



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH

707 759 A2

(51) Int. Cl.: F04D 27/02 (2006.01)
F02C 9/18 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 00386/14

(22) Anmeldedatum: 14.03.2014

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.09.2014

(30) Priorität: 15.03.2013 US 13/836.225

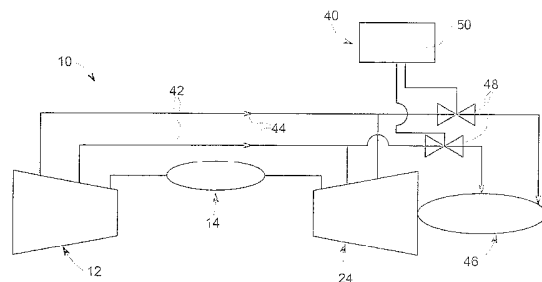
(71) Anmelder:
General Electric Company, 1 River Road
Schenectady, New York 12345 (US)

(72) Erfinder:
Steven William Tillery,
Greenville, South Carolina 29615 (US)
David August Snider,
Greenville, South Carolina 29615 (US)

(74) Vertreter:
R.A. Egli & Co, Patentanwälte, Baarerstrasse 14
6300 Zug (CH)

(54) **Verdichterstartablasssystem für ein Turbinensystem und Verfahren zur Steuerung eines Verdichterstartablasssystems.**

(57) Ein Verdichterstartablasssystem für ein Turbinensystem weist einen Verdichterabschnitt (12) auf. Weiter ist ein Turbinenabschnitt (24) vorhanden, der stromabwärts des Verdichterabschnitts (12) angeordnet ist. Darüber hinaus ist wenigstens ein Kanal (42) vorhanden, der mit dem Verdichterabschnitt (12) strömungsmässig verbunden ist, wobei der wenigstens eine Kanal (42) dazu eingerichtet ist, eine Startablassentnahme von dem Verdichterabschnitt (12) zu einer Stelle stromabwärts des Turbinenabschnitts (24) zu leiten. Noch weiter ist wenigstens eine Steuervorrichtung (50) des wenigstens einen Kanals (42) vorhanden, die dazu eingerichtet ist, die Startablassentnahme während eines Teildrehzahlbetriebs des Turbinensystems aktiv anzupassen.



Beschreibung

Hintergrund zu der Erfindung

[0001] Der Gegenstand der vorliegenden Erfindung betrifft Turbinensysteme und spezieller ein Verdichterstartablasssystem sowie ein Verfahren zum Steuern des Verdichterstartablasssystems.

[0002] Bei niedrigen Drehzahlen neigt ein Axialverdichter dazu, den vorderen Teil des Verdichters zu belasten, während der hintere Teil sehr gering belastet wird. Diese Charakteristik kann zu einer nicht beherrschbaren Bedingung führen, bei der sich der vordere Teil des Verdichters in einem Pumpzustand befindet, der zu mechanischer Spannung, einem Luftstromverlust und Startversagen des Turbinensystems führen kann. Um diese Charakteristik zu bewältigen, wird ein Startablasssystem verwendet. Das Startablasssystem entnimmt einer oder mehreren Verdichterstufen eine Strömung, was den vorderen Teil des Verdichters entlastet und es von der Pumpgrenze weg bringt. Dies erhöht ausserdem die Belastung an dem hinteren Teil des Verdichters, wobei jedoch bei der gegebenen geringen Belastung gewöhnlich Spielraum besteht, um die Belastung zu erhöhen, ohne ein Verdichterpumpen zu riskieren. Startablasssysteme verwenden gewöhnlich ein Ein/Aus-Steuerelement, und der angestrebte Strom wird gewählt, um den Betrieb der unterschiedlichen Regionen des Verdichters auszugleichen. Abhängig von dem Ort der Startablässe in dem Verdichter und den Eigenschaften des Verdichters kann die Startablassentnahme aus dem Verdichter den Verdichterausgabestrom zu dem Rest des Gasturbinensystems vermindern oder vergrössern.

[0003] Zusätzlich zu den Verdichterbeschränkungen gibt es auch Beschränkungen hinsichtlich der Funktionsfähigkeit der Brennkammer, die meist einen begrenzten Bereich von Brennstoffzustrom im Verhältnis zu Luftstrom erfordern, und sonstige Systembeschränkungen, beispielsweise der Abgastemperatur, der Turbinenbeschleunigung und dergleichen. Die typische Gasturbinenkonstruktion stellt einen Startablassstrom ein, und anschliessend wird auf der Grundlage der Verdichterleistung bei eingeschalteten Startablassseinrichtungen eine Steuerungsstrategie entwickelt, um die Systemgrenzen einzuhalten. Bei gegenwärtigen Turbinensystemen wird meist eine höhere Leistung angestrebt, und der sich ergebende nutzbare Raum für das System wird kleiner. Es wird daher zunehmend schwieriger, mit der typischen Systemkonstruktion sämtliche Systemanforderungen zu erfüllen.

Kurze Beschreibung der Erfindung

[0004] Gemäss einem Aspekt der Erfindung weist ein Verdichterstartablasssystem für ein Turbinensystem einen Verdichterabschnitt auf. Ausserdem ist ein Turbinenabschnitt enthalten, der stromabwärts des Verdichterabschnitts angeordnet ist. Weiter ist wenigstens ein Kanal enthalten, der mit dem Verdichterabschnitt strömungsmässig verbunden ist, wobei der wenigstens eine Kanal dazu eingerichtet ist, eine Startablassentnahme von dem Verdichterabschnitt zu einer Stelle stromabwärts des Turbinenabschnitts zu leiten. Noch weiter ist wenigstens eine Steuerungsvorrichtung des wenigstens einen Kanals enthalten, die dazu eingerichtet ist, die Startablassentnahme während eines Teildrehzahlbetriebs des Turbinensystems aktiv anzupassen.

[0005] Das Verdichterstartablasssystem kann zudem eine Steuereinheit aufweisen, die einen Steuerungsplan enthält.

[0006] Die Steuereinheit jedes oben erwähnten Verdichterstartablasssystems kann mit der wenigstens einen Steuerungsvorrichtung in betriebsfähiger Kommunikationsverbindung stehen.

[0007] Der Steuerungsplan jedes oben erwähnten Verdichterstartablasssystems kann mindestens einen Betriebsparameter über einem Teildrehzahlbetriebsbereich des Verdichters enthalten.

[0008] Der Steuerungsplan jedes oben erwähnten Verdichterstartablasssystems kann eine Verdichterbetriebsgrenzkennlinie aufweisen.

[0009] Der mindestens eine Betriebsparameter jedes oben erwähnten Verdichterstartablasssystems kann ein Brennstoff/Luft-Verhältnis eines Brennkammerabschnitts des Turbinensystems aufweisen.

[0010] Die Steuerungsvorrichtung jedes oben erwähnten Verdichterstartablasssystems kann ein variables Ventil aufweisen, das zumindest teilweise in dem wenigstens einen Kanal angeordnet ist.

[0011] Der Teildrehzahlbetrieb jedes oben erwähnten Verdichterstartablasssystems kann einen Beschleunigungsmodus des Turbinensystems aufweisen.

[0012] Der Teildrehzahlbetrieb jedes oben erwähnten Verdichterstartablasssystems kann einen Verzögerungsmodus des Turbinensystems aufweisen.

[0013] Das Verdichterstartablasssystem einer beliebigen der oben erwähnten Bauarten kann ausserdem mehrere Kanäle aufweisen, die mit mehreren Stufen des Verdichterabschnitts strömungsmässig verbunden sind und die dazu eingerichtet sind, die Startablassentnahme zu der Stelle stromabwärts des Turbinenabschnitts zu leiten.

[0014] Die Stelle stromabwärts des Turbinenabschnitts kann einen Turbinenauslassabschnitt beinhalten.

[0015] Die Stelle stromabwärts des Turbinenabschnitts kann die Umgebung sein.

[0016] Der mindestens eine Kanal jedes oben erwähnten Verdichterstartablasssystems kann mit dem Verdichterabschnitt in der Nähe eines Mittelstufenabschnitts des Verdichterabschnitts strömungsmässig verbunden sein.

[0017] Gemäss einem weiteren Aspekt der Erfindung ist ein Verfahren zur Steuerung eines Verdichterstartablasssystems während eines Teildrehzahlbetriebs eines Turbinensystems geschaffen. Das Verfahren beinhaltet ein Überwachen wenigstens eines Betriebsparameters des Turbinensystems. Das Verfahren beinhaltet ferner ein Vergleichen des wenigstens einen Betriebsparameters mit einer Systemanforderung. Das Verfahren beinhaltet ausserdem ein Leiten einer Startablassentnahme durch mindestens einen Kanal von dem Verdichterabschnitt zu einer Stelle stromabwärts eines Turbinenabschnitts. Das Verfahren beinhaltet noch weiter ein Anpassen der Startablassentnahme mittels mindestens einer Steuervorrichtung des wenigstens einen Kanals zumindest teilweise in Reaktion auf den Vergleich zwischen dem wenigstens einen Betriebsparameter und der Systemanforderung.

[0018] Das Verfahren kann vorsehen, dass das Leiten der Startablassentnahme ein Verringern einer Strömungsrate der Startablassentnahme beinhaltet, während eine Verdichterdrehzahl während eines Hochfahrbetriebsbereichs des Verdichterabschnitts erhöht wird.

[0019] Das Verfahren kann vorsehen, dass ein Anpassen der Startablassentnahme mittels der wenigstens einen Steuervorrichtung ein aktives Modifizieren einer Querschnittsfläche der wenigstens einen Steuervorrichtung beinhaltet.

[0020] Das Verfahren kann vorsehen, dass das aktive Modifizieren der Querschnittsfläche der wenigstens einen Steuervorrichtung ein Übertragen eines Steuersignals zu der wenigstens einen Steuervorrichtung von einer Steuereinheit beinhaltet, die mit der wenigstens einen Steuervorrichtung in betriebsfähiger Kommunikationsverbindung steht.

[0021] Das Verfahren kann vorsehen, dass das Vergleichen des wenigstens einen Betriebsparameters ein Vergleichen einer Verdichterdrehzahl mit einer Verdichterbetriebsgrenzlinie beinhaltet.

[0022] Das Verfahren kann vorsehen, dass das Überwachen des wenigstens einen Betriebsparameters ein Überwachen eines Brennstoff/Luft-Verhältnisses des Brennkammerabschnitts beinhaltet.

[0023] Das Verfahren kann vorsehen, die Startablassentnahme aus mehreren Stufen des Verdichterabschnitts zu entnehmen, um sie zu einem Turbinenauslassabschnitt zu leiten.

[0024] Diese und andere Vorteile und Merkmale werden anhand der nachfolgenden Beschreibung in Verbindung mit den Zeichnungen verständlicher.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0025] Der als die Erfindung erachtete behandelte Gegenstand wird in den der Beschreibung beigefügten Patentansprüchen speziell aufgezeigt und gesondert beansprucht. Die vorausgehend erwähnten und sonstige Merkmale und Vorteile der Erfindung werden nach dem Lesen der folgenden detaillierten Beschreibung in Verbindung mit den beigefügten Figuren verständlich:

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Turbinensystems;

Fig. 2 veranschaulicht schematisch ein Verdichterstartablasssystem in Verbindung mit dem Turbinensystem; und

Fig. 3 veranschaulicht in einem Flussdiagramm ein Verfahren zur Steuerung eines Verdichterstartablasssystems.

[0026] Die detaillierte Beschreibung erläutert anhand der Zeichnungen Ausführungsbeispiele der Erfindung zusammen mit Vorteilen und Merkmalen.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0027] Unter Bezugnahme auf Fig. 1 ist ein Turbinensystem, beispielsweise ein Gasturbinentriebwerk 10 schematisch veranschaulicht, das gemäss einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung konstruiert ist. Die Gasturbine 10 weist einen Verdichterabschnitt 12 und mehrere Brennkammereinrichtungen auf, die in einer Ringbrennerrohranordnung angeordnet sind, wobei eine von diesen bei 14 gezeigt ist. Wie gezeigt, enthält die Brennkammeranordnung 14 eine Endabdeckungsanordnung 16, die einen Verbrennungsabschnitt 18 abdichtet und zumindest zum Teil definiert. In einem Ausführungsbeispiel sind mehrere Düsen 20–22 durch die Endabdeckungsanordnung 16 gestützt und erstrecken sich in den Verbrennungsabschnitt 18. Die Düsen 20–22 nehmen über einen (nicht gezeigten) gemeinsamen Brennstoffeinlass Brennstoff und von dem Verdichterabschnitt 12 verdichtete Luft auf. Selbstverständlich ist diese Erfindung nicht auf Einzelheiten des Brennkammersystems beschränkt, und das ringförmige Rohrsystem wird für Zwecke der Erörterung herangezogen. Der Brennstoff und verdichtete Luft werden in den Verbrennungsabschnitt 18 geleitet und gezündet, um einen hohen Temperatur und hohen Druck aufweisenden Strom von Verbrennungsprodukten oder Luft zu bilden, der für den Antrieb eines Turbinenabschnitts 24 genutzt wird. Der Turbinenabschnitt 24 weist mehrere Stufen 26–28 auf, die über eine (auch als Laufrad bezeichnete) Verdichter-/Turbinenwelle 30 funktionsmässig mit dem Verdichterabschnitt 12 verbunden sind.

[0028] Im Betrieb strömt Luft in den Verdichterabschnitt 12 und wird zu einem Hochdruckgas verdichtet. Das Hochdruckgas wird der Brennkammer 14 zugeführt und in dem Verbrennungsabschnitt 18 mit Brennstoff, beispielsweise Erdgas, Dieselöl, Prozessgas und/oder Synthesegas (synthetischem Gas), vermischt. Das Brennstoff-Luft- oder entzündbare Gemisch entzündet sich, um einen Verbrennungsgasstrom hohen Drucks und hoher Temperatur zu erzeugen. Auf jeden Fall

leitet die Brennkammeranordnung 14 den Verbrennungsgasstrom zu dem Turbinenabschnitt 24, der thermische Energie in mechanische Rotationsenergie umwandelt.

[0029] Unter Bezugnahme auf Fig. 2 ist die Gasturbine 10 mit einem Verdichterstartablasssystem 40 gezeigt, das mit dieser in Wirkverbindung steht. Das Verdichterstartablasssystem 40 weist mindestens einen Kanal 42 auf, der mit einem Entnahmepunkt oder einer Entnahmestufe des Verdichterabschnitts 12 in Fluidverbindung steht oder strömungsmässig verbunden ist, um einen Teil der verdichteten Luft als Zapfluft bei einem entsprechenden Entnahmedruck abzapfen. Der Teil entnommener Luft ist hier als eine Startablassentnahme 44 bezeichnet. Die Startablassentnahme 44 wird zu einer Stelle stromabwärts des Turbinenabschnitts 24 abgelassen, beispielsweise zu einem Turbinenauslassdiffusor 46 oder der Atmosphäre. Wie gezeigt, können mehrere Kanäle verwendet werden, um mehrere Startablassentnahmepfade bereitzustellen, jedoch wird im Folgenden nur ein einzelner Kanal näher erläutert. Der Begriff Startablassentnahme bezeichnet ein Entnahmesystem, das verwendet wird, um die Betriebsfähigkeit des Verdichters bei Drehzahlen im Bereich zwischen der Ruhe und bis zur Betriebsdrehzahl zu verbessern, und sich von der Kühlung des Turbinensystems unterscheidet.

[0030] Die Strömungsrate der Startablassentnahme 44 wird während eines Teildrehzahlbetriebs oder auch Einschwing- und Dauerbetriebsvorgangs der Gasturbine 10, und insbesondere während eines Betriebsbereichs des Hochfahrens und/oder Herunterfahrens des Verdichterabschnitts 12 gesteuert, um den Schutz des Verdichterabschnitts 12 durchzuführen und den Turbineneinlassluftstrom oder Verdichterauslassluftstrom zu steuern. Der Begriff Teildrehzahlbetrieb bezeichnet ein Erhöhen oder Verringern der Gasturbinendrehzahl, die als eine Drehzahl unterhalb eines Prozentsatzes der vollen Drehzahl definiert ist. Speziell bezieht sich der Begriff Teildrehzahl auf einen gesamten Bereich von Beschleunigungs- und Verzögerungsmodi unterhalb der vollen Drehzahl, z.B. auf eine Beschleunigung von der Ruhe bis zur Betriebsdrehzahl und auf eine Verzögerung von der Betriebsdrehzahl bis zur Ruhe. Um eine Steuerung der Startablassentnahme 44 während eines Teildrehzahlbetriebs zu ermöglichen, weist der wenigstens eine Kanal 42 mindestens eine Steuerungsvorrichtung 48 auf, die ein oder mehrere Bauteile enthält, die eine Steigerung und Verringerung der Querschnittsfläche des wenigstens einen Kanals 42 in der Nähe der wenigstens einen Steuerungsvorrichtung 48 ermöglichen, so dass eine Steuerung der Durchflussrate der Startablassentnahme 44 in dem wenigstens einen Kanal 42 ermöglicht ist.

[0031] In einem Ausführungsbeispiel kann die wenigstens eine Steuerungsvorrichtung 48 einen Abschnitt mit variabler Durchlassöffnung aufweisen, der eine oder mehrere Durchlassöffnungen mit variabler Geometrie oder ein Steuerventil beinhaltet, von denen jede bzw. jedes den Fluss der entnommenen Luft anpasst. Die Geometrie jeder Durchlassöffnung kann (wie nachfolgend im Einzelnen erläutert) in Abhängigkeit eines oder mehrerer Betriebsparameter oder Eigenschaften der Gasturbine 10 gesteuert werden, um die Startablassentnahme 44 zu steuern, so dass der Verdichterabschnitt 12 geschützt wird und die Gasturbine 10 sicher arbeitet. Die wenigstens eine Steuerungsvorrichtung 48 kann teilweise oder vollständig in dem wenigstens einen Kanal 42 angeordnet sein und in mindestens einer Stufe des Verdichterabschnitts 12 angeordnet sein oder andernorts in der Gasturbine 10 an einem in Bezug auf den Verdichterabschnitt 12 externen Ort angeordnet sein.

[0032] Die wenigstens eine Steuerungsvorrichtung 48 kann durch eine Steuereinheit 50 gesteuert sein. Die wenigstens eine Steuerungsvorrichtung 48 kann ein variables Ventil (z.B. ein hydraulisches Kugelventil, pneumatisches Ventil, Schieberventil, und dergleichen) aufweisen, wobei der Hub des variablen Ventils durch die Steuereinheit 50 in Abhängigkeit von einem oder mehreren Betriebsparametern der Gasturbine 10 gesteuert sein kann. Die Steuereinheit 50 kann viele Funktionen durchführen, beispielsweise Brennstoff-, Luft- und Emissionskontrolle, Sequenzieren von Turbinenbrennstoff und Hilfsstoffen für das Hochfahren, Herunterfahren und Abkühlen, Synchronisieren und Spannungsanpassen des Generators und des Systems, Überwachen sämtlicher Turbinen-, Bedienungs- und Hilfs- Funktionen, und Schutz gegen unsichere und ungünstige Betriebsparameter. In einem Ausführungsbeispiel dient die Steuerungseinheit 50 dazu, die wenigstens eine Steuerungsvorrichtung 48 während des Hochfahrens des Triebwerks zu steuern, und sie kann in bestehende Steuerlogik integriert sein. In einem Ausführungsbeispiel kann die Steuerungseinheit 50 für ein Gasturbinentriebwerk 10 ein Bauteil und/oder Modul sein, das in bestehende Turbinensteuerungssysteme integriert ist, beispielsweise, jedoch ohne darauf beschränkt zu sein, das Steuerungssystem Speedtronic™ Mark VI von General Electric.

[0033] Die Steuereinheit 50 stellt eine aktive Anpassung der Startablassentnahme 44 während eines Teildrehzahlbetriebs durch Steuerung der wenigstens einen Steuerungsvorrichtung 48 des wenigstens einen Kanals 42 bereit, um gewünschte Betriebsparameter und/oder Bedingungen aufrechtzuerhalten. Die Steuereinheit 50 ist in der Lage, die Startablassentnahme 44 in Reaktion auf einen oder mehrere gemessene oder berechnete Betriebsparameter unterschiedlicher Bauteile der Gasturbine 10 zu steuern. Gemäss einem Ausführungsbeispiel können ein oder mehrere Betriebsparameter der Gasturbine 10, die durch die Steuereinheit 50 genutzt werden, durch die Steuereinheit 50 mittels geeigneter Sensoren überwacht werden, die an einem oder mehreren Orten in der Gasturbine 10 angeordnet sind und eine oder mehrere Betriebsparameter messen. Die Sensoren können über unterschiedliche Bauteile und/oder Stufen der Gasturbine 10 hinweg angeordnet sein, beispielsweise an dem Verdichterabschnitt 12, an der Brennkammeranordnung 14, an dem Turbinenabschnitt 24, an dem Abgasdiffusor 46 und an dem wenigstens einen Kanal 42, und dergleichen.

[0034] Die Sensoren, die an einem oder mehreren Orten in der Gasturbine 10 angeordnet sind, können genutzt werden, um Betriebsparameterdaten zu überwachen, zu messen, zu berechnen oder in sonstiger Weise zu gewinnen. Die Sensoren in dem Turbinensystem können in offenen und/oder geschlossenen Steuerungs-/Regelungssystemen und um Betriebsdaten zur Überwachung von Betriebsparametern zu erhalten, verwendet werden, um der Steuerungseinheit 50 zu ermöglichen, Verdichterentnahmestrome anzupassen, um geeignete Brennstoff/Luft-Verhältnisse aufrecht zu erhalten, um

gewünschten Betriebszuständen der Brennkammeranordnung zu entsprechen und/oder gewünschte Betriebsbedingungen des Verdichterabschnitts 12 während eines Hochfahrvorgangs aufrechtzuerhalten, beispielsweise eine Verdichterbetriebsgrenzlinie. Solche Betriebsparameter können Abgastemperatur und/oder Druck, Verdichterluftstrom, Temperaturen und Druckwerte des Verdichtereinlasses und/oder -Auslasses, Brennstoffzustrom, Kohlenmonoxid, Verbrennungsdynamik, Verteilung und Ansaugluftstrom und dergleichen beinhalten.

[0035] In einem Ausführungsbeispiel enthält die Steuerungseinheit 50 vorbestimmte Steuerungszeitpläne mit und ohne Rückführung für das Hoch- und Herunterfahren, die unterschiedlichen Betriebsparametern, z.B. der Laufraddrehzahl, der Verdichtereinlasstemperatur, der Abgastemperatur, und dergleichen, entsprechen. Die Steuerung ist entwickelt, um sämtliche Systemanforderungen der Gasturbine 10 zu erfüllen. Die vorbestimmten Steuerungspläne können, ohne darauf beschränkt zu sein, die oben erwähnten Betriebsparameter beinhalten. Darüber hinaus können die Steuerungspläne vorbestimmt sein oder können in Beziehung zu eingebauten Nachbildungs- oder sonstigen Steuerungsstrategien gesetzt werden, die den Steuerungsplan und Betriebsgrenzen für vielfältige Komponenten der Gasturbine 10 aktiv verwalten.

[0036] Im Betrieb erhöht sich die Drehzahl des Verdichterabschnitts 12 während eines Hochfahrvorgangs (oder vermindert sich während des Herunterfahrens). D.h. der Verdichterabschnitt weist eine erste Drehzahl und eine zweite Drehzahl auf, die grösser ist als die erste Verdichterdrehzahl. Existierende Systeme benutzen eine unveränderliche Strömungsquerschnittsfläche. Die sich ergebende Entnahme ändert sich über den Drehzahlbereich hinweg in Abhängigkeit von Eigenschaften des Verdichters. Die Strömungsquerschnittsfläche ist so eingestellt, dass die Verdichteranforderungen an einem kritischen Punkt in dem Drehzahlbereich erfüllt sind, während die meisten übrigen Drehzahlbereiche überschüssige Entnahmeniveaus aufweisen. Die hier beschriebenen Ausführungsbeispiele ermöglichen eine Anpassung des Strömungsquerschnitts, um die überschüssige Entnahme zu reduzieren, was dazu beitragen kann, sonstige Systembegrenzungen zu erfüllen. Folglich passt die Steuerungseinheit 50 die Startablassentnahme 44 in Abhängigkeit von Hochfahrbetriebsparametern, beispielsweise, jedoch ohne es darauf beschränken zu wollen, die Verdichterdrehzahl, an. Auf diese Weise wird eine genauere Steuerung der entnommenen Luft erreicht, im Gegensatz zu einer einfachen Vollständig-geöffnet-geschlossen-Stellung, so dass dadurch die Fähigkeit des Steuerungselements gesteigert wird, sämtliche Systemgrenzen über den gesamten Bereich von Hochfahrbedingungen hinweg zu erfüllen. Es versteht sich, dass während die Startablassentnahmen, die in dem Verdichter vorne vorgenommen werden, erhöht werden, der Luftstrom zu der Brennkammer zunehmen kann. Diese Charakteristik gestattet einem angepassten Startablasssystem, wirkungsvoll zu arbeiten, um sämtliche Systemanforderungen zu erfüllen.

[0037] In der vollständig geöffneten Stellung der wenigstens einen Steuerungsvorrichtung 48, umgeht eine Luftmenge die Brennkammeranordnung 14, um das Verdichterdruckverhältnis zu reduzieren und die Brennstoffmenge zu verringern, die erforderlich ist, um das angestrebte Brennstoff/Luft-Verhältnis zu treffen. Während die wenigstens eine Steuerungsvorrichtung 48 allmählich geschlossen wird, wird die Strömungsrate des Hauptluftstroms gesteigert, der durch den Verdichterabschnitt 12 und weiter zu der Brennkammer 14 strömt, um eine angestrebte Drehmomentanforderung des Systems aufrechtzuerhalten. Allerdings führt ein Erhöhen der Verdichterentnahmen in gewisse Situationen zu erhöhten Verdichterauslassströmen. Dies ist die Folge eines Entlastens des vorderen Endes des Verdichters und des Druckverhältnisses der Strömungscharakteristiken des Abschnitts des Verdichters.

[0038] Unter Bezugnahme auf das Flussdiagramm von Fig. 3 in Verbindung mit Fig. 1 und 2 ist ein Verfahren zur Steuerung eines Verdichterstartablasssystems während eines Teildrehzahlbetriebs eines Turbinensystems 100 geschaffen. Die Gasturbine 10, und spezieller das Verdichterstartablasssystem 40, wurden zuvor beschrieben, und auf eine nähere Erläuterung spezieller Konstruktionskomponenten kann verzichtet werden. Das Verfahren zur Steuerung eines Verdichterstartablasssystems während eines Teildrehzahlbetriebs eines Turbinensystems 100 beinhaltet ein Überwachen wenigstens eines Betriebsparameters wenigstens eines Verdichterabschnitts und/oder eines Brennkammerabschnitts 102. Der Betriebsparameter kann sich auch auf andere Komponenten beziehen, z.B. auf den Turbinenabschnitt 24, Ventilbeschränkungen und dergleichen. Der wenigstens eine Betriebsparameter wird mit einem Steuerungsplan 104 oder Konstruktions- und/oder Betriebsgrenzen für die Gasturbinen 10 verglichen. Eine Startablassentnahme wird durch mindestens einen Kanal von dem Verdichterabschnitt zu einer Stelle stromabwärts eines Turbinenabschnitts 106 geleitet. Die Startablassentnahme wird mittels mindestens einer Steuervorrichtung des wenigstens einen Kanals in Reaktion auf den Steuerungsplan 108 angepasst.

[0039] Während die Erfindung lediglich anhand einer beschränkten Anzahl von Ausführungsbeispielen im Einzelnen beschrieben wurde, sollte es ohne weiteres verständlich sein, dass die Erfindung nicht auf derartige beschriebene Ausführungsbeispiele beschränkt ist. Vielmehr kann die Erfindung modifiziert werden, um eine beliebige Anzahl von bisher nicht beschriebenen Veränderungen, Abänderungen, Substitutionen oder äquivalenten Anordnungen zu verkörpern, die jedoch dem Schutzbereich der Erfindung entsprechen. Während vielfältige Ausführungsbeispiele der Erfindung beschrieben wurden, ist es ferner selbstverständlich, dass Aspekte der Erfindung möglicherweise lediglich einige der beschriebenen Ausführungsbeispiele beinhalten. Dementsprechend ist die Erfindung nicht als durch die vorausgehende Beschreibung beschränkt anzusehen, sondern ist vielmehr lediglich durch den Schutzbereich der beigefügten Patentansprüche beschränkt.

[0040] Ein Verdichterstartablasssystem für ein Turbinensystem weist einen Verdichterabschnitt auf. Weiter ist ein Turbinenabschnitt vorhanden, der stromabwärts des Verdichterabschnitts angeordnet ist. Darüber hinaus ist wenigstens ein Kanal vorhanden, der mit dem Verdichterabschnitt strömungsmässig verbunden ist, wobei der wenigstens eine Kanal dazu eingerichtet ist, eine Startablassentnahme von dem Verdichterabschnitt zu einer Stelle stromabwärts des Turbinenab-

schnitts zu leiten. Noch weiter ist wenigstens eine Steuerungsvorrichtung des wenigstens einen Kanals vorhanden, die dazu eingerichtet ist, die Startablassentnahme während eines Teildrehzahlbetriebs des Turbinensystems aktiv anzupassen.

Bezugszeichenliste

[0041]

- | | |
|-------|--|
| 10 | Gasturbine |
| 12 | Verdichterabschnitt |
| 14 | Brennkammer |
| 16 | Endabdeckungsanordnung |
| 18 | Verbrennungsabschnitt |
| 20–22 | Mehrere Düsen |
| 24 | Turbinenabschnitt |
| 26–28 | Mehrere Stufen |
| 40 | Verdichterstartablasssystem |
| 42 | Mindestens ein Kanal |
| 44 | Startablassentnahme |
| 46 | Turbinenauslassdiffusor |
| 48 | Steuerungsvorrichtung |
| 50 | Steuereinheit |
| 100 | Betrieb eines Turbinensystems |
| 102 | Überwachen wenigstens eines Betriebsparameters wenigstens eines Verdichterabschnitts und/oder eines Brennkammer abschnitts |
| 104 | Der wenigstens eine Betriebsparameter wird mit einem Steuerungsplan verglichen |
| 106 | Leiten einer Startablassentnahme durch mindestens einen Kanal von dem Verdichterabschnitt zu einer Stelle stromabwärts eines Turbinenabschnitts |
| 108 | Die Startablassentnahme wird mittels mindestens einer Steuervorrichtung des wenigstens einen Kanals in Reaktion auf den Steuerungsplan angepasst |

Patentansprüche

1. Verdichterstartablasssystem für ein Turbinensystem, zu dem gehören:
ein Verdichterabschnitt;
ein Turbinenabschnitt, der stromabwärts des Verdichterabschnitts angeordnet ist;
wenigstens ein Kanal, der mit dem Verdichterabschnitt strömungsmässig verbunden ist, wobei der wenigstens eine Kanal dazu eingerichtet ist, eine Startablassentnahme von dem Verdichterabschnitt zu einer Stelle stromabwärts des Turbinenabschnitts zu leiten; und
wenigstens eine Steuerungsvorrichtung des wenigstens einen Kanals, die dazu eingerichtet ist, die Startablassentnahme während eines Teildrehzahlbetriebs des Turbinensystems aktiv anzupassen.
2. Verdichterstartablasssystem nach Anspruch 1, das ferner eine Steuereinheit aufweist, die einen Steuerungsplan enthält.
3. Verdichterstartablasssystem nach Anspruch 2, wobei die Steuereinheit mit der wenigstens einen Steuerungsvorrichtung in Betriebsverbindung steht; und/oder
wobei der Steuerungsplan mindestens einen Betriebsparameter über einem Teildrehzahlbetriebsbereich des Verdichters enthält; und/oder
wobei der Steuerungsplan eine Verdichterbetriebsgrenzlinie enthält.
4. Verdichterstartablasssystem nach Anspruch 3, wobei der wenigstens eine Betriebsparameter ein Brennstoff/Luft-Verhältnis eines Brennkammerabschnitts des Turbinensystems aufweist.

5. Verdichterstartablasssystem nach Anspruch 1, wobei die Steuervorrichtung ein variables Ventil enthält, das zumindest teilweise in dem wenigstens einen Kanal angeordnet ist.
6. Verdichterstartablasssystem nach Anspruch 1, wobei der Teildrehzahlbetrieb einen Beschleunigungsmodus des Turbinensystems aufweist; und/oder wobei der Teildrehzahlbetrieb einen Verzögerungsmodus des Turbinensystems aufweist.
7. Verdichterstartablasssystem nach Anspruch 1, das ferner mehreren Kanäle aufweist, die mit mehreren Stufen des Verdichterabschnitts strömungsmässig verbunden sind und dazu eingerichtet sind, die Startablassentnahme zu der Stelle stromabwärts des Turbinenabschnitts zu leiten.
8. Verdichterstartablasssystem nach Anspruch 1, wobei die Stelle stromabwärts des Turbinenabschnitts einen Turbinenauslassabschnitt aufweist; und/oder wobei die Stelle stromabwärts des Turbinenabschnitts die Umgebung ist.
9. Verdichterstartablasssystem nach Anspruch 1, wobei der wenigstens eine Kanal mit dem Verdichterabschnitt in der Nähe eines Mittelstufenabschnitts des Verdichterabschnitts strömungsmässig verbunden ist.
10. Verfahren zur Steuerung eines Verdichterstartablasssystems während eines Hochfahrvorgangs eines Turbinensystems, das aufweist:
 - Überwachen wenigstens eines Betriebsparameters des Turbinensystems;
 - Vergleichen des wenigstens einen Betriebsparameters mit einem Steuerungsplan;
 - Leiten einer Startablassentnahme durch mindestens einen Kanal von dem Verdichterabschnitt zu einer Stelle stromabwärts eines Turbinenabschnitts; und
 - Anpassen der Startablassentnahme mittels mindestens einer Steuervorrichtung des wenigstens einen Kanals zumindest teilweise in Reaktion auf den Steuerungsplan.

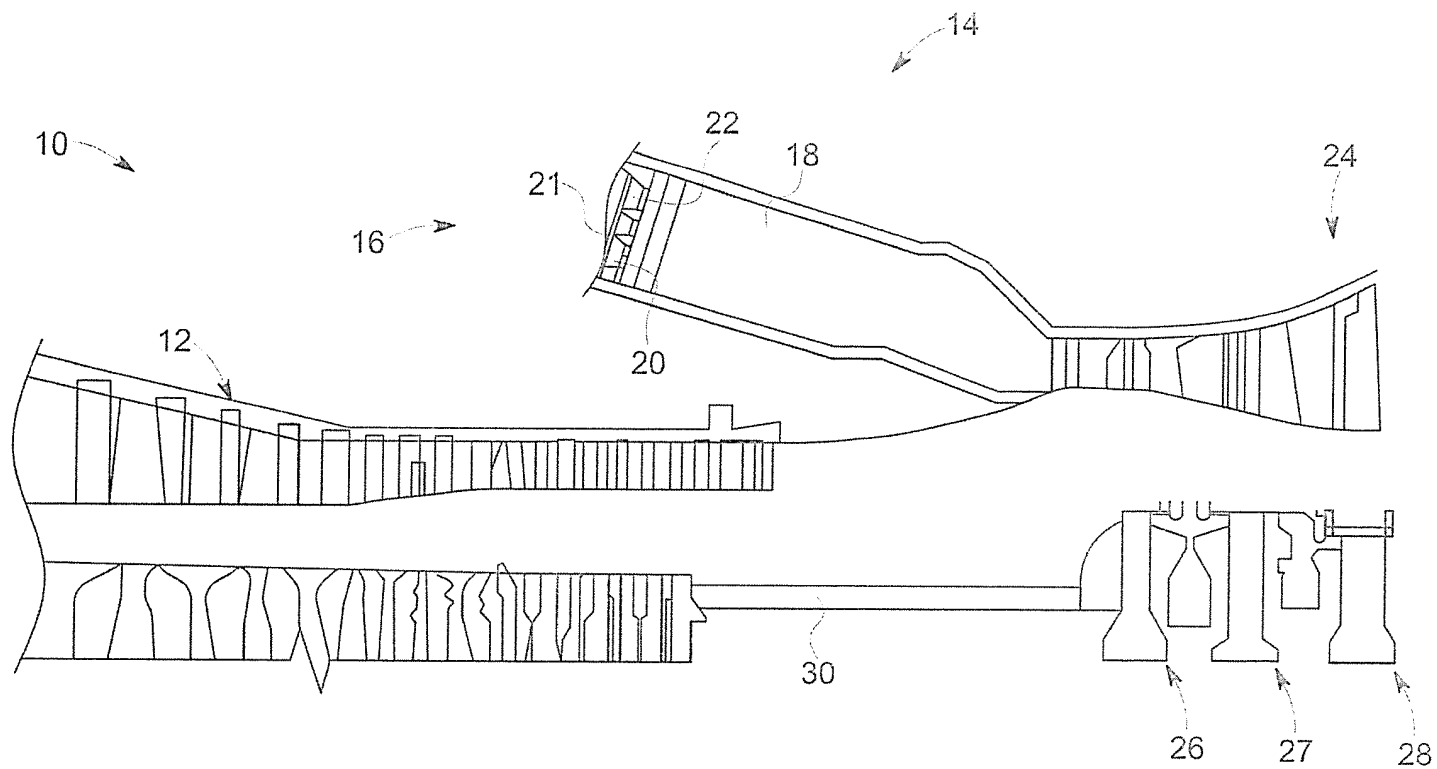


FIG. 1

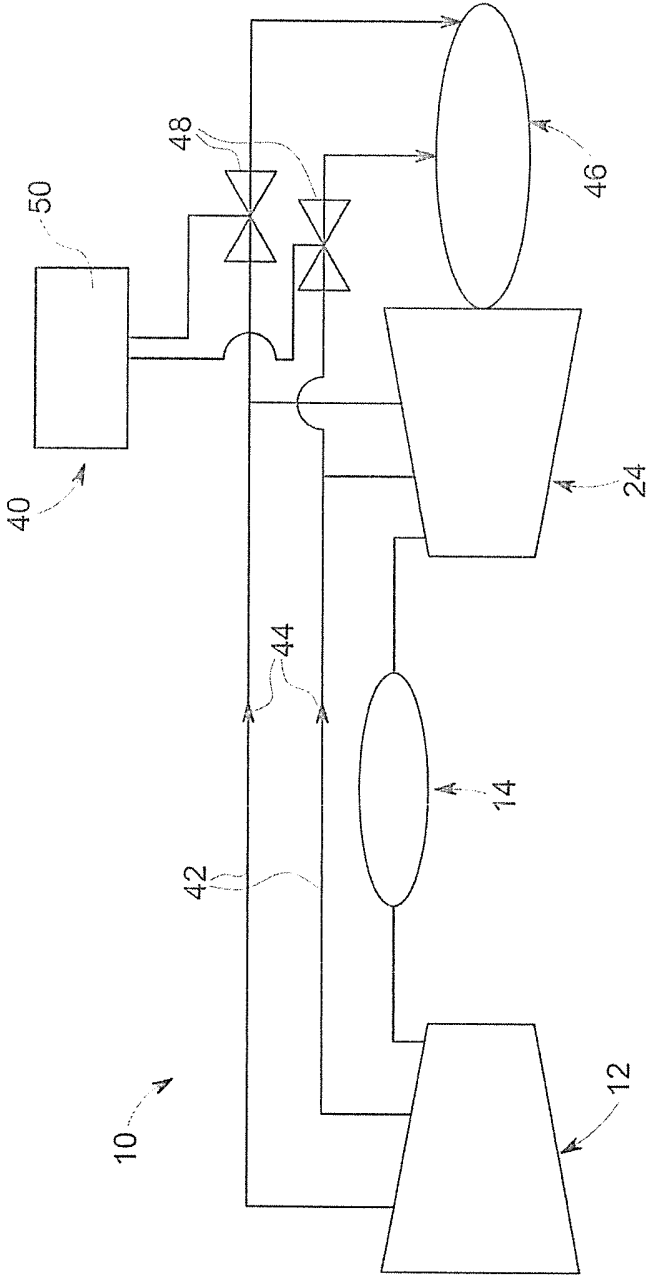


FIG. 2

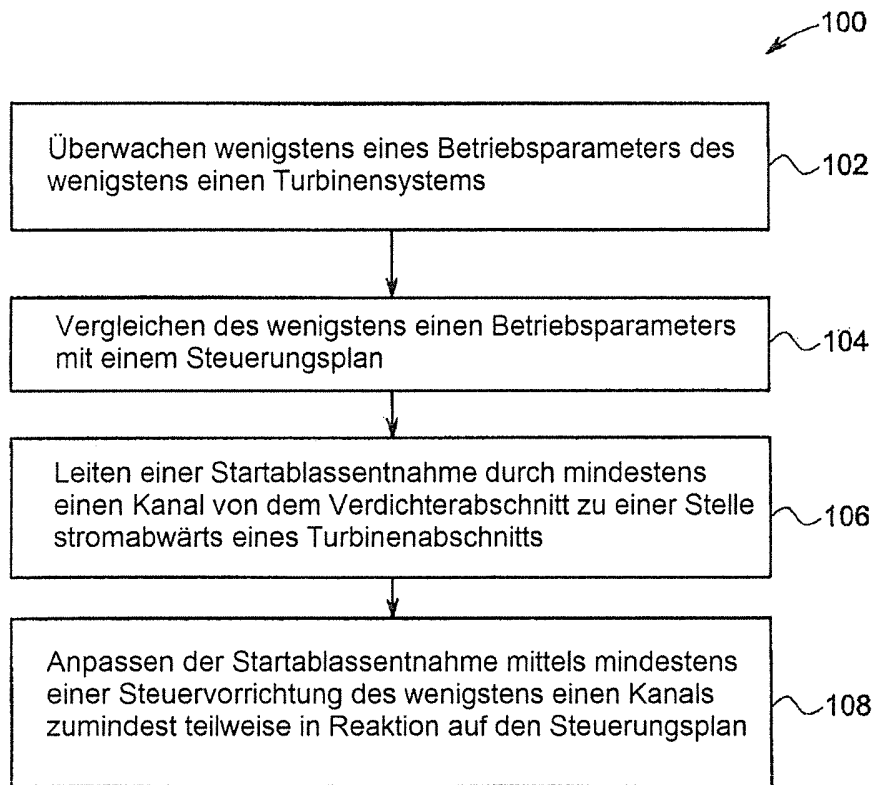


FIG. 3