



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
10.01.2001 Bulletin 2001/02

(51) Int Cl.7: **F42B 3/113, C06C 7/00**

(21) Numéro de dépôt: **00401936.0**

(22) Date de dépôt: **05.07.2000**

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE
 Etats d'extension désignés:
AL LT LV MK RO SI

(72) Inventeur: **Moulard, Henry**
68300 Saint Louis la Chaussee (FR)

(74) Mandataire: **Somnier, Jean-Louis et al**
Novamark Technologies
122, rue Edouard Vaillant
92593 Levallois Perret Cedex (FR)

(30) Priorité: **06.07.1999 FR 9908715**

(71) Demandeur: **Institut Franco-Allemand de**
Recherches de Saint-Louis
68301 Saint-Louis Cedex (FR)

(54) **Détonateur optique à deux étages et à transition choc-détonation**

(57) Le premier étage (1) du détonateur comprend une composition pyrotechnique (2) et une fibre optique (3) dont une extrémité est raccordée à une source de rayonnement laser.

Les moyens qui séparent la composition pyrotechnique (2) du premier étage (1) de celle du second étage (5) comprennent une plaquette métallique (7) dont une

face est en contact avec la composition pyrotechnique (2) du premier étage (1) et dont l'autre face est adjacente à une cavité (8) qui la sépare de la composition pyrotechnique (6) du second étage (5) et est en appui par sa périphérie contre l'extrémité (9a) d'un élément de confinement (9) de la composition pyrotechnique du second étage (5).

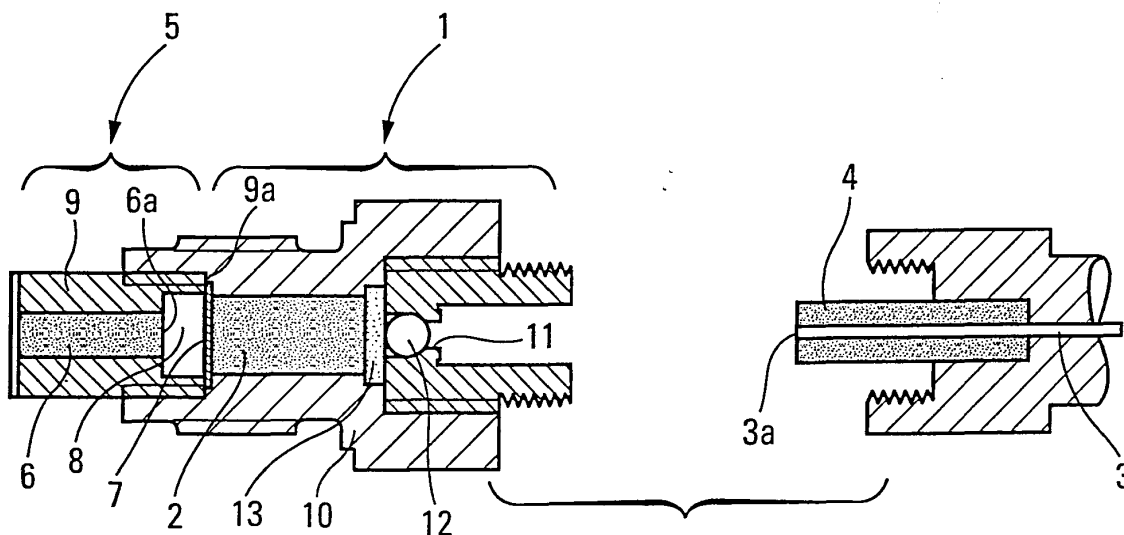


Fig.1

Description

[0001] La présente invention concerne un détonateur optique à deux étages et à transition choc-détonation.

[0002] Pour réaliser un détonateur optique avec des sources laser de faible puissance telles que les diodes laser envisagées dans les applications spatiales, on a recours à l'heure actuelle à un détonateur à deux étages : le premier étant utilisé pour l'allumage thermique par le laser d'une combustion et le second étage étant dédié à une transition déflagration-détonation.

[0003] A l'interface entre les deux étages, est placée une membrane métallique qui sous l'action de la pression de combustion du 1^{er} étage se découpe en pailette qui agit comme un piston et va compacter l'explosif poreux du 2^{ème} étage et initier une combustion qui, compte tenu du confinement va déclencher un processus de transition déflagration-détonation.

[0004] Les inconvénients de ce concept sont liés à l'utilisation du processus de transition déflagration-détonation. Cela nécessite :

- l'utilisation d'un explosif à basse densité de chargement (1.1 g/cm³), en fait proche de la densité de tassement pour avoir une porosité importante et aussi des grosses granulométries : ceci augmente la sensibilité du composant pyrotechnique et est peu favorable pour assurer une bonne reproductibilité de chargement dans ses petits composants ;
- une longueur suffisante du 2^{ème} étage afin d'atteindre le point de transition à la détonation : ce qui en pratique augmente notablement la quantité d'explosif utilisé.

[0005] Le but de la présente invention est de remédier aux inconvénients ci-dessus.

[0006] L'invention vise ainsi un détonateur optique à deux étapes et à transition choc-détonation, dans lequel le premier étage comprend une composition pyrotechnique et une fibre optique dont une extrémité est raccordée à une source de rayonnement laser, l'autre extrémité adjacente à la composition pyrotechnique étant engagée dans un connecteur, des moyens étant insérés entre l'extrémité de la fibre optique et la composition pyrotechnique pour transmettre le rayonnement laser vers la composition pyrotechnique, détonateur dans lequel le second étage comprend une composition pyrotechnique placée dans l'alignement de la composition pyrotechnique du premier étage et séparée de cette dernière par des moyens de transmission de l'onde de choc générée par l'allumage de la composition pyrotechnique du premier étage.

[0007] Suivant l'invention, ce détonateur optique est caractérisé en ce que les moyens qui séparent la composition pyrotechnique du premier étage de celle du second étage comprennent une plaquette métallique dont une face est en contact avec la composition pyrotechnique du premier étage et dont l'autre face est adjacente

à une cavité qui la sépare de la composition pyrotechnique du second étage et est en appui par sa périphérie contre l'extrémité d'un élément de confinement de la composition pyrotechnique du second étage.

[0008] Grâce à la pression de la combustion vive générée lors de l'allumage de la combustion de la composition pyrotechnique du premier étage, la plaquette métallique ci-dessus est propulsée à grande vitesse sur la surface nue de la composition pyrotechnique du second étage.

[0009] Lors de son impact, cette plaquette amorce dans la composition pyrotechnique une transition choc-détonation.

[0010] Cette transition choc-détonation est favorisée par un effet de focalisation de l'onde de choc.

[0011] Cette transition choc-détonation permet de réaliser un détonateur moins long, contenant moins de composition pyrotechnique, plus insensible, plus reproductible et avec un temps de réponse plus court que dans le cas de la solution évoquée au début de cette description.

[0012] De préférence, le diamètre de la cavité est supérieur à celui de la composition pyrotechnique, la face d'extrémité de la composition pyrotechnique adjacente à la cavité étant confondue avec la face constituant le fond de ladite cavité.

[0013] De ce fait, la plaquette lors de son impact entre en collision simultanément avec la composition pyrotechnique et avec la face d'extrémité de la cavité. Cette disposition permet de focaliser l'onde de choc sur la composition pyrotechnique.

[0014] D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront encore dans la description ci-après.

[0015] Aux dessins annexés donnés à titre d'exemples non limitatifs :

- la figure 1 est une vue en coupe longitudinale d'un détonateur optique à deux étages selon l'invention ;
- la figure 2 est une vue en coupe longitudinale partielle, montrant une variante de réalisation de l'invention.

[0016] La figure 1 représente un détonateur optique à deux étages et à transition choc-détonation, dans lequel le premier étage 1 comprend une composition pyrotechnique 2 et une fibre optique 3 dont une extrémité est raccordée à une source de rayonnement laser telle qu'une diode laser.

[0017] L'autre extrémité de la fibre optique 3 adjacente à la composition pyrotechnique 2 est engagée dans un connecteur 4.

[0018] Des moyens qui seront décrits plus loin, sont insérés entre l'extrémité 3a de la fibre optique 3 et la composition pyrotechnique 2 pour transmettre le rayonnement laser vers la composition pyrotechnique 2.

[0019] Le second étage 5 du détonateur comprend une composition pyrotechnique 6 placée dans l'alignement de la composition pyrotechnique 2 du premier éta-

ge 1 et séparée de cette dernière par des moyens de transmission de l'onde de choc générée par l'allumage de la composition pyrotechnique 2 du premier étage 1.

[0020] Conformément à l'invention, les moyens qui séparent la composition pyrotechnique 2 du premier étage 1 de celle du second étage 5 comprennent une plaquette métallique 7 dont une face est en contact avec la composition pyrotechnique 2 du premier étage 1 et dont l'autre face est adjacente à une cavité 8 qui la sépare de la composition pyrotechnique 6 du second étage 5.

[0021] Cette plaquette métallique 7 est en appui par sa périphérie contre l'extrémité 9a d'un élément de confinement 9 de la composition pyrotechnique 6 du second étage 5.

[0022] La composition pyrotechnique 2 du premier étage 1 est confinée dans un élément de confinement 10 qui est raccordé axialement et de façon amovible à l'élément de confinement 9 de la composition pyrotechnique 6 du second étage 5.

[0023] Dans l'exemple représenté, les deux éléments de confinement 9, 10 sont raccordés ensemble par vissage.

[0024] On voit également sur la figure 1 que la face d'extrémité 6a de la composition pyrotechnique 6 adjacente à la cavité 8 est confondue avec la face constituant le fond de la cavité 8 dont le diamètre est supérieur à celui de la composition pyrotechnique 6.

[0025] A titre d'exemple, la plaquette 7 peut être en acier et présente une épaisseur comprise entre 100 et 250 micromètres.

[0026] L'énergie laser transmise à la composition pyrotechnique 2 du premier étage 1 et les caractéristiques de cette composition doivent de préférence être telles que la plaquette 7 puisse être propulsée dans la cavité 8 à une vitesse au moins égale à 500 m/s sous l'effet de la pression développée après l'allumage de la composition pyrotechnique 2.

[0027] De préférence également, la composition pyrotechnique 2 comprend de l'octogène présentant une densité de chargement de l'ordre de 1,65 g/cm³ et une granulométrie de l'ordre de 3 micromètres.

[0028] L'octogène peut être mélangé avec environ 1% de noir de carbone ultra fin pour favoriser l'absorption dans le proche infra-rouge.

[0029] De préférence, la composition pyrotechnique 6 du second étage 5 comprend de l'octogène ou de l'hexogène sous forme granulaire et présentant une densité supérieure à 1,4 g/cm³.

[0030] La figure 1 montre d'autre part que les moyens pour transmettre le rayonnement laser depuis la fibre optique 3 vers la composition pyrotechnique 2 du premier étage 1 comprennent une bague 11 dans l'évidement de laquelle est logée une bille en verre 12.

[0031] Cette bague 11 est en contact avec l'extrémité du connecteur 4 de la fibre optique 3 et avec une plaquette en verre 13 elle-même en contact avec la composition pyrotechnique 2 du premier étage 1.

[0032] Cette disposition permet une transmission du rayonnement laser vers la composition pyrotechnique 2, sans perte d'énergie surfacique.

[0033] Dans la variante représentée sur la figure 2, les moyens pour transmettre le rayonnement laser entre la fibre optique 3 et la composition pyrotechnique 2 du premier étage 1 comprennent un barreau en verre 14 à gradient d'indice logé dans un élément 15 en matière peu conductrice thermiquement. Ce barreau en verre 14 est capable de focaliser le rayonnement laser issu de la fibre optique 3 sur la face de la composition pyrotechnique 2 du premier étage 1 avec laquelle ce barreau en verre 14 est en contact. Ce barreau en verre 14 peut être en deux parties.

[0034] Le dispositif que l'on vient de décrire fonctionne de la façon suivante.

[0035] Dans le cas du détonateur représenté sur la figure 1, le rayonnement laser véhiculé par la fibre optique 3 transmet son énergie à la composition pyrotechnique 2 et génère la combustion de celle-ci.

[0036] La pression développée par la combustion de cette composition 2 propulse la plaquette 7 à une vitesse supérieure à 500 m/s dans la cavité 8 vers la surface nue 6a de la composition pyrotechnique 6 du second étage.

[0037] L'onde choc engendrée à l'impact de cette plaquette 7 sur la surface 6a de la composition pyrotechnique amorce la détonation de celle-ci.

[0038] L'ensemble des dispositions ci-dessus permet de réaliser un détonateur moins long, contenant moins de composition pyrotechnique, plus insensible, plus reproductible et avec un temps de réponse plus court que dans le cas de la solution évoquée au début de cette description.

[0039] La réduction de la masse totale de la composition pyrotechnique est importante, notamment lors de l'application du détonateur selon l'invention pour commander la séparation de deux étages d'un vaisseau spatial, car elle permet de réduire l'intensité des chocs pyrotechniques transmis à ce vaisseau.

[0040] Bien entendu, l'invention n'est pas limitée à l'exemple que l'on vient de décrire et on peut apporter à celui-ci de nombreuses modifications sans sortir du cadre de l'invention.

Revendications

1. Détonateur optique à deux étages et à transition choc-détonation, dans lequel le premier étage (1) comprend une composition pyrotechnique (2) et une fibre optique (3) dont une extrémité est raccordée à une source de rayonnement laser, l'autre extrémité adjacente à la composition pyrotechnique (2) étant engagée dans un connecteur (4), des moyens étant insérés entre l'extrémité de la fibre optique (3) et la composition pyrotechnique (2) pour transmettre le rayonnement laser vers la composi-

tion pyrotechnique (2), détonateur dans lequel le second étage (5) comprend une composition pyrotechnique (6) placée dans l'alignement de la composition pyrotechnique (2) du premier étage (1) et séparée de cette dernière par des moyens de transmission de l'onde de choc générée par l'allumage de la composition pyrotechnique (2) du premier étage (1), caractérisé en ce que les moyens qui séparent la composition pyrotechnique (2) du premier étage (1) de celle du second étage (5) comprennent une plaquette métallique (7) dont une face est en contact avec la composition pyrotechnique (2) du premier étage (1) et dont l'autre face est adjacente à une cavité (8) qui la sépare de la composition pyrotechnique (6) du second étage (5) et est en appui par sa périphérie contre l'extrémité (9a) d'un élément de confinement (9) de la composition pyrotechnique (6) du second étage (5).

2. Détonateur optique conforme à la revendication 1, caractérisé en ce que le diamètre de la cavité (8) est supérieur à celui de la composition pyrotechnique (6), la face d'extrémité (6a) de la composition pyrotechnique (6) adjacente à la cavité (8) étant confondue avec la face constituant le fond de ladite cavité (8).
3. Détonateur optique conforme à la revendication 1, caractérisé en ce que la composition pyrotechnique (2) du premier étage (1) est confinée dans un élément de confinement (10) qui est raccordé axialement et de façon amovible à l'élément de confinement (9) de la composition pyrotechnique (6) du second étage (5).
4. Détonateur optique conforme à la revendication 3, caractérisé en ce que les deux éléments de confinement (9, 10) sont raccordés ensemble par vissage.
5. Détonateur optique conforme à l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la plaquette (7) est en acier et présente une épaisseur comprise entre 100 et 250 micromètres.
6. Détonateur optique conforme à l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'énergie laser transmise à la composition pyrotechnique (2) du premier étage (1) et les caractéristiques de cette composition sont telles que la plaquette (7) est propulsée dans la cavité (8) à une vitesse au moins égale à 500 m/s après l'allumage de la composition pyrotechnique (2) ci-dessus.
7. Détonateur optique conforme à l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la composition pyrotechnique (2) du premier étage (1), comprend de l'octogène présentant une densité de charge-

ment de l'ordre de 1,65 g/cm³ et une granulométrie de l'ordre de 3 micromètres.

8. Détonateur optique conforme à la revendication 7, caractérisé en ce que l'octogène est mélangé avec environ 1% de poudre de noir de carbone ultra fin.
9. Détonateur optique conforme à l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que la composition pyrotechnique (6) du second étage (5) comprend de l'octogène ou de l'hexogène sous forme granulaire et présentant une densité supérieure à 1,4 g/cm³.
10. Détonateur optique conforme à l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que les moyens pour transmettre le rayonnement laser depuis la fibre optique (3) vers la composition pyrotechnique (2) du premier étage (1) comprennent une bague (11) dans l'évidement duquel est logée une bille en verre (12), cette bague (11) étant en contact avec l'extrémité du connecteur (4) de la fibre optique (3) et avec une plaquette en verre (13) elle-même en contact avec la composition pyrotechnique (2) du premier étage (1).
11. Détonateur optique conforme à l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que les moyens pour transmettre le rayonnement laser entre la fibre optique (3) et la composition pyrotechnique (2) du premier étage (1) comprennent un barreau en verre (14) à gradient d'indice logé dans un élément (15) en matière peu conductrice thermiquement, ce barreau en verre (14) étant capable de focaliser le rayonnement laser issu de la fibre optique (3) sur la face de la composition pyrotechnique (2) du premier étage (1) avec laquelle ce barreau en verre (14) est en contact.

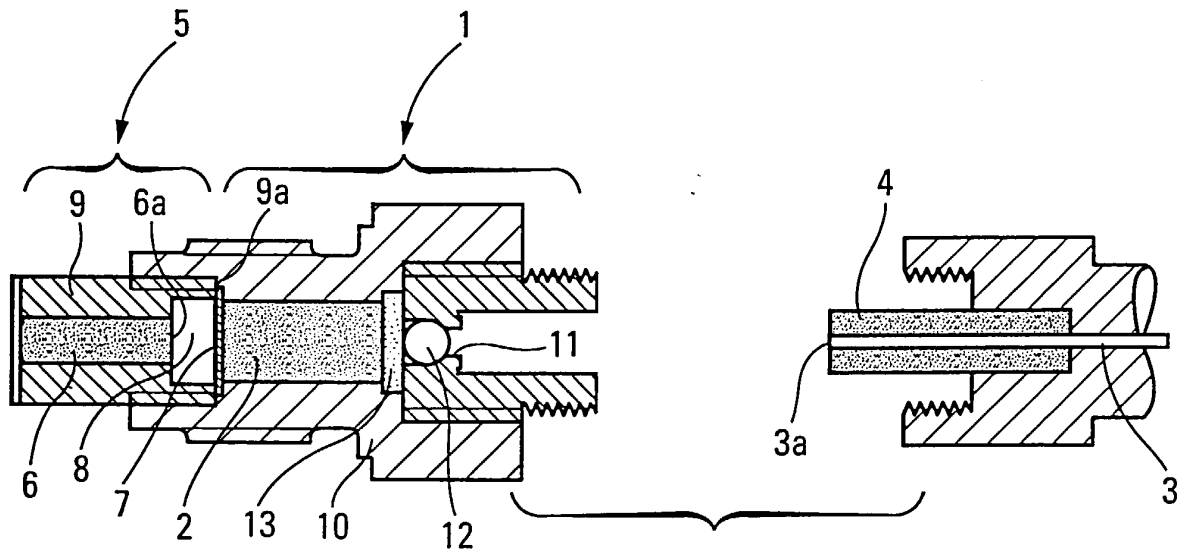


Fig.1

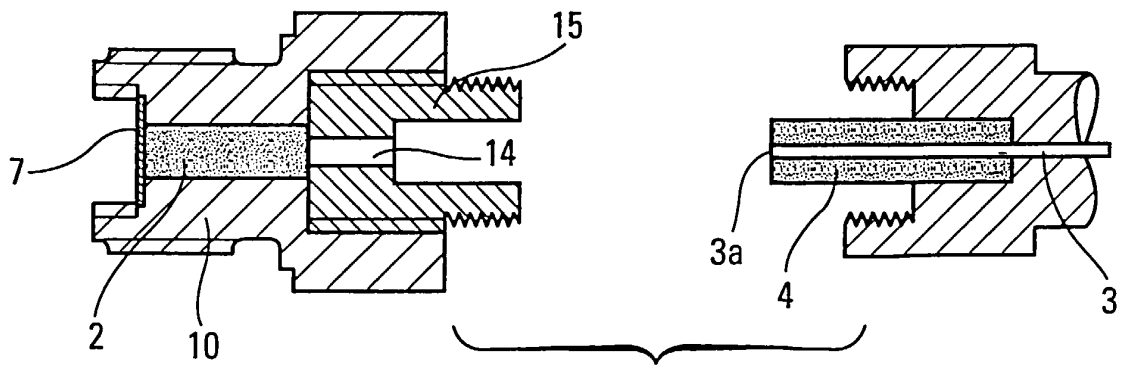


Fig.2



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 00 40 1936

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 4 898 095 A (TASAKI YOJI ET AL) 6 février 1990 (1990-02-06) * colonne 2, ligne 24 - ligne 40 * * colonne 3, ligne 13 - ligne 54 * * colonne 5, ligne 10 - colonne 6, ligne 53 * * figure 3 *	1,3,6-9	F42B3/113 C06C7/00
Y	---	2,4,5, 10,11	
Y	US 4 735 145 A (JOHNSON JAMES O ET AL) 5 avril 1988 (1988-04-05) * colonne 4, ligne 65 - ligne 66 * * figure 2 *	2,5	
Y	EP 0 397 572 A (AEROSPATIALE) 14 novembre 1990 (1990-11-14) * page 4, ligne 28 - ligne 40 * * page 6, ligne 17 - ligne 22 * * page 6, ligne 48 - ligne 52 * * revendications 1,2 * * figures 2-4 *	4,10,11	
A	WO 99 00343 A (ENSIGN BICKFORD CO) 7 janvier 1999 (1999-01-07) * revendication 1 *	7	F42B C06C
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 15 septembre 2000	Examineur Lostetter, Y
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 1936

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.

15-09-2000

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4898095 A	06-02-1990	JP 1722813 C	24-12-1992
		JP 4008719 B	17-02-1992
		JP 63273799 A	10-11-1988
		JP 1722814 C	24-12-1992
		JP 4008720 B	17-02-1992
		JP 63273800 A	10-11-1988
		JP 1824351 C	10-02-1994
		JP 5031519 B	12-05-1993
		JP 63103887 A	09-05-1988
		DE 3867117 A	06-02-1992
		EP 0289184 A	02-11-1988
US 4735145 A	05-04-1988	AUCUN	
EP 0397572 A	14-11-1990	FR 2646901 A	16-11-1990
		AT 94980 T	15-10-1993
		CA 2016549 A	12-11-1990
		DE 69003441 D	28-10-1993
		DE 69003441 T	24-03-1994
		IL 94214 A	25-01-1994
		JP 3005698 A	11-01-1991
		NO 902119 A,B,	13-11-1990
		US 5052300 A	01-10-1991
WO 9900343 A	07-01-1999	AU 8148098 A	19-01-1999

EPO FORM P-460

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