

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH

698 278 A2

(51) Int. Cl.: F02C 7/24 (2006.01)
F04D 29/40 (2006.01)
F01D 25/24 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 01915/08

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

(22) Anmeldedatum: 08.12.2008

(72) Erfinder:
Bradley James Miller,
Simpsonville, South Carolina 29681 (US)
Kenneth Damon Black,
Travelers Rest, South Carolina 29690 (US)
Henry Grady Jr. Ballard,
Easley, South Carolina 29642 (US)
Rakesh Adoor, Bangalore Karnataka 560066 (IN)
Ajay Digambar Yeole, Nagpur (Maharashtra) 440027 (IN)

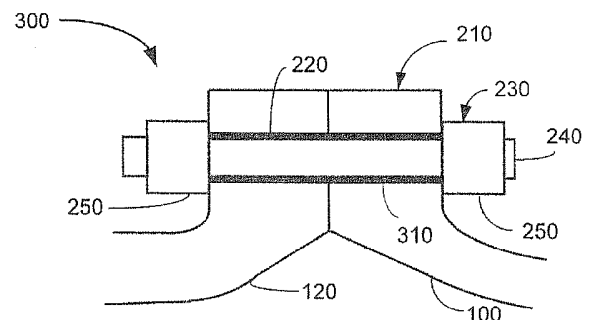
(43) Anmeldung veröffentlicht: 30.06.2009

(30) Priorität: 19.12.2007 US 11/959,558

(74) Vertreter:
R. A. Egli & Co. Patentanwälte, Horneggstrasse 4
8008 Zürich (CH)

(54) Turbinen/Verdichterstator-Verbindung mit wärmeisoliertem Flanschbolzen.

(57) Die Turbinen/Verdichterstator-Verbindung (300) umfasst einen Flansch (210), eine durch den Flansch (210) verlaufende Öffnung (220) und einen Bolzen (230), der durch die Öffnung (220) verläuft. Der Bolzen (230) umfasst einen Schaft (240) und eine den Schaft (240) umgebende Isolierschicht (310).



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein Gasturbinen und insbesondere betrifft sie die Verwendung von isolierten Bolzen zwischen einem Turbinenmantel einem Verdichterauslassgehäuse oder zwischen einer Anzahl von Komponenten mit einem dadurch vorhandenen Temperaturgefälle.

Stand der Technik

[0002] In einem konventionellen Gasturbinenmotor können der Turbinenmantel, das Verdichterauslassgehäuse und andere Elemente durch eine Anzahl von Bolzen verbunden sein. Doch die Bolzen können durch die heisse verdichtete Luft im Inneren des Verdichterauslassgehäuses und anderswo heiss werden. Wenn die Bolzen sich erhitzen, können die Bolzen einer Kriechverformung ausgesetzt werden. Die Kriechverformung kann einen Verlust der Bolzenvorspannung und eine verkürzte Lebensdauer zur Folge haben.

[0003] Gegenwärtige Lösungen, um die Kriechverformung in Hochtemperaturumgebungen zu verhindern, schliessen die Verwendung von grösseren Bolzen oder von Bolzen ein, die aus temperaturbeständigen Werkstoffen wie z.B. Inconel (eine Nickel-Chrom-Legierung) bestehen. Die Grösse der Bolzen kann aber aufgrund der räumlichen Einschränkungen nicht weiter erhöht werden. Zudem kann die Verwendung von Werkstoffen wie Inconel viel teurer als die von Bolzen aus Standardstahl oder ähnlichen Materialien sein.

[0004] Deshalb besteht ein Bedarf nach einer Bolzenverbindung, die die Wirkung von thermischen Einflüssen reduziert, aber zu geringeren Kosten als mit bekannten hochtemperaturbeständigen Werkstoffen. Die Bolzen sollten im Wesentlichen kriechfest sein und dabei eine angemessene Grösse haben und zu annehmbaren Kosten verfügbar sein.

Kurze Beschreibung der Erfindung

[0005] Die vorliegende Erfindung stellt demnach eine Turbinen/Verdichterstator-Verbindung bereit. Die Turbinen/Verdichterstator-Verbindung kann einen Flansch, eine durch den Flansch verlaufende Öffnung und einen durch die Öffnung verlaufende Bolzen umfassen. Der Bolzen kann einen Schaft und eine den Schaft umgebende Isolierschicht umfassen.

[0006] Die vorliegende Erfindung stellt ausserdem ein Verfahren zum Schliessen einer um einen Heissluftweg herum angeordneten Verbindung bereit. Das Verfahren kann die Schritte des Überziehens eines Bolzenschafts mit einer Isolierschicht, des Anordnens des Bolzenschafts in einer Öffnung der Verbindung, des Anordnens einer Mutterisolierschicht um den Bolzenschaft und die Verbindung herum und des Anziehens einer Mutter um einen Bolzenschaft und die Verbindung herum umfassen.

[0007] Die vorliegende Erfindung stellt ausserdem eine Heissluftverbindung bereit. Die Heissluftverbindung kann einen Flansch, eine durch den Flansch verlaufende Öffnung und einen durch die Öffnung verlaufenden Bolzen umfassen. Der Bolzen kann aus Stahl bestehen. Der Bolzen kann einen Schaft und eine den Schaft umgebende Schaftisolierschicht umfassen.

[0008] Diese und andere Merkmale der vorliegenden Erfindung gehen für den Fachmann aus der folgenden ausführlichen Beschreibung in Verbindung mit den Zeichnungen und den beiliegenden Ansprüchen hervor.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0009]

- Fig. 1 ist eine Querschnittsansicht eines Turbinenmotors, die Abschnitte einer Brennkammer, eines Verdichters und einer Turbine zeigt.
- Fig. 2 ist ein partieller Seitenquerschnitt einer bekannten Turbinen/Verdichtermantel-Verbindung.
- Fig. 3 ist ein partieller Seitenquerschnitt einer Turbinen/Verdichtermantel-Verbindung wie hierin beschrieben.
- Fig. 4 ist ein partieller Seitenquerschnitt einer anderen Ausführungsform einer Turbinen/Verdichtermantel-Verbindung wie hierin beschrieben.
- Fig. 5 ist ein partieller Seitenquerschnitt einer anderen Ausführungsform einer Turbinen/Verdichtermantel-Verbindung wie hierin beschrieben.

Ausführliche Beschreibung der Erfindung

[0010] Nun Bezugnehmend auf die Zeichnungen, wobei gleiche Bezugszeichen sich in den verschiedenen Zeichnungen durchweg auf gleiche Elemente beziehen, zeigt Fig. 1 einen Abschnitt eines Gasturbinenmotors 10. Wie bekannt, weist der Gasturbinenmotor 10 einen Verdichter 20 auf. Der Verdichter 20 verdichtet einen Zuluftstrom. Der Luftstrom wird dann in eine Brennkammer 30 ausgelassen. Die Brennkammer 30 umfasst eine Anzahl von Verbrennungsrohren 40. Die

Verbrennungsrohre 40 sind allgemein in der Umfangsrichtung um eine Rotorwelle 50 herum angeordnet. Die verdichtete Luft und ein Brennstoff werden in den Verbrennungsrohren 40 gezündet und genutzt, um einen Turbinenabschnitt 60 anzutreiben. Im Turbinenabschnitt 60 wird die Energie der Heissgase in mechanische Arbeit umgewandelt. Ein Teil der Arbeit wird genutzt, um den Verdichter 20 über die Welle 50 anzutreiben, wobei der Test verfügbar ist, um eine Last wie z.B. einen Generator anzutreiben.

[0011] In diesem Beispiel kann der Turbinenabschnitt 60 vier aufeinanderfolgende Stufen aufweisen, die durch vier (4) Räder dargestellt sind, ein erstes Rad 71, ein zweites Rad 72, ein drittes Rad 73 und ein viertes Rad 74. Die Räder 71–74 sind auf der Rotorwelle 50 montiert. Jedes Rad 71–74 trägt eine Reihe von Laufschaufeln, die eine Anzahl von Schaufelblättern umfassen, ein erstes Schaufelblatt 81, ein zweites Schaufelblatt 82, ein drittes Schaufelblatt 83 und das vierte Schaufelblatt 84. Die Schaufelblätter 81–84 sind alternativ dazu zwischen feststehenden Düsen angeordnet, die eine Anzahl von Leitschaufeln umfassen, eine erste Leitschaufel 91, eine zweite Leitschaufel 92, eine dritte Leitschaufel 93 und eine vierte Leitschaufel 94. Demnach wird eine vierstufige Turbine dargestellt, wobei eine erste Stufe das Schaufelblatt 81 und die Leitschaufel 91 einschliesst; eine zweite Stufe schliesst das Schaufelblatt 82 und die Leitschaufel 92 ein; eine dritte Stufe schliesst das Schaufelblatt 83 und die Leitschaufel 93 ein; und eine vierte Stufe schliesst das Schaufelblatt 84 und die Leitschaufel 94 ein. Der Turbinenabschnitt 60 kann aber jede Zahl von Stufen und abweichende Konfigurationen aufweisen.

[0012] Der Turbinenabschnitt 60 kann einen äusseren Mantel 100 und einen inneren Mantel 110 umfassen. Der äussere Mantel 100 kann an einem Ende an ein Verdichterauslassgehäuse 120 und am anderen an einen Turbinen-Abgasrahmen 130 befestigt sein. Der äussere Mantel 100 kann durch eine Anzahl von Bolzen 140 mit dem Verdichterauslassgehäuse 120 und dem Turbinen-Abgasrahmen 130 verbunden sein. Die Bolzen 140 können eines konventionellen Designs und Materials sein, überdimensioniert sein oder aus wärmebeständigen Werkstoffen bestehen.

[0013] Fig. 2 zeigt eine Turbinen/Verdichtermantel-Verbindung 200 im Detail. Die Turbinen/Verdichtermantel-Verbindung 200 umfasst einen zweiteiligen Flansch 210. Der Flansch 210 ist zwischen dem Verdichterauslassgehäuse 120 und dem äusseren Turbinenmantel 100 geformt. Ein Flanschloch 220 verläuft durch die Breite des Flanschs 210. Ein Bolzenaufbau 230 verläuft durch das Flanschloch 220, um die Verbindung 200 anzuziehen und zu schliessen. Der Bolzenaufbau 230 kann einen Schaft 240 aufweisen, der durch die Länge des Flanschlochs 220 verläuft und an einem oder beiden Enden durch eine Mutter 250 abgeschlossen wird. Der Schaft 240 und die Muttern 250 können aus konventionellen Metallen einschliesslich Legierungen auf Stahlgrundlage wie z.B. CrMoV, Legierungen auf Nickelgrundlage wie z.B. A286, Inconel 625, Inconel 718 und vergleichbaren Werkstofftypen bestehen. Der Schaft 240 kann einen Durchmesser zwischen etwa einem (1) bis etwa drei (3) Zoll (etwa 2,5 bis etwa 7,6 Zentimeter) und eine Länge von etwa fünfzehn (15) bis etwa dreiundzwanzig (23) Zoll (etwa 38 bis etwa 58 Zentimeter) haben. Die Muttern 250 können eine Dicke von etwa 1,5 bis etwa drei (3) Zoll (etwa 3,8 bis etwa 7,6 Zentimeter) und einen Aussendurchmesser von etwa 1,25 bis etwa 3,5 Zoll (etwa 3,2 bis etwa 8,9 Zentimeter) haben. Andere Abmessungen und Konfigurationen können vorliegend ebenfalls verwendet werden.

[0014] Das Diagramm I unten zeigt eine Temperaturverteilung innerhalb des Flanschs 210 und des Schafts 240 des Bolzenaufbaus 230 unter typischen Betriebsbedingungen. Wie gezeigt, nimmt die Temperatur sowohl des Flanschs 210 als auch des Schafts 240 zuerst vom Verdichterauslassgehäuse 120 durch den Flansch 210 zu und nimmt dann zum äusseren Turbinenmantel 100 hin wieder ab.

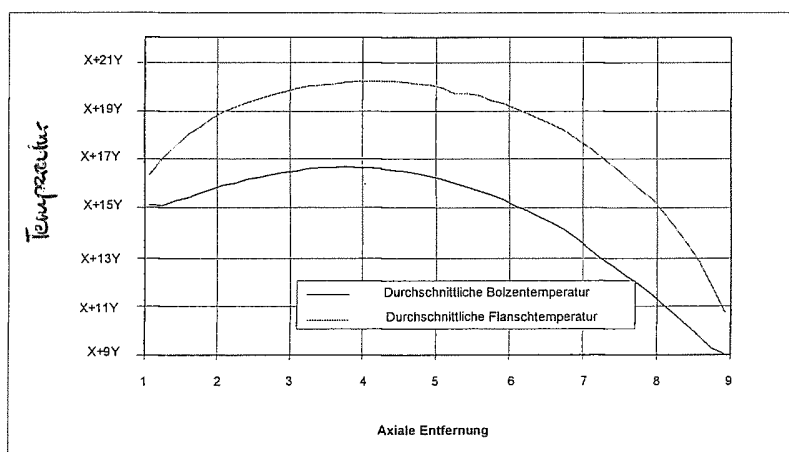


Diagramm I

[0015] Fig. 3 zeigt eine verbesserte Turbinen/Verdichtermantel-Verbindung 300, wie hierin beschrieben. Die verbesserte Turbinen/Verdichtermantel-Verbindung 300 kann der oben beschriebenen Turbinen/Verdichtermantel-Verbindung 200 grösstenteils gleichen, jedoch mit einer Schaftisolierschicht 310, die den Schaft 240 umgibt. Die Schaftisolierschicht 310

kann eine Schicht aus einer Keramikfaser oder -wolle, einer Glasfaser oder -wolle, einem Keramikschaum, einem Aerogel oder vergleichbaren Materialtypen mit guten Isoliereigenschaften sein. Die Schaftisolierung 310 kann eine Wärmeleitfähigkeit von etwa 4×10^{-2} BTU/hr ft °F (etwa 6,9 Watt/Meter °K) haben. Die Leitfähigkeit kann zwischen etwa 7×10^{-3} und etwa 10×10^{-2} BTU/hr ft °F (etwa 12×10^{-3} bis etwa $17,3 \times 10^{-2}$ Watt/Meter °K) liegen. Die Isolierung 310 kann eine Dicke von etwa 0,0625 Zoll (etwa 1,6 Millimeter) haben. Es können Dicken im Bereich von etwa 0,040 bis etwa 0,125 Zoll (etwa 1,02 bis etwa 3,175 Millimeter) verwendet werden. Die Dicken können abhängig vom Manteldesign und anderen Faktoren variieren.

[0016] Diagramm II zeigt die durchschnittliche Temperaturverteilung für den Flansch 210 und den Schaft 240. Wie gezeigt, weist die Temperaturverteilung des Schafts 240 nicht die im Diagramm I gezeigte Spitze auf, wenn die Schaftisolierung 310 verwendet wird.

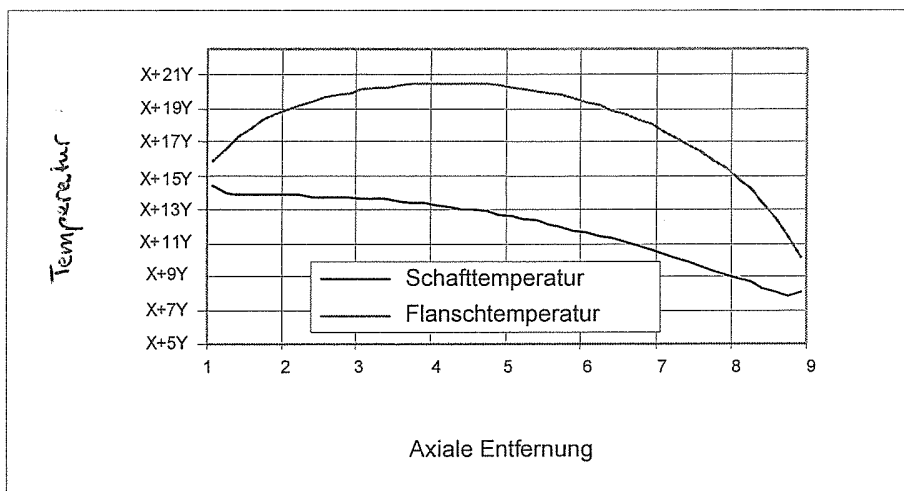


Diagramm II

[0017] Fig. 4 zeigt eine verbesserte Turbinen/Verdichtermantel-Verbindung 350. Die verbesserte Turbinen/Verdichtermantel-Verbindung 350 kann der Turbinen/Verdichtermantel-Verbindung 200 grösstenteils gleichen, jedoch mit einer Mutterisolierschicht 360, die zwischen jeder Mutter 250 und dem Flansch 210 angeordnet ist. Die Mutterisoliierung 360 kann in Form einer Unterlegscheibe, einer Isolierschicht wie die Schaftisolierung 310 oder in ähnlichen Konfigurationen vorliegen. Die Mutterisoliierung 360 kann aus einer Legierung bestehen, deren Wärmeleitfähigkeit kleiner ist als die des Bolzen- und Muttermaterials. Auch die Mutterisoliierung 360 kann aus einem Metall auf Nickelgrundlage, einer Keramik, einem Hochtemperaturstahl wie z.B. A-286 oder vergleichbaren Werkstofftypen mit guten Isoliereigenschaften bestehen. Das Material kann zudem abhängig von der Geometrie, den Betriebsbedingungen und anderen Faktoren variieren. Die Mutterisoliierung 360 kann eine Wärmeleitfähigkeit von etwa 12 BTU/hr ft °F (etwa 20,8 Watt/Meter °K) haben. Die Leitfähigkeit kann von etwa 8 oder weniger bis etwa 13 BTU/hr ft °F (etwa 13,8 oder weniger bis etwa 22,5 Watt/Meter °K) liegen. Die Isolierung 360 kann eine Dicke von etwa einem (1) Zoll (etwa 25 Millimeter) haben. Je nach Leitfähigkeit des Unterlegscheibenmaterials können Dicken im Bereich von etwa 0,25 bis etwa zwei (2) Zoll (etwa 6,35 bis etwa 51 Millimeter) verwendet werden.

[0018] Die Mutterisoliierung 360 verringert die Wärme, die vom Flansch 210 in den Schaft 240 übertragen werden kann, und kann aufgrund der erhöhten Fläche einen Teil der Wärme vom Flansch 210 an die Luft ableiten. Bestimmte Geometrien können in die Mutterisoliierung 360 geschnitten werden, um die Wärmeübertragungsfläche zur Kühlluft um den Flansch 210 herum zu vergrössern. Zum Beispiel können Aussparungen oder Rippen verwendet werden. Es ist auch möglich, die Wärmeübertragungsfläche zwischen der Unterlegscheibe 360 und dem Flansch 210 und/oder der Unterlegscheibe 360 und der Mutter 250 oder zwischen der Mutter 250 und dem Flansch 210 durch bogenförmige Anschnitte oder Aussparungen an der Mutterkontaktfläche zu verkleinern.

[0019] Diagramm III zeigt die durchschnittliche Temperaturverteilung zwischen dem Flansch 210 und dem Schaft 240. Auch hier ist die Temperaturverteilung des Schafts 240 im Vergleich zum Bezugsfall von Diagramm I reduziert, auch wenn die anfängliche Spitze, die in Diagramm I zu sehen ist, wieder erscheint.

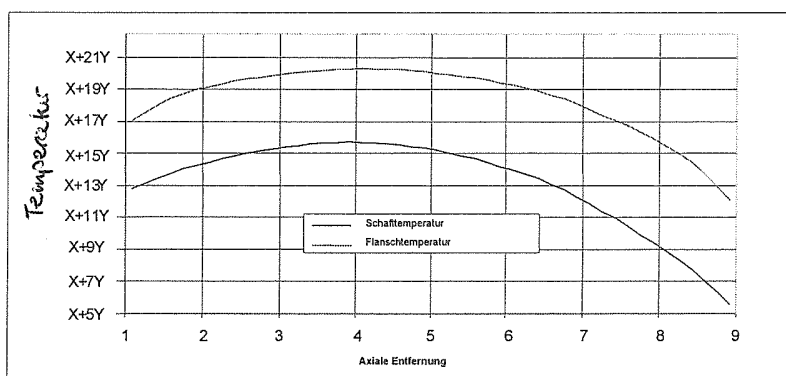


Diagramm III

[0020] Fig. 5 zeigt eine verbesserte Turbinen/Verdichtermantel-Verbindung 400, wie hierin beschrieben. Die verbesserte Turbinen/Verdichtermantel-Verbindung 400 kann grösstenteils der Turbinen/Verdichtermantel-Verbindung 200 gleichen, jedoch mit dem Zusatz der Schaftisolierung 310 von Fig. 3 und der Mutterisolierung 360 von Fig. 4.

[0021] Diagramm IV unten zeigt die grösste Abnahme in der Temperatur des Schafts 240. In diesem Fall wird durch Verwendung der Schaftisolierung 310 und der Mutterisolierung 360 eine Temperaturdifferenz von etwa 105 °F (etwa 40,6°C) erreicht. Überdies wird die Temperatur innerhalb des Flanschs 210 im Vergleich zum Bezugsfall von Diagramm I um etwa 48,5°F (etwa 9,2°C) reduziert.

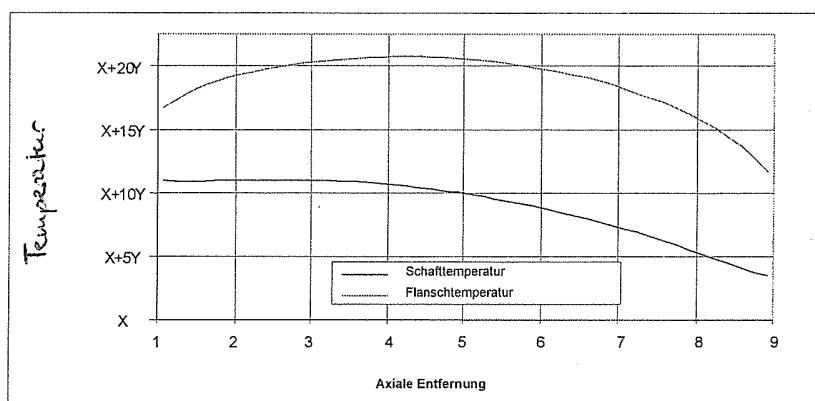


Diagramm IV

[0022] Die Verwendung der Schaftisolierung 310 und der Mutterisolierung 360 reduziert demnach die Wege, die die Wärmeübertragung in den Bolzenaufbau 230 erlauben, indem sie die Leitfähigkeit entlang der Wege reduziert und auch die Wege abschirmt. Dementsprechend kann die vergrösserte Fläche, die der Kühlluft ausgesetzt ist, auch den Wärmeentzug unterstützen. Dadurch kann der Bolzenaufbau 230 aus Standardmaterialien, zu geringen Kosten, jedoch mit reduzierter Kriechverformung hergestellt werden.

[0023] Auch wenn die Erfindung im Kontext einer Turbinen/Verdichtermantel-Verbindung beschrieben wurde, können die Schaftisolierung 310 und die Mutterisolierung 360, die hierin beschrieben wurden, an der Turbinenmantel/ Turbinenabgasrahmen-Verbindung oder an jeder anderen gewünschten Stelle innerhalb der Turbine verwendet werden. Diese Erfindung kann auch überall verwendet werden, wo entlang eines Bolzens ein Temperaturgefälle relativ zu einem Flansch vorhanden ist. Die Schaftisolierung 310 und die Mutterisolierung 360 können auch überall dort verwendet werden, wo ein Bolzen oder eine vergleichbare Verbindungsvorrichtung hohen Temperaturen ausgesetzt ist.

[0024] Es versteht sich, dass das Vorstehende sich nur auf die bevorzugten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung bezieht und dass zahlreiche Änderungen und Modifikationen von einem Fachmann durchgeführt werden können, ohne vom allgemeinen Geist und Umfang der Erfindung abzuweichen, wie durch die folgenden Ansprüche und deren Äquivalente definiert.

Patentansprüche

1. Turbinen/Verdichterstator-Verbindung (300, 350, 400), umfassend:

einen Flansch (210);
eine Öffnung (220), die durch den Flansch (210) verläuft; und
einen Bolzen (230), der durch die Öffnung (220) verläuft;
wobei der Bolzen (230) einen Schaft (240) und eine den Schaft (240) umgebende Schaftisolierschicht (310) umfasst.

2. Turbinen/Verdichterstator-Verbindung (300, 350, 400) nach Anspruch 1, wobei der Bolzen (230) Legierungen auf Stahlgrundlage oder Nickelgrundlage umfasst.
3. Turbinen/Verdichterstator-Verbindung (300, 350, 400) nach Anspruch 1, wobei der Schaft (240) einen Durchmesser von etwa 1 bis etwa 3 Zoll (etwa 25 bis etwa 76 Millimeter) hat.
4. Turbinen/Verdichterstator-Verbindung (300, 350, 400) nach Anspruch 1, wobei die Schaftisolierschicht (310) eine Keramikfaser oder -wolle, eine Glasfaser oder -wolle, einen Keramikschaum oder ein Aerogel umfasst.
5. Turbinen/Verdichterstator-Verbindung (300, 350, 400) nach Anspruch 1, wobei die Schaftisolierschicht (310) eine Wärmeleitfähigkeit von etwa 7×10^{-3} bis etwa 10×10^{-2} BTU/hr ft °F (etwa 12×10^{-3} bis etwa $17,3 \times 10^{-2}$ Watt/Meter °K) aufweist.
6. Turbinen/Verdichterstator-Verbindung (300, 350, 400) nach Anspruch 1, wobei der Bolzen (230) eine Mutter (250) aufweist und wobei die Turbinen/Verdichtermantel-Verbindung (300, 350, 400) ausserdem eine Mutterisolierschicht (360) aufweist, die zwischen der Mutter (250) und dem Flansch (210) angeordnet ist.
7. Turbinen/Verdichterstator-Verbindung (300, 350, 400) nach Anspruch 6, wobei die Mutterisolierschicht (360) eine Legierung auf Eisengrundlage oder Nickelgrundlage umfasst.
8. Turbinen/Verdichterstator-Verbindung (300, 350, 400) nach Anspruch 6, wobei die Mutterisolierschicht (360) eine Wärmeleitfähigkeit von etwa 8 oder weniger bis etwa 13 BTU/hr ft °F (etwa 13,8 oder weniger bis etwa 22,5 Watt/Meter °K) aufweist.
9. Verfahren zum Schliessen einer Verbindung (200), die um einen Heissluftweg (120) herum angeordnet ist, umfassend:
das Überziehen eines Bolzenschafts (240) mit einer Isolierschicht (310);
das Anordnen des Bolzenschafts (240) in einer Öffnung (220) der Verbindung (200);
das Anordnen einer Mutterisolierschicht (360) um den Bolzenschaft (240) und die Verbindung (200) herum; und
das Anziehen einer Mutter (250) um den Bolzenschaft (240) und die Verbindung (200) herum.

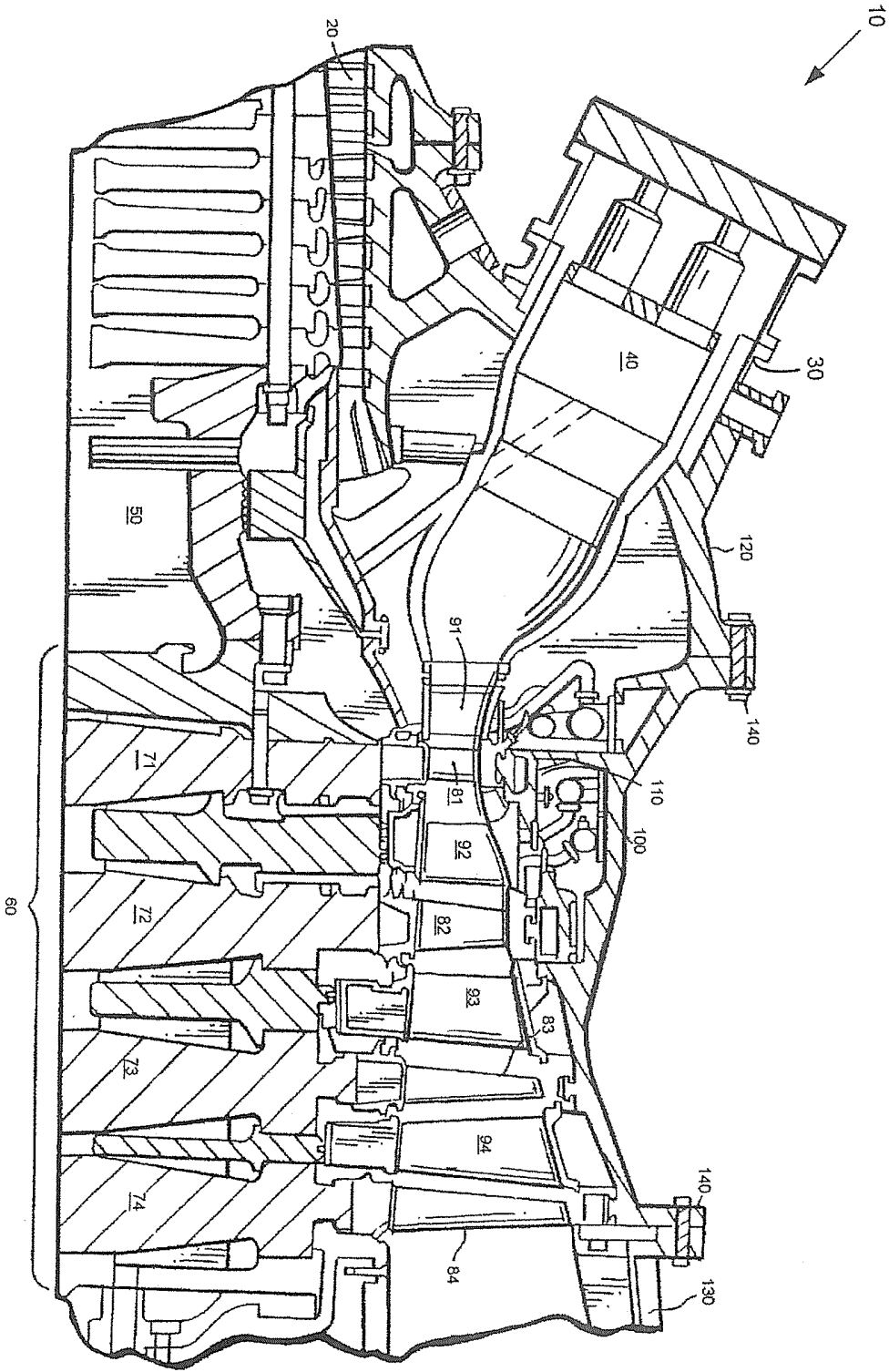


Fig. 1

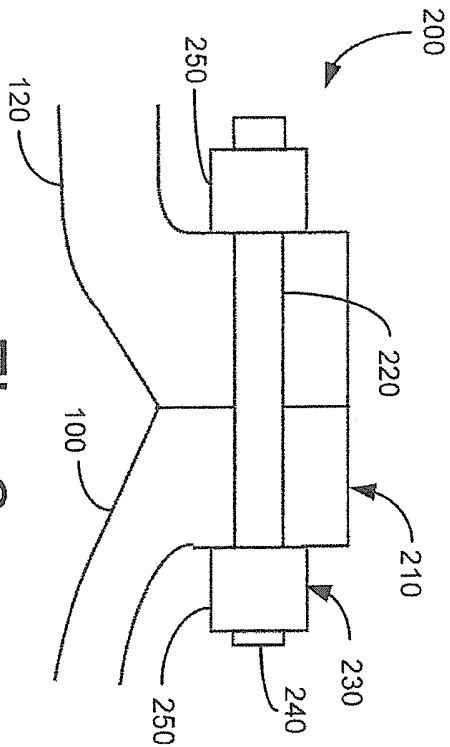


Fig. 2

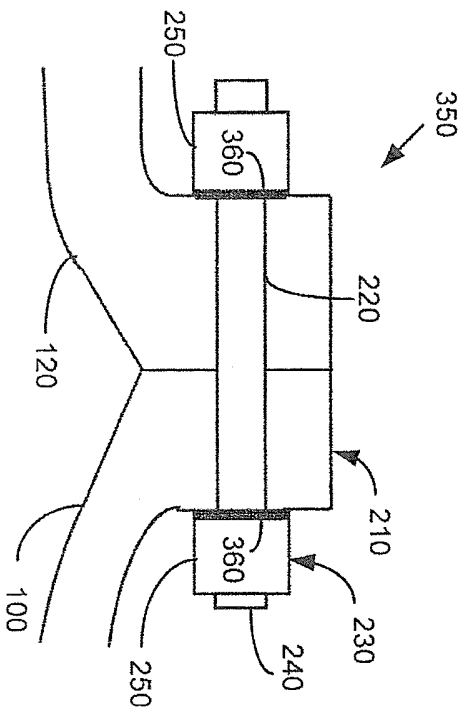


Fig. 4

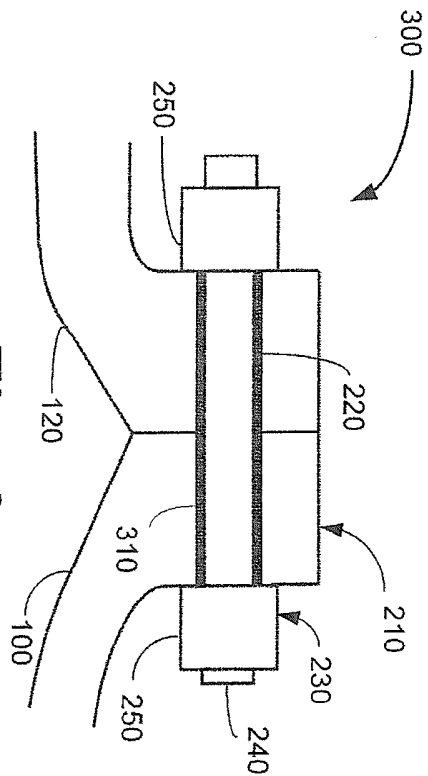


Fig. 3

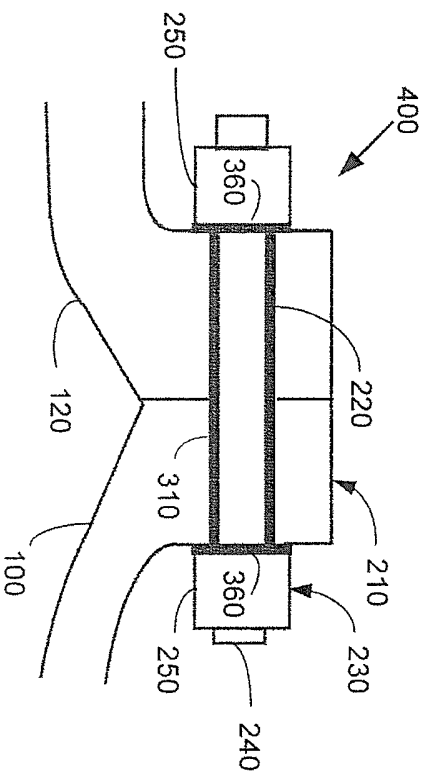


Fig. 5