



(10) **DE 11 2016 004 296 T5** 2018.06.21

(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2017/051766**  
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2  
IntPatÜG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2016 004 296.5**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2016/077320**  
(86) PCT-Anmeldetag: **15.09.2016**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **30.03.2017**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **21.06.2018**

(51) Int Cl.: **F02C 7/057** (2006.01)  
**F02C 7/042** (2006.01)  
**F02C 7/047** (2006.01)  
**F02C 9/00** (2006.01)  
**F02C 9/18** (2006.01)

(30) Unionspriorität:  
**2015-187092**      **24.09.2015**      **JP**  
  
(71) Anmelder:  
**MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, LTD.,**  
**Yokohama-shi, Kanagawa, JP**  
  
(74) Vertreter:  
**Patentanwälte Henkel, Breuer & Partner, 80333**  
**München, DE**

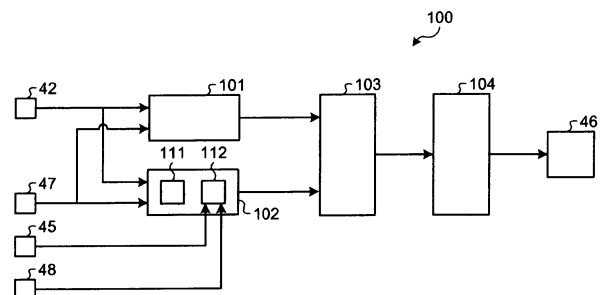
(72) Erfinder:  
**Nakahara, Masahiko, Yokohama-shi, Kanagawa,**  
**JP; Nishimura, Hidehiko, Yokohama-shi,**  
**Kanagawa, JP; Usune, Yoshie, Yokohama-shi,**  
**Kanagawa, JP; Kishi, Norihisa, Yokohama-shi,**  
**Kanagawa, JP**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **GASTURBINENSTEUERUNGSVORRICHTUNG UND -VERFAHREN,**  
**GASTURBINENSTEUERPROGRAMM UND GASTURBINE**

(57) Zusammenfassung: Für eine Vorrichtung und ein Steuerungsverfahren einer Gasturbine wird für ein Gasturbinensteuerprogramm und die Gasturbine angegeben: eine erste Öffnungseinstelleinheit (101), die einen ersten IGV-Öffnungsbefehlswert (S1) für eine Einlassleitschaufel (22) basierend auf Faktoren nicht umfassend eine Pumpgrenze eines Verdichters (11) einstellt; eine zweite Öffnungseinstelleinheit (102), welche einen zweiten IGV-Öffnungsbefehlswert (S2) für die Einlassleitschaufel (22) basierend auf der Pumpgrenze des Verdichters (11) einstellt und den zweiten IGV-Öffnungsbefehlswert (S2) basierend auf einem Druck im Verdichter (11) korrigiert; eine Öffnungsauswahleinheit (103), die eine Maximalöffnung als einen IGV Öffnungsbefehlswert (S) für die Einlassleitschaufel (22) aus dem ersten IGV-Öffnungsbefehlswert (S1) und dem zweiten IGV-Öffnungsbefehlswert (S2) auswählt; und eine Öffnungssteuerungseinheit (104), die die Öffnung der Einlassleitschaufel (22) basierend auf dem IGV Öffnungsbefehlswert S ausgewählt durch die Öffnungsauswahleinheit (103) anpasst.



**Beschreibung****Gebiet**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung und ein Steuerverfahren einer Gasturbine, welche einen Verdichter, eine Brennkammer und eine Turbine aufweist, ein Gasturbinensteuerprogramm und eine Gasturbine, welche die Steuervorrichtung der Gasturbine aufweist.

**Technischer Hintergrund**

**[0002]** Eine übliche Gasturbine ist aus einem Verdichter, einer Brennkammer und einer Turbine gebildet. Durch einen Verdichter, der Luft verdichtet, die von einem Lufteinlassanschluß abgenommen wird, wird die Luft in eine Hochtemperatur- und hochdruckverdichtete Luft überführt und mittels Brennstoff, der dieser verdichteten Luft zugeführt wird, um in einer Brennkammer verbrannt zu werden, wird Hochtemperatur- und Hochdruckverbrennungsgas (Arbeitsfluid) erhalten. Eine Turbine und ein Generator, der mit dieser Turbine verbunden ist, werden durch dieses Verbrennungsgas und ein Generator angetrieben.

**[0003]** In solch einer Gasturbine ist an einem Lufteinlassanschluß eines Verdichters eine Einlassleitschaufel (IGV) vorgesehen und eine Öffnung dieser Einlassleitschaufel wird auf der Basis einer Ausgangsleistung (Lastwert) der Gasturbine und dergleichen angepasst. Weiterhin, wenn diese Öffnung des IGV im Verdichter klein ist, ist die angesaugte Luftmenge vermindert und es ein Pumpphänomen verursacht werden und deswegen wird eine untere Grenze für diese Öffnung des IGV eingestellt.

**[0004]** Wenn die Gasturbine in einem Zustand, in dem eine Umgebungstemperatur niedrig ist, betrieben wird, kann die Temperatur der Luft, die durch die IGV strömt, vermindert sein auf eine Temperatur unterhalb des Gefrierpunktes und eine Feuchte in der Luft kann gefrieren, weswegen eine Vereisungsverhinderungsfunktion zum Erhöhen der Temperatur der Luft, die in den Verdichter strömt, vorgesehen ist. Diese Vereisungsverhinderungsfunktion dient zum Verhindern des Vereisens am Lufteinlassanschluß durch das Führen eines Teils der verdichteten Hochtemperaturluft, die in dem Verdichter erzeugt wurde, in den Lufteinlassanschluß durch eine Zapfluftleitung. Weiterhin ermöglicht die Vereisungsverhinderungsfunktion einen Teillastbetrieb der Gasturbine durch das Aufrechterhalten einer Turbineneinlasstemperatur und hierdurch kann Kohlenmonoxid (CO) im Abgas verringert werden und die Emission kann garantiert werden.

**[0005]** Wenn ein Teil der verdichteten Luft, die im Verdichter erzeugt wurde, zu einer Zeit des Antivereisungsbetriebs entnommen wird, wird die verdichtete

Luft zur Verbrennung in der Brennkammer verringert werden und die Öffnung der IGV wird korrigiert werden müssen, um größer zu sein. Eine solche Technologie umfasst beispielsweise eine Technologie, die in der unten zitierten Patentliteratur 1 beschrieben wird. In einem Betriebsverfahren einer Gasturbine, beschrieben in der Patentliteratur 1, wird die Öffnung einer Einlassleitschaufel gemäß einem Ausgangsleistungsbefehlswert bezogen auf die Gasturbine berechnet und als Öffnung der IGV wird eine größere Öffnung aus Turbinenbetriebsaktualisierungsöffnungen gewählt, berechnet basierend auf der Einlasslufttemperatur und der Einlassluftfeuchtigkeit.

**Dokumentenliste****Patentliteratur**

**[0006]** Patentliteratur 1: Japanische offengelegte Patentveröffentlichung Nr. 2011-032869

**Zusammenfassung****Technische Aufgabe**

**[0007]** Zu einer Zeit des Antivereisungsbetriebs, wenn ein Teil der verdichteten Luft, die im Verdichter erzeugt wurde, entnommen wird, wird der Gehäusedruck hierin verringert und deswegen ist das Auftreten des Pumpphänomens abgeschwächt. Jedoch wird dies nicht in der Steuerung der Öffnung der IGV basierend auf der Ausgangsleistung (Lastwert) der Gasturbine berücksichtigt und deswegen wird die IGV mehr als notwendig hin zur offenen Seite angesteuert. In diesem Fall kann ein Ansteigen der Zapfluftstrom der verdichteten Luft in Erwägung gezogen werden, aber dies hat ein Problem dahingehend, dass die Zunahme des Zapfluftstroms zu einer Zunahme der Größe der Zapfluftverrohrung und des -ventils führt und deswegen Herstellungskosten erhöht. Weiterhin, wenn die Einlassluftströmungsrate zu groß ist, ist die Arbeitslast des Verdichters erhöht und die Erzeugungseffizienz vermindert.

**[0008]** Die vorliegende Erfindung löst die oben beschriebenen Probleme und eine Aufgabe hiervon ist es, eine Vorrichtung und ein Steuerverfahren einer Gasturbine, ein Gasturbinensteuerprogramm, und die Gasturbine vorzusehen, welche zur Verminderung von Kohlenmonoxid und einer Emissionsgarantie führt und eine Verhinderung der Zunahme der Herstellungskosten aufgrund einer Vergrößerung der Anlagen durch das Erhalten einer optimalen Einlassluftströmungsrate für einen Verdichter.

**Lösung des Problems**

**[0009]** Gemäß der vorliegenden Erfindung wird eine Gasturbinensteuerungsvorrichtung in einer Gasturbine zur Verfügung gestellt, die einen Verdichter,

eine Brennkammer, eine Turbine, eine Einlassleitschaufel, die an einem Lufteinlassanschluß des Verdichters vorgesehen ist, aufweist und eingerichtet ist, um eine Luftmenge, die in den Verdichter strömt, anzupassen und einen Zapfluftströmungskanal aufweist, durch den ein Teil der Luft, verdichtet durch den Verdichter entnommen wird, wobei die Gasturbinensteuerungsvorrichtung eine zweite Öffnungseinstelleinheit hat, die eingerichtet ist, um eine zweite Öffnung der Einlassleitschaufel basierend auf einer Pumpgrenze des Verdichters einzustellen und die zweite Öffnung basierend auf einem Druck im Verdichter zu korrigieren, eine erste Öffnungseinstelleinheit hat, die eingerichtet ist, um eine erste Öffnung für die Einlassleitschaufel durch die Steuerung unterschiedlich von der zweiten Öffnungseinstelleinheit einzustellen, eine Öffnungsauswahleinheit hat, die eingerichtet ist, um eine Maximalöffnung als eine Öffnung für die Einlassleitschaufel aus der ersten Öffnung und der zweiten Öffnung auszuwählen, und eine Öffnungssteuerungseinheit, die eingerichtet ist, um die Öffnung der Einlassleitschaufel basierend auf der ausgewählten Öffnung für die Einlassleitschaufel, ausgewählt durch die Öffnungsauswahleinheit, anzupassen.

**[0010]** Deswegen wird die erste Öffnung für die Einlassleitschaufel durch die Steuerung unterschiedlich von der zweiten Öffnungseinstelleinheit eingestellt, die zweite Öffnung der Einlassleitschaufel wird basierend auf der Pumpgrenze des Verdichters eingestellt und basierend auf dem Druck im Verdichter korrigiert, die Maximalöffnung wird als die Öffnung für die Einlassleitschaufel aus der ersten Öffnung und der zweiten Öffnung ausgewählt und die Öffnung der Einlassleitschaufel wird basierend auf der ausgewählten Öffnung für die Einlassleitschaufel angepasst. Deswegen kann die zweite Öffnung für die Einlassleitschaufel, die basierend auf der Pumpgrenze des Verdichters eingestellt wurde, basierend auf dem Druck im Verdichter korrigiert werden. Wenn der Teil der verdichteten Luft im Verdichter durch den Zapfluftströmungskanal entnommen wird, wird der Druck im Verdichter vermindert und hierdurch ist das Auftreten des Pumpphänomens im Verdichter abgeschwächt. Zu dieser Zeit wird die Öffnung für die Einlassleitschaufel basierend auf dem Druck im Verdichter korrigiert; deswegen ist ein Anstieg der Einlassluftströmungsrate um mehr als notwendig verhindert und eine optimale Einlassluftströmungsrate kann für den Verdichter erhalten werden. Im Ergebnis kann das Kohlenmonoxid im Abgas verringert werden und die Emission kann garantiert werden und Zunahme der Herstellungskosten aufgrund einer Vergrößerung der Anlagen kann verhindert werden.

**[0011]** In der Gasturbinensteuerungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung, ist die erste Öffnungseinstelleinheit außerdem eingerichtet, um die erste Öffnung der Einlassleitschaufel basierend auf

Faktoren nicht umfassend eine Pumpgrenze des Verdichters einzustellen.

**[0012]** Deswegen ist die erste Öffnungseinstelleinheit in der Lage, die erste Öffnung für die Einlassleitschaufel basierend auf den Faktoren nicht umfassend die Pumpgrenze des Verdichters hochgenau einzustellen.

**[0013]** In der Gasturbinensteuerungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung ist der Druck im Verdichter wenigstens irgendeiner eines Gehäusedrucks im Verdichter, ein Gehäusedruckverhältnis wird berechnet auf Basis eines Umgebungsdrucks und des Gehäusedrucks und ein geschätzter Gehäusedruck oder ein geschätztes Gehäusedruckverhältnis wird geschätzt basierend auf einem Druck an einer vorbestimmten Stelle im Verdichter.

**[0014]** Deswegen kann durch die Verwendung des Drucks im Verdichter, welcher der Gehäusedruck ist, des Gehäusedruckverhältnisses, des geschätzten Gehäusedrucks oder des geschätzten Gehäusedruckverhältnisses die zweite Öffnung hochgenau eingestellt werden.

**[0015]** In der Gasturbinensteuerungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung ist die zweite Öffnungseinstelleinheit außerdem eingerichtet, um die zweite Öffnung basierend auf Parametern mit Ausnahme des Drucks im Verdichter einzustellen und die zweite Öffnung basierend auf dem Gehäusedruckverhältnis zu korrigieren.

**[0016]** Deswegen wird durch das Korrigieren der zweiten Öffnung basierend auf dem Druck des Verdichtungsverhältnisses durch die zweite Öffnungseinstelleinheit die Einlassluftströmungsrate daran gehindert, mehr als notwendig anzusteigen und eine optimale Einlassluftströmungsrate kann für den Verdichter erreicht werden.

**[0017]** In der Gasturbinensteuerungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung hat die zweite Öffnungseinstelleinheit eine erste Berechnungseinheit, die eingerichtet ist, um eine erste Minimalöffnung für die Einlassleitschaufel basierend auf einem ersten Zustand der Pumpgrenze, in dem eine vorbestimmte Zapfluftströmungsrate durch den Zapfluftströmungskanal erhalten wird, einzustellen und eine zweite Berechnungseinheit, die eingerichtet ist, um eine zweite Minimalöffnung für die Einlassleitschaufel basierend auf einem zweiten Zustand der Pumpgrenze in dem eine Zapfströmungsrate durch den Zapfluftströmungskanal größer ist als in dem ersten Zustand, einzustellen.

**[0018]** Deswegen wird die erste Minimalöffnung basierend auf der Pumpgrenze, wenn die Zapfluftströmungsrate klein eingestellt ist, und die zweite Mini-

malöffnung basierend auf der Pumpgrenze, wenn die Zapfluftströmungsrate groß ist, eingestellt und hierdurch kann, egal ob die Zapfluftströmungsrate groß oder klein ist, die Öffnung für die Einlassleitschaukel unter Berücksichtigung der Pumpgrenze geeignet eingestellt werden.

**[0019]** In der Gasturbinensteuerungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung ist die erste Berechnungseinheit weiterhin eingerichtet, um die erste Minimalöffnung basierend auf Parametern nicht umfassend den Druck im Verdichter zu berechnen, und die zweite Berechnungseinheit ist außerdem eingerichtet, um die zweite Minimalöffnung basierend auf dem Druck im Verdichter zu berechnen.

**[0020]** Deswegen weil die erste Minimalöffnung basierend auf den Parametern nicht umfassend den Druck im Verdichter berechnet wird und die zweite Minimalöffnung basierend auf dem Druck, der im Verdichter berechnet wird, wird hierdurch die zweite Minimalöffnung basierend auf dem Druck im Verdichter und der Pumpgrenze eingestellt, wenn die Zapfluftströmungsrate groß ist und deswegen kann die Einlassluftströmungsrate daran gehindert werden, mehr als notwendig anzusteigen, wenn die Zapfluftströmungsrate groß ist.

**[0021]** In der Gasturbinensteuerungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung hat die zweite Öffnungseinstelleinheit eine Differenzberechnungseinheit, die eingerichtet ist, um eine Differenz zwischen der ersten Minimalöffnung und der zweiten Minimalöffnung zu berechnen und eine Additionseinheit, die eingerichtet ist, um die Differenz, berechnet durch die Differenzberechnungseinheit zur ersten Minimalöffnung, die durch die erste Berechnungseinheit berechnet wurde, hinzuzuaddieren.

**[0022]** Deswegen, weil die Öffnung für die Einlassleitschaukel unter Berücksichtigung der Pumpgrenze des Verdichters durch Addition der Differenz zwischen der ersten Minimalöffnung und der zweiten Minimalöffnung zur ersten Minimalöffnung eingestellt wird, nicht berücksichtigend die Magnitude der Zapfluftströmungsrate, kann die Öffnung für die Einlassleitschaukel unter Berücksichtigung der Pumpgrenze in geeigneter Art und Weise eingestellt werden.

**[0023]** In der Gasturbinensteuerungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung ist eine Begrenzungs- und Korrekturereinheit eingerichtet, um die Differenz berechnet durch die Differenzberechnungseinheit zu korrigieren, so dass die Differenz zwischen einer vorbestimmten oberen Grenze und einer vorbestimmten unteren Grenze zur Verfügung gestellt wird.

**[0024]** Deswegen ist die Differenz durch das Setzen der oberen Grenze und der unteren Grenze für die Differenz zwischen der ersten Minimalöffnung und

der zweiten Minimalöffnung davon abgehalten, ein unnormaler Wert zu werden und eine große Zunahme oder Abnahme in der Einlassluftströmungsrate aufgrund einer abnormalen Änderung in der Öffnung der Einlassleitschaukel kann verhindert werden.

**[0025]** In der Gasturbinensteuerungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung hat die zweite Öffnungseinstelleinheit eine Öffnungskorrekturereinheit, die eingerichtet ist, um die erste Minimalöffnung und die zweite Minimalöffnung basierend auf dem Druck im Verdichter zu korrigieren und eine Additionseinheit, die eingerichtet ist, um einen korrigierten Wert der ersten Minimalöffnung und einen korrigierten Wert der zweiten Minimalöffnung zusammen zu addieren.

**[0026]** Deswegen kann, wegen der Korrektur der ersten Minimalöffnung, wenn die Zapfluftströmungsrate klein ist, und der zweiten Minimalöffnung, wenn die Zapfluftströmungsrate groß ist, entsprechend basierend auf dem Druck im Verdichter, und dem Addieren der korrigierten ersten und zweiten Minimalöffnungen die Öffnung für die Einlassleitschaukel basierend auf dem Druck im Verdichter geeignet eingestellt werden.

**[0027]** In der Gasturbinensteuerungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung ist die erste Öffnungseinstelleinheit weiterhin eingerichtet, um eine Minimalöffnung für die Einlassleitschaukel basierend auf einer Einlasstemperatur der Turbine einzustellen.

**[0028]** Deswegen kann durch das Einstellen der Minimalöffnung für die Einlassleitschaukel basierend auf der Einlasstemperatur der Turbine, Kohlenmonoxid in dem Abgas verringert werden und die Emission kann garantiert werden.

**[0029]** In der Gasturbinensteuerungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung ist die Öffnungssteuerungseinheit außerdem eingerichtet, um eine Öffnungsgeschwindigkeit der Einlassleitschaukel derart einzustellen, dass sie schneller als eine Schließgeschwindigkeit der Einlassleitschaukel ist.

**[0030]** Deswegen kann durch die schnelle Öffnung der Einlassleitschaukel, wenn die Öffnung der Einlassleitschaukel erhöht ist und ein langsames Schließen der Einlassleitschaukel, wenn die Öffnung der Einlassleitschaukel vermindert ist, die Abgastemperatur davon abgehalten werden, plötzlich abzufallen und die Emission kann garantiert werden.

**[0031]** In der Gasturbinensteuerungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung ist der Zapfluftströmungskanal außerdem eingerichtet, um den Teil der Luft, der durch den Verdichter verdichtet wurde, abzapfen und den abgezapften Teil zum Lufteinlassanschluß des Verdichters zu leiten.

**[0032]** Deswegen wird eine Vereisung am Lufteinlassanschluß durch das Abzweigen des Teils der Luft, der durch den Verdichter verdichtet wurde, und durch das Leiten des abgezapften Teils zum Lufteinlassanschluß durch den Zapfluftströmungskanal verhindert.

**[0033]** Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein Gasturbinensteuerungsverfahren in einer Gasturbine zur Verfügung gestellt, welche einen Verdichter, eine Brennkammer, eine Turbine, eine Einlassleitschaufel hat, die an einem Lufteinlassanschluß des Verdichters vorgesehen und eingerichtet ist, um eine Luftmenge, die in den Verdichter strömt, anzupassen und einen Zapfluftströmungskanal aufweist, durch den ein Teil der Luft, der durch die Verdichter verdichtet wurde, entnommen wird, wobei das Verfahren umfasst: einen zweiten Öffnungseinstellschritt des Einstellens einer zweiten Öffnung für die Einlassleitschaufel basierend auf der Pumpgrenze des Verdichters und Korrigieren der zweiten Öffnung basierend auf einem Druck im Verdichter, einen ersten Öffnungseinstellschritt einer ersten Öffnung für die Einlassleitschaufel durch eine Steuerung unterschiedlich von derjenigen des zweiten Öffnungseinstellschritts, einen Öffnungsauswahlschritt des Auswählens einer Maximalöffnung als eine Öffnung für die Einlassleitschaufel aus der ersten Öffnung und der zweiten Öffnung, und einen Öffnungssteuerschritt des Anpassens der Öffnung der Einlassleitschaufel basierend auf der ausgewählten Öffnung für die Einlassleitschaufel.

**[0034]** Wenn der Teil der verdichteten Luft im Verdichter über den Zapfluftströmungskanal entnommen wird, wird der Druck im Verdichter verringert und hierdurch wird das Auftreten des Pumpphänomens in dem Verdichter abgeschwächt. Zu dieser Zeit wird die Öffnung für die Einlassleitschaufel basierend auf dem Druck im Verdichter korrigiert; deswegen wird die Einlassluftströmungsrate davon abgehalten, mehr als notwendig anzusteigen und eine optimale Einlassluftströmungsrate kann für den Verdichter erreicht werden. Als Ergebnis kann Kohlenmonoxid im Abgas verringert werden und die Emission kann garantiert werden und ein Anstieg der Herstellungskosten aufgrund einer Vergrößerung der Anlagen kann verhindert werden.

**[0035]** Gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein Gasturbinensteuerprogramm in einer Gasturbine vorgesehen, welche umfasst: einen Verdichter, eine Brennkammer, eine Turbine, eine Einlassleitschaufel, vorgesehen an einem Lufteinlassanschluß des Verdichters und eingerichtet, um eine Luftmenge, die in dem Verdichter strömt, anzupassen, und einen Zapfluftströmungskanal, durch den ein Teil der Luft, die durch den Verdichter verdichtet wurde, entnommen wird, wobei das Programm einen Computer dazu veranlasst, einen zweiten Öffnungseinstellschritt des

Einstellens einer zweiten Öffnung für die Einlassleitschaufel basierend auf einer Pumpgrenze des Verdichters und des Korrigierens der zweiten Öffnung basierend auf einem Druck im Verdichter auszuführen, einen ersten Öffnungseinstellschritt des Einstellens einer ersten Öffnung für die Einlassleitschaufel durch eine Steuerung unterschiedlich von derjenigen des zweiten Öffnungseinstellschritts auszuführen, einen Öffnungsauswahlschritt des Auswählens einer Maximalöffnung als eine Öffnung für die Einlassleitschaufel aus der ersten Öffnung und der zweiten Öffnung auszuführen und einen Öffnungssteuerschritt des Anpassens der Öffnung für die Einlassleitschaufel basierend auf der ausgewählten Öffnung für die Einlassleitschaufel durchzuführen.

**[0036]** Wenn der Teil der verdichteten Luft in dem Verdichter über den Zapfluftströmungskanal entnommen wird, wird der Druck im Verdichter verringert und hierdurch wird das Auftreten des Pumpphänomens im Verdichter abgeschwächt. Zu dieser Zeit wird die Öffnung der Einlassleitschaufel basierend auf dem Druck im Verdichter korrigiert; deswegen wird die Einlassluftströmungsrate daran gehindert, mehr als notwendig anzusteigen, und eine optimale Einlassluftströmungsrate kann für den Verdichter erreicht werden. Als Ergebnis kann Kohlenmonoxid im Abgas verringert werden und die Emission kann garantiert werden und ein Anstieg der Herstellungskosten aufgrund einer Ausweitung/Vergrößerung der Anlagen kann verhindert werden.

**[0037]** Gemäß der vorliegenden Erfindung wird eine Gasturbine vorgesehen, welche umfasst: einen Verdichter, eine Brennkammer, eine Turbine, eine Einlassleitschaufel, vorgesehen an einem Lufteinlassanschluß des Verdichters und eingerichtet, um eine Luftmenge, die in dem Verdichter strömt, anzupassen, einen Zapfluftströmungskanal durch den ein Teil der Luft, verdichtet durch den Verdichter, entnommen wird, und die Gasturbinensteuerungsvorrichtung, welche oben beschrieben wurde.

**[0038]** Wenn der Teil der verdichteten Luft in dem Verdichter über den Zapfluftströmungskanal entnommen wird, wird der Druck im Verdichter verringert und hierdurch wird das Auftreten des Pumpphänomens im Verdichter abgeschwächt. Zu dieser Zeit wird die Öffnung der Einlassleitschaufel basierend auf dem Druck im Verdichter korrigiert; deswegen wird die Einlassluftströmungsrate davon abgehalten, mehr als notwendig anzusteigen und eine optimale Einlassluftströmungsrate kann für den Verdichter erhalten werden. Als Ergebnis kann Kohlenmonoxid im Abgas verringert werden und die Emission kann garantiert werden und ein Anstieg der Herstellungskosten aufgrund einer Ausweitung/Vergrößerung der Anlagen kann verhindert werden.

**[0039]** Gemäß einer Vorrichtung und einem Steuerungsverfahren für eine Gasturbine, einem Gasturbinensteuerprogramm und der Gasturbine der vorliegenden Erfindung wird eine erste Öffnung für eine Einlassleitschaukel durch eine Steuerung unterschiedlich von derjenigen der zweiten Öffnungseinstelleinheit eingestellt, eine zweite Öffnung für die Einlassleitschaukel wird von einer Pumpgrenze eines Verdichters eingestellt und gemäß einem Druck im Verdichter korrigiert, eine Maximalöffnung wird als eine Öffnung für die Einlassleitschaukel aus der ersten Öffnung und der zweiten Öffnung ausgewählt und eine Öffnung der Einlassleitschaukel wird gemäß der ausgewählten Öffnung für die Einlassleitschaukel angepasst. Deswegen wird die Einlassluftströmungsrate daran gehindert, mehr als notwendig anzusteigen und eine optimale Einlassluftströmungsrate kann für den Verdichter erhalten werden. Als Ergebnis kann das Kohlenmonoxid im Abgas verringert werden und die Emission kann garantiert werden und eine Zunahme der Herstellungskosten aufgrund von einer Vergrößerung/Ausweitung der Anlagen kann verhindert werden.

#### Figurenliste

**Fig. 1** ist ein Blockdiagramm, welches eine Gasturbinensteuerungsvorrichtung einer ersten Ausführungsform darstellt.

**Fig. 2** ein schematisches Blockdiagramm, welches eine spezifische Konfiguration der Gasturbinensteuerungsvorrichtung der ersten Ausführungsform darstellt.

**Fig. 3** ist ein Graph, der eine erste Korrekturfunktion repräsentiert.

**Fig. 4** ist ein Graph, der eine zweite Korrekturfunktion repräsentiert.

**Fig. 5** ist ein Graph, der eine dritte Korrekturfunktion repräsentiert.

**Fig. 6** ist ein Graph, der eine vierte Korrekturfunktion repräsentiert.

**Fig. 7** ist ein Graph, der eine fünfte Korrekturfunktion repräsentiert.

**Fig. 8** ist ein schematisches Konfigurationsdiagramm, welches eine Gasturbine der ersten Ausführungsform darstellt.

**Fig. 9** ist ein schematisches Blockdiagramm, welches eine Gasturbinensteuerungsvorrichtung einer zweiten Ausführungsform darstellt.

**Fig. 10** ist ein Graph, der eine sechste Korrekturfunktion repräsentiert.

**Fig. 11** ist ein Graph zum Finden einer IGV-Öffnung aus der sechsten Korrekturfunktion.

**[0040]** Im Folgenden werden bevorzugte Ausführungsformen einer Vorrichtung und eines Steuerungsverfahrens einer Gasturbine, ein Gasturbinensteuerprogramm, und die Gasturbine der vorliegenden Erfindung im Detail, unter Bezugnahme auf die anliegenden Zeichnungen beschrieben werden. Die vorliegende Erfindung ist nicht durch diese Ausführungsformen begrenzt, und wenn es mehrere Ausführungsformen gibt, umfasst die vorliegende Erfindung diese, zusammengesetzt durch eine Kombination von irgendwelchen von diesen Ausführungsformen.

#### [Erste Ausführungsform]

**[0041]** **Fig. 8** ist ein schematisches Blockdiagramm, welches eine Gasturbine einer ersten Ausführungsform zeigt.

**[0042]** In der ersten Ausführungsform, wie gezeigt in **Fig. 8**, wird eine Gasturbine **10** aus einem Verdichter **11**, einer Brennkammer **12**, und einer Turbine **13** gebildet. Ein Generator, der nicht gezeigt ist, ist koaxial mit dieser Gasturbine **10** verbunden, wodurch es möglich ist, Elektrizität zu erzeugen.

**[0043]** Der Verdichter **11** hat einen Lufteinlassanschluß **20**, durch den Luft eingesaugt wird, eine Einlassleitschaukel (IGV) **22**, die in einem Verdichtergehäuse **21** angeordnet ist, mehrere Verdichterleitschaukeln **23** und Verdichterlaufschaukeln **24**, die abwechselnd in einer Vorne-/Hintenrichtung (eine Axialrichtung eines Rotors **32**, der später beschrieben wird) angeordnet sind und eine Zapfluftkammer **25**, die außerhalb dessen angeordnet ist. Die Brennkammer **12** ermöglicht eine Verbrennung durch Zuführung von Brennstoff zu verdichteter Luft, die in dem Verdichter **11** verdichtet wurde, durch Initiieren einer Zündung. Die Turbine **13** hat eine Vielzahl von Turbinenleitschaukeln **27** und Turbinenlaufschaukeln **28**, die abwechselnd in der Vorne-/Hintenrichtung (die Axialrichtung des Rotors **32**, der später beschrieben wird) in einem Turbinengehäuse **26** angeordnet sind. Eine Abgaskammer **30** ist stromabwärts des Turbinengehäuses **26** über ein Abgasgehäuse **29** angeordnet und die Abgaskammer **30** hat einen Abgasdifusor **31**, der mit der Turbine **13** verbunden ist.

**[0044]** Weiterhin ist der Rotor (rotierende Welle) **32** derart angeordnet, dass er sich durch einen zentralen Abschnitt des Verdichters **11**, der Brennkammer **12**, der Turbine **13**, und der Abgaskammer **30** hindurch erstreckt. Ein Endbereich des Rotors **32** auf der Seite des Verdichters **11** ist frei und drehbar durch ein Lager **33** unterstützt und ein anderer Endbereich des Rotors **32** auf der Seite der Abgaskammer **30** ist frei und drehbar durch ein Lager **34** unterstützt. Eine Vielzahl von Scheiben, die mit Verdichterlaufschaukeln **24** versehen sind, sind einander überlappend und

befestigt auf diesem Rotor 32 im Verdichter 11. Eine Vielzahl von Scheiben, die mit Turbinenlaufschaufeln 28 versehen sind, sind überlappend zueinander und fixiert auf dem Rotor 32 in der Turbine 13 und eine Antriebswelle des Generators, der nicht gezeigt ist, ist mit dem Endbereich des Rotors auf der Seite der Abgaskammer 30 verbunden.

**[0045]** In dieser Gasturbine 10 ist das Verdichtergehäuse 21 des Verdichters 11 durch einen Säulenabschnitt 35 unterstützt, das Turbinengehäuse 26 der Turbine 13 ist durch einen Säulenabschnitt 36 unterstützt und die Abgaskammer 30 ist durch einen Säulenabschnitt 37 unterstützt.

**[0046]** Deswegen wird Luft, die aus dem Lufteinlassanschluß 20 des Verdichters 11 entnommen wird, in eine Hochtemperatur- und hochdruckverdichtete Luft verwandelt, durch Hindurchströmen und verdichtet werden in der Einlassleitschaukel 22, den vielen Verdichterleitschaufeln 23 und Verdichterlaufschaufeln 24. In der Brennkammer 12 wird ein vorbestimmter Brennstoff zu dieser verdichteten Luft geliefert, um verbrannt zu werden. Hochtemperatur- und Hochdruckverbrennungsgas, welches ein Arbeitsfluid ist, das in der Brennkammer 12 erzeugt wird, gelangt durch die Vielzahl von Turbinenleitschaufeln 27 und Turbinenleitschaufeln 28, die die Turbine 13 bilden, wodurch der Rotor 32 angetrieben wird, um sich zu drehen und den Generator, der mit diesem Rotor 32 verbunden ist, anzutreiben. Das Verbrennungsgas, welches die Turbine 13 angetrieben hat, wird hin zur Atmosphäre als Abgas abgelassen.

**[0047]** In der Gasturbine 10, die eingerichtet ist, wie oben beschrieben, besitzt der Verdichter 11 die Einlassleitschaukel (IGV) 22, die am Lufteinlassanschluß 20 vorgesehen ist, und die Öffnung dieser Einlassleitschaukel 22 wird basierend auf einen Lastwert, einer Einlasslufttemperatur und dergleichen der Gasturbine 10 angepasst. Weiterhin, wenn die Temperatur der Luft, die durch den Verdichter 11 eingesaugt wird, niedrig ist, kann Feuchtigkeit in der Luft gefrieren und deswegen ist der Verdichter 11 mit einer Vereisungsverhinderung (AI)-Funktion ausgestattet, welche einen Teil der verdichteten Luft im Verdichter zum Lufteinlassanschluß 20 führt und die Einlasslufttemperatur erhöht. Wenn die verdichtete Luft dem Verdichter 11 zu einem Zeitpunkt des Antivereisungsbetriebes entnommen wird, ist der Gehäusedruck vermindert und ein Auftreten eines Pumpphänomens ist abgeschwächt. Während verdichtete Hochtemperaturluft in den Verdichter 11 eingeleitet wird, ist die Einlasslufttemperatur erhöht, die Öffnung der Einlassleitschaukel 22 ist erhöht und Einlassluftströmungsrate, welche das Pumpphänomen verhindert, wird hierin mehr als notwendig zugeführt.

**[0048]** Eine Gasturbinensteuerungsvorrichtung der ersten Ausführungsform passt die Einlassluftströ-

mungsrate des Verdichters 11 auf einen optimalen Wert an, durch Verwandeln der Öffnung der Einlassleitschaukel 22 in eine geeignete Öffnung, sogar zu der Zeit des Antivereisungsbetriebs.

**[0049]** Fig. 1 ist ein Blockdiagramm, welches die Gasturbinensteuerungsvorrichtung der ersten Ausführungsform zeigt und Fig. 2 ist ein schematisches Blockdiagramm, welches eine besondere Zusammenstellung der Gasturbinensteuerungsvorrichtung der ersten Ausführungsform zeigt.

**[0050]** In der ersten Ausführungsform, wie gezeigt in Fig. 1, hat eine Steuerungsvorrichtung 100 der Gasturbine 10 eine erste Öffnungseinstelleinheit 101, eine zweite Öffnungseinstelleinheit 102, eine Öffnungsauswahleinheit 103 und eine Öffnungssteuerungseinheit 104. Die zweite Öffnungseinstelleinheit 102 hat eine erste Berechnungseinheit 111 und eine zweite Berechnungseinheit 112.

**[0051]** Wie gezeigt in Fig. 2 wird die Gasturbine 10 aus dem Verdichter 11, der Brennkammer 12, der Turbine 13, einem Generator 14 und der Steuerungsvorrichtung 100 gebildet.

**[0052]** Eine Leitung 41 ist mit einer Stromaufwärtsseite des Verdichters 11 verbunden und ein Temperatursensor 42 ist innerhalb der Leitung 41 vorgesehen. Der Temperatursensor 42 detektiert eine Temperatur der Luft, die durch die Leitung 41 aufgenommen wird und gibt die detektierte Temperatur als einen Einlasslufttemperatur-Wert T zur Steuerungsvorrichtung 100 aus. Weiterhin hat der Verdichter 11 einen Zapfluftströmungskanal 43 in diesem vorgesehen. Der Zapfluftströmungskanal 43 führt einen Teil der verdichteten Luft, die durch den Verdichter 11 verdichtet wurde, zur Leitung 41 stromaufwärts des Verdichters 11. Der Zapfluftströmungskanal 43 hat ein Strömungsregelventil 44, welches an einem Zwischenbereich von diesem vorgesehen ist. Eine Öffnung des Strömungsregelventils 44 wird durch einen Ventilöffnungsbefehlswert V, der von der Steuerungsvorrichtung ausgegeben wird, gesteuert.

**[0053]** Weiterhin hat der Verdichter 11 einen Gehäusedrucksensor 45, der innerhalb des Verdichtergehäuses 21 (siehe Fig. 8) vorgesehen ist. Der Gehäusedrucksensor 45 gibt einen detektierten Gehäusedruck als einen Gehäusedruck P zur Steuerungsvorrichtung 100 aus. Der Verdichter 11 hat, wie bereits beschrieben, die Einlassleitschaukel (IGV) 22, die im Lufteinlassanschluß 20 vorgesehen ist. Die Einlassleitschaukel 22 ist eine variable Leitschaukel, welche die Luftmenge (Einlassluftströmungsrate), die vom Verdichter 11 in Abhängigkeit der Ausgangsleistung (Last) der Gasturbine 10 aufgenommen wird anpasst und wird angetrieben und gesteuert durch eine IGV-Antriebseinheit 46. Die Last der Gasturbine 10 wird durch einen Generatorausgangsleistungsermittler 47

detektiert, der im Generator **14** vorgesehen ist und der Generatorausgangsleistungsermittler **47** gibt einen ermittelten Wert als einen Lastwert  $W$  zur Steuerungsvorrichtung **100** aus.

**[0054]** Weiterhin ist ein Umgebungsdrucksensor **48** in der Umgebung der Gasturbine vorgesehen. Der Umgebungsdrucksensor **48** detektiert einen Umgebungsdruck und gibt den detektierten Umgebungsdruck als einen Umgebungsdruck  $P_0$  zur Steuerungsvorrichtung **100** aus.

**[0055]** Wie gezeigt in **Fig. 1** und **Fig. 2** stellt die erste Öffnungseinstelleinheit **101** eine erste Öffnung für die Einlassleitschaukel **22** aus Faktoren nicht umfassend eine Pumpgrenze des Verdichters **11** ein. Diese erste Öffnung ist eine Minimalöffnung für die Einlassleitschaukel **22**, die basierend auf der Einlasstemperatur der Turbine **13** eingestellt wird. Das bedeutet, wenn die Öffnung der Einlassleitschaukel **22** erhöht ist, dass die Einlasstemperatur der Turbine **13** erhöht ist, und wenn die Öffnung der Einlassleitschaukel **22** vermindert ist, dass die Einlasstemperatur der Turbine **13** vermindert ist. In diesem Fall muss eine obere Grenze für die Einlasstemperatur der Turbine **13** gemäß dem Schmelzpunkt des Materials, welches die Turbine **13** bildet, eingestellt werden. Deswegen muss die erste Öffnungseinstelleinheit **101** die erste Öffnung mit einer bestimmten Toleranz einstellen, so dass die Einlasstemperatur der Turbine **13** nicht diese obere Grenze überschreitet.

**[0056]** Die zweite Öffnungseinstelleinheit **102** stellt eine zweite Öffnung für die Einlassleitschaukel **22** aus der Pumpgrenze des Verdichters **11** ein und korrigiert die zweite Öffnung gemäß einem Druck im Verdichter **11**. Diese zweite Öffnung ist eine Minimalöffnung für die Einlassleitschaukel **22**, die eingestellt wird zur Verhinderung des Auftretens des Pumpens im Verdichter **11**. In anderen Worten ist die zweite Öffnung eine Öffnung korrespondierend zu einer Minimalöffnung, welche das Auftreten des Pumpens mit einer bestimmten Toleranz verhindert. Die Öffnungsauswahleinheit **103** wählt eine Maximalöffnung als eine Öffnung für die Einlassleitschaukel **22** aus der ersten Öffnung und der zweiten Öffnung aus. Die Öffnungssteuerungseinheit **104** passt die Öffnung der Einlassleitschaukel **22** gemäß der Öffnung, die die Einlassleitschaukel **22**, die durch die Öffnungsauswahleinheit **103** ausgewählt wurde, an.

**[0057]** Insbesondere wird der Einlasslufttemperatur-Wert  $T$  vom Temperatursensor **42** eingegeben und der Lastwert  $W$  wird vom Generatorausgangsleistungsermittler **47** zur ersten Öffnungseinstelleinheit **101** eingegeben und die erste Öffnungseinstelleinheit **101** stellt basierend auf diesen Einlasslufttemperatur-Wert  $T$  und dem Lastwert  $W$  einen ersten IGV-Öffnungsbefehlswert  $S1$  für die Einlassleitschaukel **22** ein. In der zweiten Öffnungseinstelleinheit **102**

wird der Einlasslufttemperatur-Wert  $T$  vom Temperatursensor **42** und der Lastwert  $W$  vom Generatorausgangsleistungsermittler **47** zur ersten Berechnungseinheit **111** eingegeben und basierend auf diesem Einlasslufttemperatur-Wert  $T$  und dem Lastwert  $W$ , unter Berücksichtigung der Pumpgrenze des Verdichters **11** und des Antiveisungsbetriebes, stellt die erste Berechnungseinheit **111** einen zweiten IGV-Öffnungsbefehlswert  $S2$  für die Einlassleitschaukel **22** ein. Weiterhin basierend auf einem Gehäusedruckverhältnis  $PR$  als dem Druck im Verdichter **11**, korrigiert die zweite Berechnungseinheit **112** den zweiten IGV-Öffnungsbefehlswert  $S2$  aus. Die Öffnungsauswahleinheit **103** wählt einen maximalen IGV-Öffnungsbefehlswert  $S$  als einen IGV-Öffnungsbefehlswert  $S$  für die Einlassleitschaukel **22** aus dem ersten IGV-Öffnungsbefehlswert  $S1$  und dem zweiten IGV-Öffnungsbefehlswert  $S2$ . Die Öffnungssteuerungseinheit **104** steuert die IGV-Antriebseinheit **46** gemäß dem IGV-Öffnungsbefehlswert  $S$  für die Einlassleitschaukel **22**, die durch die Öffnungsauswahleinheit **103** ausgewählt wurde, an und passt die Öffnung der Einlassleitschaukel **22** an.

**[0058]** In diesem Fall stellt die erste Öffnungseinstelleinheit **101** und die erste Berechnungseinheit **111** der zweiten Öffnungseinstelleinheit **102** den ersten IGV-Öffnungsbefehlswert  $S1$  und den zweiten IGV-Öffnungsbefehlswert  $S2$  aus Parametern nicht umfassend das Gehäusedruckverhältnis  $PR$  ein, und die zweite Berechnungseinheit **112** der zweiten Öffnungseinstelleinheit **102** korrigiert den zweiten IGV-Öffnungsbefehlswert  $S2$  gemäß dem Gehäusedruckverhältnis  $PR$ .

**[0059]** Die erste Berechnungseinheit **111** stellt, basierend auf den Parametern nicht umfassend das Gehäusedruckverhältnis  $PR$  (in dieser Ausführungsform der Einlasslufttemperatur-Wert und der Lastwert) in einem ersten Zustand einer Pumpgrenze, in dem die Zapfluftströmungsrate durch den Zapfluftströmungskanal **43** klein ist, einen ersten minimalen IGV-Öffnungsbefehlswert  $S11$  für die Einlassleitschaukel **22** ein und die zweite Berechnungseinheit **112** stellt, basierend auf dem Gehäusedruckverhältnis  $PR$  in einem zweiten Zustand einer Pumpgrenze, in dem die Zapfluftströmungsrate durch den Zapfluftströmungskanal **43** größer ist als diejenige des ersten Zustandes, einen zweiten IGV-Minimalöffnungsbefehlswert  $S12$  für die Einlassleitschaukel **22** ein. Der erste Zustand ist ein Zustand, in dem das Strömungsregelventil **44** geschlossen ist und die Vereisungsverhinderung nicht im Betrieb ist, und Zapfluft wird nur für das Kühlen eines Hochtemperaturbereichs der Turbine **13** verwendet. Weiterhin ist der zweite Zustand ein Zustand, wo das Strömungsregelventil **44** offen ist und die Vereisungsverhinderung im Betrieb ist und Zapfluft wird sowohl zum Lufteinlassanschluß **20** des Verdichters **11** und zum Hochtemperaturbereich der Turbine **13** geliefert. Die zweite Öffnungseinstellein-



heit **102** hat eine Differenzberechnungseinheit, die eine Differenz  $\Delta S$  zwischen dem ersten IGV-Minimalöffnungsbefehlswert S11 und dem zweiten IGV-Minimalöffnungsbefehlswert S12 berechnet und eine Additionseinheit, die die Differenz  $\Delta S$ , berechnet durch die Differenzberechnungseinheit, zum ersten IGV Minimalöffnungsbefehlswert S11 hinzuaddiert. Außerdem ist eine Begrenzungs- und Korrekturereinheit vorgesehen, die die Differenz  $\Delta S$ , die durch die Differenzberechnungseinheit berechnet wurde, derart korrigiert, dass die Differenz  $\Delta S$  zwischen einer vorbestimmten oberen Grenze und einer vorbestimmten unteren Grenze liegt. Darüber hinaus stellt die Öffnungssteuerungseinheit **104** eine Öffnungsgeschwindigkeit der Einlassleitschaukel **22** und eine Schließgeschwindigkeit der Einlassleitschaukel **22** derart ein, dass die Öffnungsgeschwindigkeit der Einlassleitschaukel **22** schneller ist als die Schließgeschwindigkeit der Einlassleitschaukel **22**.

**[0060]** Die Steuerungsvorrichtung **100** stellt nicht nur den IGV-Öffnungsbefehlswert S zur Steuerung der Öffnung der Einlassleitschaukel **22** ein, sondern stellt auch den Ventilöffnungsbefehlswert V zur Steuerung der Ventilöffnung des Strömungsregelventils **44** für den Antivereisungsbetrieb ein. Dieser Ventilöffnungsbefehlswert V wird berechnet basierend auf dem Einlasslufttemperatur-Wert T.

**[0061]** Insbesondere stellt die Steuerungsvorrichtung **100** den IGV-Öffnungsbefehlswert S für die Einlassleitschaukel **22** unter Verwendung einer ersten Korrekturfunktion FX1, einer zweiten Korrekturfunktion FX2, einer dritten Korrekturfunktion FX3, einer vierten Korrekturfunktion FX4 und einer fünften Korrekturfunktion FX5 ein.

**[0062]** Nachfolgend werden die Funktionen der Korrekturfunktionen FX1 bis FX5 beschrieben werden. **Fig. 3** ist ein Graph, der die erste Korrekturfunktion repräsentiert, **Fig. 4** ist ein Graph der die zweite Korrekturfunktion repräsentiert, **Fig. 5** ist ein Graph der die dritte Korrekturfunktion repräsentiert, **Fig. 6** ist ein Graph der die vierte Korrekturfunktion repräsentiert, und **Fig. 7** ist ein Graph der die fünfte Korrekturfunktion repräsentiert.

**[0063]** Die erste Korrekturfunktion FX1 ist eine Funktion zum Finden einer Öffnung (IGV-Öffnung) für die Einlassleitschaukel **22** zur Erzeugung einer Menge von Verbrennungsluft für eine Last der Gasturbine **10**. Beispielsweise hat die erste Korrekturfunktion FX1 eine Funktion des Absenkens der Einlassluftströmungsrate des Verdichters **11** durch Absenken der IGV-Öffnung, wenn die Last klein ist und des Anhebens der Einlassluftströmungsrate des Verdichters **11** durch Anheben der IGV-Öffnung, wenn die Last groß ist. Diese erste Korrekturfunktion FX1 ist grundsätzlich, wie gezeigt in **Fig. 3**, eine ansteigende Funktion für die Lastwert-W-Eingabe. Das bedeutet, für ei-

ne kleine Last wird ein kleiner erster IGV-Öffnungsbefehlswert S1 ausgegeben und für eine große Last wird ein großer erster IGV-Öffnungsbefehlswert S1 ausgegeben.

**[0064]** Die zweite Korrekturfunktion FX2 ist eine Funktion, die eine Funktion der Erzeugung einer Luftmassenströmungsrate, die durch den Verdichter **11** aufgenommen wird, äquivalent zu der an einer Auslegungsstandardtemperatur zur Verfügung stellt, sogar wenn eine Änderung der Einlasslufttemperatur des Verdichters **11** auftritt. Die zweite Korrekturfunktion FX2 ist grundsätzlich, wie gezeigt in **Fig. 4** eine ansteigende Funktion für den Einlasslufttemperatur-Wert T als Eingangsgröße. Das bedeutet, dass für eine niedrige Einlasslufttemperatur ein kleiner Koeffizientenwert N ausgegeben wird und für eine hohe Einlasslufttemperatur ein großer Koeffizientenwert N ausgegeben wird. Wie gezeigt in **Fig. 2**, wird durch Multiplikation des Lastwertes W, der in einen ersten Multiplizierer 121 eingegeben wird und eines Koeffizientenwertes N, der von der zweiten Korrekturfunktion FX2 ausgegeben wird, beispielsweise wenn die Temperatur niedrig ist, die Last offensichtlich klein gemacht und die IGV-Öffnung wird weiter geschlossen. Hierdurch wird eine Zunahme der Luftmassenströmungsrate, die einhergeht mit der Zunahme der Luftdichte aufgrund der Abnahme in der Temperatur verhindert und die Luftmassenströmungsrate, die durch den Verdichter **11** aufgenommen wird, wird äquivalent zu derjenigen bei der Auslegungsstandardtemperatur gemacht. Auf der anderen Seite, beispielsweise wenn die Temperatur hoch ist, wird die Last scheinbar groß gemacht und die IGV-Öffnung wird weiter geöffnet. Hierdurch wird die Abnahme in der Luftmassenströmungsrate aufgrund der Abnahme der Luftdichte aufgrund der Zunahme der Temperatur kompensiert und die Luftmassenströmungsrate, die durch den Verdichter **11** aufgenommen wird, wird äquivalent zu derjenigen gemacht bei Auslegungsstandardtemperatur.

**[0065]** Die dritte Korrekturfunktion FX3 ist eine Funktion zum Finden einer Öffnung (IGV-Öffnung) für die Einlassleitschaukel **22** zur Erzeugung einer Menge von Verbrennungsluft für eine Last der Gasturbine **10**. Im Verdichter **11**, wenn die IGV Öffnung groß ist, kann das Pumpphänomen (Verdichterströmungsabriss) durch die Aufnahme einer großen Luftmenge und Zunahme der Luftdichte verursacht werden. Diese dritte Korrekturfunktion FX3 funktioniert zur Verhinderung dieses Pumpphänomens. Diese dritte Korrekturfunktion FX3 ist grundsätzlich, wie gezeigt in **Fig. 5**, eine ansteigende Funktion für den Lastwert-W-Eingang. Das bedeutet, für eine kleine Last wird ein kleiner erster IGV-Öffnungsbefehlswert S11 ausgegeben und für eine große Last wird ein großer erster IGV-Öffnungsbefehlswert S11 ausgegeben.

**[0066]** Die vierte Korrekturfunktion FX4 ist eine Funktion, die zur Steuerung der IGV-Öffnung verwendet wird, um die Strömungsrate der verdichteten Luft, die zur Stromaufwärtsseite des Verdichters 11 über den Zapfluftströmungskanal 43 zu einer Zeit des Antiveisungsbetriebs geleitet wird, zu kompensieren. Grundsätzlich, wie gezeigt in **Fig. 6**, ist diese vierte Korrekturfunktion FX4 eine ansteigende Funktion für den Ventilöffnungsbefehlswert V-Eingang. Das bedeutet, für einen kleinen Ventilöffnungsbefehlswert V, wird ein kleiner Koeffizientenwert M ausgegeben und für einen großen Ventilöffnungsbefehlswert V wird ein großer Koeffizientenwert M ausgegeben. Wie gezeigt in **Fig. 2** wird in einem zweiten Multiplizierer 122 der eingegebene Lastwert W multipliziert mit dem Koeffizientenwert M, der von der vierten Korrekturfunktion FX4 ausgegeben wird. Hierdurch wird die Einlassleitschaukel 22 gesteuert, so dass sie eher offen ist, wenn die Temperatur niedrig ist und der Zapfluftstrom groß ist, und die Verbrennungsluft, die zur Brennkammer 12 geleitet wird, kompensiert wird. Das bedeutet, dass die Menge der verdichteten Luft, die verringert wurde durch die Abzweigung der Luft zur Vereisungsverhinderung kompensiert wird. Die vierte Korrekturfunktion FX4 ist eine ansteigende Funktion für den Einlasslufttemperatur-Wert T.

**[0067]** Die fünfte Korrekturfunktion FX5 ist eine Funktion zum Steuern einer IGV Öffnung gemäß dem Gehäusedruckverhältnis PR zu einer Zeit des Antiveisungsbetriebs. Zu einer Zeit des Antiveisungsbetriebs, wenn verdichtete Luft dem Verdichter 11 entnommen wird, wird Gehäusedruckverhältnis PR verringert und das Auftreten des Pumpphänomens ist abgeschwächt. Da verdichtete Hochtemperaturluft in den Verdichter 11 eingeleitet wird, ist die Einlasslufttemperatur erhöht, die Öffnung der Einlassleitschaukel 22 ist erhöht und die Einlassluftströmungsrate, die das Pumpphänomen verhindert, ist mehr als notwendig erhöht. Die fünfte Korrekturfunktion FX5 ist eine Funktion zum Verhindern dieses Phänomens. Die fünfte Korrekturfunktion FX5 ist grundsätzlich, wie gezeigt in **Fig. 7**, eine ansteigende Funktion für den Gehäusedruckverhältnis-PR-Eingangswert. Wenn das Gehäusedruckverhältnis PR niedrig ist, ist nur eine niedrige Strömungsrate der verdichteten Luft, die hineinströmt, notwendig, und deswegen wird die Einlassleitschaukel 22 angepasst, um geschlossen zu sein, so dass sie verhindert, dass die aufgenommene Luftmenge aufgrund des Einflusses des Antiveisungsbetriebs ansteigt. Das bedeutet, dass für ein kleines Gehäusedruckverhältnis PR, ein kleiner IGV-Öffnungsbefehlswert S12 ausgegeben wird und für ein großes Gehäusedruckverhältnis PR ein großer IGV-Öffnungsbefehlswert S12 ausgegeben wird.

**[0068]** Die spezifische Steuerung in der Gasturbine 10 wird nachfolgend beschrieben.

**[0069]** Wie gezeigt in **Fig. 2**, detektiert der Temperatursensor 42 eine Temperatur in der Leitung 41 und gibt die detektierte Temperatur als einen Einlasslufttemperatur-Wert T zur Steuerungsvorrichtung 100 aus. Der Generatorausgangsleistungsermittler 47 detektiert eine Ausgangsleistung des Generators 14 und gibt die detektierte Ausgangsleistung als einen Lastwert W zur Steuerungsvorrichtung 100 aus. Der Gehäusedrucksensor 45 detektiert einen Druck im Verdichtergehäuse 21 im Verdichter 11 und gibt den detektierten Druck als einen Gehäusedruck P zur Steuerungsvorrichtung 100 aus. Der Umgebungsdrucksensor 48 detektiert einen Umgebungsdruck und gibt den detektierten Umgebungsdruck als einen Umgebungsdruck  $P_0$  zur Steuerungsvorrichtung 100 aus.

**[0070]** In der Steuerungsvorrichtung 100 wird ein Koeffizientenwert N durch die Verwendung der zweiten Korrekturfunktion FX2 für den Einlasslufttemperatur-Wert T vom Temperatursensor 42 ermittelt, der erste Multiplizierer 121 multipliziert den Lastwert W vom Generatorausgangsleistungsermittler 47 mit dem Koeffizientenwert N und ein erster IGV-Öffnungsbefehlswert S1 wird durch die Verwendung der ersten Korrekturfunktion FX1 berechnet (die erste Öffnungseinstelleinheit 101). Weiterhin wird in der Steuerungsvorrichtung 100 ein Koeffizientenwert M durch die Verwendung der vierten Korrekturfunktion FX4 für den Einlasslufttemperatur-Wert T vom Temperatursensor 42 ermittelt; der zweite Multiplizierer 122 multipliziert den Lastwert W vom Generatorausgangsleistungsermittler 47 mit dem Koeffizientenwert M und ein erster IGV-Minimalöffnungsbefehlswert S11 wird durch die Verwendung der dritten Korrekturfunktion FX3 (die erste Berechnungseinheit 111 der zweiten Öffnungseinstelleinheit 102) berechnet.

**[0071]** Weiterhin addiert in der Steuerungsvorrichtung 100 ein erster Addierer 123 den Umgebungsdruck  $P_0$  vom Umgebungsdrucksensor 48 zum Gehäusedruck P vom Gehäusedrucksensor 45 und ein erster Teiler 124 teilt einen Wert, der sich aus der Addition des Gehäusedrucks P und des Umgebungsdrucks  $P_0$  ergibt, durch den Umgebungsdruck  $P_0$  um ein Gehäusedruckverhältnis PR zu berechnen (die zweite Berechnungseinheit 112 der zweiten Öffnungseinstelleinheit 102). Ein zweiter IGV-Minimalöffnungsbefehlswert S12 wird durch die Verwendung der fünften Korrekturfunktion FX5 für dieses Gehäusedruckverhältnis PR ermittelt. Ein Bestimmer 125 wählt den IGV-Öffnungsbefehlswert S11 oder S12 aus, um an ein ON/AN-Signal der Vereisungsverhinderung (die Öffnungsauswahleinheit 103) angepasst zu werden.

**[0072]** Das bedeutet, dass die Steuerungsvorrichtung 100 den ersten IGV-Minimalöffnungsbefehlswert S11 in einem Zustand auswählt, in dem ein

ON-Signal der Vereisungsverhinderung nicht eingegeben wird und die Vereisungsverhinderung nicht in Betrieb ist (OFF/AUS). Ein Differenzberechner 126 berechnet eine Differenz  $\Delta S$  zwischen dem ausgewählten ersten IGV-Minimalöffnungsbefehlswert S11 und dem ersten IGV-Minimalöffnungsbefehlswert S11 (die Differenzberechnungseinheit). Weil der ausgewählte erste IGV-Minimalöffnungsbefehlswert S11 der gleiche ist wie der erste IGV-Minimalöffnungsbefehlswert S11 mit dem er verglichen werden soll, wird die Differenz  $\Delta S$  zu „0“ berechnet.

**[0073]** Im Gegensatz dazu, wählt der Differenzberechner 126 den zweiten IGV-Minimalöffnungsbefehlswert S12 in einem Zustand, in dem ein ON-Signal der Vereisungsverhinderung eingegeben wird und die Vereisungsverhinderung im Betrieb ist (ON). Eine Differenz  $\Delta S$  zwischen dem ausgewählten zweiten IGV-Minimalöffnungsbefehlswert S12 und dem ersten IGV-Minimalöffnungsbefehlswert S11 wird dann berechnet (die Differenzberechnungseinheit). Während einer Änderung der Öffnung des IGV führt ein Geschwindigkeitsbegrenzer 127 die Änderung schnell aus, während des Ansteigens der Öffnung und führt die Änderung langsam aus während des Abnehmens der Öffnung. Ein Öffnungsbegrenzer 128 korrigiert die Differenz  $\Delta S$  derart, dass sie zwischen einer oberen Grenze und einer unteren Grenze liegt (die Begrenzungs- und Korrekturereinheit).

**[0074]** Ein zweiter Addierer 129 berechnet einen zweiten IGV-Öffnungsbefehlswert S2 durch Addieren der Differenz  $\Delta S$  zum ersten IGV-Minimalöffnungsbefehlswert S11. Eine Hochwertauswahleinheit 130 vergleicht den ersten IGV-Öffnungsbefehlswert S1 mit dem zweiten IGV-Öffnungsbefehlswert S2 und wählt den höheren IGV-Öffnungsbefehlswert als einen IGV Öffnungsbefehlswert S für die Einlassleitschaufel 22 (die Öffnungsauswahleinheit 103) aus.

**[0075]** Wie oben beschrieben, sind in der Gasturbinensteuerungsvorrichtung der ersten Ausführungsform die erste Öffnungseinstelleinheit 101, die den ersten IGV-Öffnungsbefehlswert S1 für die Einlassleitschaufel 22 durch eine Steuerung unterschiedlich von der der zweiten Öffnungseinstelleinheit 102 einstellt, die zweite Öffnungseinstelleinheit 102, die den zweiten IGV-Öffnungsbefehlswert S2 für die Einlassleitschaufel 22 abhängig von der Pumpgrenze des Verdichters 11 einstellt und den zweiten IGV-Öffnungsbefehlswert S2 gemäß dem Druck im Verdichter 11 korrigiert und die Öffnungsauswahleinheit 103 vorhanden, die die Maximalöffnung als den IGV-Öffnungsbefehlswert S für die Einlassleitschaufel 22 aus dem ersten IGV-Öffnungsbefehlswert S1 und dem zweiten IGV-Öffnungsbefehlswert S2 auswählt und die Öffnungssteuerungseinheit 104 vorhanden, welche die Öffnung der Einlassleitschaufel 22 gemäß dem IGV-Öffnungsbefehlswert S, der durch die

Öffnungsauswahleinheit 103 ausgewählt wurde, anpasst.

**[0076]** Deswegen wird der erste IGV-Öffnungsbefehlswert S1 für die Einlassleitschaufel 22 durch die Steuerung unterschiedlich von dem der zweiten Öffnungseinstelleinheit 102 eingestellt, beispielsweise aus Faktoren/Parametern nicht umfassend die Pumpgrenze des Verdichters 11, der zweite IGV-Öffnungsbefehlswert S2 für die Einlassleitschaufel 22 wird aus der Pumpgrenze des Verdichters 11 eingestellt und korrigiert gemäß dem Druck im Verdichter 11, die Maximalöffnung wird ausgewählt als der IGV Öffnungsbefehlswert S für die Einlassleitschaufel 22 aus dem ersten IGV-Öffnungsbefehlswert S1 und dem zweiten IGV-Öffnungsbefehlswert S2 und die Öffnung der Einlassleitschaufel 22 wird gemäß dem ausgewählten IGV Öffnungsbefehlswert S für die Einlassleitschaufel 22 angepasst. Dementsprechend kann der zweite IGV-Öffnungsbefehlswert S2 für die Einlassleitschaufel 22, ermittelt aus der Pumpgrenze des Verdichters 11, gemäß dem Druck im Verdichter 11 korrigiert werden. Wenn ein Teil der verdichteten Luft im Verdichter 11 über den Zapfluftströmungskanal 43 entnommen wird, wird der Druck im Verdichter 11 verringert, wodurch das Auftreten des Pumpphänomens im Verdichter 11 abgeschwächt wird. Zu dieser Zeit wird die Öffnung für die Einlassleitschaufel 22 gemäß dem Druck im Verdichter 11 korrigiert, weswegen die Einlassluftströmungsrate davon abgehalten wird, mehr als notwendig anzusteigen und eine optimale Einlassluftströmungsrate kann für den Verdichter 11 erhalten werden. Als Ergebnis kann Kohlenmonoxid im Abgas verringert werden und Emission kann garantiert werden und ein Anstieg der Herstellungskosten aufgrund einer Ausweitung/Vergrößerung der Anlagen kann verhindert werden.

**[0077]** In der Gasturbinensteuerungsvorrichtung der ersten Ausführungsform ist der Druck im Verdichter 11 wenigstens ein Gehäusedruck in dem Verdichter 11, das Gehäusedruckverhältnis berechnet aus dem Umgebungsluftdruck und dem Gehäusedruck, oder ein geschätzter Gehäusedruck oder geschätztes Gehäusedruckverhältnis, welches geschätzt ist auf Basis eines Druckes an einer vorbestimmten Stelle im Verdichter 11.

**[0078]** Deswegen kann durch die Verwendung des Gehäusedruckes, des Gehäusedruckverhältnisses, des geschätzten Gehäusedrucks oder des geschätzten Gehäusedruckverhältnisses als dem Druck im Verdichter 11 die zweite Öffnung hochgenau eingestellt werden.

**[0079]** In der Gasturbinensteuerungsvorrichtung der ersten Ausführungsform stellt die zweite Öffnungseinstelleinheit 102 den zweiten IGV-Öffnungsbefehlswert S2 aus Parametern nicht umfassend den Druck

im Verdichter **11** ein und die zweite Öffnungseinstelleinheit **102** korrigiert den zweiten IGV-Öffnungsbefehlswert S2 gemäß dem Gehäusedruckverhältnis PR. Deswegen weil der zweite IGV-Öffnungsbefehlswert S2 gemäß dem Gehäusedruckverhältnis PR durch die zweite Öffnungseinstelleinheit **102** korrigiert wird, wird die Einlassluftströmungsrate davon abgehalten, mehr als notwendig anzusteigen und es kann eine optimale Einlassluftströmungsrate für den Verdichter **11** realisiert werden.

**[0080]** In der Gasturbinensteuerungsvorrichtung der ersten Ausführungsform besitzt die zweite Öffnungseinstelleinheit **102** die erste Berechnungseinheit **111**, welche den ersten IGV-Minimalöffnungsbefehlswert S11 für die Einlassleitschaukel **22** basierend auf der Pumpgrenze im ersten Zustand ermittelt, indem eine vorbestimmte Zapfluftströmungsrate über den Zapfluftströmungskanal **43** erhalten wird, und die zweite Berechnungseinheit **112**, welche den zweiten IGV-Minimalöffnungsbefehlswert S12 für die Einlassleitschaukel **22** basierend auf der Pumpgrenze in dem zweiten Zustand, in dem die Zapfluftströmungsrate über den Zapfluftströmungskanal **43** größer ist als diejenige in dem ersten Zustand, einstellt. Deswegen kann, egal ob die Zapfluftströmungsrate groß oder klein ist, die Öffnung für die Einlassleitschaukel **22** unter Berücksichtigung der Pumpgrenze geeignet eingestellt werden.

**[0081]** In der Gasturbinensteuerungsvorrichtung der ersten Ausführungsform berechnet die erste Berechnungseinheit **111** den ersten IGV-Minimalöffnungsbefehlswert S11 basierend auf Parametern nicht umfassend das Gehäusedruckverhältnis PR und die zweite Berechnungseinheit **112** berechnet den zweiten IGV-Minimalöffnungsbefehlswert S12 basierend auf dem Gehäusedruckverhältnis PR. Deswegen wird, wenn die Zapfluftströmungsrate groß ist, der zweite IGV-Minimalöffnungsbefehlswert S12 basierend auf dem Gehäusedruckverhältnis PR und der Pumpgrenze eingestellt und deswegen kann die Einlassluftströmungsrate davon abgehalten werden, mehr als notwendig anzusteigen wenn die Zapfluftströmungsrate groß ist.

**[0082]** In der Gasturbinensteuerungsvorrichtung der ersten Ausführungsform hat die zweite Öffnungseinstelleinheit **102** die Differenzberechnungseinheit, die die Differenz  $\Delta S$  zwischen dem ersten IGV-Minimalöffnungsbefehlswert S11 und dem zweiten IGV-Minimalöffnungsbefehlswert S12 berechnet und die Additionseinheit, die die Differenz, die durch die Differenzberechnungseinheit berechnet wurde, zum ersten IGV-Minimalöffnungsbefehlswert S11, der durch erste Berechnungseinheit **111** berechnet wurde, hinzuaddiert. Deswegen kann, egal ob die Zapfluftströmungsrate groß oder klein ist, die Öffnung für die Einlassleitschaukel **22** unter Berücksichtigung der Pumpgrenze geeignet eingestellt werden.

**[0083]** In der Gasturbinensteuerungsvorrichtung der ersten Ausführungsform ist die Begrenzungs- und Korrektureinheit vorgesehen, welche die Differenz  $\Delta S$ , die durch die Differenzberechnungseinheit berechnet wurde, derart korrigiert, dass die Differenz  $\Delta S$  zwischen der vorbestimmten oberen Grenze und der vorbestimmten unteren Grenze liegt. Deswegen wird die Differenz  $\Delta S$  daran gehindert, ein unnormaler Wert zu werden und eine große Zunahme oder Abnahme in der Einlassluftströmungsrate aufgrund einer abnormalen Änderung in der Öffnung der Einlassleitschaukel **22** kann verhindert werden.

**[0084]** In der Gasturbinensteuerungsvorrichtung der ersten Ausführungsform stellt die erste Öffnungseinstelleinheit **101** den ersten IGV-Öffnungsbefehlswert S1 für die Einlassleitschaukel **22** basierend auf der Einlasstemperatur der Turbine **13** ein. Deswegen kann durch das Verhindern der Abnahme der Temperatur des Abgases und der Zunahme des Kohlenmonoxids im Abgas die Emission garantiert werden.

**[0085]** In der Gasturbinensteuerungsvorrichtung der ersten Ausführungsform stellt die Öffnungssteuerungseinheit **104** die Öffnungsgeschwindigkeit der Einlassleitschaukel **22** so ein, dass sie schneller ist als deren Schließgeschwindigkeit. Deswegen kann durch die schnelle Öffnung der Einlassleitschaukel **22**, wenn die Öffnung der Einlassleitschaukel **22** erhöht ist und durch langsames Schließen der Einlassleitschaukel **22**, wenn die Öffnung der Einlassleitschaukel **22** vermindert ist, eine plötzliche Temperaturabnahme des Abgases verhindert werden und die Emission kann garantiert werden.

**[0086]** In der Gasturbinensteuerungsvorrichtung der ersten Ausführungsform erlaubt der Zapfluftströmungskanal **43** den Antivereisungsbetrieb des Abzapfens und des Leitens eines Teils der Luft, die im Verdichter **11** verdichtet wurde, zum Lufteinlassanschluß **20** des Verdichters **11**. Deswegen kann eine Vereisung im Lufteinlassanschluß **20** verhindert werden.

**[0087]** Außerdem sind in einem Gasturbinensteuerungsverfahren der ersten Ausführungsform ein erster Öffnungseinstellschritt des Einstellens des ersten IGV-Öffnungsbefehlswertes S1 für die Einlassleitschaukel **22** durch eine Steuerung unterschiedlich von der des zweiten Öffnungseinstellschrittes vorgesehen, der zweite Öffnungseinstellschritt des Einstellens des zweiten IGV-Öffnungsbefehlswertes S2 für die Einlassleitschaukel **22** basierend auf der Pumpgrenze des Verdichters **11** ist vorgesehen und das Korrigieren des zweiten IGV-Öffnungsbefehlswertes S2 des Drucks im Verdichter **11** ist vorgesehen, ein Öffnungsauswahlschritt des Auswählens der Maximalöffnung als den IGV-Öffnungsbefehlswert S für die Einlassleitschaukel **22** basierend auf dem ersten IGV-Öffnungsbefehlswert S1 und dem zweiten

IGV-Öffnungsbefehlswert S2 ist vorgesehen und ein Öffnungssteuerschritt des Anpassens der Öffnung der Einlassleitschaukel **22** gemäß dem ausgewählten IGV-Öffnungsbefehlswert S für die Einlassleitschaukel **22** ist vorgesehen. Wenn ein Teil der verdichteten Luft im Verdichter **11** über den Zapfluftströmungskanal **43** entnommen wird, wird der Druck im Verdichter **11** verringert, wobei hierdurch ein Auftreten des Pumpphänomens im Verdichter **11** abgeschwächt ist. Zu dieser Zeit wird die Öffnung für die Einlassleitschaukel **22** gemäß dem Druck im Verdichter **11** korrigiert. Deswegen wird die Einlassluftströmungsrate davon abgehalten, mehr als notwendig anzusteigen und eine optimale Einlassluftströmungsrate kann für den Verdichter **11** erreicht werden. Als Ergebnis kann Kohlenmonoxid im Abgas verringert werden und die Emission kann garantiert werden und ein Ansteigen der Herstellungskosten aufgrund vergrößerter Anlagen kann verhindert werden.

**[0088]** Weiterhin veranlasst ein Gasturbinensteuerprogramm einen Computer, einen Öffnungseinstellungsvorgang des Einstellens des ersten IGV-Öffnungsbefehlswerts S1 für die Einlassleitschaukel **22** durch eine Steuerung unterschiedlich von der des zweiten Öffnungseinstellungsvorgangs auszuführen, einen zweiten Öffnungseinstellungsvorgang des Einstellens des zweiten IGV-Öffnungsbefehlswert S2 für die Einlassleitschaukel **22** basierend auf der Pumpgrenze des Verdichters **11** und des Korrigierens des zweiten IGV-Öffnungsbefehlswert S2 gemäß dem Druck im Verdichter **11** auszuführen, einen Öffnungsauswahlvorgang des Auswählens der Maximalöffnung als den IGV-Öffnungsbefehlswert S für die Einlassleitschaukel **22** basierend auf dem ersten IGV-Öffnungsbefehlswert S1 und dem zweiten IGV-Öffnungsbefehlswert S2 auszuführen und einen Öffnungssteuerungsvorgang des Anpassens der Öffnung der Einlassleitschaukel **22** gemäß dem ausgewählten IGV-Öffnungsbefehlswert S für die Einlassleitschaukel **22** auszuführen. Wenn ein Teil der verdichteten Luft in dem Verdichter **11** über den Zapfluftströmungskanal **43** entnommen wird, wird der Druck im Verdichter **11** verringert, wodurch das Auftreten des Pumpphänomens in dem Verdichter **11** abgeschwächt ist. Zu dieser Zeit wird die Öffnung für die Einlassleitschaukel **22** gemäß dem Druck im Verdichter **11** korrigiert. Deswegen wird die Einlassluftströmungsrate daran gehindert, mehr als notwendig anzusteigen und eine optimale Einlassluftströmungsrate kann für den Verdichter **11** erreicht werden. Als Ergebnis kann Kohlenmonoxid im Abgas verringert werden und die Emission kann garantiert werden und ein Anstieg der Herstellungskosten aufgrund einer Ausweitung/Vergrößerung der Anlagen kann verhindert werden.

**[0089]** Außerdem sind in der Gasturbine vorgesehen: der Verdichter **11**, der Brennkammer **12**, die Turbine **13**, die Einlassleitschaukel **22**, die am Luft-

einlassanschluß des Verdichters **11** vorgesehen ist und die einströmende Luftmenge anpasst, der Zapfluftströmungskanal **43**, durch den ein Teil der Luft, die im Verdichter **11** verdichtet wurde, entnommen wird und die Steuerungsvorrichtung **100**. Deswegen kann Kohlenmonoxid im Abgas verringert werden und Emission kann garantiert werden und ein Anstieg der Herstellungskosten aufgrund einer Ausweitung der Anlagen kann verhindert werden.

**[0090]** In der oben beschriebenen ersten Ausführungsform wird die Differenz  $\Delta S$  zwischen dem ersten IGV-Minimalöffnungsbefehlswert S11 und dem zweiten IGV-Minimalöffnungsbefehlswert S12 berechnet und der zweite IGV-Öffnungsbefehlswert S2 wird durch Addieren dieser Differenz  $\Delta S$  zum ersten IGV-Minimalöffnungsbefehlswert S11 eingestellt. Die erste Ausführungsform ist jedoch hier nicht auf diese Konfiguration begrenzt. Beispielsweise, wenn der Ventilöffnungsbefehlswert  $V = 0$ , kann der erste IGV-Öffnungsbefehlswert S1 ausgewählt werden und wenn der Öffnungsbefehlswert  $V > 0$  kann der zweite IGV-Öffnungsbefehlswert S2 ausgewählt werden.

#### [Zweite Ausführungsform]

**[0091]** Fig. 9 ist ein schematisches Blockdiagramm, welches eine Gasturbinensteuerungsvorrichtung einer zweiten Ausführungsform zeigt, Fig. 10 ist ein Graph, der eine sechste Korrekturfunktion repräsentiert, und Fig. 11 ist ein Graph zum Auffinden einer IGV-Öffnung auf der sechsten Korrekturfunktion. Die gleichen Bezugszeichen werden auf Teile angewendet, die die Funktionen haben, die die gleichen sind, wie die der oben beschriebenen Ausführungsform, und deren detaillierte Beschreibung wird vermieden.

**[0092]** Die Gasturbinensteuerungsvorrichtung der zweiten Ausführungsform passt die Einlassluftströmungsrate in dem Verdichter **11** auf einen optimalen Wert an durch Beeinflussen einer Öffnung für die Einlassleitschaukel **22** um eine geeignete Öffnung zu sein, sogar wenn die Vereisungsverhinderung im Betrieb ist. Eine Steuerungsvorrichtung **200** der Gasturbine 1, die in Fig. 9 dargestellt ist, hat ähnlich zur ersten Ausführungsform die erste Öffnungseinstelleinheit **101**, die zweite Öffnungseinstelleinheit **102**, die Öffnungsauswahleinheit **103** und die Öffnungssteuerungseinheit **104**. Die zweite Öffnungseinstelleinheit **102** hat die erste Berechnungseinheit **111** und die zweite Berechnungseinheit **112** (vgl. Fig. 1).

**[0093]** Insbesondere, wie gezeigt in Fig. 1, stellt die erste Öffnungseinstelleinheit **101**, ähnlich zur ersten Ausführungsform einen ersten IGV-Öffnungsbefehlswert S1 für die Einlassleitschaukel **22**, basierend auf den Einlasslufttemperaturwert T und dem Lastwert W ein. Die erste Berechnungseinheit **111** stellt den zweiten IGV-Öffnungsbefehlswert S2 für die Einlassleitschaukel **22** ein, wenn die Vereisungsverhinderung

nicht im Betrieb ist, basierend auf dem Einlasslufttemperaturwert T und dem Lastwert W unter Berücksichtigung der Pumpgrenze des Verdichters **11** gemäß einem Gehäusedruckverhältnis PR. Die zweite Berechnungseinheit **112** stellt den zweiten IGV-Öffnungsbefehlswert S2 für die Einlassleitschaukel **22** ein, wenn die Vereisungsverhinderung im Betrieb ist, basierend auf dem Einlasslufttemperaturwert T und dem Lastwert W unter Berücksichtigung der Pumpgrenze des Verdichters **11** gemäß dem Gehäusedruckverhältnis PR. Die zweite Öffnungseinstelleinheit 102 stellt dann den zweiten IGV-Öffnungsbefehlswert S2 gemäß einem Betriebsgrad der Vereisungsverhinderung (AI Grad) ein.

**[0094]** Die Steuerungsvorrichtung **200** der zweiten Ausführungsform stellt den IGV-Öffnungsbefehlswert S für die Einlassleitschaukel **22** unter Verwendung der ersten Korrekturfunktion FX1, der zweiten Korrekturfunktion FX2, der dritten Korrekturfunktion FX3 und der vierten Korrekturfunktion FX4 der ersten Ausführungsform ein und benutzt die sechste Korrekturfunktion FX6 anstelle der fünften Korrekturfunktion FX5.

**[0095]** Die sechste Korrekturfunktion FX6 ist eine Funktion zum Einstellen der IGV-Öffnung gemäß einem Gehäusedruckverhältnis PR zu einer Zeit des Antivereisungsbetriebs. Die sechste Korrekturfunktion FX6 ist eine Funktion zum Verhindern eines Phänomens, bei dem die Öffnung der Einlassleitschaukel **22** zunimmt und die Einlassluftströmungsrate mehr als notwendig zu einer Zeit des Antivereisungsbetriebs zunimmt. Der Betriebsgrad der Vereisungsverhinderung wird gemäß dem Gehäusedruckverhältnis PR eingestellt. Das bedeutet, weil sich der Gehäusedruck P gemäß der Öffnung des Strömungsregelventils **44** ändert, wird eine Beziehung zwischen der Öffnung des Strömungsregelventils **44** und dem Gehäusedruck P vorbestimmt. Wenn die Öffnung des Strömungsregelventils **44** „0“ ist und der Gehäusedruck P auch einen vorbestimmten Wert hat, ist der Betriebsgrad der Vereisungsverhinderung „0“. Auf der anderen Seite, wenn die Öffnung des Strömungsregelventils **44** maximal ist und der Gehäusedruck P ein anderer vorbestimmter Wert ist, ist der Betriebsgrad der Vereisungsverhinderung maximal. Die sechste Korrekturfunktion FX6 ist grundsätzlich, wie gezeigt in **Fig. 10**, eine Funktion für den AI-Grad, gemäß dem Gehäusedruckverhältnis-PR-Eingangssignal und gibt einen Koeffizientenwert Y (0 bis 1,0) für einen AI-Grad (ein Gehäusedruckverhältnis PR).

**[0096]** Eine besondere Steuerung in der Gasturbine **10** wird nun beschrieben werden.

**[0097]** Wie gezeigt in **Fig. 9**, wird der Koeffizientenwert N durch die Verwendung der zweiten Korrekturfunktion FX2 für den Einlasslufttemperaturwert T aus dem Temperatursensor **42** gebildet, der erste Multiplizierer 121 multipliziert den Lastwert W vom Gene-

ratorausgangsleistungsermittler **47** mit dem Koeffizientenwert N und der erste IGV-Öffnungsbefehlswert S1 wird berechnet durch die Verwendung der ersten Korrekturfunktion FX1 (die erste Öffnungseinstelleinheit **101**). Weiterhin wird in der Steuerungsvorrichtung **200** der Koeffizientenwert M durch die Verwendung der vierten Korrekturfunktion FX4 für den Einlasslufttemperaturwert T vom Temperatursensor **42** gebildet, der zweite Multiplizierer 122 multipliziert den Lastwert W von dem Generatorsleistungsermittler **47** mit dem Koeffizientenwert M und der zweite IGV Öffnungsbefehlsreferenzwert S11 wird berechnet durch die Verwendung der dritten Korrekturfunktion FX3 (die zweite Öffnungseinstelleinheit **102**).

**[0098]** Weiterhin addiert in der Steuerungsvorrichtung **200** der erste Addierer 123 den Umgebungsdruck  $P_0$  von dem Umgebungsdrucksensor **48** zum Gehäusedruck P vom Gehäusedrucksensor **45** und der erste Dividierer 124 dividiert den Wert, der sich aus der Addition des Gehäusedrucks P und des Umgebungsdrucks  $P_0$  ergibt, durch den Umgebungsdruck  $P_0$ , um ein Gehäusedruckverhältnis PR zu berechnen (die zweite Öffnungseinstelleinheit **102**). Dann wird der Koeffizientenwert Y gemäß des Betriebsgrades der Vereisungsverhinderung basierend auf dem Wert, der erhalten wurde, durch den zweiten Multiplizierer 122, der den Lastwert W mit dem Koeffizientenwert M multipliziert, dem Gehäusedruckverhältnis PR und der sechsten Korrekturfunktion FX6 und ein zweiter IGV-Minimalöffnungsbefehlswert S13 durch die Verwendung eines Kennfeldes der IGV-Öffnung für den Lastwert W, wie gezeigt in **Fig. 11**. In dem Kennfeld der IGV Öffnung für den Lastwert W bestimmt, wie gezeigt in **Fig. 11**, sind dessen Typen vorbestimmt, in dem AI auf 0 gesetzt wird (AI = 0) für kein Betrieb der Vereisungsverhinderung und ein anderer Typ, in dem AI auf ein Maximum gesetzt wird (AI = maximum) für einen Betrieb der Vereisungsverhinderung und der zweite IGV-Minimalöffnungsbefehlswert S13 wird basierend auf dem Koeffizientenwert Y der sechsten Korrekturfunktion FX6 ausgegeben.

**[0099]** Der Bestimmer 125 wählt den IGV-Öffnungsbefehlswert S11 oder S13 aus, der gemäß dem ON/AN-Signal der Vereisungsverhinderung angepasst wird (die Öffnungsauswahleinheit **103**).

**[0100]** Das bedeutet, dass die Steuerungsvorrichtung **200** den ersten IGV-Minimalöffnungsbefehlswert S11 auswählt, wenn das ON/AN-Signal der Vereisungsverhinderung nicht eingegeben ist/anliegt (OFF/AUS). Auf der anderen Seite wählt der Differenzrechner 126 den zweiten IGV-Minimalöffnungsbefehlswert S12 aus, wenn das ON/AN-Signal der Vereisungsverhinderung anliegt/eingegeben wird, und die Vereisungsverhinderung im Betrieb ist (ON/AN). Eine Differenz  $\Delta S$  zwischen dem ausgewählten zweiten IGV Minimalöffnungsbefehlswert S13 und dem ersten IGV-Minimalöffnungsbefehlswert S11 wird berechnet.

fehlswert S11 wird dann berechnet. Bei einer Änderung der IGV-Öffnung ändert der Geschwindigkeitsbegrenzer 127 die IGV-Öffnung schnell, wenn die IGV Öffnung ansteigt und ändert die IGV-Öffnung langsam, wenn die IGV-Öffnung absinkt. Der Öffnungsbegrenzer 128 korrigiert die Differenz  $\Delta S$  derart, dass sie zwischen einer oberen Grenze und einer unteren Grenze liegt. Der zweite Addierer 129 berechnet den zweiten IGV-Öffnungsbefehlswert S2 durch Addition der Differenz  $\Delta S$  zum ersten IGV-Minimalöffnungsbefehlswert S11.

**[0101]** Die Hochwertauswahleinheit 130 vergleicht den ersten IGV-Öffnungsbefehlswert S1 mit dem zweiten IGV-Öffnungsbefehlswert S2 und wählt den höheren IGV-Öffnungsbefehlswert als den IGV-Öffnungsbefehlswert S für die Einlassleitschaufel **22** aus (die Öffnungsauswahleinheit **103**).

**[0102]** Wie oben beschrieben hat in der Gasturbinensteuerungsvorrichtung der zweiten Ausführungsform die zweite Öffnungseinstelleinheit **102** die Öffnungskorrektureinheit, die den ersten IGV-Minimalöffnungsbefehlswert S11 und den zweiten IGV-Minimalöffnungsbefehlswert S13 gemäß dem Gehäusedruckverhältnis PR korrigiert und die Additionseinheit, die einen korrigierten Wert des ersten IGV-Minimalöffnungsbefehlswerts S11 und einen korrigierten Wert des zweiten IGV Minimalöffnungsbefehlswerts S13 addiert.

**[0103]** Deswegen wird sowohl der erste IGV-Minimalöffnungsbefehlswert S11, wenn die Zapfluftströmungsrate klein ist als auch der zweite IGV-Minimalöffnungsbefehlswert S13, wenn die Zapfluftströmungsrate groß ist, korrigiert und die korrigierten Werte werden zusammen addiert und hierdurch kann die Öffnung für die Einlassleitschaufel **22** gemäß dem Gehäusedruckverhältnis PR geeignet eingestellt werden. In diesem Fall wird der Betriebsgrad der Vereisungsverhinderung gemäß dem Gehäusedruckverhältnis PR berechnet, der zweite IGV-Öffnungsbefehlswert S2 wird basierend auf der sechsten Korrekturfunktion FX6 gemäß dem Betriebsgrad der Vereisungsverhinderung eingestellt und hierdurch kann die Öffnung für die Einlassleitschaufel **22** in einfacher Art und Weise in den bereits bestehenden Sensoren geeignet eingestellt werden.

**[0104]** In der oben beschriebenen Ausführungsform wird das Gehäusedruckverhältnis als der Druck des Verdichters zur Korrektur der zweiten Öffnung für die Einlassleitschaufel basierend auf der Pumpgrenze des Verdichters angewendet. Die Ausführungsformen sind jedoch nicht auf diese Konfiguration beschränkt. Beispielsweise kann der Druck der Gehäusedruck sein oder der Gehäusedruck oder das Gehäusedruckverhältnis kann berechnet oder geschätzt werden basierend auf dem Druck an jeder Stufe, ei-

nem Einlassbereich und einem Auslassbereich im Verdichter.

**[0105]** Weiterhin stellt in die oben beschriebenen Ausführungsformen die erste Öffnungseinstelleinheit und die zweite Öffnungseinstelleinheit die IGV-Öffnungsbefehlswerte für die Einlassleitschaufel durch den Einlasslufttemperaturwert und dem Lastwert ein. Die Ausführungsformen sind jedoch nicht auf diese Konfiguration begrenzt. Beispielsweise kann der IGV-Öffnungsbefehlswert für die Einlassleitschaufel basierend auf einer Temperatur des Abgases eingestellt werden.

**[0106]** Weiterhin wird in den oben beschriebenen Ausführungsformen der Zapfluftströmungskanal, der die verdichtete Luft zum Lufteinlassanschluß des Verdichters zur Vereisungsverhinderungsfunktion zurückführt, angewendet. Die Ausführungsformen sind jedoch nicht auf diese Konfiguration begrenzt. Beispielsweise kann der Zapfluftströmungskanal, durch den verdichtete Luft zu einer Abgasleitung entladen wird, angewendet werden.

**[0107]** Außerdem sind in den oben beschriebenen Ausführungsformen jede der Öffnungseinstelleinheiten **101** und **102** derart eingerichtet, um die Öffnung der Einlassleitschaufel **22** basierend auf der Einlasslufttemperatur des Verdichters **11** anzupassen. Die Ausführungsformen sind jedoch nicht auf diese Konfiguration begrenzt. Beispielsweise kann die Öffnung der Einlassleitschaufel **22** basierend auf eine Außenlufttemperatur angepasst werden.

**[0108]** Weiterhin ist in der oben beschriebenen zweiten Ausführungsform die sechste Korrekturfunktion FX6 gemäß dem Gehäusedruckverhältnis PR eingestellt. Die zweite Ausführungsform ist jedoch nicht auf diese Konfiguration begrenzt. Beispielsweise kann die sechste Korrekturfunktion FX6 basierend auf der Öffnung des Strömungsregelventil **44** oder der Strömungsrate in dem Zapfluftströmungskanal **43** eingestellt werden.

#### Bezugszeichenliste

|           |                           |
|-----------|---------------------------|
| <b>10</b> | GASTURBINE                |
| <b>11</b> | VERDICHTER                |
| <b>12</b> | BRENNKAMMER               |
| <b>13</b> | TURBINE                   |
| <b>14</b> | GENERATOR                 |
| <b>22</b> | EINLASSLEITSCHAUFEL (IGV) |
| <b>42</b> | TEMPERATURSENSOR          |
| <b>43</b> | ZAPFLUFTSTRÖMUNGSKANAL    |
| <b>44</b> | STRÖMUNGSREGELVENTIL      |
| <b>45</b> | GEHÄUSEDRUCKSENSOR        |

|                 |                                |
|-----------------|--------------------------------|
| <b>46</b>       | IGV ANTRIEBSEINHEIT            |
| <b>47</b>       | GENERATOR OUTPUT DETECTOR      |
| <b>48</b>       | UMGEBUNGSDRUCKSENSOR           |
| <b>100, 200</b> | STEUERUNGSVORRICHTUNG          |
| <b>101</b>      | ERSTE ÖFFNUNGSEINSTEILEINHEIT  |
| <b>102</b>      | ZWEITE ÖFFNUNGSEINSTEILEINHEIT |
| <b>103</b>      | ÖFFNUNGS-AUSWAHLEINHEIT        |
| <b>104</b>      | ÖFFNUNGSSTEUERUNGSEINHEIT      |
| <b>111</b>      | ERSTE BERECHNUNGSEINHEIT       |
| <b>112</b>      | ZWEITE BERECHNUNGSEINHEIT      |

### Patentansprüche

1. Eine Gasturbinensteuerungsvorrichtung in einer Gasturbine umfassend:  
 einen Verdichter,  
 eine Brennkammer,  
 eine Turbine,  
 eine Einlassleitschaufel, die an einem Lufterlassanschluß des Verdichters vorgesehen ist und eingerichtet ist, um eine Luftmenge, die in den Verdichter strömt, anzupassen, und  
 einen Zapfluftströmungskanal, durch den ein Teil von Luft, die durch den Verdichter verdichtet wurde, entnommen wird,  
 wobei die Gasturbinensteuerungsvorrichtung aufweist:  
 eine zweite Öffnungseinstelleinheit, die eingerichtet ist, um eine zweite Öffnung für die Einlassleitschaufel basierend auf einer Pumpgrenze des Verdichters einzustellen und die zweite Öffnung basierend auf einem Druck im Verdichter zu korrigieren,  
 eine erste Öffnungseinstelleinheit, die eingerichtet ist, um eine erste Öffnung für die Einlassleitschaufel durch Steuerung unterschiedlich von der der zweiten Öffnungseinstelleinheit einzustellen,  
 eine Öffnungsauswahleinheit, die eingerichtet ist, um eine Maximalöffnung als eine Öffnung für die Einlassleitschaufel aus der ersten Öffnung und der zweiten Öffnung auszuwählen, und  
 eine Öffnungssteuerungseinheit, die eingerichtet ist, um die Öffnung der Einlassleitschaufel basierend auf der ausgewählten Öffnung für die Einlassleitschaufel, ausgewählt durch die Öffnungsauswahleinheit, anzupassen.

2. Die Gasturbinensteuerungsvorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei die erste Öffnungseinstelleinheit weiterhin eingerichtet ist, um die erste Öffnung für die Einlassleitschaufel basierend auf Faktoren, die eine Pumpgrenze des Verdichters ausschließen, einzustellen.

3. Die Gasturbinensteuerungsvorrichtung gemäß Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei der Druck im Verdichter wenigstens einer eines Gehäusedrucks im Verdichter, ein Gehäusedruckverhältnis basierend auf einem Umgebungsdruck und dem Gehäusedruck berechnet wird, und ein geschätzter Gehäusedruck oder ein geschätztes Gehäusedruckverhältnis, das basierend auf einem Druck an einer vorbestimmten Stelle im Verdichter geschätzt wird, ist.

4. Die Gasturbinensteuerungsvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die zweite Öffnungseinstelleinheit außerdem eingerichtet ist, um die zweite Öffnung basierend auf Parametern nicht umfassend den Druck im Verdichter einzustellen und die zweite Öffnung basierend auf dem Gehäusedruckverhältnis zu korrigieren.

5. Die Gasturbinensteuerungsvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die zweite Öffnungseinstelleinheit eine erste Berechnungseinheit aufweist, die eingerichtet ist, um eine erste Minimalöffnung für die Einlassleitschaufel basierend auf einem ersten Zustand der Pumpgrenze, bei dem eine vorbestimmte Zapfluftströmungsrate durch den Zapfluftströmungskanal erhalten wird, einzustellen, und eine zweite Berechnungseinheit aufweist, die eingerichtet ist, um eine zweite Minimalöffnung für die Einlassleitschaufel basierend auf einem zweiten Zustand der Pumpgrenze, in dem eine Zapfluftströmungsrate durch den Zapfluftströmungskanal größer ist als der die in dem ersten Zustand, einzustellen.

6. Die Gasturbinensteuerungsvorrichtung gemäß Anspruch 5, wobei die erste Berechnungseinheit weiterhin eingerichtet ist, um die erste Minimalöffnung basierend auf Parametern nicht umfassend den Druck im Verdichter zu berechnen, und die zweite Berechnungseinheit außerdem eingerichtet ist, um die zweite Minimalöffnung basierend auf dem Druck im Verdichter zu berechnen.

7. Die Gasturbinensteuerungsvorrichtung gemäß Anspruch 5 oder Anspruch 6, wobei die zweite Öffnungseinstelleinheit eine Differenzberechnungseinheit hat, die eingerichtet ist, um eine Differenz zwischen der ersten Minimalöffnung und der zweiten Minimalöffnung zu berechnen, und sie eine Additionseinheit hat, die eingerichtet ist, um die Differenz, berechnet durch die Differenzberechnungseinheit, zur ersten Minimalöffnung, die durch die erste Berechnungseinheit berechnet wurde, hinzuzuaddieren.

8. Die Gasturbinensteuerungsvorrichtung gemäß Anspruch 7, wobei eine Begrenzungs- und Korrekturereinheit vorgesehen ist, die eingerichtet ist, um die Differenz, die durch die Differenzberechnungseinheit berechnet wurde, zu korrigieren, derart, dass die Differenz zwischen einer vorbestimmten oberen Grenze und einer vorbestimmten unteren Grenze liegt.



9. Die Gasturbinensteuerungsvorrichtung gemäß Anspruch 5, wobei die zweite Öffnungseinstelleinheit eine Öffnungskorrektureinheit hat, die eingerichtet ist, um die erste Minimalöffnung und die zweite Minimalöffnung basierend auf dem Druck im Verdichter zu korrigieren, und sie eine Additionseinheit hat, die eingerichtet ist, um einen korrigierten Wert der ersten Minimalöffnung und einen korrigierten Wert der zweiten Minimalöffnung zusammen zu addieren.

10. Die Gasturbinensteuerungsvorrichtung gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die erste Öffnungseinstelleinheit weiterhin eingerichtet ist, um eine Minimalöffnung für die Einlassleitschaufel basierend auf einer Einlasstemperatur der Turbine einzustellen.

11. Die Gasturbinensteuerungsvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Öffnungssteuerungseinheit außerdem eingerichtet ist, um eine Öffnungsgeschwindigkeit der Einlassleitschaufel schneller einzustellen als eine Schließgeschwindigkeit der Einlassleitschaufel.

12. Die Gasturbinensteuerungsvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei der Zapfluftströmungskanal außerdem eingerichtet ist, um einen Teil der Luft, die durch den Verdichter verdichtet wurde, abzuzapfen und den abgezapften Teil zum Lufteinlassanschluß des Verdichters zu leiten.

13. Ein Gasturbinensteuerungsverfahren in einer Gasturbine, die einen Verdichter, eine Brennkammer, eine Turbine, eine Einlassleitschaufel, die an einem Lufteinlassanschluß des Verdichters vorgesehen ist und eingerichtet ist, um eine Luftmenge, die in den Verdichter strömt, anzupassen, und einen Zapfluftströmungskanal, durch den ein Teil der Luft, die durch den Verdichter verdichtet wurde, entnommen wird, aufweist, umfassend:

einen zweiten Öffnungseinstellschritt des Einstellens einer zweiten Öffnung für die Einlassleitschaufel basierend auf einer Pumpgrenze des Verdichters und des Korrigierens der zweiten Öffnung basierend auf einem Druck im Verdichter, einen ersten Öffnungseinstellschritt des Einstellens einer ersten Öffnung für die Einlassleitschaufel durch Steuerung unterschiedlich von derjenigen des zweiten Öffnungseinstellschritts, einen Öffnungsauswahlschritt des Auswählens einer Maximalöffnung als eine Öffnung für die Einlassleitschaufel aus der ersten Öffnung und der zweiten Öffnung, und einen Öffnungssteuerschritt des Anpassens der Öffnung der Einlassleitschaufel basierend auf der ausgewählten Öffnung für die Einlassleitschaufel.

14. Ein Gasturbinensteuerprogramm in einer Gasturbine, die einen Verdichter, eine Brennkammer, eine Turbine, eine Einlassleitschaufel, die an einem

Lufteinlassanschluß des Verdichters vorgesehen und eingerichtet ist, um eine Luftmenge, die in den Verdichter strömt, anzupassen, und einen Zapfluftströmungskanal, durch den ein Teil der Luft, die durch den Verdichter verdichtet wurde, entnommen wird, aufweist, wobei das Gasturbinensteuerprogramm einen Computer veranlasst, auszuführen:

einen zweiten Öffnungseinstellschritt des Einstellens einer zweiten Öffnung für die Einlassleitschaufel basierend auf einer Pumpgrenze des Verdichters und des Korrigierens der zweiten Öffnung basierend auf einem Druck im Verdichter,

einen ersten Öffnungseinstellschritt des Einstellens einer ersten Öffnung für die Einlassleitschaufel durch Steuerung unterschiedlich von derjenigen des zweiten Öffnungseinstellschritts,

einen Öffnungsauswahlschritt des Auswählens einer Maximalöffnung als eine Öffnung für die Einlassleitschaufel aus der ersten Öffnung und der zweiten Öffnung, und

einen Öffnungssteuerschritt des Anpassens der Öffnung der Einlassleitschaufel basierend auf der ausgewählten Öffnung für die Einlassleitschaufel.

15. Eine Gasturbine, umfassend:

einen Verdichter,

eine Brennkammer,

eine Turbine,

eine Einlassleitschaufel, vorgesehen an einem Lufteinlassanschluß des Verdichters und eingerichtet, um eine Luftmenge, die in dem Verdichter strömt, anzupassen,

einen Zapfluftströmungskanal, durch den ein Teil der Luft, die durch den Verdichter verdichtet wurde, entnommen wird, und

die Gasturbinensteuerungsvorrichtung gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 12.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

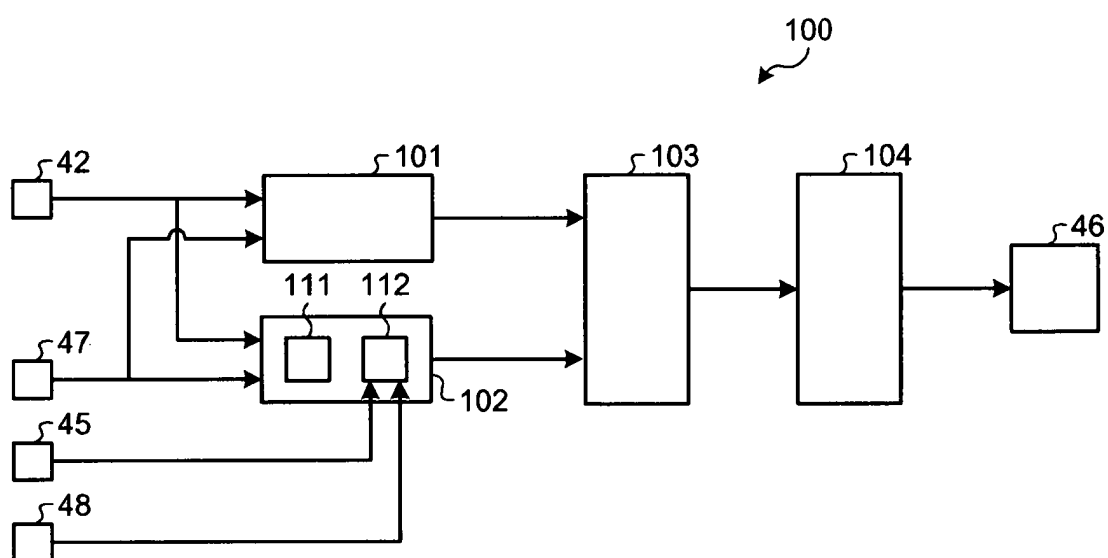


FIG.2

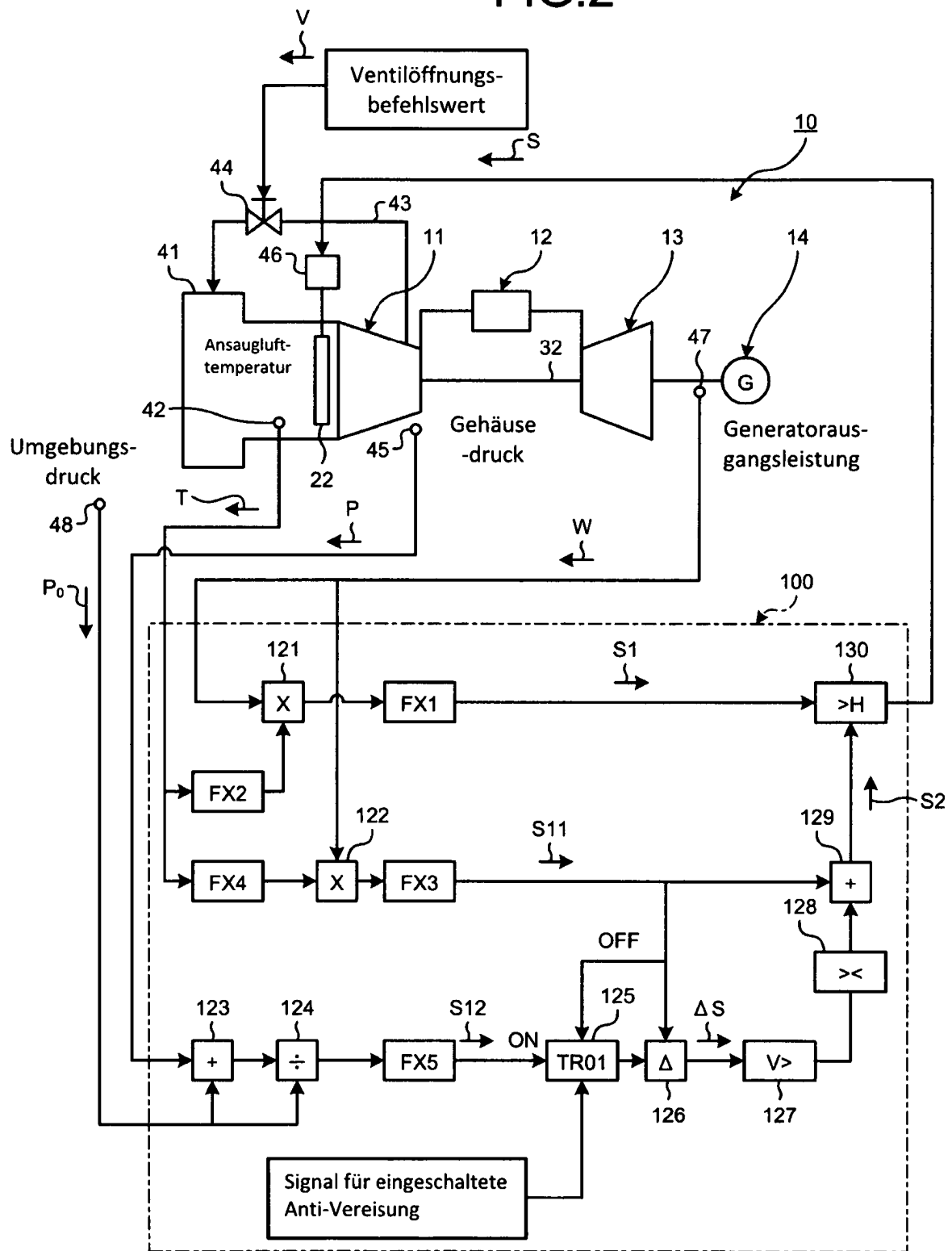


FIG.3

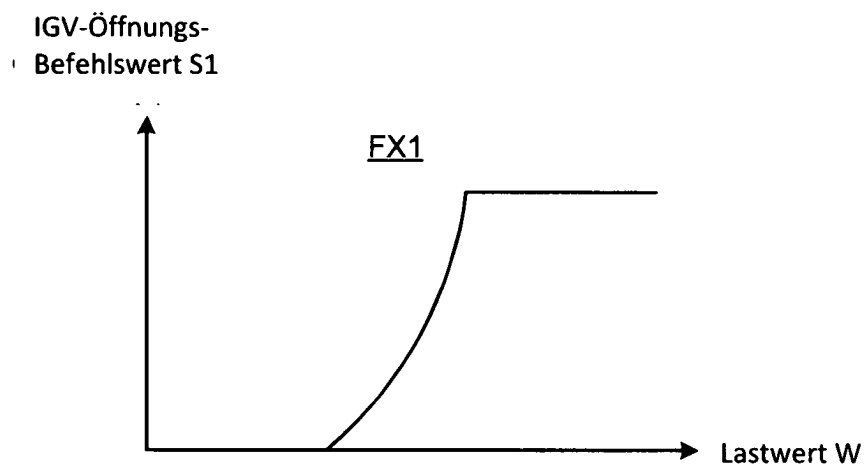


FIG.4

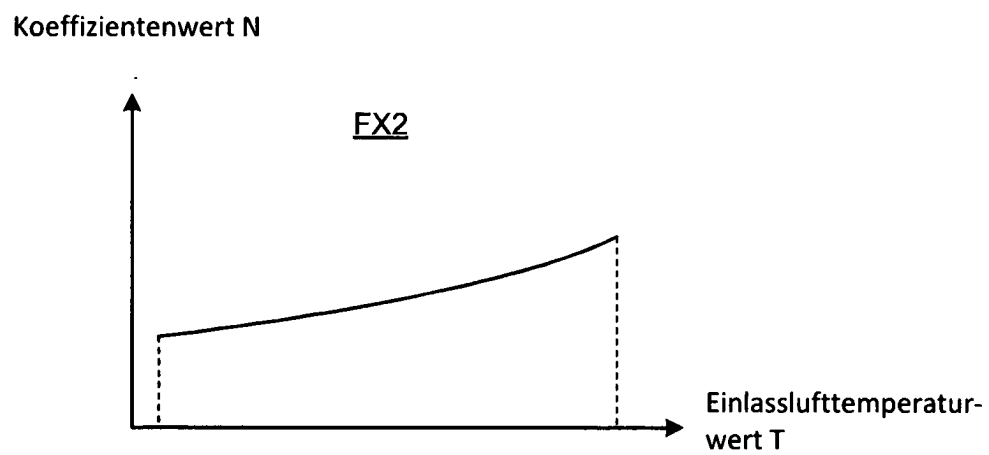


FIG.5

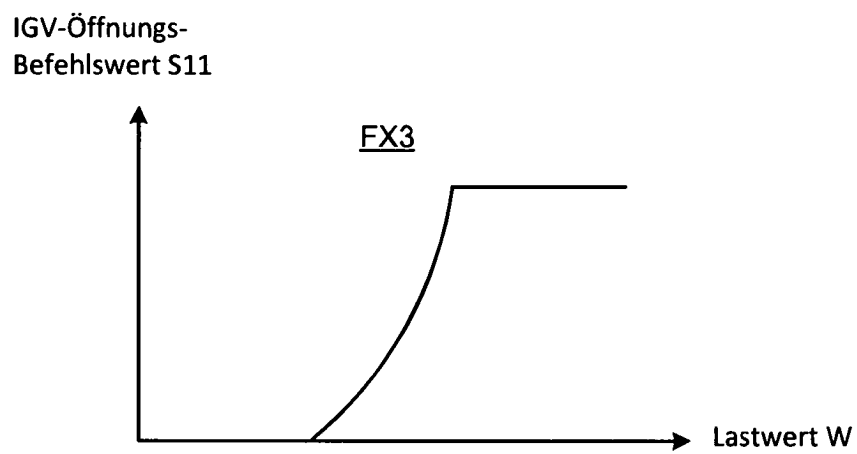


FIG.6

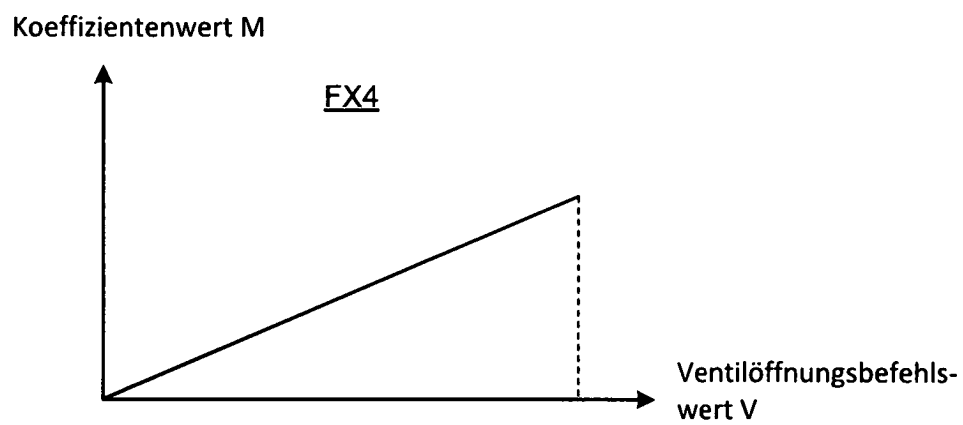


FIG.7

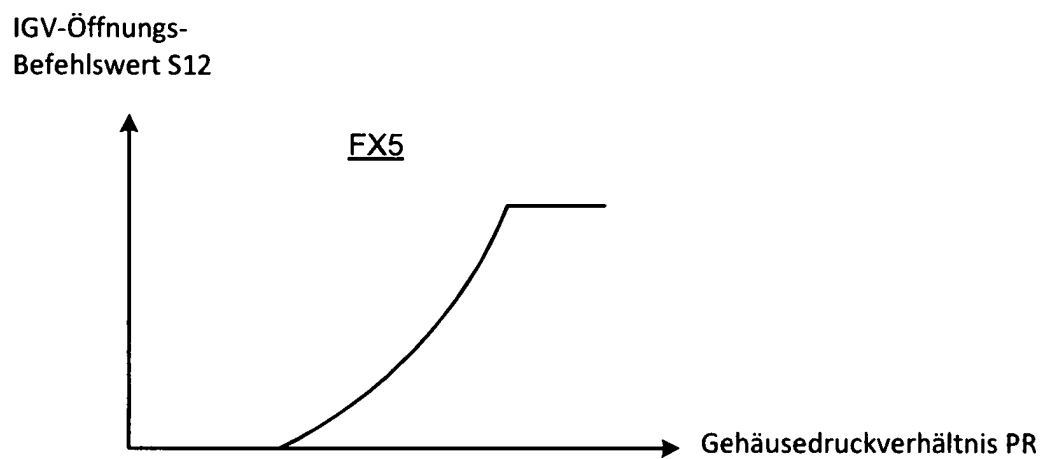


FIG.8

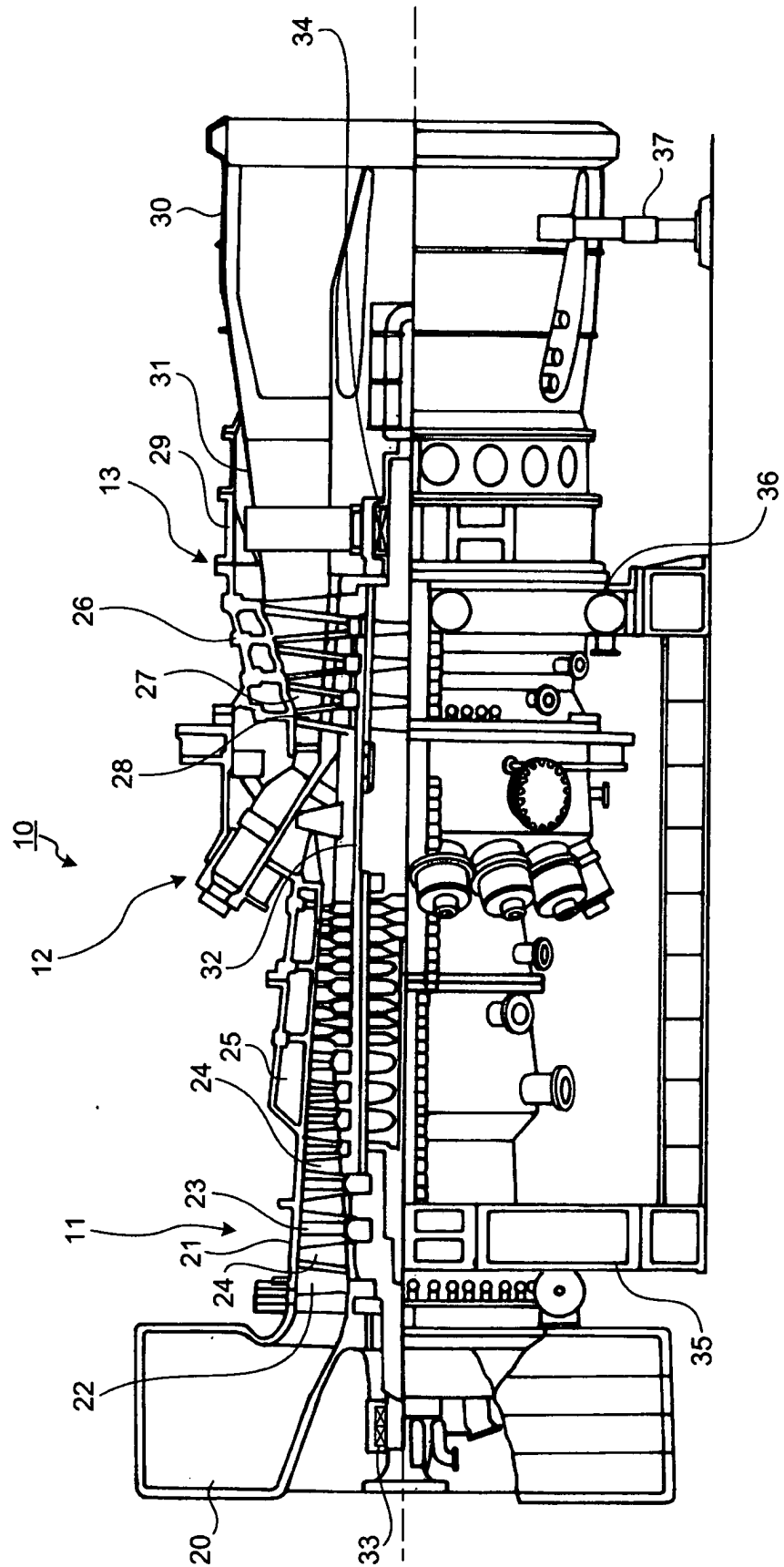


FIG.9

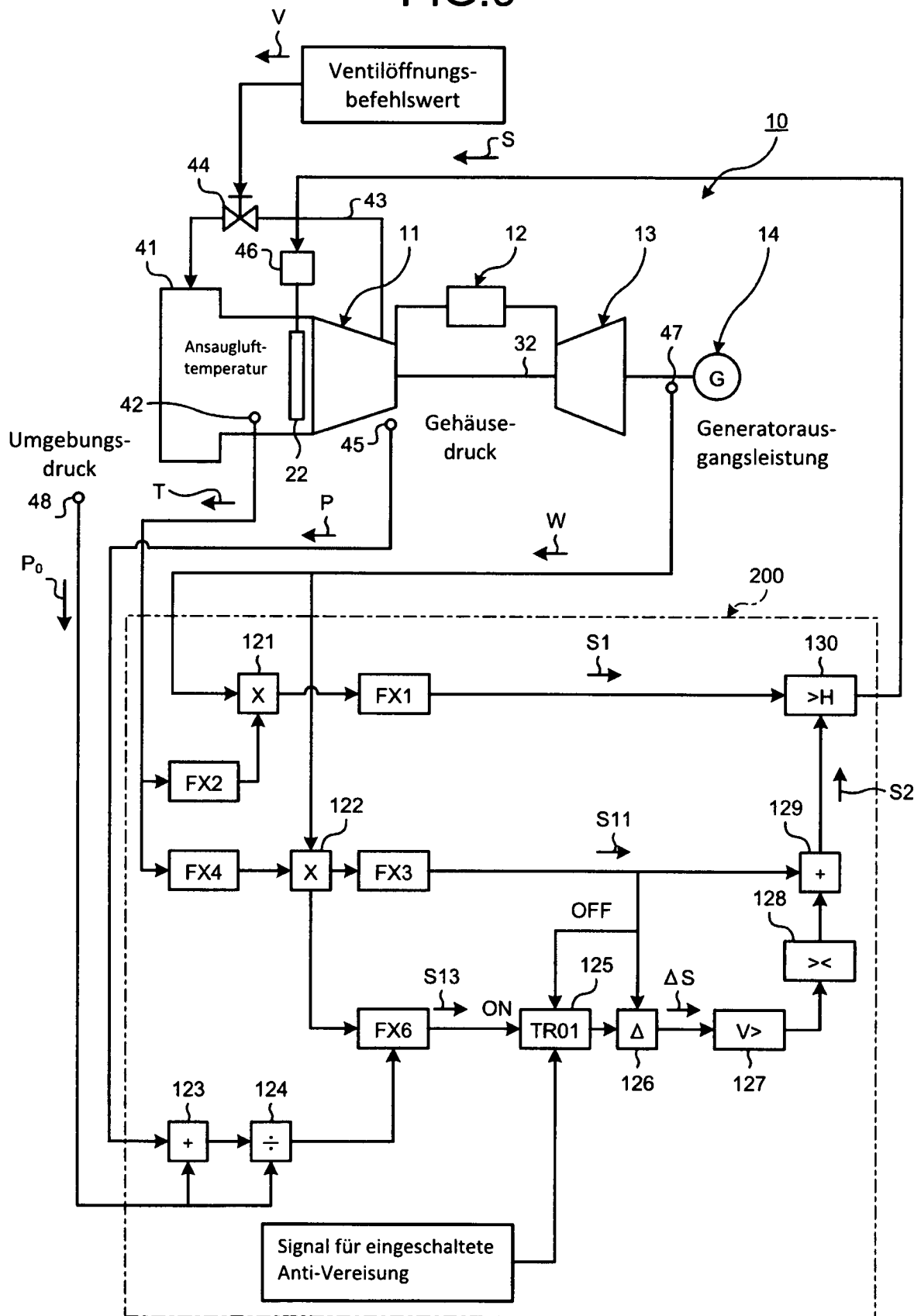




FIG.10

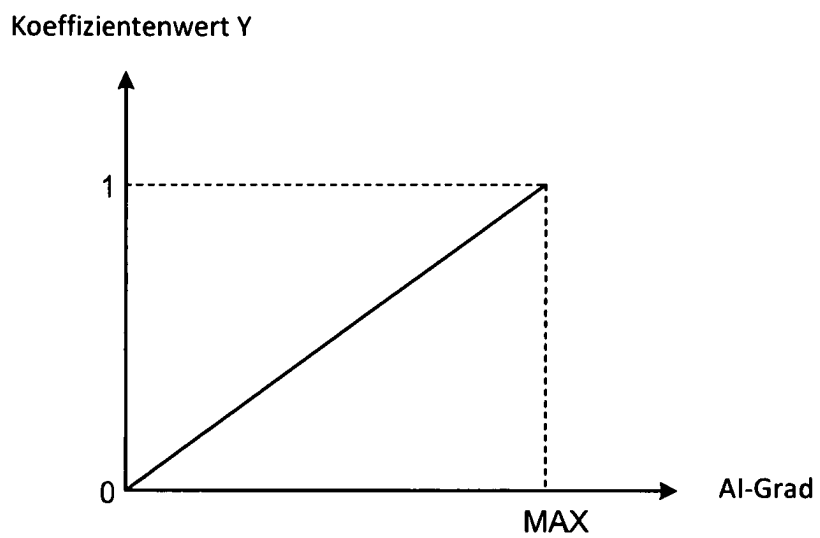


FIG.11

