

(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
01. Oktober 2020 (01.10.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/192966 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
C10G 9/20 (2006.01) C10G 9/36 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/025126

(22) Internationales Anmeldedatum:
12. März 2020 (12.03.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 002 220.3
28. März 2019 (28.03.2019) DE

(71) Anmelder: LINDE GMBH [DE/DE]; Dr.-Carl-von-Linde-Strasse 6-14, 82049 Pullach (DE).

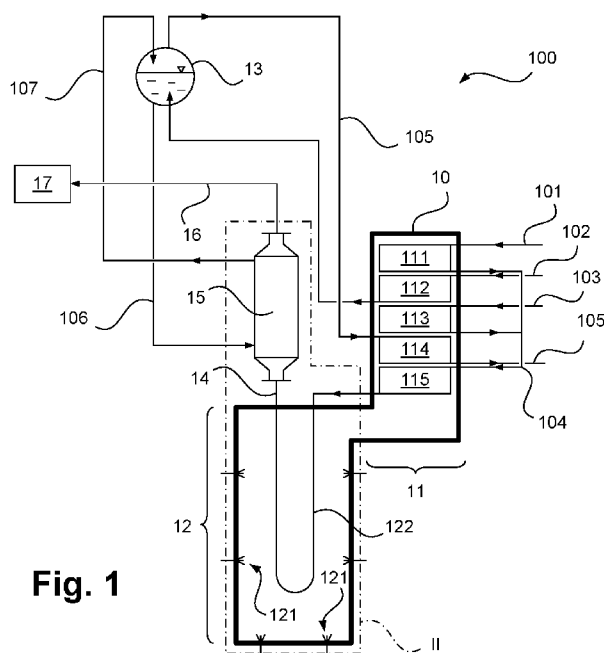
(72) Erfinder: **BANOVSKY, Boris**; Jordanstrasse 12, 82515 Wolfratshausen (DE). **SCHWARZ, Ernest**; Würmseestrasse 58, 81476 München (DE). **KARIN, Sasa**; Primelweg 2, 83064 Raubling (DE). **LILL, Dietmar**; Auerfeldstraße 14, 81541 München (DE).

(74) Anwalt: **FISCHER, Werner**; LINDE AG, Technology & Innovation Corporate Intellectual Property, Dr.-Carl-von-Linde-Str. 6-14, 82049 Pullach (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,

(54) Title: METHOD AND MODULE SET FOR PRODUCING A STEAM CRACKING SYSTEM

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND MODULSATZ ZUR ERSTELLUNG EINER DAMPFSPALTANLAGE



(57) Abstract: The invention relates to a method for producing a steam cracking system (100). The steam cracking system (100) has a cracking furnace (10) with a convection zone (11) and a radiation zone (12), and cracking tubes (122) are led through the radiation zone (12) and are connected to one or more quenching heat exchangers (15) via one or more transfer lines (14). At least one part of the radiation zone (12) is prefabricated in the form of one or more furnace modules (II—V) together with the cracking tubes (122) at a pre-assembly location, wherein the furnace module(s) (II—V) is/are transported to a production location and is/are used at the production location in order to produce the steam cracking system (100). The invention likewise relates to a corresponding module set.



NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erstellung einer Dampfspaltanlage (100), wobei die Dampfspaltanlage (100) einen Spaltofen (10) mit einer Konvektionszone (11) und einer Strahlungszone (12) aufweist und wobei durch die Strahlungszone (12) Spaltrohre (122) geführt und über eine oder mehrere Transferleitungen (14) mit einem oder mit mehreren Quenchwärmetauschern (15) verbunden werden. Es ist vorgesehen, dass zumindest ein Teil der Strahlungszone (12) in Form eines oder mehrerer Ofenmodule (II— V) mit den Spaltrohren (122) an einem Vormontageort vorgefertigt wird, wobei das oder die Ofenmodule (II— V) an einen Erstellungsort transportiert und an dem Erstellungsort zur Erstellung der Dampfspaltanlage (100) verwendet wird oder werden. Ein entsprechender Modulsatz ist ebenfalls Gegenstand der Erfindung.

Beschreibung

Verfahren und Modulsatz zur Erstellung einer Dampfspaltanlage

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und einen Modulsatz zur Erstellung einer Dampfspaltanlage gemäß den Oberbegriffen der unabhängigen

5 Patentansprüche.

Stand der Technik

Verfahren und Anlagen zum Dampfspalten (engl. Steam Cracking) sind seit langem
10 bekannt und umfangreich in der Fachliteratur beschrieben. Insbesondere sei in diesem Zusammenhang auf den Artikel "Ethylene" in Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Onlineausgabe, 2007, DOI 10.2002/14356007.a10_045.pub2, verwiesen.

Zum Dampfspalten werden Dampfspaltanlagen (häufig auch als Ethylenanlagen
15 bezeichnet) mit sogenannten Spaltöfen (engl. Cracking Furnaces) eingesetzt. Diese Spaltöfen können auch in mehreren Gruppen bereitgestellt und unter unterschiedlichen Bedingungen betrieben bzw. mit unterschiedlichen Einsätzen (engl. Feeds) beschickt werden. Spaltöfen weisen typischerweise eine sogenannte Konvektionszone (engl.
Convection Section) und eine sogenannte Strahlungszone (engl. Radiant Section) auf.
20 Die Strahlungszone wird mittels zumindest bodenseitig angeordneter Brenner beheizt. Rauchgase aus der Strahlungszone strömen über die Konvektionszone ab.

Die Konvektionszone dient typischerweise zum Vorheizen von Kesselspeisewasser, zum Erzeugen bzw. weiteren Erwärmen von Dampf und/oder zum Vorheizen des
25 Reaktionseinsatzes bzw. zum weiteren Erwärmen eines Gemischs aus Reaktionseinsatz und Dampf. Hierzu werden entsprechende Rohrbündel durch die Konvektionszone geführt. Das Gemisch aus Reaktionseinsatz und Dampf wird zur Umsetzung in sogenannten Spaltrohren (engl. Coils) durch die Strahlungszone geführt. Die Spaltrohre können in unterschiedlichen, in der Fachliteratur beschriebenen
30 Konfigurationen und Anordnungen bereitgestellt sein.

Das über die erwähnten Spaltrohre aus der Strahlungszone ausgeführte sogenannte Spaltgas (engl. Cracked Gas), das zunächst auf einer Temperatur von typischerweise

750 bis 875 °C vorliegt, muss, um die ablaufenden Reaktionen möglichst rasch zum Stillstand zu bringen und damit eine übermäßige Bildung von unerwünschten Nebenprodukten zu verhindern, möglichst rasch abgekühlt werden. Zur Abkühlung des Spaltgases dienen dabei sogenannte Quenchwärmetauscher, die insbesondere in
5 sogenannte primäre und sekundäre Quenchwärmetauscher (engl. Primary Quench Exchanger, Secondary Quench Exchanger) unterteilt sein können. Unterschiedliche Bauformen sind ebenfalls in der Fachliteratur beschrieben.

Das entsprechend abgekühlte Spaltgas wird je nach seiner Zusammensetzung, die
10 sich insbesondere nach den verwendeten Reaktionseinsätzen und Spaltbedingungen richtet, einer Wasser- und/oder Ölwäsche, anschließend einer Verdichtung und Sauer gasentfernung sowie einer zumindest teilweise bei kryogenen Temperaturen betriebenen Fraktionierung unterworfen, um die gewünschten Produkte, klassischerweise Ethylen, aus dem Spaltgas zu gewinnen.

15 Beim bisherigen Design und Montagekonzept von Dampfspaltanlagen werden die Spaltöfen in vielen Einzelteilen zur Baustelle geliefert und entsprechend vor Ort montiert. Dabei werden gelegentlich bereits Rohrbündel für die Konvektionszone in Modulbauweise vorgefertigt und angeliefert. Dennoch ist auf der jeweiligen Baustelle
20 eine intensive Montagetätigkeit erforderlich.

Die vorliegende Erfindung stellt sich die Aufgabe, die Erstellung von Dampfspaltanlagen, insbesondere der erwähnten Spaltöfen, zu erleichtern.

25 Offenbarung der Erfindung

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren und einen Modulsatz mit den jeweiligen Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Ausgestaltungen sind jeweils Gegenstand der abhängigen Patentansprüche sowie der nachfolgenden Beschreibung.

30

Das erfindungsgemäß vorgeschlagene Verfahren überwindet die mit dem bisherigen Konzept der intensiven "vor-Ort"-Montage verbundenen Probleme. Solche Probleme stellen insbesondere die in den letzten Jahren stark gestiegenen Vorgaben bzw. Vorschriften hinsichtlich der Einhaltung von Arbeitsschutz- und Umweltauflagen, aber

auch beispielsweise behindernde Umwelteinflüsse, die sogar zum zeitweisen Einstellen der Montageaktivitäten führen können, dar.

Insgesamt ergibt sich in den bekannten Verfahren ein hoher Aufwand, um eine Baustelle für eine Dampfspaltanlage zu gestatten und zu administrieren, mit entsprechenden Störungen und Einschränkungen des übrigen Anlagenbetriebes. Die mit der Erstellung einer Dampfspaltanlage verbundenen Störungen und Einschränkungen sind aufgrund der aufwendigen und damit langen Montagedauer entsprechend längerfristig. In bestimmten Regionen ergeben sich ausgesprochen hohe Montagekosten wegen steigender Anforderungen auf den Anlagenbaustellen vor Ort sowie der Ineffizienz bei den Montagearbeiten.

Durch das erfindungsgemäß vorgeschlagene neue Erstellungskonzept werden diese Nachteile zumindest teilweise überwunden und die Montagedauer und damit auch die Kosten und Risiken der Kunden für den Bau von Dampfspaltanlagen minimiert.

Bei dem erfindungsgemäß vorgeschlagenen neuen Design- und Montagekonzept für Dampfspaltanlagen bzw. die entsprechenden Spaltöfen wird es nach diesseitiger Kenntnis erstmals möglich, die Strahlungszonenbereiche von Spaltöfen neben den Konvektionszonenmodulen mit entsprechenden Ofenmodulen sowie vorgefertigten Montagerahmen (engl. Skids) und Großbauteilen mit minimalem Montageaufwand und verringerter Montagedauer auf die Baustelle zu liefern und dort zu installieren.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird ein Spaltofen so entworfen, dass er in mehrere Ofenmodule aufgeteilt wird, welche dann entsprechend an einem Vorfertigungsplatz (engl. Prefabrication Yard) gebaut werden und sodann mit geeigneten Transportmitteln auf die Baustelle geliefert und in deutlich verkürzter Zeit zum fertigen Ofen montiert werden können.

Bei dem erfindungsgemäß vorgeschlagenen Verfahren ist insbesondere kennzeichnend, dass entsprechende Ofenmodule bereits fertig bestückt mit dem Strahlungszonenrohrsystem, außerhalb der Strahlungszone angeordneten Verrohrungen, einem oder mehreren Quenchwärmetauschern (insbesondere einem oder mehreren primären Quenchwärmetauschern, aber auch ggf. einem oder mehreren sekundären Quenchwärmetauschern) sowie einer oder mehreren Leitungen

zwischen der Strahlungszone und dem einen oder den mehreren Quenchwärmetauschern (und ggf. zwischen primären und sekundären Quenchwärmetauschern, falls diese ebenfalls Teil des Ofenmoduls sind) inklusive der jeweiligen Schweißungen bereitgestellt werden.

5

Besondere Vorteile des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Verfahrens ergeben sich auch daraus, dass entsprechende drucktragende Teile vormontiert und die entsprechenden Drucktests bereits vorab durchgeführt werden können.

Darüber hinaus können in besonders vorteilhaften Ausgestaltungen der Erfindung
10 bereits eine Außenisolierung, eine erweiterte Bodeninnenisolierung (engl. Refractory Lining) bzw. sonstige feuerfeste Isolierungen, Instrumentierungs- und Elektrikbauteile sowie ggf. deren Kabelverbindungen vormontiert werden.

Vor diesem Hintergrund schlägt die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Erstellung
15 einer Dampfspaltanlage vor, wobei die Dampfspaltanlage, wie grundsätzlich bekannt und zuvor erläutert, einen Spaltofen mit einer Konvektionszone und einer Strahlungszone aufweist. In der erfindungsgemäß erstellten Dampfspaltanlage sind durch die Strahlungszone Spaltrohre geführt und über eine oder mehrere Transferleitungen mit einem oder mehreren Quenchwärmetauschern verbunden.

20

Wie bereits erläutert, erfolgen im herkömmlichen Verfahren eine entsprechende Erstellung einer Dampfspaltanlage, und damit auch die Verbindung der Transferleitungen mit dem Quenchwärmetauscher bzw. den Spaltrohren, auf der Baustelle. Im Gegensatz dazu schlägt die vorliegende Erfindung vor, dass zumindest
25 ein Teil der Strahlungszone in Form eines oder mehrerer Ofenmodule mit den Spaltrohren an einem Vormontageort vorgefertigt wird, wobei das oder die Ofenmodule nach der Vorfertigung an den jeweiligen Erstellungsort transportiert und an dem Erstellungsort zur Erstellung der Dampfspaltanlage verwendet wird oder werden.

30 Die Vorteile der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Maßnahmen wurden bereits zuvor teilweise erläutert. Die vorliegende Erfindung ermöglicht insbesondere eine weitgehende Standardisierung sowohl des Ofendesigns als auch des Erstellungsprozesses einer entsprechenden Dampfspaltanlage. Im Sinne des Anlagendesigns wird das bzw. werden die Ofenmodule dabei bereits als
35 Unterbaugruppen betrachtet und entsprechend zerstörungsfrei geprüft, was zu deutlich

reduziertem Aufwand auf der Baustelle hinsichtlich der gesamten Abnahme der Anlage führt und eine deutliche Zeitersparnis zur Folge hat. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung ergibt sich ferner ein Vorteil hinsichtlich der für die Erstellung der Dampfspaltanlage erforderlichen Fläche sowie der in diesem Zusammenhang benötigten Lagerfläche. Durch den Kunden müssen bei Verwendung entsprechender Ofenmodule weniger sogenannte Utilities wie Strom und Wasser bereitgestellt werden.

Insgesamt kann durch den Einsatz der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Maßnahmen die Ofenbauzeit vor Ort deutlich verringert werden. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung können Montagezeiten wesentlich reduziert werden, abhängig vom Ofentyp um ca. 30 bis 50%. Im Rahmen eines erfindungsgemäßen Verfahrens geplante und erstellte Dampfspaltanlagen besitzen ebenfalls deutliche Vorteile bei Umbauten in bestehenden Anlagen (engl. Revamps). Die Baustellensituation am Einsatzort, also am Erstellungsort der Dampfspaltanlage, wird deutlich verbessert und verkürzt, unter anderem hinsichtlich der Sicherheits- und Umweltaanforderungen, der Montagedauer sowie des gesamten Terminablaufs aufgrund geringerer Gerüstkosten, Kranzeiten, Overheads und dergleichen, der Produkt- und Montagequalität, der Abhängigkeit von Umwelt- und Wettereinflüssen, des Einsatzes von Administrations- und Überwachungspersonals seitens des Anlagenbetreibers und der Störeinflüsse auf den laufenden Anlagenbetrieb. Die vorliegende Erfindung führt insgesamt zu einem deutlich wirtschaftlicheren Anlagenbau mit entsprechenden technischen Vorteilen hinsichtlich der Sicherheit und Wartbarkeit.

Wie bereits erläutert, kann bzw. können das oder die im Rahmen der vorliegenden Erfindung vorgefertigten Ofenmodule ferner mit dem oder den Quenchwärmetauschern vorgefertigt werden. Auf diese Weise ergibt sich ein weiterer Vorfertigungsgrad und geringerer Montageaufwand der gesamten druckseitigen Komponenten bzw. dieser Komponenten bis zu einem entsprechenden Quenchwärmetauscher. Als Quenchwärmetauscher können dabei sowohl nur ein primärer als auch ein primärer und ein sekundärer Quenchwärmetauscher von der erfindungsgemäßen Vorfertigung umfasst sein. Wiederum ergibt sich bei einer weitergehenden Vorfertigung ein geringerer Aufwand bei der Erstellung der Anlage am Erstellungsort.

Nur zur Klarstellung sei angemerkt, dass es sich bei dem oder den Quenchwärmetauschern um typische Transferleitungswärmetauscher für

Dampfspaltanlagen handeln kann, in denen mehrere Rohrleitungen durch einen mit Wasser oder Dampf durchströmten Kühlraum geführt sind.

Wie ebenfalls erwähnt, kann bzw. können das oder die Ofenmodule an dem
5 Vorfertigungsort einem oder mehreren Funktionstests unterworfen werden, wobei der oder die Funktionstests insbesondere einen Drucktest umfassen können. Das oder die Ofenmodule kann bzw. können ferner mit einer Außenisolierung, einer Bodeninnenisolierung, Instrumentierungs- und/oder Elektrikbauteilen und/oder deren Verbindungen vorgefertigt werden. Bei höhergradiger Vorfertigung in der erläuterten
10 Weise kann insbesondere auch eine weitergehende Funktionstestung am Vorfertigungsort erfolgen, so dass auf diese am Erstellungsort weitgehend oder zumindest teilweise verzichtet werden kann.

Wie ebenfalls bereits erwähnt, können mehrere weitere Module am Vorfertigungsort
15 oder an einem weiteren Vorfertigungsort vorgefertigt und am Erstellungsort zur Erstellung der Dampfspaltanlage verwendet werden, insbesondere ein oder mehrere Ofenbodenmodule, ein oder mehrere Zugangsmodule in Form von Treppenhäusern und dergleichen, ein oder mehrere Verrohrungsträgermodule, ein oder mehrere Speiseleitungsmodule, ein oder mehrere Hochdruckleitungsmodule, insbesondere für
20 Hochdruckdampf, und/oder ein oder mehrere Ableitungsmodule. Eine entsprechende Dampfspaltanlage umfasst ferner typischerweise ein Rauchgasableitungssystem mit ggf. entsprechender Rauchgasreinigung. Auch derartige Module können ggf. erfindungsgemäß vorgefertigt werden.

25 Insbesondere können im Rahmen der vorliegenden Erfindung das oder die Ofenmodule auf Grundlage einer Dimensions- und/oder Gewichtsvorgabe, insbesondere in Bezug auf eine Transportierbarkeit entsprechender Module, vorgefertigt werden. Das Design der Ofenmodule kann dabei angepasst werden, um u.a. bestehende Rohrbrückenhöhen zu berücksichtigen bzw. andere
30 Straßentransporteinschränkungen wie Brücken, Lasten, Einfahrten und dergleichen.

Durch die Anwendung des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Montagekonzepts kann damit zugleich ein neuartiges logistisches Konzept bei Spaltöfen bzw. Dampfspaltanlagen verwirklicht werden, nämlich die Transportmöglichkeit bei
35 gleichzeitiger Nutzung der Vorteile des modularisierten Baukonzepts. Dies führt zu

deutlich geringeren Baustellenanlieferungen mit den Vorteilen von entsprechend geringeren damit verbundenen Kosten auf der Baustelle. Dies stellt einen entscheidenden Vorteil beispielsweise gegenüber anderen Varianten dar, in denen ein kompletter Ofen vorgebaut und an dem endgültigen Aufstellungsort verfahren wird.

- 5 Eine modularisierte Erstellung einer Dampfspaltanlage gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung hat den Vorteil der einfachen Transportierbarkeit mit gängigen Transportmitteln und über gängige Transportwege.

- Der erfindungsgemäß vorgeschlagene Modulsatz zur Erstellung einer
10 Dampfspaltanlage profitiert von den zuvor erläuterten Vorteilen in gleicher Weise, so dass diesbezüglich auf die obigen Erläuterungen verwiesen werden kann.

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert, die bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung veranschaulichen.

- 15 Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Figur 1 veranschaulicht eine gemäß einer Ausführungsform der Erfindung erstellbare Dampfspaltanlage in stark vereinfachter, schematischer Teildarstellung.

- 20 Figuren 2A und 2B veranschaulichen jeweils eine gemäß einer Ausführungsform der Erfindung erstellbare Dampfspaltanlage ohne und mit entsprechenden Modulen in vereinfachter, schematischer Teildarstellung in Vorderansicht.

- 25 Figuren 3A und 3B veranschaulichen jeweils eine gemäß einer Ausführungsform der Erfindung erstellbare Dampfspaltanlage ohne und mit entsprechenden Modulen in vereinfachter, schematischer Teildarstellung in Seitenansicht.

Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen

- 30 In den Figuren sind einander baulich oder funktional entsprechende Elemente mit identischen Bezugszeichen angegeben und werden lediglich der Übersichtlichkeit halber nicht wiederholt erläutert.

In Figur 1 ist eine gemäß einer Ausführungsform der Erfindung erstellbare Dampfspaltanlage in stark vereinfachter, schematischer Teildarstellung veranschaulicht und insgesamt mit 100 bezeichnet.

- 5 Die in Figur 1 veranschaulichte Dampfspaltanlage 100 umfasst einen oder mehrere, hier mit einer verstärkten Linie veranschaulichte Spaltöfen 10. Nachfolgend ist lediglich der besseren Verständlichkeit halber von "einem" Spaltofen die Rede. Typische Dampfspaltanlagen 100 umfassen eine Reihe von entsprechenden Spaltöfen 10, die bei gleichen oder unterschiedlichen Bedingungen betrieben werden können. Ferner
10 können entsprechende Spaltöfen 10 die nachfolgend erläuterten Komponenten in Ein- oder Mehrzahl aufweisen.

- Der Spaltofen 10 umfasst eine hier insgesamt mit 11 angegebene Konvektionszone sowie eine hier insgesamt mit 12 angegebene Strahlungszone. In Ausgestaltungen
15 kann beispielsweise auch vorgesehen sein, einer Konvektionszone 11 mehrere Strahlungszonen 12 zuzuordnen.

- In der Konvektionszone 11 sind im dargestellten Beispiel mehrere Wärmetauscher 111 bis 115 angeordnet, die jeweils ebenfalls in abweichender Anordnung bzw.
20 Reihenfolge in der Konvektionszone 11 bereitgestellt sein können. Diese Wärmetauscher 111 bis 115 sind dabei typischerweise in Form von durch die Konvektionstone 11 geführten Rohrbündeln ausgebildet und werden von Rauchgas aus der Strahlungszone 12 umströmt.

- 25 Die Strahlungszone 12 wird im dargestellten Beispiel mittels mehrerer, hier nur teilweise gesondert bezeichneter, boden- und wandseitig angeordneter Brenner 121 beheizt. Auch eine rein bodenseitige Beheizung ist möglich.

- Im dargestellten Beispiel wird der Dampfspaltanlage 100 ein Kohlenwasserstoffe
30 enthaltender, gasförmiger oder flüssiger Einsatzstrom 101 zugeführt. Auch die Verwendung mehrerer Einsatzströme 101 ist möglich. Der Einsatzstrom 101 wird dabei zunächst in dem Wärmetauscher 111 vorgewärmt.

- Ferner wird ein Kesselspeisewasserstrom 102 durch die Konvektionszone 11 bzw. den
35 Wärmetauscher 112 geführt und vorgewärmt. Der Kesselspeisewasserstrom 102 wird

sodann in eine Dampftrommel 13 eingespeist. In dem Wärmetauscher 113 in der Konvektionszone 11 wird ein Prozessdampfstrom 103, der ebenfalls unter Verwendung der Dampftrommel 13 bereitgestellt werden kann, weiter erwärmt und mit dem Einsatzstrom 101 vereinigt.

5

Ein auf diese Weise gebildeter Sammelstrom 104 aus Einsatz und Dampf wird durch einen weiteren Wärmetauscher 115 in der Konvektionszone 11 geführt und sodann in typischerweise mehreren Spaltrohren 122 durch die Strahlungszone 12 geführt. Die Darstellung in Figur 1 ist dabei stark vereinfacht. Typischerweise wird ein

10 entsprechender Sammelstrom 104 auf eine Vielzahl von Spaltrohren 122 aufgeteilt und nach dem Durchlaufen der Strahlungszone 12 als Spaltgasstrom wieder in einer gemeinsamen Leitung zusammengefasst (nicht veranschaulicht).

Wie in Figur 1 ferner veranschaulicht, kann aus der Dampftrommel 13 ein Dampfstrom

15 105 entnommen und in einem weiteren Wärmetauscher 114 in der Konvektionszone 11 erhitzt werden, wodurch ein Hochdruckdampfstrom 106 erzeugt werden kann. Dieser kann in der Dampfspaltanlage 100 an geeigneter Stelle verwendet werden.

Aus der Strahlungszone 12 bzw. den Spaltrohren 122 ausgeführtes Spaltgas wird über

20 eine oder mehrere Transferleitungen 14 einem Quenchwärmetauscher 15 zugeführt und dort abgekühlt. Der Quenchwärmetauscher 15 stellt im dargestellten Beispiel einen primären Quenchwärmetauscher dar. Neben einem primären Quenchwärmetauscher 15 können auch sekundäre Quenchwärmetauscher vorhanden sein.

25 Abgekühltes Spaltgas wird über eine Leitung 16 weiteren Prozesseinheiten zugeführt, die hier nur stark schematisch mit 17 angegeben sind. Bei diesen weiteren Prozesseinheiten 17 kann es sich insbesondere um Prozesseinheiten zur Wäsche, Verdichtung und Fraktionierung des Spaltgases handeln.

30 Der Quenchwärmetauscher 15 wird im dargestellten Beispiel mit einem Wasserstrom 106 aus der Dampftrommel 13 beschickt. Ein in dem Quenchwärmetauscher 15 auf diese Weise gebildeter Dampfstrom 107 wird in die Dampftrommel 13 zurückgeführt.

Ein wesentlicher Aspekt eines gemäß einer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung

35 verwendeten Verfahrens zur Erstellung einer entsprechenden Dampfspaltanlage 100

besteht darin, zumindest einen Teil der Strahlungszone 12 zumindest mit den Spaltrohren 122 in Form eines oder mehrerer Ofenmodule bereitzustellen. Auch andere Komponenten können dabei entsprechend umfasst sein.

5 Ein entsprechendes Ofenmodul, das in Figur 1 strichpunktiert umfasst und insgesamt mit II bezeichnet ist, kann auch einen oder mehrere Quenchwärmetauscher 15 umfassen. Das oder die Ofenmodule II werden dabei im Rahmen der vorliegenden Erfindung bzw. einer entsprechenden Ausgestaltung, die zur Erstellung der Dampfspaltanlage 100 gemäß Figur 1 verwendet wird, an einem Vormontageort
10 vorgefertigt, an einen entsprechenden Erstellungsort transportiert, und am Erstellungsort zur Erstellung der Dampfspaltanlage 100 verwendet. Ein wesentlicher Aspekt der vorliegenden Erfindung besteht dabei darin, eine entsprechende Einheit bereits mit den Spaltrohren auszustatten und diese beispielsweise am Vormontageort einem Drucktest zu unterwerfen.

15 Wie in den nachfolgenden Figuren veranschaulicht, kann eine entsprechende Dampfspaltanlage 100 neben dem Ofenmodul II auch weitere Ofenmodule III-V aufweisen, sowie weitere modularisiert bereitgestellte Einheiten, die am Vormontageort oder an unterschiedlichen Vormontageorten als Modulsatz vorgefertigt und
20 anschließend an den Erstellungsort transportiert werden können.

In den Figuren 2A und 2B ist eine ebenfalls gemäß einer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung erstellbare Dampfspaltanlage in gegenüber der Figur 1 detaillierterer Darstellung veranschaulicht, jedoch ebenfalls mit 100 bezeichnet. Die
25 Figur 2A zeigt die Dampfspaltanlage 100 ohne die entsprechenden Module und die Figur 2B zeigt die Dampfspaltanlage 100 mit diesen. Die Module sind dabei durch Rechtecke, die die jeweils enthaltenen Komponenten abdecken, dargestellt.

Ein Ofenmodul, das bereits in Figur 1 veranschaulicht und dort stark vereinfacht
30 gezeigt und mit II bezeichnet ist, ist auch hier vorgesehen. Ferner umfasst die Dampfspaltanlage gemäß den Figuren 2A und 2B weitere, hier mit III-V bezeichnete Ofenmodule. Die Ofenmodule II-V bilden dabei die gesamte Strahlungszone eines Spaltofens der Dampfspaltanlage 100 der Figuren 2A und 2B.

Als weiteres Modul, das bei der Erstellung der Dampfspaltanlage 100 gemäß den Figuren 2A und 2B verwendet wird, ist ein Ofenbodenmodul I, das insbesondere eine Bodeninnenisolierung bzw. Brenner oder vorbereitende Komponenten zur Anbringung von Brennern umfassen kann.

5

Ferner ist in den Figuren 2A und 2B ein Zugangsmodul VI mit einem unteren Teil eines Treppenhauses, ein weiteres Zugangsmodul VII mit einem oberen Teil eines Treppenhauses, ein unteres Verrohrungsträgermodul VIII, ein oberes Verrohrungsträgermodul IX, ein Speiseleitungsmodul X, ein Hochdruckleitungsmodul Xa sowie ein Ableitungsmodul XI veranschaulicht. Die Figuren 2A und 2B zeigen ferner weitere Module XX, XXI und XXII, die in zur Ableitung von Rauchgasen bzw. Produktströmen verwendet werden können.

10

In den Figuren 3A und 3B ist die bereits in den Figuren 2A und 2B veranschaulichte Dampfspaltanlage nochmals in Seitenansicht dargestellt. Die Erläuterungen zu den Figuren 2A und 2B gelten in entsprechender Weise, wobei hier weitere Module veranschaulicht, jedoch nicht gesondert erläutert sind. Die bereits zuvor erläuterten Module sind ebenfalls teilweise veranschaulicht, jedoch aufgrund der abweichenden Darstellung zum Teil verdeckt.

20

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erstellung einer Dampfspaltanlage (100), wobei die Dampfspaltanlage (100) einen Spaltofen (10) mit einer Konvektionszone (11) und einer Strahlungszone (12) aufweist und wobei durch die Strahlungszone (12)
5 Spaltrohre (122) geführt und über eine oder mehrere Transferleitungen (14) mit einem oder mit mehreren Quenchwärmetauschern (15) verbunden werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Teil der Strahlungszone (12) in Form eines oder mehrerer Ofenmodule (II–V) mit den Spaltrohren (122) an einem Vormontageort vorgefertigt wird, wobei das oder die Ofenmodule (II–V) an einen
10 Erstellungsort transportiert und an dem Erstellungsort zur Erstellung der Dampfspaltanlage (100) verwendet wird oder werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das oder die Ofenmodule (II–V) ferner mit dem oder den Quenchwärmetauschern (15) vorgefertigt wird oder werden.
15
3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem das oder die Ofenmodule (II–V) mit mehreren Quenchwärmetauschern (15) vorgefertigt wird oder werden, wobei die mehreren Quenchwärmetauscher (15) einen oder mehrere primäre Quenchwärmetauscher und einen oder mehrere sekundäre Quenchwärmetauscher umfassen.
20
4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem der oder zumindest einer der mehreren Quenchwärmetauscher (15) als Wärmetauscher ausgebildet ist, in dem mehrere Rohrleitungen (141) durch einen mit Wasser oder Dampf durchströmten Kühlraum geführt sind.
25
5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem das oder die Ofenmodule (II–V) an dem Vorfertigungsort einem oder mehreren Funktionstests unterworfen wird oder werden.
- 30 6. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem der eine oder die mehreren Funktionstests zumindest einen Drucktest umfassen.
7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem das oder die Ofenmodule ferner mit einer Außenisolierung, einer Bodeninnenisolierung, mit

Instrumentierungs- und/oder Elektrikbauteilen und/oder deren Verbindungen vorgefertigt wird oder werden.

- 5 8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem ferner ein oder mehrere weitere Module (VI–XI) an dem Vorfertigungsort oder einem weiteren Vorfertigungsort vorgefertigt werden.
- 10 9. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem das oder die weiteren Module (VI–XI) ein oder mehrere Ofenbodenmodule (I), Zugangsmodule (VI, VII), Verrohrungsträgermodule (VIII, IX), Speiseleitungsmodule (X), Hochdruckleitungsmodule (Xa) und/oder Ableitungsmodule (XI) umfassen.
- 15 10. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem das oder die Ofenmodule (II–V) auf Grundlage einer Dimensions- und/oder Gewichtsvorgabe vorgefertigt werden.
- 20 11. Modulsatz zur Erstellung einer Dampfspaltanlage (100), wobei die Dampfspaltanlage (100) einen Spaltofen (10) mit einer Konvektionszone (11) und einer Strahlungszone (12) aufweist und wobei durch die Strahlungszone (12) Spaltrohre (122) geführt und über eine oder mehrere Transferleitungen (14) mit einem oder mit mehreren Quenchwärmetauschern (15) verbunden werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Modulsatz ein oder mehrere Ofenmodule (II–V) mit den Spaltrohren (122) umfasst, wobei das oder die Ofenmodule (II–V) an den Erstellungsort transportierbar und an dem Erstellungsort zur Erstellung der Dampfspaltanlage (100) verwendbar ist oder sind.
- 25 12. Modulsatz nach Anspruch 11, der ferner ein oder mehrere weitere Module (VI–XI), umfassend ein oder mehrere Ofenbodenmodule (I), Zugangsmodule (VI, VII), Verrohrungsträgermodule (VIII, IX), Speiseleitungsmodule (X), Hochdruckleitungsmodule (Xa) und/oder Ableitungsmodule (XI) aufweist.
- 30

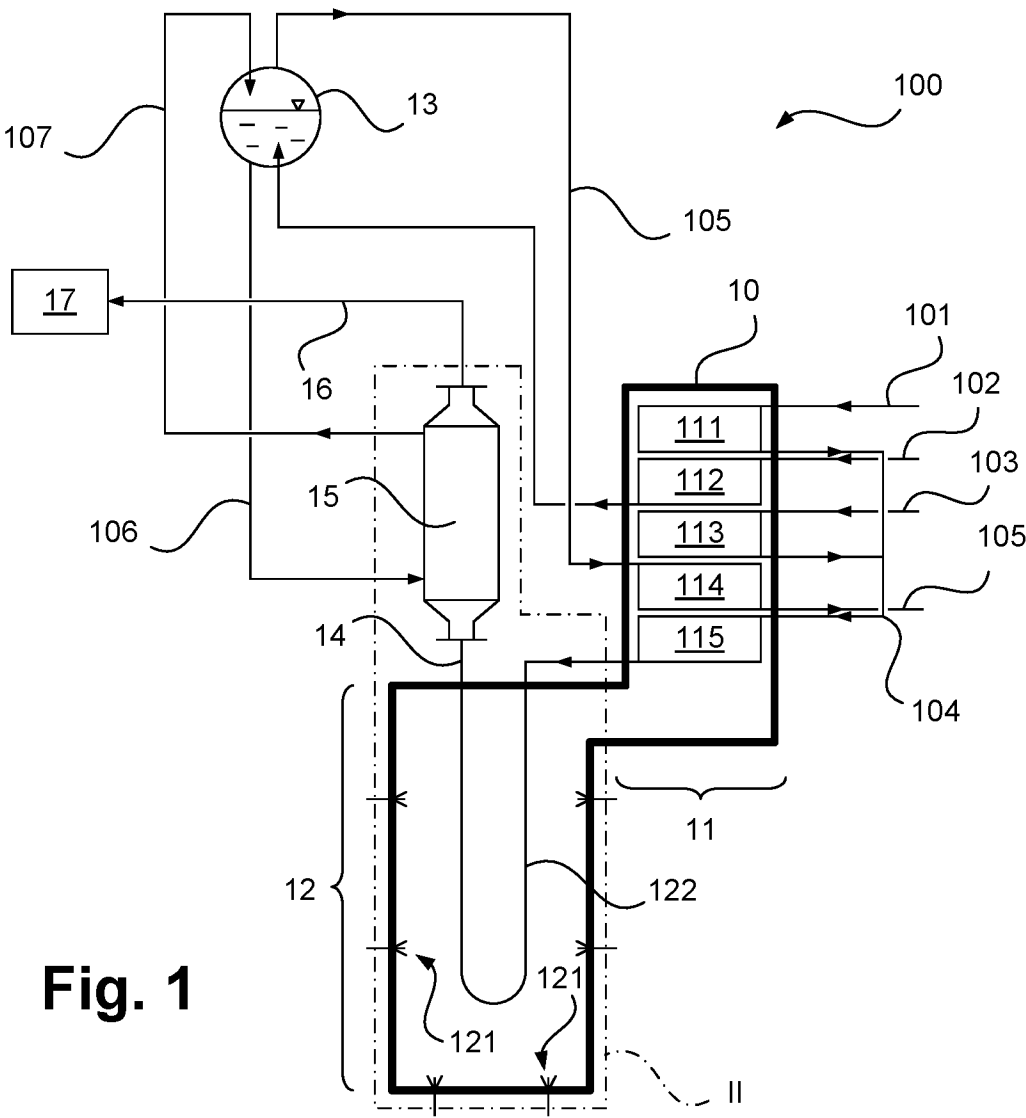


Fig. 1

2/5

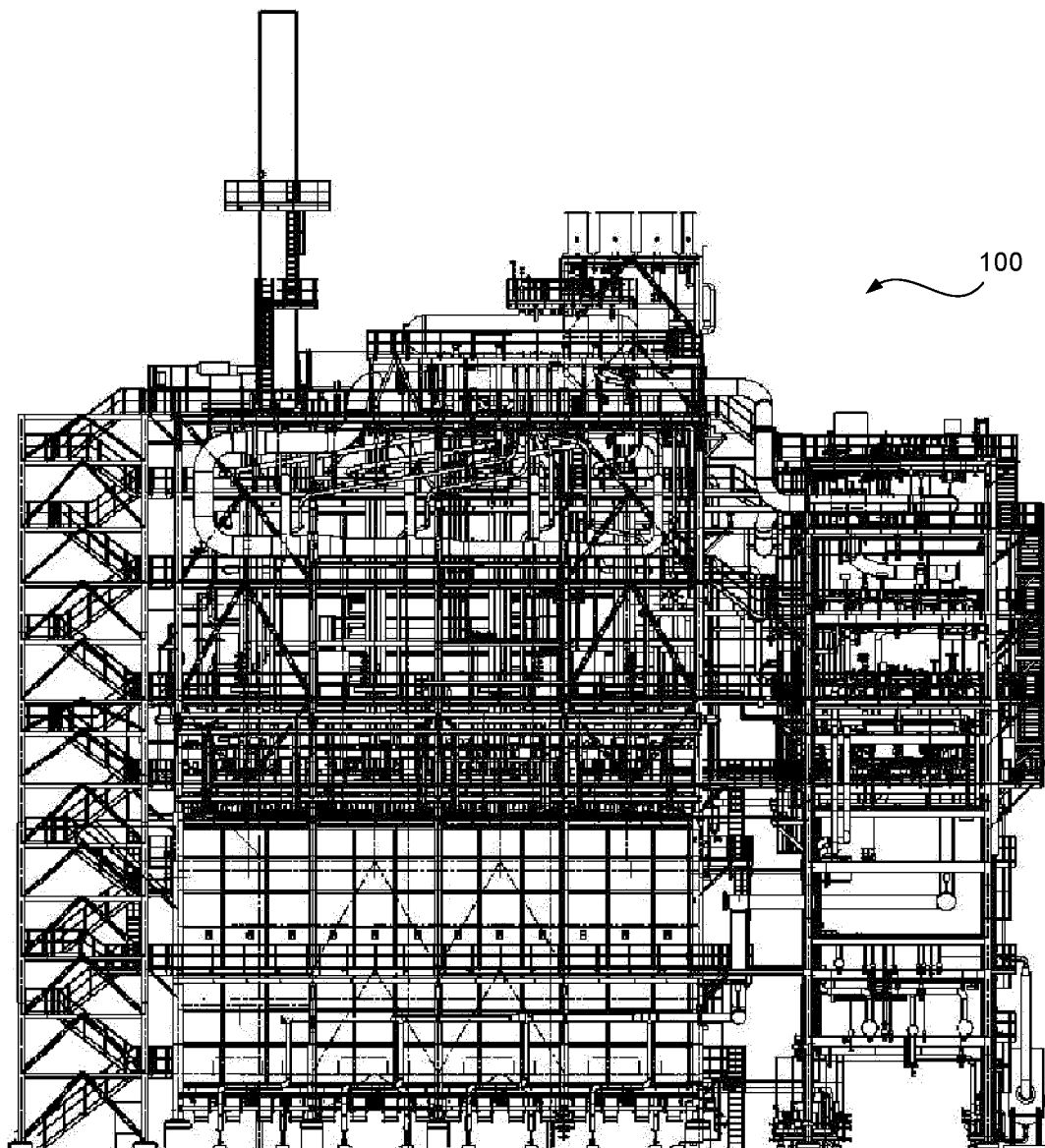


Fig. 2A

3/5

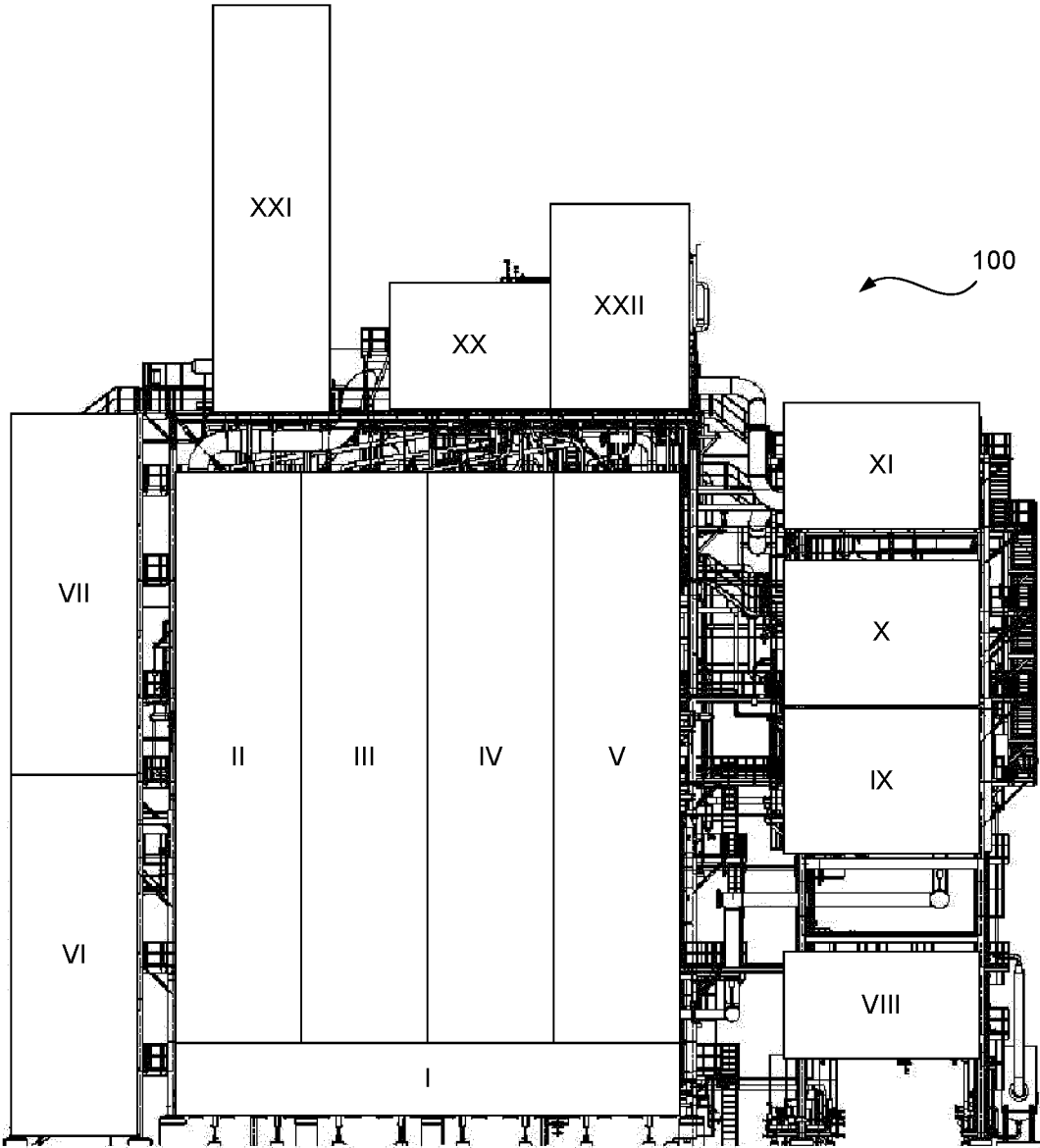


Fig. 2B

4/5

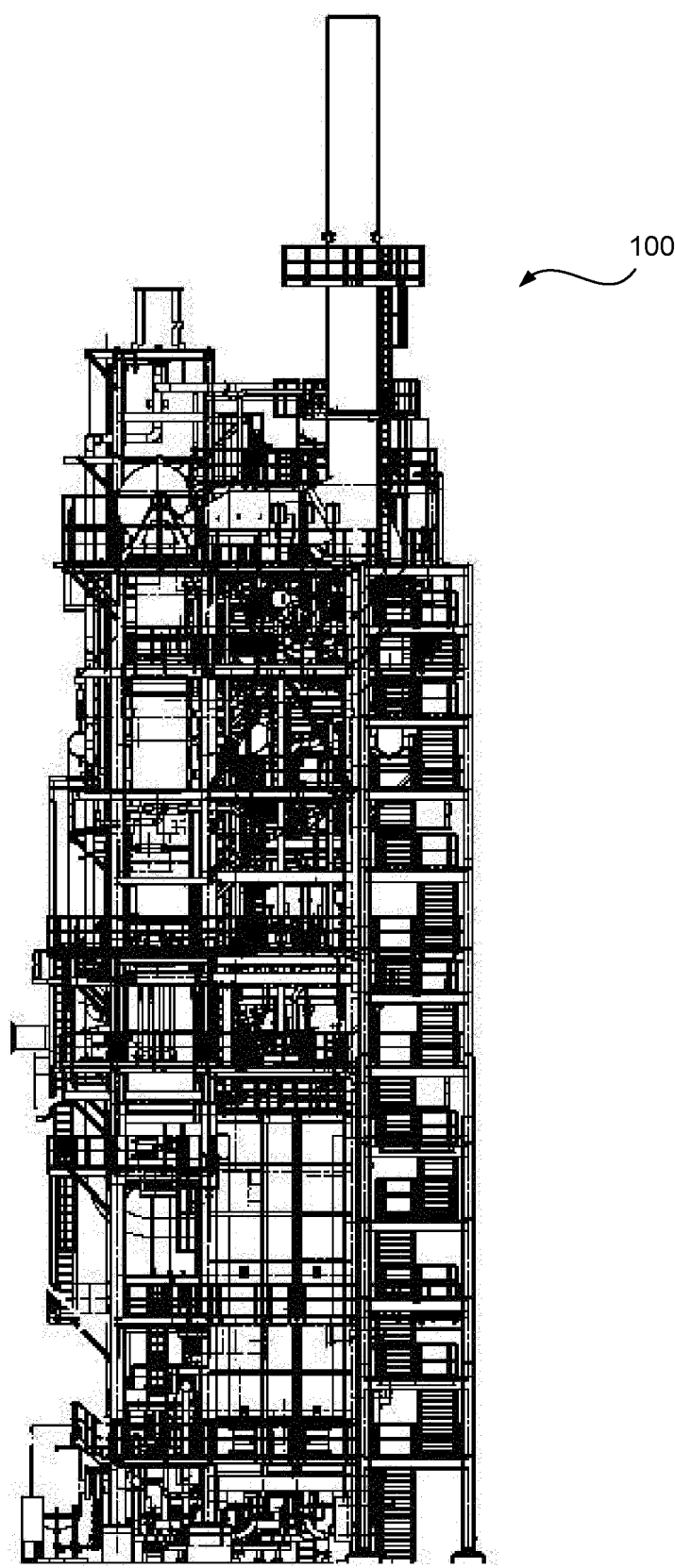


Fig. 3A

5/5

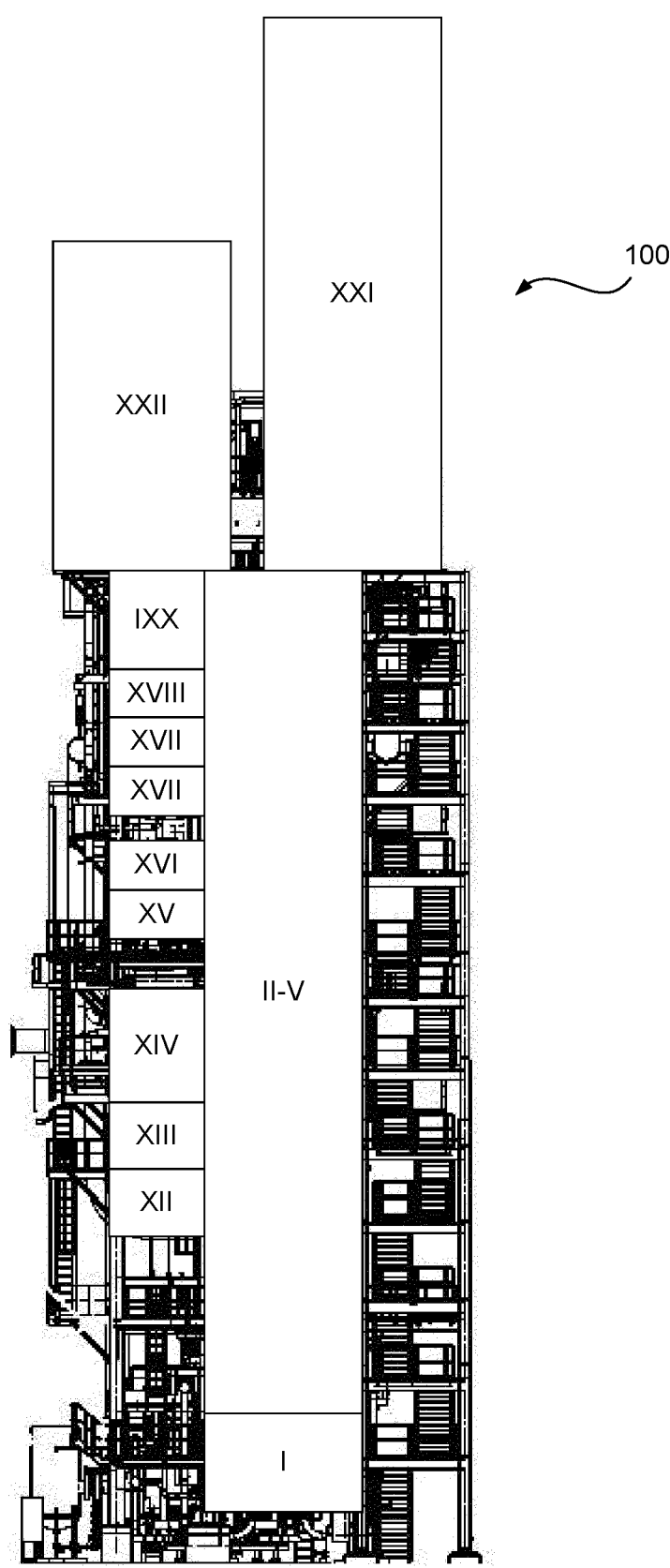


Fig. 3B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/025126

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*C10G 9/20*(2006.01)i; *C10G 9/36*(2006.01)i

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)

C10G

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 practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6237545 B1 (BARNETT DANIEL [US] ET AL) 29 May 2001 (2001-05-29) column 6, lines 26-40; figures 1-3	11,12
Y	Heinz Zimmermann ET AL. "Ethylene" In: Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Weinheim, : Wiley-VCH Verlag , 15 April 2009 (2009-04-15), ISBN: 978-3-52-730673-2. XP055007506 page 6; figure 4	1-10
Y	Sulogna Roy. "Consider Modular Plant Design" CEP, May 2017 (2017-05), pages 28-31, Retrieved from the Internet: https://www.zeton.com/wp-content/uploads/2019/10/A_ICHE-SR-Consider-Modular-Plant-Design-20170528.pdf [retrieved on 2020-05-14] XP055695622 page 28 - page 29	1-10
A	US 2017159305 A1 (HANEY FRED [CA] ET AL) 08 June 2017 (2017-06-08) paragraphs [0004], [0006], [0009], [0011]	1-12

☐ 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 application or patent 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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 May 2020

Date of mailing of the international search report

29 May 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Galleiske, Anke

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/025126

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US	6237545	B1	29 May 2001	NONE	
US	2017159305	A1	08 June 2017	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. C10G9/20 C10G9/36
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 C10G

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, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 237 545 B1 (BARNETT DANIEL [US] ET AL) 29. Mai 2001 (2001-05-29) Spalte 6, Zeilen 26-40; Abbildungen 1-3 -----	11,12
Y	Heinz Zimmermann ET AL: "Ethylene" In: "Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry", 15. April 2009 (2009-04-15), Wiley-VCH Verlag, Weinheim, XP055007506, ISBN: 978-3-52-730673-2 DOI: 10.1002/14356007.a10_045.pub3, Seite 6; Abbildung 4 ----- -/-	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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 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

15. Mai 2020

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

29/05/2020

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

Galleiske, Anke

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	Sulogna Roy: "Consider Modular Plant Design", CEP, Mai 2017 (2017-05), Seiten 28-31, XP055695622, Gefunden im Internet: URL:https://www.zeton.com/wp-content/uploads/2019/10/AICHE-SR-Consider-Modular-Plant-Design-20170528.pdf [gefunden am 2020-05-14] Seite 28 - Seite 29 -----	1-10
A	US 2017/159305 A1 (HANEY FRED [CA] ET AL) 8. Juni 2017 (2017-06-08) Absätze [0004], [0006], [0009], [0011] -----	1-12

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/025126

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6237545	B1	29-05-2001	KEINE
US 2017159305	A1	08-06-2017	KEINE