



(51) Classification internationale des brevets :
F25J 1/02 (2006.01) F25J 1/00 (2006.01)
F25J 3/06 (2006.01) F25B 9/00 (2006.01)
F25J 3/08 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2012/050743

(22) Date de dépôt international :
5 avril 2012 (05.04.2012)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1153128 11 avril 2011 (11.04.2011) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : L'AIR LIQUIDE, SOCIÉTÉ ANONYME POUR L'ÉTUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDES GEORGES CLAUDE [FR/FR]; 75, Quai d'Orsay, F-75007 Paris (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : DEMOLLIENS, Bertrand [FR/FR]; 59, rue de Lyon, F-75012 Paris (FR). LE BIHAN, Hervé [FR/FR]; 15, rue Gounod, F-

94370 Sucy-en-brie (FR). TRAVERSAC, Xavier [FR/FR]; 3, rue de Wattignies, F-75012 Paris (FR).

(74) Mandataire : MERCEY, Fiona; L'air Liquide SA, Direction Propriété Intellectuelle, 75 Quai d'Orsay, F-75321 Paris Cedex 07 (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : 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, QA, RO, RS, RU, RW, 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) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (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,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD AND APPARATUS FOR LIQUEFYING A CO₂-RICH GAS

(54) Titre : PROCÉDE ET APPAREIL DE LIQUEFACTION D'UN GAZ RICHE EN CO₂

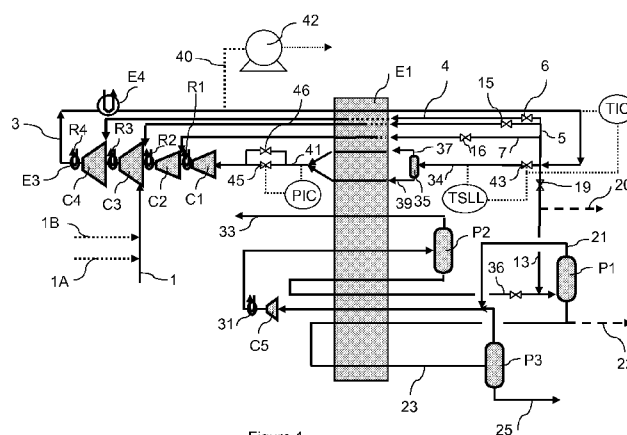


Figure 1

(57) Abstract : The invention relates to a method for liquefying a gas containing at least 60 mol % of CO₂, in order to produce at least one liquid product, wherein the gas is cooled in order to form a fluid flow, at least a portion of the liquid or supercritical flow is cooled in a heat exchanger (E1) in order to form a cycle fluid having a cycle pressure, the cycle fluid is divided into at least two fractions including an auxiliary fraction, one of the fractions being expanded up to a first pressure in a valve (43) in order to form a bi-phasic mixture, and then sent to a phase separator (35). The liquid fraction of the phase separator is vaporized so as to form a vaporized gas in the exchanger, the vaporized gas then being expanded from the first pressure to a second pressure in an expansion means (45), and then compressed in the cycle compressor (C1, C2) and mixed with the first feed gas. The auxiliary fraction comprises the liquid product, and the first pressure is increased if the amount of impurities that are lighter than the carbon dioxide contained in the carbon-dioxide-rich gas increases.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2.h))

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

— relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv))

(88) Date de publication du rapport de recherche internationale :

Publiée :

22 janvier 2015

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

Dans un procédé de liquéfaction d'un gaz contenant au moins 60% mol. de CO₂ pour produire au moins un produit liquide, le gaz est refroidi pour former un débit liquide, au moins une partie du débit liquide ou supercritique est refroidie dans un échangeur de chaleur (E1) pour former un fluide de cycle à une pression de cycle, le fluide de cycle est divisé en au moins deux fractions y compris une fraction auxiliaire, une des fractions étant détendue dans une vanne (43) jusqu'à une première pression pour former un mélange diphasique et envoyée à un séparateur de phases (35), la fraction liquide du séparateur de phases est vaporisée pour former un gaz vaporisé dans l'échangeur, le gaz vaporisé étant ensuite détendu depuis la première pression à une deuxième pression dans un moyen de détente (45) et puis comprimé dans le compresseur de cycle (C1, C2) et mélangé avec le premier gaz d'alimentation, la fraction auxiliaire constituant le produit liquide et on augmente la première pression si la quantité d'impuretés plus légères que le dioxyde de carbone contenu dans le gaz riche en dioxyde de carbone augmente.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2012/050743

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
INV. F25J1/02	F25J3/06	F25J3/08 F25J1/00 F25B9/00
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) F25J F25B		
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		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 699 642 A (PERRY EDWARD J [GB] ET AL) 13 October 1987 (1987-10-13) cited in the application column 3, line 47 - column 6, line 61; figures 1,3,6 column 8, lines 49-60 column 9, lines 21-42 -----	1-14
A	ASPELUND ET AL: "Gas conditioning-The interface between CO2 capture and transport", 20070616, vol. 1, no. 3, 16 June 2007 (2007-06-16), pages 343-354, XP022119495, page 349 - page 351; figure 6 ----- -/-	1-14
☒ 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 1 December 2014		Date of mailing of the international search report 09/12/2014
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 Göritz, Dirk

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR2012/050743

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

The International Searching Authority has found that the international application contains multiple (groups of) inventions, as follows:

1. Claims 1-14

A method for liquefying a gas containing at least 60 mole % of CO₂ and at least one impurity that is lighter than carbon dioxide in order to produce a liquid product, wherein a first pressure is varied such that, the higher the light impurity concentration is, the higher said first pressure is.

1.1 Claims 8-14

A device for liquefying a gas containing at least 60 mole % of CO₂ and at least one impurity that is lighter than CO₂ in order to produce a liquid product, wherein there is an expansion means consisting of a turbine.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2012/050743

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR 2 934 170 A3 (AIR LIQUIDE [FR]) 29 January 2010 (2010-01-29) figures	1-14
A	----- US 2008/245101 A1 (DUBETTIER-GRENIER RICHARD [FR] ET AL) 9 October 2008 (2008-10-09) figure 6 -----	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2012/050743

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4699642	A	13-10-1987	AU 584987 B2 08-06-1989
			AU 5425786 A 11-09-1986
			CA 1253818 A1 09-05-1989
			DE 3676723 D1 14-02-1991
			DK 95286 A 06-09-1986
			EP 0194795 A2 17-09-1986
			ES 8708201 A1 16-12-1987
			US 4699642 A 13-10-1987

FR 2934170	A3	29-01-2010	NONE

US 2008245101	A1	09-10-2008	AT 441822 T 15-09-2009
			EP 1869385 A2 26-12-2007
			EP 2056051 A1 06-05-2009
			FR 2884305 A1 13-10-2006
			US 2008245101 A1 09-10-2008
			WO 2006106253 A2 12-10-2006

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2012/050743

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. F25J1/02 F25J3/06 F25J3/08 F25J1/00 F25B9/00 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) F25J F25B		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 4 699 642 A (PERRY EDWARD J [GB] ET AL) 13 octobre 1987 (1987-10-13) cité dans la demande colonne 3, ligne 47 - colonne 6, ligne 61; figures 1,3,6 colonne 8, ligne 49-60 colonne 9, ligne 21-42 -----	1-14
A	ASPELUND ET AL: "Gas conditioning-The interface between CO2 capture and transport", 20070616, vol. 1, no. 3, 16 juin 2007 (2007-06-16), pages 343-354, XP022119495, page 349 - page 351; figure 6 ----- -/-	1-14
☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 1 décembre 2014		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 09/12/2014
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Göritz, Dirk

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	FR 2 934 170 A3 (AIR LIQUIDE [FR]) 29 janvier 2010 (2010-01-29) figures	1-14
A	----- US 2008/245101 A1 (DUBETTIER-GRENIER RICHARD [FR] ET AL) 9 octobre 2008 (2008-10-09) figure 6 -----	1-14

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALEDemande internationale n°
PCT/FR2012/050743**Cadre n°. II Observations - lorsqu'il a été estimé que certaines revendications ne pouvaient pas faire l'objet d'une recherche (suite du point 2 de la première feuille)**

Le rapport de recherche internationale n'a pas été établi en ce qui concerne certaines revendications conformément à l'article 17.2)a) pour les raisons suivantes :

1. ☐ Les revendications n^{os} se rapportent à un objet à l'égard duquel l'administration chargée de la recherche internationale n'est pas tenue de procéder à la recherche, à savoir :

2. ☐ Les revendications n^{os} parce qu'elles se rapportent à des parties de la demande internationale qui ne remplissent pas suffisamment les conditions prescrites pour qu'une recherche significative puisse être effectuée, en particulier :

3. ☐ Les revendications n^{os} parce qu'elles sont des revendications dépendantes et ne sont pas rédigées conformément aux dispositions de la deuxième et de la troisième phrases de la règle 6.4.a).

Cadre n°. III Observations - lorsqu'il y a absence d'unité de l'invention (suite du point 3 de la première feuille)

L'administration chargée de la recherche internationale a trouvé plusieurs inventions dans la demande internationale, à savoir:

voir feuille supplémentaire

1. ☐ Comme toutes les taxes additionnelles exigées ont été payées dans les délais par le déposant, le présent rapport de recherche internationale porte sur toutes les revendications pouvant faire l'objet d'une recherche.
2. ☒ Comme toutes les revendications qui se prêtent à la recherche ont pu faire l'objet de cette recherche sans effort particulier justifiant des taxes additionnelles, l'administration chargée de la recherche internationale n'a sollicité le paiement d'aucunes taxes de cette nature.
3. ☐ Comme une partie seulement des taxes additionnelles demandées a été payée dans les délais par le déposant, le présent rapport de recherche internationale ne porte que sur les revendications pour lesquelles les taxes ont été payées, à savoir les revendications n^{os} :
4. ☐ Aucune taxes additionnelles demandées n'ont été payées dans les délais par le déposant. En conséquence, le présent rapport de recherche internationale ne porte que sur l'invention mentionnée en premier lieu dans les revendications; elle est couverte par les revendications n^{os} :

Remarque quant à la réserve ☐ Les taxes additionnelles étaient accompagnées d'une réserve de la part du déposant et, le cas échéant, du paiement de la taxe de réserve.

☐ Les taxes additionnelles étaient accompagnées d'une réserve de la part du déposant mais la taxe de réserve n'a pas été payée dans le délai prescrit dans l'invitation.

☐ Le paiement des taxes additionnelles n'était assorti d'aucune réserve.

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2012/050743

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4699642	A	13-10-1987	AU 584987 B2	08-06-1989
			AU 5425786 A	11-09-1986
			CA 1253818 A1	09-05-1989
			DE 3676723 D1	14-02-1991
			DK 95286 A	06-09-1986
			EP 0194795 A2	17-09-1986
			ES 8708201 A1	16-12-1987
			US 4699642 A	13-10-1987

FR 2934170	A3	29-01-2010	AUCUN	

US 2008245101	A1	09-10-2008	AT 441822 T	15-09-2009
			EP 1869385 A2	26-12-2007
			EP 2056051 A1	06-05-2009
			FR 2884305 A1	13-10-2006
			US 2008245101 A1	09-10-2008
			WO 2006106253 A2	12-10-2006

SUITE DES RENSEIGNEMENTS INDICUES SUR PCT/ISA/ 210

L'administration chargée de la recherche internationale a trouvé plusieurs (groupes d') inventions dans la demande internationale, à savoir:

1. revendications: 1-14

Procédé de liquéfaction d'un gaz contenant au moins 60 % mol. de CO₂ et au moins une impureté plus légère que le dioxyde de carbone pour produire au moins un produit liquide dans lequel on varie une première pression de sorte que plus la concentration en impuretés légères est élevée, plus la première pression est élevée.

1.1. revendications: 8-14

Appareil de liquéfaction d'un gaz contenant au moins 60% mol. de CO₂ et au moins une impureté plus légère que le CO₂ pour produire au moins un produit liquide dans lequel il y a un moyen de détente constitué par une turbine.
