

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH

697 910 A2

(51) Int. Cl.: C10K 3/06 (2006.01)
F02C 3/30 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 01466/08

(22) Anmeldedatum: 15.09.2008

(43) Anmeldung veröffentlicht: 31.03.2009

(30) Priorität: 19.09.2007 US 11/857,746

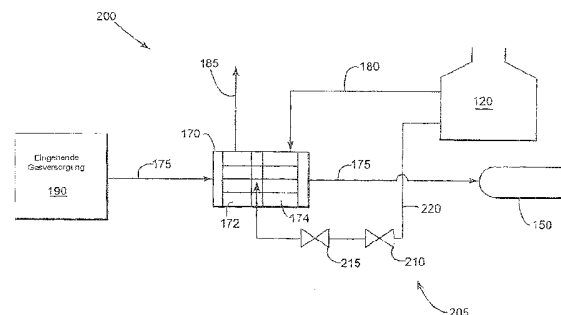
(71) Anmelder:
General Electric Company, 1 River Road
12345 Schenectady, New York (US)

(72) Erfinder:
Jun F. Ma, Greenville, South Carolina 29615 (US)
Colin Wilkes, Anderson, South Carolina 29625 (US)

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

(54) **Verfahren und Systeme zum Modulieren des modifizierten Wobbeindex eines Brennstoffs.**

(57) Es wird ein Verfahren und ein System zum Modulieren des modifizierten Wobbeindex (MWI) eines Brennstoffs (175) bereitgestellt. Verschiedene Industrieabteile, die einen Gasbrennstoff (175) benötigen, wie z.B., aber ohne darauf beschränkt zu sein, eine Hochleistungsgasturbine; eine aeroderivative Gasturbine oder ein Dampferzeuger können dieses Verfahren und System anwenden. Das Verfahren und das System können ein mindestens ein Dampfinjektionssystem (205) umfassendes Industrieabteil bereitstellen, wobei das mindestens eine Dampfinjektionssystem (205) in mindestens eine Brennstoffversorgungsleitung (190) vor einem Verbrennungssystem (150) Dampfinjiziert, um den MWI mindestens eines Brennstoffs zu modulieren (175). Das Verfahren und das System können auch bestimmen, ob der MWI des mindestens einen Brennstoffs (175) ausserhalb eines vorbestimmten Bereichs liegt; und das mindestens eine Dampfinjektionssystem (205) verwenden, um den Dampf automatisch mit einer Durchflussrate zur Anpassung des MWI des mindestens einen Brennstoffs (175) zu injizieren.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft den Gasbrennstoff, der einer Gasturbine zugeführt wird, und insbesondere ein Verfahren und ein System, die ein Dampfinjektionssystem verwenden, um die Eigenschaften des Gasbrennstoffs zu modulieren.

[0002] Aufgrund des anhaltenden Anstiegs der Erdgasnachfrage ist die Versorgung mit Pipelineerdgas nicht mehr in der Lage, den Bedarf an Gasbrennstoff zu decken. Um dieses Versorgungsdefizit auszugleichen, beginnen Gasturbinenbetreiber, Flüssigerdgas (LNG) als alternative Gasbrennstoffquelle zu verwenden. Die Zunahme im LNG-Gebrauch hat das Problem der Austauschbarkeit zwischen Pipelineerdgas und LNG aufgeworfen, wenn sie in einem Gasturbinen-Verbrennungssystem verbrannt werden.

[0003] LNG hat typischerweise einen höheren Heizwert (HHV) und eine höhere Wobbezahl (weiter unten beschrieben) als Erdgas. LNG kann mit einem Inertgas wie Stickstoff verdünnt werden, um die Wobbezahl auf die von Pipelineerdgas zu senken. Doch dieses Verfahren erhöht die Kosten und senkt die Konkurrenzfähigkeit von LNG. Daher streben Gasversorger an, den zulässigen Austauschbarkeitstarif des Gases auszuweiten. Dies führt aber zu grösseren Schwankungen in den Eigenschaften des Gasbrennstoffs, der den Betreibern von Gasturbinen zugeführt wird, was signifikante Auswirkungen auf die Verbrennungseigenschaften eines Gasturbinen-Verbrennungssystems haben kann, wie weiter unten beschrieben.

[0004] Bevor auf die Auswirkungen auf die Verbrennungseigenschaften eingegangen wird, sollten die folgenden zwei Brennstoffparameter definiert werden: die Wobbezahl (WN) des ankommenden Gases und die modifizierten Wobbeindizes (MWI) des Gases, das der Turbine zugeführt wird. Die WN wird definiert als:

$$WN = \frac{HHV}{\sqrt{SG}}$$

[1]

wobei:

HHV der obere Heizwert des Gasbrennstoffs ist; und

T_g die spezifische Dichte des Gasbrennstoffs oder des Gasbrennstoff-Dampf-Gemischs relativ zur Luft ist.

[0005] Die WN wird als ein Austauschbarkeitsindex benutzt, um die Verwendung von Gasbrennstoffen mit verschiedenen Heizwerten im gleichen Verbrennungssystem zu gestatten, ohne die Ausrüstung ändern zu müssen. Die Temperatur wird in dieser Gleichung für WN nicht berücksichtigt, weil Gas typischerweise etwa bei Bodentemperatur zugeführt wird, mit geringen Schwankungen über das ganze Jahr hinweg.

[0006] Der MWI wird definiert als:

$$MWI = \frac{LHV}{\sqrt{(SG \times (460 + T_g))}}$$

[2]

wobei:

LHV der untere Heizwert des Gasbrennstoffs oder des Gasbrennstoff-Dampf-Gemischs ist; und

SG die Temperatur des Gasbrennstoffs oder des Gasbrennstoff-Dampf-Gemischs in Grad Fahrenheit ist.

[0007] Der MWI misst die Energie, die bei einem bestimmten Druckverhältnis durch eine Brennstoffdüse abgegeben wird, genauer als die WN. Diese Unterscheidung zwischen MWI und WN wird sehr wichtig, wenn Gasbrennstoff erwärmt wird, bevor er der Gasturbine zugeführt wird.

[0008] Der Marktnachfrage entsprechend könnten Kraftwerksbetreiber zu verschiedenen Tageszeiten Gas von verschiedenen lokalen Pipelines kaufen. Wenn das Gas zwischen zwei Pipelines erheblich abweichende Zusammensetzungen und Heizwerte hat, dann kann in der Nähe eines Kraftwerks ein «Nullpunkt» hergestellt werden, der zwischen der Erdgaspipeline und der Pipeline mit LNG liegt. Ein Kraftwerk, das zwischen dem «Nullpunkt» liegt, kann täglich mehrfache Umstellungen in der Gaszusammenstellung durchmachen. Die plötzliche Zunahme in der Schwankung der Gaseigenschaften durch die Pipelines, die auf den Gebrauch von LNG zurückzuführen ist, beeinflusst die Betriebsfähigkeit des Verbrennungssystems beträchtlich. Da es unpraktisch wäre, das Verbrennungssystem anzupassen, um diese Schwankung zu berücksichtigen, kann der Betrieb über die Tauglichkeit der Brennkammer hinaus zu einer erhöhten Verbrennungsdynamik und zu einem Betrieb führen, der die Emissionsgrenzwerte nicht einhält.

[0009] Wie erwähnt, injizieren manche Gasversorger Inertgase wie N_2 oder CO_2 , um den Gasheizwert und die WN zu regeln, wenn die Gasversorgung eine inakzeptabel hohe WN aufweist.

[0010] Bei den gegenwärtig bekannten Systemen liegen einige Probleme vor. Die Menge der injizierten Inertgase wird minimiert, weil sie den HHV-Wert des Gases auf einer BTU-Basis senkt. Die Kosten des gelieferten Gases können steigen, wenn Inertgase benutzt werden, um den HHV zu senken.

[0011] Aus den obigen Gründen besteht ein Bedarf nach einem Verfahren und einem System, um den HHV eines Gasbrennstoffs zu senken. Das Verfahren und das System sollten die Anpassung des MWI über einen grossen Bereich hinweg erlauben, ohne eine signifikante Temperaturanpassung des Gasbrennstoffs zu erfordern. Das Verfahren und das System sollten ein Verdünnungsmittel zum Reduzieren des LHV und des resultierenden MWI vorsehen. Das Verfahren und das System sollten keinen zusätzlichen Brennstofftrenner und Brennstoffüberhitzer erfordern. Das Verfahren und das System sollten die Kosten des gelieferten Gases pro Energieeinheit im Vergleich zu den oben genannten Systemen nicht signifikant erhöhen.

Kurze Beschreibung der Erfindung

[0012] Nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Modulieren eines modifizierten Wobbeindex eines Brennstoffs unter Verwendung mindestens eines Dampfinjektionssystems bereitgestellt, wobei das Verfahren umfasst:

das Vorsehen einer Gasturbine mit mindestens einem Dampfinjektionssystem, wobei das mindestens eine Dampfinjektionssystem in mindestens eine Brennstoffversorgungsleitung vor einem Verbrennungssystem Dampf-injiziert, um den MWI mindestens eines Brennstoffs zu modulieren;

das Bestimmen, ob der MWI des mindestens einen Brennstoffs ausserhalb eines vorbestimmten Bereichs liegt; und

das Verwenden des mindestens einen Dampfinjektionssystems, um den Dampf zur Anpassung des MWI des mindestens einen Brennstoffs automatisch mit einer ersten Durchflussrate zu injizieren.

[0013] Nach einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Modulieren eines modifizierten Wobbeindex eines Brennstoffs unter Verwendung mindestens eines Dampfinjektionssystems bereitgestellt, wobei das Verfahren umfasst:

das Vorsehen einer Gasturbine mit mindestens einem Dampfinjektionssystem, wobei das mindestens eine Dampfinjektionssystem in mindestens eine Brennstoffversorgungsleitung vor einem Verbrennungssystem Dampf-injiziert, um den MWI mindestens eines Brennstoffs zu modulieren;

das Bestimmen, ob der MWI des mindestens einen Brennstoffs ausserhalb eines vorbestimmten Bereichs liegt;

das Verwenden des mindestens einen Dampfinjektionssystems, um den Dampf zur Anpassung des MWI des mindestens einen Brennstoffs automatisch mit einer ersten Durchflussrate zu injizieren;

das Bestimmen des MWI des mindestens einen Brennstoffs, nachdem das mindestens eine Dampfinjektionssystem mit der ersten Durchflussrate Dampf-injiziert hat; und

das Injizieren von Dampf mit einer zweiten Durchflussrate, wenn der MWI des mindestens einen Brennstoffs ausserhalb des Bereichs liegt, nachdem der Dampf mit der ersten Durchflussrate injiziert wurde; oder

das Beibehalten der Dampfinjektion mit der ersten Durchflussrate, wenn der MWI des mindestens einen Brennstoffs innerhalb des Bereichs liegt, nachdem Dampf mit der ersten Durchflussrate injiziert wurde.

[0014] Nach einer weiteren Ausführungsform wird ein System zum Modulieren eines modifizierten Wobbeindex (MWI) eines Brennstoffs unter Verwendung mindestens eines Dampfinjektionssystems bereitgestellt, wobei das System umfasst: eine Gasturbine mit mindestens einem Dampfinjektionssystem, wobei das mindestens eine Dampfinjektionssystem mindestens ein Regelventil und mindestens ein Absperrventil aufweist; wobei

das mindestens eine Dampfinjektionssystem in mindestens eine Brennstoffversorgungsleitung vor einem Verbrennungssystem Dampf-injiziert, um den MWI mindestens eines Brennstoffs zu modulieren;

Mittel, um zu bestimmen, ob der MWI des mindestens einen Brennstoffs ausserhalb eines vorbestimmten Bereichs liegt; Mittel, um das mindestens eine Dampfinjektionssystem zu verwenden, um Dampf automatisch mit einer ersten Durchflussrate zu injizieren; und Mittel, um Dampf bei Bedarf mit einer zweiten Durchflussrate zu injizieren; oder

Mittel, um die Dampfinjektion mit der ersten Durchflussrate beizubehalten; wobei

das mindestens eine Dampfinjektionssystem in mindestens einen Wärmeaustauscher Dampf-injiziert, um den MWI mindestens eines Brennstoffs zu modulieren.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0015]

- Fig. 1 ist eine schematische Darstellung der Umgebung, in welcher eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung betrieben wird.
- Fig. 2 ist eine schematische Darstellung eines Beispiels eines Systems zum Modulieren des MWI eines Brennstoffs durch Dampfinjektion nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.
- Fig. 3 ist eine schematische Darstellung eines Beispiels eines Systems zum Modulieren des MWI eines Brennstoffs durch Dampfinjektion nach einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.
- Fig. 4 ist eine schematische Darstellung eines Beispiels eines Systems zum Modulieren des MWI eines Brennstoffs durch Dampfinjektion nach einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

- Fig. 5 ist ein Flussdiagramm, das ein Beispiel eines Verfahrens zum Modulieren des MWI eines Brennstoffs durch Dampfinjektion nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung veranschaulicht.
- Fig. 6 ist ein Blockdiagramm eines beispielhaften Systems zur Vorhersage der Emissionen einer Gasturbine nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Ausführliche Beschreibung der Erfindung

[0016] Die folgende ausführliche Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen bezieht sich auf die beiliegenden Zeichnungen, die spezifische Ausführungsformen der Erfindung veranschaulichen. Andere Ausführungsformen mit abweichenden Strukturen und Arbeitsweisen weichen nicht vom Umfang der vorliegenden Erfindung ab.

[0017] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung nimmt die Form einer Anwendung und eines Prozesses an, der überhitzten Dampf, der aus einem Wärmerückgewinnungsdampferzeuger (HRSG), einer Dampfturbine eines Kombikraftwerks oder einer anderen Quelle entnommen werden kann, vor dem Verbrennungssystem in den Gasbrennstoff injiziert, um den modifizierten Wobbeindex (MWI) des Brennstoffs zu modulieren.

[0018] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann auf einen einzelnen Wärmeaustauscher oder mehrere Wärmeaustauscher angewandt werden.

[0019] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist die technische Wirkung der Ausweitung der Brennkammer-Betriebsfähigkeitsgrenzen hinsichtlich des MWI des zugeführten Gasbrennstoffs auf. Wie weiter unten beschrieben, kann der Punkt der Dampfinjektion je nach Anwendung hinter einer Brennstoffversorgung und zwischen dem ersten und zweiten Abschnitt eines ersten Wärmeaustauschers wie z.B. eines Brenngaserwärmers; zwischen einem ersten Wärmeaustauscher und einem zweiten Wärmeaustauscher; oder hinter den ersten und zweiten Wärmeaustauschern und vor dem Gasturbinen-Verbrennungssystem liegen.

[0020] Die vorliegende Erfindung kann eine relativ kleine Menge an überhitzten Dampf in die Gasbrennstoff-Zuleitung injizieren, bevor der Gasbrennstoff in das Verbrennungssystem eintritt. Das Dampf/Gas-Verhältnis kann von etwa 1:100 bis etwa 30:100 liegen; wodurch gewährleistet wird, dass der überhitzte Strom nicht in der Gasbrennstoffleitung kondensiert.

[0021] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann verwendet werden, um den MWI verschiedener Industriebauteile zu regeln, die einen Gasbrennstoff benötigen. Zum Beispiel, aber ohne darauf beschränkt zu sein, kann die vorliegende Erfindung auf eine Hochleistungsgasturbine, eine aeroderivative Gasturbine oder einen Kessel angewandt werden.

[0022] Nun Bezug nehmend auf die Zeichnungen, wo die verschiedenen Bezugszeichen in den verschiedenen Ansichten durchweg gleiche Elemente darstellen, ist Fig. 1 eine schematische Darstellung der Umgebung, in welcher eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung betrieben wird. Fig. 1 veranschaulicht ein Kraftwerk 100 mit einer Turbine 110, einem Wärmerückgewinnungsdampferzeuger (HRSG) 120 und einem Generator 130.

[0023] Die Gasturbine 110 umfasst einen Axialverdichter 135 mit einer Rotorwelle 140. Luft tritt bei 145 in den Einlass des Verdichters ein, wird vom Axialverdichter 135 verdichtet und dann in ein Verbrennungssystem 150 ausgelassen, wo Brennstoff wie z.B. Erdgas verbrannt wird, um energiereiche Verbrennungsgase zu erzeugen, welche die Turbine 155 antreiben. In der Turbine 155 wird die Energie der Heissgase in Arbeit umgewandelt, wovon ein Teil genutzt wird, um den Verdichter 135 über die Welle 140 anzutreiben, wobei der Rest für Nutzarbeit verfügbar ist, um eine Last wie z.B. den Generator 130 zur Stromerzeugung durch die Rotorwelle 160 anzutreiben. Ein HRSG 120 kann das Abgas 165 aus der Turbine 155 empfangen.

[0024] Der HRSG 120 kann mindestens einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung entsprechend in einer Zuleitung 180 mindestens einem Wärmeaustauscher 170 Heisswasser zuführen, um den zugeführten Brennstoff 175 vor dem Eintritt in das Verbrennungssystem 150 zu erwärmen. Eine Rückleitung 185 kann den Empfang des aus dem Wärmeaustauscher 170 ausgelassenen Warmwassers durch mindestens eine Kesseleinspeisepumpe (nicht gezeigt) des HRSG 120 erlauben.

[0025] Die Gasturbine 110 kann mindestens ein Regelungssystem oder dergleichen (nicht gezeigt) umfassen, das den MWI des zugeführten Gasbrennstoffs 175 bestimmen kann. Das Regelungssystem kann Daten über die Eigenschaften des Brennstoffs 175 empfangen, die zur Bestimmung des MWI verwendet werden.

[0026] Fig. 2 ist eine schematische Darstellung eines Beispiels eines Systems 200 zum Modulieren des MWI eines Gasbrennstoffs 175 durch Dampfinjektion nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Wie gezeigt, kann das System 200 mit dem Kraftwerk 100 integriert sein, das in Fig. 1 gezeigt wird. Das System 200 weist mindestens ein Dampfinjektionssystem 205 auf, das ein Absperrventil 215, ein Regelventil 210 und eine Dampfleitung 220 einschliessen kann.

[0027] Die in Fig. 2 gezeigte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann vier Hauptströmungswege einschliessen: für Brennstoff, 175; eine Zuleitung 180; eine Rückleitung 185 und eine Dampfleitung 220.

[0028] Die Gasversorgungsleitung 190 kann zuerst den Brennstoff 175 von einem Gasversorger empfangen. Wie in Fig. 2 dargestellt, kann der Brennstoff 175 hinter der Gasversorgungsleitung 190 zu einem ersten Wärmeaustauscher 170 strömen. Der erste Wärmeaustauscher 170 kann den Brennstoff 175 vor dem Eintritt in das Verbrennungssystem 150 emp-

fangen und konditionieren. Der erste Wärmeaustauscher 170 kann allgemein als Leistungsheizer oder ähnlich bezeichnet werden, wenn er hauptsächlich benutzt wird, um die Temperatur des zugeführten Brennstoffs 175 zu erhöhen. Nach dem Durchlauf des ersten Wärmeaustauschers 170 kann der Brennstoff 175 zum Verbrennungssystem 150 strömen.

[0029] Eine Ausführungsform des ersten Wärmeaustauschers 170 kann einen ersten Abschnitt 172 und einen zweiten Abschnitt 174 umfassen. Der Brennstoff 175 wird allgemein von einem Gasversorger bei Umgebungsbodentemperatur zugeführt. Um die Gesamtleistung des Kraftwerks 100 zu erhöhen, kann die Temperatur des Brennstoffs 175 erhöht werden. Die Temperatur des Brennstoffs kann zum Beispiel, aber ohne darauf beschränkt zu sein, auf einen Bereich zwischen etwa 350 Grad und etwa 500 Grad Fahrenheit erhöht werden. Die Menge der Temperaturerhöhung kann zum Beispiel, aber ohne darauf beschränkt zu sein, aufgrund des Gasturbintentyps (Gehäusegrösse oder dergleichen) und der Konfiguration (Verbrennungssystem-Typ) variieren.

[0030] Der zweite Abschnitt 174 kann die Zuleitung 180 empfangen, die zum Beispiel, aber ohne darauf beschränkt zu sein, vom HRSG 120 kommt. Die Zuleitung 180 kann hauptsächlich dazu dienen, die Temperatur des Brennstoffs 175 zu erhöhen. Die Zuleitung 180 kann Heisswasser führen, wie erwähnt, und kann andere Eigenschaften aufweisen, die gewährleisten, dass im Wärmeaustauschprozess genug Energie übertragen wird, um die Temperatur des Brennstoffs 175 auf einen bestimmten Wert zu erhöhen, wie oben beschrieben.

[0031] Der erste Abschnitt 172 kann die Rückleitung 185 einschliessen, die es dem aus dem Wärmeaustauscher 170 austretenden Warmwasser erlaubt, von mindestens einer Kesseleinspeisepumpe (nicht gezeigt) des HRSG 120 empfangen zu werden, wie erwähnt.

[0032] Hinter der Gasversorgung 190 und dem ersten Abschnitt 172 und vor dem zweiten Abschnitt 174 kann ein Abschnitt der Leitung für Brennstoff 175 die Dampfleitung 220 des Dampfinjektionssystems 205 empfangen.

[0033] Auch die Dampfleitung 220 kann vom HRSG 120 kommen, ohne darauf beschränkt zu sein. Das Dampfinjektionssystem 205 kann hauptsächlich dazu dienen, überhitzten Dampf zuzuführen, der zum Modulieren des MWI des Brennstoffs 175 verwendet wird (wie oben beschrieben). Die Dampfleitung 220 kann von hinter dem HRSG 120 zum Regelventil 210 strömen. Das Regelventil 210 kann eines Typs sein, der in der Lage ist, unter den Betriebsbedingungen des Dampfinjektionssystems 205 zu funktionieren. Das Regelventil 210 kann in einem linearen Bereich betrieben werden, der die genaue Durchflussregelung erlaubt. Zum Beispiel, aber ohne darauf beschränkt zu sein, kann das Regelventil 210 die Begrenzung der Durchflussrate des überhitzten Dampfs auf zwischen 5–10% der Höchstdurchflussrate durch das Dampfinjektionssystem 205 erlauben.

[0034] Die Dampfleitung 220 kann dann hinter dem Regelventil 210 zum Absperrventil 215 strömen, das eines Typs ist, der in der Lage ist, unter den Betriebsbedingungen des Dampfinjektionssystems 205 zu funktionieren.

[0035] Die Dampfleitung 220 kann dann hinter dem Absperrventil 215 zum zweiten Abschnitt 174 des ersten Wärmeaustauschers 170 strömen, wo der Dampf eingeleitet und mit dem Brennstoff 175 gemischt werden kann.

[0036] Fig. 3 und 4 veranschaulichen andere Ausführungsformen des Dampfinjektionssystems 205. Wie weiter unten beschrieben und dargestellt, weisen diese anderen Ausführungsformen mehrere Wärmeaustauscher und abweichende Konfigurationen der Dampfleitung 220 auf. Die Erläuterung von Fig. 3 und 4 konzentriert sich auf die Abweichungen von der Ausführungsform von Fig. 2.

[0037] Fig. 3 ist eine schematische Darstellung eines Beispiels eines Systems 200 zum Modulieren des MWI eines Brennstoffs durch Dampfinjektion nach einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Fig. 3 veranschaulicht das Kraftwerk 100 mit einem zweiten Wärmeaustauscher 225. Der zweite Wärmeaustauscher 225 kann erforderlich sein, wenn der erste Wärmeaustauscher 170 den Brennstoff 175 nur vorwärmen kann. Der zweite Wärmeaustauscher 225 kann mit dem ersten Wärmeaustauscher 170 in Reihe oder ähnlich verbunden sein. Wie in Fig. 4 dargestellt, wird der Brennstoff 175 vom ersten Wärmeaustauscher 170 vorgewärmt.

[0038] Der Brennstoff 175 kann von einer Gasversorgungsleitung 190 kommen, die der Ort im Kraftwerk 100 sein kann, an dem Brennstoff 175 von einem Gasversorger zuerst empfangen wird. Wie in Fig. 3 gezeigt, kann der Brennstoff 175 hinter der Gasversorgungsleitung 190 zum ersten Wärmeaustauscher 170 strömen, der die Erhöhung der Temperatur des Brennstoffs 175 auf die gewünschte Endtemperatur einleiten kann. Nach dem Durchlauf des ersten Wärmeaustauschers 170 kann der Brennstoff 175 als nächstes vom zweiten Wärmeaustauscher 225 empfangen werden. Der zweite Wärmeaustauscher 225 kann die Temperatur des Brennstoffs 175 auch auf die Solltemperatur bringen. Nach dem Durchlauf des zweiten Wärmeaustauschers 225 kann der Brennstoff 175 zum Verbrennungssystem 150 strömen.

[0039] Wie in Fig. 3 gezeigt, kann ein Abschnitt des zweiten Wärmeaustauschers 225 eine Zuleitung 180 empfangen, die z.B., aber ohne darauf beschränkt zu sein, vom HRSG 120 kommen kann. Die Zuleitung 180 kann aus einem anderen Abschnitt des zweiten Wärmeaustauschers 225 austreten und dem Heisswasser den Eintritt in einen Abschnitt des ersten Wärmeaustauschers 170 erlauben. Die Rückleitung 185 kann den Empfang des vom Wärmeaustauscher 170 ausgelassenen Warmwassers durch mindestens eine Kesseleinspeisepumpe (nicht gezeigt) des HRSG 120 erlauben, wie erläutert. Die Zuleitung 180 kann hauptsächlich der Temperaturerhöhung des Brennstoffs 175 dienen, wie oben beschrieben.

[0040] Hinter dem ersten Wärmeaustauscher und vor dem zweiten Wärmeaustauscher 225 kann die Dampfleitung 220 mit der Rohrleitung verbunden sein, in welcher der Brennstoff 175 strömt, was die Mischung des Brennstoffs 175 und des

überhitzten Dampfs erlaubt. Die Einleitung des überhitzten Dampfs in den Brennstoff 175 vor dem Eintritt in den zweiten Wärmeaustauscher 220 kann eine grössere Kontrolle über den MWI-Wert des Brennstoffs 175 gewährleisten.

[0041] Wie erläutert, kann die Dampfleitung 220 z.B., aber ohne darauf beschränkt zu sein, vom HRSG 120 kommen. Die Dampfleitung 220 kann hinter dem HRSG 120 zum Regelventil 210 strömen. Das Regelventil 210 kann eines Typs sein, der in der Lage ist, unter den Betriebsbedingungen des Dampfinjektionssystems 205 zu funktionieren. Das Regelventil 210 kann in einem linearen Bereich betrieben werden, der eine genaue Durchflussregelung ermöglicht, wie zuvor beschrieben.

[0042] Die Dampfleitung 220 kann dann hinter dem Regelventil 210 zum Absperrventil 215 strömen, das eines Typs sein kann, der in der Lage ist, unter den Betriebsbedingungen des Dampfinjektionssystems 205 zu funktionieren.

[0043] Fig. 4 ist eine schematische Darstellung eines Beispiels eines Systems 200 zum Modulieren des MWI eines Brennstoffs durch Dampfinjektion nach einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Wie gezeigt, können das System 200 und die Konfiguration des Dampfinjektionssystems 205 in Fig. 4 als mit Fig. 3 vergleichbar betrachtet werden.

[0044] Der Hauptunterschied in der in Fig. 4 gezeigten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung im Vergleich zu Fig. 3 ist die Stelle, wo die Dampfleitung 220 mit dem Brennstoff 175 verbunden sein kann. Wie gezeigt, kann diese Stelle hinter den ersten und zweiten Wärmeaustauschern 170, 225 liegen.

[0045] Die in Fig. 4 gezeigte Konfiguration des Dampfinjektionssystems 205 kann sinnvoll sein, wenn die Konfiguration eines Kraftwerks 100 es nicht erlaubt, die Dampfleitung 220 wie in Fig. 3 gezeigt zwischen den ersten und zweiten Wärmeaustauschern 170, 225 mit dem Brennstoff 175 zu verbinden.

[0046] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann die Form einer Softwareanwendung und eines Prozesses annehmen, die ein Dampfinjektionssystem 205 verwenden, um den MWI eines Brennstoffs 175 zu modulieren.

[0047] Wie zu ersehen ist, kann die vorliegende Erfindung als ein Verfahren, System oder Computerprogramm-Produkt ausgeführt werden. Demnach kann die vorliegende Erfindung die Form einer ausschliesslich hardwaremässigen Ausführungsform, einer ausschliesslich softwaremässigen Ausführungsform (einschliesslich Firmware, speicherresidenter Software, Mikrocode usw.) oder einer Ausführungsform annehmen, die Software- und Hardwareaspekte miteinander kombiniert, die hierin allgemein alle als «Schaltkreis», «Modul» oder «System» bezeichnet werden. Überdies kann die vorliegende Erfindung die Form eines Computerprogramm-Produkts auf einem computerlesbaren Speichermedium annehmen, das einen computerlesbaren Programmcode enthält, der im Medium gespeichert ist.

[0048] Jedes geeignete computerlesbare Medium kann verwendet werden. Das computerlesbare Medium kann zum Beispiel, aber ohne darauf beschränkt zu sein, ein elektronisches, magnetisches, optisches, elektromagnetisches, Infrarot oder Halbleiter-System, -Apparat, -Gerät oder -Ausbreitungsmedium sein. Spezifischere Beispiele (eine nicht erschöpfende Liste) des computerlesbaren Mediums würden folgendes einschliessen: eine elektrische Verbindung mit einem oder mehreren Drähten, eine tragbare Computerdiskette, eine Festplatte, einen Direktzugriffsspeicher (RAM), einen Nur-Lese-Speicher (ROM), einen löschbaren programmierbaren Nur-Lese-Speicher (EPROM oder Flash-Memory), eine optische Faser, einen tragbaren Compact-Disk-Nur-Lese-Speicher (CD-ROM), ein optisches Speichergerät, ein Übertragungsmedium wie jene, die das Internet oder ein Intranet unterstützen, oder ein magnetisches Speichergerät. Es ist anzumerken, dass das computerlesbare Medium sogar Papier oder ein sonstiges geeignetes Medium sein kann, auf dem das Programm gedruckt ist, da das Programm zum Beispiel durch optische Abtastung des Papiers oder anderen Mediums elektronisch erfasst und dann auf geeignete Weise kompiliert, interpretiert oder bei Bedarf auf sonstige Weise verarbeitet werden und dann in einem Computerspeicher gespeichert werden kann. Im Kontext dieses Dokuments kann ein computerlesbares Medium jedes Medium sein, welches das Programm zur Verwendung durch oder in Verbindung mit dem Anweisungsausführungssystem, -apparat oder -gerät enthalten, speichern, übertragen, ausbreiten oder transportieren kann.

[0049] Der Computerprogrammcode zur Durchführung der Vorgänge der vorliegenden Erfindung kann in einer objektorientierten Programmiersprache wie z.B. Java7, Smalltalk oder C++ oder dergleichen geschrieben sein. Der Computerprogrammcode zur Durchführung der Vorgänge der vorliegenden Erfindung kann aber auch in konventioneller prozeduraler Programmiersprache wie die Programmiersprache «C» oder einer ähnlichen Sprache geschrieben sein. Der Programmcode kann als selbstständiges Softwarepaket vollständig auf dem Rechner des Benutzers, teilweise auf dem Rechner des Benutzers und teilweise auf einem Fernrechner oder vollständig auf einem Fernrechner ausgeführt werden. Im letzteren Szenario kann der Fernrechner über ein lokales Netzwerk (LAN) oder ein Weitverkehrsnetz (WAN) mit dem Rechner des Benutzers verbunden sein, oder die Verbindung kann zu einem externen Rechner hergestellt werden (zum Beispiel über das Internet mit einem Internet-Diensteanbieter).

[0050] Die vorliegende Erfindung wird nachstehend Bezug nehmend auf Flussdiagramme und/oder Blockdiagramme der Verfahren, Vorrichtungen (Systeme) und Computerprogramm-Produkte nach Ausführungsformen der Erfindung beschrieben. Es versteht sich, dass jeder Block der Fluss- und/oder Blockdiagramme und Kombinationen von Blöcken in Fluss- und/oder Blockdiagrammen durch Computerprogramm-Anweisungen implementiert werden können. Diese Computerprogramm-Anweisungen können einem Prozessor eines Universalrechners, eines Spezialrechners oder sonstigen programmierbaren Datenverarbeitungsgeräts zur Erzeugung einer Maschine zugeführt werden, sodass die Anweisungen, die vom Prozessor des Rechners oder sonstigen programmierbaren Datenverarbeitungsgerät ausgeführt werden, Mittel zur Implementierung der im Block oder in Blöcken des Flussdiagramms und/oder Blockdiagramms angegebenen Funktionen/ Vorgänge erzeugen.

[0051] Diese Computerprogramm-Anweisungen können auch in einem computerlesbaren Speicher gespeichert sein, der einen Rechner oder ein anderes programmierbares Datenverarbeitungsgerät anweisen kann, auf bestimmte Weise zu funktionieren, sodass die im computerlesbaren Speicher gespeicherten Anweisungen ein Produkt mit Anweisungsmitteln ergeben, die die im Block oder in Blöcken des Flussdiagramms und/oder Blockdiagramm angegebenen Funktionen/Vorgänge implementieren. Die Computerprogramm-Anweisungen können auch in einen Rechner oder ein anderes programmierbares Datenverarbeitungsgerät geladen werden, um im Rechner oder anderen programmierbaren Gerät die Durchführung einer Reihe von Arbeitsschritten zu bewirken, um einen computerimplementierten Prozess zu ergeben, sodass die Anweisungen, die im Rechner oder anderen programmierbaren Gerät ausgeführt werden, Schritte zur Implementierung der im Block oder in Blöcken des Flussdiagramms und/oder Blockdiagramms angegebenen Funktionen/Vorgänge bereitstellen.

[0052] Die vorliegende Erfindung kann ein Regelungssystem oder dergleichen einschliessen, konfiguriert, um den MWI des eingehenden Brennstoffs 175, der dem Kraftwerk 100 von einem Gasversorger oder Ähnliches zugeführt wird, automatisch oder ständig zu überwachen. Alternativ dazu kann das Regelungssystem konfiguriert sein, um zum Start des Betriebs des Dampfinjektionssystems eine Betätigung des Benutzers 205 zu erfordern. Eine Ausführungsform des Regelungssystems der vorliegenden Erfindung kann als eigenständiges System betrieben werden. Alternativ dazu kann das Regelungssystem als Modul oder Ähnliches in ein umfassenderes System wie z.B. ein Turbinen- oder ein Anlagen-Steuerungssystem integriert sein.

[0053] Fig. 5 ist ein Flussdiagramm, das ein Beispiel eines Verfahrens 500 zum Modulieren des MWI eines Brennstoffs unter Verwendung eines Dampfinjektionssystems 205 nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung veranschaulicht.

[0054] In Schritt 510 kann das Verfahren 500 den MWI des Brennstoffs 175 überwachen. Wie erwähnt, kann der MWI des Brennstoffs 175 schwanken, wenn das Kraftwerk 100 den Brennstoff 175 mit variierenden Eigenschaften empfängt. Wie erläutert, wird der MWI definiert als:

$$MWI = \frac{LHV}{\sqrt{(SG \times (460 + T_g))}}$$

wobei die Variablen wie folgt definiert werden:

LHV ist der untere Heizwert des Gasbrennstoffs oder des Gasbrennstoff-Dampf-Gemischs;

SG ist die spezifische Dichte des Gasbrennstoffs oder des Gasbrennstoff-Dampf-Gemischs relativ zu Luft; und

T_g ist die Temperatur des Gasbrennstoffs oder des Gasbrennstoff-Dampf-Gemischs in Grad Fahrenheit.

[0055] Das Verfahren 500 kann vom Regelungssystem Daten über die Variablen in der Gleichung für den MWI empfangen und den MWI dann anhand der obigen Gleichung bestimmen.

[0056] In Schritt 520 kann das Verfahren 500 bestimmen, ob der in Schritt 510 bestimmte MWI-Wert ausserhalb eines Sollbetriebsbereichs liegt. Die vorliegende Erfindung kann einem Benutzer die Einstellung des Sollbereichs und einer akzeptablen Totzone für den MWI erlauben. Dies kann zum Beispiel sinnvoll sein, aber ohne darauf beschränkt zu sein, wenn das Verbrennungssystem 150 eine Austauschdüse aufweist, die bei anderen MWI-Betrieben betrieben werden kann. Hier kann die vorliegende Erfindung dem Benutzer die Änderung des MWI-Betriebsbereichs erlauben. In einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann der Originalgerätehersteller (OEM) des Verbrennungssystems 150 vorsehen, dass der MWI-Bereich feststeht und vom OEM eingestellt wird. Wenn das Verfahren 500 bestimmt, dass der MWI ausserhalb des Sollbereichs und der akzeptablen Totzone liegt, dann kann das Verfahren 500 zu Schritt 530 übergehen, andernfalls kann das Verfahren 500 zu Schritt 510 übergehen.

[0057] In Schritt 530 kann das Verfahren bestimmen, ob mindestens eine Freigabebedingung für das Dampfinjektionssystem 205 erfüllt ist. Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann dem Benutzer erlauben, mindestens eine Freigabebedingung für das Dampfinjektionssystem zu konfigurieren. Die mindestens eine Freigabebedingung für das Dampfinjektionssystem kann eine der folgenden Freigabebedingungen einschliessen:

die Gasturbine 110 wird mit einem Gasbrennstoff betrieben; die Temperatur des Gasbrennstoffs 175 liegt zwischen etwa 350 bis etwa 500 Grad Fahrenheit;

die Gasturbine 110 wird mit Temperaturregelung betrieben; die Dampftemperatur und der Dampfdruck liegen innerhalb von Bereichen, die für das Kraftwerk 100 spezifisch sind;

überhitzter Dampf hat die Dampfleitung 220 vorgewärmt;

die Überhitzungstemperatur wird auf etwa 50 Grad Fahrenheit höher als die Sättigungsdampftemperatur gehalten;

die Durchflussrate des Dampfinjektionssystems 205 ist auf 30% der maximalen Gasbrennstoff-Durchflussrate begrenzt.

[0058] Wenn die Freigabebedingung für das Dampfinjektionssystem erfüllt ist, dann kann das Verfahren 500 zu Schritt 540 übergehen; andernfalls kann das Verfahren 500 zu Schritt 510 zurückkehren.

[0059] In Schritt 540 kann das Verfahren 500 den Betrieb des Dampfinjektionssystems 205 aktivieren. Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann den Benutzer auffordern, den Betrieb des Dampfinjektionssystems 205 zu aktivieren. In einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann das Verfahren 500 selbstaktivierend sein, nachdem die Freigabebedingung für das Dampfinjektionssystem in Schritt 530 erfüllt worden ist. Wenn das Dampfinjektionssystem

205 aktiviert wird, dann kann das Verfahren 500 zu Schritt 550 übergehen; andernfalls kann das Verfahren 500 zu Schritt 510 zurückkehren.

[0060] In Schritt 550 kann das Verfahren 500 den Betrieb des Dampfinjektionssystems 205 starten. Ein Benutzer kann das Verfahren 500 vorkonfigurieren, um automatisch zu starten, nachdem Schritt 540 erfüllt wurde. Ein Benutzer kann diese Option zum Beispiel wünschen, wenn der Betrieb des Dampfinjektionssystems 205 ferngesteuert ist. Alternativ dazu kann das Verfahren 500 vorkonfiguriert sein, um eine Betätigung des Benutzers zu erfordern, um das Dampfinjektionssystem 205 zu starten. Die Benutzerbetätigung kann, aber ohne darauf beschränkt zu sein, die Wahl eines Tastenfelds «Dampfinjektionssystem starten» oder dergleichen auf einem Bildschirm sein, von dem aus das Dampfinjektionssystem 205 gesteuert werden kann.

[0061] In Schritt 560 kann das Verfahren 500 bestimmen, ob der MWI-Wert unter einem Sollbetriebsbereich und einer Solltotezone liegt. Das Verfahren 500 kann den Einfluss auf den MWI des Brennstoffs 175 bestimmen, weil der Betrieb des Dampfinjektionssystems 205 gestartet wurde. In Schritt 560 kann das Verfahren 500 den neuen MWI zum Vergleich mit dem MWI-Sollbereich bestimmen, wie zuvor in Schritt 520 beschrieben. In Schritt 560 kann das Verfahren 500 auch bestimmen, ob der MWI über einem Sollbereich und einer Solltotezone liegt. Wenn das Verfahren 500 bestimmt, dass der MWI noch über dem Sollbereich liegt, dann kann das Verfahren 500 zu Schritt 570 übergehen, andernfalls kann das Verfahren 500 zu Schritt 580 übergehen.

[0062] In Schritt 570 kann das Verfahren 500 die Durchflussrate des Dampfinjektionssystems 205 erhöhen, um den MWI zu verringern. Ein Benutzer kann den Hub des Regelventils 215 vergrößern, um die Durchflussrate des Dampfinjektionssystems 205 zu erhöhen. In einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann das Regelungssystem den Hub des Regelventils 215 automatisch erhöhen. Nachdem das Verfahren 500 in Schritt 570 die Durchflussrate des Dampfinjektionssystems 205 erhöht hat, kann das Verfahren 500 zu Schritt 510 zurückkehren.

[0063] In Schritt 580 kann das Verfahren 500 die Durchflussrate des Dampfinjektionssystems 205 senken, um den MWI zu vergrößern. Hier kann ein Benutzer den Hub des Regelventils 215 anpassen, um die Durchflussrate des Dampfinjektionssystems 205 nach Bedarf zu verringern. In einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann das Regelungssystem den Hub des Regelventils 215 automatisch anpassen, um den MWI zu verkleinern. Nachdem das Verfahren 500 in Schritt 580 die Durchflussrate des Dampfinjektionssystems 205 verringert hat, kann das Verfahren 500 zu Schritt 510 zurückkehren.

[0064] Nun wird auf Fig. 6 Bezug genommen, die ein Blockdiagramm eines beispielhaften Systems 600 zum Modulieren des MWI eines Brennstoffs nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist. Die Elemente des Verfahrens 500 können im System 600 ausgeführt sein und von diesem durchgeführt werden. Das System 600 kann ein oder mehrere Benutzer- oder Client-Kommunikationsgeräte 602 oder ähnliche Systeme oder Geräte umfassen (in Fig. 6 werden zwei gezeigt). Jedes Kommunikationsgerät 602 kann z.B., aber ohne darauf beschränkt zu sein, ein Computersystem, einen PDA, ein Mobiltelefon oder eine ähnliche Vorrichtung sein, die in der Lage ist, eine elektronische Nachricht zu senden und zu empfangen.

[0065] Das Kommunikationsgerät 602 kann einen Systemspeicher 604 oder ein lokales Dateisystem umfassen. Der Systemspeicher 604 kann zum Beispiel, ohne aber darauf beschränkt zu sein, einen Nur-Lese-Speicher (ROM) und einen Direktzugriffsspeicher (RAM) einschliessen. Der ROM kann ein Ein-/Ausgabesystem (BIOS) umfassen. Das BIOS kann elementare Routinen enthalten, die die Informationsübertragung zwischen Elementen oder Komponenten des Kommunikationsgeräts 602 unterstützen. Der Systemspeicher 604 kann ein Betriebssystem 606 enthalten, um den Gesamtbetrieb des Kommunikationsgeräts 602 zu steuern. Der Systemspeicher 604 kann auch ein Zugangsprogramm 608 oder einen Web-Browser umfassen. Der Systemspeicher 604 kann auch Datenstrukturen 610 oder computerausführbaren Code einschliessen, um den MWI eines Brennstoffs zu modulieren, die dem Verfahren 500 in Fig. 5 entsprechen oder Elemente davon umfassen.

[0066] Der Systemspeicher 604 kann zudem einen Vorlagen-Cachespeicher 612 umfassen, der in Verbindung mit dem Verfahren 500 in Fig. 5 verwendet werden kann, um den MWI eines Brennstoffs zu modulieren.

[0067] Das Kommunikationsgerät 602 kann auch einen Prozessor oder eine Verarbeitungseinheit 614 umfassen, um den Betrieb der anderen Komponenten des Kommunikationsgeräts 602 zu steuern. Das Betriebssystem 606, das Zugangsprogramm 608, die Datenstrukturen 610 können auf dem Prozessor 614 betreibbar sein. Der Prozessor 614 kann durch einen Systembus 616 mit dem Speichersystem 604 und anderen Komponenten des Kommunikationsgeräts 602 verbunden sein.

[0068] Das Kommunikationsgerät 602 kann auch mehrfache Ein-/Ausgabe (E/A)-Geräte oder eine Kombination von Ein-/Ausgabegeräten 618 umfassen. Jedes Ein-/Ausgabegerät 618 kann durch eine Ein-/Ausgabe-Schnittstelle (nicht in Fig. 6 gezeigt) mit dem Systembus 616 verbunden sein. Die Ein- und Ausgabegeräte oder die Kombination von E/A-Geräten 618 erlaubt einem Benutzer die Bedienung und den Zugang zum Kommunikationsgerät 602 und die Steuerung des Zugangsprogramms 608 und der Datenstrukturen 610, um auf die Software zum Modulieren des MWI eines Brennstoffs zuzugreifen, sie zu bedienen- und zu steuern. Die E/A-Geräte 618 können eine Tastatur und eine Computer-Zeigervorrichtung oder dergleichen umfassen, um die hierin erläuterten Vorgänge durchzuführen.

[0069] Die E/A-Geräte 618 können zum Beispiel, aber ohne darauf beschränkt zu sein, auch Festplatten, optische, mechanische, magnetische oder Infrarot-Eingabe/Ausgabe-Geräte, Modems oder Ähnliches umfassen. Die E/A-Geräte 618

können verwendet werden, um auf ein Medium 620 zuzugreifen. Das Medium 620 kann computerlesbare oder computer-ausführbare Anweisungen und andere Information zur Verwendung durch oder in Verbindung mit einem System wie z.B. den Kommunikationsgeräten 602 enthalten, speichern, übertragen oder transportieren.

[0070] Das Kommunikationsgerät 602 kann auch andere Geräte umfassen oder daran angeschlossen sein, wie z.B. ein Display oder einen Bildschirm 622. Der Bildschirm 622 kann als Benutzerschnittstelle zum Kommunikationsgerät 602 dienen.

[0071] Das Kommunikationsgerät 602 kann auch eine Festplatte 624 einschliessen. Die Festplatte 624 kann durch eine Festplattenschnittstelle (nicht in Fig. 6 gezeigt) mit dem Systembus 616 kommunizieren. Die Festplatte 624 kann auch Bestandteil des lokalen Dateisystems oder Systemspeichers 604 sein. Programme, Software und Daten für den Betrieb des Kommunikationsgeräts 602 können zwischen dem System-Speicher 604 und der Festplatte 624 übertragen und ausgetauscht werden.

[0072] Das Kommunikationsgerät 602 kann mit einem Fernserver 626 kommunizieren und über ein Netzwerk 628 auf andere Server oder andere Kommunikationsgeräte wie das Kommunikationsgerät 602 zugreifen. Der Systembus 616 kann durch eine Netzschnittstelle 630 mit dem Netzwerk 628 verbunden sein. Die Netzschnittstelle 630 kann ein Modem, eine Ethernet-Karte, ein Router, ein Gateway oder Ähnliches zum Anschluss an das Netzwerk 628 sein. Die Verbindung kann eine verdrahtete oder drahtlose Verbindung sein. Das Netzwerk 628 kann das Internet, ein privates Netzwerk, ein Intranet oder Ähnliches sein.

[0073] Der Server 626 kann auch einen Systemspeicher 632 einschliessen, der ein Dateisystem, ROM, RAM, und dergleichen umfassen kann. Der Systemspeicher 632 kann ein Betriebssystem 634 wie das Betriebssystem 606 in den Kommunikationsgeräten 602 umfassen. Der Systemspeicher 632 kann auch Datenstrukturen 636 zum Modulieren des MWI eines Brennstoffs aufweisen. Die Datenstrukturen 636 können Vorgänge wie die in Bezug auf das Verfahren 500 beschriebenen umfassen, um den MWI eines Brennstoffs zu modulieren. Der Server-Systemspeicher 632 kann auch andere Dateien 638, Anwendungen, Module und dergleichen einschliessen.

[0074] Der Server 626 kann auch einen Prozessor 642 oder eine Verarbeitungseinheit zur Steuerung des Betriebs anderer Geräte im Server 626 umfassen. Der Server 626 kann auch E/A-Geräte 644 aufweisen. Die E/A-Geräte 644 können den E/A-Geräten 618 der Kommunikationsgeräte 602 entsprechen.

[0075] Der Server 626 kann zudem andere Geräte 646 wie einen Bildschirm oder dergleichen umfassen, um zusammen mit den E/A-Geräten 644 eine Schnittstelle zum Server 626 bereitzustellen. Der Server 626 kann auch eine Festplatte 648 aufweisen. Ein Systembus 650 kann die verschiedenen Komponenten des Servers 626 verbinden. Eine Netzschnittstelle 652 kann den Server 626 über den Systembus 650 mit dem Netzwerk 628 verbinden.

[0076] Die Flussdiagramme und Blockdiagramme in den Zeichnungen veranschaulichen die Architektur, Funktionalität und Arbeitsweise möglicher Implementierungen von Systemen, Verfahren und Computerprogramm-Produkten nach verschiedenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung. In dieser Hinsicht kann jeder Schritt in den Fluss- oder Blockdiagrammen ein Modul, Segment, oder Code-Teil darstellen, die eine oder mehrere ausführbare Anweisungen zum Implementieren der spezifizierten logischen Funktion(en) umfassen. Es ist auch anzumerken, dass in einigen alternativen Implementierungen die Funktionen, die im Schritt genannt werden, in einer anderen Reihenfolge als gezeigt auftreten können. Zum Beispiel können zwei Schritte, die aufeinanderfolgend gezeigt werden, tatsächlich im Wesentlichen gleichzeitig ausgeführt werden, oder die Schritte können je nach der betroffenen Funktionalität manchmal in umgekehrter Reihenfolge ausgeführt werden. Es ist auch anzumerken, dass jeder Schritt in den dargestellten Blockdiagrammen und/oder Flussdiagrammen und Kombinationen von Schritten in den dargestellten Blockdiagrammen und/oder Flussdiagrammen durch Spezialhardwaresystem implementiert werden kann, die die spezifizierten Funktionen oder Vorgänge durchführen, oder durch Kombinationen von Spezialhardware und Computeranweisungen.

[0077] Die hierin verwendete Terminologie dient nur der Beschreibung bestimmter Ausführungsformen und soll die Erfindung nicht einschränken. Hierin schliessen die Singular-Formen «ein(e)», «der/die/das» auch die Plural-Formen ein, ausser, wenn der Kontext eindeutig etwas anderes angibt. Es versteht sich zudem, dass die Begriffe «einschliessen» und/oder «umfassen», wenn sie in dieser Patentschrift benutzt werden, das Vorhandensein der genannten Merkmale, Ganzzahlen, Schritte, Vorgänge, Elemente und/oder Komponenten angeben, aber das Vorhandensein oder den Zusatz einer oder mehrerer anderer Merkmale, Ganzzahlen, Schritte, Vorgänge, Elemente, Komponenten und/oder Gruppen daraus nicht ausschliessen.

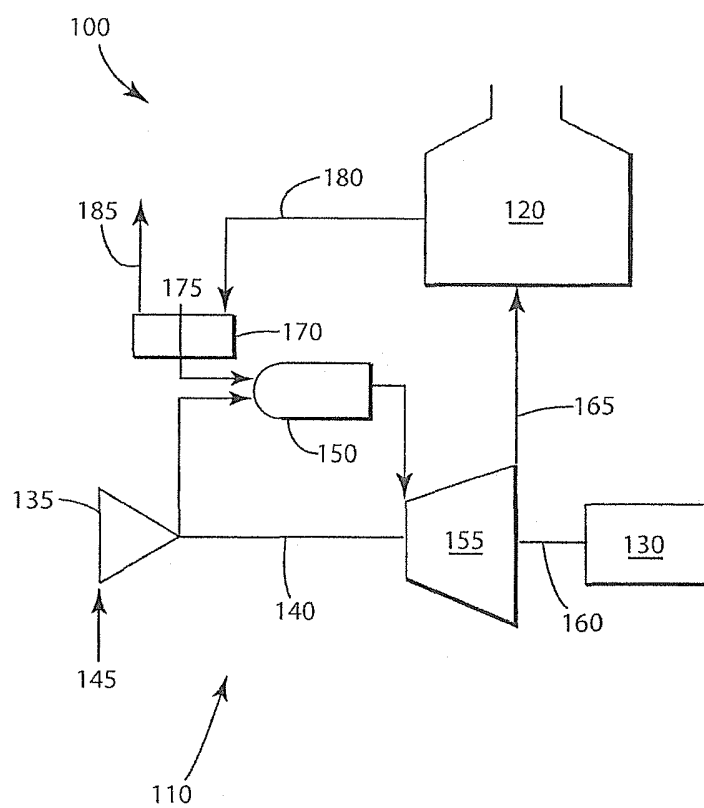
[0078] Auch wenn hierin spezifische Ausführungsformen veranschaulicht und beschrieben wurden, versteht es sich, dass jede Anordnung, die ausgelegt ist, um den gleichen Zweck zu erreichen, für die gezeigten spezifischen Ausführungsformen eingesetzt werden kann, und dass die Erfindung in anderen Umgebungen andere Anwendungen hat. Es ist beabsichtigt, dass diese Anmeldung Anpassungen oder Varianten der vorliegenden Erfindung einschliesst. Die folgenden Ansprüche sollen den Umfang der Erfindung in keiner Weise auf die hierin beschriebenen spezifischen Ausführungsformen einschränken.

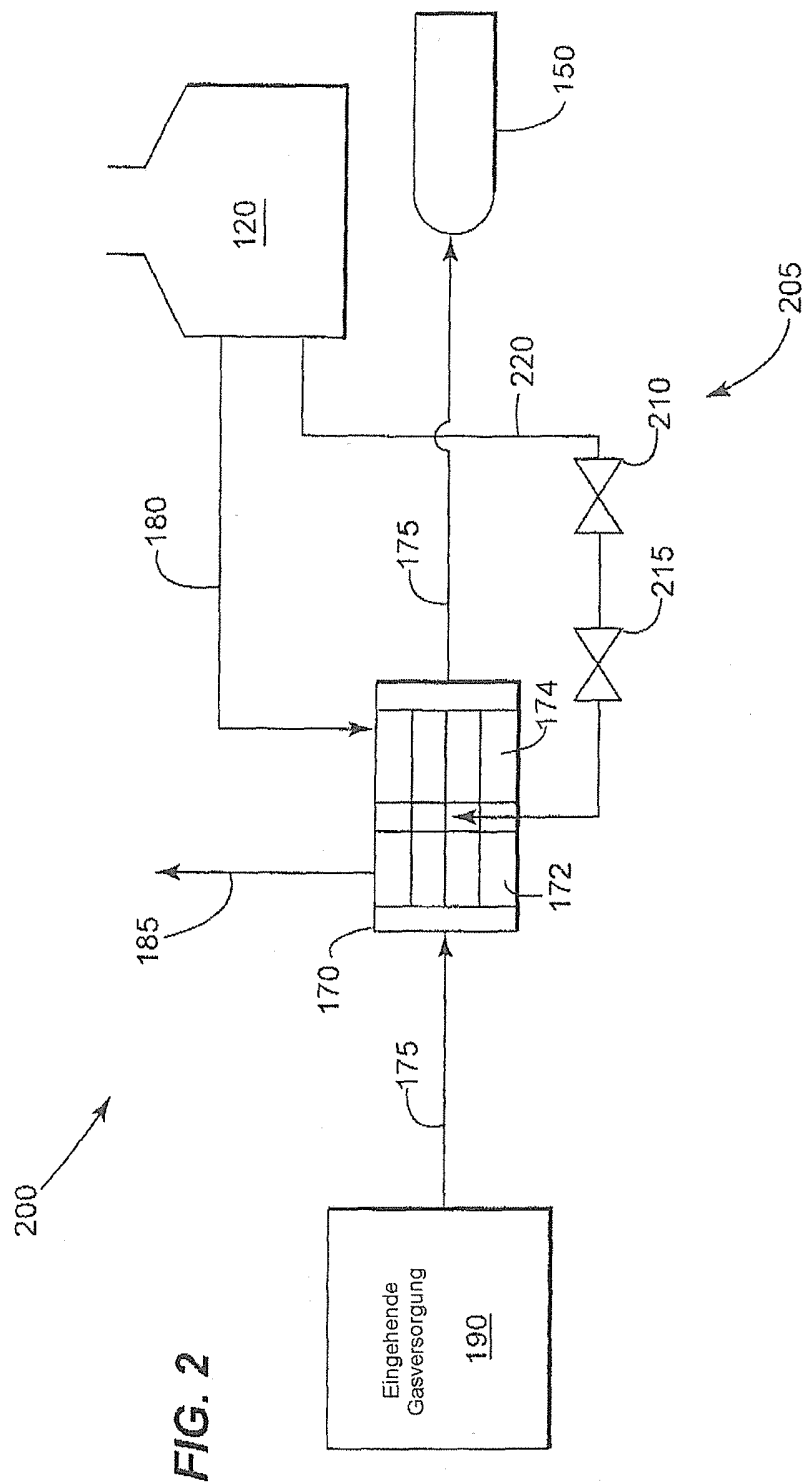
Patentansprüche

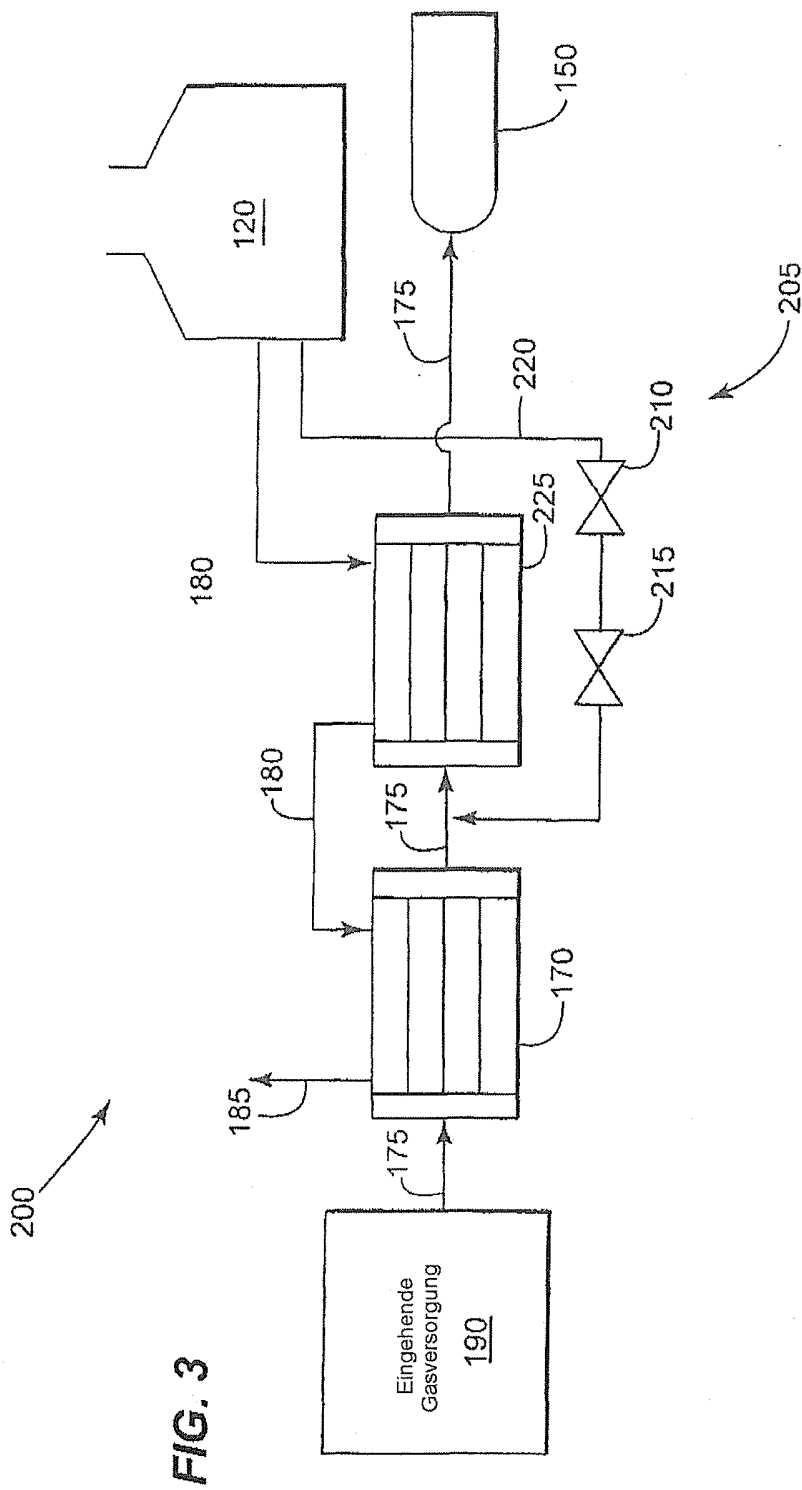
1. Verfahren zum Modulieren eines modifizierten Wobbeindexes (MWI) eines Brennstoffs (175) unter Verwendung mindestens eines Dampfinjektionssystems, wobei das Verfahren umfasst:
das Vorsehen einer Gasturbine (110) mit mindestens einem Dampfinjektionssystem (205), wobei das mindestens eine Dampfinjektionssystem (205) in mindestens eine Brennstoffversorgungsleitung (190) vor einem Verbrennungssystem (150) Dampf-injiziert, um den MWI mindestens eines Brennstoffs (175) zu modulieren;
das Bestimmen, ob der MWI des mindestens einen Brennstoffs (175) ausserhalb eines vorbestimmten Bereichs (510, 520) liegt; und
das Verwenden des mindestens einen Dampfinjektionssystems (205), um den Dampf zur Anpassung des MWI des mindestens einen Brennstoffs (175, 540, 550) automatisch mit einer ersten Durchflussrate zu injizieren.
2. Verfahren nach Anspruch 1, ausserdem umfassend:
das Bestimmen des MWI des mindestens einen Brennstoffs (175), nachdem das mindestens eine Dampfinjektionssystem (205) Dampf mit der ersten Durchflussrate injiziert hat (560); und
das Injizieren von Dampf mit einer zweiten Durchflussrate, wenn der MWI des mindestens einen Brennstoffs (175) ausserhalb des Bereichs liegt, nachdem
der Dampf mit der ersten Durchflussrate injiziert wurde (560, 570, 580); oder
das Beibehalten der Dampfinjektion mit der ersten Durchflussrate, wenn der MWI des mindestens einen Brennstoffs (175) innerhalb des Bereichs liegt, nachdem Dampf mit der ersten Durchflussrate injiziert wurde (560, 570, 580).
3. Verfahren nach Anspruch 1, ausserdem umfassend das Bestimmen, ob mindestens eine Freigabebedingung für das Dampfinjektionssystem erhalten bleibt (530).
4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei die mindestens eine Freigabebedingung für das Dampfinjektionssystem (530) mindestens eines umfasst von:
die Gasturbine (110) wird mit einem Gasbrennstoff betrieben;
eine Gasbrennstofftemperatur liegt zwischen etwa 350 und etwa 500 Grad Fahrenheit;
die Gasturbine (110) wird mit Temperaturregelung betrieben;
eine Dampftemperatur und ein Dampfdruck des Dampfinjektionssystems (205) liegen innerhalb der Sollbetriebsbereiche;
ein überhitzter Dampf hat einen Dampfströmungsweg (220) des Dampfinjektionssystems (205) vorgewärmt;
der injizierte Dampf wird auf etwa 50 Grad Fahrenheit höher als die Dampfsättigungstemperatur gehalten; und
eine Dampfinjektionssystem-Durchflussrate ist auf einen Bereich von etwa 1% bis etwa 30% der Gasbrennstoff-Durchflussrate begrenzt.
5. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das mindestens eine Dampfinjektionssystem (205) mindestens ein Regelventil (210) und mindestens ein Absperrventil (215) aufweist, und wobei der Betrieb des mindestens einen Dampfinjektionssystems (205) umfasst:
das Heben des mindestens einen Regelventils (210); und
das Heben des mindestens einen Absperrventils (215).
6. Verfahren zum Modulieren eines modifizierten Wobbeindexes (MWI) eines Brennstoffs (175) unter Verwendung mindestens eines Dampfinjektionssystems (205), wobei das Verfahren umfasst:
das Vorsehen einer Gasturbine (110) mit mindestens einem Dampfinjektionssystem (205), wobei das mindestens eine Dampfinjektionssystem (205) in mindestens eine Brennstoffversorgungsleitung (190) vor einem Verbrennungssystem (150) Dampf-injiziert, um den MWI mindestens eines Brennstoffs (175) zu modulieren;
das Bestimmen, ob der MWI des mindestens einen Brennstoffs (175) ausserhalb eines vorbestimmten Bereichs liegt (520);
das Verwenden des mindestens einen Dampfinjektionssystems (205), um den Dampf zur Anpassung des MWI des mindestens einen Brennstoffs (175, 540, 550) automatisch mit einer ersten Durchflussrate zu injizieren;
das Bestimmen des MWI des mindestens einen Brennstoffs (175), nachdem das mindestens eine Dampfinjektionssystem (205) Dampf mit der ersten Durchflussrate injiziert hat (560), und
das Injizieren von Dampf mit einer zweiten Durchflussrate, wenn der MWI des mindestens einen Brennstoffs (175) ausserhalb des Bereichs liegt, nachdem der Dampf mit der ersten Durchflussrate injiziert wurde (560, 570, 580); oder
das Beibehalten der Dampfinjektion mit der ersten Durchflussrate, wenn der MWI des mindestens einen Brennstoffs (175) innerhalb des Bereichs liegt, nachdem Dampf mit der ersten Durchflussrate injiziert wurde (560, 570, 580).
7. System zum Modulieren eines modifizierten Wobbeindexes (MWI) eines Brennstoffs (175) unter Verwendung mindestens eines Dampfinjektionssystems (205), wobei das System umfasst:
eine Gasturbine (110) mit mindestens einem Dampfinjektionssystem (205), wobei das mindestens eine Dampfinjektionssystem (205) mindestens ein Regelventil (210) und mindestens ein Absperrventil (215) aufweist; wobei
das mindestens eine Dampfinjektionssystem (205) in mindestens eine Brennstoffversorgungsleitung (190) vor einem Verbrennungssystem (150) Dampf-injiziert, um den MWI mindestens eines Brennstoffs (175) zu modulieren;
Mittel, um zu bestimmen, ob der MWI des mindestens einen Brennstoffs (175) ausserhalb eines vorbestimmten Bereichs liegt;

Mittel zur Verwendung des mindestens einen Dampfinjektionssystems (205), um Dampf automatisch mit einer ersten Durchflussrate zu injizieren; und
Mittel, um Dampf bei Bedarf mit einer zweiten Durchflussrate zu injizieren; oder
Mittel, um die Dampfinjektion mit der ersten Durchflussrate beizubehalten; wobei
das mindestens eine Dampfinjektionssystem (205) in mindestens einen Wärmeaustauscher (170) Dampf-injiziert, um den MWI mindestens eines Brennstoffs zu modulieren (175).

8. System nach Anspruch 7, ausserdem umfassend einen Wärmeaustauscher (170), wobei der Wärmeaustauscher (170) einen ersten Abschnitt (172) und einen zweiten Abschnitt (174) umfasst, und wobei Dampf zwischen dem ersten Abschnitt (172) und dem zweiten Abschnitt (174) des Wärmeaustauschers (170) und hinter einer Brennstoffversorgung (190) injiziert wird.
9. System nach Anspruch 7, ausserdem umfassend einen ersten Wärmeaustauscher (170) und einen zweiten Wärmeaustauscher (225), wobei Dampf zwischen dem ersten Wärmeaustauscher (170) und dem zweiten Wärmeaustauscher (225) injiziert wird.
10. System nach Anspruch 7, ausserdem umfassend einen ersten Wärmeaustauscher (170) und einen zweiten Wärmeaustauscher (225), wobei Dampf hinter dem ersten Wärmeaustauscher (170) und dem zweiten Wärmeaustauscher (225) und vor dem Verbrennungssystem (150) injiziert wird.

FIG. 1





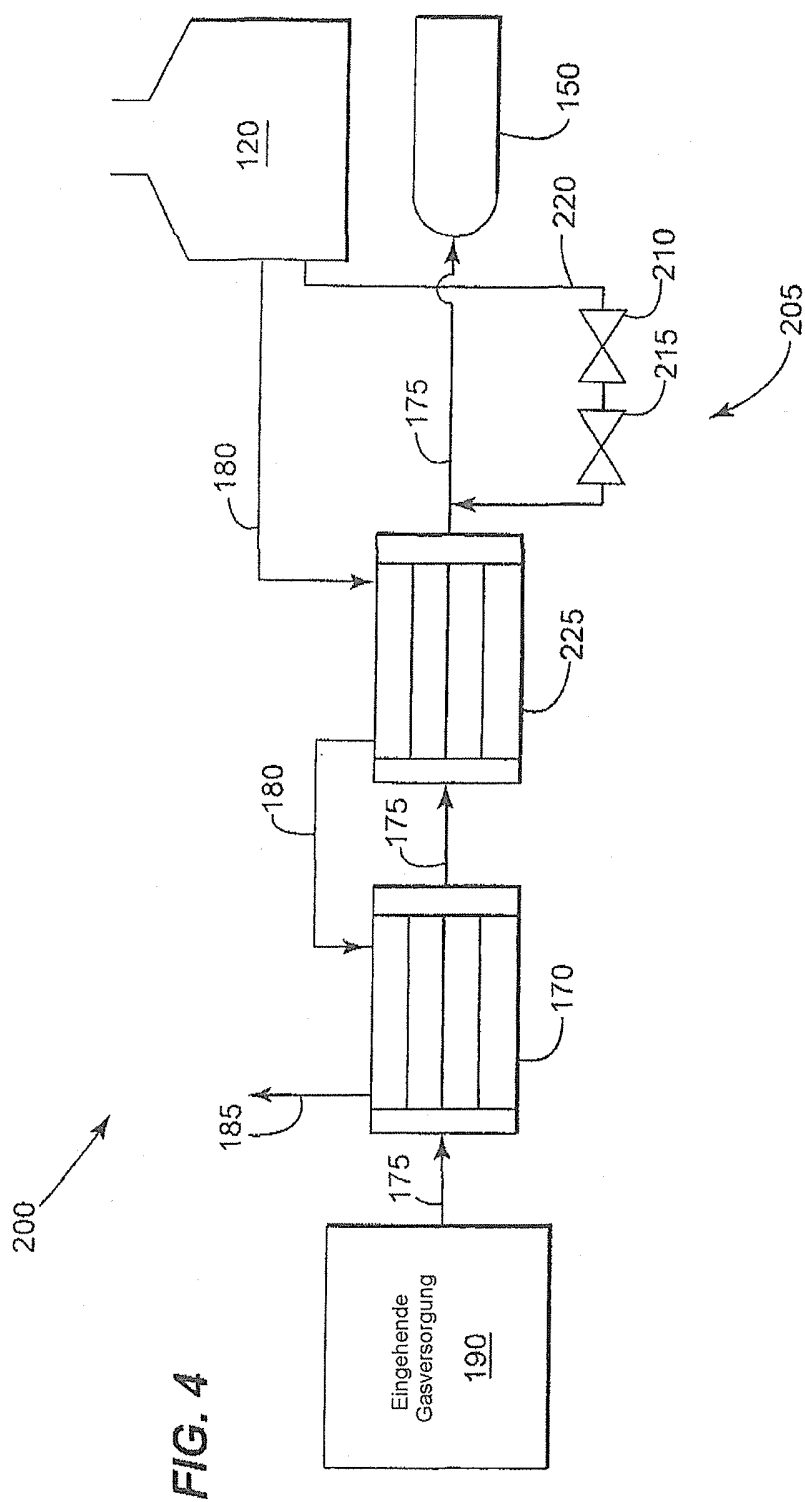


FIG. 5

