

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

②① Numéro de dépôt: 87402635.4

⑤① Int. Cl.⁴: **G 10 K 11/32**

②② Date de dépôt: 24.11.87

③① Priorité: 28.11.86 FR 8616661

④③ Date de publication de la demande:
15.06.88 Bulletin 88/24

⑧④ Etats contractants désignés: ES GR

⑦① Demandeur: **THOMSON-CGR**
13, square Max-Hymans
F-75015 Paris (FR)

⑦② Inventeur: **Gelly, Jean-François**
THOMSON-CSF SCPI 19, avenue de Messine
F-75008 Paris (FR)

Reynier, René
THOMSON-CSF SCPI 19, avenue de Messine
F-75008 Paris (FR)

Dubut, Patrick
THOMSON-CSF SCPI 19, avenue de Messine
F-75008 Paris (FR)

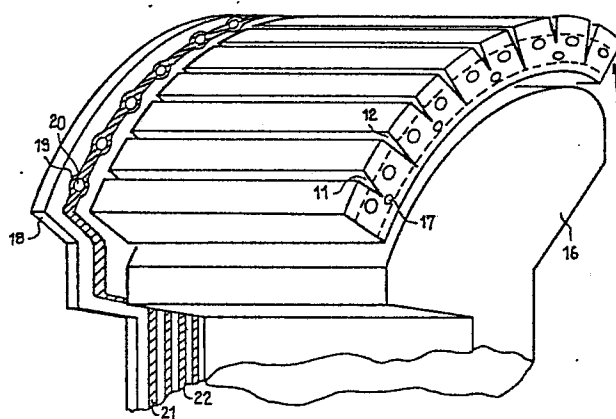
Maerfeld, Charles
THOMSON-CSF SCPI 19, avenue de Messine
F-75008 Paris (FR)

⑦④ Mandataire: **Grynwald, Albert et al**
THOMSON-CSF SCPI 19, avenue de Messine
F-75008 Paris (FR)

⑤④ Sonde à barrette courbe pour échographe.

⑤⑦ Dans l'invention, une sonde à barrette (1) courbe pour échographe est réalisée en utilisant un support mince (2) sur lequel est placé un barreau en cristal piézo-électrique. Le barreau est divisé en une pluralité d'éléments (3) transducteurs piézo-électriques. Le support mince présente la particularité d'être rigide à température ambiante mais d'être thermo-déformable. En lui faisant subir un cycle d'échauffement-refroidissement au cours duquel on lui donne une forme courbe désirée, on obtient à l'issue une barrette rigide de la forme courbe imposée. On peut alors éviter d'avoir à coller ce support sur une base (16). Ceci aurait pour effet de constituer une surface de réflexion arrière aux ondes acoustiques et de créer des parasites néfastes au signal acoustique utile.

FIG_2



Description

SONDE A BARRETTE COURBE POUR ECHOGRAPHE

La présente invention a pour objet une sonde à barrette courbe pour échographe. Elle trouve plus particulièrement son application dans le domaine médical où des échographes sont utilisés à des fins de diagnostic pour révéler des images de structures internes tissulaires de corps humains étudiés. Elle peut trouver néanmoins son application dans tous les domaines d'utilisation des ultrasons où on emploie des barrettes courbes.

Un échographe comporte schématiquement des moyens générateurs électriques pour produire un signal électrique vibrant à une fréquence acoustique. Ce signal est appliqué à un élément ou plutôt à une barrette d'éléments piézo-électriques transducteurs où il est transformé en une excitation mécanique. La sonde émet cette excitation mécanique dans un milieu contre lequel elle est placée. En dehors des périodes d'émission la sonde peut être utilisée pour recevoir des signaux acoustiques rétrodiffusés par le milieu et pour transformer ces signaux acoustiques en signaux électriques que l'on peut introduire dans des organes de réception. Du signal électrique ainsi reçu on peut extraire des informations utiles, notamment des informations susceptibles de permettre la création d'une image. L'allure de l'image dépend de la manière dont on explore le milieu à examiner.

Parmi les diverses solutions possibles, l'exploration par balayage sectoriel est actuellement une des plus performantes. Pour l'obtenir il suffit d'exciter un groupe d'éléments adjacents dans la barrette, avec des retards prédéterminés les uns par rapport aux autres de manière à focaliser l'onde acoustique dans une direction à l'émission (la même organisation des retards est prévue en réception pour privilégier un signal en provenance d'une direction donnée). En modifiant la composition du groupe des éléments, en interrompant par exemple l'alimentation d'un élément situé d'un côté du groupe et en mettant en service un autre élément situé de l'autre côté, et en réorganisant les retards pour le nouveau groupe ainsi constitué, on obtient une nouvelle direction de focalisation des signaux acoustiques. Si tous les éléments piézo-électriques sont alignés les uns avec les autres le long d'une droite, le balayage du milieu étudié est un balayage par translation. Par contre si la barrette d'éléments est courbe le balayage suit la normale à la tangente à la courbe formée par l'arrangement des éléments : il est sectoriel si cette courbe est un arc de cercle.

La réalisation des sondes à barrette courbe est traditionnellement effectuée de la manière suivante. On utilise un support d'épaisseur relativement faible, par exemple 2 à 3 mm, réalisé en un matériau souple. On utilise ensuite un barreau d'un cristal piézo-électrique que l'on fixe à ce support. Par des opérations de découpe en particulier avec une scie, on effectue une partition dans ce barreau de manière à le diviser en une pluralité d'éléments piézo-électriques. La partition est réalisée de telle manière qu'entre chaque élément le support n'est pas coupé. Chaque

élément reste fixé au support. Comme le support est souple il suffit alors de le fixer sur une base de forme courbe appropriée pour obtenir une barrette courbe recherchée. Dans une demande de brevet Européen n° 84 308 373.4 déposée le 03 DECEMBRE 1984, une telle réalisation est décrite.

Cette manière de faire présente cependant un inconvénient. En effet du fait de la nature élastique du support, celui-ci ne peut être maintenu courbé qu'en exerçant un effort permanent de maintien. Comme l'indique le document cité, cet effort peut être obtenu par collage du support sur la base. La face des éléments piézo-électriques en regard de l'endroit où se propage les ondes acoustiques utiles est dite face avant, la face opposée à la face avant est dite face arrière. Lors de l'émission, l'onde acoustique émise se propage à priori dans les deux sens : vers l'avant et vers l'arrière. Seule l'onde émise vers l'avant est utile. On s'arrange en conséquence pour éviter les perturbations dues à l'onde arrière. En particulier on agit sur l'impédance acoustique du support et de la base pour empêcher à l'onde arrière d'être réfléchi vers la barrette. Or ceci ne peut qu'imparfaitement être obtenu à partir du moment où le support comporte une surface de collage sur la base. Cette surface de collage réagit d'autant plus fort que le support est mince pour pouvoir être déformé et donc que cette surface se trouve près de la barrette piézo-électrique proprement dite.

Malgré les changements de composition de la colle qui sert à solidariser le support sur sa base, comme l'indique le document cité, on n'obtient pas le meilleur résultat. En outre les opérations de collage ne sont jamais parfaites et la solidité de l'ensemble peut en être atteinte. Enfin la nature même des matériaux souples utilisables dans ce but n'est pas propice au choix, pour le matériau du support, d'une bonne impédance acoustique. Il est connu en effet de jouer sur l'impédance acoustique des matériaux en effectuant des mélanges ou en y incluant des microbilles par exemple en plastique ou en verre. Et les matériaux synthétiques souples se prêtent mal à cette opération.

L'invention a pour objet de remédier aux inconvénients cités en proposant pour le support un matériau qui est rigide à température ambiante, mais qui présente la particularité d'être thermo-déformable. Ceci signifie que si ce matériau est chauffé, il peut être déformé. Lors de son refroidissement il garde la forme acquise en dernier : celle qu'on lui a donné alors qu'il était chaud. Comme ce matériau thermo-déformable garde la forme qu'on lui a donné il est possible de l'utiliser comme réceptacle pour y couler un matériau à polymériser qui servira de base. La polymérisation a lieu de préférence à température ambiante. Le matériau a polymériser est de préférence le même matériau que celui qui sert à faire le support. Il en résulte qu'il n'existe plus de surface créant des réflexions parasites de l'onde arrière. Enfin les matériaux rigides thermo-déforma-

bles comportent en outre l'avantage de pouvoir être facilement adaptés en impédance acoustique.

La présente invention concerne une sonde à barrette courbe pour échographe, du type comportant des éléments piézo-électriques fixés sur un support déformable caractérisée en ce que le support est en un matériau thermo-déformable rigide à température ambiante.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit et à l'examen des figures qui l'accompagnent. Elles ne sont données qu'à titre indicatif et nullement limitatif de l'invention. Sur les figures les mêmes repères désignent les mêmes éléments. Les figures montrent:

- figure 1 une barrette d'éléments piézo-électriques montés sur un support conforme à l'invention;

- figure 2 l'allure de la barrette précédente après déformation consécutive à un cycle d'échauffement suivi d'un refroidissement.

La figure 1 représente une barrette d'éléments transducteurs piézo-électriques montés sur un support conforme à l'invention. Cette barrette 1 comporte essentiellement un support 2, des éléments piézo-électriques tels que 3, ces éléments piézo-électriques étant maintenus entre le support 2 et des lames de transition acoustique 4. Entre le support 2 et chacun des éléments 3 il existe une électrode 5, et entre chacun des éléments 3 et chacune des lames 4 il existe une électrode 6. Ces électrodes sont destinées à recevoir un signal électrique au moment d'une excitation. Elles appliquant alors dans l'élément 3 un champ électrique correspondant. Sous l'effet de ce champ, l'élément 3 se met à vibrer et transmet, par la lame 4, la vibration à un milieu à étudier et qui est à son contact (non représenté). Dans une réalisation préférée la continuité électrique des électrodes 5 et 6 est reprise par des blocs tels que 7 et 8 placés de part et d'autre de chaque élément. Chaque bloc en un matériau isolant est recouvert de deux métallisations électriquement indépendantes, respectivement 9 et 10, dans chaque cas au contact des électrodes 5 et 6. Ces métallisations permettent une liaison plus simple aux électrodes 5 et 6.

Hormis la présence des blocs 7 et 8, la barrette 1 est fabriquée à l'état rectiligne comme dans l'état de la technique citée. On utilise pour la construire un support allongé 2, un barreau en matériau piézo-électrique, et une lame allongée : le support et la lame sont collés au barreau. Pour le perfectionnement de connexion évoqué, lors du montage, on insère de part et d'autre du barreau des réglettes comportant déjà la partition des métallisations. Quand cet ensemble est constitué, on exécute des découpes telles que 11 et 12, en général à la scie, pour diviser le barreau piézo-électrique en une série d'éléments piézo-électriques indépendants. Le support n'est entamé qu'en partie par ces découpes : il assure la cohésion de l'ensemble des éléments. Il est connu pour éviter des risques de diaphonie entre des éléments piézo-électriques adjacents de diviser chaque élément piézo-électrique (séparés les uns des autres par des découpes profondes 12), par des découpes moins profondes 11 qui les coupent en

leur milieu.

La caractéristique essentielle de l'invention réside dans la nature du matériau qui constitue le support 2. Lorsque l'opération de découpe est terminée, même les découpes 12 les plus profondes ne rompent pas sa rigidité. La barrette reste rectiligne et rigide : le matériau qui la constitue est dur. Ce matériau présente cependant la particularité de s'amollir quand on le chauffe et de prendre la forme qu'on lui impose à ce moment. On utilise donc une forme courbe appropriée 13, et on place la forme 13 et la barrette 1 dans une étuve que l'on porte à une température adéquate. Sous l'effet de son propre poids, ou éventuellement en exerçant un effort élastique sur ses extrémités 14 et 15, on peut amener la barrette à se courber selon la forme de la forme 13. Au bout d'un temps jugé expérimentalement suffisamment long, on laisse l'étuve se refroidir. La barrette a alors l'apparence représentée schématiquement sur la figure 2 : elle est maintenant de nouveau rigide mais courbe.

Dans une variante le support courbe thermo-formable est constitué par la lame de transition acoustique elle-même. Lors de la partition de la barrette, le sciage est exécuté à partir de l'embase 2 jusqu'à une certaine hauteur dans la lame. Dans l'un et l'autre cas il est ultérieurement possible, en effectuant des traits de scie de largeur appropriée, de constituer des barrettes courbes convexes ou concaves.

Le matériau utilisable pour le support 2 et qui a les propriétés de thermo-formage ainsi mises en évidence est de préférence une matière polymérisable qui a l'allure d'une mousse avant sa polymérisation. Cette mousse peut être syntactique, c'est à dire comporter un liquide avec des microbulles d'un gaz, ou être non syntactique, c'est à dire se présenter sous la forme de billes qui s'agglomèrent les unes aux autres lors de la polymérisation. Cette mousse est de préférence une résine epoxy ou bien un polyuréthane. Elle est de préférence une mousse polymérisable à froid. Pour adapter l'impédance du support, on prévoit de charger la mousse avec des microbilles en particulier des microbilles plastiques. Dans un exemple préféré, les microbilles plastiques sont les microbilles phénoliques. Dans la pratique on choisit des matériaux dont le thermo-formage est obtenu à une température de l'ordre de, ou supérieure à 90° - 100°. En effet il est connu que les sondes piézo-électriques chauffent lors de leur utilisation. Elles sont alors portées à des températures qui pourraient, si l'on n'y prenait garde, provoquer par fluence des déformations non désirées de la barrette. Pour cette raison la température de thermo-formage est choisie à la valeur indiquée. A cette température en effet les sondes sont inexploitablement sur des corps humains, et il n'y a donc aucun risque que cette température soit atteinte au cours d'une expérimentation.

Pour permettre son thermo-formage, il est nécessaire, comme dans l'état de la technique que le support 2 soit mince. Dans l'invention il a une épaisseur sensiblement égale au support élastique de l'état de la technique citée. Pour renforcer alors la rigidité de ce support on le solidarise avec une base

16. On place alors la barrette thermo-formée au fond d'un moule, avec sa partie concave vers le haut, et on coule par le dessus un même matériau que celui qui a constitué le support (mais non encore polymérisé). Puis on polymérise le matériau de la base : le moule est conformé de manière à donner à cette base en outre une forme utile à la manipulation de la sonde. La base est réalisée le plus tôt possible après la thermo-déformation de la barrette. Par exemple cette opération est faite le lendemain.

Comme le matériau qui constitue la base est le même que celui qui constitue le support, si ces opérations sont bien exécutées, à l'issue, il est presque impossible de discerner la part, dans le support-base, de ce qui appartient au support ou à la base. Il n'y a donc plus de surface acoustique de réflexion sous le support. Les réflexions ne peuvent donc plus se produire. L'intérêt d'avoir choisi un matériau polymérisable à froid se comprend aisément. Lors de la réalisation ultérieure de la base il n'est pas nécessaire pour polymériser ce matériau de base de réchauffer l'ensemble de la barrette. Ceci risquerait de détruire la déformation qu'on lui a donnée précédemment. Le choix d'un matériau polymérisable à chaud est cependant possible : il suffit de couler la base avant la fin de l'opération de thermo-déformage c'est à dire avant le refroidissement. L'avantage de matériaux thermo-déformables, est en outre de pouvoir admettre une grande variété de matériaux de chargement. Ceci leur confère une grande aptitude au bon réglage de l'impédance acoustique.

Pour réaliser la connexion des éléments piézo-électrique de la barrette, on peut déposer sur les métallisations latérales apparentes des blocs de chaque éléments des micro-gouttes 17 d'Indium. Puis on approche de chaque coté de la barrette, un circuit imprimé 18 muni de pistes de liaison telles que 21 et 22. Ce circuit porte en regard des connexions à réaliser des métallisations 19, elles aussi munies de micro-gouttes 20 d'Indium. On plaque ensuite les circuits imprimés sur les flans de la barrette et, par une opération de refusion dans une étuve, on peut obtenir la connexion de l'ensemble des éléments aux pistes. Ces pistes conduisent les signaux électriques, à l'émission et à la réception, depuis les organes générateurs et vers les organes de réception.

La forme présentée jusqu'ici pour la barrette est une forme convexe. Il est cependant connu dans l'état de la technique de fabriquer des formes concaves. Il est évident que l'on peut fabriquer de la même manière une sonde à barrette concave. La seule précaution à prendre consiste à réaliser dans ce cas des découpes 10 et 11 suffisamment larges pour que lors de la déformation imposée à la barrette les éléments piézo-électriques ne viennent pas au contact les uns des autres. Dans ce cas également on peut réaliser une base adhérant intimement avec le support.

Revendications

5

1 - Sonde à barrette (1) courbe pour échographe du type comportant des éléments (3) piézo-électriques fixés sur un support (2) déformable caractérisée en ce que ce support est en un matériau thermo-déformable rigide à température ambiante.

10

2 - Sonde selon la revendication 1, caractérisée en ce que le matériau est une résine époxy polymérisable à froid.

15

3 - Sonde selon la revendication 1, caractérisée en ce que le matériau est un polyuréthane.

4 - Sonde selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que le matériau est une mousse.

20

5 - Sonde selon la revendication 4, caractérisée en ce que la mousse comporte des microbilles plastiques.

25

6 - Sonde selon la revendication 5, caractérisée en ce que les microbilles sont phénoliques.

30

7 - Sonde selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que le support thermo-déformé est fixé à une base (16) qui épouse sa forme et qui est en un même matériau.

35

8 - Sonde selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 caractérisée en ce que la barrette est courbe convexe (fig 2).

40

9 - Sonde selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisée en ce que la barrette est courbe et concave.

45

10 - Procédé de fabrication de sonde à barrette (1) courbe caractérisée en ce qu'elle comprend les étapes de:

50

- collage d'une barrette piézo-électrique sur une lame support (2) thermo-déformable,

55

- réalisation de découpes (11,12) permettant de réaliser des transducteurs piézo-électriques indépendants et/ou de diviser les transducteurs piézo-électriques,

60

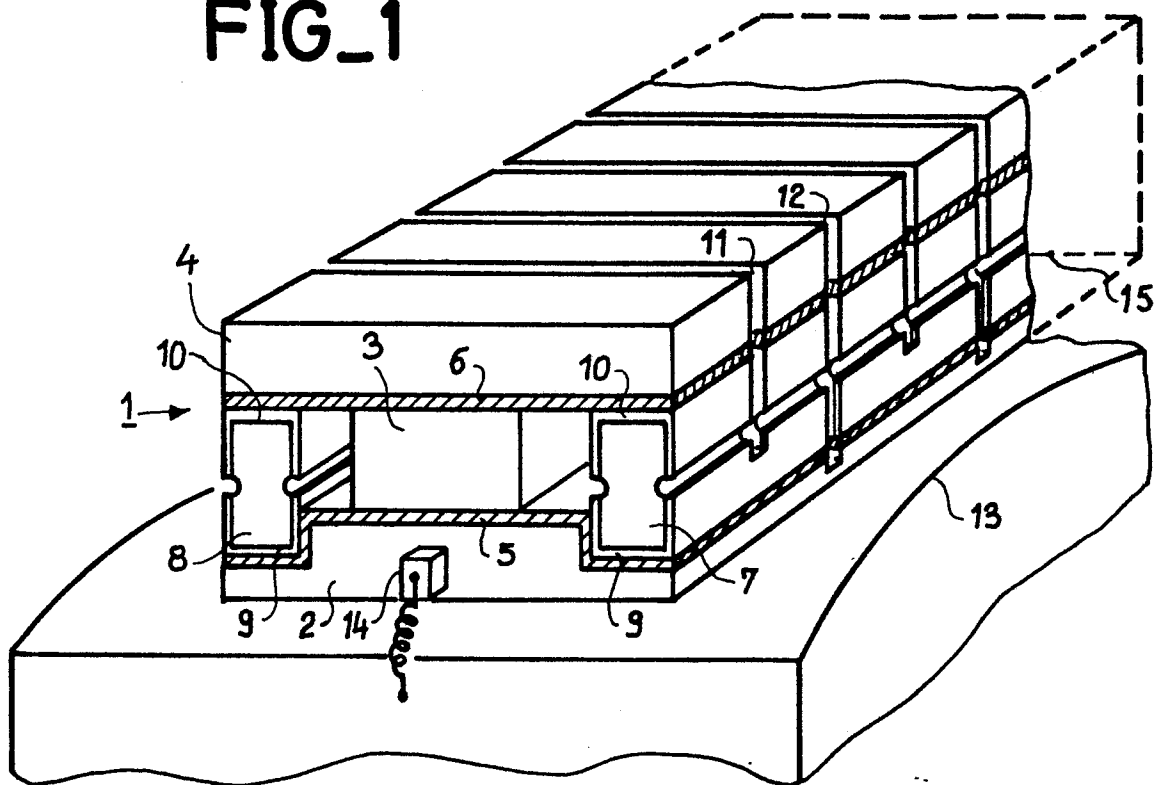
- chauffage et déformation de la barrette pour lui donner la forme désirée,

65

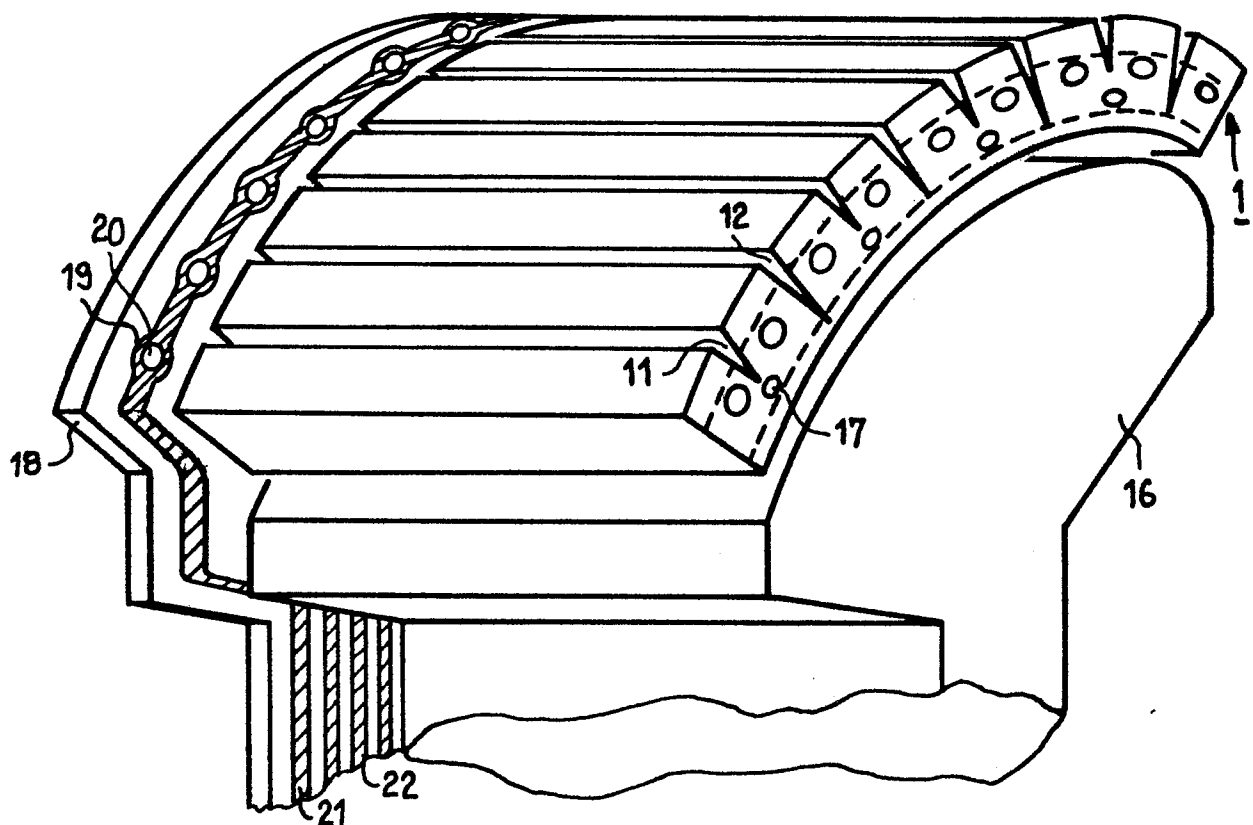
- connexion des électrodes aux transducteurs piézo-électriques.

0271395

FIG_1



FIG_2





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 87 40 2635

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.4)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 7, no. 27 (E-156)[1172], 3 février 1983; & JP-A-57 181 299 (YOKOGAWA DENKI SEISAKUSHO K.K.) 08-11-1982 * En entier *	1,7-10	G 10 K 11/32
A	EP-A-0 128 049 (MATSUSHITA) * Page 3, lignes 2-14 *	2,3,5,6	
A	DE-A-2 926 182 (SIEMENS AG)		
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 7, no. 229 (E-203)[1374], 12 octobre 1983; & JP-A-58 120 397 (HITACHI MEDEIKO K.K.) 18-07-1983		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
			G 10 K
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 29-02-1988	Examineur HAASBROEK J.N.
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	