



(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt : **92402340.1**

(51) Int. Cl.⁵ : **F01D 5/30**

(22) Date de dépôt : **26.08.92**

(30) Priorité : **28.08.91 FR 9110665**

(43) Date de publication de la demande :
03.03.93 Bulletin 93/09

(84) Etats contractants désignés :
DE FR GB IT SE

(71) Demandeur : **SOCIETE NATIONALE D'ETUDE
ET DE CONSTRUCTION DE MOTEURS
D'AVIATION, "S.N.E.C.M.A."
2, Boulevard du Général Martial Valin
F-75015 Paris (FR)**

(72) Inventeur : **Stenneler, Jacques Marie Pierre
10 Rue des Guyottes
F-77820 Le Chatelet en Brie (FR)**

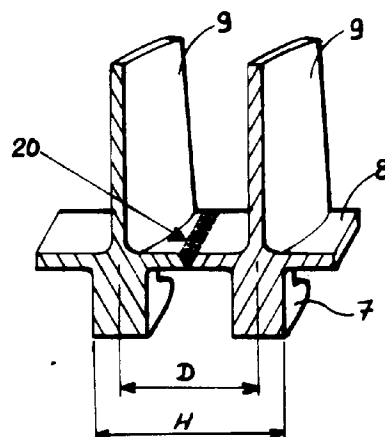
(54) **Rotor de turbomachine à positionnement angulaire amélioré des aubes.**

(57) Le rotor selon l'invention permet la fixation des aubes avec une rotation très limitée quant à leur positionnement sur la jante du rotor.

Les aubes (10) sont réunies deux par deux en doublet. Deux aubes adjacentes (10) peuvent ainsi être réunies par soudage (20) au niveau de leur plate-forme (8). De cette manière, la longueur de la portée latérale sur la jante du rotor est donc augmentée. La rotation s'en trouve limitée.

Application aux rotors de turbomachines possédant des aubes avec une fixation par pied-marteau.

FIG. 5



DOMAINE DE L'INVENTION

L'invention concerne les rotors de turbomachines ou de compresseurs, tels que des turboréacteurs d'avions. Elle concerne plus précisément la fixation des aubes sur le rotor d'une turbomachine.

ART ANTERIEUR ET PROBLEME POSE

En aéronautique, sur les étages des compresseurs des turboréacteurs, on fixe les aubes sur le rotor de deux façons différentes. Elles sont, soit fixées dans des alvéoles individuelles usinées sur la périphérie du rotor, soit fixées toutes dans une même gorge circulaire usinée à la périphérie du rotor. Dans ce cas, les aubes sont appelées communément "aubes à attache à pied-marteau". Comme le montrent les figures 1 et 2, de telles aubes 10 ont donc un pied en forme de bulbe 7 qui vient se loger dans la gorge annulaire 6 usinée dans une jante 5 du rotor et dont la section correspond à celle du bulbe 7. L'aube se complète d'une plate-forme de positionnement 8 se trouvant entre la pale 9 et le pied-marteau. Cette plate-forme 8 repose au préalable sur une surface externe 18 de la jante 5 par une surface d'appui 19.

Dans les turboréacteurs plus modernes, le nombre des aubes a été augmenté. Ceci a entraîné la réduction du pas relatif des aubes. Pour y parvenir, on a été amené à réaliser des plates-formes en losange à la place des plates-formes antérieures traditionnellement rectangulaires.

Ces plates-formes en losange autorisent la tendance au pivotement de l'aube dans la gorge, sous l'effet du moment induit par la poussée aérodynamique sur la pale.

Les figures 3A et 3B illustrent ce problème de positionnement angulaire.

Sur la figure 3A, on a représenté trois plates-formes 8 adjacentes. On peut constater que la forme en losange implique que la largeur L d'une plate-forme 8 est forcément plus grande que l'épaisseur E, c'est-à-dire la distance séparant les deux faces les plus rapprochées de la forme losangique ou du parallélogramme. De ce fait, toute tendance au pivotement pour une aube est facilitée par le fait que ce pivotement libère un jeu supplémentaire. Toutes les aubes peuvent donc pivoter, ce pivotement étant relatif à la forme des plates-formes 8.

Ce pivotement tend, bien entendu, à être contre-carré par le bulbe dont les flancs viennent en contact avec la paroi interne de la gorge de la jante, sous l'effet du champ mécanique centrifuge. Cependant, la faible longueur circonférentielle d du bulbe 7 limite l'efficacité de ce guidage.

En effet, comme le montre la figure 3C, le montage de telles aubes avec attache marteau se fait communément grâce à une échancrure 14 ménagée dans la rainure 13 et dont la longueur circonférentielle

est adaptée à la longueur d du bulbe.

Les aubes sont ensuite immobilisées dans la gorge 6 de façon à éviter que le bulbe 7 d'une aube ne puisse se trouver en vis-à-vis de l'échancrure 14, ce qui signifierait l'expulsion de l'aube hors de la gorge 6.

Cette condition signifie que la longueur d du bulbe 7 ne peut excéder la moitié de la longueur L de la plate-forme 8. En particulier, pendant la phase de démarrage et les fonctionnements transitoires, les efforts centrifuges peuvent ne pas être suffisants pour empêcher le pivotement de l'aube. Ceci aura pour conséquences que la portée du bulbe 7 dans la gorge 6 ne sera pas homogène et que le calage de l'aube sera modifié, mettant ainsi en cause le comportement mécanique et aérodynamique du compresseur.

En référence aux figures 1 et 2, pour éviter ce pivotement, on connaît l'utilisation de rainures 1, 2, coopérant avec des nervures circonférentielles 3, 4, de la jante 5 du rotor, de manière à ce que les plates-formes 6 viennent en butée sur les rainures 1, 2. La mise en oeuvre des rainures 1 et 2 et des nervures 3 et 4 pénalise la conception en augmentant l'épaisseur de la plate-forme 8 et la hauteur du disque. On notera, par ailleurs, que le jeu latéral de fabrication subsistant entre la rainure 1 ou 2 et la nervure 3 ou 4 autorise, en toute rigueur, le pivotement correspondant de l'aube dans la gorge 6.

Le but de l'invention est de limiter les possibilités de pivotement des aubes.

RESUME DE L'INVENTION

A cet effet, l'objet principal de l'invention est un rotor de turbomachine, d'axe de rotation déterminé, comprenant :

- une jante sur une surface externe cylindrique de laquelle débouche une gorge circulaire par une rainure de largeur réduite pour fixer sur cette jante :
- des aubes possédant chacune une plate-forme et un pied marteau pénétrant par ladite rainure pour venir s'appuyer dans la gorge circulaire du disque.

Selon l'invention, les aubes sont réunies deux par deux au niveau des plates-formes pour constituer des doublets de manière à augmenter, pour chacun d'eux, la portée constituée par les deux pieds-marteau et limiter ainsi la rotation des aubes par rapport aux axes perpendiculaires à l'axe du rotor.

Plusieurs procédés sont utilisés pour constituer un doublet d'aubes.

Un premier procédé consiste à souder ou à brasier les aubes par leur plate-forme.

Un deuxième consiste à produire un doublet d'aubes par fonderie.

Une troisième solution consiste à utiliser l'usinage pour produire un tel doublet d'aubes.

L'invention s'applique particulièrement aux aubes dont les plates-formes sont losangiques.

Pour chaque doublet de deux aubes, deux échancrures sont pratiquées dans la rainure de la jante, pour permettre l'introduction et le montage des aubes.

LISTE DES FIGURES

L'invention et ses différentes caractéristiques techniques seront mieux comprises à la lecture de la description qui suit et qui est accompagnée des figures représentant respectivement :

- figure 1, en coupe, le bas d'une aube équipée d'un pied-marteau selon l'art antérieur, et fixée sur une jante ;
- figure 2, en perspective, la même aube que la figure 1 sortie de la jante ;
- figures 3A, 3B, et 3C, trois schémas relatifs au placement et au pivotement des aubes dans leur moyen de fixation ;
- figure 4, en vue de dessus, deux plates-formes d'aubes adjacentes et soudées ou brasées entre elles ;
- figure 5, en coupe, un doublet formé de deux aubes soudées ou brasées ;
- figure 6, un schéma relatif au blocage en rotation du doublet de la figure 5 ;
- figure 7, la rainure de la jante du rotor selon l'invention.

DESCRIPTION DETAILLEE D'UN MODE DE REALISATION DE L'INVENTION

Les figures 4 et 5 symbolisent un doublet formé de deux aubes adjacentes et fixées l'une par rapport à l'autre.

Sur ces figures, la fixation a été représentée par un cordon de soudure 20 qui joint les deux plates-formes 8 des deux aubes adjacentes. Ce cordon de soudure réunit les deux plates-formes par deux de leur grand côté. De cette manière, les deux aubes sont fixées l'une par rapport à l'autre sur toute la longueur du parallélogramme de la plate-forme 8.

Dans ce cas, les deux aubes sont réalisées au préalable individuellement et soudées de préférence au moyen d'un faisceau d'électrons. Pour réaliser ce soudage, il est intéressant d'utiliser un outillage de maintien des aubes simulant la jante sur laquelle le doublet doit être monté.

Comme le montre la figure 5, une distance D sépare les deux aubes. En outre, on précise que cette distance D sépare également les deux bulbes 7 des pieds-marteau de chacune des deux aubes.

Comme le montre la figure 6, en fait, le blocage en rotation d'un doublet est assuré grâce au fait que la longueur de guidage dans la gorge du disque augmente de manière très importante. Cette longueur

correspond à la distance hors tout H des deux bulbes 7.

Pour illustrer cela, on retiendra que si d peut être tout au plus égale à $L/2$, la distance H correspondra alors à 1,5 L.

Le soudage est une des possibilités de fabrication des doublets. On signale également qu'il est possible d'envisager de fournir un doublet lors de la fonderie des aubes. Une telle ébauche de fonderie peut être usinée pour obtenir le doublet final. Il est également possible de réaliser le doublet uniquement par des usinages à partir d'une ébauche commune pour un seul doublet.

En référence à la figure 6, le montage d'un doublet nécessite la présence de deux échancrures 21 dans la rainure 13. Ces deux échancrures sont distantes de la même distance D séparant les deux aubes, donc les deux bulbes, d'un même doublet. Ce dernier peut donc être introduit dans la gorge par pénétration des deux bulbes dans deux échancrures adjacentes 21 et par translation du doublet dans la gorge.

AVANTAGES DE L'INVENTION

- Le positionnement angulaire de chaque aube est donc amélioré en utilisant un doublet d'aubes, par rapport au montage individuel pour chaque aube, comme l'enseigne l'art antérieur.
- On note que les intervalles et jeux entre les plates-formes et la jante sont considérablement réduits du fait que 50 % des surfaces latérales des plates-formes sont soudées entre elles. Ceci réduit considérablement les fuites et les recirculations parasites.
- L'invention permet de détromper les opérateurs, lors du montage des aubes d'un rotor. En effet, un rotor de turbomachine, tel qu'un compresseur, comprend plusieurs étages, c'est-à-dire plusieurs jantes. Chaque étage possède un nombre différent d'aubes. La distance D séparant deux aubes adjacentes d'un même étage, c'est-à-dire leurs deux bulbes respectifs, est donc fonction du nombre d'aubes prévues sur l'étage, c'est-à-dire sur la jante. Cette distance D est donc généralement différente d'un étage du compresseur à l'autre. L'utilisation de doublets d'aubes à une distance D déterminée pour un étage déterminé évite donc de monter sur un étage de rang N des aubes prévues pour un étage de rang $N + 1$ ou autre.

Revendications

1. Rotor de turbomachine, d'axe de rotation déterminé, comprenant :
 - une jante (5), sur une surface externe cylin-

drique de laquelle débouche une gorge circulaire (6) par une rainure (13) de largeur réduite pour fixer sur cette jante (6) :

- des aubes (10) possédant chacune une plate-forme (8) et un pied-marteau (7, 12) pénétrant dans la gorge (6) pour s'appuyer dans la dite gorge (6),

caractérisé en ce que les aubes (10) sont réunies deux par deux au niveau des plates-formes (8) pour constituer des doublets, de manière à allonger la portée latérale constituée par les pieds marteau (7, 12) et limiter la rotation des aubes (10) par rapport aux axes perpendiculaires à l'axe du rotor.

2. Rotor selon la revendication 1, caractérisé en ce que la réunion des deux aubes (10) se fait par soudage.

3. Rotor selon la revendication 1, caractérisé en ce que la réunion des deux aubes (10) se fait par brasage.

4. Rotor selon la revendication 3, caractérisé en ce que le soudage se fait par faisceau d'électrons.

5. Rotor selon la revendication 1, caractérisé en ce que le doublet de deux aubes (10) est obtenu par fonderie.

6. Rotor selon la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce que le doublet réunissant deux aubes (10) est obtenu par usinage.

7. Rotor selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les plates-formes (8) des aubes (10) sont de forme losangique.

8. Rotor selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la jante possède pour chaque aube (10) une échancrure (21) dans la rainure (13), chaque échancrure (21) étant distante d'une échancrure adjacente (21) de la distance (D) séparant deux aubes (10).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

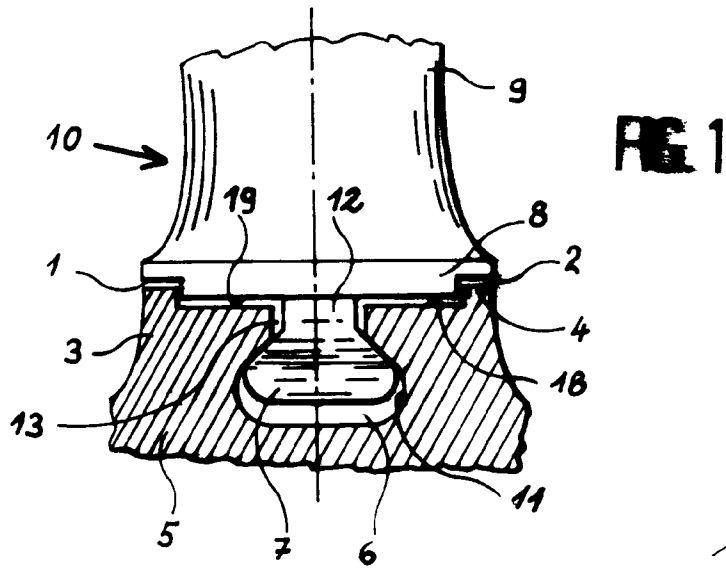


FIG. 2

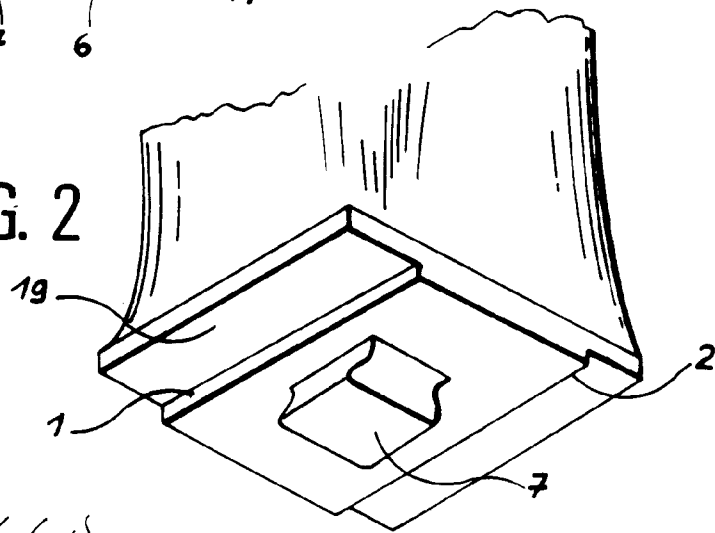


FIG. 3A

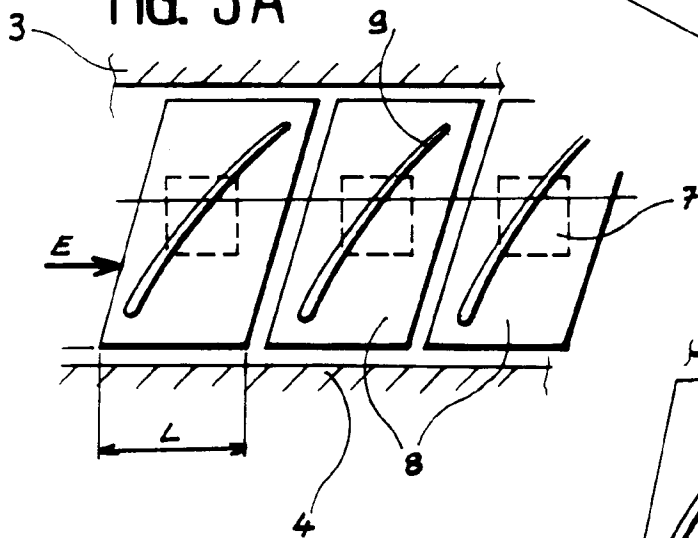
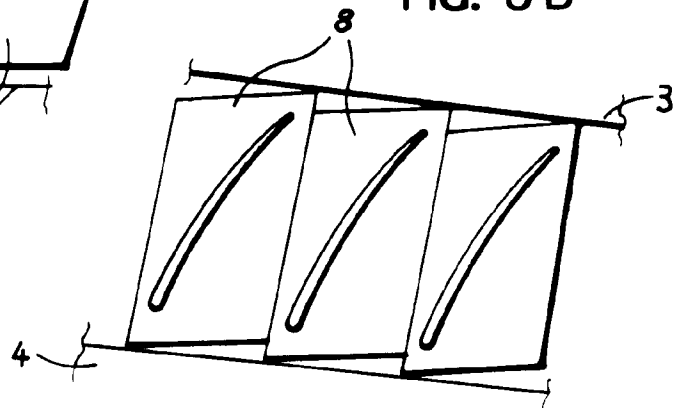


FIG. 3B



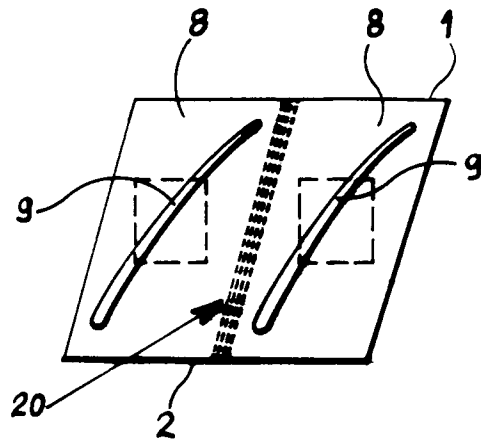


FIG. 4

FIG. 5

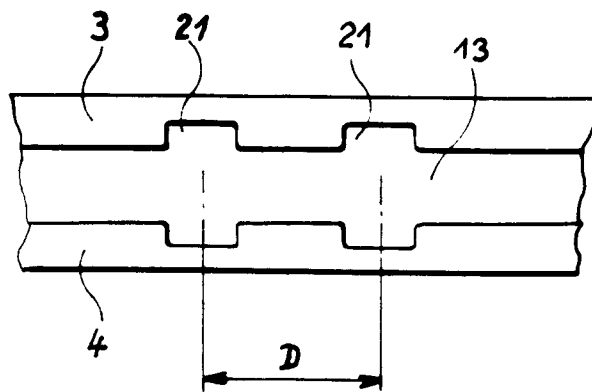
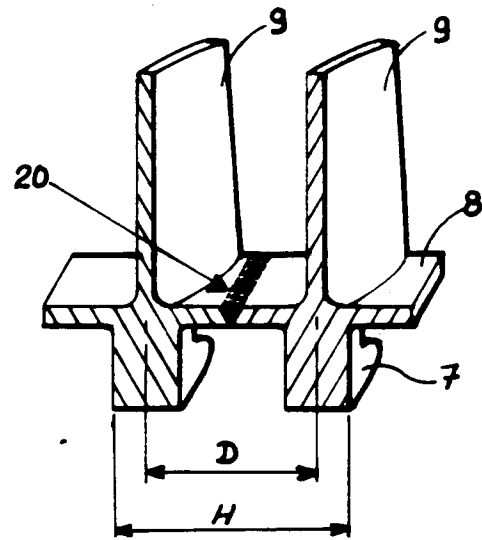


FIG. 7

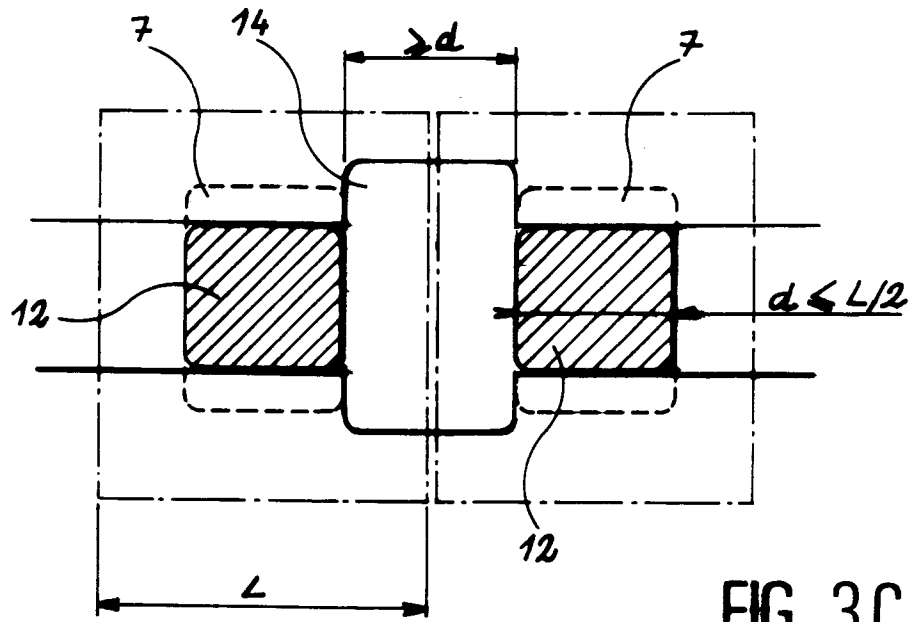


FIG. 3C

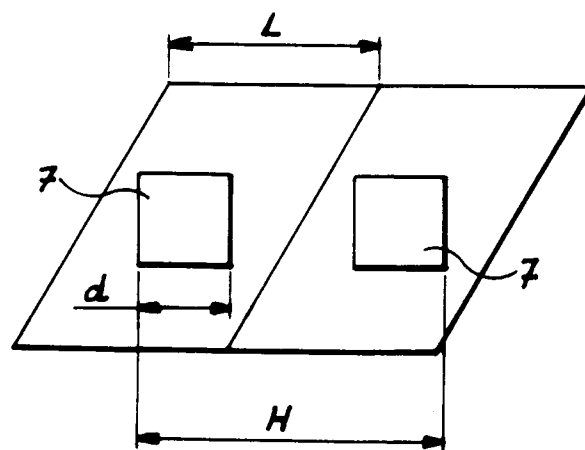


FIG. 6



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 92 40 2340

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.5)
Y	GB-A-534 193 (BRITISH THOMSON-HOUSTON) * page 1, ligne 10 - ligne 13 * * page 1, ligne 48 - ligne 53 * * page 1, ligne 68 - page 3, ligne 30; figures *	1,6	F01D5/30
Y	EP-A-0 388 286 (SNECMA) * colonne 1, ligne 1 - ligne 3 * * colonne 1, ligne 53 - colonne 2, ligne 11 * * colonne 2, ligne 31 - colonne 3, ligne 12; figures 3-6 *	1,6	
A	US-A-4 130 379 (PARTINGTON) * colonne 1, ligne 6 - ligne 9 * * colonne 2, ligne 27 - ligne 50 * * colonne 3, ligne 14 - colonne 4, ligne 6; figures *	1,8	
A	FR-A-1 536 084 (GENERAL ELECTRIC) * page 1, colonne de gauche, ligne 1 - ligne 10 * * page 2, colonne de gauche, ligne 15 - page 3, colonne de gauche, ligne 21; figures 1,2 *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
A	EP-A-0 305 223 (SNECMA) * colonne 1, ligne 4 - ligne 11 * * colonne 3, ligne 4 - colonne 5, ligne 52; figures *	1,7	F01D
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 8, no. 90 (M-292)25 Avril 1984 & JP-A-59 005 806 (NISSAN JIDOSHA) 12 Janvier 1984 * abrégé *	1	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lien de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 04 NOVEMBRE 1992	Examineur ZIDI K.
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 01.82 (P0402)