



(10) **DE 10 2014 108 291 A1** 2014.12.24

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 108 291.5**

(22) Anmeldetag: **12.06.2014**

(43) Offenlegungstag: **24.12.2014**

(51) Int Cl.: **F02C 9/00 (2006.01)**
F02C 7/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
13/925,485 **24.06.2013** **US**

(71) Anmelder:
**GENERAL ELECTRIC COMPANY, Schenectady,
N.Y., US**

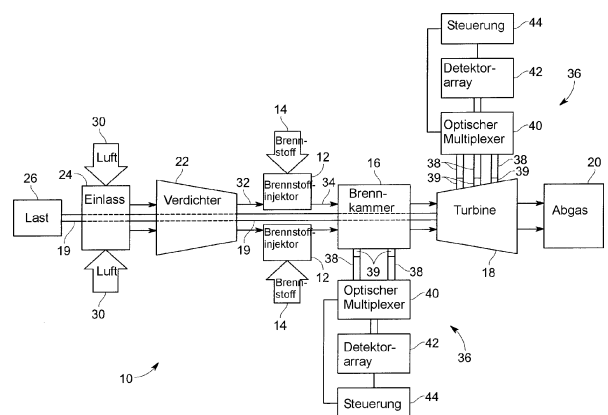
(74) Vertreter:
**Rüger, Barthelt & Abel Patentanwälte, 73728
Esslingen, DE**

(72) Erfinder:
**Hwang, Wontae, Niskayuna, N.Y., US; Jammu,
Vinay Bhaskar, Bangalore, Karnataka, IN; Karp,
Jason Harris, Niskayuna, N.Y., US; Sakami,
Mohamed, Cincinnati, Ohio, US; Challenger,
William Albert, Niskayuna, N.Y., US**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Optisches Überwachungssystem für eine Gasturbine**

(57) Zusammenfassung: Ein System zur optischen Überwachung einer Gasturbine weist einen optischen Multiplexer auf, der eingerichtet ist, um mehrere Bilder von jeweiligen Sichtöffnungen in die Gasturbine zu erhalten. Der optische Multiplexer weist eine bewegbare reflektierende Vorrichtung auf, die eingerichtet ist, um wahlweise wenigstens einen Teil jedes Bildes in Richtung eines Detektorarrays zu lenken, und das Detektorarray ist in Richtung einer festen Stelle auf dem optischen Multiplexer gerichtet.



Beschreibung**HINTERGRUND**

[0001] Der hierin offenbarte Gegenstand betrifft ein optisches Überwachungssystem für eine Gasturbine.

[0002] Bestimmte Gasturbinen weisen eine Turbine und/oder eine Brennkammer mit Sichtöffnungen auf, die eingerichtet sind, um die Überwachung diverser Komponenten innerhalb der Turbine und/oder der Brennkammer zu ermöglichen. Beispielsweise kann ein Pyrometriesystem Strahlensignale durch die Sichtöffnungen empfangen, um eine Temperatur von bestimmten Komponenten innerhalb des Heißgaspfads der Gasturbine zu messen. Das Pyrometriesystem kann mehrere Sensoren aufweisen, von denen jeder optisch mit einer jeweiligen Sichtöffnung verbunden und eingerichtet ist, um die Intensität der durch die Turbinenkomponenten und/oder die Brennkammerkomponenten emittierten Strahlung zu messen. Bestimmte Sensoren (z.B. optische Sensoren) sind beispielsweise eingerichtet, um einen Temperaturmesswert eines auf einer Sichtlinie gelegenen Punktes oder einen Durchschnittstemperaturwert jeder überwachten Komponente zu liefern. Die Verwendung einer Infrarotkamera mit einem zweidimensionalen Detektorarray kann zusätzliche Informationen hinsichtlich der Leistung jeder überwachten Komponente, wie z.B. der thermischer Belastung innerhalb der Komponente, liefern. Aufgrund der mit Infrarotkameras verbundenen Anschaffungskosten kann die Überwachung mehrerer Sichtöffnungen innerhalb der Gasturbine jedoch wirtschaftlich nicht zu realisieren sein.

KURZBESCHREIBUNG

[0003] In einer Ausführungsform weist ein System zur optischen Überwachung einer Gasturbine einen optischen Multiplexer auf, der eingerichtet ist, um mehrere Bilder von jeweiligen Sichtöffnungen in die Gasturbine zu erhalten. Der optische Multiplexer weist eine bewegbare reflektierende Vorrichtung auf, die eingerichtet ist, um wahlweise wenigstens einen Teil jedes Bildes in Richtung eines Detektorarrays zu lenken, und das Detektorarray ist in Richtung einer festen Stelle auf dem optischen Multiplexer gerichtet.

[0004] In dem System der vorstehend erwähnten ersten Ausführungsform kann die reflektierende Vorrichtung einen Spiegel aufweisen.

[0005] Alternativ kann die reflektierende Vorrichtung ein Prisma aufweisen.

[0006] In dem System jedes beliebigen vorstehenden Typs kann die reflektierende Vorrichtung eingerichtet sein, um sich zwischen einer ersten Position, die wenigstens einen Teil eines ersten Bildes in Rich-

tung des Detektorarrays lenkt, und einer zweiten Position, die wenigstens einen Teil eines zweiten Bildes in Richtung des Detektorarrays lenkt, verschieben zu können.

[0007] Alternativ oder zusätzlich kann die reflektierende Vorrichtung eingerichtet sein, um sich zwischen einer ersten Position, die wenigstens einen Teil eines ersten Bildes in Richtung des Detektorarrays lenkt, und einer zweiten Position, die wenigstens einen Teil eines zweiten Bildes in Richtung des Detektorarrays lenkt, verdrehen zu können.

[0008] Das System des zuvor erwähnten Typs kann eingerichtet sein, um die reflektierende Vorrichtung für eine erste Zeitdauer in die erste Position und für eine zweite Zeitdauer in die zweite Position zu verdrehen.

[0009] Alternativ oder zusätzlich kann das System eingerichtet sein, um die reflektierende Vorrichtung fortlaufend durch die erste und die zweite Position hinweg zu verdrehen.

[0010] Das System jedes beliebigen vorstehend erwähnten Typs kann eine Infrarotkamera mit dem Detektorarray aufweisen, wobei das Detektorarray eingerichtet ist, um Kurzwellen-Infrarotbilder, Mittelwellen-Infrarotbilder oder eine Kombination derselben zu detektieren.

[0011] Das System jedes beliebigen vorstehend erwähnten Typs kann mehrere optische Verbindungen aufweisen, die eingerichtet sind, um jedes Bild von der jeweiligen Sichtöffnung zu dem optischen Multiplexer zu übertragen.

[0012] In dem System jedes beliebigen vorstehend erwähnten Typs kann der optische Multiplexer mehrere Linsen aufweisen, die eingerichtet sind, um jedes jeweilige Bild über die reflektierende Vorrichtung auf das Detektorarray zu fokussieren.

[0013] In einer weiteren Ausführungsform weist ein System zur optischen Überwachung einer Gasturbine ein Detektorarray auf. Das System weist ferner einen optischen Multiplexer auf, der eingerichtet ist, um ein erstes Bild von einer ersten Sichtöffnung in die Gasturbine hinein zu empfangen und um ein zweites Bild von einer zweiten Sichtöffnung in die Gasturbine hinein zu empfangen. Der optische Multiplexer weist eine bewegbare reflektierende Vorrichtung auf, die eingerichtet ist, um sich wahlweise zwischen einer ersten Position, die wenigstens einen Teil des ersten Bildes in Richtung des Detektorarrays lenkt, und einer zweiten Position, die wenigstens einen Teil des zweiten Bildes in Richtung des Detektorarrays lenkt, zu bewegen. Außerdem ist das Detektorarray in Richtung einer festen Stelle auf dem optischen Multiplexer gerichtet.

[0014] Das zuvor erwähnte System gemäß der zweiten Ausführungsform kann eine Infrarotkamera mit dem Detektorarray aufweisen, wobei das Detektorarray eingerichtet ist, um Kurzwellen-Infrarotbilder, Mittelwellen-Infrarotbilder oder eine Kombination derselben zu detektieren.

[0015] In dem System gemäß der zweiten Ausführungsform jedes beliebigen vorstehend erwähnten Typs kann die reflektierende Vorrichtung einen Spiegel oder ein Prisma aufweisen.

[0016] In dem System gemäß der zweiten Ausführungsform jedes beliebigen vorstehend erwähnten Typs kann das Detektorarray eingerichtet sein, um mehrdimensionale Bilder zu detektieren.

[0017] Das System gemäß der zweiten Ausführungsform jedes beliebigen vorstehend erwähnten Typs kann konfiguriert sein, um die Gasturbine zu überwachen, während die Gasturbine im Betrieb ist.

[0018] In einer weiteren Ausführungsform weist ein System zur optischen Überwachung einer Gasturbine ein Detektorarray auf. Das System weist ferner einen optischen Multiplexer auf, der eingerichtet ist, um ein erstes Bild von einer ersten Sichtöffnung in die Gasturbine hinein zu empfangen und um ein zweites Bild von einer zweiten Sichtöffnung in die Gasturbine hinein zu empfangen. Der optische Multiplexer weist eine bewegbare reflektierende Vorrichtung auf, die eingerichtet ist, um wahlweise wenigstens einen Teil jedes Bildes in Richtung auf das Detektorarray zu lenken. Zusätzlich weist das System eine Steuerung auf, die eingerichtet ist, um die reflektierende Vorrichtung anzuweisen, sich zwischen einer ersten Position, die wenigstens einen Teil des ersten Bildes in Richtung des Detektorarrays lenkt, und einer zweiten Position, die wenigstens einen Teil des zweiten Bildes in Richtung des Detektorarrays lenkt, zu bewegen. Das Detektorarray ist in Richtung einer festen Stelle auf dem optischen Multiplexer gerichtet.

[0019] In dem System gemäß der dritten Ausführungsform, wie vorstehend erwähnt, kann die Steuerung eingerichtet sein, um die reflektierende Vorrichtung anzuweisen, sich für eine erste Zeitdauer zu der ersten Position und für eine zweite Zeitdauer zu der zweiten Position zu verdrehen.

[0020] Alternativ kann die Steuerung eingerichtet sein, um die reflektierende Vorrichtung anzuweisen, sich fortlaufend durch die erste und die zweite Position hindurch zu verdrehen.

[0021] Alternativ oder zusätzlich kann die Steuerung eingerichtet sein, um die reflektierende Vorrichtung anzuweisen, sich für eine erste Zeitdauer zu der ersten Position und für eine zweite Zeitdauer zu der zweiten Position zu verschieben.

[0022] In dem System gemäß der dritten Ausführungsform jedes beliebigen vorstehend erwähnten Typs können die erste und zweite Sichtöffnung eingerichtet sein, um Bilder von wenigstens entweder einer Turbine und/oder einer Brennkammer der Gasturbine zu empfangen.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0023] Diese und weitere Merkmale, Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden verständlicher, wenn die nachstehende detaillierte Beschreibung mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen gelesen wird, in denen gleiche Bezugszeichen gleiche Teile in allen Zeichnungen bezeichnen, worin:

[0024] Fig. 1 ist ein Blockdiagramm einer Ausführungsform eines Gasturbinensystems, das ein optisches Überwachungssystem, das zur Überwachung mehrerer Sichtöffnungen mit einem einzigen Detektorarray eingerichtet ist, aufweist.

[0025] Fig. 2 ist eine Querschnittansicht einer Ausführungsform eines Turbinenabschnitts, der diverse Turbinenkomponenten aufweist, die mittels eines optischen Überwachungssystems überwacht werden können;

[0026] Fig. 3 ist eine Querschnittansicht einer Ausführungsform einer Brennkammer einschließlich diverser Brennkammerkomponenten, die mittels eines optischen Überwachungssystems überwacht werden können;

[0027] Fig. 4 ist eine schematische Ansicht einer Ausführungsform eines optischen Überwachungssystems mit einem optischen Multiplexer;

[0028] Fig. 5 ist eine schematische Ansicht einer weiteren Ausführungsform eines optischen Überwachungssystems mit einem optischen Multiplexer; und

[0029] Fig. 6 ist eine schematische Ansicht einer weiteren Ausführungsform eines optischen Überwachungssystems mit einem optischen Multiplexer.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0030] Im Folgenden sind eine oder mehrere spezielle Ausführungsformen beschrieben. Im Bestreben, eine kurz gefasste Beschreibung dieser Ausführungsformen zu liefern, sind eventuell nicht alle Merkmale einer tatsächlichen Implementierung in der Beschreibung erfasst. Es sollte zur Kenntnis genommen werden, dass bei der Entwicklung einer derartigen tatsächlichen Implementierung – wie bei jedem Konstruktions- oder Planungsprojekt – zahlreiche implementierungsspezifische Entscheidungen getroffen werden müssen, um spezifische Ziele der Entwickler zu erreichen, wie zum Beispiel, wenn An-

lagen- oder geschäftsbezogene Beschränkungen zu berücksichtigen sind, die von einer Implementierung zu einer anderen variieren können. Es sollte ebenfalls zur Kenntnis genommen werden, dass ein derartiger Entwicklungsaufwand zwar komplex und zeitaufwendig sein kann, aber für Durchschnittsfachleute, die den Vorteil dieser Offenbarung haben, nichtsdestoweniger ein Routineunterfangen zum Entwurf und zur Herstellung darstellen würde.

[0031] Wenn Elemente verschiedener Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung eingeführt werden, sollen die Artikel „ein“, „eine“, „der“, „die“ und „das“ bedeuten, dass es ein oder mehrere dieser Elemente geben kann. Die Ausdrücke „aufweisen“, „enthalten“ und „haben“ sollen im Sinne von „inklusive“ verstanden werden und bedeuten, dass außer den gelisteten Elementen weitere Elemente vorhanden sein können.

[0032] Die hierin offenbarten Ausführungsformen können die Bestimmung eines zweidimensionalen Temperaturprofils mehrerer Komponenten innerhalb einer Gasturbine unter Verwendung eines einzigen Detektorarrays ermöglichen. In bestimmten Ausführungsformen weist ein optisches Überwachungssystem einen optischen Multiplexer, der zum Empfang mehrerer Bilder von jeweiligen Sichtöffnungen in eine Gasturbine hinein eingerichtet ist, auf. Der optische Multiplexer weist eine bewegbare reflektierende Vorrichtung auf, die eingerichtet ist, um wahlweise wenigstens einen Teil jedes Bildes in Richtung eines Detektorarrays zu richten, der in Richtung einer festen Stelle auf dem optischen Multiplexer gerichtet ist. In bestimmten Ausführungsformen kann das optische Überwachungssystem beispielsweise einen Spiegel oder ein Prisma aufweisen, der bzw. das eingerichtet ist, um zwischen einer ersten Position, in der wenigstens ein Teil eines ersten Bildes in Richtung des Detektorarrays gelenkt wird, und einer zweiten Position, in der wenigstens ein Teil eines zweiten Bildes in Richtung des Detektorarrays gelenkt wird, verdreht zu werden. In weiteren Ausführungsformen kann der optische Multiplexer einen Spiegel oder ein Prisma aufweisen, der bzw. das eingerichtet ist, um zwischen einer ersten Position, in der wenigstens ein Teil eines ersten Bildes in Richtung des Detektorarrays gelenkt wird, und einer zweiten Position, in der wenigstens ein Teil eines zweiten Bildes in Richtung des Detektorarrays gelenkt wird, verschoben zu werden. Weil der optische Multiplexer eingerichtet ist, um wahlweise mehrere Bilder von mehreren Sichtöffnungen (die z.B. in eine Turbine hinein und/oder in eine Brennkammer hinein gerichtet sind) in Richtung auf ein einziges Detektorarray zu lenken, können die Kosten des optischen Überwachungssystems im Vergleich zu optischen Überwachungssystemen, die mehrere Detektorarrays (z.B. ein einzelnes Detektorarray für jede jeweilige Sichtöffnung) aufweisen, wesentlich reduziert werden. Zusätzlich können,

weil das Detektorarray die Bestimmung eines zweidimensionalen Temperaturprofils jeder überwachten Komponente erleichtern kann, zusätzliche Informationen (z.B. die thermische Belastung innerhalb der Komponente) bestimmt werden.

[0033] Bezugnehmend nun auf die Zeichnungen, zeigt **Fig. 1** ein Blockdiagramm einer Ausführungsform eines Turbinensystems **10**, das ein optisches Überwachungssystem aufweist, das zur Überwachung mehrerer Sichtöffnungen mit einem einzigen Detektorarray eingerichtet ist. Das Turbinensystem **10** weist einen Brennstoffinjektor **12**, eine Brennstoffversorgung **14** und eine Brennkammer **16** auf. Wie gezeigt, leitet die Brennstoffversorgung **14** einen flüssigen und/oder gasförmigen Brennstoff, beispielsweise Erdgas, zu dem Gasturbinensystem **10**, durch den Brennstoffinjektor **12** in die Brennkammer **16** hinein. Wie nachfolgend erörtert, ist der Brennstoffinjektor **12** dazu eingerichtet, den Brennstoff einzuspritzen und mit verdichteter Luft zu vermischen. In der Brennkammer **16** wird das Brennstoff-Luft-Gemisch entzündet und verbrannt, und anschließend wird heißes unter Druck stehendes Abgas in eine Turbine **18** geleitet. Wie verstanden wird, enthält die Turbine **18** einen oder mehrere Statoren mit feststehenden Leitschaufeln oder Schaufeln und ein oder mehrere Rotoren mit Laufschaufeln, die sich relativ zu den Statoren drehen. Das Abgas passiert die Laufschaufeln der Turbine und treibt dadurch den Turbinenrotor drehend an. Eine Kopplung zwischen dem Turbinenrotor mit einer Welle **19** ruft eine Drehung der Welle **19** hervor, die ferner mit verschiedenen Komponenten in der gesamten Gasturbinensystem **10** verbunden ist, wie dargestellt. Schließlich tritt das Abgas des Verbrennungsprozesses über einen Abgasauslass **20** aus dem Gasturbinensystem **10** aus.

[0034] Ein Verdichter **22** enthält Laufschaufeln, die starr an einem Rotor befestigt sind, der durch die Welle **19** dazu angetrieben wird, umzulaufen. Wenn Luft die umlaufenden Laufschaufeln durchströmt, steigt der Luftdruck, wodurch die Brennkammer **16** mit ausreichend Luft für eine ordnungsgemäße Verbrennung versorgt wird. Der Verdichter **22** lässt Luft in das Gasturbinensystem **10** über einen Lufteinlass **24** ein. Die Welle **19** kann weiter mit einer Last **26** verbunden sein, die durch die Drehung der Welle **19** angetrieben wird. Wie erkannt wird, kann die Last **26** jede geeignete Vorrichtung, die die Leistung der Drehausgabe des Gasturbinensystems **10** nutzen kann, beispielsweise ein Kraftwerk oder eine externe mechanische Last, sein. Die Last **26** kann zum Beispiel einen elektrischen Generator, einen Flugzeugpropeller usw. umfassen. Der Lufteinlass **24** zieht Luft **30** in das Gasturbinensystem **10** mithilfe eines geeigneten Mechanismus, beispielsweise über eine Kaltluftansaugung, ein. Die Luft **30** strömt dann durch die Laufschaufeln des Verdichters **22**, der der Brennkammer **16** verdichtete Luft **32** zuführt. Insbesondere kann

der Brennstoffinjektor **12** die verdichtete Luft **32** und den Brennstoff **14** als Brennstoff-Luft-Gemisch **34** in die Brennkammer **16** injizieren. Alternativ können die verdichtete Luft **32** und der Brennstoff **14** zur Vermischung und Verbrennung direkt in die Brennkammer injiziert werden.

[0035] Wie veranschaulicht, weist die Turbinenanlage **10** ein optisches Überwachungssystem **36** auf, das mit der Turbine **18** optisch verbunden ist. In der gezeigten Ausführungsform enthält das optische Überwachungssystem **36** optische Verbindungen **38** (z.B. Glasfaserkabel, Lichtwellenleiter, usw.), die sich zwischen jeweiligen Sichtöffnungen **39** in die Turbine **18** hinein und einem optischen Multiplexer **40** erstrecken. Wie nachfolgend detaillierter beschrieben, ist der optische Multiplexer **40** eingerichtet, um jeweilige Bilder von jeder Sichtöffnung **39** zu erhalten und um wahlweise wenigstens einen Teil jedes Bildes in Richtung eines Detektorarrays **42** zu lenken, das in Richtung einer festen Stelle an dem optischen Multiplexer **40** gerichtet ist. Das Detektorarray **42** ist eingerichtet, um die Bilder von dem optischen Multiplexer **40** zu empfangen und um jeweilige Signale auszugeben, die eine Intensitätskarte (z.B. eine eindimensionale Intensitätskarte, eine zweidimensionale Intensitätskarte, usw.) einer Strahlungsenergie innerhalb eines gewünschten Wellenlängenbereiches für jedes Bild kennzeichnen. In der veranschaulichten Ausführungsform ist das Detektorarray **42** mit einer Steuerung **44** kommunikationsmäßig verbunden, die eingerichtet ist, um die Signale zu empfangen und auf der Basis der Signale eine zweidimensionale Temperaturkarte jeder überwachten Turbinenkomponente zu berechnen. Weil das optische Überwachungssystem **36** eine zweidimensionale Temperaturkarte erzeugt, kann ein Temperaturgradient über jede gesamte überwachte Turbinenkomponente hinweg gemessen werden, wodurch im Vergleich zu Einrichtungen, die lediglich eine Temperaturmessung eines Punktes auf einer Sichtlinie oder eine Durchschnittstemperatur jeder überwachten Komponente messen, zusätzliche Informationen hinsichtlich der Komponentenbelastung geliefert werden.

[0036] In der veranschaulichten Ausführungsform ist die Steuerung **44** auch mit dem optischen Multiplexer **40** kommunikationsmäßig verbunden. Wie nachfolgend detaillierter beschrieben, weist der optische Multiplexer **40** eine bewegbare reflektierende Vorrichtung (z.B. einen Spiegel, ein Prisma, etc.) auf, die eingerichtet sind, um wahlweise wenigstens einen Teil jedes Bildes von jeder jeweiligen Sichtöffnung in Richtung des Detektorarrays **42** zu lenken. Die Steuerung **44** ist eingerichtet, um die reflektierende Vorrichtung anzuweisen, sich zwischen mehreren Positionen zu bewegen, wodurch entsprechende Bilder in Richtung auf das Detektorarray **42** gerichtet werden. Die Steuerung **44** kann beispielsweise die reflektierende Vorrichtung anweisen, sich für eine

erste Zeitdauer zu einer ersten Position zu verdrehen, wodurch ein erstes Bild in Richtung des Detektorarrays gelenkt wird. Die Steuerung **44** kann dann die reflektierende Vorrichtung anweisen, sich für eine zweite Zeitdauer zu einer zweiten Position zu verdrehen, wodurch ein zweites Bild in Richtung des Detektorarrays gelenkt wird. Alternativ kann die Steuerung eingerichtet sein, um die reflektierende Vorrichtung anzuweisen, fortlaufend durch die erste und zweite Position hindurch zu rotieren. In weiteren Ausführungsformen kann die Steuerung die reflektierende Vorrichtung anweisen, sich für eine erste Zeitdauer zu einer ersten Position zu verschieben, wodurch ein erstes Bild in Richtung des Detektorarrays gelenkt wird. Die Steuerung **44** kann dann die reflektierende Vorrichtung anweisen, sich für eine zweite Zeitdauer zu einer zweiten Position zu verschieben, wodurch ein zweites Bild in Richtung des Detektorarrays gelenkt wird. Durch eine Steuerung des Betriebs des optischen Multiplexers **40**, kann die Steuerung **44** wählen, welches Bild von der Turbine zu dem Detektorarray **42** übermittelt wird.

[0037] In bestimmten Ausführungsformen ist die Steuerung **44** eine elektronischer Steuereinrichtung mit elektrischen Schaltkreisen, die eingerichtet sind, um den Betrieb des optischen Multiplexers **40** zu steuern und/oder um Daten von dem Detektorarray **42** zu verarbeiten. Beispielsweise kann die Steuerung **44** Prozessoren, Datenspeichervorrichtungen und Arbeitsspeichervorrichtungen aufweisen. Der/ die Prozessor(en) kann/können verwendet werden, um eine Software, z.B. eine Steuerungssoftware für optische Multiplexer, Bildverarbeitungssoftware, usw.) auszuführen. Darüber hinaus kann/können der Prozessor/die Prozessoren einen oder mehrere Mikroprozessor(en), z.B. einen oder mehrere „Universalzweck“-Mikroprozessoren, einen oder mehrere Spezialzweck-Mikroprozessoren und/oder anwendungsspezifische integrierte Schaltkreise (ASICs) oder irgendeine Kombination derselben, aufweisen. Beispielsweise kann/können der Prozessor/die Prozessoren einen oder mehrere Prozessoren mit reduziertem Befehlssatz (RISC-Prozessoren) aufweisen.

[0038] Die Datenspeichervorrichtung(en) (z.B. nichtflüchtiger Speicher) kann/können einen Nur-Lese-Speicher (ROM), einen Flash-Speicher, eine Festplatte oder ein anderes geeignetes optisches, magnetisches oder Festkörperspeicher(SSD)-Medium oder eine Kombination derselben aufweisen. Die Arbeitsspeichervorrichtung(en) kann/können Daten (z.B. Bilddaten, Multiplexersteuerungsdaten, usw.), Anweisungen (z.B. Software oder Firmware zur Steuerung des Multiplexers, usw.) und beliebige andere geeignete Daten speichern. Die Arbeitsspeichervorrichtung(en) kann/können einen flüchtigen Speicher, z.B. einen Speicher mit wahlfreiem Zugriff (RAM) und/oder einen nichtflüchtigen Speicher, z.B. ROM, aufweisen. Die Arbeitsspeichervorrichtung

(en) kann/können diverse Informationen speichern und können für diverse Zwecke verwendet werden. Beispielsweise kann/können die Speichervorrichtung (en) vom Prozessor ausführbare Anweisungen (z.B. Firmware oder Software) speichern, die von dem/den Prozessor(en) ausgeführt werden sollen, z.B. Anweisungen für eine Steuerungssoftware für optische Multiplexer und/oder eine Bildverarbeitungssoftware.

[0039] In der veranschaulichten Ausführungsform weist das Gasturbinensystem **10** ein zweites optisches Überwachungssystem **36** auf, das optisch mit der Brennkammer **16** verbunden ist. Ähnlich dem vorstehend beschriebenen optischen Überwachungssystem weist das optische Überwachungssystem für die Brennkammer mehrere optische Verbindungen **38** auf, die sich zwischen jeweiligen Sichtöffnungen **39**, die in die Brennkammer **16** hinein gerichtet sind, und einem optischen Multiplexer **40** erstrecken. Der optische Multiplexer **40** ist eingerichtet, um jeweilige Bilder von den Sichtöffnungen **39** zu erhalten und um wahlweise wenigstens einen Teil jedes Bildes in Richtung eines Detektorarrays **42** zu lenken, das in Richtung einer festen Stelle an dem optischen Multiplexer **40** gerichtet ist. Während die veranschaulichte Ausführungsform gesonderte optische Überwachungssysteme **36** verwendet, um die Brennkammer **16** und die Turbine **18** zu überwachen, sollte erkannt werden, dass in alternativen Ausführungsformen ein einziges optisches Überwachungssystem mit einem einzigen optischen Multiplexer verwendet werden kann, um die Brennkammer **16** und die Turbine **18** zu überwachen. In derartigen Ausführungsformen können sich eine oder mehrere Verbindungen von der Turbine **18** und der Brennkammer **16** zu dem Multiplexer **40** erstrecken. In weiteren Ausführungsformen können ein oder mehrere optische Überwachungssysteme zur Überwachung von Komponenten innerhalb des Verdichters **22**, des Einlasses **24**, den Brennstoffinjektoren **12** und/oder dem Auslass **20** verwendet werden.

[0040] Fig. 2 zeigt eine Querschnittsansicht eines Turbinenabschnitts, einschließlich verschiedener Turbinenkomponenten, die von dem optischen Überwachungssystem **36** überwacht werden können. Wie veranschaulicht, strömt Abgas **46** von der Brennkammer **16** in einer axialen Richtung **48** und/oder einer Umfangsrichtung **50** in die Turbine **18** hinein. Die veranschaulichte Turbine **18** weist wenigstens zwei Stufen auf, wobei die ersten zwei Stufen in Fig. 2 veranschaulicht sind. Andere Turbinenkonfigurationen können mehr oder weniger Turbinenstufen enthalten. Zum Beispiel kann eine Turbine 1, 2, 3, 4, 5, 6 oder mehrere Turbinenstufen enthalten. Die erste Turbinenstufe enthält Leitschaufeln **52** und Laufschaufeln **54**, die in der Umfangsrichtung **50** rings um die Turbine **18** im Wesentlichen gleichmäßig voneinander beabstandet angeordnet sind. Die Leitschaufeln **52** der ersten Stufe sind an der Turbine **18** starr montiert und konfiguriert, um Verbrennungsgase in Richtung auf

die Laufschaufeln **54** zu richten. Die Laufschaufeln **54** der ersten Stufe sind an einem Rotor **56** montiert, der durch das Abgas **46**, das an den Laufschaufeln **54** vorbeiströmt, drehend angetrieben wird. Der Rotor **56** ist wiederum mit der Welle **19** gekoppelt, die den Verdichter **22** und die Last **26** antreibt. Das Abgas **46** durchströmt anschließend Leitschaufeln **58** der zweiten Stufe und Laufschaufeln **60** der zweiten Stufe. Die Laufschaufeln **60** der zweiten Stufe sind ebenfalls mit dem Rotor **56** gekoppelt. Wenn das Abgas **46** durch jede Stufe strömt, wird Energie von dem Gas in Rotationsenergie des Rotors **56** umgewandelt. Nachdem es jede Turbinenstufe durchströmt hat, tritt das Abgas **46** aus der Turbine **18** in der axialen Richtung **48** aus.

[0041] In der veranschaulichten Ausführungsform erstreckt sich jede Leitschaufel **52** der ersten Stufe von einer Endwand **62** in einer radialen Richtung **64** nach außen. Die Endwand **62** ist so gestaltet, dass sie das heiße Abgas **46** daran hindert, zu dem Rotor **56** zu gelangen. Eine ähnliche Endwand kann an die Leitschaufeln **58** der zweiten Stufe und an darauffolgende stromabwärtige Leitschaufeln (soweit vorhanden) angrenzen. Auf ähnliche Weise erstreckt sich jede Laufschaufel **54** der ersten Stufe von einer Plattform **66** in der radialen Richtung **64** nach außen. Wie erkannt wird, ist die Plattform **66** Teil eines Schafts **68** ist, der die Laufschaufel **54** mit dem Rotor **56** verbindet. Der Schaft **68** umfasst auch eine Dichtung oder eine Engelflügeldichtung **70**, die dazu eingerichtet ist zu verhindern, dass das heiße Abgas **46** in den Rotor **56** eindringt. Ähnliche Plattformen und Engelflügeldichtungen können benachbart zu den Laufschaufeln **60** der zweiten Stufe und darauffolgenden stromabwärtigen Laufschaufeln, soweit vorhanden, vorhanden sein. Darüber hinaus ist ein Deckband **72** radial außen von den Laufschaufeln **54** der ersten Stufe angeordnet. Das Deckband **72** ist eingerichtet, um die Menge an Abgas **46**, die die Laufschaufeln **56** umströmt, zu reduzieren. Der Gas-Bypass ist unerwünscht, weil Energie von dem umströmenden Gas nicht von den Laufschaufeln **54** erfasst und in Rotationsenergie umgewandelt wird. Während das optische Überwachungssystem **36** nachstehend in Bezug auf die Überwachung von Komponenten innerhalb der Turbine **18** einer Gasturbine **10** beschrieben ist, sollte erkannt werden, dass das optische Überwachungssystem **36** zur Überwachung von Komponenten in anderen rotierenden und/oder sich hin- und her bewegendenden Maschinen, z.B. einer Turbine, in der Dampf oder ein anderes Arbeitsfluid Turbinenlaufschaufel durchströmt, um Leistung oder Schub zu liefern, eingesetzt werden kann.

[0042] Wie erkannt wird, sind verschiedene Komponenten innerhalb der Turbine **18** (z.B. die Leitschaufeln **52** und **58**, die Laufschaufeln **54** und **60**, die Endwände **62**, die Plattformen **66**, die Engelflügeldichtungen **70**, die Deckbänder **72**, usw.) dem heißen Abgas **46** aus der Brennkammer ausgesetzt. Dementspre-

chend kann es wünschenswert sein, eine Temperatur bestimmter Komponenten während des Betriebs der Turbine **18** zu messen um sicherzustellen, dass die Temperatur innerhalb eines gewünschten Bereiches bleibt, und/oder um die thermische Belastung innerhalb der Komponenten zu überwachen. Beispielsweise kann das optische Überwachungssystem **36** eingerichtet sein, um eine zweidimensionale Temperaturkarte der Turbinenlaufschaufel **54** der ersten Stufe zu bestimmen. Wie erkannt wird, kann die zweidimensionale Temperaturkarte verwendet werden, um einen Temperaturgradienten über jeder Laufschaufel **54** zu bestimmen, wodurch eine Berechnung der thermischen Belastung innerhalb der Laufschaufel **54** erleichtert wird.

[0043] Weil die Temperatur auf der gesamten Oberfläche der Laufschaufel **54** variieren kann, weist die veranschaulichte Ausführungsform drei Sichtöffnungen **39** auf, die in Richtung verschiedener Bereiche der Laufschaufel **54** gerichtet sind. Drei optische Verbindungen **38** verbinden die Sichtöffnungen **39** optisch mit dem optischen Multiplexer **40**. Wie veranschaulicht, ist eine erste optische Verbindung **69** eingerichtet, um ein Bild eines stromaufwärts gelegenen Abschnitts der Laufschaufel **54** zu dem optischen Multiplexer **40** zu übertragen, eine zweite optische Verbindung **71** ist eingerichtet, um ein Bild einer Umfangsseite der Laufschaufel **54** zu dem optischen Multiplexer **40** übertragen, und eine dritte optische Verbindung **73** ist eingerichtet, um ein Bild eines stromabwärts gelegenen Abschnitts der Laufschaufel **54** zu dem optischen Multiplexer **40** zu übertragen. Die Sichtöffnungen **39** können unter einem Winkel in der axialen Richtung **48**, der Umfangsrichtung **50** und/oder der radialen Richtung **63** ausgerichtet sein, um die Sichtöffnungen **39** in Richtung der gewünschten Bereiche der Laufschaufel **54** zu richten. In alternativen Ausführungsformen können mehr oder weniger Sichtöffnungen **39** und optische Verbindungen **38** verwendet werden, um Bilder der Laufschaufel **54** der ersten Stufe zu erhalten. Beispielsweise können bestimmte Ausführungsformen 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 oder mehrere Sichtöffnungen **39** und eine entsprechende Anzahl optischer Verbindungsvorrichtungen **38** verwenden, um Bilder der Laufschaufel **54** zu dem optischen Multiplexer **40** zu übertragen. Es wird erkannt, dass je mehr Sichtöffnungen **39** und optische Verbindungen verwendet werden, umso mehr Bereiche der Laufschaufel **54** überwacht werden können. Die optischen Verbindungsvorrichtungen **38** können beispielsweise Glasfaserkabel oder ein optisches Bildgebungssystem (z.B. ein starres Lichtwellenleiter-Bildgebungssystem) aufweisen. Es sollte auch erkannt werden, dass bestimmte Ausführungsformen die optischen Verbindungen **38** weglassen können und der optische Multiplexer **40** direkt mit den Sichtöffnungen **39** optisch verbunden sein kann.

[0044] Während in der veranschaulichten Ausführungsform die Sichtöffnungen **39** in Richtung der Laufschaufeln **54** der erste Stufe gerichtet sind, sollte erkannt werden, dass die Sichtöffnungen **39** in alternativen Ausführungsformen in Richtung anderer Turbinenkomponenten gerichtet sein können. Beispielsweise können eine oder mehrere Sichtöffnungen **39** in Richtung der Leitschaufeln **52** der erste Stufe, der Leitschaufeln **58** der zweiten Stufe, der Laufschaufeln **60** der zweiten Stufe, der Endwände **62**, der Plattformen **66**, der Engelflügeldichtungen **70**, der Deckbänder **72** oder anderer Komponenten innerhalb der Turbine **18** gerichtet sein. Weitere Ausführungsformen können Sichtöffnungen **39** aufweisen, die in Richtung mehrerer Komponenten innerhalb der Turbine **18** gerichtet sind. Ähnlich den Laufschaufeln **54** der ersten Stufe kann das optische Überwachungssystem **36** eine zweidimensionale Temperaturkarte für jede Komponente innerhalb des Sichtfeldes einer Sichtöffnung **39** bestimmen. Auf diese Weise kann eine thermische Belastung in verschiedenen Turbinenkomponenten gemessen werden, wodurch einem Bediener Daten zur Verfügung gestellt werden, die zur Anpassung von Betriebsparametern des Turbinensystems **10** und/oder zur Bestimmung von Instandhaltungsintervallen verwendet werden können.

[0045] Wie vorstehend erläutert, übertragen die optischen Verbindungen **38** (z.B. Glasfaserkabel, Lichtwellenleiter, etc.) Bilder von der Turbine **18** zu dem optischen Multiplexer **40**. Der optische Multiplexer **40** ist wiederum eingerichtet, um wahlweise jedes Bild zu dem Detektorarray **42** zu übertragen. Der optische Multiplexer **40** weist eine bewegbare reflektierende Vorrichtung auf, die eingerichtet ist, um wahlweise wenigstens einen Teil jedes Bildes in Richtung eines Detektorarrays **42** zu lenken, das in Richtung einer festen Stelle auf dem optischen Multiplexer gerichtet ist. Wie nachfolgend detailliert erläutert, ist die bewegbare reflektierende Vorrichtung (z.B. ein Spiegel, ein Prisma, usw.) eingerichtet um sich zu drehen oder zu verschieben, um wahlweise jedes Bildes in Richtung des Detektorarrays **42** zu richten. Dementsprechend kann die bewegbare reflektierende Vorrichtung drehbar sein, wodurch eine Rotationsbewegung ermöglicht wird, oder verschiebbar sein, wodurch eine Translationsbewegung ermöglicht wird.

[0046] Das Detektorarray **42** ist eingerichtet, um jedes Bild zu empfangen und Signale auszugeben, die eine Intensitätskarte von Strahlungsenergie innerhalb eines gewünschten Wellenlängenbereiches für jedes Bild kennzeichnen. Das Detektorarray **42** kann eingerichtet sein, um über eine Zeitperiode hinweg mehrere Bilder zu erfassen. Wie erkannt wird, können bestimmte Turbinenkomponenten, wie z.B. die vorstehend beschriebenen Laufschaufeln **54** der ersten Stufe, mit hoher Drehzahl entlang der Umfangsrichtung **50** der Turbine **18** rotieren. Um ein Bild von solchen Komponenten zu erfassen, kann das

Detektorarray **42** dementsprechend eingerichtet sein, um mit einer Frequenz zu arbeiten, die ausreicht, um zu der Steuerung **44** im Wesentlichen ein Standbild von jeder Komponente zu liefern. In bestimmten Ausführungsformen kann das Detektorarray **42** beispielsweise eingerichtet sein, um die die Intensitätskarte jedes Bildes kennzeichnenden Signale mit einer Frequenz, die größer als ungefähr 25.000, 50.000, 100.000, 200.000, 400.000, 600.000, 800.000 oder 1.000.000 Hz oder höher ist, auszugeben. In weiteren Ausführungsformen kann das Detektorarray **42** eingerichtet sein, um die die Intensitätskarte jedes Bildes kennzeichnenden Signale bei einer Integrationszeit, die kürzer als ungefähr 25, 20, 15, 10, 5, 3, 2, 1 oder 0,5 Mikrosekunden oder kürzer ist, auszugeben. Auf diese Weise kann für jede rotierende Turbinenkomponente eine zweidimensionale Temperaturkarte erzeugt werden.

[0047] Fig. 3 zeigt eine Querschnittsansicht einer Ausführungsform einer Brennkammer **16**, die verschiedene Brennkammerkomponenten aufweist, die durch das optische Überwachungssystem **36** überwacht werden können. Wie veranschaulicht, weist die Brennkammer **16** Brennstoffdüsen **12** auf, die an einer Endabdeckung **74** an einer Basis der Brennkammer **16** befestigt sind. In bestimmten Ausführungsformen kann die Brennkammer **16** fünf oder sechs Brennstoffdüsen **12** aufweisen. In anderen Ausführungsformen kann die Brennkammer **16** eine einzige große Brennstoffdüse **12** aufweisen. Die Oberflächen und Geometrie der Brennstoffdüsen **12** sind besonders eingerichtet, um die Vermischung zwischen der Luft und dem Brennstoff zu verstärken, während das Brennstoff-Luft-Gemisch stromabwärts durch die Brennkammer **16** strömt. Die verstärkte Vermischung kann die Brennkammereffizienz erhöhen, wodurch in der Turbine mehr Leistung erzeugt wird. Das Brennstoff-Luft-Gemisch wird von den Brennstoffdüsen **12** in eine stromabwärtige Richtung **76** in die Verbrennungszone **78** innerhalb des Brennkammergehäuses **80** ausgestoßen. Die Verbrennungszone **78** ist stromabwärts von den Brennstoffdüsen **12** angeordnet, um die Wärmeübertragung von dem heißen Verbrennungsgas auf die Brennstoffdüsen **12** zu reduzieren. In der veranschaulichten Ausführungsform ist die Verbrennungszone **78** im Innern des Brennkammergehäuses **80**, stromabwärts von den Brennstoffdüsen **12** und stromaufwärts von einem Übergangsstück **82** der Brennkammer **16** angeordnet. Das Übergangsstück **82** lenkt das unter Druck stehende Abgas in Richtung der Turbine **18** hin und weist einen konvergierenden Abschnitt auf, der eingerichtet ist, um eine Geschwindigkeit des Abgases zu erhöhen, wodurch eine größere Kraft für den Antrieb der sich in Rotation befindenden Turbine erzeugt wird. In der veranschaulichten Ausführungsform weist die Brennkammer **16** eine Auskleidung **84** auf, die im Innern des Gehäuses **80** angeordnet ist, um einen hohlen ringförmigen Weg für den Kühlluftstrom zu schaffen,

der das Gehäuse **80** um die Brennkammer **78** herum kühlt. Die Auskleidung **84** kann eine geeignete Form ausbilden, um die Strömung von den Brennstoffdüsen **12** zu der Turbine **18** zu verbessern.

[0048] In der veranschaulichten Ausführungsform weist das optische Überwachungssystem **36** sechs optische Verbindungen **38** zu sechs jeweiligen Sichtöffnungen **39** in die Brennkammer hinein auf. Wie veranschaulicht, sind die Sichtöffnungen **39** entlang der Länge der Brennkammer **16** in der Richtung **76** und um den Umfang der Brennkammer **16** herum in der Richtung **77** verteilt. Jede Sichtöffnung **39** kann in Richtung eines interessierenden Bereichs innerhalb der Brennkammer **16** gerichtet sein. In der dargestellten Ausführungsform sind beispielsweise die Sichtöffnungen **39**, die in der Nähe der Brennstoffdüsen **12** angeordnet sind, in Richtung von Flächen (z.B. der Auskleidung **84**, usw.) innerhalb der Verbrennungszone **78** in der Nähe der Flammen **86** gerichtet, und die Sichtöffnungen **39**, die weiter stromabwärts angeordnet sind, sind in Richtung der Brennkammerauskleidung **84** und/oder des Übergangsstücks **82** gerichtet. Auf diese Weise können verschiedene Bereiche der Brennkammer **16** durch das optische Überwachungssystem **36** überwacht werden. Zusätzlich kann durch die Positionierung der Sichtöffnungen **39** längs des Umfangs um die Brennkammer **16** herum in der Richtung **77** das optische Überwachungssystem **36** verschiedene Abschnitte der Brennkammerauskleidung **84** und/oder des Übergangsstücks **82** überwachen.

[0049] Ähnlich dem vorstehend unter Bezugnahme auf die Turbine **18** beschriebenen optischen Überwachungssystem **36** weist das optische Brennkammerüberwachungssystem **36** einen optischen Multiplexer **40** auf, der eingerichtet ist, um mehrere Bilder von jeweiligen Sichtöffnungen **39** in die Brennkammer **16** hinein zu empfangen. Der optische Multiplexer **40** weist eine bewegbare reflektierende Vorrichtung auf, die eingerichtet ist, um wahlweise wenigstens einen Teil jedes Bildes in Richtung eines Detektorarrays **42** zu lenken, das in Richtung einer festen Stelle auf dem optischen Multiplexer **40** gerichtet ist. Weil der optische Multiplexer **40** eingerichtet ist, um wahlweise mehrere Bilder von mehreren Sichtöffnungen **39** in Richtung eines einzigen Detektorarrays zu lenken, können die Kosten des optischen Überwachungssystems im Vergleich zu optischen Überwachungssystemen, die mehrere Detektorarrays (z.B. ein Detektorarray für jede jeweilige Sichtöffnung) aufweisen, wesentlich reduziert werden.

[0050] Während die veranschaulichte Ausführungsform sechs Sichtöffnungen, die in die Brennkammer **16** hinein zeigen, umfasst, sollte erkannt werden, dass alternative Ausführungsformen mehr oder weniger Sichtöffnungen umfassen können. Beispielsweise kann die Brennkammer **16** in bestimmten Aus-

führungsformen 2, 4, 6, 8, 10, 12 oder mehrere Sichtöffnungen **39** aufweisen. Während in der veranschaulichten Ausführungsform das optische Überwachungssystem **36** eingerichtet ist, um eine einzige Brennkammer zu überwachen, sollte ferner erkannt werden, dass in alternativen Ausführungsformen das optische Überwachungssystem **36** eingerichtet sein kann, um mehrere Brennkammern zu überwachen. Beispielsweise können sich optische Verbindungen **38** von dem optischen Multiplexer **40** zu jeder Brennkammer **16** innerhalb der Gasturbine erstrecken. Wenn als ein Beispiel die Gasturbine zwölf Brennkammern **16** aufweist und jede Brennkammer **16** zwei Sichtöffnungen **39** aufweist, können sich insgesamt **24** optische Verbindungen **38** von jeder Sichtöffnung **39** zu einem einzigen optischen Multiplexer **40** erstrecken. In einer derartigen Konfiguration ist der optische Multiplexer **40** eingerichtet, um wahlweise wenigstens einen Teil jedes Bildes von jeder jeweiligen Sichtöffnung zu dem Detektorarray **42** zu lenken. In weiteren Ausführungsformen können mehrere optische Überwachungssysteme, die jeweils einen optischen Multiplexer und ein Detektorarray aufweisen, zur Überwachung einer oder mehrerer Brennkammern innerhalb des Turbinensystems verwendet werden. Während in der veranschaulichten Ausführungsform das optische Überwachungssystem **36** eingerichtet ist, um eine oder mehrere Brennkammern einer Gasturbine zu überwachen, sollte erkannt werden, dass das optische Überwachungssystem **36** verwendet werden kann, um eine Brennkammer einer anderen Maschine oder Vorrichtung, wie z.B. eines Brenners in einem Kessel oder einer Vergasungsanlage, zu überwachen.

[0051] Fig. 4 zeigt eine schematische Ansicht einer Ausführungsform eines optischen Überwachungssystems **36** mit einem optischen Multiplexer **42**. In der veranschaulichten Ausführungsform ist eine Sichtöffnung **39** in Richtung einer Laufschaufel **54** der Turbine **18** gerichtet. Die Sichtöffnung **39** weist eine Linse **88** mit einem Sichtfeld **90** auf, das eingerichtet ist, um ein Bild eines gewünschten Bereichs der Laufschaufel **54** aufzunehmen. Die optische Verbindung **38**, wie z.B. das veranschaulichte Glasfaserkabel, ist eingerichtet, um ein Bild zu dem optischen Multiplexer **40** zu übertragen. Während die veranschaulichte Sichtöffnung **39** in Richtung einer Laufschaufel **54** der Turbine **18** gerichtet ist, sollte erkannt werden, dass in alternativen Ausführungsformen die Sichtöffnung **39** in Richtung der Plattform **66** oder der Engelflügeldichtung **70** gerichtet werden kann. Es sollte außerdem erkannt werden, dass die Sichtöffnung **39** in Richtung einer Komponente der Brennkammer, wie z.B. der Auskleidung oder des Übergangsstücks, gerichtet werden kann.

[0052] Wie veranschaulicht, ist die optische Verbindung **38** eingerichtet, um ein Bild **92** der Laufschaufel **54** auf eine Linse **94** des optischen Multiplexers **40** zu

projizieren. Die Linse **94** ist eingerichtet, um mittels einer reflektierenden Vorrichtung, wie z.B. des veranschaulichten Prismas **96**, wenigstens einen Teil des Bildes auf das Detektorarray **42** zu fokussieren. In der veranschaulichten Ausführungsform ist das Prisma **96** eingerichtet, um ein Bild aus einer radial nach innen gerichteten Richtung **98** zu empfangen und das Bild in eine axiale Richtung **100** (z.B. um ungefähr **90** Grad bezüglich der radial nach innen gerichteten Richtung) in Richtung des Detektorarrays **42** zu reflektieren. Wie erkannt wird, kann/können die Geometrie des Prismas **96** und/oder die auf das Prisma **96** aufgebrachte Beschichtungen speziell gewählt werden, um Bilder in einem gewünschten Wellenlängenbereich effizient zu reflektieren. Wenn das Detektorarray **42** beispielsweise eingerichtet ist, um Kurzwellen-Infrarotbilder zu überwachen, kann das Prisma **96** speziell eingerichtet sein, um Kurzwellen-Infrarotbilder in der axialen Richtung **100** in Richtung des Detektorarrays **42** zu reflektieren. Während der veranschaulichte optische Multiplexer **40** ein Prisma aufweist, um das Bild in Richtung des Detektorarrays **42** zu reflektieren, sollte erkannt werden, dass in alternativen Ausführungsformen der optische Multiplexer einen Spiegel oder eine andere reflektierende Vorrichtung aufweisen kann, um das Bild in die axiale Richtung **100** zu reflektieren.

[0053] In der veranschaulichten Ausführungsform ist eine zweite Linse **102** eingerichtet, um das Bild von dem Prisma auf eine dritte Linse **104** einer Infrarotkamera **106** zu fokussieren. Wie veranschaulicht, ist die Infrarotkamera **106** in Richtung einer festen Stelle auf dem optischen Multiplexer **40** (z.B. in Richtung der zweiten Linse **102** und des Prismas **96**) gerichtet. Die Infrarotkamera **106** weist das Detektorarray **42** auf, das eingerichtet sein kann, um Kurzwellen-Infrarotbilder und/oder Mittelwellen-Infrarotbilder zu detektieren. Wie erkannt wird, können Kurzwellen-Infrarotbilder zur Bestimmung einer Temperatur von kühleren Komponenten, wie z.B. Komponenten innerhalb der Turbine **18**, geeignet sein können, und Mittelwellen-Infrarotbilder können zur Bestimmung einer Temperatur von wärmeren Komponenten, wie z.B. Komponenten innerhalb der Brennkammer **16**, geeignet sein. Um jedes Bild auf das Detektorarray **42** zu fokussieren, kann die Infrarotkamera **106** mit einer Verschiebeanordnung verbunden sein, die der Kamera **106** ermöglicht, sich in der axialen Richtung **100** zu verschieben. Das Detektorarray **42** ist eingerichtet, um Signale auszugeben, die eine Intensitätskarte der durch die überwachte Komponente emittierten Wärmestrahlung kennzeichnen, wie z.B. die veranschaulichte zweidimensionale Intensitätskarte **107** der Turbinenschaufel **54**. Die Steuerung **44** ist wiederum eingerichtet, um die Signale zu empfangen und eine zweidimensionale Temperaturkarte der überwachten Komponente zu bestimmen. Entsprechend kann ein Temperaturgradient über jeder überwachten Turbinenkomponente gemessen werden, wodurch zusätz-

liche Informationen, die die Komponentenbelastung betreffen, geliefert werden.

[0054] In der veranschaulichten Ausführungsform weist der optische Multiplexer **40** acht Multiplexerlinsen auf, die in einer Umfangsrichtung **108** im Wesentlichen gleichmäßig verteilt sind. Entsprechend ist das Prisma **96** eingerichtet, um sich in der Umfangsrichtung **108** von einer ersten Position, die im Wesentlichen mit der ersten Multiplexerlinse **94** ausgerichtet ist, zu einer zweiten Position, die im Wesentlichen mit einer zweiten Multiplexerlinse **110** ausgerichtet ist, zu drehen. Während es in der ersten Position ist, lenkt das Prisma **96** wenigstens einen Teil des ersten Bildes **92** in Richtung des Detektorarrays **42**, und während es in der zweiten Position ist, lenkt das Prisma **96** wenigstens einen Teil eines zweiten Bildes **112** (z.B. von einer anderen Sichtöffnung in die Turbine **18** hinein) in Richtung des Detektorarrays **42**. Entsprechend kann ein einziges Detektorarray **42** Bilder von zwei entfernten Stellen innerhalb der Gasturbine überwachen. Da sich das Prisma **96** weiter in die Umfangsrichtung **108** dreht, geht das Prisma zu einer dritten Position über, die mit einer dritten Multiplexerlinse **114** ausgerichtet ist, wodurch es wenigstens einen Teil eines dritten Bildes (z.B. von einer weiteren Sichtöffnung in die Turbine **18** hinein) in Richtung des Detektorarrays **42** lenkt. Während der veranschaulichte optische Multiplexer **40** eingerichtet ist, um wahlweise acht Bilder von acht jeweiligen Sichtöffnungen zu dem Detektorarrays **42** hin zu lenken, sollte erkannt werden, dass alternative Multiplexer eingerichtet sein können, um wahlweise mehr oder weniger Bilder zu dem Detektorarray zu lenken. Beispielsweise kann in bestimmten Ausführungsformen der optische Multiplexer 2, 4, 6, 8, 10, 12 oder mehrere Linsen aufweisen, wodurch es dem optischen Multiplexer möglich wird, wahlweise eine entsprechende Anzahl von Bildern zu dem Detektorarray zu lenken. In bestimmten Ausführungsformen können die Multiplexerlinsen ferner weggelassen werden, und die optische Verbindung **38** kann ein Bild direkt auf das rotierende Prisma **96** projizieren.

[0055] In der veranschaulichten Ausführungsform ist die Steuerung **44** mit dem optischen Multiplexer **40** kommunikationsmäßig verbunden und eingerichtet, um den Betrieb des Multiplexers zu steuern. In bestimmten Ausführungsformen ist die Steuerung **44** eingerichtet, um das Prisma **96** (z.B. mittels eines Antriebsmechanismus) anzuweisen, fortlaufend durch jede Position zu rotieren, wodurch es aufeinanderfolgend wenigstens einen Teil jedes Bildes zu dem Detektorarray **42** hin lenkt. Während das Prisma **96** beispielsweise in Richtung der ersten Multiplexerlinse **94** gerichtet ist, lenkt das Prisma wenigstens einen Teil des ersten Bildes **92** in Richtung des Detektorarrays **42**. Wenn das Prisma **96** zu einer Zwischenposition zwischen der ersten und der zweiten Linse **94** und **110** rotiert, lenkt das Prisma **96** einen Teil des ersten

Bildes **92** und einen Teil des zweiten Bildes **110** zu dem Detektorarray hin. Und während das Prisma **96** in Richtung der zweiten Multiplexerlinse **110** gerichtet ist, lenkt das Prisma wenigstens einen Teil des zweiten Bildes zu dem Detektorarray **42** hin. Auf diese Weise werden die Bilder von jeder Sichtöffnung aufeinanderfolgend in Richtung des Detektorarrays **42** gelenkt.

[0056] In bestimmten Ausführungsformen ist die Steuerung **44** eingerichtet, um den Betrieb des Detektorarrays **42** mit der Rotation des Prismas **96** zu koordinieren. Beispielsweise kann die Steuerung **44** das Detektorarray anweisen, ein Bild zu erfassen, während das Prisma mit jeder jeweiligen Multiplexerlinse ausgerichtet ist. In alternativen Ausführungsformen kann das Detektorarray **42** im Wesentlichen fortlaufend Bilder von dem Multiplexer erfassen, während sich das Prisma dreht, und die Steuerung **44** kann die erfassten Bilder verarbeiten, um ein jeweiliges Bild für jede Sichtöffnung zu erzeugen. In bestimmten Ausführungsformen kann das Detektorarray **42** beispielsweise eingerichtet sein, um eine Serie von eindimensionalen Intensitätskarten zu erfassen, während das Prisma **96** über jedes zweidimensionale Sichtöffnungsbild rotiert. In derartigen Ausführungsformen kann die Steuerung **44** eingerichtet sein, um durch Kombination der Serie von eindimensionalen Karten eine zweidimensionale Intensitätskarte jeder Komponente zu konstruieren.

[0057] In weiteren Ausführungsformen ist die Steuerung **44** eingerichtet, um das Prisma (z.B. mittels eines Antriebsmechanismus) anzuweisen, sich zu jeder Position für eine gewünschte Dauer zu drehen. Beispielsweise weist in bestimmten Ausführungsformen die Steuerung **44** das Prisma an, sich zu der ersten Position für eine erste Zeitdauer zu drehen, um mehrere Bilder von der ersten Sichtöffnung zu erfassen. Die Steuerung **44** weist dann das Prisma **96** an, sich zu der zweiten Position für eine zweite Zeitdauer zu drehen, um mehrere Bilder von der zweiten Sichtöffnung zu erfassen. Auf diese Weise können mehrere Bilder von jeder Sichtöffnung erfasst werden. Die erste und zweite Zeitdauer können basierend auf der überwachten Komponente besonders gewählt werden. Wenn beispielsweise die erste Sichtöffnung in Richtung einer rotierenden Turbinenschaukel gerichtet ist, kann die erste Zeitdauer besonders gewählt werden, um die Laufschaufel oder mehrere die Laufschaufeln während einer gewünschten Anzahl von Umdrehungen des Turbinenrotors zu erfassen.

[0058] Das Prisma **96** kann durch einen beliebigen geeigneten Antriebsmechanismus drehend angetrieben werden. In bestimmten Ausführungsformen kann das Prisma beispielsweise mit einem Elektromotor, einem pneumatischen Motor oder einem hydraulischen Motor verbunden sein, um eine Drehung des Prismas **96** zu ermöglichen. In weiteren Ausführungs-

rungsformen kann das Prisma angetrieben werden, um sich mittels eines Magnetfeldes oder eines elektrischen Feldes (z.B. mittels eines Galvanometers) zu drehen. Die Steuerung **44** ist mit dem Antriebsmechanismus kommunikationsmäßig verbunden, um die Drehung des Prismas zu steuern.

[0059] Fig. 5 zeigt eine schematische Ansicht einer weiteren Ausführungsform eines optischen Überwachungssystems mit einem optischen Multiplexer. Ähnlich der vorstehend mit Bezug auf Fig. 4 beschriebenen Ausführungsform ist der optische Multiplexer **40** eingerichtet, um mehrere Bilder von jeweiligen Sichtöffnungen in die Gasturbine zu empfangen. In der veranschaulichten Ausführungsform weist der optische Multiplexer **40** einen Drehspiegel **118** auf, der eingerichtet ist, um wahlweise wenigstens einen Teil jedes Bildes in Richtung des Detektorarrays **42** zu lenken. Wie veranschaulicht, ist der Spiegel **118** eingerichtet, um sich um eine Mittelachse **120** des optischen Multiplexers **40** herum in eine Umfangsrichtung **122** zu drehen. Zusätzlich sind die optischen Verbindungen **38** und zugehörige Multiplexerlinsen um die Mittelachse **120** herum in Umfangsrichtung **122** im Wesentlichen gleichmäßig verteilt. In dieser Anordnung lenkt die Drehung des Spiegels **118** wahlweise wenigstens einen Teil jedes Bildes in Richtung des Detektorarrays **42**. Wenn der Spiegel **118** beispielsweise in der veranschaulichten ersten Position ausgerichtet ist, empfängt ein erster stationärer Spiegel **124** ein erstes Bild aus einer axialen Richtung **125** und reflektiert das Bild um **90** Grad in eine radial nach innen gerichtete Richtung **127**, wodurch das Bild in Richtung des Drehspiegels gelenkt wird. Der Drehspiegel **118** reflektiert wiederum das erste Bild um **90** Grad von einer radial nach innen gerichteten Richtung **127** in die axiale Richtung **125**, wodurch das Bild in Richtung des Detektorarrays **42** gelenkt wird. Der Spiegel **118** dreht sich dann zu einer zweiten Position, wie durch die gestrichelten Linien veranschaulicht. Wenn der Spiegel **118** in die zweite Position ausgerichtet ist, empfängt ein zweiter stationärer Spiegel **126** ein zweites Bild aus der axialen Richtung **125** und reflektiert das Bild um **90** Grad in die radial nach innen gerichtete Richtung **127**, wodurch das Bild in Richtung des Drehspiegels **118** gelenkt wird. Der Drehspiegel **118** reflektiert wiederum das zweite Bild um **90** Grad von der radial nach innen gerichteten Richtung **127** in die axiale Richtung **125**, wodurch das Bild in Richtung des Detektorarrays **42** gelenkt wird. Während der veranschaulichte optische Multiplexer **40** eingerichtet ist, um zwei Bilder von zwei jeweiligen Sichtöffnungen zu empfangen, sollte erkannt werden, dass in bestimmten Ausführungsformen der optische Multiplexer eingerichtet sein kann, um 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 oder mehrere Bilder von jeweiligen optischen Verbindungen zu empfangen, die um die Mittelachse **120** herum in der Umfangsrichtung **122** verteilt sind.

[0060] Ähnlich der vorstehend mit Bezug auf Fig. 4 beschriebenen Ausführungsform kann jeder geeignete Antriebsmechanismus (Elektromotor, pneumatischer Motor, usw.) verwendet werden, um den Spiegel **118** drehend anzutreiben. Zusätzlich sollte erkannt werden, dass der Spiegel eine Beschichtung aufweisen kann, die insbesondere eingerichtet ist, um Licht innerhalb eines gewünschten Wellenlängenbereichs (z.B. im kurzwelligen Infrarotbereich, mittelwelligen Infrarotbereich, usw.) zu reflektieren. Während die veranschaulichte Ausführungsform einen Drehspiegel **118** aufweist, sollte darüber hinaus erkannt werden, dass alternative Ausführungsformen ein Drehprisma oder eine andere reflektierende Vorrichtung verwenden können. In der veranschaulichten Ausführungsform ist die Steuerung **44** mit dem optischen Multiplexer **40** kommunikationsmäßig verbunden und eingerichtet, um den Betrieb des Multiplexers zu steuern. Beispielsweise kann die Steuerung **44** eingerichtet sein, um den Spiegel **118** (z.B. über einen Antriebsmechanismus) anzuweisen, sich zu der ersten Position für eine erste Zeitdauer zu verdrehen und sich dann zu einer zweiten Position für eine zweite Zeitdauer zu verdrehen, wodurch dem Detektorarray ermöglicht wird, sequentiell Bilder von jeder Sichtöffnung zu erfassen. Zusätzlich kann die Steuerung **44** eingerichtet sein, um den Spiegel **118** (z.B. mittels eines Antriebsmechanismus) anzuweisen, fortlaufend durch die erste und zweite Position hindurch zu rotieren, wodurch er sequentiell wenigstens einen Teil jedes Bildes in Richtung des Detektorarrays **42** lenkt.

[0061] Fig. 6 zeigt eine schematische Ansicht einer weiteren Ausführungsform eines optischen Überwachungssystems mit einem optischen Multiplexer. Ähnlich der vorstehend mit Bezug auf Fig. 4 beschriebenen Ausführungsform ist der optische Multiplexer **40** eingerichtet, um mehrere Bilder von jeweiligen Sichtöffnungen in die Gasturbine zu empfangen. In der veranschaulichten Ausführungsform weist der optische Multiplexer **40** einen bewegbaren Spiegel auf, der eingerichtet ist, um sich zwischen mehreren Positionen zu verschieben, um wahlweise wenigstens einen Teil eines ersten Bildes oder eines zweiten Bildes in Richtung eines Detektorarrays zu lenken. Wie veranschaulicht, weist der optische Multiplexer **40** einen feststehenden Spiegel **128** auf, der eingerichtet ist, um ein Bild von einer jeweiligen Sichtöffnung in Richtung des Detektorarrays **42** zu reflektieren. Der optische Multiplexer weist ferner einen ersten bewegbaren Spiegel **130** auf, der eingerichtet ist, um ein zweites Bild **112** in Richtung des feststehenden Spiegels **128** zu reflektieren, während der erste bewegbare Spiegel **130** in der veranschaulichten ersten Position ist. Während sich der erste bewegbare Spiegel **130** in der ersten Position befindet, wird folglich das zweite Bild **112** entlang einer Längsrichtung **131** empfangen, von dem ersten bewegbaren Spiegel **130** um **90** Grad weg in eine seitliche Richtung

133 reflektiert und dann von dem feststehenden Spiegel **128** weg um 90 Grad in die Längsrichtung **131** reflektiert, wodurch das zweite Bild in Richtung des Detektorarrays **42** gelenkt wird. Der erste bewegbare Spiegel **130** ist eingerichtet, um sich in eine Richtung **132** zu einer zweiten Position zu verschieben. Wenn der erste bewegbare Spiegel **130** in der zweiten Position ist, ist das zweite Bild **112** von dem feststehenden Spiegel **128** weg gerichtet (z.B. oberhalb des feststehenden Spiegels entlang der Längsrichtung **131**). Zusätzlich reflektiert ein zweiter feststehender Spiegel **134** ein erstes Bild **92** in Richtung des ersten feststehenden Spiegels **128**. Wenn der erste bewegbare Spiegel **130** sich in der zweiten Position befindet, wird dementsprechend das erste Bild **92** entlang der Längsrichtung **131** empfangen, von dem zweiten feststehenden Spiegel **134** um 90 Grad weg in die seitliche Richtung **133** reflektiert und dann von dem feststehenden Spiegel **128** um 90 Grad weg in die Längsrichtung **131** reflektiert, wodurch das erste Bild **92** in Richtung des Detektorarrays **42** gelenkt wird. Der erste bewegbare Spiegel **130** kann sich dann zurück zu der ersten Position in der Richtung **136** verschieben, wodurch er das erste Bild **92** blockt und das zweite Bild **112** in Richtung des Detektorarrays **42** lenkt. Durch die wahlweise Verschiebung des ersten bewegbaren Spiegels **130** zwischen der ersten und der zweiten Position kann der optische Multiplexer **40** das erste Bild und das zweite Bild zyklisch in Richtung des Detektorarrays lenken.

[0062] In der veranschaulichten Ausführungsform weist der optische Multiplexer **40** einen zweiten bewegbaren Spiegel **138** auf, der eingerichtet ist, um ein drittes Bild **116** in Richtung des feststehenden Spiegels **128** zu reflektieren, während der zweite bewegbare Spiegel **138** in einer ersten Position ist (z.B. mit dem feststehenden Spiegel **128** ausgerichtet ist). Wenn sich der zweite bewegbare Spiegel **138** in der ersten Position befindet, wird dementsprechend das dritte Bild **116** entlang der Längsrichtung **131** empfangen, von dem zweiten bewegbaren Spiegel **138** weg um 90 Grad in die seitliche Richtung **133** reflektiert und dann von dem feststehenden Spiegel **128** weg um 90 Grad in die Längsrichtung **131** reflektiert, wodurch dieser das dritte Bild **116** zu dem Detektorarray **42** hin lenkt. Der zweite bewegbare Spiegel **138** ist eingerichtet, um sich in die Richtung **132** zu der zweiten veranschaulichten Position zu verschieben. Wenn der zweite bewegbare Spiegel **138** in der zweiten Position ist, ist das dritte Bild **116** von dem feststehenden Spiegel **128** weg (z.B. oberhalb des feststehenden Spiegels **128** in der Längsrichtung **131**) gerichtet. Zusätzlich wird das erste Bild **92** oder das zweite Bild **112** (z.B. abhängig von der Position des ersten bewegbaren Spiegels **130**) in Richtung des Detektorarrays **42** gelenkt (z.B. indem es von dem zweiten feststehenden Spiegel **134** oder dem ersten bewegbaren Spiegel **130** und dem ersten feststehenden Spiegel **128** weg reflektiert wird). Der dritte be-

wegbare Spiegel **138** kann sich dann in die Richtung **136** zu der ersten Position zurück verschieben, wodurch er das erste Bild **92** oder das zweite Bild **112** blockiert und das dritte Bild **116** in Richtung des Detektorarrays **42** lenkt. Durch wahlweises Verschieben des ersten und zweiten bewegbaren Spiegels zwischen der jeweiligen ersten und zweiten Position kann der optische Multiplexer **40** sequentiell das erste, zweite und dritte Bild in Richtung des Detektorarrays lenken. Während der veranschaulichte optische Multiplexer **40** zwei bewegbare Spiegel aufweist, die eingerichtet sind, um wahlweise drei Bilder in Richtung des Detektorarrays zu lenken, sollte erkannt werden, dass in alternativen Ausführungsformen mehr oder weniger Spiegel verwendet werden können, um mehr oder weniger Bilder in Richtung des Detektorarrays zu lenken. In bestimmten Ausführungsformen kann der optische Multiplexer beispielsweise 1, 2, 3, 5, 7, 9, 11 oder mehrere Spiegel aufweisen.

[0063] Wie erkannt wird, kann jeder geeignete Antriebsmechanismus (z.B. Elektromotor, pneumatischer Motor, Linearaktuator, Linearmotor, usw.) verwendet werden, um die bewegbaren Spiegel **130** und **138** zur Verschiebung anzutreiben. Zusätzlich sollte erkannt werden, dass die Spiegel jeweilige Beschichtungen aufweisen können, die speziell eingerichtet sind, um Licht innerhalb eines gewünschten Wellenlängenbereichs (z.B. im kurzwelligen Infrarotbereich, mittelwelligen Infrarotbereich, usw.) zu reflektieren. Außerdem sollte erkannt werden, dass, während die veranschaulichte Ausführungsform verschiebbare Spiegel **130** und **138** aufweist, alternative Ausführungsformen verschiebbare Prismen oder andere reflektierende Vorrichtungen verwenden können. In der veranschaulichten Ausführungsform ist die Steuerung **44** mit dem optischen Multiplexer **40** kommunikationsmäßig verbunden und eingerichtet, um den Betrieb des Multiplexers zu steuern. Beispielsweise kann die Steuerung **44** eingerichtet sein, um den ersten bewegbaren Spiegel **130** (z.B. über einen Antriebsmechanismus) anzuweisen, sich zu der ersten Position für eine erste Zeitdauer zu verschieben und sich dann zu einer zweiten Position für eine zweite Zeitdauer zu verschieben, wodurch dem Detektorarray ermöglicht wird, das zweite Bild und das erste Bild aufeinanderfolgend zu erfassen. Zusätzlich kann die Steuerung **44** eingerichtet sein, um den zweiten bewegbaren Spiegel **138** (z.B. über einen Antriebsmechanismus) anzuweisen, sich zu der ersten Position für eine dritte Zeitdauer zu verschieben und sich dann zu der zweiten Position für eine vierte Zeitdauer zu verschieben. Dementsprechend kann das Detektorarray das dritte Bild erfassen, während der zweite bewegbare Spiegel **138** in der ersten Position ist, und das erste oder das zweite Bild erfassen (z.B. abhängig von der Position des ersten bewegbaren Spiegels **130**), während der zweite bewegbare Spiegel **138** in der zweiten Position ist.

[0064] Diese schriftliche Beschreibung verwendet Beispiele zur Offenbarung der Erfindung, einschließlich der bevorzugten Ausführungsart, und auch dazu, Fachleute in die Lage zu versetzen, die Erfindung in die Praxis umzusetzen, wozu die Herstellung und Verwendung jeglicher Vorrichtungen oder Systeme sowie die Durchführung jeglicher enthaltener Verfahren gehören. Der patentierbare Umfang der Erfindung ist durch die Ansprüche definiert und kann weitere Beispiele einschließen, wie sie Fachleuten einfallen können. Derartige weitere Beispiele sollen in dem Umfang 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 unwesentlichen Unterschieden zu dem Wortsinn der Ansprüche aufweisen.

[0065] Ein System zur optischen Überwachung einer Gasturbine weist einen optischen Multiplexer auf, der eingerichtet ist, um mehrere Bilder von jeweiligen Sichtöffnungen in die Gasturbine zu erhalten. Der optische Multiplexer weist eine bewegbare reflektierende Vorrichtung auf, die eingerichtet ist, um wahlweise wenigstens einen Teil jedes Bildes in Richtung eines Detektorarrays zu lenken, und das Detektorarray ist in Richtung einer festen Stelle auf dem optischen Multiplexer gerichtet.

Patentansprüche

1. System zur optischen Überwachung einer Gasturbine, das aufweist:

einen optischen Multiplexer, der eingerichtet ist, um mehrere Bilder von mehreren jeweiligen Sichtöffnungen in die Gasturbine zu erhalten, wobei der optische Multiplexer eine bewegbare reflektierende Vorrichtung aufweist, die eingerichtet ist, um wahlweise wenigstens einen Teil jedes Bildes in Richtung eines Detektorarrays zu lenken, und das Detektorarray in Richtung einer festen Stelle auf dem optischen Multiplexer gerichtet ist.

2. System gemäß Anspruch 1, wobei die reflektierende Vorrichtung einen Spiegel aufweist und/oder wobei die reflektierende Vorrichtung ein Prisma aufweist.

3. System gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei die reflektierende Vorrichtung eingerichtet ist, um sich zwischen einer ersten Position, die wenigstens einen Teil eines ersten Bildes in Richtung des Detektorarrays lenkt, und einer zweiten Position, die wenigstens einen Teil eines zweiten Bildes in Richtung des Detektorarrays lenkt, zu verschieben; und/oder wobei die reflektierende Vorrichtung eingerichtet ist, um sich zwischen einer ersten Position, die wenigstens einen Teil eines ersten Bildes in Richtung des Detektorarrays lenkt, und einer zweiten Position, die wenigstens

einen Teil eines zweiten Bildes in Richtung des Detektorarrays lenkt, zu drehen.

4. System gemäß Anspruch 3, wobei das System eingerichtet ist, um die reflektierende Vorrichtung für eine erste Zeitdauer in die erste Position und für eine zweite Zeitdauer in die zweite Position zu verdrehen; und/oder wobei das System eingerichtet ist, um die reflektierende Vorrichtung fortlaufend durch die erste und zweite Position hindurch zu drehen.

5. System einem beliebigen der vorstehenden Ansprüche, das eine Infrarotkamera mit dem Detektorarray aufweist, wobei das Detektorarray eingerichtet ist, um Kurzwellen-Infrarotbilder, Mittelwellen-Infrarotbilder oder eine Kombination derselben zu detektieren; und/oder mehrere optische Verbindungen aufweist, die eingerichtet sind, um jedes Bild von der jeweiligen Sichtöffnung zu dem optischen Multiplexer zu übertragen; und/oder wobei der optische Multiplexer mehrere Linsen aufweist, die eingerichtet sind, um jedes jeweilige Bild über die reflektierende Vorrichtung auf das Detektorarray zu fokussieren.

6. System zur optischen Überwachung einer Gasturbine, das aufweist:

ein Detektorarray; und

einen optischen Multiplexer, der eingerichtet ist, um ein erstes Bild von einer ersten Sichtöffnung in die Gasturbine zu empfangen und um ein zweites Bild von einer zweiten Sichtöffnung in die Gasturbine zu empfangen, wobei der optische Multiplexer eine bewegbare reflektierende Vorrichtung aufweist, die eingerichtet ist, um sich wahlweise zwischen einer ersten Position, die wenigstens einen Teil eines ersten Bildes in Richtung des Detektorarrays lenkt, und einer zweiten Position, die wenigstens einen Teil eines zweiten Bildes in Richtung des Detektorarrays lenkt, zu bewegen;

wobei das Detektorarray in Richtung einer festen Stelle auf dem optischen Multiplexer gerichtet ist.

7. System gemäß Anspruch 6, wobei das Detektorarray eingerichtet ist, um mehrdimensionale Bilder zu detektieren; und/oder wobei das System eingerichtet ist, um die Gasturbine zu überwachen, während die Gasturbine im Betrieb ist.

8. System zur optischen Überwachung einer Gasturbine, das aufweist:

ein Detektorarray;

einen optischen Multiplexer, der eingerichtet ist, um ein erstes Bild von einer ersten Sichtöffnung in die Gasturbine zu erhalten und um ein zweites Bild von einer zweiten Sichtöffnung in die Gasturbine zu erhalten, wobei der optische Multiplexer eine bewegbare reflektierende Vorrichtung aufweist, die eingerichtet ist, um wahlweise wenigstens einen Teil jedes Bildes in Richtung des Detektorarrays zu lenken; und

eine Steuerung, der eingerichtet ist, um die reflektierende Vorrichtung anzuweisen, sich zwischen einer ersten Position, die wenigstens einen Teil des ersten Bildes in Richtung des Detektorarrays lenkt, und einer zweiten Position, die wenigstens einen Teil des zweiten Bildes in Richtung des Detektorarrays lenkt, zu bewegen;
wobei das Detektorarray in Richtung einer festen Stelle auf dem optischen Multiplexer gerichtet ist.

9. System gemäß Anspruch 8, wobei die Steuerung eingerichtet ist, um die reflektierende Vorrichtung anzuweisen, sich für eine erste Zeitdauer zu der ersten Position und für eine zweite Zeitdauer zu der zweiten Position zu verdrehen; und/oder wobei die Steuerung eingerichtet ist, um die reflektierende Vorrichtung anzuweisen, fortlaufend durch die erste und zweite Position hindurch zu rotieren; und/oder wobei die Steuerung eingerichtet ist, um die reflektierende Vorrichtung anzuweisen, sich für eine erste Zeitdauer zu der ersten Position und für eine zweite Zeitdauer zu der zweiten Position zu verschieben.

10. System gemäß Anspruch 8 oder 9, wobei die erste und zweite Sichtöffnung eingerichtet sind, um Bilder von wenigstens entweder einer Turbine und/oder einer Brennkammer der Gasturbine zu empfangen.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

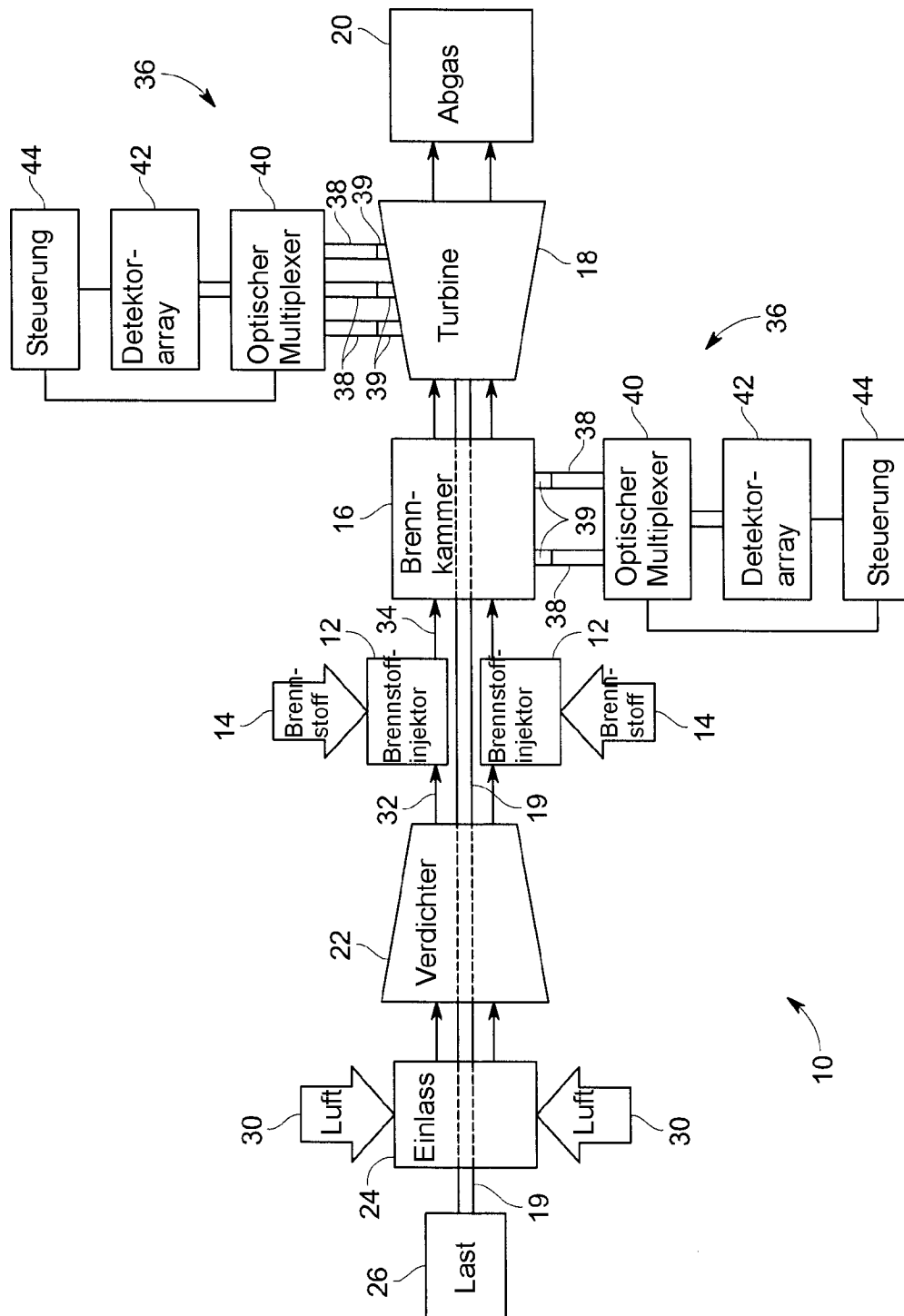


FIG. 1

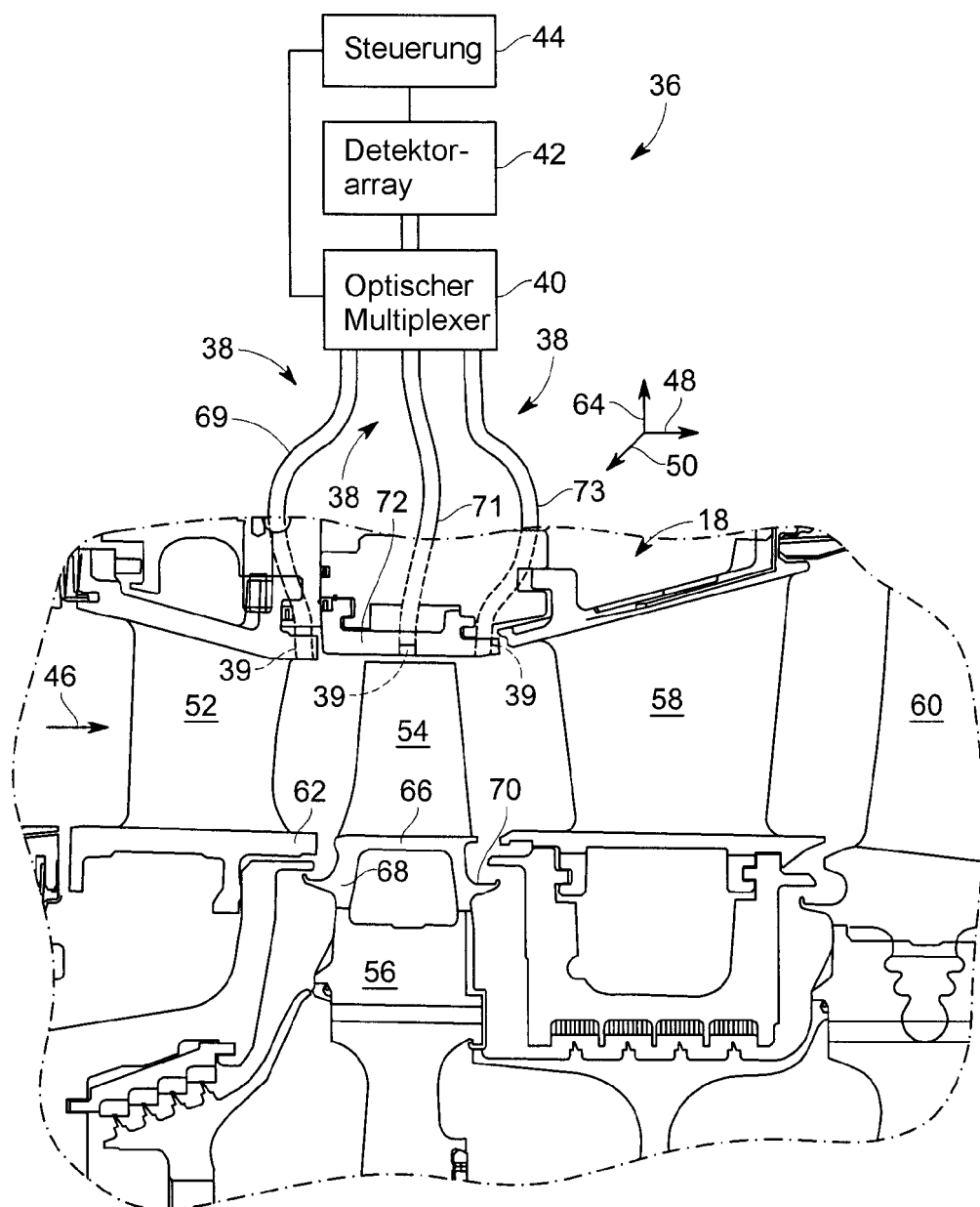


FIG. 2

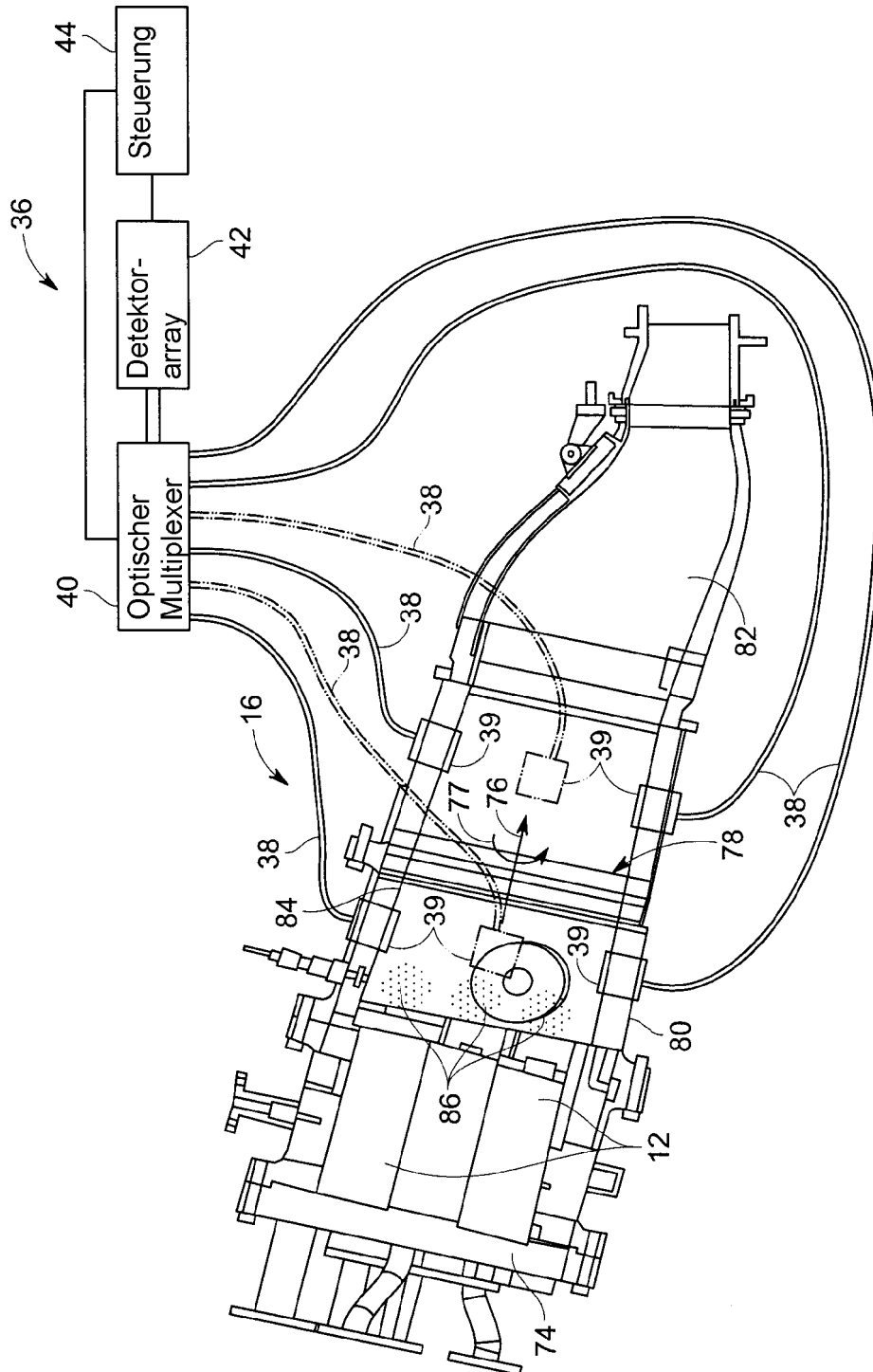


FIG. 3

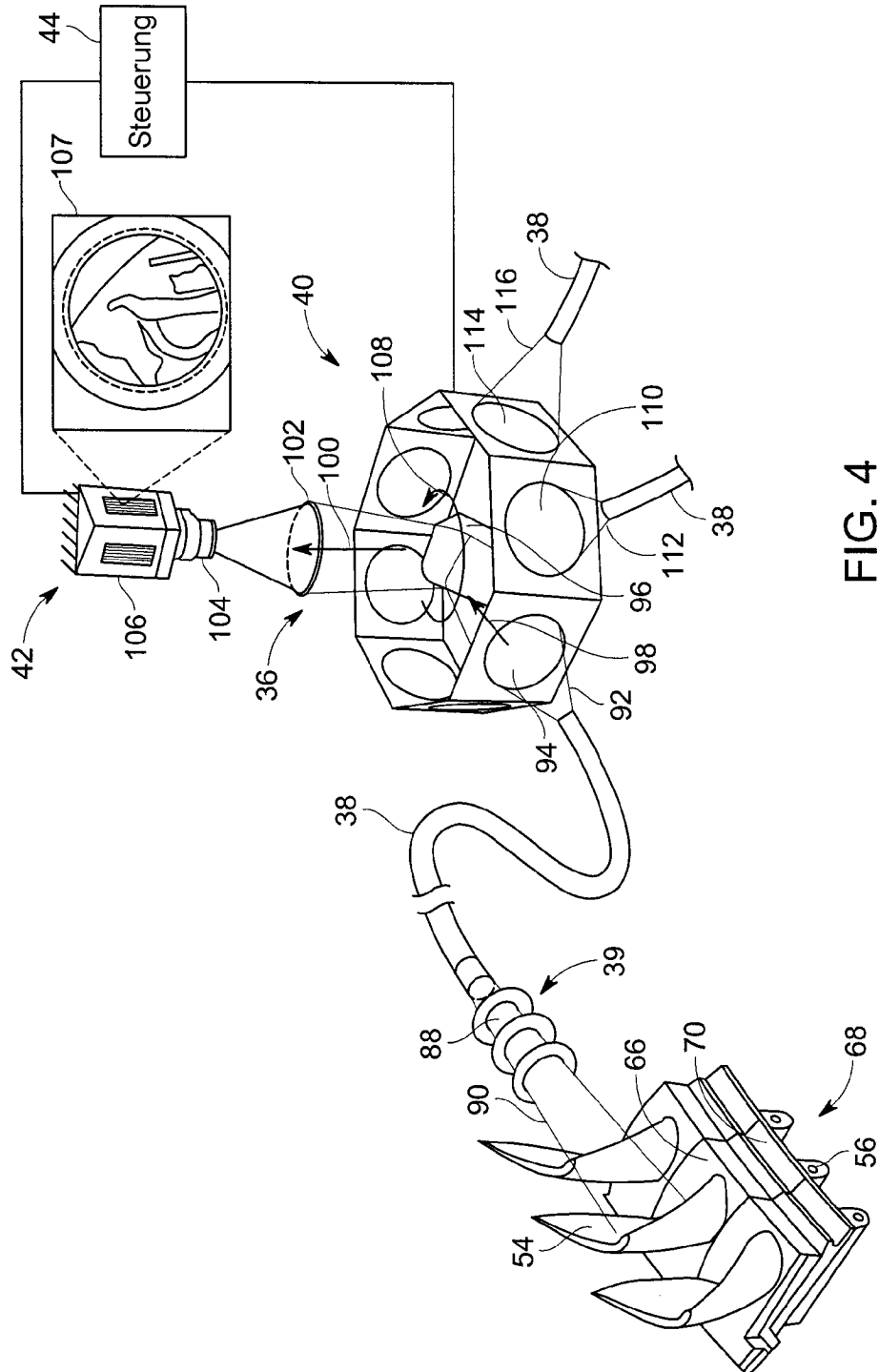


FIG. 4

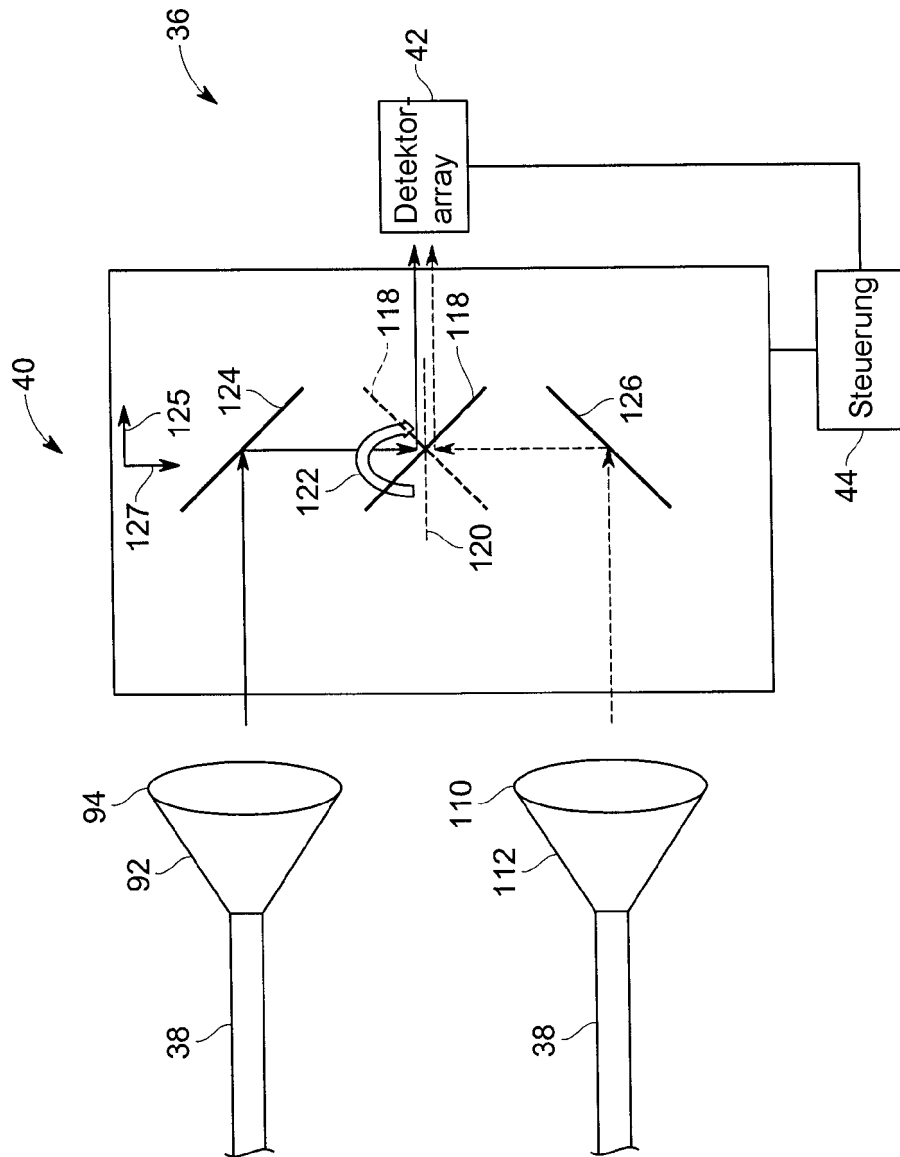


FIG. 5

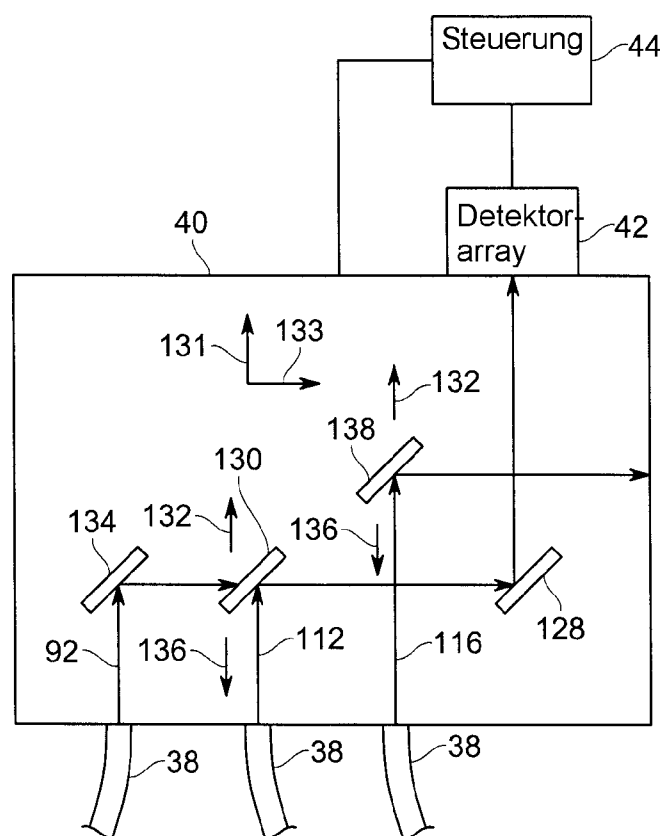


FIG. 6