

(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
13. Oktober 2011 (13.10.2011)

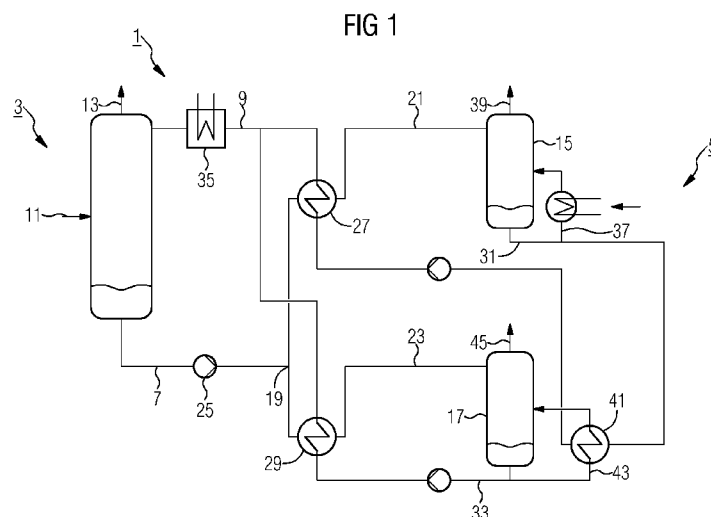
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/124425 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
B01D 53/96 (2006.01) *F23J 15/00* (2006.01)
B01D 53/14 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/053032
- (22) Internationales Anmeldedatum:
1. März 2011 (01.03.2011)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
102010003676.5 7. April 2010 (07.04.2010) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **PIEPER, Norbert** [DE/DE]; Steinstr. 61, 47178 Duisburg (DE).
SCHRAMM, Henning [DE/DE]; Oppenheimer Landstraße 41, 60596 Frankfurt am Main (DE).
WECHSUNG, Michael [DE/DE]; Wittekindstraße 20, 45470 Mülheim an der Ruhr (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**; 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, MZ, 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).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SEPARATING DEVICE FOR CO₂ AND POWER PLANT

(54) Bezeichnung : ABSCHIEDEVORRICHTUNG FÜR CO₂ UND KRAFTWERK



(57) Abstract: The invention relates to a separating device (1) for CO₂, comprising an absorption unit (3) and a desorption unit (5), wherein the absorption unit (3) has a discharge line (7) and a supply line (9) for an absorption medium and wherein the desorption unit (5) comprises a plurality of desorbers (15, 17) connected between the discharge line (7) and the supply line (9). According to the invention, the desorbers (15, 17) are fluidically connected in parallel and thermally connected in series. The invention further relates to a power plant (51) having such a separating device (1). Process vapor taken from an over-current line (73, 77) can be used directly for the separating device (1). The efficiency of a power plant (51) having such a separating device (1) is relatively high.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2011/124425 A1



Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Es wird eine Abscheidevorrichtung (1) für CO₂ angegeben, umfassend eine Absorptionseinheit (3) sowie eine Desorptionseinheit (5), wobei die Absorptionseinheit (3) eine Abführleitung (7) und eine Zuführleitung (9) für ein Absorptionsmedium aufweist, und wobei die Desorptionseinheit (5) eine Mehrzahl von zwischen die Abführleitung (7) und die Zuführleitung (9) geschalteten Desorbern (15, 17) umfasst. Dabei ist vorgesehen, dass die Desorber (15, 17) strömungstechnisch parallel und wärmetechnisch in Serie geschaltet sind. Weiter ist ein Kraftwerk (51) mit einer derartigen Abscheidevorrichtung (1) angegeben. Für die Abscheidevorrichtung (1) kann aus einer Überströmleitung (73, 77) entnommener Prozessdampf unmittelbar verwendet werden. Der Wirkungsgrad eines Kraftwerks (51) mit einer solchen Abscheidevorrichtung (1) ist vergleichsweise hoch.

Beschreibung

Abscheidevorrichtung für CO₂ und Kraftwerk

5 Die Erfindung betrifft eine Abscheidevorrichtung für CO₂, umfassend eine Absorptionseinheit sowie eine Desorptionseinheit, wobei die Absorptionseinheit eine Abführleitung und eine Zuführleitung für ein Absorptionsmedium aufweist, und
10 Abführleitung und die Zuführleitung geschalteten Desorbern umfasst. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Kraftwerk mit einer solchen Abscheidevorrichtung.

Die Erfindung beschäftigt sich dabei mit dem Problem, die
15 CO₂-Emission eines Dampfkraftwerks durch Einbindung einer Absorptionseinheit zu verringern, wobei der Gesamtwirkungsgrad möglichst hoch bleiben soll.

Vor dem Hintergrund der klimatischen Veränderungen ist es ein
20 globales Ziel, die Emission von Schadstoffen in die Atmosphäre zu verringern. Dies gilt insbesondere für die Emission von CO₂, welches sich in der Atmosphäre ansammelt und die Wärmeabstrahlung der Erde behindert. Das führt durch den Treibhauseffekt zu einer Erhöhung der Erdoberflächentemperatur.
25

Besonders bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe in einem Kraftwerk wird ein kohlendioxidhaltiges Abgas erzeugt. Die Minimierung von emittiertem CO₂ kann hier durch die Abtrennung aus dem Abgas erreicht werden. Durch einen nachgeschalteten Absorptionsprozess in einer Abscheidevorrichtung kann
30 das Abgas von CO₂ gereinigt werden.

Dazu wird das CO₂ üblicherweise durch einen Absorptions-Desorptions-Prozess mittels eines geeigneten Absorptionsmediums
35 aus dem Abgas herausgewaschen. Das Abgas wird in einer Absorptionseinheit mit dem Absorptionsmedium in Kontakt gebracht und dort absorbiert bzw. reversibel gebunden. Das ge-

reinigte Abgas wird aus der Absorptionseinheit ausgelassen, wohingegen das mit CO₂ beladene Absorptionsmedium zur Abtrennung des CO₂ und zur Regenerierung des Absorptionsmediums unter Temperaturerhöhung in eine Desorptionseinheit geleitet wird. Die Abtrennung in der Desorptionseinheit erfolgt üblicherweise thermisch, das heißt, das CO₂ wird durch Zufuhr von Wärme desorbiert und ausgetrieben. Das CO₂ wird schließlich mehrstufig verdichtet und gekühlt und einer Lagerung oder Verwertung zugeführt. Das regenerierte Lösungsmittel wird zurück zur Absorptionseinheit geleitet, wo es erneut zur Absorption von CO₂ zur Verfügung steht.

In einem Dampfkraftwerk wird insbesondere die Wärme von ausgekoppeltem Prozessdampf zur Regenerierung des Absorptionsmediums genutzt. Dabei werden große Wärmemengen bei einem niedrigen Temperaturniveau benötigt. Die Wärme wird hierzu unter Kondensation übertragen. Die benötigte Wärme kann beispielsweise durch eine Dampfentnahme aus einer Überströmleitung zwischen zwei Teilturbinen des Kraftwerks, insbesondere zwischen einer Mitteldruck- und einer Niederdruckturbine, zur Verfügung gestellt werden. Der Druck ist in diesem Fall in der Regel höher als der, der geforderten Kondensationstemperatur entsprechende, Sattdampfdruck. Daher muss der Entnahmemassenstrom verlustbehaftet gedrosselt werden. Dies ist jedoch mit erheblichen thermodynamischen Verlusten verbunden, was zu einer unerwünschten Wirkungsgradverschlechterung des Kraftwerks führt.

Eine Anpassung des Druckniveaus auf Turbinenseite ist zwar möglich, jedoch mit erheblichen technischen Anpassungen verbunden. Eine Anhebung des Druckniveaus und somit des Temperaturniveaus im Desorber führt erneut zu einer Verschlechterung des Wirkungsgrades.

Aus der WO 2009/118274 A1 ist eine Abscheidevorrichtung der eingangs genannten Art als Teil eines fossil befeuerten Kraftwerks bekannt. Hierbei wird eine mehrstufige Regenerierung des Absorptionsmediums mittels zweier strömungstechnisch

in Serie geschalteten Desorbern vorgeschlagen. Zur Regenerierung strömt das Absorptionsmedium von einem ersten in einen zweiten Desorber und von dort aus wieder in den Absorber zurück.

5

Es ist demnach eine erste Aufgabe der Erfindung, eine Abscheidevorrichtung für CO₂ anzugeben, welche eine einfache und effiziente Möglichkeit bietet, Prozessdampf auf einem hohen Druckniveau zur Regenerierung des Absorptionsmediums nutzbar zu machen.

10

Eine zweite Aufgabe ist es, ein Kraftwerk mit einer vorgenannten Abscheidevorrichtung anzugeben, welches einen möglichst hohen Gesamtwirkungsgrad aufweist.

15

Die erste Aufgabe der Erfindung wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Abscheidevorrichtung mit der Merkmalskombination gemäß Anspruch 1.

20

Demnach umfasst die Abscheidevorrichtung für CO₂ eine Absorptionseinheit sowie eine Desorptionseinheit, wobei die Absorptionseinheit eine Abführleitung und eine Zuführleitung für ein Absorptionsmedium aufweist, und wobei die Desorptionseinheit eine Mehrzahl von zwischen die Abführleitung und die Zuführleitung geschalteten Desorbern umfasst. Hierbei ist vorgesehen, die Desorber strömungstechnisch parallel zu schalten und wärmetechnisch in Serie zu koppeln.

25

Die Erfindung berücksichtigt dabei, dass der in einem Dampfkraftwerk verfügbare Prozessdampf auf seinem Druckniveau belassen werden kann, wenn eine Abscheidevorrichtung mit einer Mehrzahl von Desorbern verwendet wird, die wärmetechnisch in Serie gekoppelt sind. Dadurch kann der erste Desorber in seinem Temperaturniveau dem verfügbaren Prozessdampfdruck angeglichen werden. Die überschüssige Wärme aus dem ersten Desorber wird jedoch zur Desorption an den nachgeschalteten Desorber abgegeben, so dass die Wärme innerhalb des Systems verbleibt bzw. genutzt wird. Mit anderen Worten wird durch

30

35

diese Kopplung die nach einem ersten Desorptionsprozess auf einem hohen Temperaturniveau im regenerierten Absorptionsmedium noch verbleibende überschüssige Energie für einen sich anschließenden Desorptionsprozess auf einem niedrigeren Temperaturniveau verwendet. Die überschüssige Energie wird nicht ungenutzt an die Umgebung abgegeben.

Durch die Nutzung einer derartigen Abscheidevorrichtung wird es also möglich, höherwertigen Prozessdampf für die Abscheidung von CO₂ nutzbar zu machen, ohne dabei den Gesamtwirkungsgrad eines Kraftwerks unnötig weiter zu verringern.

Die Desorber sind dazu strömungstechnisch parallel zueinander geschaltet. Dies ermöglicht es, das Druck- und Temperaturniveau der einzelnen Desorber unabhängig voneinander einzustellen, so dass die Wärme in jedem einzelnen Desorber möglichst optimal zur Regenerierung des Absorptionsmediums ausgenutzt werden kann.

Insbesondere sind die Desorber dabei strömungstechnisch seitlich parallel geschaltet und wärmetechnisch heizseitig in Serie gekoppelt. Mit anderen Worten teilt sich die Zuführung des beladenen Absorptionsmittels auf die Desorber auf, während die Abzugsseiten der Desorber wärmetechnisch in Serie miteinander gekoppelt sind.

Der Prozessdampf, der insbesondere nach der Entnahme aus einer Überströmleitung zwischen Teilturbinen eine vorgegebene Temperatur und einen vorgegebenen Druck aufweist, muss vor der Weiterleitung an die Abscheidevorrichtung nicht gedrosselt werden, um eine gegenüber der Entnahme erniedrigte Kondensations-Temperatur zu erreichen. Der entnommene Prozessdampf wird unmittelbar für die Desorptionseinheit verwendet.

In der Absorptionseinheit wird das Absorptionsmedium durch Reaktion und/oder Lösung und/oder Absorption des CO₂ mit diesem angereichert. Die aus der Absorptionseinheit entnommene CO₂-reiche Lösung wird über die Abführleitung auf eine Anzahl

von Desorbern aufgeteilt, die auf unterschiedlichen Druck- und Temperaturniveaus betrieben werden können. Die Wärme wird hierbei dem wärmetechnisch ersten Desorber insbesondere aus entnommenem Prozessdampf bereitgestellt. Das Druckniveau in
5 den Desorbern kann entsprechend über Pumpen, Verdichter oder Kompressoren eingestellt werden.

Die Desorptionseinheit umfasst bevorzugt zwei wärmetechnisch in Serie geschaltete Desorber. Von der Erfindung ist jedoch
10 auch eine entsprechende Aneinanderreihung von drei und mehr Desorbern umfasst.

Vorteilhafterweise sind die Abzugsleitung der Desorber strömungstechnisch jeweils mit der Zuführleitung der Absorptions-
15 einheit verbunden, wobei die Abzugsleitung eines wärmetechnisch vorgeschalteten jeweils ersten Desorbers jeweils mit einem nachfolgenden zweiten bzw. nächsten Desorber wärmetechnisch gekoppelt ist. Zur Wärmeübertragung auf den zweiten Desorber wird beispielsweise ein geeigneter Wärmetauscher
20 verwendet. Dieser Wärmetauscher nutzt die Abwärme in der Abzugsleitung des ersten Desorbers, um das Absorptionsmedium im zweiten Desorber auf das zur Regenerierung dort benötigte Temperaturniveau anzuheben.

25 Zweckmäßigerweise ist die Abzugsleitung des ersten Desorbers zum Wärmeübertrag auf den zweiten Desorber über eine insbesondere aus der Abzugsleitung des zweiten Desorbers abgezweigte Rückführungsleitung geführt, um das hierin in den Desorber rückgeführte Absorptionsmedium zu erwärmen. Man
30 spricht dabei auch von einem sogenannten Naturumlaufverfahren. Die Rückführungsleitung kann dabei auch separat aus der Abzugsseite des Desorbers herausgeführt sein.

In einer bevorzugten weiteren Ausgestaltung sind die wärmetechnisch hintereinander geschalteten Desorber jeweils für
35 ein gegenüber dem vorgeschalteten Desorber verringertes Druckniveau ausgelegt. Dadurch kann die Abwärme in einer Kaskade abnehmender Temperatur mehrfach nacheinander optimal ge-

nutzt werden. Die dem ersten Desorber entnommene Restwärme wird an den zweiten Desorber weitergeleitet, der durch Druckabsenkung ein niedrigeres Temperaturniveau zur Regenerierung aufweist.

5

Bevorzugt ist die Abführleitung der Absorptionseinheit in die Zuführleitung der Desorber verzweigt. Das mit CO₂ beladene Absorptionsmedium wird somit auf die jeweiligen Desorber auf-
teilt. Das aufgeteilte Absorptionsmedium wird in den ver-
10 schiedenen Desorbern parallel auf unterschiedlichem Druck- und somit Temperaturniveau regeneriert. Das Absorptionsmedium strömt nach Regenerierung aus den einzelnen Teildesorbern zurück in den Absorber. In der gemeinsamen Zuführleitung der Absorptionseinheit kann das rückströmende Absorptionsmedium
15 effektiv mittels eines entsprechenden Wärmetauschers aus einem Kühlkreislauf wieder auf die zur Absorption benötigte Temperatur abgekühlt werden.

Bevorzugt sind weiter die jeweiligen Abzugsleitungen der
20 Desorber wärmetechnisch mit den jeweiligen Zuführleitungen gekoppelt. Hierdurch wird die nach der Desorption des CO₂ noch im Absorptionsmedium vorhandene Abwärme genutzt, um das zugeführte Absorptionsmedium bereits vorzuwärmen.

25 In einer weiter vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist eine Rückführungsleitung aus der Abzugsseite in den ersten Desorber zurückgeführt, wobei diese wärmetechnisch mit Prozessdampf eines Dampfkraftwerks koppelbar ist. Dazu ist insbesondere ein Wärmetauscher vorgesehen, der das durch die
30 Rückführungsleitung in den ersten Desorber zurück geführte Absorptionsmedium mittels Heizdampf erwärmt. Heizdampf kann dabei grundsätzlich einer beliebigen Stelle der Expansion in einer Dampfturbine entnommen werden. Wegen der großen benötigten Dampfmengen wird als Heizdampf bevorzugt Prozessdampf
35 aus einer Überströmleitung zwischen zwei Teilturbinen verwendet.

Zweckmäßigerweise ist das Absorptionsmedium ein Fluid. Hierbei werden bevorzugt Flüssigkeiten wie wässrige Ammoniumsalzlösungen oder Aminosäuresalzlösungen verwendet. Grundsätzlich sind auch andere Flüssigkeiten wie beispielsweise wässrige Ammoniak-Lösungen, Amin-Lösungen wie Monoethanolamin (MEA) oder gasförmige Fluide denkbar.

Die zweite Aufgabe der Erfindung wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Kraftwerk mit der Merkmalskombination gemäß Anspruch 8.

Demnach umfasst das Kraftwerk eine Dampfturbine mit einer Anzahl von Teilturbinen, die jeweils von Dampf durchströmbar sind, sowie eine Überströmleitung, die zwischen zwei Teilturbinen angeordnet ist. An die Überströmleitung ist eine Anzapfleitung zur Entnahme von Prozessdampf angeschlossen, die wärmetechnisch mit einer Abscheidevorrichtung der vorbeschriebenen Art gekoppelt ist.

Üblicherweise liegen die Drücke in einer Überströmleitung zwischen Mittel- und Niederdruckturbinen zwischen 4 und 8 bar. Je nach Absorptionsmedium und Druckzustand im Desorber kann der für eine herkömmliche Abscheidevorrichtung erforderliche Druck des zu verwendenden Prozessdampfes variieren und deutlich darunter liegen. Bei wässrigen Lösungen und bei Atmosphärendruck liegt er beispielsweise zwischen 2 und 2,5 bar. Die notwendig werdende Anpassung des Druckniveaus des Prozessdampfes führt zu den eingangs erwähnten unnötigen thermodynamischen Verlusten.

Für die vorbeschriebene Abscheidevorrichtung mit einer Mehrzahl von parallel geschalteten und miteinander wärmetechnisch gekoppelten Desorbern kann jedoch der Prozessdampf direkt aus der Überstromleitung zwischen Mitteldruck- und Niederdruckteilturbinen verwendet werden. Eine Drosselung auf ein niedrigeres Druckniveau und ein damit verbundener Verlust an nutzbarer Energie (= Exergie) sind nicht nötig. Dementsprechend kann der Gesamtwirkungsgrad des Kraftwerks hoch gehalten

ten werden. Für neu ausgelegte Kraftwerke kann weiterhin auf konventionelle Mitteldruckturbinen in zweischaliger Bauweise zurückgegriffen werden.

- 5 Das Dampfkraftwerk kann mit einem befeuerten Kessel zur Dampferzeugung oder auch als ein Gas- und Dampf-Kombikraftwerk (GuD-Kraftwerk) ausgebildet sein.

10 Die Teilturbinen können jeweils für unterschiedliche Drücke ausgelegt sein. Hierbei sind beispielsweise Hochdruck (HD)-, Mitteldruck(HD)- und Niederdruck (MD)- Teilturbinen üblich. Es ist ebenso möglich, dass eine Dampfturbine mehrere Teilturbinen aufweist, die für die gleichen Drücke ausgelegt sind. Für die Ankopplung der Abscheidevorrichtung wird bevor-
15 zugt Prozessdampf über eine Anzapfleitung zugeführt, die an eine Überströmleitung zwischen den Mitteldruck- und Niederdruckteilturbinen angeschlossen ist.

Die für die Abscheidevorrichtung genannten Vorteile können
20 weiter sinngemäß auf das Kraftwerk übertragen werden.

Im Folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen:

25 FIG 1 eine Abscheidevorrichtung mit einer Absorptionseinheit und einer Desorptionseinheit zur Abtrennung von CO₂ aus einem Abgas, und

FIG 2 schematisch ein Dampfkraftwerk mit einer Anzahl von
30 Teilturbinen und einer Abscheidevorrichtung gemäß FIG 1.

Die gleichen Komponenten in den Figuren erhalten die gleichen Bezugszeichen.

35

In FIG 1 ist eine Abscheidevorrichtung für CO₂ gezeigt .Die Abscheidevorrichtung 1 weist eine Absorptionseinheit 3 und

eine Desorptionseinheit 5 auf, die miteinander strömungstechnisch verbunden sind.

Die Absorptionseinheit 3 dient der Aufnahme von CO₂ aus einem Abgas, wohingegen in der Desorptionseinheit 5 das CO₂ wieder ausgetrieben und schließlich einer Lagerung oder Verwertung zugeführt wird. Das Abgas wird hierzu in der Absorptionseinheit 3 mit einem Absorptionsmedium in Kontakt gebracht und dort reversibel gebunden. Das gereinigte Abgas wird aus der Absorptionseinheit 3 ausgelassen und das mit CO₂ beladene Absorptionsmedium wird zur Abtrennung des Kohlendioxids und Regenerierung des Absorptionsmediums unter Temperaturerhöhung der Desorptionseinheit 5 zugeführt. Die Abtrennung in der Desorptionseinheit 5 erfolgt thermisch.

Die Absorptionseinheit 3 weist eine Abführleitung 7 und eine Zuführleitung 9 auf, über die das in der Absorptionseinheit 3 befindliche Absorptionsmedium der Absorptionseinheit 3 abgeführt bzw. dieser zugeführt werden kann. Das Absorptionsmedium ist vorliegend eine wässrige Aminosalzlösung, die eine Temperatur von 50 °C hat. Weiterhin weist die Absorptionseinheit 3 einen Einlass 11 für Rauchgas und einen Auslass 13 für das gereinigte Abgas auf. Nach Art einer Kolonne wäscht das ankommende, flüssige Absorptionsmedium in Gegenstromrichtung aus dem aufsteigenden Rauchgas CO₂ aus.

Zur Desorption des Kohlendioxids hat die Desorptionseinheit 5 einen ersten und einen zweiten Desorber 15, 17. Zur Zuführung von beladenem Absorptionsmedium sind beide Desorber 15, 17 strömungstechnisch mit der Abführleitung 7 der Absorptionseinheit 3 verbunden. Dazu weist die Abführleitung 7 einen Abzweigpunkt 19 auf, an welchem das Absorptionsmedium über Zuführleitungen 21, 23 auf die beiden Desorber 15, 17 aufgeteilt wird. Hierzu ist eine Pumpe 25 vorgesehen, die das Absorptionsmedium in Richtung der Desorber 15, 17 pumpt.

In die Zuführleitungen 21, 23 ist jeweils ein Wärmetauscher 27, 29 geschaltet. Über die Wärmetauscher 27, 29 nimmt das

Absorptionsmedium, welches über die Abführleitung 7 aus der Absorptionseinheit 3 zu den Desorbern 15, 17 strömt, Restwärme des CO₂-armen Absorptionsmediums auf, welches von den Desorbern 15, 17 über die Zuführleitung 9 zur Absorptionseinheit 3 zurückströmt. Dazu weisen beide Desorber 15, 17 jeweils eine Abzugsleitung 31, 33 auf, die die Desorber 15, 17 unter Durchströmung der Wärmetauscher 27, 29 strömungstechnisch mit der Zuführleitung 7 der Absorptionseinheit 3 verbindet.

Die Desorber 15, 17 sind somit strömungstechnisch parallel geschaltet. Vorliegend wird der erste Desorber 15 bei einem Druck von 3 bar und der zweite Desorber 17 bei 1 bar betrieben.

Das Absorptionsmedium wird nach der Zusammenführung aus beiden Teilströmen in der Zuführleitung 9 über einen Kühler 35, der an einen Kühlkreislauf angeschlossen ist, von 60 °C auf etwa 40 °C abgekühlt und in die Absorptionsvorrichtung 3 zurückgeführt.

Zur Wärmezufuhr in die Desorptionseinheit 5 ist der Abzugsleitung 31 des ersten Desorbers 15 als Verdampfer eine Rückführungsleitung 37 abgezweigt, die wärmetechnisch an eine Anzapfleitung für Prozessdampf aus einer Überströmleitung zwischen einer Mitteldruck- und einer Niederdruckteilturbine eines Dampfkraftwerkes gekoppelt ist. Der ausgekoppelte Prozessdampf mit einem Druck von 4,5 bar und einer Temperatur von ca. 260 °C überträgt die Kondensationswärme bei der Satt-dampf-temperatur von 148 °C. Eine Anzapfleitung 78 kann FIG 2 entnommen werden. Das im ersten Desorber 15 aus dem Absorptionsmedium entweichende CO₂ kann über einen Auslass 39 aufgefangen werden.

Das nach Abzug aus dem ersten Desorber noch erwärmte Absorptionsmedium gibt einen Teil seiner Restwärme über einen Wärmetauscher 41 an den zweiten Desorber 17 ab. Hierbei erwärmt

sich das Absorptionsmedium im zweiten Desorber 17 von 90 ° C auf etwa 120 °C.

Dazu ist die Abzugsleitung 31 des ersten Desorbers über einen
5 Wärmetauscher 41 geführt, der an einer aus der Abzugsleitung
33 des zweiten Desorbers 17 geführten, einen Verdampfer bil-
denden Rückführungsleitung 43 angeordnet ist. Ein Teil der
Wärme des in der Abzugsleitung 31 aus dem ersten Desorber 15
abgezogenen Absorptionsmediums wird auf somit auf das Absorp-
10 tionsmedium im zweiten Desorber 17 übertragen. Das CO₂ aus
dem zweiten Desorber 17 wird über einen Auslass 45 abgezogen.
Nach dem Entweichen kann das CO₂ weiterverarbeitet oder zur
Lagerung zum Beispiel in den Boden gepumpt werden.

15 In FIG 2 ist ein Kraftwerk 51 mit einer Abscheidevorrichtung
1 gemäß FIG 1 gezeigt. Das Kraftwerk ist als ein Dampfkraft-
werk mit sieben Teilturbinen 53, 55, 57, 59, 61, 63, 65 aus-
gebildet, die für unterschiedliche Drücke ausgelegt sind. Die
Teilturbinen sind auf einer gemeinsamen Welle 67 angeordnet.

20 Zum Betrieb der Turbinen 53, 55, 57, 59, 61, 63, 65 wird in
einem Dampfkessel 69 Wasser erwärmt und über einen ersten
Zwischenüberhitzer 71 bis oberhalb des Kondensationspunktes
des Dampfes erhitzt. Der überhitzte Dampf wird über eine Ver-
25 rohrung in eine Hochdruckteilturbine 53 eingeleitet, wo der
Dampf entspannt wird. Nach der Expansion in der Hochdruck-
teilturbine 53 wird der Dampf über eine Überströmleitung 73
in einen zweiten Zwischenüberhitzer 75 geleitet, dort erneut
erhitzt und dann in eine doppelflutige Mitteldruckteilturbi-
30 nen 55, 57 geleitet. Hier expandiert der Dampf bis zu einem
vorgegebenen Druck erneut.

Im Anschluss wird der in den Mitteldruckteilturbinen 55, 57
entspannte Dampf über eine zweite Überströmleitung 77 in zwei
35 jeweils doppelflutige Niederdruckteilturbinen 59, 61, 63, 65
geführt.

An der Überströmleitung 77 ist eine Anzapfleitung 78 für Prozessdampf angeschlossen. Der entnommene Prozessdampf wird unmittelbar der Abscheidevorrichtung 1 zur Verfügung gestellt. Dort wird die Wärme des entnommenen Prozessdampfes für die
5 Abtrennung von CO₂ aus Rauchgas gemäß der Beschreibung zu FIG 1 verwendet. Dazu ist die Anzapfleitung 78 wärmetechnisch mit der den Verdampfer bildenden Rückführungsleitung 37 des dort angeordneten ersten Desorbers 15 gekoppelt. Die Wärme wird dabei unter Kondensation übertragen.

10 Die Dampfantnahme aus einer Überströmleitung ist hier beispielhaft beschrieben und gezeigt. Der Heizdampf kann grundsätzlich einer beliebigen Stelle der Expansion in einer Dampfturbine entnommen werden.

15 Über die gemeinsame Welle 67 wird ein Generator 79 angetrieben, der die mechanische Leistung in elektrische Leistung umwandelt. Der die doppelflutigen Niederdruckteilturbinen 59, 61 sowie 63, 65 verlassende, entspannte und abgekühlte Dampf
20 strömt durch die Kondensatoren 81, 83 wo er durch Wärmeübertragung an die Umgebung kondensiert und sich als flüssiges Wasser sammelt. Das Kondensat wird zusammengeführt und über eine Kondensatpumpe 85 und zwei Vorwärmer 87, 89 in einem Speisewasserbehälter 91 gesammelt. Über eine Speisewasser-
25 pumpe 93 und einen weiteren Vorwärmer 95 wird das Wasser erneut dem Dampfkessel 69 zugeführt.

Da in dem über die Anzapfleitung 78 ausgekoppelten Dampf keine unnötigen thermodynamischen Verluste auftreten, können
30 die Wirkungsgradverluste des Kraftwerkes durch Einkopplung der Abscheidevorrichtung 1 minimiert werden.

Patentansprüche

1. Abscheidevorrichtung (1) für CO₂, umfassend eine
Absorptionseinheit (3) sowie eine Desorptionseinheit
5 (5), wobei die Absorptionseinheit (3) eine Abführleitung
(7) und eine Zuführleitung (9) für ein Absorptionsmedium
aufweist, und wobei die Desorptionseinheit (5) eine
Mehrzahl von zwischen die Abführleitung (7) und die Zu-
führleitung (9) geschalteten Desorbern (15, 17) umfasst,
10 dadurch gekennzeichnet, dass die Desorber (15, 17)
strömungstechnisch parallel und wärmetechnisch in Serie
geschaltet sind.
2. Abscheidevorrichtung (1) nach Anspruch 1,
15 dadurch gekennzeichnet, dass Abzugsleitungen (31, 33)
der Desorber (15, 17) strömungstechnisch jeweils mit der
Zuführleitung (9) der Absorptionseinheit (3) verbunden
sind, wobei die Abzugsleitung (31) eines wärmetechnisch
vorgesetzten ersten Desorbers (15) jeweils mit einem
20 nachfolgenden zweiten Desorber (17) wärmetechnisch ge-
koppelt ist.
3. Abscheidevorrichtung (1) nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass die Abzugsleitung (31)
25 des ersten Desorbers (15) wärmetechnisch mit einer in
den zweiten Desorber (17) mündenden Rückführungsleitung
(43) gekoppelt ist.
4. Abscheidevorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden
30 Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die wärmetechnisch in Se-
rie geschalteten Desorber (15, 17) nacheinander für je-
weils ein verringertes Druckniveau ausgelegt sind.

5. Abscheidevorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Abführleitung (7) der Absorptionseinheit (3) in Zuführleitungen (21, 23) der jeweiligen Desorber (15, 17) verzweigt.
6. Abscheidevorrichtung (1) nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass die Abzugsleitungen (31, 33) der Desorber (15, 17) wärmetechnisch mit den jeweiligen Zuführleitungen (21, 23) gekoppelt sind.
7. Abscheidevorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass eine Rückführungsleitung des ersten Desorbers (15) wärmetechnisch mit Prozessdampf koppelbar ist.
8. Kraftwerk (51), umfassend eine Dampfturbine mit einer Anzahl Teilturbinen (53, 55, 57, 59, 61, 63, 65), die jeweils von Dampf durchströmbar sind, sowie eine Überströmleitung (73, 77), die zwischen zwei Teilturbinen (53, 55, 57, 59, 61, 63, 65) angeordnet ist, wobei an der Überströmleitung (73, 77) eine Anzapfleitung (78) für Prozessdampf angeschlossen ist, die wärmetechnisch mit einer Abscheidevorrichtung (1) für CO₂ nach einem der Ansprüche 1 bis 7 angekoppelt ist.
9. Kraftwerk (51) nach Anspruch 9,
wobei die Anzapfleitung (78) an einer Überströmleitung (77) zwischen einer Mitteldruckteilturbine (55, 57) und einer Niederdruckteilturbine (59, 61, 63, 65) angeschlossen ist.
10. Kraftwerk (51) nach Anspruch 9 oder 10,
wobei die Rückführungsleitung (37) des ersten Desorbers (15) wärmetechnisch mit der Anzapfleitung (78) gekoppelt ist.

FIG 1

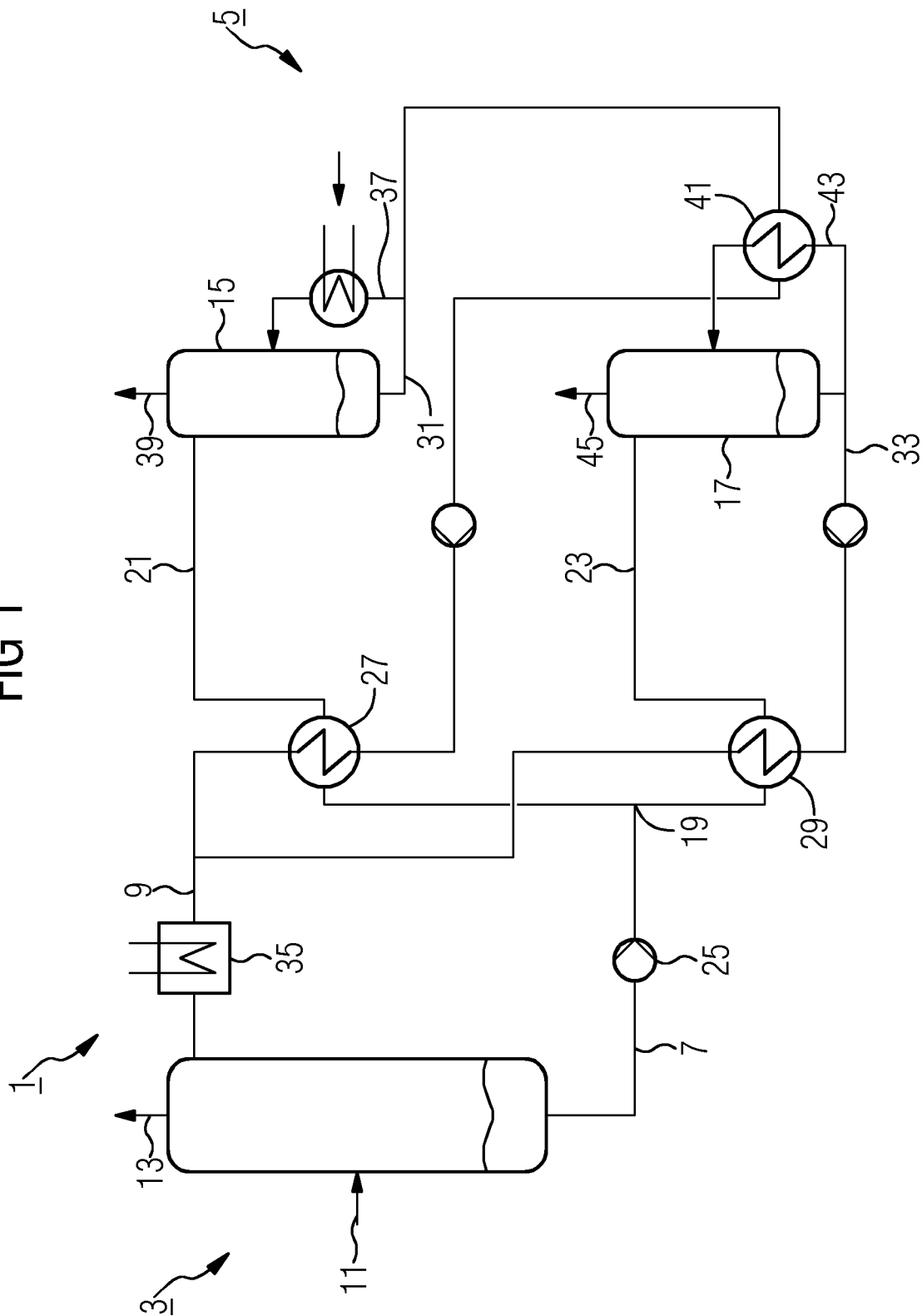
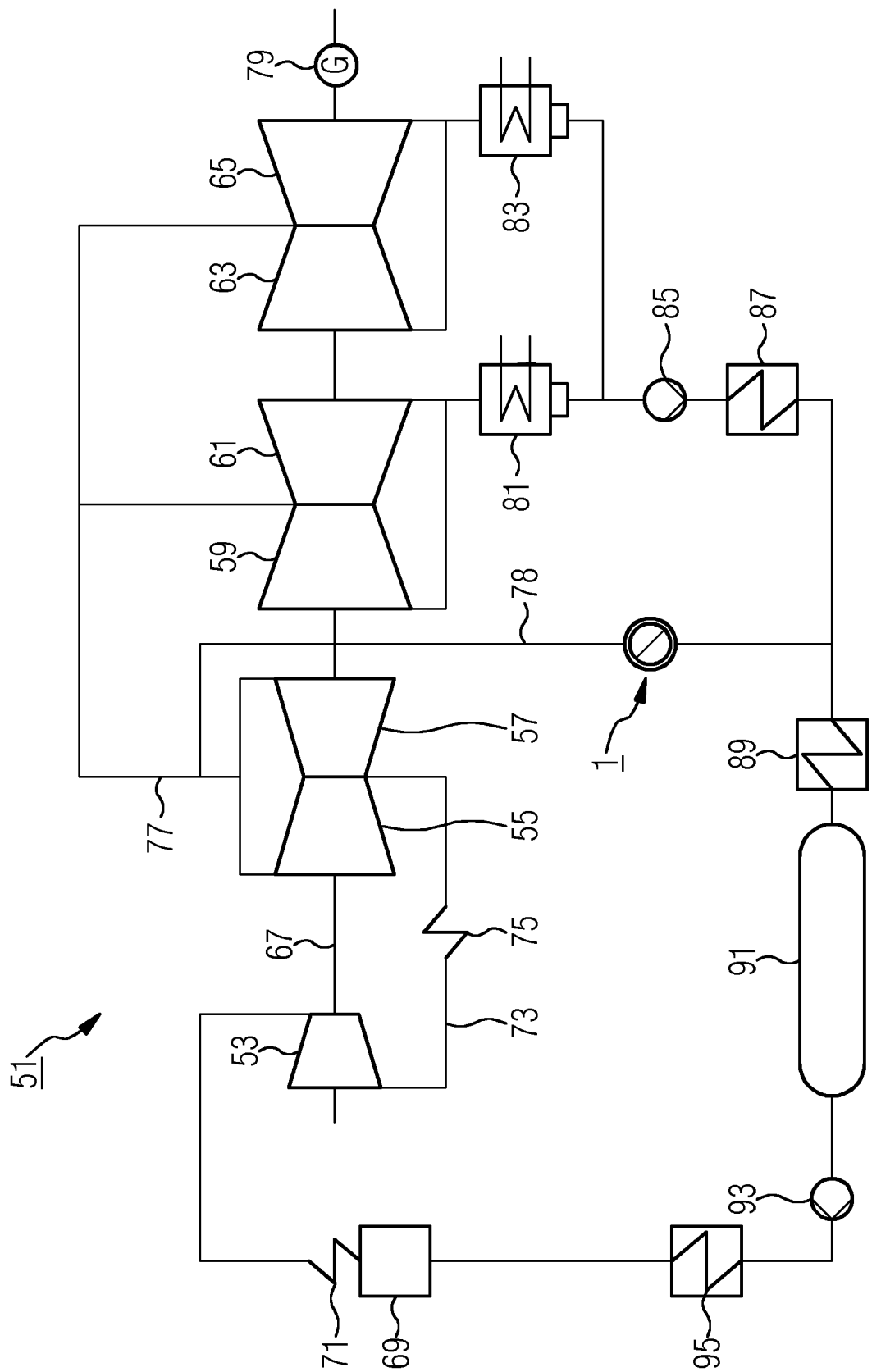


FIG 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/053032

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B01D53/96 B01D53/14 F23J15/00
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)
B01D F23J

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, 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	GB 1 484 050 A (HECKE F VAN) 24 August 1977 (1977-08-24)	1-7
Y	pages 1, 2, 8; figure 1	8-10
X	& US 4 035 166 A (VAN HECKE FRANCIS) 12 July 1977 (1977-07-12) figure 1	1-7

X	US 3 962 404 A (GIAMMARCO GIUSEPPE ET AL) 8 June 1976 (1976-06-08)	1-7
Y	columns 2, 3, 19; figure 2	8-10

X	US 2006/032377 A1 (REDDY SATISH [US] ET AL) 16 February 2006 (2006-02-16) paragraphs [0033], [0039]; figures 1-2	1,4-10

X	US 4 146 569 A (GIAMMARCO GIUSEPPE ET AL) 27 March 1979 (1979-03-27) figure 5	1,4,5

	-/-	



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.
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 July 2011

Date of mailing of the international search report

20/07/2011

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

Bergt, Thomas

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/053032

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 2 382 920 A2 (VETROCOKE COKAPUANIA SPA [IT]) 6 October 1978 (1978-10-06) figure 1 -----	1-5,7
Y	EP 2 105 191 A1 (SIEMENS AG [DE]) 30 September 2009 (2009-09-30)	8-10
A	paragraph [0060]; figures 2-3 -----	6
Y	EP 2 145 667 A1 (SIEMENS AG [DE]) 20 January 2010 (2010-01-20)	8-10
A	paragraph [0017]; figure 2 -----	6
A	EP 2 105 190 A1 (SIEMENS AG [DE]) 30 September 2009 (2009-09-30) figure 2 -----	6,7
A	EP 1 688 173 A2 (MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]; KANSAI ELECTRIC POWER CO [JP]) 9 August 2006 (2006-08-09) figure 1 -----	7-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2011/053032

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 1484050	A	24-08-1977	AT 369421 B 27-12-1982
			AU 503541 B2 06-09-1979
			BE 836929 A1 22-06-1976
			BR 7508536 A 24-08-1976
			CA 1068638 A1 24-12-1979
			DE 2557531 A1 08-07-1976
			DK 588975 A 25-06-1976
			ES 443792 A1 16-04-1977
			FR 2295781 A1 23-07-1976
			IE 41981 B1 07-05-1980
			IN 144785 A1 08-07-1978
			IT 1051858 B 20-05-1981
			NZ 179638 A 18-12-1978
			PH 12514 A 20-04-1979
			ZA 7507939 A 24-11-1976
US 3962404	A	08-06-1976	BE 811138 A1 29-05-1974
			CA 1026933 A1 28-02-1978
			DD 110179 A5 12-12-1974
			DE 2407405 A1 19-09-1974
			FR 2218131 A1 13-09-1974
			GB 1467027 A 16-03-1977
			IN 142418 A1 02-07-1977
			JP 50040472 A 14-04-1975
			NL 7402037 A 20-08-1974
US 2006032377	A1	16-02-2006	NONE
US 4146569	A	27-03-1979	DE 2731517 A1 19-01-1978
			ES 460634 A1 16-05-1978
			FR 2358184 A1 10-02-1978
			GB 1581459 A 17-12-1980
			IN 145014 A1 12-08-1978
			IT 1064936 B 25-02-1985
			JP 1156246 C 15-07-1983
			JP 53033981 A 30-03-1978
			JP 57048965 B 19-10-1982
FR 2382920	A2	06-10-1978	IT 1116717 B 10-02-1986
EP 2105191	A1	30-09-2009	NONE
EP 2145667	A1	20-01-2010	AU 2009270451 A1 21-01-2010
			CA 2730865 A1 21-01-2010
			CN 102089062 A 08-06-2011
			EP 2307121 A1 13-04-2011
EP 2145667	A1		WO 2010006825 A1 21-01-2010
			US 2011139003 A1 16-06-2011
EP 2105190	A1	30-09-2009	WO 2009118227 A1 01-10-2009
EP 1688173	A2	09-08-2006	CA 2535331 A1 07-08-2006
			JP 2006213580 A 17-08-2006
			US 2006248890 A1 09-11-2006

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B01D53/96 B01D53/14 F23J15/00
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B01D F23J

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	GB 1 484 050 A (HECKE F VAN) 24. August 1977 (1977-08-24)	1-7
Y	Seiten 1, 2, 8; Abbildung 1	8-10
X	& US 4 035 166 A (VAN HECKE FRANCIS) 12. Juli 1977 (1977-07-12) Abbildung 1	1-7

X	US 3 962 404 A (GIAMMARCO GIUSEPPE ET AL) 8. Juni 1976 (1976-06-08)	1-7
Y	Spalten 2, 3, 19; Abbildung 2	8-10

X	US 2006/032377 A1 (REDDY SATISH [US] ET AL) 16. Februar 2006 (2006-02-16) Absätze [0033], [0039]; Abbildungen 1-2	1,4-10

X	US 4 146 569 A (GIAMMARCO GIUSEPPE ET AL) 27. März 1979 (1979-03-27) Abbildung 5	1,4,5

	-/-	



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. Juli 2011

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

20/07/2011

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

Bergt, Thomas

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	FR 2 382 920 A2 (VETROCOKE COKAPUANIA SPA [IT]) 6. Oktober 1978 (1978-10-06) Abbildung 1 -----	1-5,7
Y	EP 2 105 191 A1 (SIEMENS AG [DE]) 30. September 2009 (2009-09-30)	8-10
A	Absatz [0060]; Abbildungen 2-3 -----	6
Y	EP 2 145 667 A1 (SIEMENS AG [DE]) 20. Januar 2010 (2010-01-20)	8-10
A	Absatz [0017]; Abbildung 2 -----	6
A	EP 2 105 190 A1 (SIEMENS AG [DE]) 30. September 2009 (2009-09-30) Abbildung 2 -----	6,7
A	EP 1 688 173 A2 (MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]; KANSAI ELECTRIC POWER CO [JP]) 9. August 2006 (2006-08-09) Abbildung 1 -----	7-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/053032

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 1484050	A	24-08-1977	AT 369421 B 27-12-1982
		AU 503541 B2 06-09-1979	
		BE 836929 A1 22-06-1976	
		BR 7508536 A 24-08-1976	
		CA 1068638 A1 24-12-1979	
		DE 2557531 A1 08-07-1976	
		DK 588975 A 25-06-1976	
		ES 443792 A1 16-04-1977	
		FR 2295781 A1 23-07-1976	
		IE 41981 B1 07-05-1980	
		IN 144785 A1 08-07-1978	
		IT 1051858 B 20-05-1981	
		NZ 179638 A 18-12-1978	
		PH 12514 A 20-04-1979	
		ZA 7507939 A 24-11-1976	
US 3962404	A	08-06-1976	BE 811138 A1 29-05-1974
		CA 1026933 A1 28-02-1978	
		DD 110179 A5 12-12-1974	
		DE 2407405 A1 19-09-1974	
		FR 2218131 A1 13-09-1974	
		GB 1467027 A 16-03-1977	
		IN 142418 A1 02-07-1977	
		JP 50040472 A 14-04-1975	
		NL 7402037 A 20-08-1974	
US 2006032377	A1	16-02-2006	KEINE
US 4146569	A	27-03-1979	DE 2731517 A1 19-01-1978
		ES 460634 A1 16-05-1978	
		FR 2358184 A1 10-02-1978	
		GB 1581459 A 17-12-1980	
		IN 145014 A1 12-08-1978	
		IT 1064936 B 25-02-1985	
		JP 1156246 C 15-07-1983	
		JP 53033981 A 30-03-1978	
		JP 57048965 B 19-10-1982	
FR 2382920	A2	06-10-1978	IT 1116717 B 10-02-1986
EP 2105191	A1	30-09-2009	KEINE
EP 2145667	A1	20-01-2010	AU 2009270451 A1 21-01-2010
		CA 2730865 A1 21-01-2010	
		CN 102089062 A 08-06-2011	
		EP 2307121 A1 13-04-2011	
EP 2145667	A1		WO 2010006825 A1 21-01-2010
		US 2011139003 A1 16-06-2011	
EP 2105190	A1	30-09-2009	WO 2009118227 A1 01-10-2009
EP 1688173	A2	09-08-2006	CA 2535331 A1 07-08-2006
		JP 2006213580 A 17-08-2006	
		US 2006248890 A1 09-11-2006	