



(10) **DE 10 2012 016 086 A1** 2014.02.20

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 016 086.0**

(22) Anmeldetag: **14.08.2012**

(43) Offenlegungstag: **20.02.2014**

(51) Int Cl.: **C10J 3/56 (2006.01)**

(71) Anmelder:

ThyssenKrupp Uhde GmbH, 44141, Dortmund, DE

(72) Erfinder:

Abraham, Ralf, 59192, Bergkamen, DE; Pavone, Domenico, Dr., 44797, Bochum, DE; Schulze-Eckel, Reinald, 48167, Münster, DE; Toporov, Dobrin, Dr., 44141, Dortmund, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

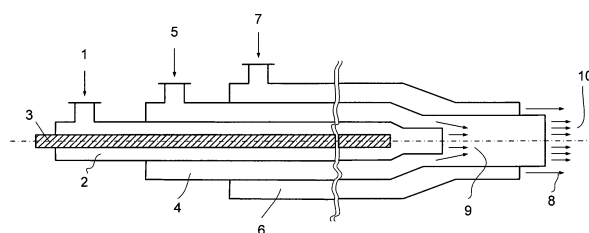
DE	34 39 404	C2
DE	44 07 651	C1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren zur Eindüsung von Sauerstoff in eine druckaufgeladene Wirbelschichtvergasung**

(57) Zusammenfassung: Sauerstofflanze, aufweisend wenigstens drei koaxial zueinander angeordnete und wenigstens jeweils einen Ringspalt begrenzende Rohre, wobei das äußerste Rohr für die Durchleitung von überhitztem Dampf ausgeführt ist und eine Dampfzuführungsstelle aufweist, das mittlere Rohr als Ringspalt ausgeführt ist, das innerste Rohr für die Durchleitung von mit einer Temperatur von höchstens 180°C heißem Sauerstoff ausgeführt ist und eine Sauerstoffzuführungsstelle aufweist, innerhalb des innersten Rohres eine Temperatursonde angeordnet ist, die bis kurz vor die Mündung des innersten Rohres reicht, sich das innerste Rohr vor seiner Mündung düsenartig verjüngt, das innerste Rohr in das mittlere Rohr mündet, und die Mündung des mittleren Rohres gegenüber der Mündung des äußersten Rohres weiter herausragt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Eindüsung von Sauerstoff in eine druckaufgeladene Wirbelschichtvergasung, die typischerweise nach dem Hochdruck-Winkler-Verfahren (HTW-Verfahren) in einem Vergasungsreaktor zum Einsatz kommt.

[0002] Das HTW-Verfahren ist seit langem bekannt und gilt als erprobte Technologie, mit der sowohl stückige als auch flüssige oder pastöse kohlenstoffhaltige Brennstoffe in Synthesegas umgewandelt werden. Als Brennstoffe kommen auch schwierige Brennstoffe mit sehr hohem Ascheanteil, sowie biomassestämmige Brennstoffe und kohlenstoffhaltige Abfallstoffe zur Anwendung. Diese werden in eine Wirbelschicht, die als blasenbildende Wirbelschicht betrieben wird, eingeführt und mit Sauerstoff, Wasserdampf und CO_2 vergast. Das HTW-Verfahren arbeitet gegenüber anderen Vergasungsverfahren bei moderaten Temperaturen, bei denen die entstehende Asche nicht schmilzt. Dies hat insbesondere bei korrosiven Aschen betriebliche Vorteile.

[0003] Die Zugabe von Sauerstoff muss sehr gut dosiert werden, da eine zu hohe Eindosierung zu einem erhöhten Ausbrand und damit zu einer Erhöhung des CO_2 -Anteils im Synthesegas führen würde, was vermieden werden muss. Auch würde eine zu hohe Eindosierung in der unmittelbaren Umgebung der Sauerstoffeintrittsstellen zu einem Aufschmelzen der Aschepartikel führen, mit der Folge, dass Verbackungen mit dem Wirbelbettmaterial entstehen können, die ihrerseits zu Verklebungen an den Sauerstoffanlagen führen würden. Hierfür ist wegen der teilweise diskontinuierlichen Zuführung der Brennstoffe unter Druck eine präzise, schnelle und feine Regelung der Sauerstoffzufuhr erforderlich. Dies führt zu besonders hohen Anforderungen an die Sauerstoffanlagen, die typischerweise zum Eintrag des benötigten Sauerstoffs in den Wirbelschichtreaktor eingesetzt werden.

[0004] Entsprechende Sauerstoffanlagen werden beispielhaft in der DE 34 39 404 C2 und der DE 44 07 651 C1 beschrieben, die dem bisherigen Stand der Technik entsprechen. Das Problem der möglichen Anbackungen wird darin so gelöst, dass an der Stelle des Austritts des Sauerstoffs eine Dampfzugabe derart angeordnet wird, dass sich ein Dampfschleier bildet, der den austretenden Sauerstoffstrahl umhüllt. Die sich hierbei bildenden Verwirbelungen im austretenden Gasstrahl haben einen sehr hohen Dampfanteil, der eine Überhitzung der mitgerissenen Wirbelbettartikel verhindert und somit die Anbackungsneigung erheblich reduziert.

[0005] Diese Technologie ist jedoch bei Drücken oberhalb von 8 bis 10 bar problematisch. Vor der Zugabe in die Sauerstoffanlage wird der Sauerstoff üblicherweise vorgewärmt. Aus Sicherheitsgründen möchte man aber keine Erwärmung auf über 180°C vornehmen, da hierbei industrieübliche Ausrüstungsteile, insbesondere Dichtungen angegriffen werden. Oberhalb von 200°C bestehen für den Materialeinsatz auch rechtliche Zulassungsbeschränkungen. Führt man im Inneren der Sauerstoffanlage den vorgewärmten Sauerstoff bei 180°C und gibt in einem Hüllrohr überhitzten Wasserdampf auf, bilden sich oberhalb von 8 bis 10 bar Druck auf der Dampfseite des Sauerstoff führenden Rohres Kondensate. Diese Kondensate ändern die Strömungsverhältnisse am Gasaustritt so gravierend, dass sich kein umhüllender Wasserdampfschleier um die Sauerstoffanlage mehr bildet. Dies führt zum Versagen der Sauerstoffanlagen.

[0006] Die Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Eindüsung von Sauerstoff in eine druckaufgeladene Wirbelschichtvergasung zur Verfügung zu stellen, die auch für Betriebsdrücke oberhalb von 10 bar geeignet und bei hoher Sicherheit und Verfügbarkeit wirtschaftlich ist.

[0007] Die Aufgabe wird gelöst durch eine Sauerstoffanlage, aufweisend wenigstens drei koaxial ineinander angeordnete und wenigstens jeweils einen Ringspalt begrenzende Rohre, wobei

- das äußerste Rohr für die Durchleitung von überhitztem Dampf ausgeführt ist und eine Dampfzuführungsstelle aufweist,
- das mittlere Rohr als Ringspalt ausgeführt ist,
- das innerste Rohr für die Durchleitung von mit einer Temperatur von höchstens 180°C heißem Sauerstoff ausgeführt ist und eine Sauerstoffzuführungsstelle aufweist,
- innerhalb des innersten Rohres eine Temperatursonde angeordnet ist, die bis kurz vor die Mündung des innersten Rohres reicht,
- sich das innerste Rohr vor seiner Mündung düsenartig verjüngt,
- das innerste Rohr in das mittlere Rohr mündet, und
- die Mündung des mittleren Rohres gegenüber der Mündung des äußersten Rohres weiter herausragt.

[0008] Das mittlere Rohr kann in einer Ausgestaltung als beiderseits geschlossenes Blindrohr ausgeführt werden. In einer anderen Ausgestaltung ist das mittlere Rohr auf der Mündungsseite der Sauerstoffanlage offen.

In einer weiteren Ausgestaltung ist das mittlere Rohr für die Durchleitung von trockenem Gas ausgeführt und weist eine Gaseinleitungsstelle auf. Hierbei kann in einer weiteren Ausgestaltung vorgesehen werden, dass sich das mittlere Rohr vor der Mündung des innersten Rohres in das mittlere Rohr düsenartig verjüngt.

[0009] Die Aufgabe wird auch durch ein Verfahren zur Einleitung von Sauerstoff in einen nach dem HTW-Verfahren betriebenen Wirbelschichtvergasungsreaktor mittels einer Sauerstoffflanze wie oben beschrieben gelöst, wobei

- in das äußerste Rohr feuchtes Gas mit einem Druck oberhalb des Druckes im Wirbelschichtvergasungsreaktor zugeführt wird,
- in das innerste Rohr Sauerstoff mit einer Temperatur von höchstens 180°C und mit einem Druck oberhalb des Druckes im Wirbelschichtvergasungsreaktor durchgeleitet wird,
- feuchtes Gas aus der Mündung des äußersten Rohres als Mantelströmung um die Mündung des mittleren Rohres und den austretenden Freistrah austritt, wobei die Strömungsgeschwindigkeit des austretenden feuchten Gases größer als die des austretenden Gases aus dem innersten Rohr eingestellt wird.

[0010] In Ausgestaltungen des Verfahrens kann vorgesehen werden, dass in das mittlere Rohr trockenes Gas mit einem Druck oberhalb des Druckes im Wirbelschichtvergasungsreaktor eingeleitet wird und dass Sauerstoff und trockenes Gas vor der Mündung des mittleren Rohres vermischt werden.

[0011] In weiteren Ausgestaltungen des Verfahrens wird vorgesehen, dass das feuchte Gas überhitzter Wasserdampf oder eine Mischung aus Kohlendioxid und überhitztem Wasserdampf ist.

[0012] In weiteren Ausgestaltungen des Verfahrens wird vorgesehen, dass das trockene Gas Kohlendioxid, Stickstoff, oder eine Mischung aus Kohlendioxid und Luft oder eine Mischung aus Kohlendioxid und Stickstoff ist. Zudem ist, sofern im Vergasungsprozess gewünscht, der Betrieb ohne trockenes Gas möglich, wobei die positiven Auswirkungen auf die Temperatur des feuchten Gases erhalten bleiben. Die Mindest-Zuführungstemperatur des trockenen Gases in das mittlere Rohr ergibt sich aus dem Taupunkt des eingesetzten feuchten Gases im äußersten Rohr, bei reinem Wasserdampf entspricht dies der Sattdampftemperatur.

[0013] Es stellte sich heraus, dass diese technische Lösung wirtschaftlich besonders günstig ist, da die Versorgungsleitungen für Kohlendioxid aufgrund der Notwendigkeit, bei Schnellabschaltungen eine Inertisierung der Sauerstoffflanzen sicherzustellen, genutzt werden können, und die Einfügung eines weiteren Rohres in die Sauerstoffflanzen nur wenig Aufwand bereitet. Durch die Wahl eines trockenen Gases mit hoher spezifischer Wärmekapazität und die zusätzliche Abschirmung des heißen, feuchten Gases gegenüber dem kühleren Sauerstoff kommt es nicht zu einer nennenswerten Temperaturabsenkung im dampfführenden äußersten Rohr und damit nicht zur Kondensation von Wasserdampf im äußersten Rohr.

[0014] Die Erfindung wird im Folgenden anhand von 2 Skizzen näher erläutert. **Fig. 1** zeigt dabei schematisch einen Schnitt durch eine Sauerstoffflanze, deren Mündung in das Wirbelbett eines nicht gezeigten HTW Vergasungsreaktors mündet, **Fig. 2** zeigt die Verschaltung der Versorgungsleitungen für Sauerstoff, Kohlendioxid und Dampf.

[0015] Sauerstoff **1** wird in das innerste Rohr **2** geleitet, in dem die Temperaturmesseinrichtung **3** angeordnet ist. Die Temperatur beträgt 180 Grad Celsius, der Druck am Eintritt ca. 28 bar. Der exakte Druck wird durch die Mengenregelung bestimmt, die dem Reaktor genau die für die Vergasung momentan gerade benötigte Menge an Sauerstoff zuführt. In das mittlere Rohr **4** wird Kohlendioxid **5** mit 230 Grad Celsius zugegeben. In das äußerste Rohr **6** wird überhitzter Wasserdampf **7** mit einem Druck von ca. 29 bar und einer Temperatur von 410 Grad Celsius eingeleitet. Dieser Wasserdampf erhitzt das Kohlendioxid auf eine Temperatur von ca. 270 Grad Celsius, wobei sich der Sauerstoff ebenfalls leicht erwärmt. Da der Taupunkt des Wasserdampfes hierbei nicht unterschritten wird, kondensiert kein Wasserdampf aus und es bilden sich keine Tröpfchen an der Mündung **8** des äußersten Rohres, so dass sich ein homogener Dampfschleier um die Spitze der Sauerstoffflanze ausbilden kann.

[0016] Der Sauerstoff des innersten Rohres und das Kohlendioxid des mittleren Rohres werden an der Mischungsstelle **9** zu einem gemeinsamen Gasstrom zusammengeführt, wobei die Zuführungsstelle bereits im Inneren der Wirbelschicht im HTW-Vergasungsreaktor liegt. Die Mischung wird als Freistrah **10** in die Wirbelschicht geleitet, wobei der Dampfschleier eine Wirbelbildung des Sauerstoffs um die Düsen Spitze herum verhindert und somit einer möglichen lokalen Überhitzung mit der Folge von Ascheerweichung und Anbackungen an der Düsen Spitze verhindert. Auf diese Weise kann der Wirbelschichtreaktor bei einem Druck von 28 bar betrieben werden.

[0017] Fig. 2 zeigt ein Verschaltungsschema mit den Versorgungsleitungen für Sauerstoff **11**, Kohlendioxid **12** und überhitzten Dampf **13** sowie den wichtigsten Absperr- und Regelventilen. Kohlendioxid kann im Notfall über das Spülventil **14** in die Sauerstoffleitung und über das Regelventil **15** in die Dampfleitung eingeleitet werden. Im Regelfall sind die beiden Ventile geschlossen. In Abhängigkeit der benötigten Sauerstoffmenge dient das Regelventil **16** der Sauerstoffversorgung, das Regelventil **17** der Kohlendioxidmengenregelung und das Regelventil **18** der Dampfeinleitung. Sauerstoff **11** kann über den Sauerstoffverteiler **19** auch zu anderen Düsenebenen verteilt werden.

[0018] Die folgenden Rechen- und Auslegungsbeispiele verdeutlichen die Erfindung:

- In Beispiel 1 wird das äußerste Rohr mit Wasserdampf und das mittlere Rohr mit Stickstoff beaufschlagt.
- In Beispiel 2 wird das äußerste Rohr mit Wasserdampf, das mittlere Rohr mit Kohlendioxid beaufschlagt.
- In Beispiel 3 wird das äußerste Rohr mit einem Gemisch, welches zu gleichen Massenanteilen aus Kohlendioxid und Wasserdampf besteht, das mittlere Rohr mit Kohlendioxid beaufschlagt.
- In Beispiel 4 wird das äußerste Rohr mit Wasserdampf beaufschlagt und das mittlere Rohr undurchströmt gelassen.

[0019] In allen Beispielen wird das innerste Rohr mit Sauerstoff beaufschlagt, wobei der Innendurchmesser ca. 25 mm beträgt und ein 11 mm starkes Thermoelement innen angeordnet ist. Alle Maßangaben sind ungefähre Angaben aus Auslegungsrechnungen.

	Beispiel 1	Beispiel 2	Beispiel 3	Beispiel 4
Spalt des äußersten Rohrs [mm]	9	15	15	15
Spalt des mittleren Rohrs [mm]	10	4	4	4
Massendurchfluss durch äußerstes Rohr [kg/s]	0,039	0,039	0,039	0,039
Massendurchfluss durch mittleres Rohr [kg/s]	0,0039	0,0039	0,0039	-
Massendurchfluss durch innerstes Rohr [kg/s]	0,225	0,225	0,225	0,225
Eintrittstemperatur in äußerstes Rohr [°C]	410	410	410	410
Eintrittstemperatur in mittleres Rohr [°C]	230	230	230	-
Eintrittstemperatur in innerstes Rohr [°C]	180	180	180	180
Austrittstemperatur aus äußerstem Rohr [°C]	400	390	390	390
Austrittstemperatur aus mittlerem Rohr [°C]	270	270	270	-
Austrittstemperatur aus innerstem Rohr [°C]	182	182	182	182

[0020] In allen Fällen wird die Sattdampf Temperatur des feuchten Gases des äußeren Rohres im mittleren Rohr an keiner Stelle unterschritten, so dass keine Kondensation auftreten kann.

[0021] Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Beispiele beschränkt, ferner ist es auch möglich, bei verschiedenen Lastfällen oder Betriebsfällen die jeweiligen Durchströmungen den Anforderungen flexibel anzupassen.

Bezugszeichenliste

- | | |
|----|------------------------------|
| 1 | Sauerstoff |
| 2 | innerstes Rohr |
| 3 | Temperaturmesseinrichtung |
| 4 | mittleres Rohr |
| 5 | Kohlendioxid |
| 6 | äußerstes Rohr |
| 7 | Wasserdampf |
| 8 | Mündung des äußersten Rohres |
| 9 | Mischungsstelle |
| 10 | Freistrah |

- 11** Sauerstoff
- 12** Kohlendioxid
- 13** Dampf
- 14** Spülventil
- 15** Regelventil
- 16** Regelventil
- 17** Regelventil
- 18** Regelventil
- 19** Sauerstoffverteiler

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 3439404 C2 [0004]
- DE 4407651 C1 [0004]

Patentansprüche

1. Sauerstoffflanze, aufweisend wenigstens drei coaxial zueinander angeordnete und wenigstens jeweils einen Ringspalt begrenzende Rohre, wobei
 - das äußerste Rohr für die Durchleitung von überhitztem Dampf ausgeführt ist und eine Dampfzuführungsstelle aufweist,
 - das mittlere Rohr als Ringspalt ausgeführt ist,
 - das innerste Rohr für die Durchleitung von mit einer Temperatur von höchstens 180°C heißem Sauerstoff ausgeführt ist und eine Sauerstoffzuführungsstelle aufweist,
 - innerhalb des innersten Rohres eine Temperatursonde angeordnet ist, die bis kurz vor die Mündung des innersten Rohres reicht,
 - sich das innerste Rohr vor seiner Mündung düsenartig verjüngt,
 - das innerste Rohr in das mittlere Rohr mündet, und
 - die Mündung des mittleren Rohres gegenüber der Mündung des äußersten Rohres weiter herausragt.
2. Sauerstoffflanze nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das mittlere Rohr als beiderseits geschlossenes Blindrohr ausgeführt wird.
3. Sauerstoffflanze nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das mittlere Rohr auf der Mündungsseite der Sauerstoffflanze offen ausgeführt wird.
4. Sauerstoffflanze nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das mittlere Rohr für die Durchleitung von trockenem Gas ausgeführt wird und eine Gaseinleitungsstelle aufweist.
5. Sauerstoffflanze nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich das mittlere Rohr vor der Mündung des innersten Rohres in das mittlere Rohr düsenartig verjüngt.
6. Verfahren zur Einleitung von Sauerstoff in einen nach dem HTW-Verfahren betriebenen Wirbelschichtvergasungsreaktor mittels einer Sauerstoffflanze entsprechend einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei
 - in das äußerste Rohr feuchtes Gas mit einem Druck oberhalb des Druckes im Wirbelschichtvergasungsreaktor zugeführt wird,
 - in das innerste Rohr Sauerstoff mit einer Temperatur von höchstens 180°C und mit einem Druck oberhalb des Druckes im Wirbelschichtvergasungsreaktor durchgeleitet wird,
 - feuchtes Gas aus der Mündung des äußersten Rohres als Mantelströmung um die Mündung des mittleren Rohres und den austretenden Freistrahle austritt, wobei die Strömungsgeschwindigkeit des austretenden feuchten Gases größer als die des austretenden Gases aus dem innersten Rohr eingestellt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass
 - das mittlere Rohr mit trockenem Gas beaufschlagt wird,
 - Sauerstoff und trockenes Gas vor der Mündung des mittleren Rohres vermischt werden,
 - feuchtes Gas aus der Mündung des äußersten Rohres als Mantelströmung um die Mündung des mittleren Rohres und den austretenden Freistrahle austritt, wobei die Strömungsgeschwindigkeit des austretenden feuchten Gases größer als die des austretenden Gemisches aus trockenem Gas und Sauerstoff eingestellt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das feuchte Gas überhitzter Wasserdampf ist.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das feuchte Gas eine Mischung aus Kohlendioxid und überhitztem Wasserdampf ist.
10. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das trockene Gas Kohlendioxid ist.
11. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das trockene Gas Stickstoff ist.
12. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das trockene Gas eine Mischung aus Kohlendioxid und Luft ist.
13. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das trockene Gas eine Mischung aus Kohlendioxid und Stickstoff ist.

14. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das trockene Gas im Betrieb nicht bewegt wird.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

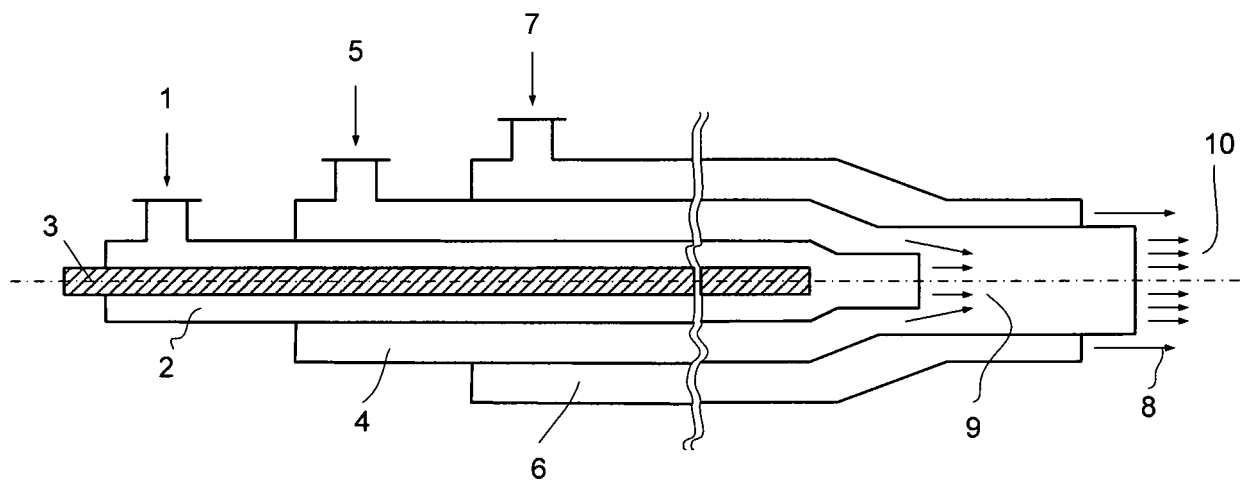


Fig. 2

