



SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 701 949 B1

(51) Int. Cl.: F02C 6/00 (2006.01)
F02C 7/12 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 01600/10

(22) Anmeldedatum: 30.09.2010

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.04.2011

(30) Priorität: 05.10.2009 US 12/573,334

(24) Patent erteilt: 14.11.2014

(45) Patentschrift veröffentlicht: 14.11.2014

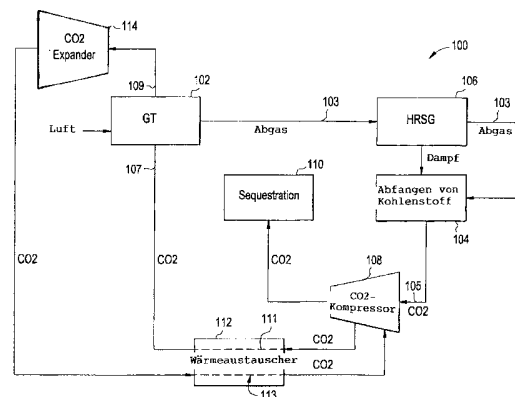
(73) Inhaber:
General Electric Company, 1 River Road
Schenectady, New York 12345 (US)

(72) Erfinder:
Seyfettin Can Gülen, Schenectady, New York 12086 (US)
Cristina Botero, Cambridge, Massachusetts 02139 (US)

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

(54) System und Verfahren zur Energieerzeugung mit Kohlendioxidkühlung.

(57) Ein System (100) zur Energieerzeugung schliesst ein Antriebssystem (102), das ein Abgas (103) abgibt, eine Einrichtung (104) zum Abfangen von Kohlenstoff, die Kohlendioxid, CO₂ (105), aus dem Abgas (103) entfernt und das CO₂ (105) abgibt, und einen Kompressor (108) ein, der das CO₂ (105) empfängt und komprimiertes CO₂ (105) abgibt, das eine Komponente des Antriebes (102) kühlt.



Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

[0001] Der hierin offenbarte Gegenstand bezieht sich auf Kohlenstoffabscheidung und spezieller auf das Absondern von Kohlenstoff in Energieerzeugungssystemen.

[0002] Energieerzeugungssysteme emittieren häufig Kohlendioxid-Abgase. Kohlenstoff-Abscheidungs-systeme entfernen das Kohlendioxidgas aus den Abgasen und speichern das Kohlendioxid.

[0003] Die Entfernung des Kohlendioxidgases aus den Abgasen verbraucht Energie, die ansonsten zur Erzeugung brauchbarer Wellenleistung genutzt werden würde. Ein Verfahren und System, das es einem System gestattet, Kohlenstoff wirksamer abzuscheiden und wirksamer zu arbeiten, ist erwünscht.

Kurze Beschreibung der Erfindung

[0004] Gemäss einem Aspekt der Erfindung umfasst ein System zur Energieerzeugung ein Antriebssystem, das ein Abgas abgibt, eine Einrichtung zum Abfangen von Kohlenstoff, die Kohlendioxid (CO₂) aus dem Abgas entfernt und das CO₂ abgibt und einen Kompressor, der das CO₂ empfängt und komprimiertes CO₂ abgibt, das eine Komponente des Antriebssystems kühlt.

[0005] Gemäss einem anderen Aspekt der Erfindung schliesst ein Verfahren zum Betreiben eines Energiesystems die Abgabe von Abgas aus einem Antriebssystem, die Entfernung von Kohlendioxid (CO₂) aus dem Abgas, das Komprimieren des CO₂ und das Kühlen einer Komponente des Antriebssystems mit dem komprimierten CO₂ ein.

[0006] Diese und andere Vorteile und Merkmale werden aus der folgenden Beschreibung in Verbindung mit der Zeichnung deutlicher.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0007] Der Gegenstand, der Erfindung wird aus der folgenden detaillierten Beschreibung in Verbindung mit der beigefügten Zeichnung deutlich, in der:

[0008] Fig. 1 ein beispielhaftes System und Verfahren zur Energieerzeugung veranschaulicht,

[0009] Fig. 2 eine andere beispielhafte Ausführungsform eines Systems und Verfahrens zur Energieerzeugung veranschaulicht,

[0010] Fig. 3 ein Blockdiagramm einer beispielhaften Ausführungsform des Antriebssystems der Fig. 1 und Fig. 2 veranschaulicht.

[0011] Die detaillierte Beschreibung erläutert Ausführungsformen der Erfindung zusammen mit Vorteilen und Merkmalen beispielhaft unter Bezugnahme auf die Zeichnung.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0012] Eine Einrichtung zum Abfangen und Abscheiden von Kohlenstoff (CCS) wird genutzt, um CO₂ aus Abgasen des Systems zu entfernen und das CO₂ in einer Abscheidungsstelle zu speichern. CCS-Verfahren verbrauchen häufig Energie, was zu einem Verlust an Systemwirksamkeit führt; z.B. benutzt die Entfernung von CO₂ auf Amingrundlage nach der Verbrennung Energie zur Lösungsmittel-Regeneration, z.B. thermische Energie von einem Wärmerückgewinnungs-Dampfgenerator oder durch Dampfturbinen-Extraktion und Energie, die zum Antrieb eines Kompressors benutzt wird, der das CO₂ zur Abscheidung komprimiert. Gasturbinenantriebe benutzen häufig vor der Verbrennung komprimierte Luft (Abzapfluft) zum Kühlen von Maschinenkomponenten. Der Gebrauch der Zapfluft verringert die Leistungsfähigkeit, d.h., Abgabe und thermische Effizienz, des Gasturbinenantriebs.

[0013] Fig. 1 veranschaulicht ein beispielhaftes System und Verfahren zum Erhöhen der Effizienz eines Energieerzeugungssystems, das CCS benutzt. In dieser Hinsicht schliesst das System 100 einen Gasturbinen(GT)-Antrieb 102 ein, der nach der Verbrennung Abgas 103 an eine Einrichtung 104 zum Abscheiden von Kohlenstoff über einen Wärmerückgewinnungs-Dampfgenerator (HRSG) 106 abgibt. Die veranschaulichte beispielhafte Ausführungsform schliesst den HRSG 106 ein, der das Abgas 103 kühlt und Dampf abgibt, doch mögen andere Ausführungsformen den HRSG 106 nicht einschliessen. Die Einrichtung 104 zum Abscheiden von Kohlenstoff in der veranschaulichten beispielhaften Ausführungsform kann z.B. ein System auf Amingrundlage sein, das z.B. Dampf von dem HRSG 106 empfangen kann, doch können irgendwelche anderen geeigneten Einrichtungen, Verfahren oder System, zum Abfangen von Kohlenstoff benutzt werden, um CO₂ aus dem Abgas 103 zu extrahieren. Die Einrichtung 104 zum Abfangen von Kohlenstoff entfernt CO₂ aus dem Abgas 103. Das CO₂ bei 105 wird durch einen Kompressor 108 komprimiert und zu einem Abscheidungs- bzw. Sequestrationsort 110 geführt. Der Abscheidungs- bzw. Sequestrationsort 110 kann z.B. eine unterirdische Speicherstelle einschliessen, die z.B. mehrere hundert Meter oder mehrere hundert Kilometer weg von der Energieerzeugungsanlage liegen kann. Ein Teil des komprimierten CO₂ wird von einer Öffnung im CO₂-Kompressor bei einem Druck extrahiert, der zur Lieferung zur und zum Zurückkehren von der Gasturbine über ein angemessen entworfenes Rohrsystem geeignet ist. Das extrahierte CO₂ wird durch einen Wärmeaustauscher 112 (über einen ersten Strömungsmittelpfad 111) geführt, wo es (durch CO₂, welches in einen zweiten

Strömungsmittelpfad 113 des Wärmeaustauschers 112 eintritt) auf eine Temperatur erhitzt wird, die zum Kühlen der Gasturbine 102 geeignet ist (z.B. 316 °C (600 °F)). Das CO₂ von dem ersten Strömungsmittelpfad 111 tritt in einem Kühlgaseinlass 107 der Gasturbine 102 ein, kühlt Komponenten des Gasturbinenantriebs 102 und tritt durch einen Kühlgasauslass 109 der Gasturbine 102 bei einer höheren Temperatur (z.B. 593 °C (1100 °F)) aus. Das CO₂ wird in einem Expander 114 expandiert, der die Temperatur des CO₂ verringert (z.B. 343 °C (650 °F)). CO₂ von dem Expander 114 wird zu dem Wärmeaustauscher 112 geführt, wo das CO₂ in den zweiten Strömungsmittelpfad 113 eintritt und das CO₂ in dem ersten Strömungsmittelpfad 111 erhitzt. Das CO₂ tritt aus dem zweiten Strömungsmittelpfad 113 des Wärmeaustauschers 112 aus und wird zum Einlass 108 des Kompressors geführt. Die veranschaulichte beispielhafte Ausführungsform nutzt einen Gasturbinenantrieb 102, doch können andere ähnliche Systeme eine andere Art von Antrieb benutzen, der ein Abgas abgibt und durch CO₂ gekühlt wird.

[0014] Fig. 2 veranschaulicht eine andere Ausführungsform eines Systems 200. Das System 200 arbeitet in einer ähnlichen Weise wie das oben beschriebene System 100. Im System 200 ist der CO₂-Expander 114 durch einen Dampfgenerator 115 ersetzt, der z.B. ein Kessel-Wiedererhitzer sein kann, in dem die aus dem heissen CO₂, das von der Gasturbine 102 zurückkehrt, extrahierte Hitze zum Erzeugen von Dampf bei einem geeigneten Druck benutzt wird. Der in dem Dampfgenerator 115 erzeugte Dampf kann z.B. zu einer (nicht gezeigten) Dampfturbine in kombiniertem Zyklus geführt oder in einer separaten Dampfturbine zur zusätzlichen Energieerzeugung benutzt werden.

[0015] Fig. 3 veranschaulicht ein Blockdiagramm einer beispielhaften Ausführungsform der Gasturbine(GT) 102. Die Gasturbine 102 schliesst einen Verdichterabschnitt 202, einen Brennerabschnitt 204, der Brennstoff verbrennt, und einen Leistungsturbinenabschnitt 206 ein. Das CO₂ tritt in den Kühlgaseinlass 107 ein, kühlt Antriebskomponenten, wie z.B. Komponenten des heissen Gaspfades (HGP), wie die Leitapparate 208 der ersten Turbinenstufe oder das Brennerübergangsstück 210, und verlässt die Gasturbine über den Kühlgasauslass 109.

[0016] Der Gebrauch des CO₂ in einer geschlossenen Schleife zum Kühlen der HGP-Komponenten der Gasturbine 102 erhöht die Leistungsabgabe und Effizienz der Gasturbine 102. CO₂ hat bessere Wärmeübertragungs-Eigenschaften als komprimierte Luft, d.h., höhere spezifische Wärme, um das Kühlen der HGP-Komponenten der Gasturbine 102 mit einem geringeren Ausmass der Kühlmittelströmung zu erzielen. Der Einsatz von CO₂ als einem Turbinen-Kühlmittel zum Ersatz der Zapfluft von dem Verdichter gestattet den Gebrauch von mehr komprimierter Luft zur Verbrennung und Turbinenexpansion für die Erzeugung brauchbarer Wellenleistung. Zapfluft vom Kompressor tritt typischerweise in den Gasströmungspfad ein und vermischt sich mit den heissen Verbrennungsgasen stromaufwärts des Einlasses des Rotors der ersten Stufe, wo sie durch Expansion mit Nutzleistungserzeugung beginnt. Der Einsatz von CO₂, wie oben beschrieben, vermeidet das unerwünschte Verringern der Turbinen-Einlasstemperaturen durch Vermischen mit Zapfluft und verringert Temperaturunterschiede zwischen dem Turbineneinlass und dem Rotoreinlass (Heiztemperatur) der Gasturbine 102. Der erhöhte Wirkungsgrad und Leistungsabgabe der Gasturbine 102, wenn sie durch CO₂ gekühlt wird, gleicht einen Teil der Unwirksamkeiten aus, die durch den CCS-Prozess in das System 100 eingeführt werden. Die erhöhte Leistungsabgabe der Gasturbine gleicht einen Teil des gesamten CCS-Leistungsverlustes, der die verlorene Dampfturbinen-Leistungsabgabe aufgrund der thermischen Energie einschliesst, die zum Abfangen des CO₂ aus den Abgasen genutzt wird, und des parasitären Energieverbrauches aus, der zum Komprimieren des abgefangenen CO₂ zur Abscheidung benutzt wird.

[0017] Ein System 100 zur Energieerzeugung schliesst ein Antriebssystem 102, das ein Abgas 103 abgibt, eine Einrichtung 104 zum Abscheiden von Kohlenstoff, die Kohlendioxid (CO₂) 105 aus dem Abgas 103 entfernt und das CO₂ 105 abgibt, und einen Kompressor 108 ein, der das CO₂ 105 empfängt und komprimiertes CO₂ 105 abgibt, das eine Komponente des Antriebssystems 102 kühlt.

Bezugszeichenliste

[0018]

- 100 System
- 102 Gasturbine
- 103 Abgas nach der Verbrennung
- 104 Einrichtung zum Abfangen von Kohlenstoff
- 106 Wärmerückgewinnungs-Dampfgenerator (HRSG)
- 105 CO₂
- 107 Kühlgaseinlass
- 108 Kompressor
- 109 Kühlgasauslass
- 110 Abscheidungs- bzw. Sequestrationsort

- 111 erster Strömungsmittelpfad
- 112 Wärmeaustauscher
- 113 zweiter Strömungsmittelpfad
- 114 Expander bzw. Ausdehnungsvorrichtung
- 115 Dampfgenerator
- 200 System
- 202 Verdichterabschnitt
- 204 Brennerabschnitt
- 206 Leistungsturbinen-Abschnitt
- 208 Leitapparat
- 210 Übergangsstück

Patentansprüche

1. System (100) zur Energieerzeugung, umfassend:
ein Antriebssystem (102), das ein Abgas (103) abgibt,
eine Einrichtung (104) zum Abfangen von Kohlenstoff, die zum Entfernen von Kohlendioxid, CO₂ (105), aus dem Abgas (103) und zur Abgabe des CO₂ (105) dient und
einen Kompressor (108) zum Empfangen des CO₂ (105) und zum Abgeben von komprimiertem CO₂ (105), das eine Komponente des Antriebssystems (102) kühlt.
2. System nach Anspruch 1, welches weiterhin einen Wärmeaustauscher (112) umfasst, der einen ersten Strömungsmittelpfad (111) und einen zweiten Strömungsmittelpfad (113) aufweist, wobei der Wärmeaustauscher (112) dazu ausgebildet ist, komprimiertes, vom Kompressor (108) abgegebenes CO₂ (105) in dem ersten Strömungsmittelpfad (111) zu empfangen und im dem ersten Strömungsmittelpfad (111) auf eine Temperatur zu erhitzen, welche zum Kühlen des Antriebssystems geeignet ist, und das derart erhitze CO₂ aus dem ersten Strömungsmittelpfad (111) an einen Kühlgaseinlass (107) des Antriebssystems abzugeben.
3. System nach Anspruch 2, welches weiterhin einen Expander (114) umfasst, der dazu ausgebildet ist, CO₂ (105) von einem Kühlgasauslass (109) des Antriebes (102) zu empfangen, ein Expandieren des CO₂ im Expander (114) zu gewährleisten und expandiertes CO₂ (105) bei einer Temperatur, welche tiefer ist als die Temperatur des von dem Kühlgasauslass (109) empfangenen CO₂ (105), an den zweiten Strömungsmittelpfad (113) des Wärmeaustauschers (112) abzugeben.
4. System nach Anspruch 2, welches weiterhin einen Dampfgenerator (115) umfasst, welcher dazu ausgebildet ist, CO₂ von einem Kühlgasauslass (109) des Antriebes (102) zu empfangen und expandiertes CO₂ (105) bei einer Temperatur, welche tiefer ist als die Temperatur des von dem Kühlgasauslass (109) empfangenen CO₂ (105), an den zweiten Strömungsmittelpfad (113) des Wärmeaustauschers (112) abzugeben.
5. System nach Anspruch 1, worin die Einrichtung (104) zum Abfangen von Kohlenstoff ein System auf Amingrundlage ist.
6. System nach Anspruch 2, wobei der Wärmeaustauscher (112) weiterhin zur Abgabe von CO₂ (105) von dem zweiten Strömungsmittelpfad (113) an den Kompressor (108) ausgebildet ist.
7. System nach Anspruch 1, welches weiterhin einen Wärmerückgewinnungs-Dampfgenerator (106) zum Empfangen des Abgases (103) von dem Antriebssystem (102), zum Kühlen des Abgases (103) und zur Abgabe des gekühlten Abgases (103) an die Einrichtung (104) zum Abfangen von Kohlenstoff umfasst.
8. System nach Anspruch 1, welches weiterhin eine Kohlenstoff-Abscheidungsstelle (110) zum Empfangen und Speichern eines Teiles des von dem Kompressor (108) abgegebenen komprimierten CO₂ (105) umfasst.
9. System nach Anspruch 1, worin die Komponente des Antriebssystems (102) eine Komponente des heissen Gaspfades einer Turbine stromabwärts von einem Abschnitt eines Brenners (204) ist.
10. Verfahren zum Betreiben eines Energiesystems, welches die Abgabe von Abgas (103) aus einem Antriebssystem (102), die Entfernung von Kohlendioxid, CO₂ (105), aus dem Abgas, Komprimieren des CO₂ (105) und Kühlen einer Komponente des Antriebssystems mit dem komprimierten CO₂ einschliesst.

1
6
L

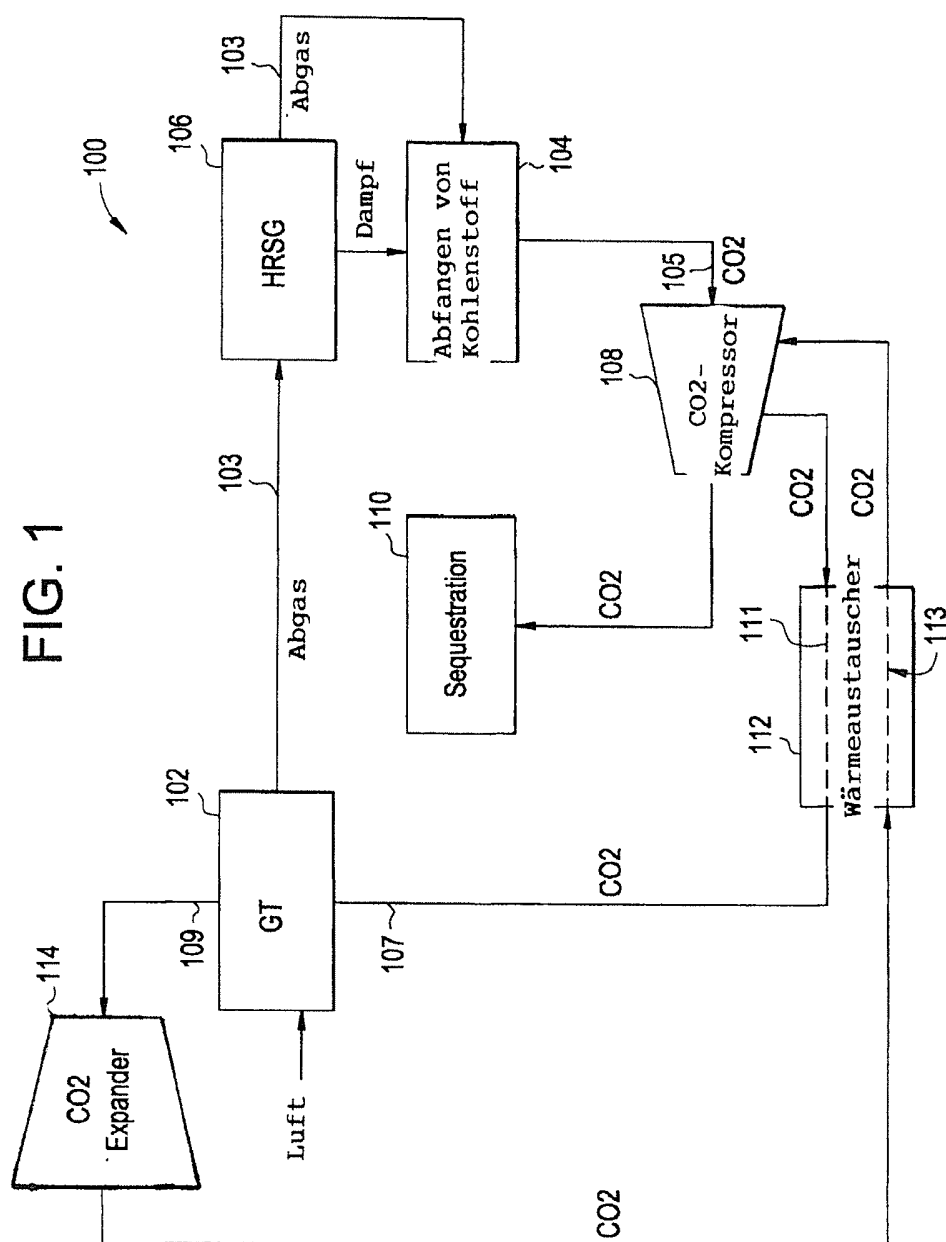


FIG. 2

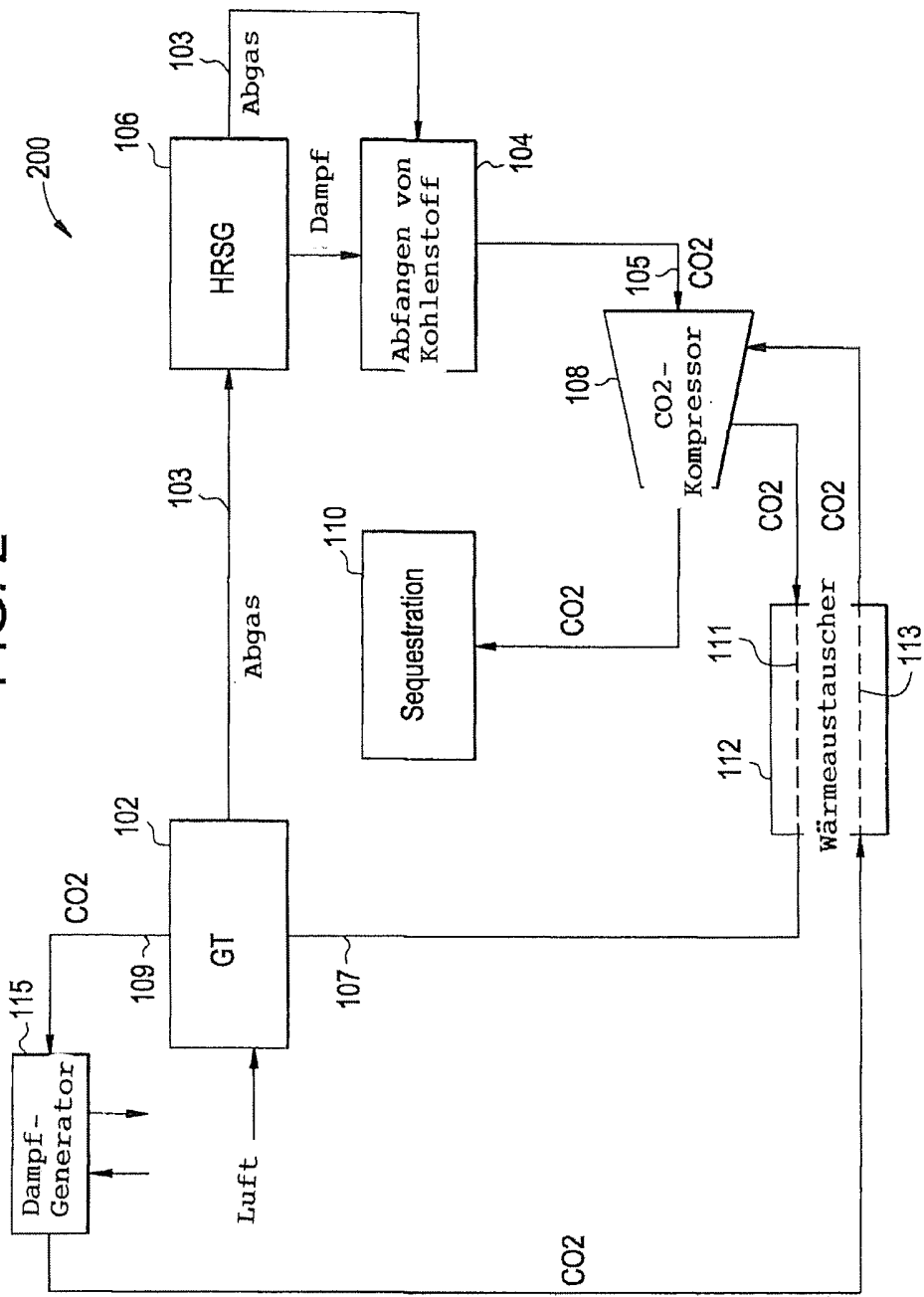


FIG. 3

