



(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
23.05.2001 Bulletin 2001/21

(51) Int Cl.⁷: **F17C 13/02**, F17C 13/12

(21) Numéro de dépôt: **00403119.1**

(22) Date de dépôt: **09.11.2000**

(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:

- **Varrassi, Lucien**
57365 Ennery (FR)
- **Fontanille, Patrick**
57365 Ennery (FR)

(30) Priorité: **22.11.1999 FR 9914648**

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

(71) Demandeur: **Cryolor**
57365 Ennery (FR)

(54) **Installation de stockage d'un gaz liquéfié sous pression et son système de sécurité**

(57) 1. L'invention concerne une installation de stockage d'un gaz liquéfié sous pression dans une enceinte de pression.

L'installation comprend une enceinte fermée (30) de résistance à la pression pour contenir ledit liquide qui comporte une paroi (32) dont l'épaisseur e_s est déterminée par des calculs prenant en considération des paramètres liés à une pression P_s à l'intérieur de ladite enceinte et à une température $T_s < -50^\circ\text{C}$ de paroi de ladite enceinte.

- des moyens (20) pour élaborer une grandeur G re-

présentative de la température effective T_e de la paroi de l'enceinte.

- des moyens pour élaborer une grandeur G' de même nature que G et représentative de la température de calcul T_s ,
- des moyens (42) pour comparer les grandeurs G et G' ,
- et des moyens (38, 40) pour abaisser la pression à une valeur P_2 inférieure à la pression de calcul P_s si il résulte de la comparaison que T_e est supérieure à T_s .

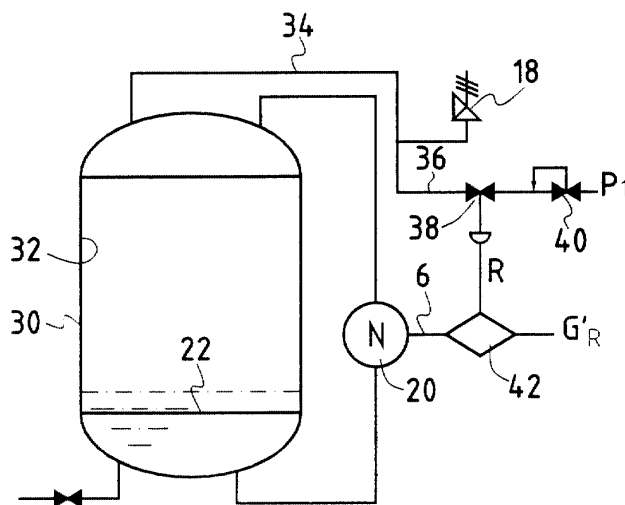


FIG. 2

Description

[0001] La présente invention a pour objet une installation de stockage d'un gaz liquéfié sous pression dans une enceinte de pression et un procédé de stockage d'un gaz liquéfié sous pression dans une telle enceinte.

[0002] Les gaz industriels tels que l'oxygène, l'azote, l'argon qui sont très largement utilisés dans tous les secteurs de l'industrie sont distribués en grande partie sous forme liquide à basse température et sont stockés chez l'utilisateur dans une enceinte cryogénique appelée le plus souvent "évaporateur" dont la pression de conception est généralement comprise entre 10 et 20 bar. Le coût des évaporateurs intervient de façon très significative dans le prix de revient des gaz industriels pour l'utilisateur. Or, il s'avère que près de la moitié de ce coût provient du métal, le plus souvent de l'acier inoxydable austénitique, dont est constitué le récipient à pression contenant le liquide cryogénique. Il y a donc un réel intérêt à pouvoir construire des enceintes ou évaporateurs dont le coût serait réduit par rapport au coût actuel.

[0003] En outre, on comprend que, pour des raisons de sécurité évidentes, le calcul des dimensions de l'enceinte ou de la cuve doit être réalisé de façon très rigoureuse selon la norme EN 10 028-7 annexe F.

[0004] Sur la figure 1 annexée, on a représenté une telle installation de type connu qui est constituée par l'enceinte cryogénique de résistance à la pression 12 dans laquelle le gaz liquéfié 14 est stocké. L'installation comprend également une tubulure de soutirage 16 à la partie inférieure de la cuve ainsi qu'une soupape de sécurité 18 reliée à la partie supérieure de l'enceinte 12. Le plus souvent, l'installation est également équipée d'un système 20 de détection du niveau de liquide 22 dans la cuve. Ce système 20 permet de fournir le pourcentage de la hauteur de l'enceinte occupée par le liquide et il est basé sur une mesure différentielle de pression. Cette mesure permet de commander le remplissage de l'enceinte dès que ce pourcentage devient inférieur à 30%.

[0005] Dans les calculs visant à déterminer les caractéristiques dimensionnelles de l'enceinte cryogénique qui utilisent la norme déjà mentionnée, on prend en considération une température égale à la température ambiante ainsi qu'une pression de service qui correspond à la pression d'ouverture de la soupape de sécurité 18.

[0006] Un premier objet de l'invention est de fournir une installation de stockage d'un gaz liquéfié sous pression qui permette d'en abaisser le coût notamment en ce qui concerne la quantité de métal utilisé pour la réalisation de l'enceinte de pression tout en maintenant bien sûr des conditions de sécurité strictement équivalentes à celles qui sont prévues par les normes.

[0007] Pour atteindre ce but selon l'invention, l'installation de stockage d'un gaz liquéfié sous pression dans une enceinte de pression comprenant :

- une enceinte fermée de résistance à la pression

pour contenir ledit liquide, ladite enceinte comportant une paroi dont l'épaisseur est déterminée par des calculs prenant en considération des paramètres liés à une pression P_s à l'intérieur de ladite enceinte et à une température $T_s < -50^\circ\text{C}$ de paroi,

- des moyens pour élaborer une grandeur G représentative de la température effective T_e de la paroi de l'enceinte, des moyens pour élaborer une grandeur G' de même nature que G et représentative de la température de calcul T_s ,
- des moyens pour comparer les grandeurs G et G' ,
- et des moyens pour abaisser la pression à une valeur P_2 inférieure à la pression de calcul P_s si il résulte de la comparaison que T_e est supérieure à T_s .

[0008] On comprend que l'invention est basée d'une part sur le fait que les inventeurs ont mis en évidence que tant que la quantité de liquide de gaz liquéfié contenu dans la cuve est au moins égale à 10 %, la température de la paroi de l'enceinte reste très inférieure à la température ambiante prise en général comme paramètre de calcul et que, plus précisément, cette température reste inférieure à au moins -50°C et plus précisément à -80°C . En conséquence, les calculs de détermination, notamment de l'épaisseur de la paroi de l'enceinte de pression, sont faits à partir de cette température, ce qui permet d'aboutir à des épaisseurs très sensiblement réduites et donc à une diminution de la quantité d'acier à utiliser. En contrepartie, l'installation est prévue de telle manière que si la température effective de la paroi de l'enceinte vient à excéder la température prise en compte dans les calculs, la soupape est automatiquement commandée pour faire chuter la pression à l'intérieur de l'enceinte à une pression sensiblement inférieure à celle qui a été prise en compte pour le calcul de l'épaisseur de la paroi, par quoi cette augmentation de température est compensée par la diminution de pression quant aux contraintes auxquelles la paroi de l'enceinte est soumise.

[0009] Selon un premier mode de mise en oeuvre, la grandeur G est la température elle-même dans l'enceinte du récipient de pression.

[0010] Selon un deuxième mode de mise en oeuvre, la grandeur utilisée est le pourcentage de la hauteur de liquide contenu dans l'enceinte de résistance à la pression, hauteur qui est directement comme l'ont établi les inventeurs en relation avec la température externe de la paroi de l'enceinte. Cette variante de mise en oeuvre présente l'avantage d'utiliser un détecteur du niveau de liquide dans l'enceinte de résistance à la pression qui existe déjà dans la majorité des installations.

[0011] Un autre objet de l'invention est de fournir un procédé de stockage de gaz liquéfié sous pression dans une enceinte.

[0012] Ce procédé se caractérise en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- on calcule l'épaisseur de la paroi de ladite enceinte

en utilisant des paramètres correspondant à une pression P_s à l'intérieur de l'enceinte et à une température T_s ($T_s < -50^\circ\text{C}$) de ladite enceinte, par quoi on obtient une épaisseur e_s ,

- on fournit une enceinte de résistance à la pression dont l'épaisseur est égale à e_s ,
- on remplit ladite enceinte avec ledit gaz liquéfié,
- on mesure une grandeur G représentative de température T_e effective de la paroi de ladite enceinte au fur et à mesure de l'extraction dudit gaz interne dans l'enceinte,
- on compare ladite grandeur mesurée G à une grandeur de référence (G') de même nature que la grandeur mesurée G , représentative de ladite température T_s ,
- on abaisse la pression dans l'enceinte si la température T_e devient supérieure à la température T_s .

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

la figure 1 déjà décrite montre une installation de stockage de gaz liquéfié connue ;

la figure 2 montre un premier mode de réalisation de l'enceinte de l'installation de stockage selon l'invention ; et

la figure 3 montre un deuxième mode de réalisation de l'installation de stockage conforme à l'invention.

[0014] Comme on l'a déjà indiqué succinctement, la présente invention est basée sur les constatations suivantes faites par les inventeurs. Dans les conditions normales d'utilisation de ces installations, le taux de remplissage en liquide se trouve entre 30 et 100 % puisque, en fonctionnement normal, l'enceinte fait l'objet d'un remplissage dès que le taux de remplissage en liquide se trouve inférieur à 30 %. Avec ce taux de remplissage, la paroi de l'enceinte reste à une température qui ne remonte jamais au-dessus de -130°C . Les inventeurs ont également observé que, même si le taux de remplissage devient égal à 10 %, la température de la paroi de l'enceinte ne remonte jamais au-dessus de -80°C .

[0015] Au vu de ces observations, l'invention propose de calculer le dimensionnement de la paroi de l'enceinte de stockage sous pression pour une température de -80°C ou du moins pour une température bien inférieure à la température ambiante, par exemple -50°C , et pour la pression de service P_s standard. Les calculs effectués dans ces conditions de température et de pression permettent de diminuer l'épaisseur de la paroi de l'enceinte de 30 à 40 % inférieure à celle qu'on obtient de façon classique en utilisant la température ambiante pour effectuer ces calculs.

[0016] Afin de maintenir le même degré de sécurité

de l'installation même dans le cas où, pour des raisons tout à fait exceptionnelles et accidentelles, la température de la paroi de l'enceinte deviendrait à descendre en dessous de la température prise en considération pour les calculs, c'est-à-dire si le taux de remplissage devenait inférieur à 10 %, l'installation est équipée de moyens de détection représentant directement la température de la paroi ou de préférence une grandeur corrélée à cette température et un limiteur de pression à une pression P_1 inférieure à la pression de service pour provoquer la chute de la pression à l'intérieur de l'enceinte en cas de dépassement de la température de calcul.

[0017] En se référant tout d'abord à la figure 2, on va décrire un premier mode de réalisation de l'installation de stockage de gaz liquéfié. Cette installation comporte la cuve 30 dont l'épaisseur de la paroi 32 a été calculée selon la norme en vigueur pour une pression P_s de service et pour une température de service T_s égale à -80°C . L'installation comporte également le système de contrôle 20 du niveau de liquide 22 à l'intérieur de cette cuve. La conduite 34 qui met en communication la soupape de sécurité 18 avec l'intérieur de l'enceinte 30 est également reliée par la conduite 36 à une vanne commandée 38. Cette vanne commandée est interposée entre la conduite 36 et un limiteur de pression 40 dont la pression de réglage est égale à P_1 , P_1 étant sensiblement inférieure à la pression de service P_s pour laquelle l'enceinte a été calculée. L'information de pourcentage de hauteur de liquide G élaborée par le dispositif de mesure 20 est comparée à un pourcentage de référence G' dans le circuit comparateur 42. G' est choisi égal à 12 % et de préférence égal à 10 %. Si le résultat de la comparaison R est que le pourcentage de liquide devient inférieur à 10 %, la vanne 38 est commandée pour être ouverte de telle manière que l'intérieur de la cuve soit relié au limiteur de pression 40 réglé sur la pression P_1 . En revanche, en fonctionnement normal, tant que le pourcentage de hauteur de liquide G reste supérieur à G' , la vanne 38 reste fermée.

[0018] Cette solution est particulièrement intéressante puisqu'elle ne nécessite pas d'autre capteur que le dispositif de mesure du niveau de liquide.

[0019] Sur la figure 3, on a représenté un deuxième mode de réalisation de l'installation dans laquelle on retrouve la cuve 30 avec sa paroi 32 dont l'épaisseur a été calculée comme on l'a indiqué précédemment ainsi que la soupape de sécurité 18 reliée à l'enceinte par la conduite 34 et le dispositif de mesure de niveau 20. Dans ce mode de réalisation, on place sur la face externe de la paroi 32 de l'enceinte au moins un capteur de température 42 disposé à proximité de l'extrémité supérieure de l'enceinte 30 et de préférence une pluralité de capteurs 42 disposés à ce même niveau qui délivrent donc un signal représentatif de la température externe de l'enceinte T_e . Cette température est comparée dans le comparateur 44 à un signal représentatif de la température T_s à laquelle le calcul a été effectué, c'est-à-

dire correspondant à une valeur de -80°C . Le résultat de cette comparaison sert à commander une vanne 46 qui est interposée sur la conduite 48 entre l'intérieur de l'enceinte 30 et un limiteur de pression 50 réglé à la valeur P_1 inférieure à la pression de service P_s . Si la température mesurée T_e devient supérieure à la température de référence T_s , la vanne 46 est ouverte et l'intérieur de l'enceinte 30 est reliée au limiteur de pression 50.

[0020] Cette solution est plus intéressante lorsqu'il n'est pas nécessaire que l'installation de stockage comporte un dispositif de contrôle du niveau de liquide ou dans le cas où ce dispositif existe mais qu'il ne produit pas un signal, par exemple électrique, qui permettrait de commander la vanne.

[0021] Il en résulte de la description précédente que, conformément à l'invention, il est possible de réaliser une enceinte de pression cryogénique dont l'épaisseur est très sensiblement réduite du fait que l'on utilise comme température pour le calcul de cette épaisseur une température très inférieure à la température ambiante, cette température étant de -50°C ou, de préférence, de -80°C sans altérer la sécurité de fonctionnement de l'installation.

Revendications

1. Installation de stockage d'un gaz liquéfié sous pression dans une enceinte de pression comprenant :

- une enceinte fermée de résistance à la pression pour contenir ledit liquide, ladite enceinte comportant une paroi dont l'épaisseur e_s est déterminée par des calculs prenant en considération des paramètres liés à une pression P_s à l'intérieur de ladite enceinte et à une température $T_s < -50^{\circ}\text{C}$ de paroi de ladite enceinte,
- des moyens pour élaborer une grandeur G représentative de la température effective T_e de la paroi de l'enceinte,
- des moyens pour élaborer une grandeur G' de même nature que G et représentative de la température de calcul T_s ,
- des moyens pour comparer les grandeurs G et G' ,
- et des moyens pour abaisser la pression à une valeur P_2 inférieure à la pression de calcul P_s si il résulte de la comparaison que T_e est supérieure à T_s .

2. Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce que la grandeur G est la température de l'enceinte T_e elle-même et en ce que la grandeur G' est la température de calcul T_s elle-même.

3. Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce que la grandeur G est le pourcentage de la

hauteur de l'enceinte occupée par un liquide, en ce que ladite grandeur G' est un pourcentage inférieur à 30 % et en ce que ladite pression interne est ramenée à P_2 si G devient inférieure à G' .

4. Installation selon la revendication 3, caractérisée en ce que ladite température T_s est égale à -80°C et ledit pourcentage est compris entre 15 et 10 %.

5. Installation selon l'une quelconque des revendications 3 et 4, caractérisée en ce que lesdits moyens pour élaborer la grandeur G comprennent un dispositif de détermination du niveau de liquide à l'intérieur de l'enceinte.

6. Installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que lesdits moyens pour abaisser la pression comprennent :

- un dispositif limiteur de pression à ladite pression P_2 ,
- une conduite pour relier la partie supérieure de ladite enceinte audit dispositif limiteur de pression,
- une vanne commandable montée sur ladite conduite et fermée au repos,
- des moyens pour commander l'ouverture de ladite vanne en réponse au résultat de ladite comparaison.

7. Installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que ladite enceinte est réalisée en acier inoxydable austénitique.

8. Installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisée en ce que ledit gaz liquéfié est choisi dans le groupe comprenant l'azote, l'oxygène et l'argon.

9. Procédé de stockage d'un gaz liquéfié sous pression dans une enceinte de résistance à la pression comportant les étapes suivantes :

- on calcule l'épaisseur de la paroi de ladite enceinte en utilisant des paramètres correspondant à une pression P_s à l'intérieur de l'enceinte et à une température T_s ($T_s < -50^{\circ}\text{C}$) de ladite enceinte, par quoi on obtient une épaisseur e_s ,
- on fournit une enceinte de résistance à la pression dont l'épaisseur est égale à e_s ,
- on remplit ladite enceinte avec ledit gaz liquéfié,
- on mesure une grandeur G représentative de température T_e effective de la paroi de ladite enceinte au fur et à mesure de l'extraction dudit gaz interne dans l'enceinte,
- on compare ladite grandeur mesurée G à une grandeur de référence (G') de même nature

que la grandeur mesurée G , représentative de ladite température T_s ,

- on abaisse la pression dans l'enceinte à une valeur P_2 inférieure à P_s si la température T_e devient supérieure à la température T_s .

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG.1

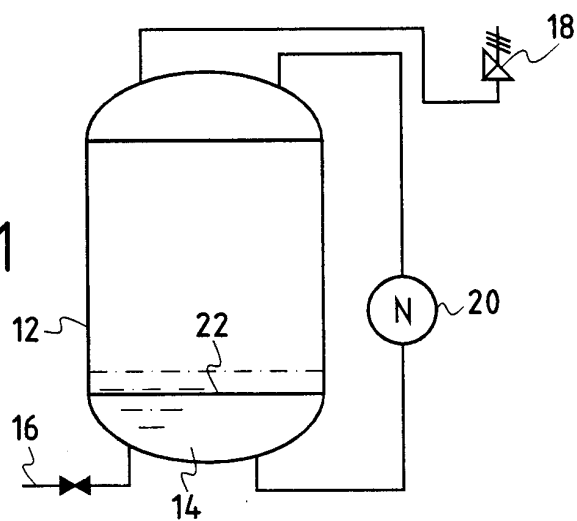


FIG.2

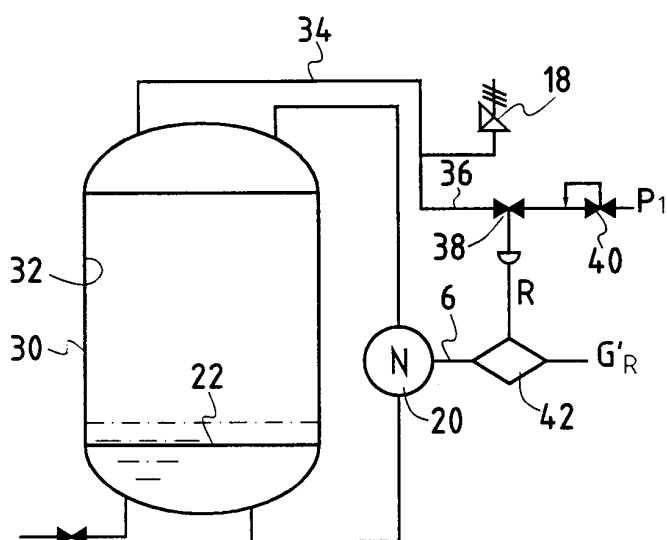
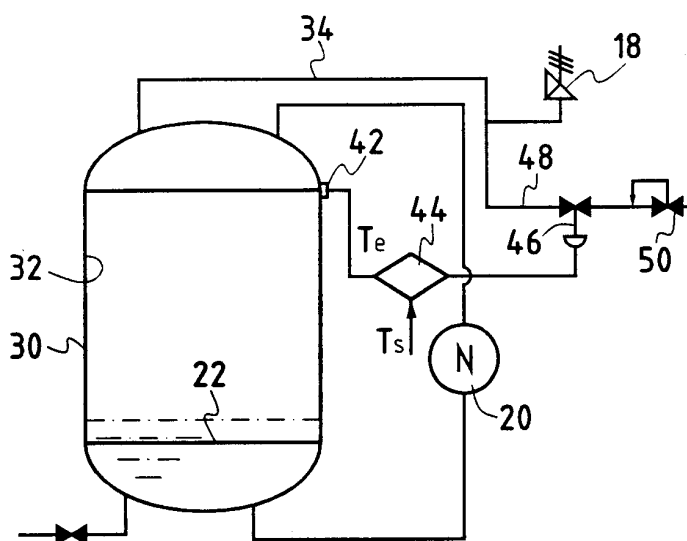


FIG.3





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 00 40 3119

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.CI.7)
A	US 5 275 007 A (NEESER TIMOTHY A) 4 janvier 1994 (1994-01-04) * le document en entier *	1,9	F17C13/02 F17C13/12
A	EP 0 744 576 A (AEROJET GENERAL CO) 27 novembre 1996 (1996-11-27) * colonne 4, ligne 52 - colonne 5, ligne 5; revendications; figure 1 *	1,9	
A	US 3 455 316 A (ROGERS THELMER A) 15 juillet 1969 (1969-07-15) * colonne 2, ligne 23 - ligne 57; revendications; figures *	1,9	
A	US 5 628 349 A (DIGGINS DAVID A ET AL) 13 mai 1997 (1997-05-13) * colonne 7, ligne 29 - ligne 46; revendications; figures *	1,9	
A	US 5 467 603 A (LEHMAN JEAN-YVES ET AL) 21 novembre 1995 (1995-11-21) * le document en entier *	1,9	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CI.7) F17C
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 22 février 2001	Examineur Lapeyrere, 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 82 (P04C02)

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

EP 00 40 3119

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.

22-02-2001

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5275007 A	04-01-1994	AUCUN	
EP 0744576 A	27-11-1996	US 5613366 A CA 2176068 A JP 8320099 A	25-03-1997 26-11-1996 03-12-1996
US 3455316 A	15-07-1969	AUCUN	
US 5628349 A	13-05-1997	AU 4651596 A CA 2208763 A CN 1169132 A EP 0805765 A WO 9622915 A	14-08-1996 01-08-1996 31-12-1997 12-11-1997 01-08-1996
US 5467603 A	21-11-1995	FR 2707371 A CA 2127479 A CN 1103158 A DE 69402624 D DE 69402624 T EP 0634603 A JP 7071698 A	13-01-1995 09-01-1995 31-05-1995 22-05-1997 24-07-1997 18-01-1995 17-03-1995

EPO FORM P0460

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