

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 700 994 A2

(51) Int. Cl.: F01D 25/00 (2006.01)
F16L 55/11 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 00629/10

(22) Anmeldedatum: 28.04.2010

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.11.2010

(30) Priorität: 30.04.2009 US 12/433,439

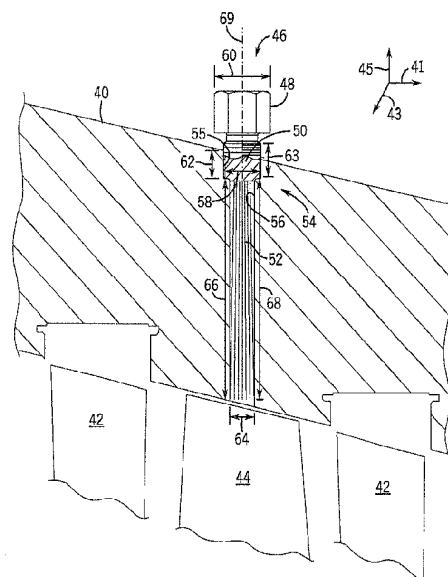
(71) Anmelder:
General Electric Company, 1 River Road
Schenectady, New York 12345 (US)

(72) Erfinder:
Anil Salunkhe, Greer, South Carolina 29650 (US)

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

(54) System mit einer Rotationsmaschine mit Laufschaufeln und einem Stopfen.

(57) In einer Ausführungsform enthält ein System eine Rotationsmaschine, die ein Gehäuse (40), eine Welle, die sich durch das Gehäuse (40) erstreckt, und mehrere Laufschaufeln (44) aufweist, die mit der Welle im Inneren des Gehäuses (40) gekoppelt sind. Das System enthält ferner einen Stopfen (46), der in einer Öffnung (54) in dem Gehäuse (40) angeordnet ist, wobei der Stopfen (46) ein Füllstück enthält, das mit einer Basis (50) gekoppelt ist, und wobei das Füllstück konfiguriert ist, um beim Zusammenstoß mit den Laufschaufeln (44) wegzubrechen.



Beschreibung

Hintergrund zu der Erfindung

[0001] Der hierin offenbarte Gegenstand betrifft Gasturbinenmaschinen und insbesondere Endoskopstopfen.

[0002] Allgemein verbrennen Gasturbinenmaschinen ein Gemisch aus komprimierter Luft und Brennstoff, um heisse Verbrennungsgase zu erzeugen. Die Verbrennungsgase können durch eine Turbine strömen, um Leistung für eine Last und/oder einen Verdichter zu erzeugen. Der Verdichter komprimiert Luft über eine Reihe von Stufen, wobei jede Stufe mehrere Laufschaufeln aufweist, die rings um eine zentrale Welle rotieren. Eine regelmässige Verdichterinstandhaltung kann ein Einführen eines Endoskops in jede Verdichterstufe umfassen, um die Verdichterschaufeln und andere Verdichterkomponenten zu inspizieren. Das Endoskop kann durch Inspektionsöffnungen, die entlang der Axial- und/oder Umfangsrichtung des Verdichters positioniert sind, in Zeiten, wenn sich die Gasturbinenmaschine nicht im Betrieb befindet, eingeführt werden. Um zu verhindern, dass Druckluft durch die Inspektionsöffnungen entweicht, nachdem das Endoskop herausgenommen worden ist und wenn sich die Gasturbinenmaschine im Einsatz befindet, kann jede Öffnung mit einem Stopfen dichtend verschlossen werden. Diese Stopfen können ein Füllstück enthalten, das sich im Wesentlichen über die gesamte Längserstreckung der Inspektionsöffnung erstreckt. Jedoch kann die Länge der Inspektionsöffnungen entlang der Längsachse des Verdichters variieren. Wenn ein für eine längere Inspektionsöffnung konfiguriertes Füllstück in einer kürzeren Inspektionsöffnung platziert wird, kann folglich das Füllstück in einen Innenraum des Verdichters hineinragen. In derartigen Situationen können Verdichterlaufschaufeln mit dem Füllstück in Kontakt gelangen und möglicherweise die Verdichterlaufschaufeln beschädigen kann.

Kurze Beschreibung der Erfindung

[0003] Es sind hier bestimmte Ausführungsformen, die dem Umfang der ursprünglich beanspruchten Erfindung entsprechen, nachstehend zusammengefasst. Diese Ausführungsformen sind nicht dazu bestimmt, den Schutzbereich der beanspruchten Erfindung zu beschränken; vielmehr sollen diese Ausführungsformen nur eine kurze Zusammenfassung möglicher Formen der Erfindung liefern. In der Tat kann die Erfindung vielfältige Formen einnehmen, die mit den hier nachstehend angegebenen Ausführungsformen ähnlich sein oder sich von diesen unterscheiden können.

[0004] In einer ersten Ausführungsform enthält ein System eine Rotationsmaschine, die ein Gehäuse, eine sich durch das Gehäuse streckende Welle und mehrere Laufschaufeln enthält, die mit der Welle im Inneren des Gehäuses gekoppelt sind. Das System enthält ferner einen Stopfen, der in einer Öffnung in dem Gehäuse angeordnet ist, wobei der Stopfen ein Füllstück aufweist, das mit einer Basis gekoppelt ist, und das Füllstück konfiguriert ist, um beim Zusammenstoss mit den Laufschaufeln wegzubrechen.

[0005] In einer zweiten Ausführungsform enthält ein System einen Stopfen, der konfiguriert ist, um in einer Inspektionsöffnung in einer Rotationsmaschine montiert zu werden. Der Stopfen enthält mehrere Borsten, die mit einer Montagebasis verbunden sind, und die Borsten sind konfiguriert, um beim Zusammenprall mit Laufschaufeln in der Rotationsmaschine wegzubrechen.

[0006] In einer dritten Ausführungsform enthält ein System eine Maschine, die eine erste Komponente enthält, die relativ zu einer zweiten Komponente bewegbar ist. Das System enthält ferner einen Inspektionsstopfen, der in einer Inspektionsöffnung in der zweiten Komponente angeordnet ist, wobei der Inspektionsstopfen mehrere Fasern enthält, die mit einer Basis gekoppelt sind, und die Fasern konfiguriert sind, um beim Zusammenstoss mit der ersten Komponente wegzubrechen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0007] Diese und weitere Merkmale, Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden besser verstanden, wenn die folgende detaillierte Beschreibung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen gelesen wird, in denen gleiche Bezugszeichen überall in den Zeichnungen gleiche Teile bezeichnen und in denen zeigen:

- Fig. 1 ein Blockschaltbild eines Turbinensystems, das ein Überwachungssystem und ein Endoskop aufweist, um den Innenraum eines Verdichters zu inspizieren, gemäss bestimmten Ausführungsformen der vorliegenden Technik;
- Fig. 2 eine aufgeschnittene Seitenansicht des Turbinensystems, wie es in Fig. 1 veranschaulicht ist, gemäss bestimmten Ausführungsformen der vorliegenden Technik;
- Fig. 3 eine aufgeschnittene Seitenansicht eines Verdichterabschnitts, aufgenommen innerhalb der Linie 3-3 nach Fig. 2, gemäss bestimmten Ausführungsformen der vorliegenden Technik;
- Fig. 4 eine aufgeschnittene Seitenansicht eines Endoskopstopfens, aufgenommen innerhalb der Linie 4-4 nach Fig. 3, gemäss bestimmten Ausführungsformen der vorliegenden Technik;

Fig. 5 eine aufgeschnittene Seitenansicht eines Endoskopstopfens, aufgenommen innerhalb der Linie 4-4 nach Fig. 3 und mit Borsten, die sich über das Ende einer Inspektionsöffnung hinaus erstrecken, gemäss bestimmten Ausführungsformen der vorliegenden Technik; und

Fig. 6 eine aufgeschnittene Seitenansicht eines Endoskopstopfens, aufgenommen innerhalb der Linie 4-4 nach Fig. 3 und mit Borsten, die kürzer sind als die Länge der Inspektionsöffnung, gemäss bestimmten Ausführungsformen der vorliegenden Technik.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0008] Nachstehend sind eine oder mehrere spezielle Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beschrieben. In dem Bestreben, eine kurze und prägnante Beschreibung dieser Ausführungsformen zu liefern, können nicht alle Merkmale einer tatsächlichen Umsetzung hier in der Beschreibung beschrieben sein. Es sollte verständlich sein, dass bei der Entwicklung jeder derartigen tatsächlichen Umsetzung, wie in jedem Entwicklungs- oder Konstruktionsprojekt, zahlreiche umsetzungsspezifische Entscheidungen getroffen werden müssen, um spezifische Ziele der Entwickler, wie beispielsweise Erfüllung systembezogener und unternehmensbezogener Randbedingungen, zu erreichen, die von einer Umsetzung zu einer anderen variieren können. Ausserdem sollte es verständlich sein, dass ein derartiger Entwicklungsaufwand komplex und zeitintensiv sein könnte, aber dennoch für diejenigen Fachleute, die den Vorteil dieser Offenbarung haben, ein routinemässiges Unterfangen zur Konstruktion, Fertigung und Herstellung darstellen würde.

[0009] Wenn Elemente verschiedener Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung eingeführt werden, sollen die Artikel «ein», «eine», «der», «die» und «das» bedeuten, dass es ein oder mehrere der Elemente geben kann. Die Ausdrücke «auf-weisen», «enthalten» und «haben» sind als inklusive zu verstehen und sollen bedeuten, dass ausser den gelisteten Elementen weitere Elemente vorhanden sein können.

[0010] Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung können die Gefahr einer Beschädigung von Verdichterlaufschauflern wesentlich reduzieren oder eliminieren, indem Endoskop-lochstopfen mit Füllstücken verwendet werden, die konfiguriert sind, um beim Zusammenstoss mit Verdichterlaufschauflern wegzubrechen. In dieser Konfiguration kann in dem Fall, dass ein Endoskoplochstopfen in den Weg der Verdichterlaufschauflern hineinragt, der Abschnitt des Füllstücks, der mit den Laufschauflern in Kontakt gelangt, weg brechen. Zum Beispiel kann der Endoskoplochstopfen in bestimmten Ausführungsformen Borsten enthalten, die aus einem derartigen Material bestehen und eine derartige Dicke und Dichte aufweisen, dass ein Kontakt mit den Verdichterlaufschauflern einen Abschnitt der Borsten abbricht, während eine Beschädigung an den Verdichterlaufschauflern deutlich reduziert oder eliminiert wird. Die Orientierung der Borsten kann beispielsweise entlang einer radialen, umfangsseitigen und/oder axialen Richtung verlaufen. Ausserdem können die Borsten dazu dienen, akustische Energie zu absorbieren, die ansonsten innerhalb des Verdichters Druckschwankungen hervorrufen kann.

[0011] Indem nun auf die Zeichnungen Bezug genommen und zunächst auf Fig. 1 verwiesen wird, ist dort ein Blockschaltbild einer Ausführungsform eines Gasturbinensystems 10 veranschaulicht. Das Schaubild enthält eine Brennstoffdüse 12, eine Brennstoffversorgung 14 und eine Brennkammer 16. Wie dargestellt, führt die Brennstoffversorgung 14 einen flüssigen Brennstoff und/oder gasförmigen Brennstoff, wie beispielsweise Erdgas, dem Turbinensystem 10 über die Brennstoffdüse 12 zu in die Brennkammer 16 hinein. Die Brennkammer 16 zündet und verbrennt das Brennstoff-Luft-Gemisch und leitet anschliessend heisses unter Druck stehendes Abgas in eine Turbine 18 ein. Das Abgas strömt an Turbinenlaufschauflern in der Turbine 18 vorbei, wodurch es die Turbine 18 antreibt umzulaufen. Die Kopplung zwischen den Laufschauflern in der Turbine 18 und einer Welle 19 bewirkt die Rotation der Welle 19, die ferner, wie veranschaulicht, durch das gesamte Turbinensystem 10 hindurch mit mehreren Komponenten gekoppelt ist. Schliesslich kann das Abgas aus dem Verbrennungsprozess das Turbinensystem 10 über einen Abgasauslass 20 verlassen.

[0012] In einer Ausführungsform des Turbinensystems 10 sind Verdichterlaufschauflern oder -laufschauflern als Komponenten des Verdichters 22 enthalten. Die Laufschauflern innerhalb des Verdichters 22 können mit der Welle 19 gekoppelt sein und rotieren, wenn die Welle 19 durch die Turbine 18 drehend angetrieben wird. Der Verdichter 22 kann über einen Lufteinlass 24 Luft zu dem Turbinensystem 10 ansaugen. Ferner kann die Welle 19 mit einer Last 26 gekoppelt sein, die über eine Drehung der Welle 19 angetrieben sein kann. Verständlicherweise kann die Last 26 jede beliebige geeignete Vorrichtung, die mittels der Drehausgabe des Turbinensystems 10 Leistung erzeugen kann, wie beispielsweise eine Energieerzeugungsanlage oder eine externe mechanische Last, sein. Zum Beispiel kann die Last 26 einen elektrischen Generator, einen Propeller eines Flugzeugs und dergleichen enthalten. Der Lufteinlass 24 zieht Luft 30 in das Turbinensystem 10 über einen geeigneten Mechanismus, beispielsweise als Kaltlufteinlass, für eine anschliessende Vermischung der Luft 30 mit der Brennstoffversorgung 14 mittels der Brennstoffdüse 12 ein. Wie nachstehend im Einzelnen erläutert, kann durch das Turbinensystem 10 eingezogene Luft 30 durch umlaufende Schauflern innerhalb des Verdichters 22 zu Druckluft zugeführt und komprimiert werden. Die Druckluft kann anschliessend in die Brennstoffdüse 12 eingespeist werden, wie dies durch den Pfeil 32 veranschaulicht ist. Die Brennstoffdüse 12 kann dann die Druckluft mit dem Brennstoff vermischen, wie dies durch das Bezugszeichen 34 veranschaulicht ist, um ein geeignetes Mischungsverhältnis zur Verbrennung zu schaffen, z.B. für eine Verbrennung, die bewirkt, dass der Brennstoff vollständiger verbrennt, um keinen Brennstoff zu verschwenden oder zu grosse Emissionen zu verursachen.

[0013] In bestimmten Ausführungsformen kann das System 10 ein Endoskop 36 und ein Überwachungssystem 38 enthalten, um den Innenraum des Verdichters 22 zu inspizieren. Zum Beispiel kann das Endoskop 36 ein starres Endoskop oder ein Fiberskop sein. Das Endoskop 36 kann in verschiedene Abschnitte (z.B. Öffnungen) des Verdichters 22 in Zeiträumen, wenn sich das Turbinensystem 10 nicht im Betrieb befindet, eingeführt werden. Auf diese Weise können Verdichterlaufschaukeln und andere Komponenten des Verdichters 22 untersucht werden um sicherzustellen, dass der Verdichter 22 ordnungsgemäss arbeitet. Das Endoskop 36 kann mit dem Überwachungssystem 38 optisch gekoppelt sein. Das Überwachungssystem 38 kann eine Lichtquelle enthalten, die den Innenraum des Verdichters 22 über das Endoskop 36 beleuchtet. Ausserdem kann das Überwachungssystem 38 einen optischen Sensor enthalten, der zur Überwachung, Anzeige und/oder Aufzeichnung von Bildern von dem Endoskop 36 in der Lage ist. In bestimmten Ausführungsformen kann das Endoskop 36 einen inneren Kern, der konfiguriert ist, um Bilder von dem Inneren des Verdichters 22 zu dem Überwachungssystem 38 weiterzuleiten, und eine äussere Schicht enthalten, die konfiguriert ist, um Licht von dem Überwachungssystem 38 zu dem Verdichter 22 zu übertragen. In dieser Konfiguration kann der Innenraum des Verdichters 22 überwacht und analysiert werden um sicherzustellen, dass der Verdichter 22 innerhalb festgelegter Parameter arbeitet. Weitere Ausführungsformen können alternative Verdichterprüfvorrichtungen, wie beispielsweise einen Farbeindringmittelanwendungskopf, eine Ultraschallsonde oder eine Wirbelstromsonde zur Inspizierung des Innenraums des Verdichters 22 verwenden.

[0014] Das Endoskop 36 oder eine sonstige Verdichterprüfvorrichtung kann in den Verdichter 22 über Inspektionsanschlüsse oder -Öffnungen eingeführt werden, die über den gesamten Verdichter 22 hinweg positioniert sind. Zum Beispiel kann der Verdichter 22 wenigstens eine Inspektionsöffnung pro Verdichterstufe enthalten. In weiteren Ausführungsformen kann der Verdichter 22 mehrere Inspektionsöffnungen enthalten, die rings um den Umfang jeder Verdichterstufe angeordnet sind. Zum Beispiel kann der Verdichter 221, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 oder mehrere in Umfangsrichtung voneinander beabstandete Inspektionsöffnungen für jede Verdichterstufe enthalten. In weiteren Ausführungsformen kann der Verdichter 22 Inspektionsöffnungen enthalten, die für jede Umfangsposition sowohl an einer stromabwärtigen Position als auch an einer stromaufwärtigen Position relativ zu jeder Verdichterstufe angeordnet sind. Diese Konfiguration kann eine Überprüfung sowohl der Vorderkante als auch der Hinterkante der Verdichterschaufeln ermöglichen.

[0015] Nachdem eine Inspektion des Verdichters 22 beendet ist, kann jede Inspektionsöffnung dichtend verschlossen werden, um komprimierte Luft während eines Turbinenbetriebs am Entweichen zu hindern. In bestimmten Ausführungsformen werden die Inspektionsöffnungen mit Endoskopstopfen verschlossen, die eine Montagebasis und ein Füllstück enthalten. Die Basis kann einen Gewindeabschnitt enthalten, der an einem äusseren Gehäuse des Verdichters 22 gesichert wird. In bestimmten Ausführungsformen kann das Füllstück mehrere Borsten enthalten, die sich von der Basis im Wesentlichen entlang der gesamten Längserstreckung jeder Inspektionsöffnung erstrecken. Wenn in dieser Konfiguration ein Endoskopstopfen, der zu lange Borsten aufweist, in einer Inspektionsöffnung eingesetzt wird, können sich die Borsten bei Kontakt mit umlaufenden Verdichterlaufschaukeln verbiegen oder wegbrechen. Insbesondere können die Verdichterlaufschaukeln, weil die Borsten dünn und aus einem weicheren Material im Vergleich zu den Verdichterlaufschaukeln aufgebaut sein können, die Borsten bis zu der Höhe des Kontaktes abscheren, ohne die Laufschaukeln wesentlich zu beschädigen. In anderen Worten können die Borsten die Verdichterlaufschaukeln vor einer Beschädigung schützen, wenn ein Endoskopstopfen mit einer unpassenden Länge in eine Inspektionsöffnung eingesetzt wird. Ausserdem können die Borsten dazu dienen, Schallenergie zu dämpfen, die ansonsten Druckschwankungen innerhalb des Verdichters 22 hervorrufen kann.

[0016] Fig. 2 zeigt eine aufgeschnittene Seitenansicht einer Ausführungsform des Turbinensystems 10. Wie dargestellt, enthält die Ausführungsform den Verdichter 22, der mit einer kreisringförmigen Anordnung von Brennkammern 16, z.B. 6, 8, 10 oder 12 Brennkammern 16, gekoppelt ist. Jede Brennkammer 16 enthält wenigstens eine Brennstoffdüse 12 (z.B. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 oder mehr), die ein Luft-Brennstoff-Gemisch einer Verbrennungszone zuführt, die sich in jeder Brennkammer 16 befindet. Eine Verbrennung des Luft-Brennstoff-Gemisches innerhalb der Brennkammer 16 veranlasst die Leitschaukeln oder Laufschaukeln innerhalb der Turbine 18 umzulaufen, wenn Abgas zu dem Abgasauslass 20 weiterströmt. Wie nachstehend im Einzelnen erläutert, enthalten bestimmte Ausführungsformen des Verdichters 22 vielfältige einzigartige Merkmale, um für den Fall, dass ein Endoskopstopfen mit einer unpassenden Länge in eine Inspektionsöffnung eingesetzt wird, die Gefahr einer Beschädigung an Verdichterlaufschaukeln zu reduzieren.

[0017] Fig. 3 zeigt eine detaillierte Querschnittsansicht eines Abschnitts des Verdichters 22, aufgenommen innerhalb der Linie 3-3 nach Fig. 2. Luft tritt in den Verdichter 22 entlang einer Axialrichtung 41 ein. Die Luft strömt anschliessend durch eine oder mehrere Verdichterstufen. Der Verdichter 22 kann beispielsweise 1 bis 25, 5 bis 20, 10 bis 20 oder 14 bis 18 Verdichterstufen enthalten. Jede Verdichterstufe enthält Leitschaukeln 42 und Laufschaukeln 44, die im Wesentlichen gleichmässig voneinander beabstandet in einer Umfangsrichtung 43 rings um den Verdichter 22 angeordnet sind. Die Leitschaukeln 42 sind an dem Verdichter 22 starr montiert und konfiguriert, um Luft in Richtung auf die Laufschaukeln 44 zu richten. Die Laufschaukeln 44 sind durch die Welle 19 drehend angetrieben. Wenn Luft durch jede Verdichterstufe strömt, steigt der Luftdruck, wodurch die Brennkammer 16 mit ausreichend Luft zur ordnungsgemässen Verbrennung beliefert wird.

[0018] Wie vorstehend erläutert, kann der Verdichter 22 mehrere Inspektionsöffnungen enthalten, die in einem Gehäuse 40 angeordnet sind, um den Innenraum des Verdichters 22 zu überwachen, während sich das Turbinensystem 10 nicht im Betrieb befindet. Um Luft am Entweichen durch diese Öffnungen zu hindern, wenn das Turbinensystem 10 im Einsatz ist, kann der Verdichter 22 mehrere Endoskopstopfen 46 enthalten, die konfiguriert sind, um die Inspektionsöffnungen dichtend zu verschliessen. Wie nachstehend im Einzelnen erläutert, kann jeder dieser Endoskopstopfen 46 Borsten enthalten,

die sich im Wesentlichen entlang der gesamten Längserstreckung der Inspektionsöffnung erstrecken. Diese Konfiguration kann akustische Energie absorbieren, die ansonsten Druckschwankungen innerhalb des Verdichters 22 einleiten kann. Ausserdem können die Borsten dazu dienen, die Turbinenlaufschaufeln 44 gegenüber einem unbeabsichtigten Kontakt mit den Borsten zu schützen. Insbesondere können die Borsten konfiguriert sein, um beim Zusammenstoss mit den Turbinenschaufeln 44 sich zu verbiegen oder wegzubrechen. Auf diese Weise können die Turbinenschaufeln 44 gegenüber dem versehentlichen Einsetzen eines Endoskopstopfens 46, der Borsten aufweist, die für die Inspektionsöffnung zu lang sind, geschützt werden.

[0019] Fig. 4 zeigt eine aufgeschnittene Seitenansicht eines Endoskopstopfens 46, aufgenommen innerhalb der Linie 4-4 nach Fig. 3. Wie veranschaulicht, enthält der Endoskopstopfen 46 einen Kopf 48, eine Dichtung 50 und Borsten 52. Der Endoskopstopfen 46 ist innerhalb einer Inspektionsöffnung 54 positioniert, um komprimierte Luft während eines Verdichterbetriebs am Austritt zu hindern. Die Dichtung 50 ist konfiguriert, um in einen ersten Ausschnitt 55 der Inspektionsöffnung 54 zu passen, während die Borsten 52 konfiguriert sind, um sich entlang eines zweiten Ausschnitts 56 zu erstrecken. Ein Durchmesser 58 der Dichtung 50 ist einem Durchmesser 60 des ersten Ausschnitts 55 im Wesentlichen ähnlich. In dieser Konfiguration kann eine enge Abdichtung geschaffen werden, um Hochdruckluft während eines Turbinensystembetriebs am Entweichen aus dem Verdichter 22 zu hindern. In bestimmten Ausführungsformen enthält die Dichtung 50 ein Gewinde, und der erste Ausschnitt 55 enthält komplementäre Gewinderillen (d.h. passende Gewindegänge), so dass der Endoskopstopfen 46 durch Drehen des Kopfes 48 an dem Verdichtergehäuse 40 gesichert werden kann. In einer derartigen Anordnung kann der Kopf 48 ein Sechskantprofil enthalten, um beispielsweise dem Endoskopstopfen 46 zu ermöglichen, mit einem Schraubenschlüssel gesichert zu werden. Ausserdem kann eine Länge 62 des ersten Ausschnitts 55 grösser sein als eine Länge 63 der Dichtung 50, um einen sicheren Kontakt zwischen den beiden Komponenten zu fördern.

[0020] Eine Länge 66 des zweiten Ausschnitts 56 kann im Wesentlichen gleich einer Länge 68 der Borsten 52 sein. In einer derartigen Konfiguration können die Borsten 52 eine Ausbildung von Druckschwankungen innerhalb des zweiten Ausschnitts 56 reduzieren oder verhindern. Ausserdem können die Borsten 52 eingerichtet sein, um innerhalb eines Durchmessers 64 des zweiten Ausschnitts 56 zu passen. Wie nachstehend im Einzelnen erläutert, kann, wenn sich die Borsten 52 innerhalb des Wegs der Verdichterschaufeln 44 erstrecken, die Konfiguration der Borsten 52 den Schaufeln ermöglichen, die Borsten 52 wegzubiegen oder abzubrechen, wodurch die Gefahr einer Schaufelbeschädigung reduziert wird. Umgekehrt können, falls die Länge der Borsten 52 kürzer ist als die Länge 66 des zweiten Ausschnitts 56, die Borsten 52 akustische Energie absorbieren, um Druckschwankungen innerhalb des Verdichters 22 zu begrenzen.

[0021] Wie veranschaulicht, sind die Borsten 52 im Wesentlichen parallel zu einer Gewindeachse 69 der Dichtung 50 orientiert. Alternative Ausführungsformen können Borsten enthalten, die in einer im Wesentlichen senkrechten Richtung zu der Gewindeachse 69 (z.B. entlang der Axialrichtung 41 oder der Umfangsrichtung 43) orientiert sind. Andere Ausführungsformen können Borsten 52 enthalten, die unter einem Winkel von mehr als etwa 1°, 10°, 20°, 30°, 40°, 50°, 60°, 70°, 80° oder mehr in Bezug auf die Gewindeachse 69 zu der Radialrichtung 45, der Axialrichtung 41 und/oder der Umfangsrichtung 43 hin angeordnet sind. Weitere Ausführungsformen können Borsten 52 enthalten, die in einer Kombination der vorerwähnten Richtungen orientiert sind. Zum Beispiel können bestimmte Ausführungsformen einen ersten Satz Borsten, die im Wesentlichen parallel zu der Gewindeachse 69 (z.B. entlang der Radialrichtung 45) ausgerichtet sind, und einen zweiten Satz Borsten enthalten, die unter etwa 0° bis 90°, 20° bis 70°, 30° bis 60° oder unter etwa 45° zu einer Axialrichtung 41 und/oder einer Umfangsrichtung 43 hin relativ zu dem ersten Satz Borsten ausgerichtet sind. In bestimmten Ausführungsformen können die Borsten 52 in einer willkürlichen Orientierung angeordnet sein (z.B. als Stahlwolle, Mineralwolle, Faserschnittmatte, etc.). Andere Ausführungsformen können Borsten 52 enthalten, die in einer Konfiguration einer verflochtenen oder verwobenen Maschenware eingerichtet sind. Noch weitere Ausführungsformen können Borsten 52 enthalten, die mit einem Harz aneinander gebunden sind, um eine Verbundstruktur zu bilden.

[0022] Alternative Ausführungsformen können anstelle der Borsten 52 ein Metallschaum-Füllstück verwenden. Ein Metallschaum ist eine feste metallische Struktur, die mehrere gasgefüllte Poren aufweist. Die Dichte und Grösse der Poren kann insbesondere konfiguriert sein, um eine Struktur zu schaffen, die sowohl eine Ausbildung von Druckschwankungen innerhalb der Inspektionsöffnung 54 deutlich reduziert oder verhindert als auch eine Verdichterschaufelbeschädigung für den Fall, dass ein Kontakt eintritt, deutlich reduziert oder verhindert. In einer weiteren Ausführungsform kann das Füllstück aus einem abreibbaren oder zerbrechlichen Material, wie beispielsweise in einem Bindemittel suspendierten metallischen Partikeln, bestehen. Zerbrechliche Materialien neigen dazu, unter Druck in Bruchstücke aufzubrechen, anstatt sich zu verformen. Wenn eine Verdichterschaufel 44 auf das zerbrechliche Material aufprallt, kann folglich die Kraft des Aufpralls bewirken, dass sich die metallischen Partikel an der Aufprallstelle von dem Bindemittel trennen. Folglich kann der Abschnitt des Füllstücks, der mit der Verdichterschaufel 44 in Kontakt gelangt, von dem Rest des Füllstücks losbrechen und zu Metallpartikeln verfallen.

[0023] Wie veranschaulicht, sind die Inspektionsöffnung 54 und der Endoskopstopfen 46 im Wesentlichen in der Radialrichtung 45 ausgerichtet. In alternativen Ausführungsformen kann die Inspektionsöffnung 54 zu der Umfangsrichtung 43 und/oder der Axialrichtung 41 hin verdreht sein. Zum Beispiel kann die Inspektionsöffnung 54 in Richtung der Umfangsrichtung 43 von der Drehrichtung der Verdichterschaufeln 44 weg verdreht werden. In anderen Worten kann eine Achse des Stopfens 46 zu einer Drehachse der Welle 19 hin gerichtet, jedoch von dieser versetzt sein. Diese Konfiguration kann ein verbessertes Verformen und/oder Wegbrechen der Borsten 52 beim Kontakt mit den Verdichterschaufeln 44 ermöglichen.

chen. Zum Beispiel kann die Inspektionsöffnung 54 um wenigstens 1°, 2°, 5°, 8°, 10°, 15°, 20°, 45° oder mehr rings um die Axialrichtung 41 zu der Umfangsrichtung 43 hin verdreht sein.

[0024] Die Borsten können aus vielfältigen Materialien zusammengesetzt sein. Zum Beispiel können die Borsten 52 in bestimmten Ausführungsformen aus Metall, wie beispielsweise Stahl, Aluminium, Kupfer, Titan oder Wolfram, unter anderen Metallen und Legierungen, bestehen. In alternativen Ausführungsformen können die Borsten 52 aus Keramikfasern, die Oxide von Aluminium, Silizium und/oder Bor oder andere enthalten, aufgebaut sein. Weitere Ausführungsformen können Borsten 52 enthalten, die aus Glas- und/oder Kohlenstofffasern aufgebaut sind. Noch weitere Ausführungsformen können Borsten 52 enthalten, die aus einem Keramik-Metall-Gemisch (Cermet), wie beispielsweise Wolframkarbid, aufgebaut sind. Andere Ausführungsformen können Borsten 52 enthalten, die aus Kunststoff-/Synthesefasern, wie beispielsweise Para-Aramid (z.B. Kevlar[®], erhältlich von DuPont), Meta-Aramid (z.B. Nomex[®], erhältlich von DuPont), Akryl oder Polyethylen, bestehen.

[0025] Die Zusammensetzung der Borsten 52 kann auf der Basis der Materialeigenschaften der Komponentenfasern ausgewählt werden. Insbesondere können die Borsten 52 derart ausgewählt werden, dass ihre Schmelztemperatur grösser ist als die maximale Lufttemperatur, der die Borsten 52 während eines Verdichterbetriebs ausgesetzt sein können. Zum Beispiel steigt die Lufttemperatur, wenn Luft innerhalb des Verdichters 22 komprimiert wird. Folglich kann die Temperatur in den letzteren Stufen des Verdichters 22 grösser sein als die Temperatur in den früheren Stufen. In bestimmten Ausführungsformen kann die Verdichtertemperatur beispielsweise in einem Bereich von etwa 100 bis 1200°, 100 bis 900° oder 200 bis 800° liegen. Infolgedessen können die Borsten 52 auf der Basis der maximalen erwarteten Einsatztemperatur ausgewählt werden. In bestimmten Ausführungsformen kann das Borstenmaterial basierend auf der Verdichterstufe variieren. Zum Beispiel können frühere Verdichterstufen Fasern mit niedrigeren Schmelzpunkten verwenden, während spätere Verdichterstufen Fasern mit höheren Schmelzpunkten verwenden können. Folglich können die Borsten 52 auf der Basis der Schmelztemperatur der Komponentenfasern und der Position der Borsten 52 innerhalb des Verdichters 22 ausgewählt werden. Um jedoch eine Borstenbeschädigung aufgrund einer versehentlichen Einfügung eines Endoskopstopfens 52, der Fasern mit niedrigerem Schmelzpunkt aufweist, in eine spätere Verdichterstufe, die eine höhere Temperatur als der Faserschmelzpunkt aufweist, zu vermeiden, können alle Borsten 52 derart ausgewählt werden, dass der Schmelzpunkt der Fasern grösser ist als die maximale Verdichtertemperatur.

[0026] Die Dichte und Dicke der Borsten 52 kann in bestimmten Ausführungsformen ebenfalls variieren. Zum Beispiel kann jede Borste 52 eine Dicke von etwa 1 bis 15, 2 bis 10 oder 4 bis 6 Müs (Millizoll) aufweisen. In bestimmten Ausführungsformen kann jede Borste 52 weniger als zum Beispiel etwa 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12 oder 15 Müs dick sein. Ausserdem kann die Dichte der Borsten ungefähr 10 bis 2500, 100 bis 1500, 200 bis 1000 oder 300 bis 500 Borsten pro Quadratzoll betragen. In bestimmten Ausführungsformen kann die Borstendicke kleiner sein als etwa 10, 25, 50, 100, 150, 300, 500, 800, 1000, 1200, 1500, 2000 oder 2500 Borsten pro Quadratzoll. In weiteren Ausführungsformen kann die Verteilung der Borsten 52 ungleichmässig sein. Zum Beispiel können die Borsten 52 quer durch die Dichtung 50 in Paketen gruppiert sein. Die Borstendicke und -dichte können mit der Zusammensetzung der Borsten in direktem Zusammenhang stehen. Zum Beispiel können dünnere und eine geringere Dichte aufweisende Konfigurationen härtere Materialien (z.B. Metall- oder Keramikfasern) einsetzen, während dickere und eine höhere Dichte aufweisende Konfigurationen weichere Materialien einsetzen können (z.B. Kunststoff- oder Synthesefasern). Derartige Konfigurationen können dazu dienen, die Verdichterschaufeln 44 vor einer Beschädigung aufgrund eines versehentlichen Kontaktes mit den Borsten 52 zu schützen. Ausserdem können, wie nachstehend erläutert, die Borstendicke und -dichte ausgewählt sein, um Druckschwankungen innerhalb des Verdichters 22 deutlich zu reduzieren oder beseitigen.

[0027] Die Borsten 52 können dazu dienen, die Erzeugung von Druckschwankungen in dem Verdichter 22 zu begrenzen. Insbesondere kann, wenn Luft durch den Verdichter 22 strömt, Luft in die zweiten Öffnungsausschnitte 56 eintreten. Die zweiten Ausschnitte 56 können als akustische Resonatoren dienen, die Druckschwankungen induzieren, die unerwünschte Verdichterschaufelvibrationen herbeiführen können. Die Borsten 52 können den Luftzufluss zu den zweiten Ausschnitten 56 unterbinden und dadurch die Resonanz reduzieren und die Grösse der Druckschwankungen verringern. Ausserdem können Druckschwankungen durch Wirbelablösung von der Grenzstelle zwischen den zweiten Ausschnitten 56 und dem Innenraum des Verdichters 22 hervorgerufen werden. Die Borsten 52 können das Luftströmungsmuster, das diese Wirbel erzeugt, stören, so dass die Wirbelablösung und die resultierenden Druckschwankungen reduziert werden. Schliesslich können die Borsten 52 dazu dienen, akustische Energie von der Luft, die in die zweiten Ausschnitte 56 zwischen den Borsten 52 eintritt, zu absorbieren, wodurch Druckschwankungen innerhalb des Verdichters 22 weiter reduziert werden. Eine Reduktion von Druckschwankungen kann durch Reduktion der Verdichterschaufelvibration die Verdichtereffizienz steigern.

[0028] Fig. 5 zeigt eine aufgeschnittene Seitenansicht eines Endoskopstopfens 46, aufgenommen innerhalb der Linie 4-4 nach Fig. 3, worin die Borsten 52 in die Umlaufbahn der Verdichterschaufeln 44 hineinragen. Wenn zum Beispiel ein Endoskopstopfen 46, der Borsten 52 der Länge 70 aufweist, in eine Inspektionsöffnung 54 eingesetzt wird, die einen zweiten Ausschnitt 56 der Länge 66 aufweist, können sich die Borsten 52 über die innere radiale Erstreckung des zweiten Ausschnitts 56 hinaus erstrecken. Eine derartige Einrichtung kann daher rühren, dass ein Endoskopstopfen 46, der konfiguriert ist, um in einen zweiten Ausschnitt 56 der Länge 70 zu passen, versehentlich in einen zweiten Ausschnitt 56 der Länge 66 eingefügt wird. In einer derartigen Situation können die Borsten 52 konfiguriert sein, um sich zu verformen und/oder wegzubrechen, so dass die Möglichkeit einer Beschädigung an den Verdichterschaufeln 44 deutlich reduziert

oder eliminiert wird. Wie vorstehend erläutert, können zum Beispiel die Zusammensetzung, Dicke und/oder Dichte der Borsten 52 einem Abschnitt der Borsten 52, der sich innerhalb der Bahn der Verdichterschaukeln 44 erstreckt, ermöglichen wegzubrechen, wenn er mit den Verdichterschaukeln 44 in Kontakt gelangt. Alternativ kann ein Kontakt zwischen den Verdichterschaukeln 44 und den Borsten 52 die Borsten 52 veranlassen, sich vorübergehend oder dauerhaft derart zu verformen, dass die Gefahr einer Beschädigung an den Schaukel 44 deutlich reduziert oder eliminiert ist.

[0029] Fig. 6 zeigt eine aufgeschnittene Seitenansicht eines Endoskopstopfens 46, aufgenommen innerhalb der Linie 4-4 nach Fig. 3, worin sich die Borsten 52 nicht entlang der gesamten radialen Erstreckung des zweiten Ausschnitts 56 erstrecken. Wenn zum Beispiel ein Endoskopstopfen 46, der Borsten 52 der Länge 72 aufweist, in eine Inspektionsöffnung 54 eingefügt wird, die einen zweiten Ausschnitt 56 der Länge 66 aufweist, können sich die Borsten 52 nicht entlang der gesamten radialen Erstreckung des zweiten Ausschnitts 56 erstrecken. Eine derartige Einrichtung kann daher rühren, dass ein Endoskopstopfen 46, der konfiguriert ist, um in einen zweiten Ausschnitt 56 der Länge 72 zu passen, versehentlich in einen zweiten Ausschnitt 56 der Länge 66 eingefügt wird. In einer derartigen Situation kann ein Abschnitt des zweiten Ausschnitts 56 eine Kavität entlang des Wegs der durch den Verdichter 22 strömenden Luft bilden. Eine derartige Kavität darf jedoch nicht wesentlich zu Druckschwankungen innerhalb des Verdichters 22 beitragen. Insbesondere haben Untersuchungen ermittelt, dass Kavitäts-tiefen, die kleiner sind als ein Bruchteil des Durchmessers 64 keine Druckschwankungen innerhalb des Verdichters 22 erzeugen können. Wenn zum Beispiel die Kavitätstiefe kleiner ist als etwa 10%, 25%, 50%, 75% oder 100% des Durchmessers 64 des zweiten Ausschnitts 56, werden sich Druckschwankungen eventuell nicht ausbilden. Ausserdem können die Borsten 52, wie früher erläutert, akustische Energie absorbieren, so dass Druckschwankungen deutlich reduziert oder beseitigt werden. Zum Beispiel können die Borsten 52, wenn Luft in die Zwischenräume zwischen die Borsten 52 eintritt, die akustische Energie dämpfen und Druckschwankungen reduzieren.

[0030] Verständlicherweise kann der Endoskopstopfen 46 mit den Borsten 52 in alternativen Ausführungsformen für andere Maschinenkonfigurationen verwendet werden. Zum Beispiel können die Endoskopstopfen 46 gemäss dieser Konfiguration zusätzlich zu dem vorstehend beschriebenen Verdichter 22 in verschiedenen weiteren Arten von Rotationsmaschinen, wie beispielsweise einer Turbine 18, eingesetzt werden. Ausserdem kann der Endoskopstopfen 46 mit den Borsten 52 an jeder beliebigen Rotationsmaschine verwendet werden, in der ein umlaufendes Teil mit einem Stopfen bzw. Einsatz 46 in Kontakt treten kann, wodurch die Möglichkeit einer Beschädigung an dem umlaufenden Teil deutlich reduziert oder eliminiert wird. Ausserdem kann diese Stopfenkonstruktion verwendet werden, um zusätzlich zu den Inspektionsöffnungen 54 andere Arten von Öffnungen innerhalb einer Rotationsmaschine dichtend zu verschliessen.

[0031] Darüber hinaus können Endoskopstopfen 46 mit Borsten 52 an Maschinen verwendet werden, die linear bewegte Teile aufweisen. Wenn zum Beispiel ein Inspektionsanschluss oder eine sonstige Öffnung in einer Oberfläche einer Linearmaschine mit einem Stopfen 46, der Borsten 52 aufweist, verschlossen wird, kann die Gefahr einer Beschädigung an bewegten Teilen innerhalb der Maschine, falls ein Kontakt mit dem Stopfen 46 hergestellt wird, deutlich reduziert oder beseitigt werden. Falls sich zum Beispiel ein Kolben innerhalb eines Zylinders einer Linearmaschine bewegt und ein Endoskopstopfen 46 in den Hubweg des Kolbens hineinragt, kann der Kolben mit den Borsten 52 in Kontakt treten und die Borsten veranlassen, wegzubrechen und/oder sich zu verformen. Diese Anordnung kann die Möglichkeit einer Beschädigung an dem Kolben deutlich reduzieren oder eliminieren.

[0032] In ähnlicher Weise kann der Endoskopstopfen 46 mit Borsten 52 in anderen Maschinenkonfigurationen (linearen, rotierenden, etc.) eingesetzt werden, um die Gefahr einer Beschädigung an bewegten Teilen in dem Fall, dass die bewegten Teile mit dem Endoskopstopfen 46 in Kontakt gelangen, zu reduzieren.

[0033] Diese Beschreibung verwendet Beispiele, um die Erfindung, einschliesslich der besten Form, zu offenbaren und auch um jeden Fachmann auf dem Gebiet in die Lage zu versetzen, die Erfindung umzusetzen, wozu eine Herstellung und Verwendung jeglicher Vorrichtungen oder Systeme und eine Durchführung jeglicher enthaltener Verfahren gehören. Der patentfähige Umfang der Erfindung ist durch die Ansprüche definiert und kann weitere Beispiele enthalten, die Fachleuten auf dem Gebiet einfallen. Derartige weitere Beispiele sollen innerhalb des Schutzzumfangs der Ansprüche enthalten sein, wenn sie strukturelle Elemente aufweisen, die sich von dem Wortsinn der Ansprüche nicht unterscheiden, oder wenn sie äquivalente strukturelle Elemente mit gegenüber dem Wortsinn der Ansprüche unwesentlichen Unterschieden enthalten.

[0034] In einer Ausführungsform enthält ein System eine Rotationsmaschine, die ein Gehäuse 40, eine Welle 19, die sich durch das Gehäuse 40 erstreckt, und mehrere Laufschaufeln 44 aufweist, die mit der Welle 19 im Inneren des Gehäuses 40 gekoppelt sind. Das System enthält ferner einen Stopfen 46, der in einer Öffnung 54 in dem Gehäuse 40 angeordnet ist, wobei der Stopfen 46 ein Füllstück enthält, das mit einer Basis 50 gekoppelt ist, und wobei das Füllstück konfiguriert ist, um beim Zusammenstoss mit den Laufschaufeln 44 wegzubrechen.

Bezugszeichenliste

[0035]

- 10 Gasturbinensystem
- 12 Brennstoffdüse
- 14 Brennstoffversorgung

CH 700 994 A2

16	Brennkammer
18	Turbine
19	Welle
20	Abgasauslass
22	Verdichter
24	Einlass
26	Last
30	Luft
32	Komprimierte Luft
34	Brennstoff-Luft-Gemisch
36	Endoskop
38	Überwachungssystem
40	Verdichtergehäuse
41	Axialrichtung
42	Leitschaufel
43	Umfangsrichtung
44	Laufschaukel
45	Radialrichtung
46	Endoskopstopfen
48	Endoskopstopfenkopf
50	Endoskopstopfendichtung
52	Endoskopstopfenborsten
54	Inspektionsöffnung
55	Erster Ausschnitt
56	Zweiter Ausschnitt
58	Durchmesser der Dichtung
60	Durchmesser des ersten Ausschnitts
62	Länge des ersten Ausschnitts
63	Länge der Dichtung
64	Durchmesser des zweiten Ausschnitts
66	Länge des zweiten Ausschnitts
68	Länge der Borsten
69	Gewindeachse
70	Länge der Borsten
72	Länge der Borsten

Patentansprüche

1. 1. System, das aufweist:
eine Rotationsmaschine, die aufweist: ein Gehäuse (40);
eine Welle (19), die sich durch das Gehäuse (40) hindurch erstreckt;
mehrere Laufschaufeln (44), die mit der Welle (19) im Inneren des Gehäuses (40) gekoppelt sind; und
einen Stopfen (46), der in einer Öffnung (54) in dem Gehäuse (40) angeordnet ist, wobei der Stopfen (46) ein Füllstück aufweist, das mit einer Basis (50) gekoppelt ist, und das Füllstück konfiguriert ist, um beim Zusammenstoss mit wenigstens einer der mehreren Laufschaufeln (44) wegzubrechen.
2. System nach Anspruch 1, wobei das Füllstück mehrere Borsten (52) aufweist.
3. System nach Anspruch 2, wobei die mehreren Borsten (52) einen Durchmesser, der kleiner ist als etwa 15 Müs, und eine Packungsdichte von weniger als etwa 2500 Borsten pro Quadratzoll aufweisen.
4. System nach Anspruch 2, wobei die mehreren Borsten (52) entlang einer Achse (69) der Öffnung (54) in einer im Wesentlichen radialen Richtung (45) relativ zu einer Drehachse der Welle (19) angeordnet sind.
5. System nach Anspruch 2, wobei die mehreren Borsten (52) ein Metall, eine Keramik, ein Cermet, ein Kunststoff oder eine Kombination von diesen aufweisen.
6. System nach Anspruch 1, wobei die Öffnung (54) eine Stopfenachse (69) aufweist, die zu einer Drehachse der Welle (19) hin gerichtet ist, jedoch zu dieser versetzt verläuft.
7. System nach Anspruch 1, wobei das Füllstück mehrere Fasern (52) in einer Radialrichtung (45), einer Axialrichtung (41), einer Umfangsrichtung (43) oder einer Kombination von diesen relativ zu einer Drehachse der Welle (19) aufweist.
8. System nach Anspruch 1, wobei die Rotationsmaschine einen Verdichter (22), eine Turbine (18) oder eine Kombination von diesen mit den mehreren Laufschaufeln (44) aufweist.
9. System nach Anspruch 1, wobei der Stopfen (46) herausnehmbar ist, um ein Einführen einer Prüfvorrichtung (36) in die Rotationsmaschine zur Inspektion der mehreren Laufschaufeln (44) zu ermöglichen.
10. System, das aufweist:
einen Stopfen (46), der zur Montage in einer Inspektionsöffnung (54) in einer Rotationsmaschine konfiguriert ist, wobei der Stopfen (46) mehrere Borsten (52) aufweist, die mit einer Montagebasis (50) gekoppelt sind, und die Borsten (52) konfiguriert sind, um beim Zusammenstoss mit wenigstens einer umlaufenden Schaufel (44) in der Rotationsmaschine wegzubrechen.

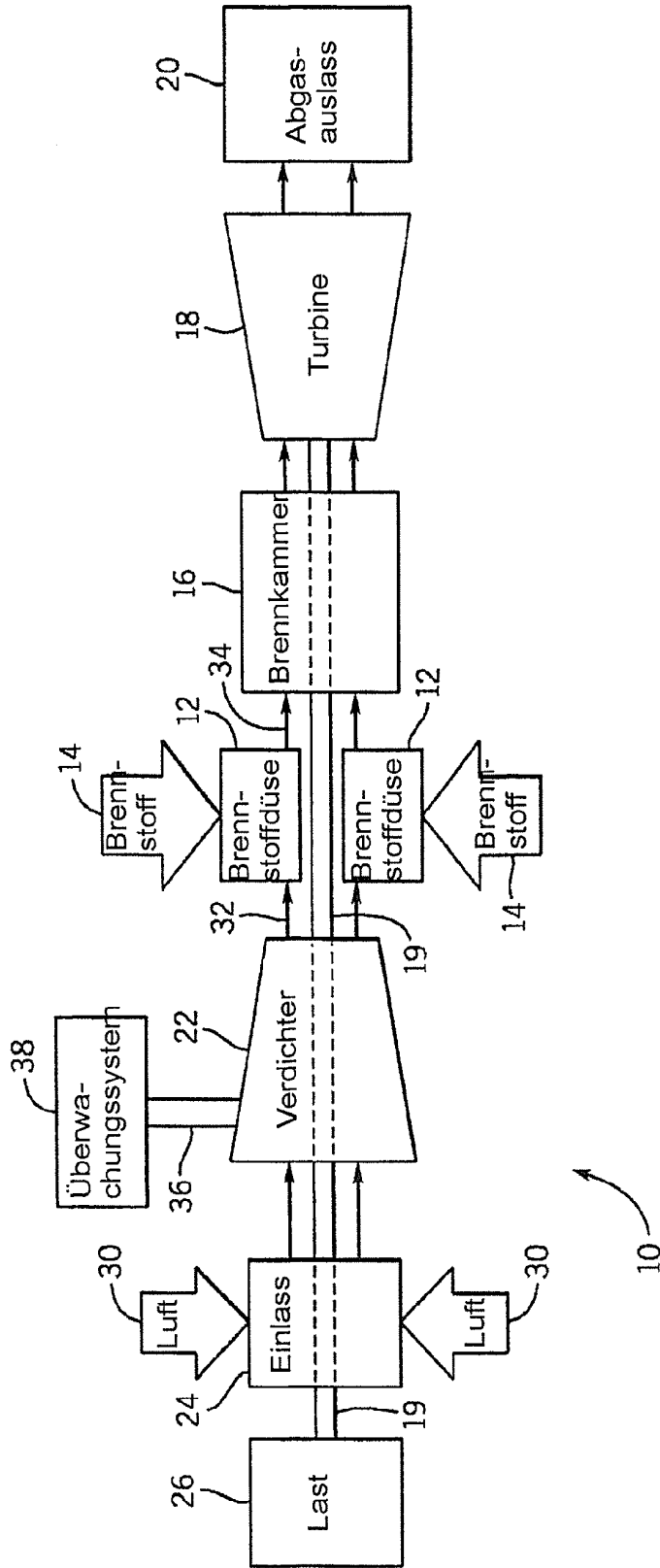
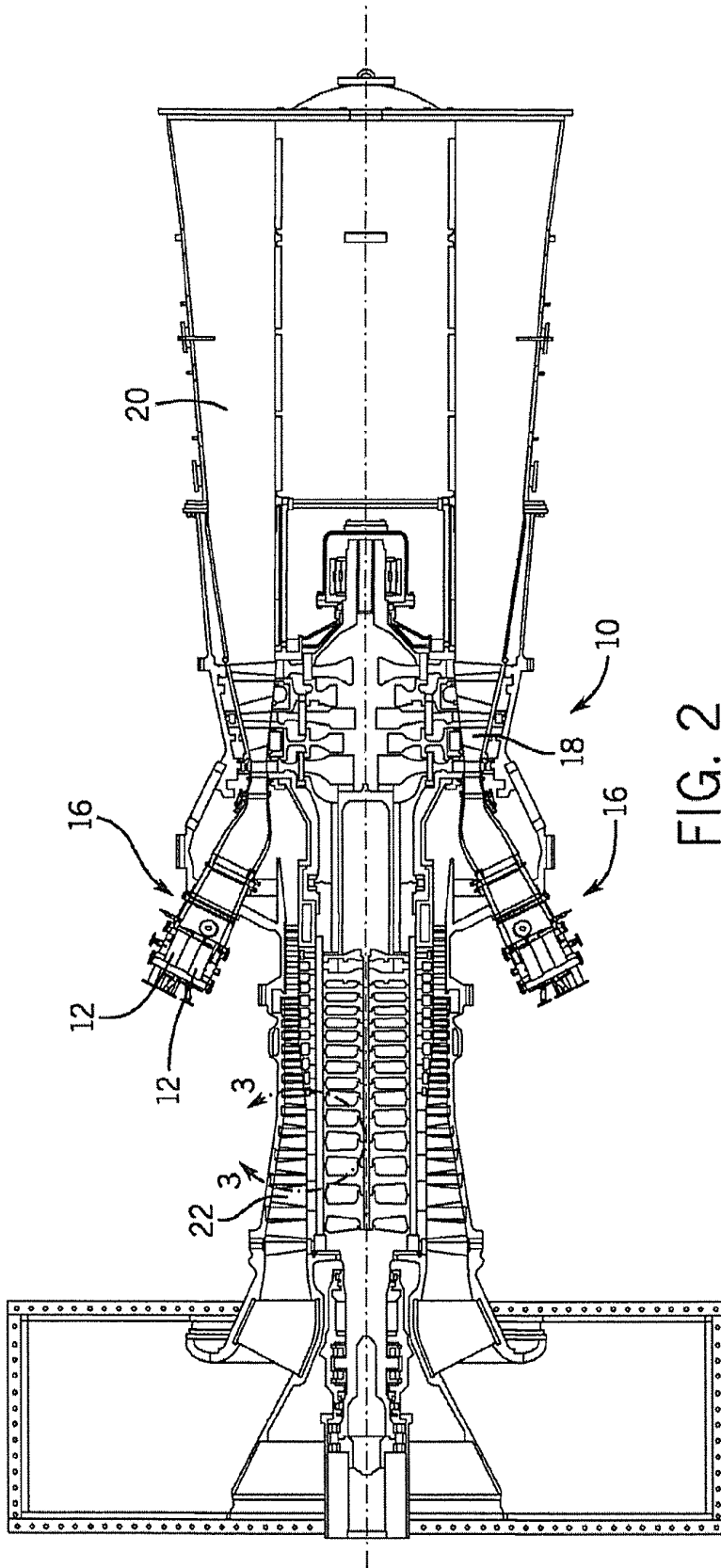


FIG. 1



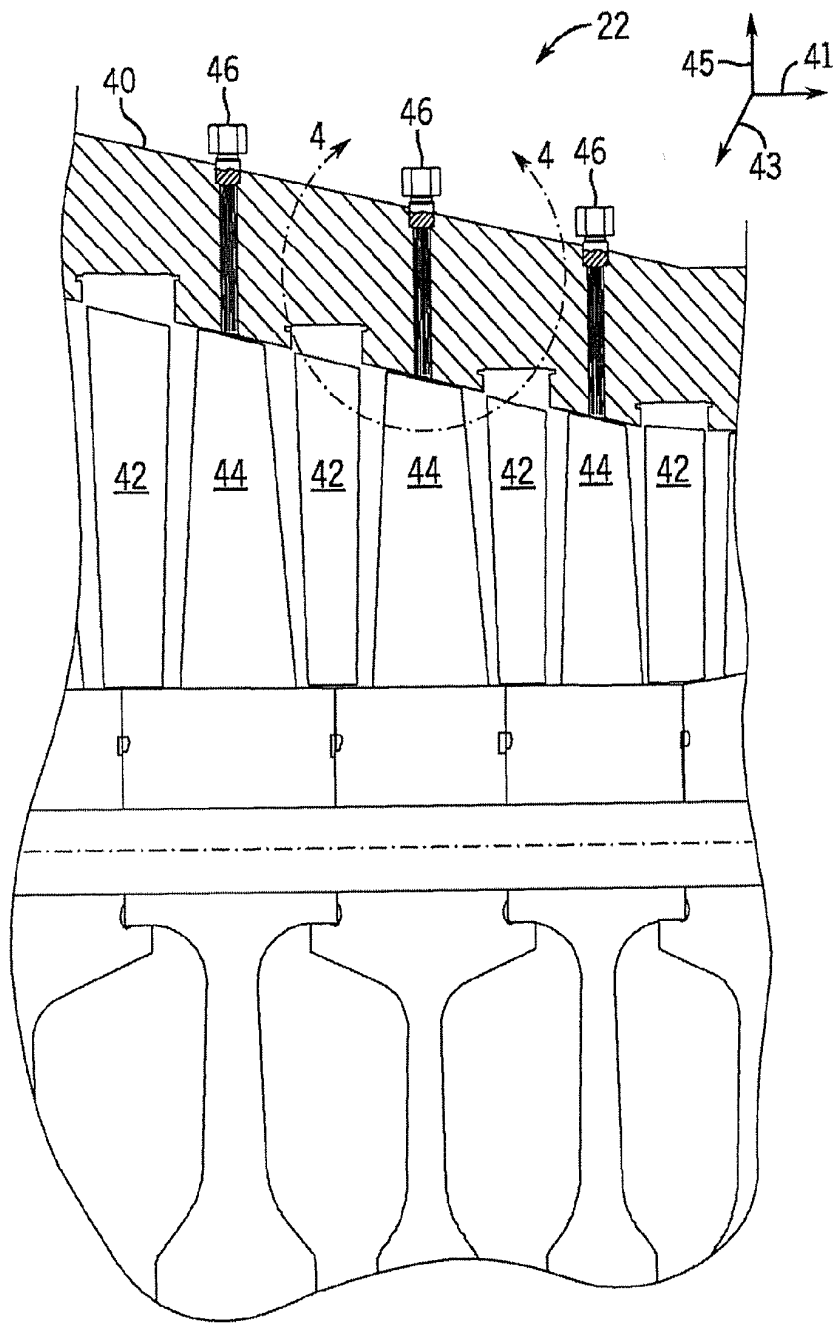


FIG. 3

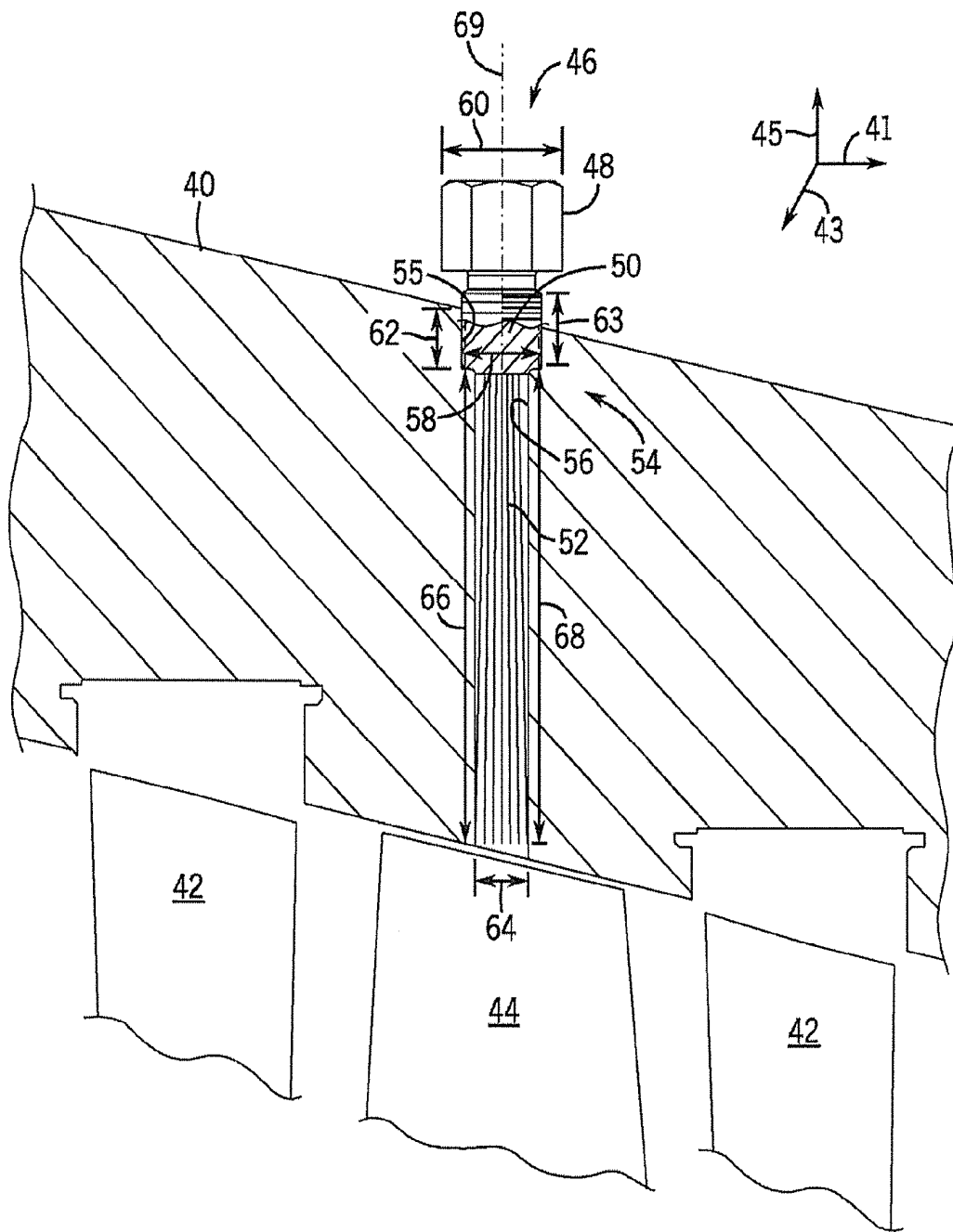


FIG. 4

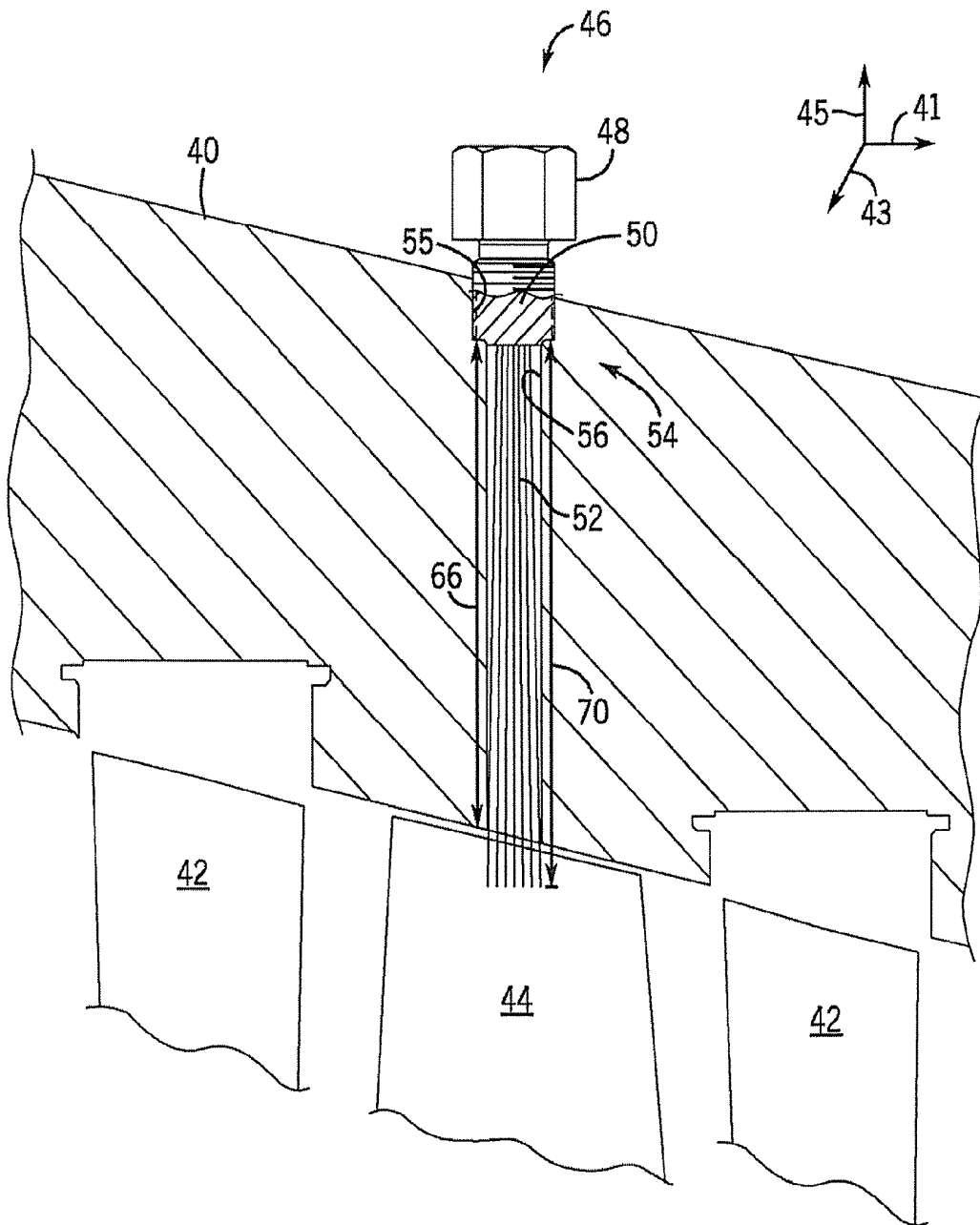


FIG. 5

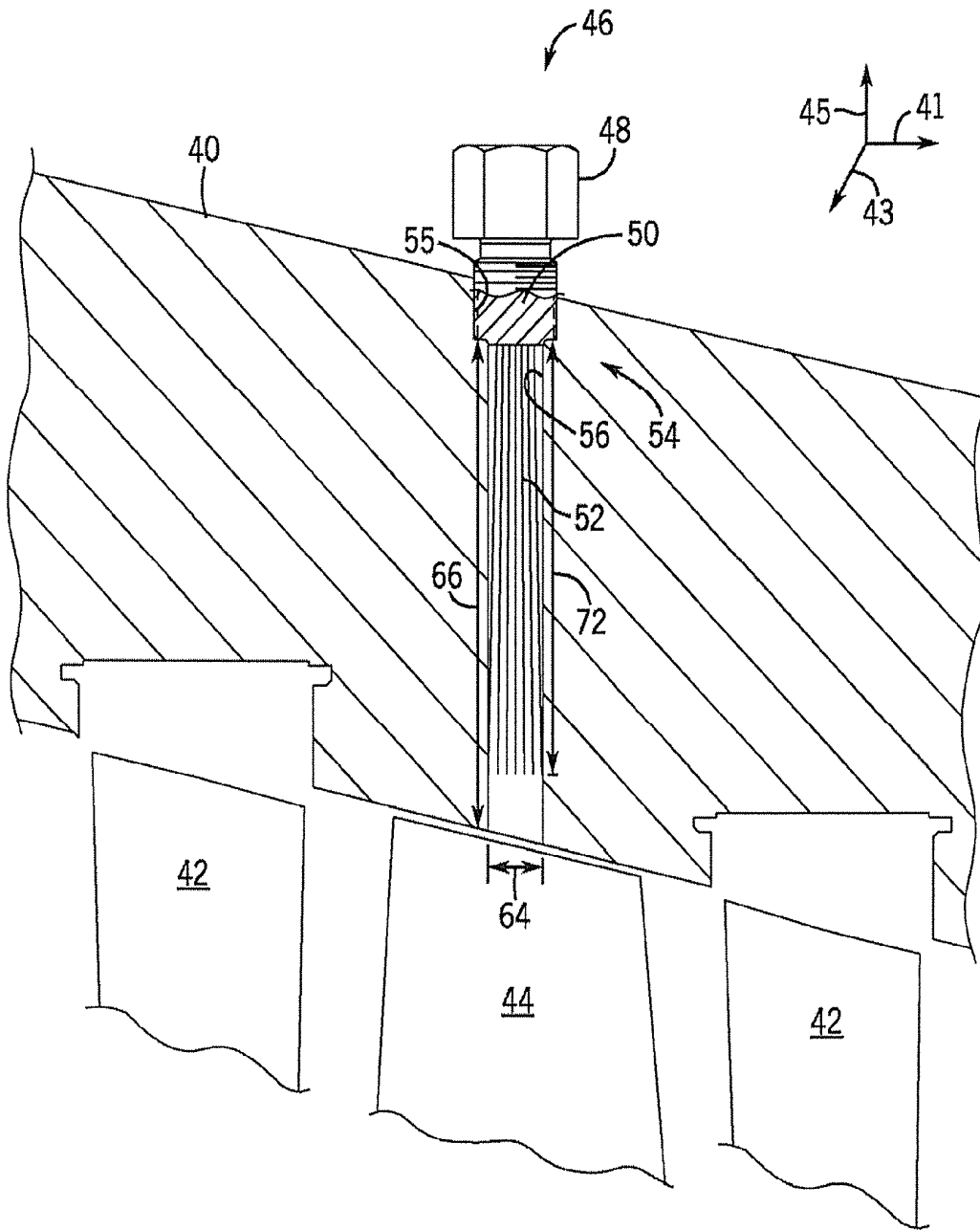


FIG. 6