ROYAUME DE BELGIQUE

MINISTERE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

BREVET D'INVENTION

NUMERO DE PUBLICATION : 1004980A3

NUMERO DE DEPOT : 09100588

Classif. Internat. : G01L

Date de délivrance le : 09 Mars 1993

Le Ministre des Affaires Economiques,

Vu la loi du 28 Mars 1984 sur les brevets d'invention, notamment l'article 22;

Vu l' arrêté royal du 2 Décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d'invention, notamment l'article 28;

Vu le procès verbal dressé le 18 Juin 1991 à 24H00 à l 'Office de la Propriété Industrielle

ARRETE:

ARTICLE 1.- Il est délivré à : UNIVERSITE LIBRE DE BRUXELLES
avenue Franklin D. Roosevelt 50, B-1050 BRUXELLES(BELGIQUE)

représenté(e)(s) par : VAN MALDEREN Michel, OFFICE VAN MALDEREN, Avenue J.-S. Bach, 22 bte 43 - B 1080 BRUXELLES.

un brevet d' invention d' une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes annuelles, pour : CAPTEUR DE FORCE ET UTILISATION DE CELUI-CI SUR UN ROBOT.

ARTICLE 2.- Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité de l'invention, sans garantie du mérite de l'invention ou de l'exactitude de la description de celle-ci et aux risques et périls du(des) demandeurs(s).

Bruxelles, le 09 Mars 1993
PAR DELEGATION SPECIALE :



CAPTEUR DE FORCE ET UTILISATION DE CELUI-CI SUR UN ROBOT

Objet de l'invention

La présente invention concerne un capteur de force notamment destiné à être utilisé sur un robot.

La présente invention concerne également l'utilisation particulière d'un tel capteur sur un robot.

Art antérieur

On a toujours eu tendance à développer le sens tactile des robots en vue de les destiner plus particulièrement à des travaux d'assemblage qui exigent une grande souplesse et habilité.

Actuellement il existe essentiellement deux grandes catégories de dispositifs qui mesurent les forces d'interaction entre le robot et le monde extérieur permettant aux robots d'avoir une certaine perception au niveau de l'environnement.

D'une part, on connaît des dispositifs qui se situent au niveau du poignet reliant la pince de préhension au membre du robot. Ces dispositifs peuvent travailler selon différents principes physiques.

Un type particulier de capteurs est constitué par des dispositifs dits optiques qui permettent de mesurer des déformations au moyen de détecteurs de lumière à deux dimensions.

Les jauges de contrainte sont également des dispositifs qui permettent d'obtenir une information concernant les forces exercées sur le doigt du robot.

Cependant, tous les capteurs décrits ci-dessus sont disposés au niveau du poignet du fait de leur taille

relativement importante, ce qui induit toujours une perte d'information par rapport à l'endroit où se produit le contact.

Une autre grande catégorie de capteurs est constituée par les peaux dites artificielles qui fonctionnent selon des principes fort différents, notamment les peaux piézoélectriques, résistives, magnéto-résistives, magnétostrictives, électro-optiques,...

Ces capteurs sont situés en général sur la pince ou sur le doigt de préhension du robot et se présentent sous la forme d'une matrice donnant une information de type ON/OFF. Les peaux artificielles sont principalement destinées à la reconnaissance de forme et ne permettent pas d'obtenir une mesure quantitative précise des forces auxquelles elles sont soumises.

En outre, certains types de peaux artificielles par exemple les peaux magnéto-résistives subissent l'influence du champ magnétique extérieur.

En outre ce type de capteurs appelés peaux artificielles est particulièrement délicat et ne présente pas une robustesse suffisante leur permettant de résister aux différents chocs se produisant lors du contact direct avec une pièce prise par les doigts du robot.

Buts de l'invention

La présente invention vise à proposer un capteur de forces qui permet une mesure des six composantes du tenseur des contraintes à la surface du capteur, c'est-à-dire à l'endroit où le contact se produit.

La présente invention vise par conséquent à fournir un capteur qui effectue une mesure quantitative des forces d'interaction entre le capteur et l'environnement extérieur.

Un but complémentaire de la présente invention est de fournir un capteur de force qui présente une taille réduite.

Le capteur selon la présente invention devra également présenter des qualités de robustesse suffisantes de manière à ce qu'il puisse supporter sans dommage des chocs éventuels ainsi que les surcharges auxquelles il pourrait

être soumis.

D'autre part, il convient que le capteur soit insensible ou très peu influencé par les conditions extérieures dans lesquelles il sera utilisé, en particulier au champ électro-magnétique intense ou à la radioactivité, à la variation de température ou de lumière, à la poussière et à l'humidité,...

Principaux éléments caractéristique de l'invention

La présente invention se rapporte à un capteur de force essentiellement constitué d'un coussinet creux en élastomère ou similaire dans lequel est disposé au moins un dispositif de détection optique de déplacement.

Le capteur de force est en réalité un capteur de déplacement qui détecte le déplacement d'une surface lorsque celle-ci est soumise à une force.

Les dispositifs de détection comporte dans un boîtier de très petite taille une LED (Light Emission Device), infrarouge, et un phototransistor qui détecte le déplacement d'une surface devant lui, par la mesure de l'intensité du rayonnement réfléchi sur la surface.

De préférence, le capteur de force est destiné à mesurer les six composantes du tenseur des contraintes, à savoir un effort normal, deux efforts tranchants et trois couples, ceci à l'aide de huit dispositifs à phototransistor.

Ce capteur de force est disposé directement sur le doigt du robot ce qui permet d'obtenir une information directe et précise du tenseur des contraintes exercées sur le doigt du robot.

Brève description des figures

La figure 1 représente une vue schématique des différentes parties mécaniques constituant le doigt du robot muni d'un capteur de force selon la présente invention.

La figure 2 représente une vue par le côté du doigt d'un robot muni d'un capteur selon la présente invention.

La figure 3 représente une vue par le dessous du capteur selon la présente invention dans une forme d'exécution préférée.

La figure 4 représente de manière schématique la

configuration du système de détection complet comprenant un capteur de force selon la présente invention disposé sur le doigt du robot.

Description d'un mode d'exécution préféré de la présente invention

Ainsi que représenté à la figure 1, le doigt 1 du robot se présente sous la forme d'une poutrelle d'aluminium en U sous laquelle est disposé un coussinet 3 en caoutchouc creux. Huit dispositifs de détection à phototransistor C_0 à C_7 sont placés à l'intérieur du coussinet 3 en caoutchouc et sont fixés sur une plaquette 5 de circuit imprimé en époxy. Une seconde plaquette 7 d'époxy sépare les pistes de cuivre du couvercle 9 en aluminium refermant l'arrière du doigt.

Selon une forme d'exécution particulière représentée aux figures 2 et 3, les huit dispositifs de détection C_0 à C_7 vont permettre de mesurer les six composantes du tenseur de la manière suivante:

- l'effort normal:

$$FX = C_0 + C_1 + C_2 + C_3$$

- l'effort tranchant d'axe transversal au doigt:

$$FY = C_6 - C_4$$

- l'effort tranchant d'axe parallèle au doigt:

$$FZ = C_7 - C_5$$

- le couple d'axe normal au doigt:

$$MX = C_4 + C_5 + C_6 + C_7$$

- le couple d'axe transversal au doigt:

$$MY = (C_0 + C_1) - (C_2 + C_3)$$

- le couple d'axe parallèle au doigt:

$$MZ = (C_1 + C_2) - (C_0 + C_3)$$

ou de manière matricielle:

$$\begin{bmatrix} FX \\ FY \\ FZ \\ MX \\ MY \\ MZ \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} C_0 \\ C_1 \\ C_2 \\ C_3 \\ C_4 \\ C_5 \\ C_6 \\ C_7 \end{bmatrix}$$

soit $F = A.C$

Une phase d'étalonnage est nécessaire pour déterminer les éléments de la matrice A. A cet effet, il suffit de réaliser des états de contraintes connus et de mesurer les signaux des dispositifs C_0 à C_7.

Selon la forme d'exécution préférée représentée aux figures 1 à 3, on peut citer à titre d'exemple les dimensions suivantes:

hauteur totale du capteur:	25 mm
largeur totale du capteur:	25 mm
longueur totale du capteur:	35 mm.

Les boîtiers des phototransistors présentent des dimensions inférieures au centimètre. Ces dimensions très faibles permettent de disposer aisément le capteur selon la présente invention sur le doigt d'un robot.

A la figure 4, le doigt du robot est relié à une carte de traitement analogique AN par câble blindé. Cette liaison peut être très longue puisque le robot et la carte analogique ne sont pas nécessairement situés dans les mêmes locaux. Les signaux circulant dans le câble sont modulés en amplitude à une fréquence de 10 kHz sur une impédance très faible. Ces précautions permettent une grande longueur de câble dans un milieu très perturbé.

La carte analogique AN est reliée à une carte d'acquisition AQ placée dans un ordinateur PC.

Le câble reliant la carte analogique AN à la carte d'acquisition AQ devra être aussi court que possible puisqu'il transporte des signaux continus exigeant un rapport signal/bruit élevé.

La carte analogique a pour but la démodulation et la mise en forme des signaux et permet ainsi de supprimer l'effet des perturbations extérieures et d'améliorer au maximum les caractéristiques des différents dispositifs de détection.

En effet, ceux-ci sont normalement conçus pour un fonctionnement en tout ou rien, mais leur courbe de réponse présente une partie à peu près linéaire pour des distances phototransistor-surface variant entre 1 et 2 mm.

Ceci est mis à profit pour obtenir une mesure quantitative du tenseur des contraintes.

En outre, le caoutchouc devra présenter une épaisseur suffisante de manière à ce que l'on travaille également dans la zone de linéarité. En particulier, on choisit une épaisseur d'environ 1 cm de manière à ne pas dépasser 10% de déformation.

Le caoutchouc permet également, par son comportement globalement non linéaire, de pouvoir encaisser les chocs ou les surcharges éventuels sans détériorer les dispositifs à phototransistor placés à l'intérieur du coussinet.

Le capteur de force selon la présente invention permet par conséquent d'obtenir une mesure suffisamment précise du tenseur des contraintes exercées sur le doigt d'un robot et permettent à ce dernier d'effectuer des travaux d'assemblage de haute précision.

En particulier, on a pu obtenir des résolutions de l'ordre de:

FX: 0,5 N

FY: 0,1 N

FZ: 0,1 N

MX: 0,001 Nm

MY: 0,001 Nm

MZ: 0,001 Nm

L'originalité du capteur selon la présente invention est donc de réaliser une mesure précise et fiable au niveau même du contact avec l'objet manipulé, ce qui rapproche le système de la perception humaine et permet également de résoudre le problème de préhension, en particu-

lier la limitation du serrage de la pince sur l'objet, la détection du glissement,...

Le capteur est avantageusement réalisé de manière compacte, il est léger et présente de faibles dimensions. En outre, son prix est dérisoire et ses performances permettent de l'utiliser sur des robots effectuant des tâches d'assemblage de haute précision, y compris dans des milieux perturbés.

REVENDICATIONS

1. Capteur de force notamment destiné à être utilisé sur un robot caractérisé en ce qu'il comporte essentiellement un coussinet creux (3) en élastomère ou similaire dans lequel est disposé au moins un dispositif de détection optique de déplacement (C_0).

2. Capteur de force selon la revendication 1 caractérisé en ce que le dispositif de détection optique comprend une LED infrarouge et un phototransistor qui détecte le déplacement d'une surface placée devant lui, par la mesure de l'intensité réfléchie sur la surface.

3. Capteur de force selon la revendication 1 ou 2 caractérisé en ce que le dispositif de détection se présente sous la forme d'un boîtier dont les dimensions sont inférieures au centimètre.

4. Capteur de force selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comprend huit dispositifs de détection (C_0 à C_7) à phototransistor qui permettent de mesurer les six composantes du tenseur des contraintes exercées sur le capteur.

5. Capteur de force selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que les dispositifs de détection présentent une partie quasi linéaire dans la courbe de réponse pour des distances phototransistor-surface variant entre 1 et 2 mm.

6. Capteur de force selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que le caoutchouc présente une épaisseur de l'ordre de 1 cm de manière à travailler dans la zone de linéarité.

7. Utilisation d'un capteur de force selon l'une quelconque des revendications précédentes sur le doigt d'un robot.

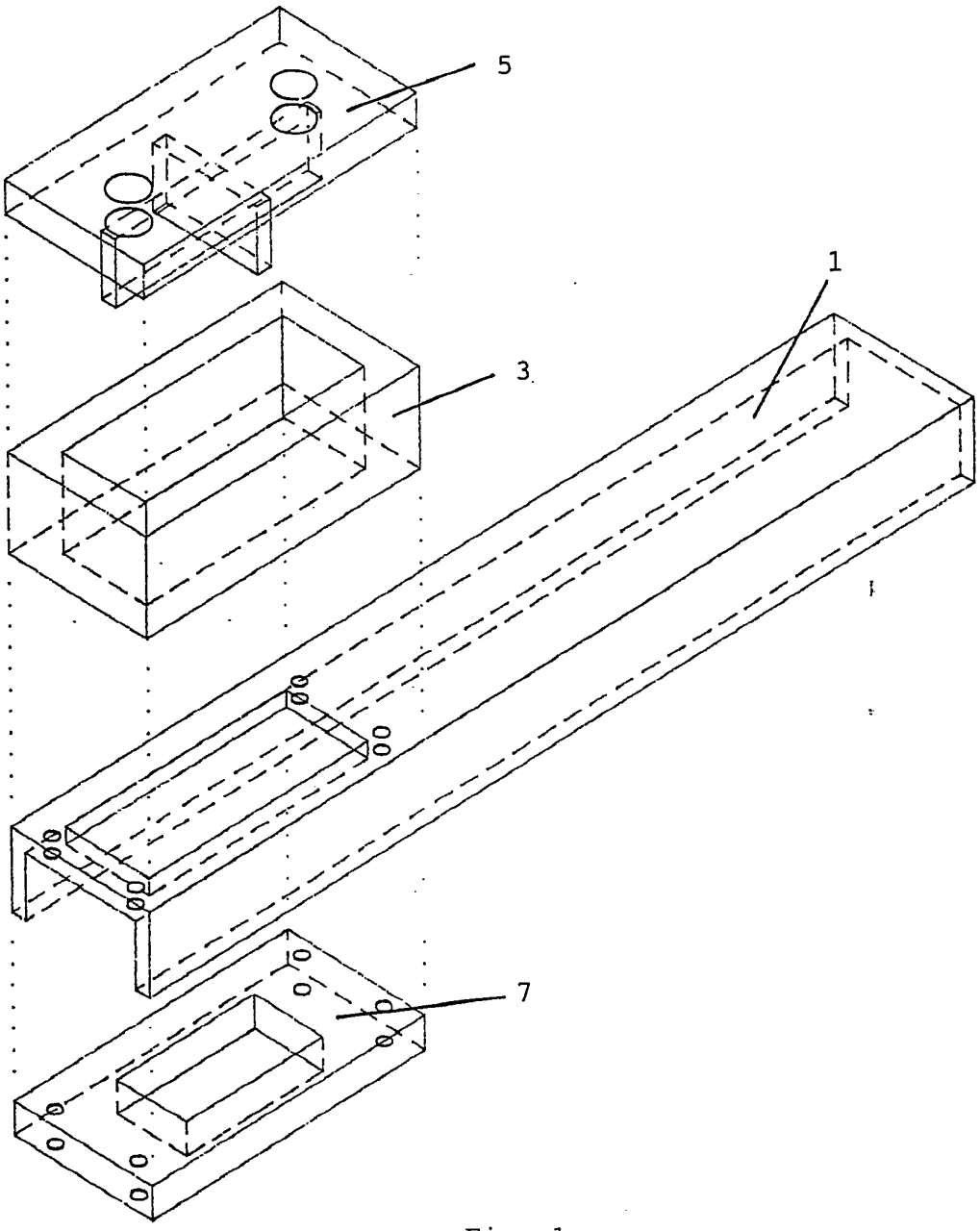


Fig. 1

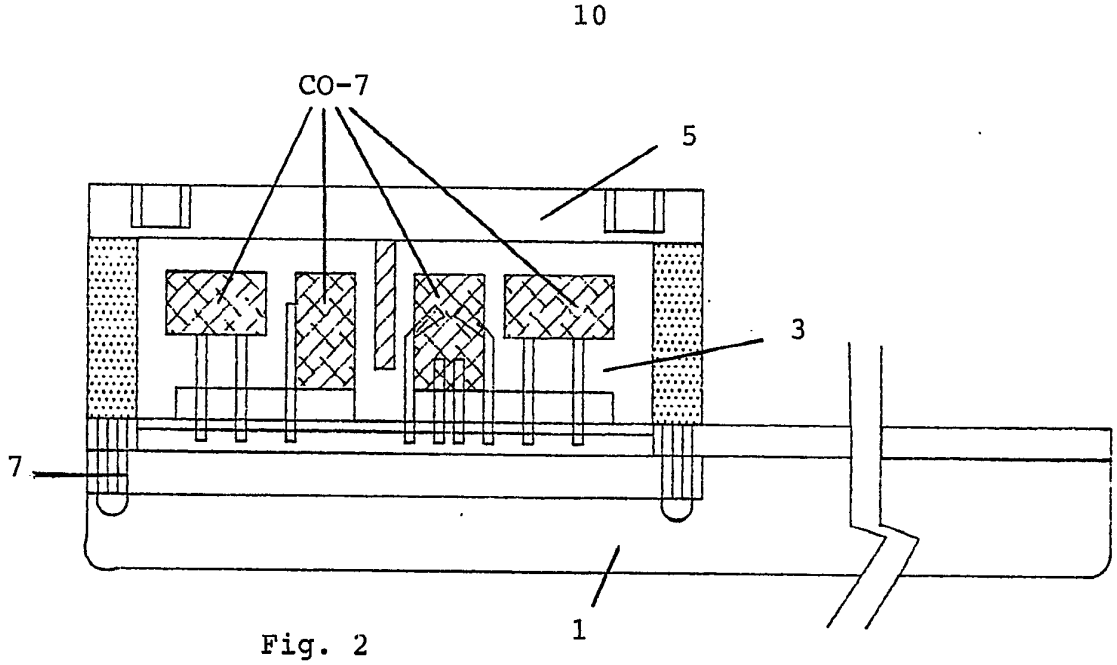


Fig. 2

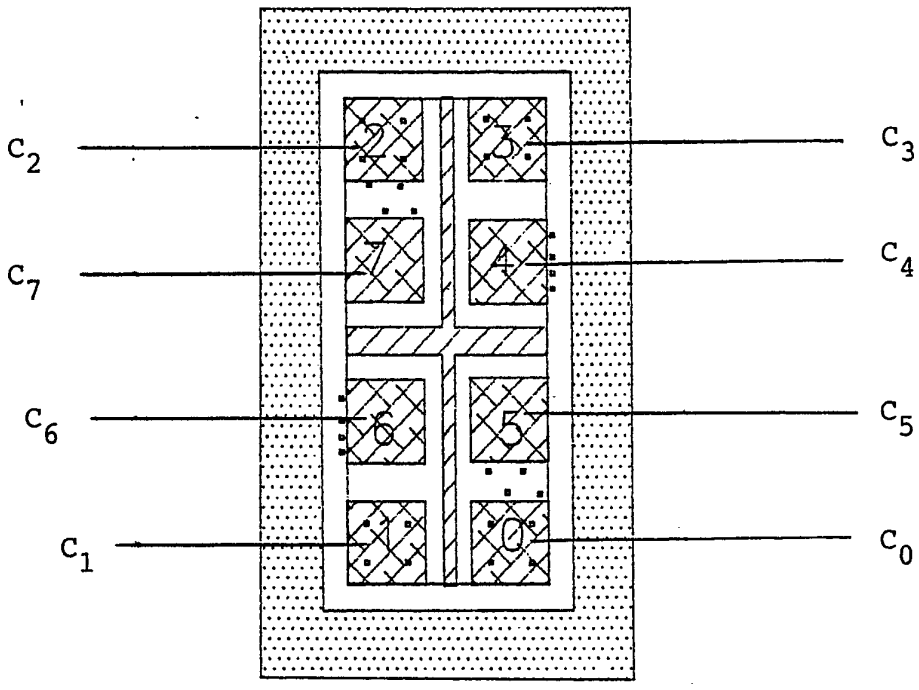


Fig. 3

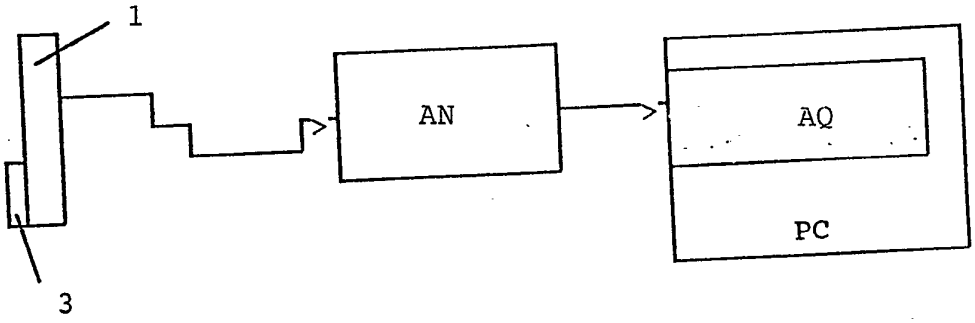


Fig. 4

Numero de la demande nationale

Office européen des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE

établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2 de la loi belge sur les brevets d'invention du 28 mars 1984

BE 9100588
BO 3050

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)
X	EP-A-0 210 717 (GRAHN, ALLEN ROBERT ET AL) * colonne 1, ligne 29 - ligne 53 * * colonne 2, ligne 24 - colonne 3, ligne 29 * * colonne 5, ligne 28 - ligne 55 * * colonne 7, ligne 50 - colonne 8, ligne 9; revendications 1,6,11,15; figures 1-10 * ---	1-4,7	G01L5/16 G01L5/22 G01L1/25
X	US-A-3 921 445 (JOHN W. HILL ET AL) * revendications 1,4,14,21; figures 1,11,12 * -----	2,7	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			G01L

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
LA HAYE 16 MARS 1992	MUCS A.A.

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 (P0448)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET BELGE NO.

BE 9100588
BO 3050

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 16/03/92
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP-A-0210717	04-02-87	US-A- 4704909	10-11-87
		JP-A- 62025227	03-02-87
US-A-3921445	25-11-75	US-A- 3952880	27-04-76