



(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43)

Date de publication:
13.11.2024 Bulletin 2024/46

(51)

Classification Internationale des Brevets (IPC):
F25J 1/00 (2006.01)

(21)

Numéro de dépôt: 24170715.7

(52)

Classification Coopérative des Brevets (CPC):
F25J 3/0223; F25J 1/0027; F25J 1/0221;
F25J 3/0261; F25J 3/0295; F25J 2210/02;
F25J 2210/42; F25J 2210/62; F25J 2215/04;
F25J 2215/14; F25J 2230/30; F25J 2230/32;
F25J 2245/90; F25J 2250/30; F25J 2260/20;

(22)

Date de dépôt: 17.04.2024

(Cont.)

(84)

Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA
Etats de validation désignés:
GE KH MA MD TN

(30)

Priorité: 11.05.2023 FR 2304699

(71)

Demandeur: L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME
POUR L'ETUDE ET
L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES
CLAUDE
75007 Paris (FR)

(72)

Inventeurs:
• HERNANDEZ, Antoine
94503 CHAMPIGNY SUR MARNE (FR)
• PEYRON, Jean-Marc
94503 CHAMPIGNY SUR MARNE (FR)

(74)

Mandataire: Air Liquide
L'Air Liquide S.A.
Direction de la Propriété Intellectuelle
75, Quai d'Orsay
75321 Paris Cedex 07 (FR)

(54)

PROCÉDÉ ET APPAREIL DE PRODUCTION DE MONOXYDE DE CARBONE

(57)

Dans un procédé de production de monoxyde de carbone, un débit gazeux enrichi en monoxyde de carbone (1, 11) est envoyé d'un appareil de séparation dans une première enceinte isolée thermiquement (E1, E3) à une deuxième enceinte isolée thermiquement (E2) dans laquelle elle est liquéfiée dans au moins un échan-

geur de chaleur et stockée dans un stockage sous forme liquide, le stockage et l'au moins un échangeur de chaleur étant disposés dans la deuxième enceinte et au moins ponctuellement du liquide du stockage est vaporisé (7) en dehors de la deuxième enceinte et utilisé comme produit.

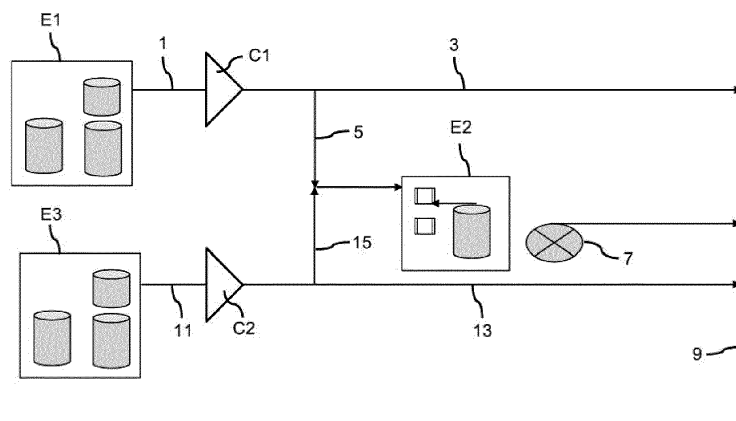


Figure 1

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
(Cont.)
F25J 2270/904; F25J 2280/02; F25J 2290/42;
F25J 2290/50; F25J 2290/60

Description

[0001] La présente invention concerne un procédé et un appareil de production de monoxyde de carbone.

[0002] Les unités de production de monoxyde de carbone et d'hydrogène peuvent être séparées en deux parties :

- génération du gaz de synthèse (mélange contenant H₂, CO, CH₄, CO₂, Ar et N₂ essentiellement). Parmi les diverses voies industrielles de production de gaz de synthèse, celle à base de gazéification de charbon semble se développer de plus en plus notamment dans les pays riches en dépôts de charbon comme la Chine. Le procédé d'oxydation partielle du gaz naturel peut s'avérer également intéressant pour la production de CO seul ou avec des rapports de production H₂/CO faible. Une autre voie est le reformage à la vapeur à partir de gaz naturel.
- purification du gaz de synthèse. On retrouve :
- une unité de lavage avec un solvant liquide pour éliminer la plus grande partie des gaz acides contenus dans le gaz de synthèse
- une unité d'épuration sur lit d'adsorbants.
- une unité de séparation par voie cryogénique dite boîte froide pour la production de monoxyde.

[0003] WO08/142349 décrit une capacité de monoxyde de carbone liquide intégrée avec une colonne de distillation, produisant du liquide à vaporiser dans l'échangeur de chaleur où se refroidit le gaz d'alimentation à séparer.

[0004] WO04/102094 décrit une capacité de monoxyde de carbone liquide intégrée avec une colonne de distillation, produisant du liquide à vaporiser dans un échangeur de chaleur dédié.

[0005] DE102007062213 illustre un procédé de séparation d'un mélange contenant du monoxyde de carbone avec une figure où des lignes pointillées entourent les moyens de séparation. Or ces lignes ne semblent pas définir une enceinte isolée thermiquement puisqu'elles entourent un échangeur chauffé par de la vapeur d'eau. Dans le cas où le volume de monoxyde de carbone liquide à stocker est important, l'invention prévoit d'installer la capacité de CO liquide dans une enceinte calorifugée indépendante de(s) enceintes contenant les équipements de la purification du gaz de synthèse.

[0006] Ceci permet d'augmenter la sécurité liée à une capacité de CO liquide.

[0007] L'unité indépendante contenant le stockage de CO liquide est alimentée en CO gazeux et comprend éventuellement au moins certains des moyens suivants pour permettre la liquéfaction de CO et son stockage :

- Echangeur pour condenser le CO gazeux avec de l'azote liquide
- Récupération de gaz produit par entrée de chaleur du stockage vers le procédé de purification de CO

- Isolation thermique de l'unité stockage par de la perlite ou sous-vide : indépendante
- Peut être alimentée par plusieurs sources de CO

[0008] Par l'invention, on évite d'avoir des tuyauteries de CO liquide à l'extérieur d'une enceinte calorifugée, ce qui permet d'installer l'unité de stockage loin de l'enceinte isolée thermiquement où s'effectue la séparation du CO gazeux.

[0009] Selon un objet de l'invention, il est prévu un procédé de production de monoxyde de carbone dans lequel

i) Un mélange contenant du monoxyde de carbone et au moins un autre composant est séparé par condensation partielle et/ou distillation et/ou lavage pour former un débit gazeux enrichi en monoxyde de carbone dans un appareil de séparation dans une première enceinte isolée thermiquement

ii) Le débit gazeux est sorti de la première enceinte, éventuellement comprimé dans un compresseur et au moins une partie du débit gazeux est au moins ponctuellement envoyée à une deuxième enceinte isolée thermiquement dans laquelle elle est liquéfiée dans au moins un échangeur de chaleur et stockée dans un stockage sous forme liquide, le stockage et l'au moins un échangeur de chaleur étant disposés dans la deuxième enceinte et

iii) Au moins ponctuellement du liquide du stockage est vaporisé en dehors de la deuxième enceinte et utilisé comme produit.

[0010] Selon d'autres caractéristiques facultatives :

- l'au moins une partie du débit gazeux est liquéfiée dans l'au moins un échangeur de chaleur par échange de chaleur avec un débit d'azote liquide.
- du gaz vaporisé par des entrées de chaleur dans le stockage est comprimé dans un/le compresseur.
- au moins une partie d'un gaz vaporisé par des entrées de chaleur dans le stockage est renvoyée à la première enceinte.
- au moins une partie du gaz vaporisé par des entrées de chaleur dans le stockage est renvoyée à une colonne de distillation dans la première enceinte.
- l'au moins une partie du gaz vaporisé par des entrées de chaleur dans le stockage est renvoyée à une colonne de distillation dans la première enceinte après compression dans le compresseur
- au moins une partie du gaz vaporisé est renvoyée à une colonne de distillation dans la première enceinte.
- au moins une partie du gaz vaporisé est comprimé dans le compresseur et renvoyée à une colonne de distillation dans la première enceinte
- une partie du débit gazeux sert de monoxyde de carbone produit par le procédé sans avoir été liquéfiée.
- une partie du débit gazeux comprimé dans le compresseur sert de monoxyde de carbone produit par

le procédé sans avoir été liquéfiée.

- un autre mélange contenant du monoxyde de carbone et au moins un autre composant est séparé par condensation partielle et/ou distillation et/ou lavage pour former un autre débit gazeux enrichi en monoxyde de carbone dans un autre appareil de séparation dans une troisième enceinte isolée thermiquement, le débit gazeux est sorti de la troisième enceinte, comprimé dans un ou le compresseur et au moins ponctuellement envoyé à la deuxième enceinte.

[0011] Selon un autre objet de l'invention, il est prévu un appareil de production de monoxyde de carbone comprenant un appareil de séparation dans une première enceinte isolée thermiquement, une deuxième enceinte isolée thermiquement contenant un stockage et au moins un échangeur de chaleur disposés dans la deuxième enceinte, des moyens pour envoyer un mélange contenant du monoxyde de carbone et au moins un autre composant pour être séparé par condensation partielle et/ou distillation et/ou lavage pour former un débit gazeux enrichi en monoxyde de carbone dans l'appareil de séparation, des moyens pour sortir le débit gazeux de la première enceinte, des moyens pour envoyer du débit gazeux de la première enceinte à une deuxième enceinte isolée thermiquement dans laquelle il est liquéfié dans l'au moins un échangeur de chaleur, des moyens pour envoyer le monoxyde de carbone liquéfié de l'au moins un échangeur de chaleur au stockage sous forme liquide, un vaporiseur et des moyens pour envoyer au moins ponctuellement du liquide du stockage se vaporiser dans le vaporiseur en dehors de la deuxième enceinte pour être utilisé comme produit.

[0012] Eventuellement l'appareil comprend un compresseur en aval de la première enceinte et en amont de la deuxième enceinte et des moyens pour envoyer au moins une partie du débit gazeux se comprimer dans le compresseur.

[0013] L'appareil peut comprendre :

- des moyens pour envoyer du gaz vaporisé par des entrées de chaleur dans le stockage à la première enceinte.
- des moyens pour envoyer du gaz vaporisé par des entrées de chaleur dans le stockage à une colonne de distillation dans la première enceinte.
- un compresseur et des moyens pour envoyer au moins une partie du gaz vaporisé pour être comprimé dans le compresseur en amont de la première enceinte.

[0014] L'invention sera décrite de manière plus détaillée en se référant aux figures dans lesquelles :

La figure 1 illustre un procédé selon l'invention.

La figure 2 illustre une partie du procédé selon l'invention de la figure 1.

[0015] Dans la figure 1, une première enceinte E1 contient un appareil de séparation qui sépare un mélange contenant du monoxyde de carbone et au moins un autre composant par condensation partielle et/ou distillation et/ou lavage pour former un débit gazeux 1 enrichi en monoxyde de carbone. La première enceinte E1 est isolée thermiquement et comprend par exemple au moins une colonne de lavage au méthane, une colonne d'épuisement et une colonne de séparation CO/CH₄.

[0016] La conduite du débit gazeux 1 n'est pas isolée thermiquement et amène le débit gazeux vers un compresseur C1.

[0017] Selon un premier mode d'opération, le monoxyde de carbone gazeux comprimé dans le compresseur est envoyé en partie vers le client (débit 3) et en partie (non-illustrée) vers l'enceinte E1 puisque le compresseur est le compresseur d'un cycle de monoxyde de carbone. Le monoxyde de carbone comprimé est de préférence liquéfié dans la première enceinte E1 et renvoyé à la colonne de séparation CO/CH₄.

[0018] Selon un deuxième mode d'opération, par exemple, quand les besoins du client sont réduits, un débit 5 est envoyé à une deuxième enceinte E2, thermiquement isolée au moyen de perlite ou par évacuation d'un espace entourant le contenu de l'enceinte E2. La deuxième enceinte E2 contient deux échangeurs de chaleur H1, H2 et un stockage de monoxyde de carbone liquide S.

[0019] Le débit 5 est relativement réduit par rapport au débit 1 et peut être liquéfié par échange de chaleur indirect avec de l'azote liquide ou un autre moyen adapté, par exemple l'échange de chaleur avec du gaz naturel liquéfié.

[0020] Le débit 5 liquéfié est stocké dans le stockage dans l'enceinte E2 et en est soutiré de temps en temps, vaporisé dans un vaporiseur 7 en dehors de l'enceinte E2 par échange de chaleur avec de la vapeur d'eau ou avec de l'air et envoyé au client. En variante, le stockage dans l'enceinte E2 peut également être alimenté par un deuxième appareil de séparation dans une troisième enceinte E3 thermiquement isolée.

[0021] La troisième enceinte E3 contient un appareil de séparation qui sépare un mélange contenant du monoxyde de carbone et au moins un autre composant par condensation partielle et/ou distillation et/ou lavage pour former un débit gazeux 11 enrichi en monoxyde de carbone. La troisième enceinte E3 est isolée thermiquement et comprend par exemple au moins une colonne de lavage au méthane, une colonne d'épuisement et une colonne de séparation CO/CH₄. Selon un premier mode d'opération, le monoxyde de carbone gazeux 11 comprimé dans un compresseur C2 (ou le compresseur C1) est envoyé en partie vers le client (débit 13) et en partie (non-illustrée) vers l'enceinte E3 puisque le compresseur C2 est le compresseur d'un cycle de monoxyde de carbone. Le monoxyde de carbone comprimé est de préférence liquéfié dans la première enceinte E1 et renvoyé à la colonne de séparation CO/CH₄.

[0022] Selon un deuxième mode d'opération, par exemple, quand les besoins du client sont réduits, un débit 15 est comprimé dans le compresseur C2 (ou le compresseur C1) puis envoyé à une deuxième enceinte E2.

[0023] La figure 2 montre de manière plus détaillée l'enceinte E2 de la figure 1 qui est thermiquement isolée. L'enceinte E2 contient deux échangeurs de chaleur H1, H2 et un stockage de monoxyde de carbone liquide.

[0024] Un débit 5 de monoxyde de carbone gazeux se refroidit dans l'échangeur de chaleur H1 et se liquéfie dans l'échangeur de chaleur H2. Le monoxyde de carbone liquide formé est envoyé au stockage S. Les entrées de chaleur dans le stockage S génèrent du gaz 21 qui se réchauffe dans les échangeurs de chaleur H2, H1. Les frigories pour liquéfier le gaz 5 proviennent surtout de l'azote liquide LIN qui se vaporise dans l'échangeur de chaleur H2 et se réchauffe ensuite dans l'échangeur H1.

[0025] Un liquide 23 est soutiré du stockage S et de la deuxième enceinte E2 pour se vaporiser dans le vaporiser 7.

[0026] Le gaz 21 réchauffé dans l'échangeur H1 peut être comprimé dans le compresseur C1 ou C2 pour former une partie du produit, ou peut être envoyé directement au produit final 9. Le gaz 21 sinon peut être envoyé à la première enceinte E1 ou la troisième enceinte E3 après compression dans le compresseur C1 ou C2 ou sans compression. Le gaz 21 peut être envoyé à l'enceinte E1, E3 pour rentrer dans une colonne de l'enceinte ou sinon dans un échangeur ou une conduite de l'enceinte E1, E3. Ainsi il peut faire partie du produit 1, 9 ou 11, 9.

[0027] Le gaz 1, 11 peut être produit sous pression directement de la boîte froide de séparation E1, E3. Dans ce cas, le compresseur C1, C2 peut ne pas être présent, étant remplacé par exemple par un cycle d'azote. Il suffira de produire le gaz 1, 11 avec une pression un peu plus haute pour vaincre la perte de charge à travers la boîte froide du stockage S.

Revendications

1. Procédé de production de monoxyde de carbone (9) dans lequel

i) Un mélange contenant du monoxyde de carbone et au moins un autre composant est séparé par condensation partielle et/ou distillation et/ou lavage pour former un débit gazeux enrichi en monoxyde de carbone (1, 11) dans un appareil de séparation dans une première enceinte isolée thermiquement (E1, E3)

ii) Le débit gazeux est sorti de la première enceinte, éventuellement comprimé dans un compresseur (C1, C2), et au moins une partie (5, 15) du débit gazeux est au moins ponctuelle-

ment envoyée à une deuxième enceinte isolée thermiquement (E2) dans laquelle elle est liquéfiée dans au moins un échangeur de chaleur (H1, H2) et stockée dans un stockage (S) sous forme liquide, le stockage et l'au moins un échangeur de chaleur étant disposés dans la deuxième enceinte et

iii) Au moins ponctuellement du liquide (23) du stockage est vaporisé en dehors de la deuxième enceinte et utilisé comme produit.

2. Procédé selon la revendication 1 dans lequel l'au moins une partie (5, 15) du débit gazeux est liquéfiée dans l'au moins un échangeur de chaleur (H1, H2) par échange de chaleur avec un débit d'azote liquide (LIN).

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2 dans lequel du gaz (21) vaporisé par des entrées de chaleur dans le stockage (S) est comprimé dans un/le compresseur (C1, C2).

4. Procédé selon la revendication 1, 2 ou 3 dans lequel au moins une partie d'un gaz vaporisé (21) par des entrées de chaleur dans le stockage est renvoyée à la première enceinte (E1, E3).

5. Procédé selon la revendication 4 dans lequel au moins une partie du gaz vaporisé (21) par des entrées de chaleur dans le stockage est renvoyée à une colonne de distillation dans la première enceinte (E1, E3).

6. Procédé selon la revendication 5 dans lequel l'au moins une partie du gaz vaporisé (21) par des entrées de chaleur dans le stockage est renvoyée à une colonne de distillation dans la première enceinte (E1, E3) après compression dans le compresseur

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel une partie (3, 13) du débit gazeux sert de monoxyde de carbone produit (9) par le procédé sans avoir été liquéfiée.

8. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel un autre mélange contenant du monoxyde de carbone et au moins un autre composant est séparé par condensation partielle et/ou distillation et/ou lavage pour former un autre débit gazeux enrichi en monoxyde de carbone dans un autre appareil de séparation dans une troisième enceinte isolée thermiquement (E3), le débit gazeux est sorti de la troisième enceinte, éventuellement comprimé dans un ou le compresseur (C1, C2) et au moins ponctuellement envoyée à la deuxième enceinte (E2).

9. Appareil de production de monoxyde de carbone comprenant un appareil de séparation dans une pre-

mière enceinte isolée thermiquement (E1, E3), une deuxième enceinte isolée thermiquement (E2) contenant un stockage (S) et au moins un échangeur de chaleur (H1, H2) disposés dans la deuxième enceinte, des moyens pour envoyer un mélange contenant du monoxyde de carbone et au moins un autre composant pour être séparé par condensation partielle et/ou distillation et/ou lavage pour former un débit gazeux (1, 11) enrichi en monoxyde de carbone dans l'appareil de séparation, des moyens pour sortir le débit gazeux de la première enceinte, des moyens pour envoyer du débit gazeux (5, 15) de la première enceinte à la deuxième enceinte isolée thermiquement dans laquelle il est liquéfié dans l'au moins un échangeur de chaleur, des moyens pour envoyer le monoxyde de carbone liquéfié de l'au moins un échangeur de chaleur au stockage sous forme liquide, un vaporiseur (7) et des moyens pour envoyer au moins ponctuellement du liquide (23) du stockage se vaporiser dans le vaporiseur en dehors de la deuxième enceinte pour être utilisé comme produit.

10. Appareil selon la revendication 9 comprenant un compresseur (C1, C2) en aval de la première enceinte (E1, E3) et en amont de la deuxième enceinte (E2) et des moyens pour envoyer au moins une partie du débit gazeux se comprimer dans le compresseur.
11. Appareil selon la revendication 9 ou 10 comprenant des moyens pour envoyer du gaz vaporisé (21) par des entrées de chaleur dans le stockage (S) à la première enceinte (E1, E3).
12. Appareil selon la revendication 11 comprenant des moyens pour envoyer du gaz vaporisé (21) par des entrées de chaleur dans le stockage (S) à une colonne de distillation dans la première enceinte (E1, E3).
13. Appareil selon la revendication 12 comprenant un compresseur et des moyens pour envoyer au moins une partie du gaz vaporisé (21) être comprimé dans le compresseur en amont de la première enceinte (E1, E3).

50

55

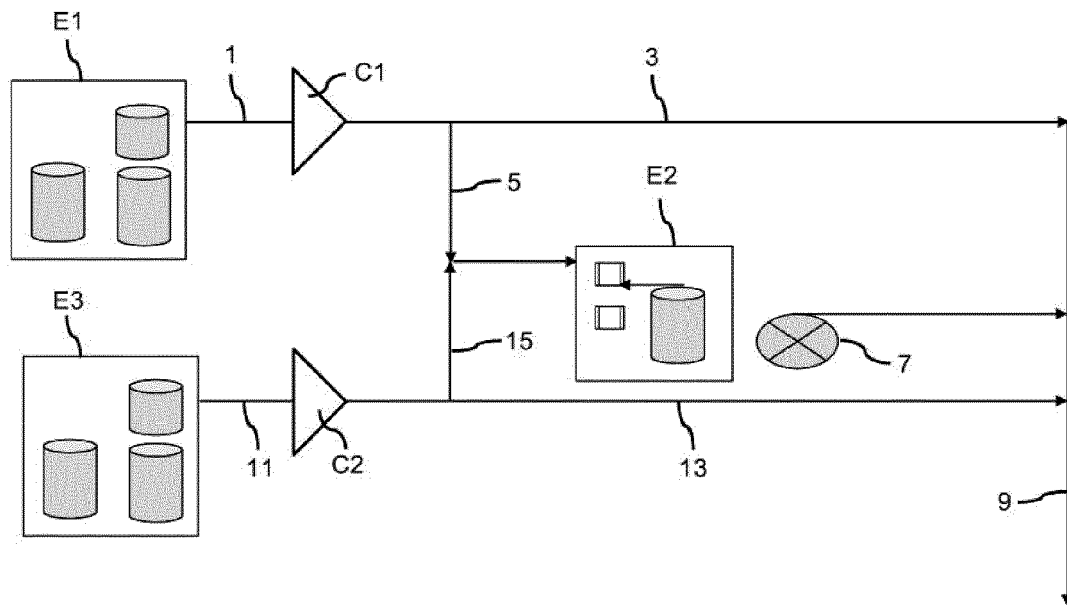


Figure 1

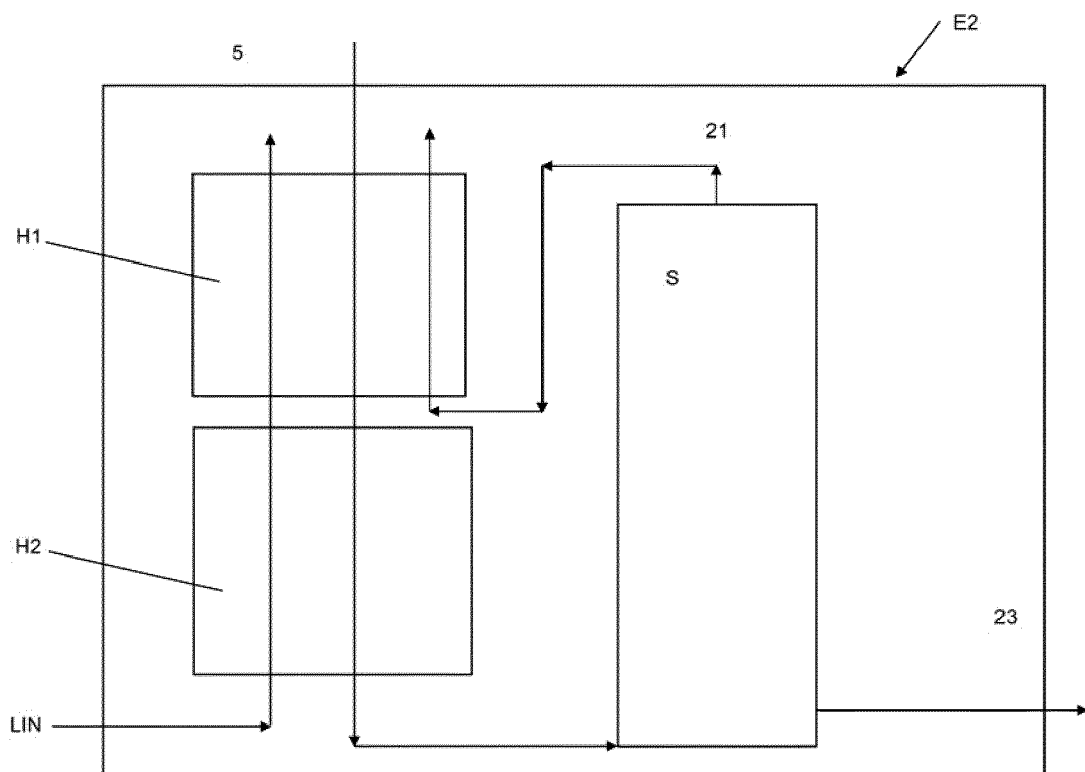


Figure 2



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 24 17 0715

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	DE 10 2007 062213 A1 (LINDE AG [DE]) 25 juin 2009 (2009-06-25)	1-5, 7-12	INV. F25J1/00
A	* alinéa [0032]; figure 1 * -----	6, 13	
A	US 2006/254311 A1 (BILLY JEAN [FR] ET AL) 16 novembre 2006 (2006-11-16) * figure 1 * -----	3-6, 11-13	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			F25J
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 1 octobre 2024	Examineur Schopfer, Georg
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.

EP 24 17 0715

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

01-10-2024

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 102007062213 A1	25-06-2009	AUCUN	

US 2006254311 A1	16-11-2006	AT E504791 T1	15-04-2011
		CN 1791780 A	21-06-2006
		EP 1479989 A1	24-11-2004
		ES 2364242 T3	29-08-2011
		JP 2007504433 A	01-03-2007
		PT 1479989 E	08-07-2011
		US 2006254311 A1	16-11-2006
		WO 2004102094 A1	25-11-2004

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- WO 08142349 A [0003]
- WO 04102094 A [0004]
- DE 102007062213 [0005]