

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
12. Mai 2011 (12.05.2011)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/054698 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

C01B 3/16 (2006.01) **C10K 3/04** (2006.01)
C01B 3/48 (2006.01) **F02C 3/00** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/066140

(22) Internationales Anmeldedatum:
26. Oktober 2010 (26.10.2010)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2009 051 938.6
4. November 2009 (04.11.2009) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **SIEMENS AKTIENGESSELLSCHAFT** [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BIRLEY, Roland** [GB/DE]; Mattenheimerstr. 15, 96050 Bamberg (DE). **HANNEMANN, Frank** [DE/DE]; Hinter der Stockmühle 17, 09599 Freiberg (DE). **HOFMANN, Daniel** [DE/DE]; Schleifweg 8b, 91080 Uttenreuth (DE). **VORTMEYER, Nicolas** [DE/DE]; Bismarckstr. 30, 91054 Erlangen (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGESSELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

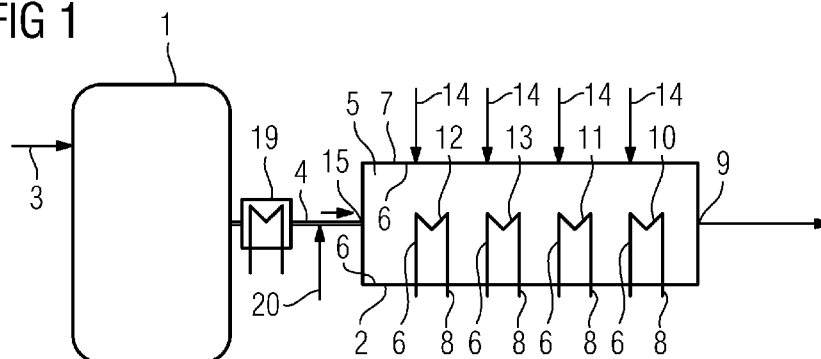
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: CHEMICAL REACTOR FEATURING HEAT EXTRACTION

(54) Bezeichnung : CHEMISCHER REAKTOR MIT WÄRMEAUSKOPPLUNG

FIG 1



(57) Abstract: The invention relates to a chemical reactor (2) of a technical plant, in particular a power plant system, comprising a gas-tight wall forming a gas channel (5), wherein heat exchanger surfaces that are permeable with a first fluid and at least partially comprise a catalytically active surface are located in the gas channel (5). The invention further relates to a method for converting CO using such a reactor.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen chemischen Reaktor (2) einer technischen Anlage, insbesondere einer Kraftwerksanlage, umfassend eine gasdichte Wand, die einen Gaskanal (5) bildet, wobei Wärmetauscherflächen im Gaskanal (5) angeordnet sind, die von einem ersten Fluid durchströmbar sind und mindestens zum Teil eine katalytisch wirksame Oberfläche aufweisen. Sie betrifft ferner ein Verfahren zur CO-Konvertierung mit einem solchen Reaktor.

WO 2011/054698 A1

Beschreibung

Chemischer Reaktor mit Wärmeauskopplung

- 5 Die Erfindung betrifft einen chemischen Reaktor mit kontinuierlicher Wärmeauskopplung.

10 Kohle als Primärenergiequelle ist im Preis relativ stabil und viele Länder haben eigene Reserven. Zukünftig werden an fossil befeuerte Kraftwerke neue Anforderungen, wie zum Beispiel niedrigste Emissionen und zusätzliche CO₂-Abtrennung, gestellt werden. Eines der am weitesten entwickelten Kraftwerkskonzepte der CO₂-Abtrennung stellt der Integrated Gasification Combined Cycle (IGCC) dar. Diese Technologie umfasst
15 eine Vergasung des Brennstoffs vor dem eigentlichen Gas- und Dampfkraftwerk (GuD). Da CO₂-Capture-Maßnahmen immer mit einem Wirkungsgradverlust (8% - 12%, je nach technischen Randbedingungen) verbunden sind, ist es für die Realisierung einer IGCC-Anlage wichtig, für die einzelnen Teilprozesse einen
20 hohen Wirkungsgrad anzustreben.

Bei einer IGCC-Anlage mit CO₂-Abtrennung wird die Kohle zunächst in einem Vergaser in so genanntes Synthesegas umgewandelt, das im Wesentlichen aus Kohlenmonoxid (CO), Wasserstoff
25 (H₂), Kohlendioxid (CO₂) und Wasser (H₂O) besteht. Das CO wird anschließend mit Wasser möglichst vollständig in CO₂ und H₂ konvertiert (CO-Shift). Bei höherer Temperatur liegt eine schnelle Kinetik aber ein ungünstiges chemisches Gleichgewicht vor. Bei niedrigen Temperaturen ist das Gleichgewicht
30 stärker auf der rechten Seite der Reaktionsgleichung, aber die Kinetik nimmt ab. Daher wird momentan die Shift-Reaktion in ein bis drei Stufen durchgeführt um zwischen den Reaktionen Wärme abzuführen und ggf. Wasserdampf zuzuführen. Das CO₂ wird dann durch eine zusätzliche Wäsche abgetrennt, verdichtet und zu den Speicherstätten transportiert. Außerdem wird
35 das Synthesegas von anderen Schadstoffen wie Staub und Schwefelverbindungen gereinigt, um Anforderungen der Luftreinhaltung und technischen Anforderungen in der Gasturbine zu genü-

gen. Der verbleibende Wasserstoff wird mit Stickstoff und Wasserdampf verdünnt und in einer Gasturbine verbrannt. Die entstehenden heißen Abgase dienen zur Dampferzeugung; der Dampf dient zur weiteren Stromerzeugung in einer Dampfturbine.

Die Shift-Reaktion, bei der aus CO unter Zugabe von Wasserdampf in Gegenwart eines Katalysators Wasserstoff und CO₂ erzeugt wird, ist stark exotherm und benötigt viel Wasserdampf (sowohl zur Reaktion als auch zur Reduzierung der Temperatur). Dieser Schritt hat im Prozess signifikanten Einfluss auf den Wirkungsgrad.

Aufgabe ist es, den Shift-Reaktor und das Verfahren der CO-Shift weiterzuentwickeln, so dass ein verbesserter Anlagen-Wirkungsgrad erzielt wird.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch die Vorrichtung gemäß Anspruch 1 und das Verfahren gemäß Anspruch 9.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den jeweiligen abhängigen Ansprüchen definiert. Indem bei einem chemischen Reaktor mit einer gasdichten Wand, die einen Gaskanal bildet, mehrere Wärmetauscherflächen im Gaskanal angeordnet sind, die von einem ersten Fluid durchströmbar sind, und mindestens zum Teil eine katalytisch wirksame Oberfläche aufweisen und mehrere Zuführeinrichtungen für ein zweites Fluid vorgesehen sind, wird folgendes erreicht:

Bei niedrigem Druckverlust kann Wärme kontinuierlich aus dem Prozess entfernt und dadurch eine verbesserte Temperaturführung (konstant oder an die Optimierung des Prozesses angelehnt) des Shift-Prozesses erreicht werden. Die katalytisch wirksamen Oberflächen würden auf den vom Rohgas bestrichenen Wärmetauscheraußenflächen liegen und die Wärme kann direkt an ein geeignetes Medium abgegeben werden.

Dabei ist es zweckmäßig, wenn die Oberfläche der Wärmetauscherflächen eine Umwandlung von Kohlenmonoxid und Wasser in Wasserstoff und Kohlendioxid katalysiert oder bewirkt.

- 5 In bevorzugter Ausführung weist die gasdichte Wand ebenfalls eine katalytisch wirksame Oberfläche auf. Damit kann die katalytisch wirksame Oberfläche bei gleich bleibend geringem Druckverlust vergrößert werden.
- 10 Vorteilhafter Weise sind im Gaskanal die Zuführeinrichtungen für das zweite Fluid in Richtung einer Längsachse des Gaskanals verteilt angeordnet, wobei das zweite Fluid zweckmäßigerweise Wasser ist, das dem Shift-Prozess zugeführt werden muss. Die gestufte Zugabe von Wasser hat den Vorteil,
- 15 eine möglichst geringe Zusatzwassermenge (gerade soviel wie für den Prozess notwendig) nutzen zu können um einen möglichst hohen Wirkungsgrad zu erreichen.

- Zur besseren Verteilung bzw. Durchmischung des zugeführten
- 20 Wassers mit dem Gasstrom ist es zweckmäßig, wenn die Zuführeinrichtungen Eindüsevorrichtungen sind.

- Vorteilhafter Weise ist der Gaskanal in liegender Bauweise ausgeführt und im Wesentlichen in waagerechter Richtung von
- 25 Gas durchströmbar, wobei die Wärmetauscherflächen Verdampferheizflächen oder Economizerheizflächen sind. Auf diese Weise lässt sich die bei der Konvertierung anfallende Wärme direkt im Kraftwerksprozess nutzen.

- 30 Nach besonders vorteilhafter Ausgestaltung ist der Reaktor in eine Kraftwerksanlage mit einer Gasturbine, einer Dampfturbine und einer der Gasturbine vorgeschalteten Brennstoffvergasung integriert, wobei er zwischen die Brennstoffvergasung und die Gasturbine geschaltet ist.

- 35 Bezogen auf das Verfahren zum Betrieb eines chemischen Reaktors wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass ein Kohlenmonoxid enthaltendes Gas über mehrere Wärmetauscherflächen mit kata-

lytisch wirksamer Oberfläche geleitet wird und Wasser in Strömungsrichtung des Gases verteilt dem Gas zugeführt wird.

5 Dabei ist es zweckmäßig, wenn die Wärmetauscherflächen durch Rohre gebildet werden, durch die Wasser geleitet wird, welches dadurch erwärmt und im Kraftwerksprozess an anderer Stelle verwendet werden kann.

10 Die bisher in Stufen aufgeteilte Shift-Reaktion wird in einen quasi-kontinuierlichen Reaktions- und Wärmeabtransport-Prozess überführt. Der erfindungsgemäße chemische Reaktor bietet große Katalysatorflächen und niedrigere Druckverluste als die übliche Katalysatorschüttung. Die Technologie ist nicht auf IGCC-Anwendungen beschränkt, sondern könnte auch in
15 anderen Reaktionen verwendet werden, wie beispielsweise der Produktion von Synthetic Natural Gas bzw. Substitute Natural Gas (SNG), einem Erdgassubstitut, das auf der Basis von Kohle, vor allem Braunkohle, oder Biomasse (Bio-SNG bzw. Biome-

20

Ggf. kann für die Wärmeauskoppelung aus Abhitzedampferzeugern bekannte Bensontechnologie genutzt werden.

25 Die Erfindung wird beispielhaft anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen schematisch und nicht maßstäblich:

- Figur 1 einen Vergaser mit nachgeschaltetem chemischem Reaktor für die CO-Konvertierung,
Figur 2 einen schematischen Synthesegas-Temperaturverlauf
30 über den erfindungsgemäßen Reaktor und
Figur 3 einen schematischen Synthesegas-Temperaturverlauf über Reaktoren nach dem Stand der Technik.

35 Die Anordnung in Figur 1 weist zwei Hauptkomponenten auf: den Vergasungsreaktor 1 und den erfindungsgemäßen chemischen Reaktor 2 für die Konversion von Kohlenmonoxid.

Die Umsetzung des Einsatzstoffes 3 (das sind fossile oder nachwachsende Energieträger und Rückstände, wie Erdgas, Erdölfraktionen, Kohle, Biomasse oder Abfallstoffe) erfolgt im Vergasungsreaktor 1 in einer Flammenreaktion. Das dabei u.a. entstehende heiße Rohgas 4 strömt aus dem Vergasungsreaktor 1 über verschiedene Stationen, wie beispielsweise eine Abhitzereinheit 19 zur Kühlung des Rohgases von der Vergasungstemperatur bis auf ca. 700°C bis 900°C, bei der idealerweise Hochdruckdampf produziert wird, und/oder eine Quencheinheit 20, in den chemischen Reaktor 2. Ziel des Quenches ist ein Anstieg des Wasserdampfanteils im Rohgas für die nachfolgende Wassergas-Shift-Reaktion im chemischen Reaktor 2.

Der Gaskanal 5 des chemischen Reaktors 2 umfasst aus Rohren aufgebaute Wärmetauscherflächen 6. Diese können im Gaskanal 5 angeordnet sein oder auch die Umfassungswand 7 des Gaskanals 5 bilden. Im letzteren Fall sind die nicht näher dargestellten Dampferzeugerrohre an ihren Längsseiten über Stege oder sogenannte Flossen gasdicht miteinander verschweißt. Eine Mehrzahl von zueinander benachbarten Rohren ist auf diese Weise zu einer Wärmetauscherfläche 6 zusammengefasst. Die Eintrittsseiten 8 der eine Wärmetauscherfläche 6 bildenden Rohre am stromabwärtigen Ende 9 des chemischen Reaktors 2 werden über einen (nicht dargestellten) gemeinsamen Eintrittssammler beispielsweise mit Speisewasser beaufschlagt. Die Wärmetauscherfläche 6 wird in diesem Fall als Economizerheizfläche 10 verwendet. Austrittseitig strömt das in den Rohren der Economizerheizfläche 10 in Folge der Beheizung durch das Synthesegas erwärmte Speisewasser über einen (nicht dargestellten) gemeinsamen Austrittssammler ab und wird anschließend einer Verdampfereinheit zugeführt. Die Verdampfereinheit 11 kann ebenfalls im chemischen Reaktor 2, beispielsweise in Strömungsrichtung des Synthesegases stromauf der Economizerheizfläche 10, angeordnet sein. Das vom Economizer 10 vorgewärmte Wasser kann auch beim Verdampfer 11 über einen Eintrittssammler den Wärmetauscherflächen 6 zugeführt werden. In der Verdampfereinheit 11 wird das vorgewärmte Wasser zu Nieder-, Mittel- oder Hochdruckdampf verdampft und, ebenfalls

über entsprechende Sammler, beispielsweise einer Überhitzerreinheit 12 zugeführt.

Die Wärmetauscherflächen 6 können auch zur Zwischenüberhitzung 13 des aus einer ersten Turbinenstufe einer Dampfturbine abströmenden, partiell entspannten Strömungsmediums eingesetzt werden, so dass das Strömungsmedium anschließend erneut aufgeheizt der nächsten Stufe der Dampfturbine zuführbar ist.

10 Infolge der Wärmeübertragung auf das die Wärmetauscherflächen 6 durchströmende Strömungsmedium wird Wärme des im Gaskanal 5 strömenden Synthesegases mit fortschreitendem Strömungsweg kontinuierlich abgeführt. Infolge der Wassergas-Shift-Reaktion entsteht jedoch wieder Wärme. Zur Regelung dieser
15 Reaktion und somit der Temperatur des Synthesegases wird Wasser an verschiedenen Stellen und in Längsrichtung des Gaskanals 5 verteilt in den Synthesegasstrom eingeleitet. Die Wassereinleitung erfolgt mithilfe einer Eindüsevorrichtung 14. Die Düsen der Eindüsevorrichtung sind derart eingestellt und
20 ausgerichtet, dass eine möglichst geringe Zusatzwassermenge (gerade soviel wie für den Prozess notwendig) bereitgestellt wird, um einen möglichst hohen Anlagenwirkungsgrad zu erreichen.

25 Die Heizflächen des Economizers und der Verdampfer und ggfs. Überhitzer sind mit einer Katalysatorschicht für die Wassergas-Shift-Reaktion versehen. Durch das Katalysatormaterial wird die Aktivierungsenergie für die Shift-Reaktion, bei der Kohlenmonoxid und Wasser in Kohlendioxid und Wasserstoff um-
30 gewandelt werden, herabgesenkt und somit ihre Kinetik verändert.

Figur 2 zeigt schematisch den Temperaturverlauf des Synthesegases vom Reaktoreingang 15 zum Reaktorausgang 9. Im Gegen-
35 satz zur Verwendung von Hochtemperatur- 16 und Niedertemperatur-Shift-Stufen 17 (s. Fig. 3) des Standes der Technik kann bei der vorliegenden Erfindung zur Wirkungsgradoptimierung der Temperaturverlauf im chemischen Reaktor 2 eingestellt

bzw. geführt werden. Dabei ist dieser Temperaturverlauf nicht zwangsläufig horizontal (A), sondern wird gemäß dem Gleichgewicht der Wassergas-Shift-Reaktion eher gegen Ende des Gaskanals 5 abfallen (B), um der Tatsache Rechnung zu tragen, dass bei höherer Temperatur eine schnelle Kinetik aber ein ungünstiges chemisches Gleichgewicht vorliegt und bei niedrigen Temperaturen das Gleichgewicht stärker auf der rechten Seite der Reaktionsgleichung ist, aber die Kinetik abnimmt. Der Temperaturverlauf muss dabei nicht linear sein. Da die Kohlenmonoxidkonzentration zu Beginn der Shift-Reaktion am höchsten ist, liegen am Reaktoreingang bevorzugt höhere Temperaturen vor als am Reaktorausgang. Die Wärmetauscherflächen 6 sind dann entsprechend so im chemischen Reaktor 2 angeordnet, dass in Strömungsrichtung des Synthesegases auf einer stromaufwärtigen Seite des chemischen Reaktors 2 eher Überhitzer 12,13 und Verdampfer 11 und auf der stromabwärtigen Seite der Economizer 10 ist.

Figur 3 zeigt den Temperaturverlauf, wie er im Stand der Technik bei Verwendung einer Hochtemperatur- 16 und einer Niedertemperatur-Shift-Stufe 17 mit zwischengeschaltetem Wärmetauscher 18 aussähe.

Patentansprüche

1. Ein chemischer Reaktor (2) einer technischen Anlage, insbesondere einer Kraftwerksanlage, umfassend eine gasdichte Wand (7), die einen Gaskanal (5) bildet, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Wärmetauscherflächen (6) im Gaskanal (5) angeordnet sind, die von einem ersten Fluid durchströmbar sind und mindestens zum Teil eine katalytisch wirksame Oberfläche aufweisen, und dass im Gaskanal (5) mehrere Zuführeinrichtungen für ein zweites Fluid vorgesehen sind.
2. Der Reaktor (2) nach Anspruch 1, wobei die Oberfläche eine Umwandlung von Kohlenmonoxid und Wasser in Wasserstoff und Kohlendioxid katalysiert oder bewirkt.
3. Der Reaktor (2) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei die gasdichte Wand (7) ebenfalls eine katalytisch wirksame Oberfläche aufweist.
4. Der Reaktor (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Zuführeinrichtungen in Richtung einer Längsachse des Gaskanals (5) verteilt angeordnet sind.
5. Der Reaktor (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das zweite Fluid Wasser ist.
6. Der Reaktor (2) nach einem vorhergehenden Ansprüche, wobei die Zuführeinrichtungen Eindüsevorrichtungen sind.
7. Der Reaktor (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Gaskanal (5) in liegender Bauweise ausgeführt ist und im Wesentlichen in waagerechter Richtung von Gas durchströmbar ist, wobei die Wärmetauscherflächen (6) Verdampferheizflächen (11) oder Economizerheizflächen (10) sind.

8. Eine Kraftwerksanlage mit einer Gasturbine, einer Dampfturbine und einer der Gasturbine vorgeschalteten Brennstoffvergasung, wobei ein Reaktor (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 zwischen die Brennstoffvergasung und die Gasturbine geschaltet ist.
9. Ein Verfahren zum Betrieb eines chemischen Reaktors (2), dadurch gekennzeichnet, dass ein Kohlenmonoxid enthaltendes Gas über mehrere Wärmetauscherflächen (6) mit katalytisch wirksamer Oberfläche geleitet wird und Wasser in Strömungsrichtung des Gases verteilt dem Gas zugeführt wird.
10. Das Verfahren nach Anspruch 9, wobei die Wärmetauscherflächen (6) durch Rohre gebildet werden, durch die Wasser geleitet wird.

FIG 1

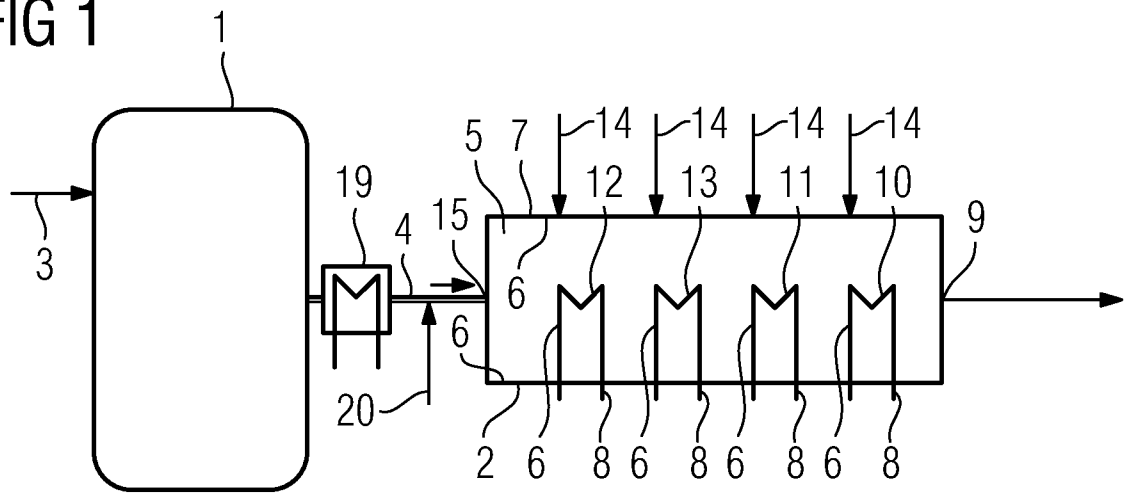


FIG 2

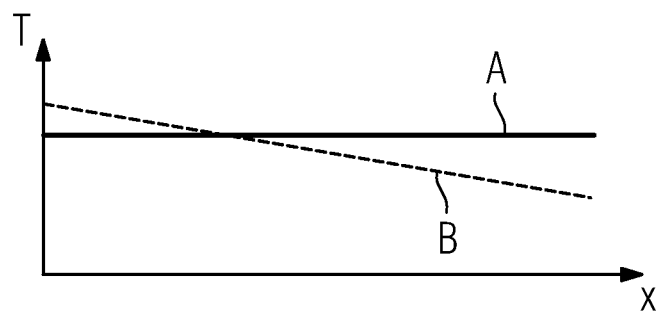
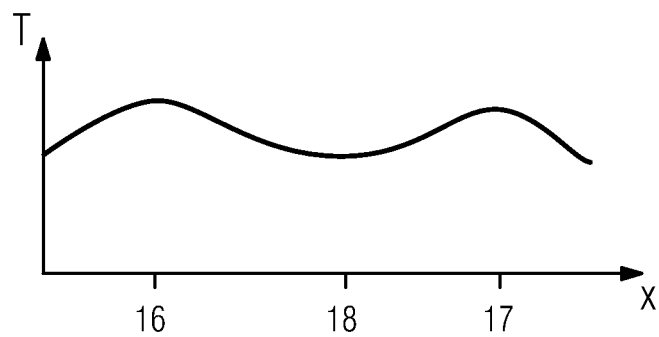


FIG 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2010/066140

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. C01B3/16 C01B3/48 C10K3/04 F02C3/00
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C01B C10K B01J F02C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 01/79112 A1 (SHELL INT RESEARCH [NL]; SEVENHUIJSEN ERIC [NL]; WENTINCK HENDRIK MART) 25 October 2001 (2001-10-25)	1,2,5
A	page 3, line 20 - page 4, line 32 page 7, line 1 - page 14, line 19; figures 1, 3	3,4,6-10
A	US 4 161 393 A (MARWIG UWE D [DE] ET AL) 17 July 1979 (1979-07-17) column 3, lines 35-60; figure 1	1-10
A	EP 1 625 887 A1 (SAUDI BASIC IND CORP [SA]) 15 February 2006 (2006-02-15) paragraphs [0007] - [0008], [0 22] - [0023], [0 37] - [0042]; figures 1, 2	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 January 2011

Date of mailing of the international search report

21/01/2011

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Buesing, Guenter

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International application No

PCT/EP2010/066140

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0179112	A1	25-10-2001	AU 6220201 A	30-10-2001
			CA 2405927 A1	25-10-2001
			JP 2003531085 T	21-10-2003
			US 2003136051 A1	24-07-2003
US 4161393	A	17-07-1979	DE 2709768 A1	21-09-1978
			GB 1560065 A	30-01-1980
EP 1625887	A1	15-02-2006	AT 420721 T	15-01-2009
			WO 2006029498 A1	23-03-2006
			CN 101027271 A	29-08-2007
			EA 200700397 A1	31-08-2007
			ES 2319285 T3	06-05-2009
			JP 2008508327 T	21-03-2008
			KR 20070045312 A	02-05-2007
			US 2008269531 A1	30-10-2008

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/066140

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. C01B3/16 C01B3/48 C10K3/04 F02C3/00
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

C01B C10K B01J F02C

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 01/79112 A1 (SHELL INT RESEARCH [NL]; SEVENHUIJSEN ERIC [NL]; WENTINCK HENDRIK MART) 25. Oktober 2001 (2001-10-25)	1, 2, 5
A	Seite 3, Zeile 20 - Seite 4, Zeile 32 Seite 7, Zeile 1 - Seite 14, Zeile 19; Abbildungen 1, 3	3, 4, 6-10
A	US 4 161 393 A (MARWIG UWE D [DE] ET AL) 17. Juli 1979 (1979-07-17) Spalte 3, Zeilen 35-60; Abbildung 1	1-10
A	EP 1 625 887 A1 (SAUDI BASIC IND CORP [SA]) 15. Februar 2006 (2006-02-15) Absätze [0007] - [0008], [0 22] - [0023], [0 37] - [0042]; Abbildungen 1, 2	1-10

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

* & * Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

13. Januar 2011

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

21/01/2011

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Buesing, Guenter

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/066140

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 0179112	A1	25-10-2001	AU	6220201 A	30-10-2001
			CA	2405927 A1	25-10-2001
			JP	2003531085 T	21-10-2003
			US	2003136051 A1	24-07-2003

US 4161393	A	17-07-1979	DE	2709768 A1	21-09-1978
			GB	1560065 A	30-01-1980

EP 1625887	A1	15-02-2006	AT	420721 T	15-01-2009
			WO	2006029498 A1	23-03-2006
			CN	101027271 A	29-08-2007
			EA	200700397 A1	31-08-2007
			ES	2319285 T3	06-05-2009
			JP	2008508327 T	21-03-2008
			KR	20070045312 A	02-05-2007
			US	2008269531 A1	30-10-2008