



- (51) Classification internationale des brevets :  
*F25J 1/02* (2006.01) *F25J 1/00* (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2012/051428
- (22) Date de dépôt international :  
22 juin 2012 (22.06.2012)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :  
11 55595 24 juin 2011 (24.06.2011) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : SAI-PEM S.A. [FR/FR]; 1/7 avenue San Fernando, F-78180 Montigny Le Bretonneux (FR).
- (72) Inventeurs; et
- (75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : BONNISSEL, Marc [FR/FR]; 3 rue de la Tarentaise, F-78180 Montigny Le Bretonneux (FR). DU PARC, Bertrand [FR/FR]; 7 place des Quinconces, F-78960 Voisins Le Bretonneux (FR). ZIELINSKI, Eric [FR/FR]; 21bis, rue du Maréchal Gallieni, F-78000 Versailles (FR).
- (74) Mandataires : DOMANGE, Maxime et al.; CABINET BEAU DE LOMENIE, 232 Avenue du Prado, F-13295 Marseille Cedex 08 (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.

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD FOR LIQUEFYING NATURAL GAS WITH A TRIPLE CLOSED CIRCUIT OF COOLANT GAS

(54) Titre : PROCÉDÉ DE LIQUÉFACTION DE GAZ NATUREL A TRIPLE CIRCUIT FERME DE GAZ RÉFRIGÉRANT

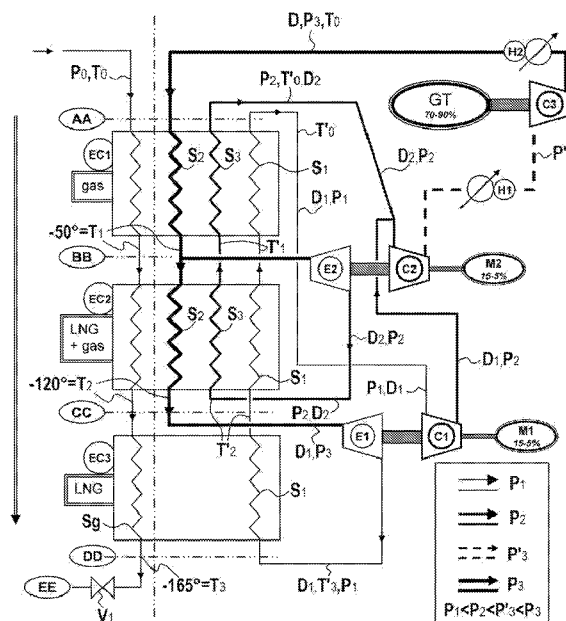


FIG.2

(57) Abstract : The present invention relates to a method for liquefying a natural gas primarily including methane, in which said natural gas to be liquefied is liquefied by performing the following concomitant steps: (a) circulating said natural gas to be liquefied that is circulating in three heat exchangers which are mounted in series and in which the gas is cooled to T3, T3 being no higher than the liquefaction temperature of said natural gas at atmospheric pressure; (b) the closed-circuit circulation of at least: a first stream of coolant gas at a pressure P1 that is lower than P3, which is entering the third exchanger and leaving said first exchanger, said first stream being obtained by expanding, in a first expansion valve, a first portion of said second stream to P3, which is higher than P2, said second stream circulating parallel to said stream of natural gas while entering said first exchanger and leaving said second exchanger; and a third stream at a pressure P2 higher than P1 and lower than P3 circulating parallel to said first stream which is entering said second exchanger and exiting said first exchanger, and which is obtained by expanding, in a second expansion valve, a second portion of said second stream exiting said first exchanger; and (c) said second stream of coolant gas at the pressure P3, which is obtained by compression by means of at least two first and second compressors arranged in series and coupled to said first and second expansion valves.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



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

Publiée :

- avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2.h)

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

14 novembre 2013

La présente invention a pour objet un procédé de liquéfaction d'un gaz naturel comprenant majoritairement du méthane, dans lequel on liquéfie ledit gaz naturel à liquéfier en réalisant les étapes concomitantes suivantes de : (a) circulation dudit gaz naturel à liquéfier circulant dans 3 échangeurs thermiques montés en série dans lesquels il est refroidit à T3, T3 étant inférieure ou égale à la température de liquéfaction dudit gaz naturel à pression atmosphérique, et (b) circulation à circuit fermé d'au moins: - un premier flux de gaz réfrigérant à une pression P1 inférieure à P3 entrant dans le troisième échangeur et sortant dudit premier échangeur, ledit premier flux étant obtenu par détente dans un premier détendeur d'une première partie d'un dit deuxième flux à P3 supérieure à P2, ledit deuxième flux circulant à co-courant dudit flux gaz naturel en entrant dans ledit premier échangeur et sortant dudit deuxième échangeur, et - un troisième flux à une pression P2 supérieure à P1 et inférieure à P3 circulant à co-courant dudit premier flux, entrant dans ledit deuxième échangeur et sortant dudit premier échangeur, obtenu par détente dans un deuxième détendeur d'une deuxième partie dudit deuxième flux sortant dudit premier échangeur, (c) ledit deuxième flux de gaz réfrigérant à la pression P3 étant obtenu par compression par au moins deux premier et deuxième compresseurs disposés en série et couplés aux-dits premier et deuxième détendeurs.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/FR2012/051428

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. F25J1/02 F25J1/00  
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

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 2010/122551 A1 (ROBERTS MARK JULIAN [US] ET AL) 20 May 2010 (2010-05-20)	1,6-12
Y	paragraphs [0024] - [0026], [0042], [0043], [0060]; figures 1,9	3-5,13, 14
X	----- OLVE SKJEGGEDAL ET AL: "Optimising and Scaling Up the Brayton Nitrogen Refrigeration Cycle for Offshore and Onshore LNG Applications", GASTECH 2009. THE 24TH INTERNATIONAL CONFERENCE AND EXHIBITION FOR THE LNG, LPG AND NATURAL GAS INDUSTRIES, 25-28 MAY 2009, ABU DHABI,, 25 May 2009 (2009-05-25), page 18PP, XP009144463,	1,6-12
Y	cited in the application pages 8-12; figure 9 ----- -/--	3-5,13, 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  25 September 2013	Date of mailing of the international search report  04/10/2013
--	--

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/FR2012/051428

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 2 336 677 A1 (SIEMENS AG [DE]) 22 June 2011 (2011-06-22) paragraphs [0013] - [0016] -----	3-5,13, 14
Y	US 2010/263405 A1 (DURAND FABIEN [FR] ET AL) 21 October 2010 (2010-10-21) paragraphs [0022], [0065]; figure 4 -----	3-5,13, 14
A	US 2011/113825 A1 (NEERAAS BENGT OLAV [NO] ET AL) 19 May 2011 (2011-05-19) cited in the application paragraphs [0001], [0036], [0039], [0047], [0048]; figures -----	1,12
A	WO 2005/071333 A1 (HAMWORTHY KSE GAS SYSTEMS AS [NO]; RUMMELHOFF CARL JOERGEN [NO]) 4 August 2005 (2005-08-04) cited in the application page 5, lines 17-21; figure 1 page 6; table page 7, line 30 - page 8, line 20 -----	1,12

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2012/051428

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2010122551	A1	20-05-2010	AU 2009318882 A1
			CA 2740188 A1
			CN 102334001 A
			EP 2366085 A2
			EP 2600088 A2
			JP 2012509457 A
			KR 20110083740 A
			KR 20130051511 A
			PE 01902012 A1
			TW 201022611 A
			US 2010122551 A1
			US 2013174603 A1
			WO 2010058277 A2
-----			
EP 2336677	A1	22-06-2011	EP 2336677 A1
			WO 2011073255 A1
-----			
US 2010263405	A1	21-10-2010	CN 101868677 A
			EP 2225501 A2
			FR 2924205 A1
			JP 2011504574 A
			KR 20100099129 A
			US 2010263405 A1
			WO 2009066044 A2
-----			
US 2011113825	A1	19-05-2011	AU 2009239763 A1
			CA 2721494 A1
			GB 2459484 A
			RU 2010147631 A
			US 2011113825 A1
			WO 2009130466 A2
-----			
WO 2005071333	A1	04-08-2005	NO 323496 B1
			WO 2005071333 A1
-----			

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2012/051428

<b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b> INV. F25J1/02 F25J1/00 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
<b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b>		
Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) F25J		
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, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 2010/122551 A1 (ROBERTS MARK JULIAN [US] ET AL) 20 mai 2010 (2010-05-20)	1,6-12
Y	alinéas [0024] - [0026], [0042], [0043], [0060]; figures 1,9	3-5,13, 14
	-----	
X	OLVE SKJEGGEDAL ET AL: "Optimising and Scaling Up the Brayton Nitrogen Refrigeration Cycle for Offshore and Onshore LNG Applications", GASTECH 2009. THE 24TH INTERNATIONAL CONFERENCE AND EXHIBITION FOR THE LNG, LPG AND NATURAL GAS INDUSTRIES, 25-28 MAY 2009, ABU DHABI,, 25 mai 2009 (2009-05-25), page 18PP, XP009144463,	1,6-12
Y	cité dans la demande pages 8-12; figure 9	3-5,13, 14
	-----	
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents		<input checked="" type="checkbox"/> 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  25 septembre 2013		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale  04/10/2013
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
Y	EP 2 336 677 A1 (SIEMENS AG [DE]) 22 juin 2011 (2011-06-22) alinéas [0013] - [0016] -----	3-5,13, 14
Y	US 2010/263405 A1 (DURAND FABIEN [FR] ET AL) 21 octobre 2010 (2010-10-21) alinéas [0022], [0065]; figure 4 -----	3-5,13, 14
A	US 2011/113825 A1 (NEERAAS BENGT OLAV [NO] ET AL) 19 mai 2011 (2011-05-19) cité dans la demande alinéas [0001], [0036], [0039], [0047], [0048]; figures -----	1,12
A	WO 2005/071333 A1 (HAMWORTHY KSE GAS SYSTEMS AS [NO]; RUMMELHOFF CARL JOERGEN [NO]) 4 août 2005 (2005-08-04) cité dans la demande page 5, ligne 17-21; figure 1 page 6; tableau page 7, ligne 30 - page 8, ligne 20 -----	1,12

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2012/051428

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2010122551	A1	20-05-2010	AU 2009318882 A1	27-05-2010
			CA 2740188 A1	27-05-2010
			CN 102334001 A	25-01-2012
			EP 2366085 A2	21-09-2011
			EP 2600088 A2	05-06-2013
			JP 2012509457 A	19-04-2012
			KR 20110083740 A	20-07-2011
			KR 20130051511 A	20-05-2013
			PE 01902012 A1	30-03-2012
			TW 201022611 A	16-06-2010
			US 2010122551 A1	20-05-2010
			US 2013174603 A1	11-07-2013
			WO 2010058277 A2	27-05-2010
-----				
EP 2336677	A1	22-06-2011	EP 2336677 A1	22-06-2011
			WO 2011073255 A1	23-06-2011
-----				
US 2010263405	A1	21-10-2010	CN 101868677 A	20-10-2010
			EP 2225501 A2	08-09-2010
			FR 2924205 A1	29-05-2009
			JP 2011504574 A	10-02-2011
			KR 20100099129 A	10-09-2010
			US 2010263405 A1	21-10-2010
			WO 2009066044 A2	28-05-2009
-----				
US 2011113825	A1	19-05-2011	AU 2009239763 A1	29-10-2009
			CA 2721494 A1	29-10-2009
			GB 2459484 A	28-10-2009
			RU 2010147631 A	27-05-2012
			US 2011113825 A1	19-05-2011
			WO 2009130466 A2	29-10-2009
-----				
WO 2005071333	A1	04-08-2005	NO 323496 B1	29-05-2007
			WO 2005071333 A1	04-08-2005
-----				