



⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑳ Numéro de dépôt : **94402427.2**

⑤① Int. Cl.⁶ : **F25J 3/04, F27D 17/00**

㉔ Date de dépôt : **27.10.94**

③① Priorité : **12.11.93 FR 9313521**

④③ Date de publication de la demande :
17.05.95 Bulletin 95/20

⑧④ Etats contractants désignés :
BE DE ES FR GB IT LU NL

⑦① Demandeur : **L'AIR LIQUIDE, SOCIETE
ANONYME POUR L'ETUDE ET
L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES
CLAUDE
75, Quai d'Orsay
F-75321 Paris Cédex 07 (FR)**

⑦② Inventeur : **Guillard, Alain
11 rue Lauriston
F-75016 Paris (FR)
Inventeur : Buffenoir, Marc
6 Square Fragonard
F-78960 Voisins le Bretonneux (FR)
Inventeur : Deloche, Daniel
1 Square Maurice Denis
F-92190 Meudon (FR)**

⑦④ Mandataire : **Le Moenner, Gabriel et al
Société l'Air Liquide
Chef du Service Brevets et Marques
75, Quai d'Orsay
F-75321 Paris Cédex 07 (FR)**

⑤④ **Installation combinée d'une unité de production de métal et d'une unité de séparation de gaz de l'air.**

⑤⑦ L'installation combinée comprend au moins une unité de production de métal (II), comprenant au moins un, typiquement une série de dispositifs de production ou de traitement de métal (1-6), et au moins une unité de séparation de gaz de l'air (III) comprenant au moins une sortie d'au moins un gaz de l'air (14-18), les unités étant alimentées en air comprimé à faible teneur en vapeur d'eau par une unité commune de production d'air comprimé (I), au moins une des sorties (14-18) de gaz de l'unité de séparation (III) étant reliée à au moins un des dispositifs (1-6) de l'unité de production pour l'alimentation en gaz de ce dernier.

La présente invention concerne une installation combinée d'au moins une unité de production d'au moins un métal, comprenant au moins un dispositif de production ou de traitement de métal, et d'au moins une unité de séparation de gaz de l'air comprenant au moins une sortie d'au moins un gaz de l'air.

Les unités de production de métaux, en particulier d'aciers, intègrent actuellement plusieurs dispositifs de production ou de traitement de métal pour, éventuellement, les regrouper en une ligne complète de production depuis le traitement du minerai brut jusqu'à l'obtention de produits finis, prêts à la commercialisation. La plupart de ces dispositifs de production ou de traitement de métal sont grands consommateurs d'air comprimé (plus de 100 Nm³ d'air par tonne de métal) et/ou de gaz de l'air, notamment l'oxygène, (plus de 50 Nm³ par tonne de métal) et/ou un gaz neutre (plus de 10 Nm³ par tonne de métal). Ces gaz de l'air sont généralement fournis à partir de conteneurs de gaz liquéfié ou par des canalisations de gaz. Ces gaz de l'air sont par ailleurs élaborés par des unités de séparation de gaz de l'air, notamment de type cryogénique, alimentées également en air sous pression. Les compresseurs d'air, que ce soit pour les dispositifs de production ou de traitement de métal ou pour les unités de séparation de gaz de l'air, sont des équipements particulièrement onéreux et consommateurs d'énergie électrique, et grèvent de ce fait notablement les coûts de production de ces unités.

La présente invention a pour objet de proposer une installation combinée d'au moins une unité de production de métal et d'au moins une unité de séparation de gaz de l'air optimisant les synergies entre ces unités, notamment par la mise en commun d'une unité de production d'air comprimé et par le couplage direct, sur site, des dispositifs de production ou de traitement de métal avec les sources de gaz de l'air offertes par l'unité de séparation de gaz de l'air.

Pour ce faire, selon une caractéristique de l'invention, l'installation combinée comprend une unité de production d'air comprimé ayant au moins une sortie reliée à l'unité de séparation de gaz de l'air et audit dispositif de production ou de traitement pour l'alimentation en air de ces derniers.

Selon une autre caractéristique de l'invention, l'installation comprend au moins une conduite de fluide reliant la sortie de l'unité de séparation audit dispositif pour la fourniture d'au moins un gaz de l'air, sous forme gazeuse ou liquide, à ce dernier.

La présente invention a également pour objet de proposer une installation combinée du type précité et exploitant également les synergies thermiques entre les deux unités, notamment les capacités frigorifiques offertes par une unité de séparation, en particulier de type cryogénique.

Pour ce faire, selon une caractéristique de l'invention, le dispositif de production de traitement de métal comprend au moins un circuit de refroidisse-

ment dont au moins une partie est associée fonctionnellement à au moins un circuit de fluide de l'unité de séparation cryogénique de gaz de l'air.

L'invention a également pour objet l'optimisation d'une unité de séparation cryogénique disposant d'air comprimé en excès.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description suivante de modes de réalisation donnés à titre illustratif mais nullement limitatif, faite en relation avec les dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique d'un mode de réalisation d'une installation combinée selon l'invention regroupant une ligne de production d'acier et une unité de séparation cryogénique de gaz de l'air ; et
- la figure 2 est une vue schématique d'un mode de réalisation d'une unité cryogénique de séparation de gaz de l'air convenant à une installation combinée selon l'invention.

Dans la description qui va suivre et sur les dessins, les éléments identiques ou analogues portent les mêmes chiffres de référence, éventuellement indicés.

Dans le mode de réalisation représenté schématiquement sur la figure 1, on reconnaît trois groupes principaux coopérant mutuellement, à savoir un groupe de production d'air comprimé haute et moyenne pression I, une ligne de production d'acier II et une unité cryogénique de séparation de gaz de l'air III, ici de type cryogénique.

Dans l'exemple représenté, la ligne II comprend un four de fusion d'acier 1, typiquement un four à arc EAF ou un four à tuyères et brûleurs EOF, dont le métal fondu est transféré à un dispositif 2 de traitement ou de mise à nuance de l'acier fondu de type convertisseur, AOD ("Argon oxygen decarburization") ou BOF ("Basic oxygen furnace"), qui est ensuite transféré, via un dispositif de coulée continue 3 et un four de réchauffe en continu 4 à un train de laminage 5. Le four 1 est alimenté en acier soit directement en provenance d'un dispositif 6 de réduction ou de pré-réduction de minerai de fer, du type haut fourneau ou à réduction directe COREX ou DRI, soit en ferraille par un dispositif de tri de ferrailles 7. L'unité cryogénique de séparation de gaz de l'air III comprend typiquement au moins une double colonne de distillation 9, comportant, comme représenté sur la figure 2, une colonne moyenne pression 10 et une colonne basse pression 11 et, avantageusement, une colonne de mixture argon (non représentée), et alimentée en air comprimé, sous une pression d'au moins 4x10⁵ Pa, typiquement de 6 à 35 x 10⁵ Pa, par une ligne d'amenée d'air comprimé 12 incorporant un dispositif d'épuration à adsorbant 13. Dans l'exemple représenté, l'unité de séparation comporte au moins une sortie d'oxygène pur 14, une sortie d'azote sensiblement pur 15, une sortie d'argon sensiblement pur 16, une

sortie de gaz résiduaire 17 (généralement de l'azote impur) et une sortie additionnelle de fluide cryogénique 18, par exemple de l'azote liquide ou gazeux ou de l'air liquide.

Selon un aspect de l'invention, les groupes II et III sont alimentés en air comprimé par un même groupe de compression commun I comprenant un train de compresseurs 19 ayant plusieurs sorties, dont au moins certaines d'entre elles sont associées à un groupe de séchage et de déshuilage 20, fournissant au moins de l'air comprimé haute pression (typiquement supérieure à 6×10^5 Pa) à au moins une conduite 21 et avantageusement au moins de l'air comprimé à moyenne pression (entre 3 et 6×10^5 Pa), à une série de conduites 22. La conduite 21 est directement reliée à la conduite 12 tandis que les conduites 22 sont reliées, via un dispositif de réglage et, éventuellement, de détente de pression 23 au four 1, pour l'alimentation de brûleurs ou de tuyères, au dispositif de traitement d'acier fondu 2, pour l'alimentation de tuyères ou de brûleurs, au four de réchauffe 4, pour l'alimentation de brûleurs, et au train de laminage 5, pour la fourniture d'air de vaporisation d'eau de refroidissement, ainsi que, pour la fourniture à l'ensemble de ces dispositifs, d'air sec moyenne pression dit "air instrument" pour la protection ou le gainage d'instruments de contrôle de surveillance de ces dispositifs, par exemple des sondes de température ou des caméras de télévision. De l'air moyenne pression est également adressé au dispositif de tri 7 pour l'alimentation des buses d'éjection d'air de triage de ce dernier. De l'air moyenne pression et/ou de l'air haute pression est également adressé au dispositif de réduction ou de pré-réduction d'acier 6 pour l'alimentation de tuyères ou de brûleurs de ce dernier et/ou pour la fourniture d'air instrument. De l'air comprimé sec à moyenne pression peut également être fourni, en une sortie 24 du dispositif 23, à un réseau d'air comprimé pour d'autres appareils utilitaires de l'installation ou voisins de cette dernière.

Corrélativement, selon un aspect de l'invention, l'oxygène fourni par le groupe III est adressé au dispositif de réduction ou de pré-réduction 6, pour l'alimentation de brûleurs ou d'injecteurs, au four 1, pour l'alimentation de brûleurs ou de tuyères de post-combustion, au dispositif de traitement d'acier fondu 2, pour l'alimentation de tuyères ou de brûleurs de ce dernier, et au four de réchauffe 4 pour l'alimentation de brûleurs de ce dernier. De même, de l'azote et/ou de l'argon sont adressés au dispositif 1, pour le convoyage de particules carbonées, au dispositif 2, pour y réaliser un bullage, et aux dispositifs 3 à 5, pour leur inertage ou zonage.

On comprendra de la description qui précède que l'essentiel des gaz nécessaires à la mise en oeuvre des groupes II et III est fourni à partir du groupe de compression I qui de fait transforme l'énergie électrique, acheminée par une ligne 25, en énergie pneuma-

tique multi-usages, en permettant ainsi de gagner sur les coûts de production avec un contrat d'énergie électrique avantageux et un groupe de compression largement dimensionné et présentant de ce fait des rendements largement supérieurs aux rendements de groupes de compression individuels pour chaque groupe ou, comme c'est souvent le cas aujourd'hui, pour chacun des dispositifs du groupe II.

Selon un autre aspect de l'invention, on met également à profit des frigories ou des gaz saturables disponibles dans le groupe III pour refroidir des éléments des groupes II et éventuellement 1. Comme on le voit sur la figure 1, une canalisation d'amenée d'eau de refroidissement 26 est placée en condition d'échange de chaleur, direct ou indirect, dans un échangeur 27, avec un flux de gaz résiduaire froid ou saturable disponible à la sortie 17 et/ou à la sortie 18 de la double colonne 9 et acheminé par une conduite 170, l'eau ainsi refroidie étant adressée à l'entrée A du circuit d'eau de refroidissement du four 1, ou à une partie du circuit de refroidissement de ce four 1 intéressant les zones les plus chaudes, à une entrée B d'eau de refroidissement d'au moins un étage du train de compresseurs 19, et/ou à une entrée C d'eau de refroidissement du dispositif de réduction ou de pré-réduction 6. La synergie entre les groupes II et III peut encore être améliorée en récupérant l'eau chaude ou la vapeur du circuit A de refroidissement à l'eau du four 1, du circuit C de refroidissement du dispositif 6, et/ou du circuit B de refroidissement du train de compresseurs pour l'adresser au dispositif d'épuration 13 en vue de la régénération de son adsorbant.

L'eau chaude ou la vapeur en sortie des circuits de refroidissement A à C, et/ou l'air comprimé chaud en sortie d'un étage du train de compresseurs 19 peuvent également être mis à profit pour vaporiser un liquide cryogénique disponible en sortie de l'unité de séparation III ou, notamment pour de l'argon non nécessairement produit par l'unité III, fourni par un réservoir, le gaz résultant étant au moins en partie fourni aux dispositifs de l'unité II.

Selon un autre mode de réalisation de l'invention, le train de compresseurs 19, au moins en partie, est du type à entraînement par de la vapeur d'eau sous pression, fournie avantageusement par un réseau de vapeur d'eau E, dont au moins une partie est en relation d'échange thermique avec au moins un des dispositifs 1-6 de l'unité de production de métal II.

De cette façon, il est possible de valoriser l'énergie produite par ledit dispositif (1-6) pour former, de manière classique, de la vapeur d'eau. A cette fin, le réseau de vapeur d'eau E est plus particulièrement relié à au moins l'un d'entre le four de fusion de métal 1, le four de réchauffe 4 et le dispositif de réduction ou de pré-réduction de minerais 6.

On a représenté sur la figure 2 un mode de réalisation particulier du groupe III exploitant la disponibilité de larges quantités d'air haute pression en sor-

tie d'un groupe compresseur de forte capacité et utilisé pour produire de l'oxygène et de l'azote à au moins une moyenne pression et de l'air sec et épuré à au moins une moyenne pression pour fourniture au moins aux différents dispositifs du groupe II. Sur cette figure, on reconnaît la ligne d'amenée d'air comprimé haute pression 12 comprenant, en amont du dispositif d'épuration 13, un groupe frigorifique 28, du type mécanique ou à absorption, l'air refroidi et épuré étant sur-comprimé par un surpresseur 29 entraîné par une turbine de détente 30, dite turbine Claude, détendant une partie de l'air surpressé et refroidi dans une première ligne d'échange 31 pour son introduction en cuve de la colonne moyenne pression 10, une partie de l'air surpressé et refroidi étant adressée en passant par une deuxième ligne d'échange froide 32 et une vanne de détente à un niveau intermédiaire de la colonne moyenne pression, et, après sous-refroidissement, à un niveau supérieur de la colonne basse pression 11. Dans ce mode de réalisation, de l'oxygène liquide est extrait, en 33, en cuve de la colonne moyenne pression 11, de l'azote gazeux est extrait, en 36, en tête de la colonne moyenne pression 10, et de l'azote liquide est extrait en tête de la colonne moyenne pression 11. Selon un aspect de l'invention, de l'air détendu, typiquement à une pression entre 5 et 7×10^5 Pa, en sortie de la turbine 30 est prélevé et adressé, par une ligne 34 traversant les lignes d'échange 32 et 31, au dispositif de distribution 23 ou directement à certains des dispositifs du groupe II. La détente de ce supplément d'air non introduit dans la double colonne 9 permet une production de froid supplémentaire qui est utilisé pour obtenir une production plus importante des liquides cryogéniques dans la double colonne 9 et ce, avec une énergie spécifique notablement meilleure en raison de la fourniture d'air comprimé par le groupe compresseur I de grande capacité. De ce fait, en sus des fournitures de gaz aux dispositifs de l'unité II, l'unité cryogénique III peut fournir, comme figuré par le réseau E sur la figure 1, au moins une partie de ces fluides à d'autres sites utilisateurs, par canalisations, après vaporisation, ou sous forme de vrac. En variante, comme également représenté sur la figure 2, de l'air surpressé peut également être dérivé directement de la ligne reliant le surpresseur 29 à la turbine de détente 30, en amont de la ligne d'échange 31, pour la fourniture, par une ligne 35, au dispositif de distribution 23 ou directement à au moins certains des dispositifs du groupe II.

L'installation selon l'invention, outre la diminution des coûts énergétiques, d'investissement et d'exploitation permet d'optimiser la disposition au sein de l'unité de production de métaux, de chacun desdits groupes I, II et III, ce de sorte à réduire la surface d'occupation aux sols et de diminuer les nuisances, notamment le niveau sonore global, de l'installation. En effet, l'installation selon l'invention, autorise la localisation du groupe I, généralement bruyant, en un seul

et unique endroit choisi du site.

Quoique la présente invention ait été décrite en relation avec des modes de réalisation particuliers, elle ne s'en trouve pas limitée mais est au contraire susceptible de modifications et de variantes qui apparaîtront à l'homme de l'art. Notamment, l'intégration peut être réalisée de façon similaire, alternativement ou additionnellement, avec une unité de séparation de gaz de l'air du type à adsorption ou à perméation, produisant dans ce cas de l'oxygène sensiblement pur et/ou de l'azote sensiblement pur, en place et lieu d'une unité cryogénique telle que 9 ou en parallèle à cette dernière, les deux unités de séparation étant dans ce dernier cas alimentées par la même unité I, ainsi qu'avec des unités de production de métaux non ferreux, notamment le cuivre, le nickel, le zinc ou le plomb.

De même, d'autres types de dispositifs de production ou de traitement de métal (1-6) peuvent être mis en oeuvre, tels des fours-poches, des unités de dégazage, de traitement de surfaces, de traitement de déphosphatation ou de désulfuration.

Revendications

1. Installation combinée d'au moins une unité de production d'au moins un métal (II) comprenant au moins un dispositif de production ou de traitement de métal (1-6) et d'au moins une unité de séparation de gaz de l'air (III) comprenant au moins une sortie (14-18) d'au moins un gaz de l'air, caractérisée en ce qu'elle comprend une unité de production d'air comprimé (I) ayant au moins une sortie (21, 22) reliée à l'unité de séparation (III) et audit dispositif (1-6) pour l'alimentation en air de l'unité de séparation (III) et dudit dispositif (1-6).
2. Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'unité de production d'air comprimé (I) comporte au moins un poste aval (20) de séchage de l'air comprimé.
3. Installation selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisée en ce qu'elle comprend au moins une conduite de fluide reliant la sortie (14-18) de l'unité de séparation (III) audit dispositif (1-6) pour la fourniture de gaz à ce dernier.
4. Installation selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que le dispositif est un dispositif de tri de métaux (7).
5. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le dispositif est un four de fusion de métal (1).
6. Installation selon l'une des revendications précé-

dentes, caractérisée en ce que le dispositif est un dispositif de traitement de métal fondu (2).

7. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le dispositif est un laminoir (5). 5
8. Installation selon la revendication 6, caractérisée en ce que le dispositif est un dispositif d'alimentation en métal (3 ; 4) du laminoir (5). 10
9. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le dispositif est un dispositif de réduction ou de pré-réduction de minerais (6). 15
10. Installation selon l'une des revendications 3, 5, 6, 8, 9, caractérisée en ce que le gaz fourni au dispositif (1 ; 2 ; 4 ; 6) est de l'oxygène. 20
11. Installation selon l'une des revendications 3 et 6 à 8, caractérisée en ce que le gaz fourni au dispositif (2-5) est de l'azote.
12. Installation selon l'une des revendications 3 et 6 à 8, caractérisée en ce que le gaz fourni au dispositif (2, 3, 5) est de l'argon. 25
13. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le dispositif (1, 6) comprend au moins un circuit de refroidissement (26, A ; C) dont au moins une partie est associée fonctionnellement (27 ; 13) à au moins un circuit de fluide (170 ; 12) de l'unité de séparation (III). 30
14. Installation selon la revendication 13, caractérisée en ce que le circuit de refroidissement (A ; C) comporte au moins une partie amont (26) en relation d'échange thermique (27) avec une conduite de gaz (170) produit par l'unité de séparation (III). 35
15. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que l'unité de production d'air comprimé (I) comprend au moins un circuit de refroidissement (26, B) dont au moins une partie est associée fonctionnellement (27 ; 13) à au moins un circuit de fluide (170 ; 12) de l'unité de séparation (III). 40
16. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que l'unité de séparation (III) est une unité cryogénique (9) reliée à l'unité de production d'air comprimé (I) via un poste d'épuration à adsorbant (13). 45
17. Installation selon l'une des revendications 13 à 15 et la revendication 16, caractérisée en ce que

le circuit de refroidissement à l'eau (A ; B ; C) comporte une partie aval reliée au poste d'épuration (13) pour la régénération de son adsorbant.

18. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le métal est de l'acier.
19. Installation selon l'une des revendications 1 à 17, caractérisée en ce que le métal est un métal non ferreux.
20. Installation selon la revendication 16 ou la revendication 17, caractérisée en ce que l'unité de séparation (III) est du type cryogénique (9) avec une colonne moyenne pression (10) alimentée partiellement en air surcomprimé détendu dans une turbine (30).
21. Installation selon la revendication 20, caractérisée en ce qu'elle comprend une ligne (34) d'air comprimé moyenne pression partant de l'aval de la turbine (30) pour fourniture à un poste utilisateur.
22. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que l'unité de production d'air comprimé (I) comporte un train de compresseurs (19).
23. Installation selon la revendication 22, caractérisée en ce qu'au moins une partie du train de compresseurs (19) est entraîné par un dispositif d'entraînement actionné par de la vapeur d'eau.
24. Installation selon la revendication 23, caractérisée en ce qu'elle comprend un réseau de vapeur d'eau (E) dont au moins une partie est en relation d'échange thermique avec le dispositif (1-6).

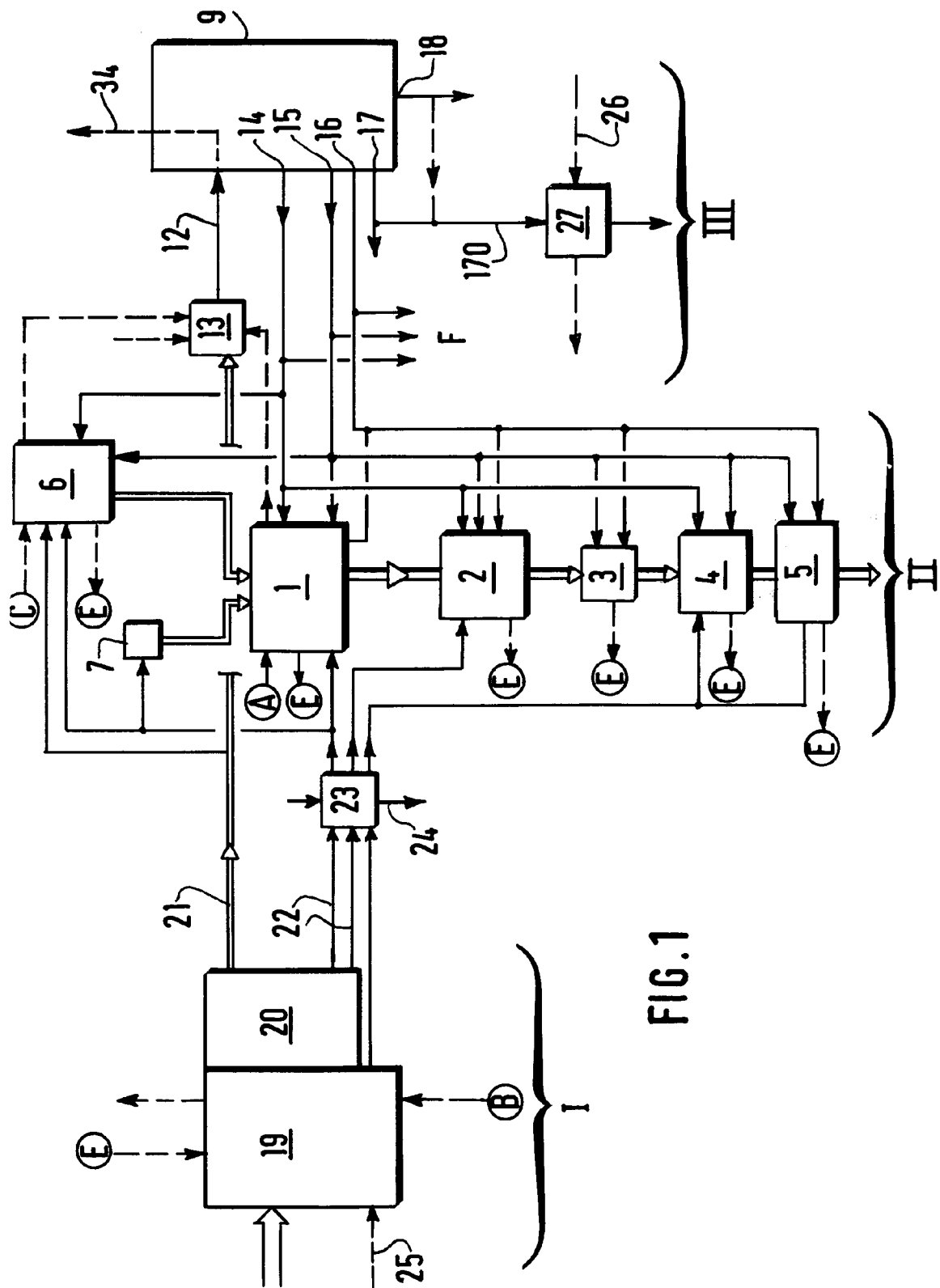


FIG. 1

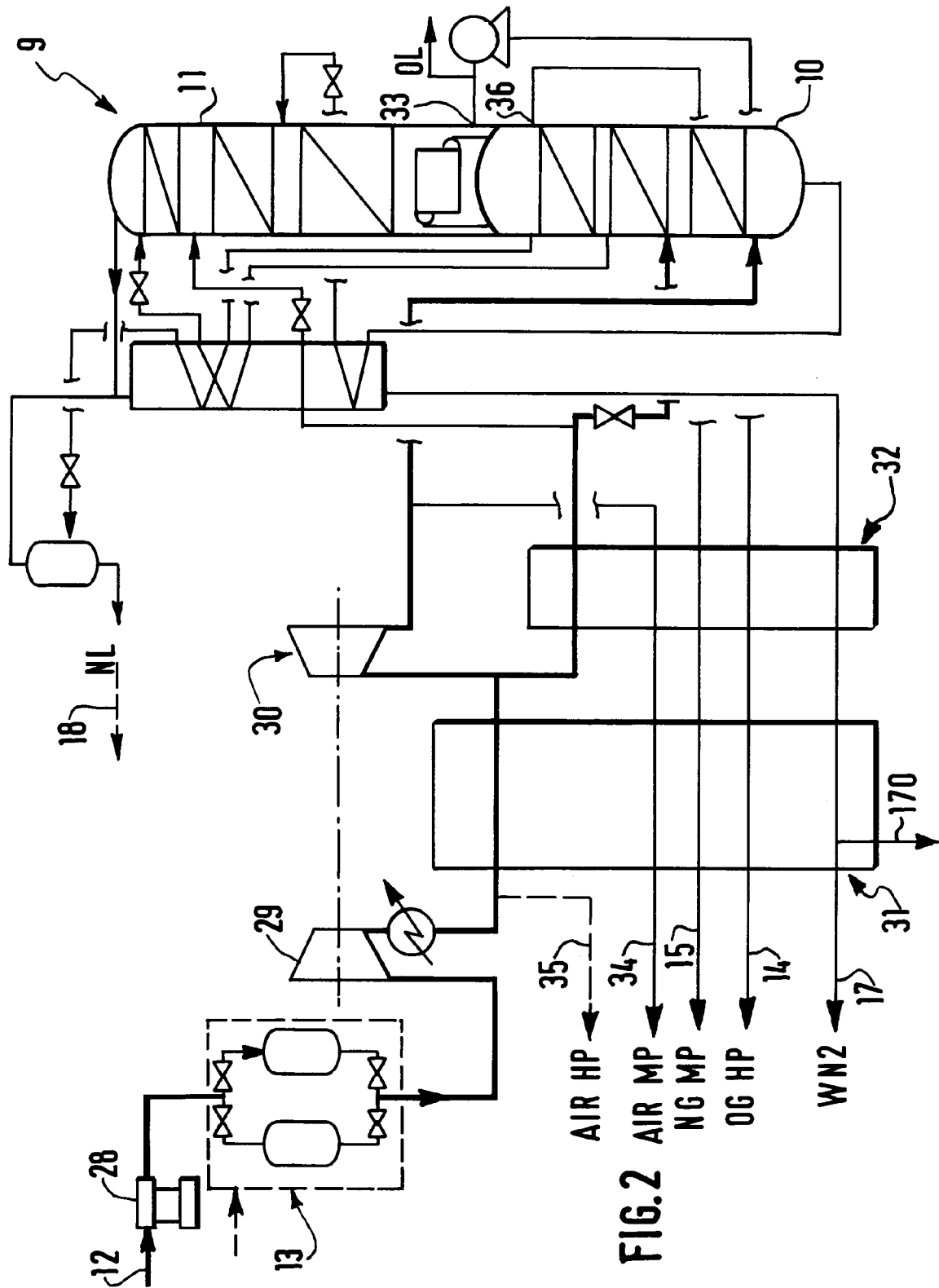


FIG. 2



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 94 40 2427

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
X	GB-A-2 266 344 (BOC) * page 11, ligne 4 - ligne 19; revendications; figures * ---	1,3,6,10	F25J3/04 F27D17/00
X	US-A-3 241 327 (J.K.LA FLEUR) * revendications; figures * ---	1,3,6,10	
X	EP-A-0 532 429 (AIR LIQUIDE) * colonne 2, ligne 15 - ligne 21; revendications; figures * ---	1,3,6,14	
X	DE-A-31 14 842 (MANNESMANN AG) * revendications; figures * -----	1,10-12	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			F27D F25J
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 28 Novembre 1994	Examineur Coulomb, J
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			

EPO FORM 1503 03.92 (P04C02)