 215 und an einer kalten Verbindungsstelle 220 miteinander verbunden sind. Die kalte Verbindungsstelle 220 ist mit einer Wärmedämmschicht 225 beschichtet, die den Wärmeleitwiderstand an der kalten Verbindungsstelle erhöht, sodass dadurch die Temperatur an der kalten Verbindungsstelle verringert wird. In einem Ausführungsbeispiel kann das erste thermoelektrische Material 205 ein n-leitendes Halbleitermaterial sein, während das zweite thermoelektrische Material 210 ein p-leitendes Halbleitermaterial sein kann. Ein der Veranschaulichung dienendes, jedoch nicht als beschränkend zu bewertendes Beispiel eines n-leitenden und p-leitenden Halbleitermaterials, das in dem thermoelektrischen Modul 150 genutzt werden kann, basiert auf Bismutellurid, das ein guter elektrischer Leiter, jedoch ein schlechter thermischer Leiter ist. Andere Beispiele können Silizium, Germanium und Cadmiumtellurid beinhalten. Die Wärmedämmschicht 225 kann auf einem beliebigen Isolatormaterial basieren, das in der Lage ist, den Wärmeleitwiderstand an der kalten Verbindungsstelle 220 zu erhöhen. Der Veranschaulichung dienende, jedoch nicht als beschränkend zu bewertende Beispiele von Wärmedämmschichtmaterialien, die sich für den Einsatz in Verbindung mit dem thermoelektrischen Modul 150 eignen, beinhalten eine Wärmedämmschicht, ein

Polycarbonatband oder ein Keramikband. Ein der Veranschaulichung dienendes Beispiel einer Wärmedämmschicht, die in einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung genutzt werden kann, ist mit Yttriumoxid stabilisierte Zirkonerde ($9,5\% \text{ Y}_2\text{O}_3 - 5,2\% \text{ Gd}_2\text{O}_3 - 5,6\% \text{ Yb}_2\text{O}_3 - \text{Rest } \text{ZrO}_2$). Im Handel erhältliches Polycarbonatband oder auf Aluminiumoxid basierendes Keramikband sind jeweils ein Beispiel eines Polycarbonatbands oder eines Keramikbands, das in einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung genutzt werden kann.

[0014] Während sich der heisse Abgasstrom im Betrieb durch das Heissabgasauslassende 145 bewegt, entsteht zwischen der heissen Verbindungsstelle 215 und der kalten Verbindungsstelle 220 ein Temperaturgefälle. Das thermoelektrische Modul 150 nutzt das Temperaturgefälle, um eine thermoelektrische Spannung 235 zu erzeugen. Die Erzeugung der thermoelektrischen Spannung 235 durch das thermoelektrische Modul 150 basiert auf dem Seebeckeffekt, der besagt, dass, falls zwei aus unterschiedlichen Materialien (beispielsweise aus Kupfer und Eisen) bestehende Leiter an ihren Enden vereinigt werden, wobei zwei Verbindungsstellen gebildet werden, und die eine Verbindungsstelle bei einer höheren Temperatur als die andere Verbindungsstelle gehalten wird, zwischen den beiden Verbindungsstellen eine Spannungsdifferenz entsteht.

[0015] Die mit Turbulenzflächen versehene Anordnung thermoelektrischer Elemente 200 ermöglicht dem thermoelektrischen Modul 150, nachdem es nicht ausserhalb der Gasturbine sondern im Inneren des Turbinengehäuses an dem Heissabgasauslassendegehäuse 160 angeordnet ist, seine Funktion zu erfüllen (d.h. ein ausreichendes Temperaturgefälle zu erzielen, um eine thermoelektrische Spannung hervorzubringen, die thermoelektrische Energie für beabsichtigte Zwecke (z.B. die Stromversorgung elektrischer Geräte oder eine Steigerung der Stromversorgung) bereitstellt). Darüber hinaus ermöglicht die mit Turbulenzflächen versehene Anordnung thermoelektrischer Elemente 200, dass das thermoelektrische Modul 150 in der Lage ist, seinen Zweck zu erfüllen, ohne ein Kühlmodul einzusetzen, um das erforderliche Temperaturgefälle zu erzielen, das ausreicht, um eine angemessen hohe thermoelektrische Spannung hervorzubringen, um dem thermoelektrischen Modul 150 zu ermöglichen, seine gewünschte Funktion (z.B. die Stromversorgung elektrischer Geräte, die Steigerung der Stromversorgung) zu erfüllen. Somit ist der mit dem Einsatz einer Kühlpumpe verbundene zusätzliche Energieverbrauch vermieden. Ausserdem ist die mit Turbulenzflächen versehene Anordnung thermoelektrischer Elemente 200 bestens geeignet, um eine optimale Nutzung der in den Abgasen enthaltenen Wärmeenergie zu ermöglichen. Dies ist auf die hohen Wärmeübertragungskoeffizienten zurückzuführen, die den Turbulatoren zugeordnet sind.

[0016] Im Betrieb erzeugt die mit Turbulenzflächen versehene Anordnung jedes der thermoelektrischen Elemente 200 eine turbulente Strömung der heissen Abgase. Die turbulente Strömung heisser Abgase bringt an der heissen Verbindungsstelle 215 hohe lokale Wärmeübertragungskoeffizienten hervor. Obwohl der lokale Wärmeübertragungskoeffizient an der kalten Verbindungsstelle 220 niedriger sein wird, wird der mittlere Wärmeübertragungskoeffizient noch ausreichend hoch sein, so dass die Temperatur an der kalten Verbindungsstelle 220 gesteigert wird. Um dies zu vermeiden, ist über der kalten Verbindungsstelle 220 ein Wärmeleitwiderstand (d.h. die Wärmedämmschicht 225) angeordnet, um den Wärmeeintrag an der kalten Verbindungsstelle zu blockieren. Diese erlaubt die Entstehung eines Temperaturgefälles zwischen der heissen Verbindungsstelle 215 und der kalten Verbindungsstelle 220 (d.h. der thermischen Differenz zwischen dem Wärmeeintrag an der heissen Verbindungsstelle und dem Wärmeeintrag an der kalten Verbindungsstelle). Die mit Turbulenzflächen versehene Anordnung thermoelektrischer Elemente 200 kann dann die Funktion einer autark arbeitenden Einheit erfüllen, ohne auf eine externe Kühlung angewiesen zu sein, wie sie oben erwähnt ist.

[0017] Weitere den thermoelektrischen Elementen 200 zugeordnete Parameter, beispielsweise Länge, Dicke und Abstand zu anderen Elementen, werden das Temperaturgefälle beeinflussen. Der Fachmann wird ohne weiteres erkennen, wie diese Parameter zu optimieren sind, um eine maximale thermoelektrische Spannung zu erreichen (d.h. je grösser das Temperaturgefälle ist, umso höher ist die hervorgebrachte thermoelektrische Spannung). Das thermoelektrische Modul 150 nutzt die thermische Differenz, um die thermoelektrische Spannung 235 zu erzeugen. Dem Fachmann wird einleuchten, dass andere Muster der Anordnung von Turbulenzflächen als das in Fig. 2 gezeigte Muster für die thermoelektrischen Elemente 200 genutzt werden können. Nicht als beschränkend zu bewertende Beispiele von mit Turbulenzflächen versehenen Anordnungen können «Stapel»-, «Bahn»- und «Zickzack»-Konstruktionen beinhalten.

[0018] Es wird darauf hingewiesen, dass die Verwendung des thermoelektrischen Moduls 150 zur Erzeugung elektrischer Energie dazu beiträgt, dass Gasturbinen höhere Leistung in das Netz einspeisen. Beispielsweise beträgt die durchschnittliche Temperatur des von einer Gasturbine ausgehenden Heissgases etwa 1000 Grad Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$) (etwa 538 Grad Celsius ($^{\circ}\text{C}$)).

[0019] Falls unter Verwendung des thermoelektrischen Moduls 150 eine Temperaturdifferenz von etwa 200 bis ungefähr 300 $^{\circ}\text{F}$ (etwa 111 $^{\circ}\text{C}$ bis ungefähr 167 $^{\circ}\text{C}$) erreicht wird, wird der Wirkungsgrad des thermoelektrischen Moduls 150 im Bereich von etwa 20% bis ungefähr 30% liegen, und die Ausgangsspannung kann im Bereich von einigen Hundert Volt liegen. Dies ist ausreichend, um die Beleuchtung des Bereichs der Baueinheit zu unterstützen, falls die von dem thermoelektrischen Modul gewonnene Ausgangsspannung (jeweils) einige Volt beträgt. Hieraus ergibt sich eine Möglichkeit einer kostengünstigen Stromerzeugung, wobei der damit verbundene Kapitalaufwand sehr gering ist. Weiter wird im Falle einer in einem Einfachzyklusmodus arbeitenden Gasturbine angenommen, dass die Nutzung von Abwärmeenergie mit Blick auf einen gesteigerten Gesamtwirkungsgrad von Vorteil sein kann.

Bezugszeichenliste

[0020]

- 100 Gasturbine
- 105 Verdichter
- 110 Welle
- 115 Turbinenabschnitt
- 120 Brennkammer
- 125 Verdichterlaufschaukeln
- 130 Verdichterstatorschaukeln
- 135 Turbinenlaufschaukeln
- 140 Turbinenstatorschaukeln
- 145 Heissabgasauslassende
- 150 Thermoelektrisches Modul
- 155 Turbinengehäuse
- 160 Heissabgasauslassendegehäuse
- 165 Elektrische Komponenten
- 200 Thermoelektrische Elemente
- 205 Erstes thermoelektrisches Material
- 210 Zweites thermoelektrisches Material
- 215 Heisse Verbindungsstelle
- 220 Kalte Verbindungsstelle
- 225 Wärmedämmschicht
- 235 Thermoelektrische Spannung

Patentansprüche

1. Gasturbine (100) mit einem thermoelektrischen Modul (150), das in der Gasturbine (100) angeordnet ist und dazu ausgebildet ist, von der Gasturbine (100) durch Verbrennen eines Brennstoffs erzeugbare Heissabgaswärme in elektrische Energie umzuwandeln, wobei das thermoelektrische Modul (150) eine mit Turbulenzflächen versehene Anordnung mehrerer thermoelektrischer Elemente (200) beinhaltet, die elektrisch in Reihe geschaltet und parallel wärmegekoppelt sind, wobei jedes der mehreren thermoelektrischen Elemente (200) ein erstes thermoelektrisches Material (205) und ein zweites thermoelektrisches Material (210) aufweist, die an einer heissen Verbindungsstelle (215) und an einer kalten Verbindungsstelle (220) miteinander verbunden sind, wobei die kalte Verbindungsstelle (220) mit einer Wärmedämmschicht (225) gegen die Heissabgaswärme beschichtet ist, die den Wärmeleitwiderstand an der kalten Verbindungsstelle (220) erhöht, so dass im Betrieb dadurch die Temperatur an der kalten Verbindungsstelle (220) verringert ist und zwischen der heissen Verbindungsstelle (215) und der kalten Verbindungsstelle (220), die thermisch parallel verbunden sind, ein Temperaturgefälle entsteht, wobei die erzeugte elektrische Energie eine Funktion des Temperaturgefälles ist.
2. Gasturbine (100) nach Anspruch 1, wobei das thermoelektrische Modul (150) an einer Wand in einem Gehäuse (155) der Gasturbine (100) angeordnet ist.
3. Gasturbine (100) nach Anspruch 2, wobei das thermoelektrische Modul (150) an einer Wand an einem Heissabgasauslassende (145) der Gasturbine (100) angeordnet ist.
4. Gasturbine (100) nach Anspruch 1, die ferner mehrere elektrische Komponenten (165) enthält, die um das Turbinentriebwerk (100) angeordnet sind, wobei das thermoelektrische Modul (150) dazu ausgebildet ist, die mehreren elektrischen Komponenten mit der erzeugten elektrische Energie zu bestromen.

CH 703 592 B1

5. Gasturbine (100) nach Anspruch 1, wobei die mit Turbulenzflächen versehene Anordnung der mehreren thermoelektrischen Elemente (200) dazu ausgebildet ist, im Betrieb eine turbulente Strömung der heissen Abgase zu erzeugen, um zu gewährleisten, dass ein hoher mittlerer Wärmeübertragungskoeffizient hervorbringbar ist, um eine maximale Aufnahme von Wärme von Heissgasen des Abgasauslasses zu ermöglichen, während die kalte Verbindungsstelle (220), die mit der Wärmedämmschicht (225) beschichtet ist, die Temperatur der kalten Verbindungsstellen reduzieren kann.

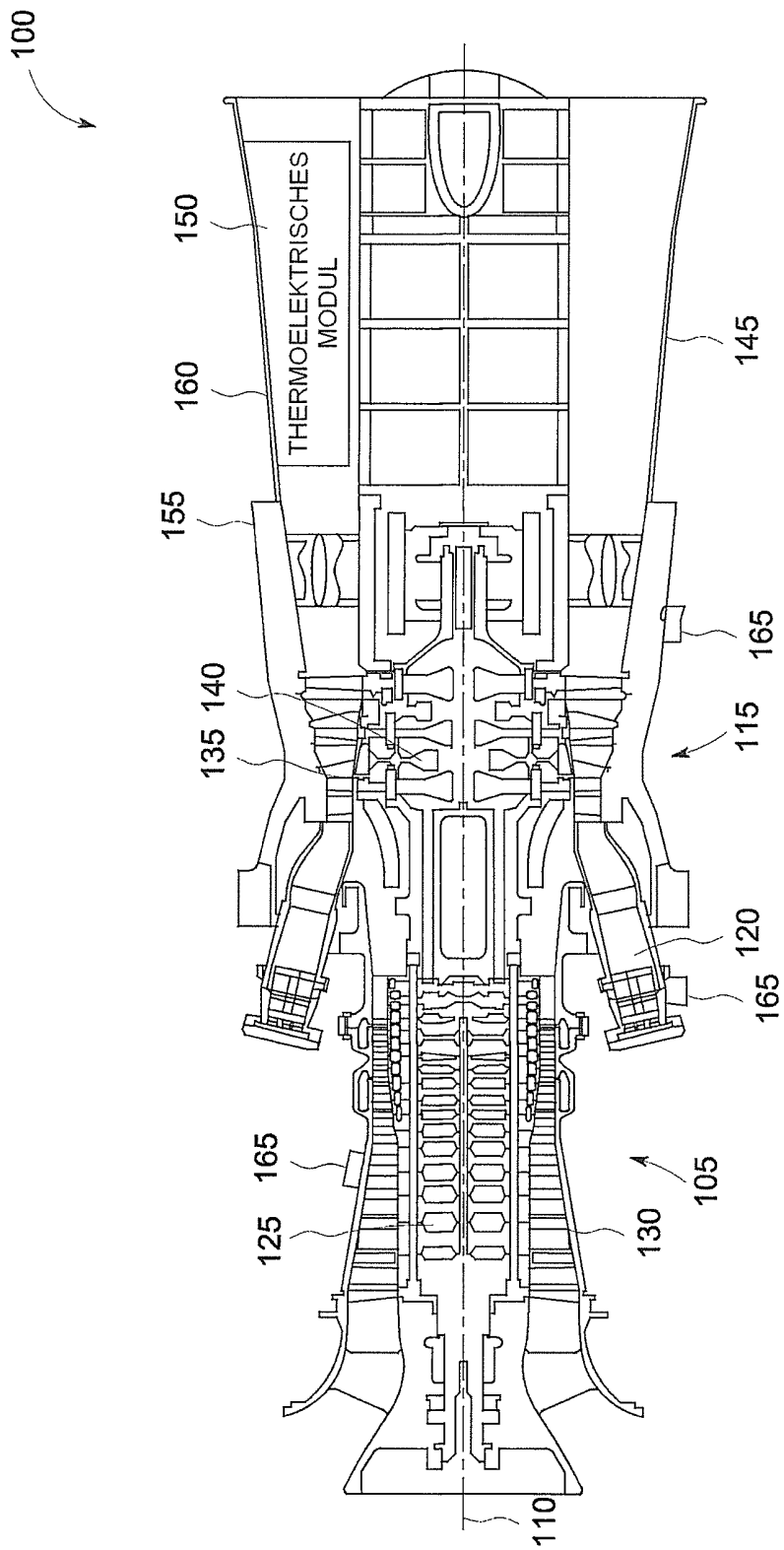


FIG. 1

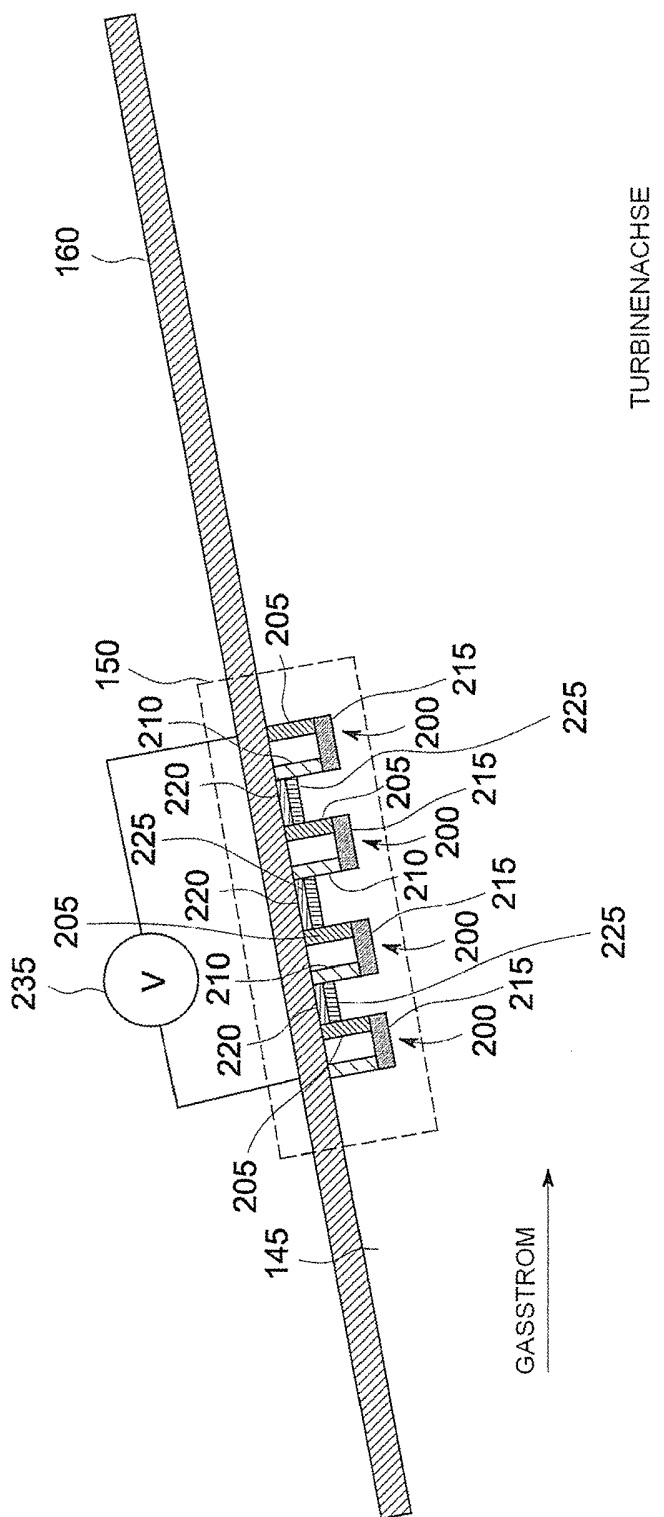


FIG. 2