

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication: 07.11.2001 Bulletin 2001/45	(51) Int Cl.7: F17C 7/04, F17C 13/02, F25D 29/00
(21) Numéro de dépôt: 01401030.0	
(22) Date de dépôt: 23.04.2001	
(84) Etats contractants désignés: AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE TR Etats d'extension désignés: AL LT LV MK RO SI	(72) Inventeurs: • Germain, Jean-Pierre 78180 Montigny le Bretonneux (FR) • Debruyn, Ludwig 8000 Leuven (BE)
(30) Priorité: 05.05.2000 FR 0005789	(74) Mandataire: Mellul-Bendelac, Sylvie Lisette et al L'Air Liquide, Service Propriété Industrielle, 75, Quai d'Orsay 75321 Paris Cedex 07 (FR)
(71) Demandeur: L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE 75321 Paris Cédex 07 (FR)	

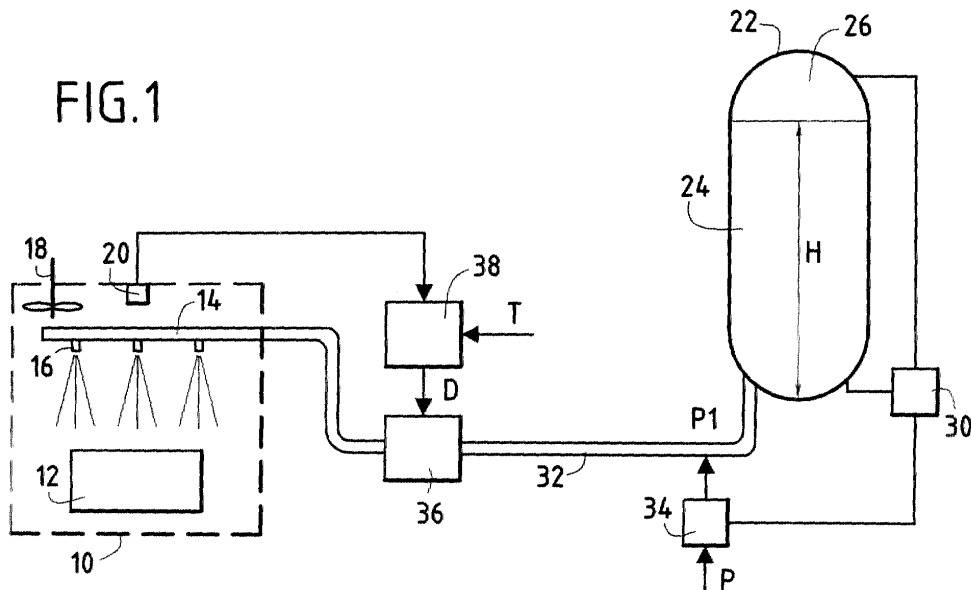
(54)

Installation de traitement d'objets par un liquide cryogénique

(57)

L'invention concerne une installation de traitement d'objets par un liquide cryogénique et notamment un tunnel à convection cryogénique. L'installation comprend une enceinte de traitement (10) apte à recevoir un objet (12) à traiter comprenant au moins une buse (16) pour délivrer ledit liquide ; une enceinte (22) de stockage du fluide cryogénique sous forme diphasique; une conduite (32) pour relier la buse (16) à l'extrémité inférieure de l'enceinte de stockage (22); des moyens (34) pour mesurer la pression du liquide à proximité de l'extrémité de raccordement de la conduite à l'enceinte de stockage; des moyens (30) associés à l'enceinte (22) pour réguler la pression à une valeur prédéterminée correspondant à un sous-refroidissement et des moyens (36, 38) de réglage du débit de liquide alimentant ladite buse.

FIG.1



Description

[0001] La présente invention a pour objet une installation de traitement d'objets par liquide cryogénique et notamment mais non exclusivement un tunnel à convection cryogénique, ainsi qu'un procédé de traitement cryogénique d'objets.

[0002] Les traitements par liquide cryogéniques d'objets sont très répandus, notamment pour réaliser la congélation de produits alimentaires emballés ou non. On sait que pour réaliser cette congélation, il est nécessaire de porter à coeur l'objet congelé à une température de l'ordre de -18°C . Pour obtenir ce résultat, il est bien sûr nécessaire de maintenir l'objet en question dans un environnement qui est maintenu à une température très inférieure à -18°C et qui est par exemple de l'ordre de -80°C .

[0003] Dans de telles installations on utilise le plus souvent, notamment pour la congélation des aliments, de l'azote liquide comme liquide cryogénique de refroidissement.

[0004] Ces installations, notamment les tunnels de convection cryogénique utilisant de l'azote liquide, présentent un grand nombre de sources de pertes de frigories et donc d'augmentation de la consommation en azote liquide nécessaire pour respecter les conditions de température imposées. Ces sources de pertes de frigories sont notamment, l'accès nécessaire à l'enceinte pour la circulation des objets ou la mise en place des objets dans l'enceinte, la régulation de température à l'intérieur de l'enceinte pour chaque cycle de congélation ainsi que les conditions de stockage de l'azote liquide ou plus généralement du fluide cryogénique et son acheminement jusqu'à l'enceinte cryogénique depuis la zone de stockage.

[0005] Un objet de la présente invention est de fournir une installation de traitement d'objets par un liquide cryogénique et notamment un tunnel à convection cryogénique qui présente une organisation telle que la consommation de liquide cryogénique et par exemple d'azote liquide puisse être réduite tout en maintenant les performances de ladite installation.

[0006] Pour atteindre ce but, selon l'invention, l'installation de traitement d'objets par un liquide cryogénique comprend :

une enceinte de traitement apte à recevoir au moins un objet à traiter comprenant au moins une buse pour délivrer dans l'enceinte ledit liquide cryogénique ;

une enceinte de stockage du fluide cryogénique sous forme diphasique ;

une conduite pour relier au moins ladite buse à l'extrémité inférieure de ladite enceinte, des moyens pour mesurer la pression du liquide cryogénique à proximité de l'extrémité de raccordement de ladite conduite avec ladite enceinte de stockage ; des moyens associés à ladite enceinte pour réguler la-

dite pression à une valeur prédéterminée correspondant à un sous-refroidissement, et des moyens de réglage du débit de liquide alimentant ladite buse.

[0007] On comprend que la disposition de l'invention selon laquelle on régule la pression du liquide cryogénique à sa sortie de l'enceinte de stockage à une valeur telle que le liquide soit dans un état de sous-refroidissement, permet d'introduire dans l'enceinte de traitement un liquide cryogénique ayant une caractéristique de température parfaitement définie et en particulier indépendante des conditions de stockage du mélange liquide-gaz contenu dans ladite enceinte de stockage.

[0008] De préférence, la pression prédéterminée à laquelle le liquide cryogénique est régulé en sortie dans l'enceinte de stockage est comprise entre 1,5 et 3 bars relatifs.

[0009] Selon une autre caractéristique préférée de l'invention, l'installation est équipée de moyens de réglage du débit du liquide cryogénique alimentant l'enceinte à l'aide d'une première vanne par tout ou rien présentant un débit D_1 en position ouverte et une deuxième vanne par tout ou rien montée en parallèle avec la première vanne et présentant un débit D_2 très inférieur au débit D_1 par quoi il est possible à l'aide de deux vannes par tout ou rien de régler le débit de liquide cryogénique dans l'enceinte de traitement en fonction de la mesure de température dans cette enceinte et en relation avec la température de consigne pour minimiser la quantité de liquide cryogénique utilisée.

[0010] De préférence, l'enceinte de traitement est un tunnel à convection cryogénique dans lequel on trouve un convoyeur sans fin pour le déplacement des objets à traiter et des rampes munies d'une pluralité de buses d'injection du liquide cryogénique dans le tunnel.

[0011] Selon un mode de mise en oeuvre préféré de l'invention, le liquide cryogénique est de l'azote liquide.

[0012] L'invention concerne également un procédé de traitement d'un objet à l'aide d'un liquide cryogénique qui comprend les étapes suivantes :

on dispose ledit objet à l'intérieur d'une enceinte de traitement ;

on injecte ledit liquide cryogénique dans ladite enceinte à l'aide d'au moins une buse,

on alimente ladite buse à partir d'une enceinte contenant ledit fluide cryogénique à l'état biphasique, on maintient ledit liquide cryogénique alimentant ladite buse à une pression sensiblement constante correspondant à un état sous-refroidi dudit liquide.

[0013] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront mieux à la lecture de la description qui suit de plusieurs modes de mise en oeuvre de l'invention donnés à titre d'exemples non limitatifs. La description se réfère aux figures annexées, sur lesquelles :

la figure 1 est une vue de l'ensemble d'une installation de traitement cryogénique dans le cas où l'enceinte de traitement reçoit des produits individuels ; la figure 2 montre de façon simplifiée en coupe longitudinale un tunnel à convection cryogénique ; la figure 3 montre un exemple de réalisation de l'ensemble de régulation du débit de liquide cryogénique dans le tunnel ; et la figure 4 montre l'enceinte de stockage du mélange liquide-gaz cryogénique et les moyens de régulation de cette enceinte.

[0014] En se référant tout d'abord à la figure 1, on va décrire un premier exemple de mise en oeuvre de l'invention.

[0015] Sur la figure 1, on a représenté une enceinte 10 dans laquelle on peut introduire un objet 12 qui doit faire l'objet d'un traitement cryogénique par exemple en vue de sa congélation. Dans l'enceinte 10, on trouve une rampe 14 munie de buses d'injection 16 pour injecter le liquide cryogénique dans l'enceinte. A l'intérieur de cette enceinte 10, on trouve également des ventilateurs ou un organe analogue 18 pour homogénéiser par convection la température à l'intérieur de l'enceinte. On trouve enfin un capteur de température 20 pour mesurer la température régnant à l'intérieur de l'enceinte 10.

[0016] L'installation comporte également une cuve de stockage 22 du fluide cryogénique sous forme biphase, la partie liquide étant référencée 24 et la partie gazeuse 26. De préférence, le fluide cryogénique est de l'azote. L'enceinte de stockage 22 est associée à un circuit de régulation 30 permettant, par modification du rapport liquide-gaz de réguler la pression dans l'enceinte 22. L'extrémité inférieure de l'enceinte de stockage 22 est raccordée à l'entrée de la rampe d'injection 14 par une conduite isotherme 32. La conduite 32 est équipée à proximité immédiate de son raccordement à l'enceinte 22 d'un capteur de pression 34 pour mesurer la pression du liquide cryogénique dans cette portion de ladite conduite 32. Cette mesure de pression P_1 est comparée à une valeur de consigne de pression P . En fonction du résultat de cette comparaison, un signal de commande est transmis au circuit de régulation 30 de pression dans l'enceinte 22 de telle manière que la pression P_1 soit ramenée à la valeur de consigne P . Dans le cas de l'azote, la pression de consigne P est, de préférence, comprise entre 1,5 et 3 bars relatifs. Cette pression de consigne ne doit pas être trop élevée car le nombre de calories par gramme disponible dans le liquide diminue avec l'accroissement de la pression. On comprend que cette régulation de la pression à la sortie de l'enceinte permet un contrôle beaucoup plus efficace qu'avec le système standard 30 de mesure de contrôle de pression qui permet de réguler la pression P_2 à la partie supérieure de l'enceinte. Notamment, la régulation de la pression P_2 ne permet pas une régulation précise de la pression P_1 en raison notamment de la variation possible du remplissage en liquide de l'enceinte 22

et donc de la hauteur H de liquide qui correspond à une pression hydrostatique s'ajoutant à la pression P_2 .

[0017] La canalisation 32 est également équipée d'un dispositif de commande de débit 36 permettant de contrôler le débit de liquide cryogénique alimentant la rampe 14. Le capteur ou les capteurs de température 20 disposés à l'intérieur de l'enceinte 10 transmettent une information de température effective à un circuit de régulation 38 qui compare la température mesurée à une température de consigne T . Le résultat de cette comparaison permet d'élaborer un signal de commande de débit D qui est appliqué au dispositif de contrôle de débit 36.

[0018] On comprend que grâce aux dispositions de l'invention, la quantité d'azote liquide consommée est limitée au maximum grâce d'une part, à la régulation en pression de ce liquide à la sortie de l'enceinte 22, ce qui permet de contrôler la température du liquide arrivant à la rampe d'injection 14 et, d'autre part, grâce au contrôle de débit de ce liquide, ce débit étant adapté aux conditions de température à l'intérieur de l'enceinte 10, notamment en fonction des phases d'ouverture et de fermeture de cette enceinte pour permettre l'introduction et l'extraction de l'objet 12 à traiter.

[0019] En se référant maintenant à la figure 2, on va décrire un mode particulier de mise en oeuvre de l'installation dans le cas d'un tunnel à convection cryogénique. Ce tunnel 40 est constitué par une enceinte allongée comportant une plate-forme inférieure 42 et une paroi supérieure et latérale 44 isotherme, munie à chacune de ses extrémités d'une ouverture 46 et 47 pour permettre l'introduction et l'extraction des objets à traiter. Dans ce mode de réalisation, un convoyeur à bande continue 48 est prévu à proximité du plancher 42. Ce convoyeur est entraîné par un moteur 50. Le convoyeur 48 comporte une première extrémité de chargement 52 qui est à l'extérieur de l'enceinte du tunnel 40 et une extrémité 54 de déchargement également à l'extrémité de l'enceinte de traitement 40. Comme on l'a déjà expliqué, le tunnel est équipé d'au moins un capteur de température 20 et de préférence de plusieurs capteurs de température et d'une pluralité de ventilateurs ou convecteurs 20 pour assurer une homogénéisation de la température à l'intérieur de l'enceinte 40 par effet de convection.

[0020] La bande sans fin, constituant le convoyeur 48, étant de préférence réalisée en un métal, par exemple de l'acier inoxydable, on prévoit que les extrémités 52 et 54 de ce convoyeur à l'extérieur de l'enceinte soient de longueur aussi réduite que possible afin d'éviter l'élévation de température de l'ensemble dudit convoyeur. Sur cette figure, on retrouve la rampe 14 avec ses buses d'injection 16 alimentées par la conduite 32 à travers le dispositif de réglage de débit 36. La ou les rampes 14 sont constituées de telle manière que les buses 16 soient disposées effectivement dans toute la largeur du tunnel 40, c'est-à-dire selon la direction orthogonale à celle de la figure 2.

[0021] Sur la figure 3, on a représenté un mode pré-

féré de réalisation du dispositif de régulation de débit 36. Ce dispositif qui est monté entre les portions 32a et 32b de la conduite 32 comprend une première conduite 50 sur laquelle est montée une première vanne à commande par tout ou rien 62 dont le débit en position ouverte est D_1 . Ce dispositif 30 comporte également une deuxième conduite 64 en parallèle avec la conduite 60 sur laquelle est montée une deuxième vanne 66 à commande par tout ou rien de débit D_2 en position ouverte. Enfin, le dispositif comporte une troisième conduite en parallèle 68 équipée d'une résistance hydraulique 70. Les vannes 62 et 66 comportent des moyens de commande de leur état ouvert ou fermé de préférence électrique qui sont activés par le circuit de contrôle 38. Lorsque les deux vannes 62 et 66 sont ouvertes, on obtient un débit maximal $D_1 + D_2$, lorsque seule la vanne 66 est ouverte, on obtient un débit D_2 , D_2 étant très inférieur à D_1 . Lorsque les deux vannes sont fermées, on a seulement un débit dans la conduite 68, ce débit étant défini par la restriction 70 de telle manière qu'il corresponde à des conditions de pression dans lesquelles le fluide cryogénique est sous forme de vapeur. La fonction de ce débit dérivé est d'entretenir un flux gazeux dans les buses 16 même en l'absence de débit liquide.

[0022] Le débit dérivé sous forme gazeuse qui arrive dans la rampe d'injection 14 lorsqu'aucun débit liquide n'est présent a pour but d'éviter qu'en l'absence de débit liquide, les buses 16 de la rampe 14 ne soient obturées par exemple par la cristallisation ou condensation d'impuretés pouvant être contenues dans l'atmosphère remplissant le tunnel.

[0023] La commande du dispositif de régulation de débit 36 est réalisée de préférence selon l'algorithme suivant. La température t mesurée dans l'enceinte est comparée à un premier seuil égal à $T + T_1$, T étant la température de consigne devant régner dans l'enceinte, par exemple -80°C , et T_1 une température positive par exemple égale à 5°C . Tant que la température t est supérieure à $T + T_1$, les deux vannes restent ouvertes. Lorsque ce premier seuil est atteint, la première vanne 62 est fermée, la rampe étant alimentée avec le seul débit D_2 . La température t mesurée dans l'enceinte est alors comparée à un deuxième seuil $T - T_2$, T_2 étant une température positive inférieure à T_1 et, par exemple, égale à 1°C . Ce mode de régulation du débit permet d'utiliser des électrovannes cryogéniques standards. Néanmoins, il assure l'optimisation de la quantité de fluide cryogénique utilisée et du temps de "descente en température" du tunnel 40.

[0024] En se référant maintenant à la figure 4, on va décrire plus en détail l'enceinte de stockage du fluide cryogénique 22. L'enceinte proprement dite est contenue dans un revêtement isotherme 70. L'extrémité inférieure de l'enceinte 52 est raccordée à la conduite 32 qui est calorifugée à l'aide d'un calorifuge très efficace 72. Sur cette figure, on a fait apparaître plus en détail les moyens de régulation de pression avec son circuit de contrôle 30 qui reçoit du capteur 36 l'information de

consigne de pression P . Le circuit 40 permet de prélever, à la partie inférieure de l'enceinte 22, du fluide cryogénique sous forme liquide, de faire passer ce liquide prélevé par un réchauffeur 76 et de réinjecter par la conduite 78 le fluide cryogénique sous forme de gaz à la partie supérieure 26 de l'enceinte. On peut ainsi agir sur la pression P_2 à la partie supérieure de l'enceinte pour assurer la régulation de la pression à son extrémité inférieure de prélèvement par la conduite 32.

Revendications

1. Installation de traitement d'objets par un liquide cryogénique comprenant :

une enceinte de traitement apte à recevoir au moins un objet à traiter comprenant au moins une buse pour délivrer dans l'enceinte ledit liquide cryogénique ;
une enceinte de stockage du fluide cryogénique sous forme diphasique ;
une conduite pour relier au moins ladite buse à l'extrémité inférieure de ladite enceinte de stockage ;
des moyens pour mesurer la pression du liquide cryogénique à proximité de l'extrémité de raccordement de ladite conduite à ladite enceinte de stockage ;
des moyens associés à ladite enceinte de stockage pour réguler ladite pression à une valeur prédéterminée correspondant à un sous-refroidissement, et
des moyens de réglage du débit de liquide alimentant ladite buse.

2. Installation selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** ladite pression prédéterminée est comprise entre 1,5 et 3 bars relatifs.

3. Installation selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, **caractérisée en ce que** ladite enceinte de traitement est un tunnel à convection cryogénique comprenant un convoyeur sans fin pour le déplacement des objets entre une extrémité d'entrée et une extrémité de sortie et au moins une rampe munie d'une pluralité de buses d'injection dudit liquide cryogénique dans ledit tunnel.

4. Installation selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** lesdits moyens de réglage du débit de liquide alimentant la ou lesdites rampes comprennent une première vanne à commande par tout ou rien présentant un débit D_1 en position ouverte et une deuxième vanne à commande par tout ou rien montée en parallèle avec ladite première vanne et présentant un débit D_2 très inférieur au débit D_1 .

5. Installation selon la revendication 4, **caractérisée en ce que** lesdits moyens de réglage comprennent en outre des moyens pour mesurer la température à l'intérieur dudit tunnel, des moyens pour comparer la température mesurée à un premier seuil égal à $T+T_1$, T étant la température de consigne pour le tunnel et T_1 une température positive très inférieure à $|T|$ et pour commander la fermeture de la première vanne si la température mesurée devient inférieure à $T+T_1$ et des moyens pour comparer la température mesurée à un deuxième seuil égal à $T-T_2$, T_2 étant une température positive inférieure à T_1 , et pour commander la fermeture de la deuxième vanne lorsque la température mesurée devient inférieure au deuxième seuil.
6. Installation selon la revendication 5, **caractérisée en ce qu'elle** comprend en outre des moyens pour alimenter la ou lesdites rampes avec un faible débit de fluide cryogénique à l'état gazeux lorsque lesdites deux vannes sont fermées.
7. Installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce que** ledit liquide cryogénique est de l'azote.
8. Procédé de traitement d'un objet à l'aide d'un liquide cryogénique comprenant les étapes suivantes :
- on dispose ledit objet à l'intérieur d'une enceinte de traitement,
 - on injecte ledit liquide cryogénique dans ladite enceinte à l'aide d'au moins une buse,
 - on alimente ladite buse à partir d'une enceinte de stockage contenant ledit fluide cryogénique à l'état biphasique,
 - on maintient ledit liquide cryogénique alimentant ladite buse à une pression sensiblement constante correspondant à un état sous-refroidi dudit liquide.
9. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ledit liquide cryogénique est de l'azote.

45

50

55

FIG.1

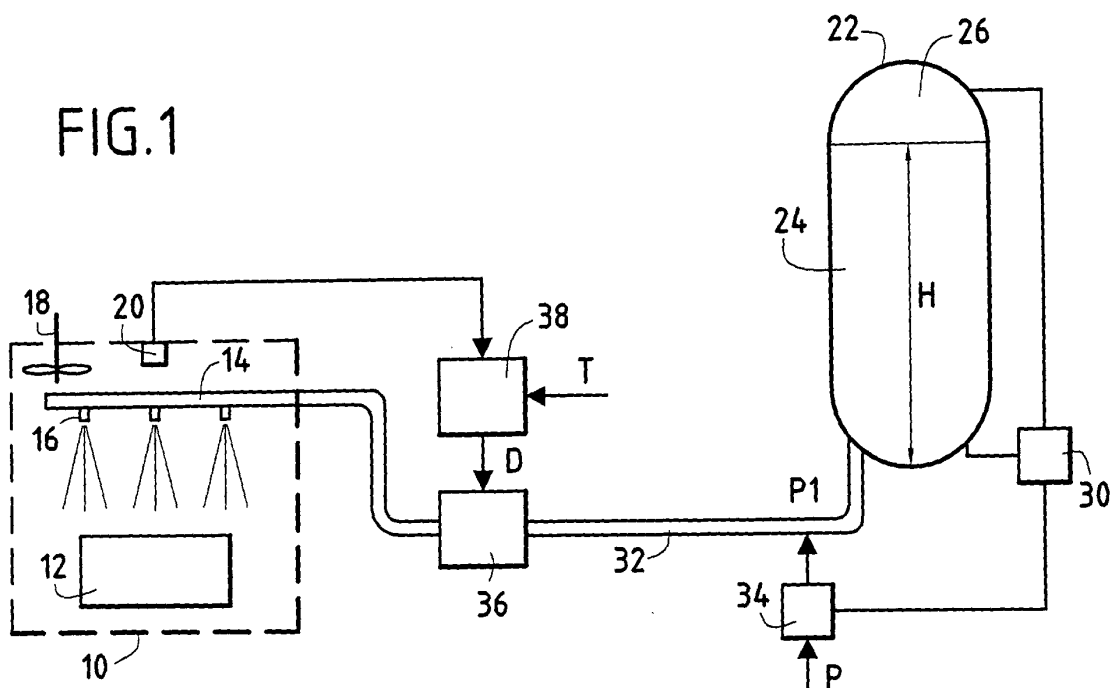


FIG.2

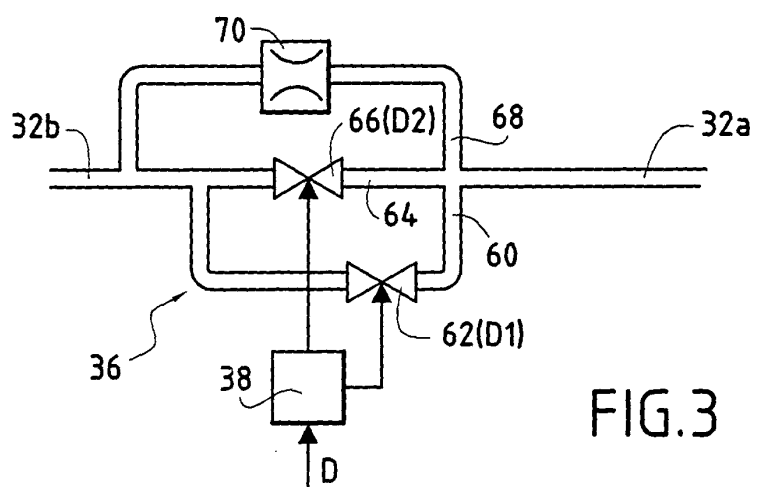
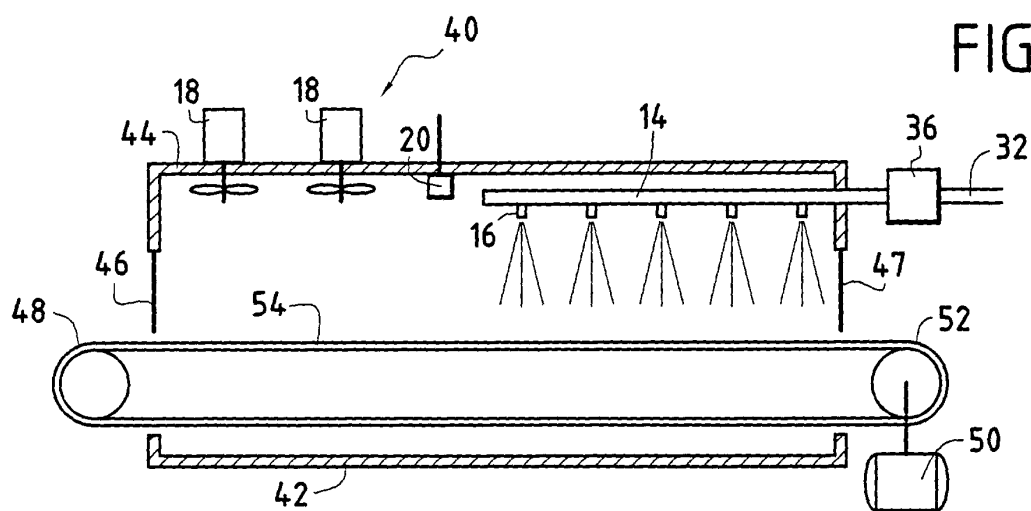
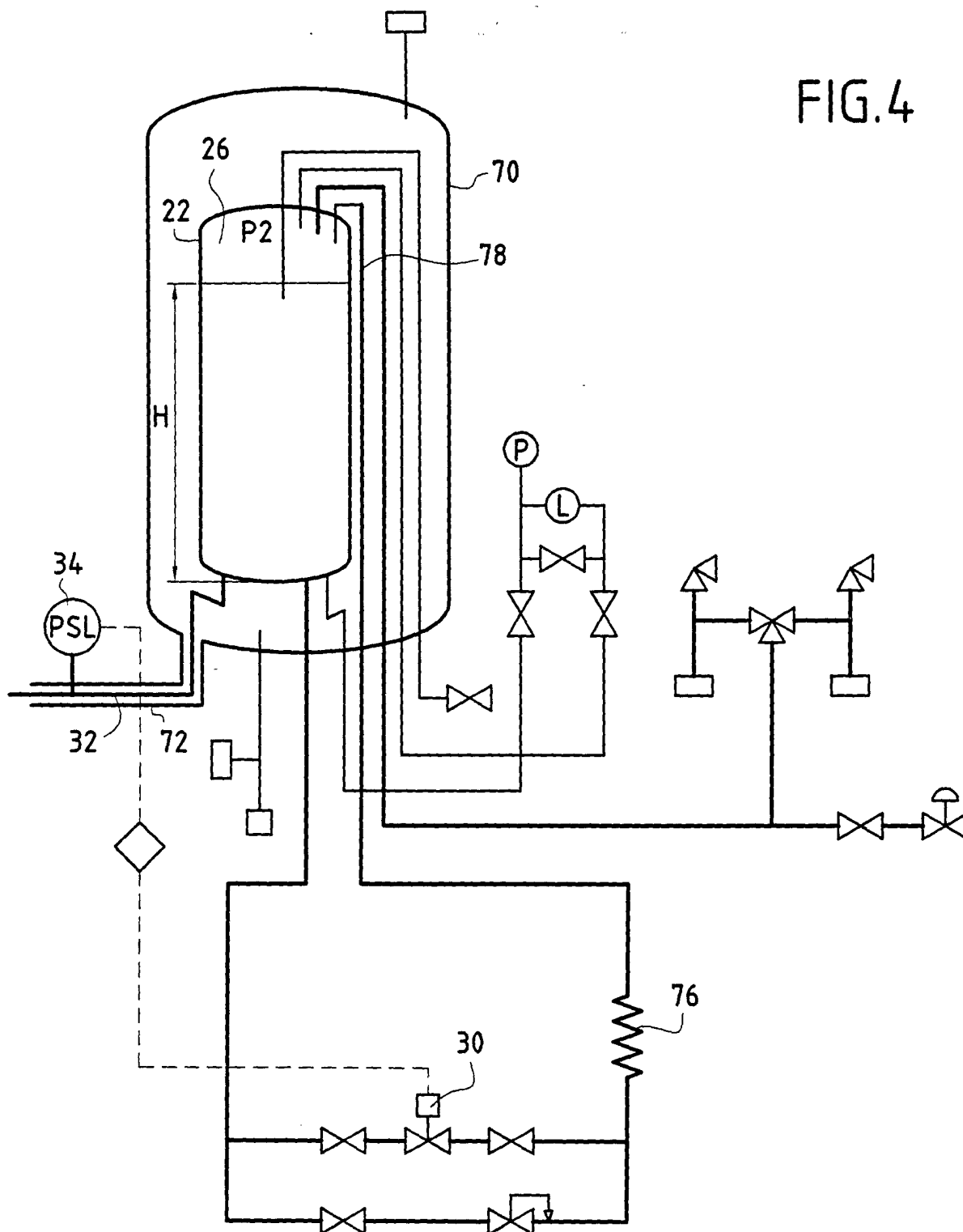


FIG.3

FIG.4





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 01 40 1030

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.7)
X	US 5 477 691 A (WHITE NORMAN H) 26 décembre 1995 (1995-12-26)	8	F17C7/04
A	* abrégé; figure 5 * * colonne 4, ligne 10 - colonne 6, ligne 12 *	1	F17C13/02 F25D29/00
A	FR 2 712 382 A (THERMO KING CORP) 19 mai 1995 (1995-05-19) * abrégé; figure 1 * * page 10, ligne 27 - page 11, ligne 11 *	1,8	
A	FR 2 443 017 A (LINDE AG) 27 juin 1980 (1980-06-27) * figure 1 * * page 5, ligne 4 - page 6, ligne 35 *	1,8	
A	US 5 761 911 A (JURCIK BENJAMIN ET AL) 9 juin 1998 (1998-06-09) * abrégé; figure 10 * * colonne 9, ligne 44 - colonne 10, ligne 53 *	1,8	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
			F17C F25D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
LA HAYE		31 juillet 2001	Yousufi, S
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 03/02 (P04C02)

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

EP 01 40 1030

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.

31-07-2001

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5477691 A	26-12-1995	BR 9504229 A	06-08-1996
		CA 2159523 A,C	31-03-1996
		CN 1129312 A	21-08-1996
		DE 69519354 D	14-12-2000
		DE 69519354 T	17-05-2001
		EP 0704661 A	03-04-1996
		ES 2151573 T	01-01-2001
		JP 8114358 A	07-05-1996
		KR 257146 B	15-05-2000
FR 2712382 A	19-05-1995	US 5365744 A	22-11-1994
		CA 2135273 A	09-05-1995
		DE 4439365 A	29-06-1995
		GB 2285676 A,B	19-07-1995
		SG 55186 A	21-12-1998
FR 2443017 A	27-06-1980	DE 2851862 A	04-06-1980
		AT 364344 B	12-10-1981
		AT 83079 A	15-03-1981
		BE 880342 A	29-05-1980
		CH 641888 A	15-03-1984
		NL 7908699 A	03-06-1980
US 5761911 A	09-06-1998	CN 1213707 A	14-04-1999
		EP 0844431 A	27-05-1998
		JP 10277380 A	20-10-1998
		SG 55412 A	21-12-1998
		SG 77230 A	19-12-2000
		SG 76611 A	21-11-2000
		US 6076359 A	20-06-2000

EPO FORM P0462

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