

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
—  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
—  
COURBEVOIE

(11) Nº de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 895 517

(21) Nº d'enregistrement national :

06 55861

(51) Int Cl<sup>8</sup> : **B 06 B 1/06** (2020.12), A 61 B 8/13, G 01 N 29/24,  
H 01 L 23/52, G 10 K 11/34

(12)

## BREVET D'INVENTION

B1

(54) ENSEMBLE D'INTERCONNEXION, ENSEMBLE DE TRANSDUCTEURS, SYSTEME COMPRENNANT DE TELS ENSEMBLES ET PROCEDE DE FABRICATION D'UN ENSEMBLE DE TRANSDUCTEURS CORRESPONDANT.

(22) Date de dépôt : 22.12.06.

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(30) Priorité : 22.12.05 US 11/315641.

Demande(s) d'extension :

(43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 29.06.07 Bulletin 07/26.

(71) Demandeur(s) : GENERAL ELECTRIC COMPANY — US.

(45) Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention : 24.09.21 Bulletin 21/38.

(72) Inventeur(s) : HAIDER BRUNO HANS, WILDES DOUGLAS GLENN et LEWANDOWSKI ROBERT STEPHEN.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche :

(73) Titulaire(s) : GENERAL ELECTRIC COMPANY.

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

(74) Mandataire(s) : CASALONGA.

FR 2 895 517 - B1



## Structure d'interconnexion pour ensemble transducteur

L'invention concerne d'une façon générale les transducteurs et, plus particulièrement, un ensemble de transducteurs.

5 Des transducteurs tels que des transducteurs acoustiques ont trouvé une application en imagerie médicale où une sonde acoustique est tenue contre un patient et la sonde émet et reçoit des ultrasons, lesquels peuvent à leur tour faciliter l'obtention d'une image des tissus internes du patient. Par exemple, on peut employer des transducteurs pour obtenir une image du cœur du patient.

10 Les ensembles de transducteurs comprennent globalement une matrice de transducteurs, telle qu'une matrice bidimensionnelle de transducteurs, ayant un ou plusieurs éléments transducteurs disposés de manière mutuellement espacée. De plus, des éléments de connexion sont disposés juste sous un élément transducteur respectif. L'espacement entre chacun des éléments de connexion est déterminé par 15 l'espacement entre les éléments transducteurs respectifs.

15 L'ensemble de transducteurs peut également comprendre une structure d'interconnexion ayant une pluralité de couches d'interconnexion agencées pour faciliter un couplage électrique des éléments de connexion à un dispositif extérieur tel qu'un ensemble de câbles ou des composants électroniques d'affichage. 20 Normalement, la structure d'interconnexion est formée en superposant une pluralité de couches d'interconnexion, chacune des différentes couches d'interconnexion comportant une pluralité de rubans conducteurs formant des motifs sur celle-ci. Les rubans conducteurs peuvent être agencés pour faciliter le couplage, à des composants électroniques correspondants, d'éléments de connexion associés au/à chacun des 25 éléments transducteurs de la matrice de transducteurs. Par ailleurs, l'espacement entre chacun des différents rubans dans une première direction est conçu pour concorder avec l'espacement entre les éléments de connexion. De même, un espacement entre chacune des diverses couches d'interconnexion est conçu pour concorder avec un 30 espacement entre les éléments transducteurs dans une deuxième direction. Par conséquent, un nombre souhaitable de couches d'interconnexion dépend du nombre d'éléments de connexion dans la deuxième direction, ce qui a donc pour effet l'utilisation d'un nombre très élevé de couches d'interconnexion. Un transducteur classique peut nécessiter l'utilisation d'environ 40 à environ 100 couches 35 d'interconnexion. Cet accroissement du nombre de couches d'interconnexion a pour conséquence une complexité accrue des interconnexions et n'est pas rentable.

Des solutions imaginées antérieurement ont comporté des circuits d'interconnexion multicouches souples pour faciliter le couplage des différents éléments transducteurs à un dispositif extérieur tel que des composants électroniques d'affichage ou un ensemble de câbles. Cependant, ces circuits multicouches souples 5 font passer des conducteurs sur de multiples couches souples parallèlement au plan des éléments transducteurs. Malheureusement, ces circuits d'interconnexion sont coûteux et ne permettent pas une utilisation efficace de l'espace à l'intérieur d'un cathéter. De plus, les performances acoustiques de transducteurs fabriqués par de tels procédés ont souffert de la présence d'un circuit d'interconnexion acoustiquement 10 défavorable situé juste sous les éléments transducteurs.

Par conséquent, on a besoin d'un ensemble de transducteurs ayant une moindre complexité d'interconnexions. En particulier, on a grand besoin d'un type 15 d'ensemble de transducteurs qui réduise avantageusement le nombre de couches d'interconnexion dans l'ensemble de transducteurs. Il serait également souhaitable d'élaborer un procédé simple et rentable de fabrication d'un ensemble de transducteurs à moindre complexité d'interconnexions.

En bref, selon des aspects de la présente technique, il est présenté un ensemble d'interconnexion. L'ensemble comprend une structure d'interconnexion comprenant une pluralité de couches d'interconnexion disposées de manière 20 mutuellement espacée, chacune des différentes couches d'interconnexion comportant une pluralité de rubans conducteurs disposés sur celle-ci. Par ailleurs, l'ensemble comprend une couche de redistribution disposée tout près de la structure d'interconnexion, la couche de redistribution étant conçue pour faciliter le couplage de la structure d'interconnexion à/aux éléments transducteurs sur la matrice de 25 transducteurs.

Le nombre des différents rubans conducteurs disposés sur chacune des différentes couches d'interconnexion peut être inversement proportionnel au nombre de couches d'interconnexion dans la structure d'interconnexion.

La couche de redistribution comporte une pluralité d'éléments de couplage 30 disposés sur la face supérieure et la face inférieure de la couche de redistribution.

L'écartement des éléments de couplage disposés sur la face supérieure de la couche de redistribution peut être conçu pour faciliter le couplage de la couche de redistribution au/aux éléments transducteurs de la matrice de transducteurs et l'espacement des éléments de couplage disposés sur la face inférieure de la couche de 35 redistribution est conçu pour faciliter le couplage de la couche de redistribution aux

différents rubans conducteurs présents sur la pluralité de couches d'interconnexion de la structure d'interconnexion.

Selon un autre aspect de la présente technique, il est présenté un ensemble de transducteurs. L'ensemble comprend une matrice de transducteurs comportant un ou plusieurs éléments transducteurs disposés de manière mutuellement espacée. De plus, l'ensemble comprend une structure d'interconnexion comportant une pluralité de couches d'interconnexion disposées de manière mutuellement espacée, chacune des différentes couches d'interconnexion comportant une pluralité de rubans conducteurs disposés sur celle-ci, et le nombre des différents rubans conducteurs disposés sur chacune des différentes couches d'interconnexion étant inversement proportionnel au nombre de couches d'interconnexion dans la structure d'interconnexion.

Selon d'autres aspects de la présente technique, il est proposé un ensemble de transducteurs. L'ensemble comprend une matrice de transducteurs comportant un ou plusieurs éléments transducteurs disposés suivant une grille ' $N \times M$ ', N et M étant des entiers. En outre, l'ensemble comprend une structure d'interconnexion disposée tout près de la matrice de transducteurs et comportant 'K' couches d'interconnexion disposées de manière mutuellement espacée, chacune des 'K' couches d'interconnexion comportant 'L' rubans conducteurs disposés sur celle-ci, 'K' étant inférieur à 'M' et 'L' étant supérieur à 'N', et 'K' et 'L' étant des entiers. De plus, l'ensemble comprend une couche de redistribution disposée tout près de la structure d'interconnexion, la couche de redistribution étant conçue pour faciliter le couplage de la structure d'interconnexion au/aux éléments de la matrice de transducteurs.

Selon encore un autre aspect de la présente technique, il est présenté un procédé pour former un ensemble de transducteurs. Le procédé comprend une étape consistant à réaliser une matrice de transducteurs ayant un ou plusieurs éléments transducteurs disposés de manière mutuellement espacée. Par ailleurs, le procédé comprend une étape consistant à former une structure d'interconnexion en disposant une pluralité de couches d'interconnexion espacées les unes des autres, chacune des différentes couches d'interconnexion comportant une pluralité de rubans conducteurs disposés sur celle-ci, et le nombre des différents rubans conducteurs disposés sur chacune des différentes couches d'interconnexion étant inversement proportionnel au nombre de couches d'interconnexion de la structure d'interconnexion. Le procédé comprend également une étape consistant à disposer une couche de redistribution entre la structure d'interconnexion et la matrice de transducteurs pour faciliter le

couplage de la matrice de transducteurs à la structure d'interconnexion. De plus, le procédé comprend une étape consistant à coupler la structure d'interconnexion à la matrice de transducteurs par l'intermédiaire de la couche de redistribution.

5 L'étape de disposition de la couche de redistribution peut comporter la réalisation d'une combinaison d'une pluralité d'éléments de couplage sur une face supérieure et une face inférieure de la couche de redistribution.

La réalisation de la combinaison des différents éléments de couplage peut comporter :

10 un agencement des différents éléments de couplage sur la face supérieure de la couche de redistribution de façon que l'espacement des éléments de couplage disposés sur la face supérieure soit conçu pour faciliter le couplage de la couche de redistribution au/aux éléments transducteurs de la matrice de transducteurs ; et

15 un agencement des différents éléments de couplage sur la face supérieure de la couche de redistribution de façon que l'espacement des éléments de couplage disposés sur la face inférieure soit conçu pour faciliter le couplage de la couche de redistribution aux différentes couches d'interconnexion de la structure d'interconnexion.

Selon d'autres aspects de la présente technique, il est présenté un système. Le système comprend un sous-système d'acquisition conçu pour acquérir des données d'image, le sous-système d'acquisition comprenant une sonde conçue pour réaliser une image d'une région concernée, la sonde comprenant au moins un ensemble de transducteurs, et le/les ensembles de transducteurs comportant une matrice de transducteurs constituée d'un ou de plusieurs éléments transducteurs disposés sur une grille de type ' $N \times M$ ', N et M étant des entiers, une structure d'interconnexion disposée tout près de la matrice de transducteurs et comportant ' $K$ ' couches d'interconnexion disposées de manière mutuellement espacée, chacune des ' $K$ ' couches d'interconnexion comportant ' $L$ ' rubans conducteurs disposés sur celle-ci, ' $K$ ' étant inférieur à ' $M$ ' et ' $L$ ' étant supérieur à ' $N$ ', et ' $K$ ' et ' $L$ ' étant des entiers, et une couche de redistribution disposée tout près de la structure d'interconnexion, la couche de redistribution étant conçue pour faciliter le couplage de la structure d'interconnexion au/aux éléments transducteurs de la matrice transducteurs. De plus, le système comprend un sous-système de traitement coopérant avec le sous-système d'acquisition et conçu pour traiter les données d'image acquises à l'aide du sous-système d'acquisition.

L'invention sera mieux comprise à l'étude de la description détaillée d'un mode de réalisation pris à titre d'exemple non limitatif et illustré par les dessins annexés sur lesquels :

5 la Fig. 1 est un schéma de principe d'un système d'imagerie selon des aspects de la présente technique ;

la Fig. 2 est une vue en perspective d'un ensemble de transducteurs destiné à servir dans le système illustré sur la Fig. 1, selon des aspects de la présente technique ;

10 la Fig. 3 est une vue en coupe transversale de la structure d'interconnexion de la Fig. 2 suivant la ligne de coupe 3-3 ;

la Fig. 4 est une vue de dessus d'un exemple de forme de réalisation d'une couche de redistribution selon des aspects de la présente technique ;

la Fig. 5 est une vue en coupe transversale de la couche de redistribution de la Fig. 4 suivant la ligne de coupe 5-5 ;

15 la Fig. 6 est un schéma d'un exemple de forme de réalisation d'un ensemble de transducteurs ayant une couche de redistribution, selon des aspects de la présente technique ;

la Fig. 7 est un schéma d'un autre exemple de forme de réalisation possible d'un ensemble de transducteurs ayant une couche de redistribution, selon des aspects 20 de la présente technique ;

la Fig. 8 est un schéma d'encore un autre exemple de forme de réalisation d'un ensemble de transducteurs ayant une couche de redistribution, selon des aspects de la présente technique ; et

25 la Fig. 9 est un organigramme présentant des étapes pour interconnecter des éléments transducteurs sur une matrice de transducteurs à une structure d'interconnexion via une couche de redistribution, selon des aspects de la présente technique.

30 Comme décrit en détail ci-après, un ensemble de transducteurs à moindre complexité d'interconnexions et des procédés de fabrication de l'ensemble de transducteurs sont présentés. Il est souhaitable de mettre au point un ensemble de transducteurs qui offre l'avantage de réduire le nombre de couches d'interconnexion dans une structure d'interconnexion de l'ensemble de transducteurs. Par ailleurs, il serait souhaitable de mettre au point un procédé simple et rentable de fabrication d'un

ensemble de transducteurs à moindre complexité d'interconnexions. Les techniques présentées ici apportent des solutions à certains ou à la totalité de ces problèmes.

La Fig. 1 est un schéma de principe d'une forme de réalisation d'un système d'échographie 10. Il faut noter que les figures sont dessinées à titre d'illustration et ne sont pas dessinées à l'échelle. On peut également noter que, bien que les formes de réalisation illustrées soient décrites dans le contexte d'un système d'imagerie échographique, d'autres types de systèmes d'imagerie tels qu'un système d'imagerie par résonance magnétique (IRM), un système d'imagerie radiographique, un système d'imagerie nucléaire, un système de tomographie par émission de positons (TEP), ou des combinaisons de ceux-ci sont également envisagés dans le cadre de la présente technique.

Le système échographique 10 comprend un sous-système d'acquisition 12 et un sous-système de traitement 14. Le sous-système d'acquisition 12 comprend un ensemble 18 de transducteurs, des circuits de commutation d'émission/réception 20, un émetteur 22, un récepteur 24 et un conformateur 26 de faisceau. Dans certaines formes de réalisation, l'ensemble 18 de transducteurs peut comprendre une pluralité d'éléments transducteurs (non représentés) agencés de manière mutuellement espacée pour former une matrice de transducteurs, par exemple une matrice bidimensionnelle de transducteurs. De plus, l'ensemble 18 de transducteurs peut comprendre une structure d'interconnexion (non représentée) conçue pour faciliter le couplage actif de la matrice de transducteurs à un dispositif extérieur (non représenté) tel que, mais d'une manière nullement limitative, un ensemble de câbles ou des composants électroniques correspondants. Dans la forme de réalisation illustrée, la structure d'interconnexion peut être conçue pour coupler la matrice de transducteurs aux circuits de commutation d'émission/réception 20.

Le sous-système e traitement 14 comprend un processeur de commande 28, un démodulateur 30, un processeur 32 de mode d'imagerie, un convertisseur de balayage 34 et un processeur d'affichage 36. Le processeur d'affichage 36 est en outre couplé à un moniteur d'affichage 38 pour afficher des images. Une interface utilisateur 40 est en interaction avec le processeur de commande 28 et le moniteur d'affichage 38. Le processeur de commande 28 peut également être couplé à un sous-système de connectivité distant 42 comprenant un serveur Web 44 et une interface de connectivité distante 46. Le sous-système de traitement 14 peut en outre être couplé à une base de données 48 conçue pour recevoir des données d'images échographiques. La base de données 48 coopère avec un poste de travail d'imagerie 50.

Les organes évoqués ci-dessus peuvent être des éléments matériels spécifiques tels que des cartes de circuit avec des processeurs de signaux numériques ou peuvent être des logiciels fonctionnant sur un ordinateur ou un processeur général tel qu'un ordinateur personnel (PC) du commerce, prêt à l'emploi. Les divers organes 5 peuvent être combinés ou séparés selon les diverses formes de réalisation de l'invention. Ainsi, les spécialistes de la technique comprendront que le présent système échographique 10 est présenté à titre d'exemple et que les présentes techniques ne sont nullement limitées par la configuration spécifique du système.

Dans le sous-système d'acquisition 12, la matrice 18 de transducteurs est au 10 contact d'un patient ou d'un sujet 16. La matrice de transducteurs est couplée aux circuits de commutation d'émission/réception (E/R) 20. Par ailleurs, les circuits de commutation E/R 20 coopèrent avec une sortie de l'émetteur 22 et une entrée du récepteur 24. La sortie du récepteur 24 constitue une entrée pour le conformateur 26 de faisceau. De plus, le conformateur 26 de faisceau est en outre couplé à l'entrée de 15 l'émetteur 22 et à l'entrée du démodulateur 20. Le conformateur 26 de faisceau coopère également avec le processeur de commande 28, comme représenté sur la Fig. 1.

Dans le sous-système de traitement 14, la sortie du démodulateur 30 20 coopère avec une entrée d'un processeur 32 de mode d'imagerie. De plus, le processeur de commande 28 est en interface avec le processeur 32 de mode d'imagerie, le convertisseur de balayage 34 et le processeur d'affichage 36. Une sortie du processeur 32 de mode d'imagerie est couplée à une entrée du convertisseur de balayage 34. Par ailleurs, une sortie du convertisseur de balayage 34 coopère avec 25 une entrée du processeur d'affichage 36. La sortie du processeur d'affichage 36 est couplée au moniteur 38.

Le système d'échographie 10 émet des ultrasons vers le sujet 16 et reçoit et traite des signaux échographiques rétrodiffusés par le sujet 16 pour créer et afficher une image. Pour générer un faisceau d'ultrasons émis, le processeur de commande 28 envoie des données d'instructions au conformateur 26 de faisceau pour générer des 30 paramètres d'émission afin de créer un faisceau d'une forme voulue à partir d'un certain point à la surface de la matrice 18 de transducteurs suivant un angle d'orientation voulu. Les paramètres d'émission sont envoyés à l'émetteur 22 par le conformateur 26 de faisceau. L'émetteur 22 utilise les paramètres d'émission pour coder convenablement les signaux d'émission à envoyer à la matrice 18 de 35 transducteurs par l'intermédiaire du circuit de commutation E/R 20. Les signaux

d'émission sont établis à certains niveaux et phases les uns par rapport aux autres et sont appliqués à des éléments transducteurs individuels de la matrice 18 de transducteurs. Les signaux d'émission excitent les éléments transducteurs pour émettre des ultrasons avec les mêmes relations de phase et de niveau. De la sorte, un 5 faisceau d'ultrasons émis est formé dans un sujet 16 suivant une ligne de balayage lorsque la matrice 18 de transducteurs est acoustiquement couplée au sujet 16, par exemple à l'aide d'un gel d'échographie. C'est ce qu'on appelle un balayage électronique.

10 Dans une forme de réalisation, la matrice 18 de transducteurs peut être un transducteur bidirectionnel. Lorsque des ultrasons sont émis vers un sujet 16, les ultrasons sont rétrodiffusés par les échantillons de tissus et de sang à l'intérieur du sujet 16. La matrice 18 de transducteurs reçoit à différents instants les ondes rétrodiffusées, en fonction de la distance aux tissus desquels elles reviennent et de l'angle par rapport à la surface de la matrice 18 de transducteurs à laquelle elles reviennent. Les éléments transducteurs convertissent les ultrasons des ondes rétrodiffusées en signaux électriques.

15 Les signaux électriques sont ensuite acheminés via les circuits de commutation E/R 20 jusqu'au récepteur 24. Le récepteur 24 amplifie et numérise les signaux reçus et assure d'autres fonctions telles que la compensation de gain. Les 20 signaux numérisés reçus correspondent aux ondes rétrodiffusées reçues à divers instants par chaque éléments transducteurs préservent les informations d'amplitude et de phase des ondes rétrodiffusées.

Les signaux numérisés sont envoyés au conformateur 26 de faisceau. Le processeur de commande 28 envoie des données d'instructions au conformateur 26 de faisceau. Le conformateur 26 de faisceau utilise les données d'instructions pour former un faisceau de réception issu d'un point à la surface de la matrice 18 de transducteurs suivant un angle d'orientation correspondant ordinairement au point et à l'angle d'orientation du faisceau d'ultrasons précédent émis sur une ligne de balayage. Le conformateur 26 de faisceau agit sur les signaux reçus appropriés en effectuant une temporisation et une focalisation, conformément au contenu des données d'instructions fournies par le processeur de commande 28, afin de créer des signaux de faisceau reçus correspondant à des volumes d'échantillons sur une ligne de balayage dans le sujet 16. Les informations de phase, d'amplitude et de synchronisation des signaux reçus provenant des divers éléments transducteurs servent à créer les signaux de faisceau reçus.

Les signaux de faisceau reçus sont envoyés au sous-système de traitement 14. Le démodulateur 30 démodule les signaux de faisceau reçus afin de créer des paires de valeurs de données démodulées I et Q correspondant à des volumes d'échantillons que la ligne de balayage. La démodulation s'effectue en comparant la phase et l'amplitude des signaux de faisceau reçus avec une fréquence de référence. Les valeurs de données démodulées I et Q préservent les informations de phase et d'amplitude des signaux reçus.

Les données démodulées sont transmises au processeur 32 de mode d'imagerie. Le processeur 32 de mode d'imagerie utilise des techniques d'estimation de paramètres pour produire des valeurs de paramètres d'imagerie à partir des données démodulées à format de séquence de balayage. Les paramètres d'imagerie peuvent comprendre des paramètres correspondant à divers modes d'imagerie possibles comme, par exemple, le mode B, le mode vitesse couleur, le mode Doppler spectral et le mode imagerie de vitesse des tissus. Les valeurs des paramètres d'imagerie sont transmises au convertisseur de balayage 34. Le convertisseur de balayage 34 traite les données des paramètres en effectuant une conversion du format de séquence de balayage au format d'affichage. La conversion comprend la réalisation d'opérations d'interpolation sur des données de paramètres afin de créer des données de pixels d'affichage au format d'affichage.

Les données de pixels converties par balayage sont envoyées au processeur d'affichage 36 pour réaliser un éventuel filtrage spatial ou temporel final des données de pixels converties par balayage, dans le but d'appliquer une échelle de gris ou une couleur aux données de pixels converties par balayage, et de convertir les données numériques de pixels en données analogiques à afficher sur le moniteur 38. L'interface utilisateur 40 est couplée au processeur de commande 28 pour permettre à un utilisateur d'être en interface avec le système d'échographie 10 d'après les données affichées sur le moniteur 38.

On peut noter que, dans certaines formes de réalisation, l'ensemble 18 de transducteurs peut être disposé dans une sonde. La sonde peut comprendre par exemple un cathéter d'imagerie.

Considérant maintenant la Fig. 2, il y est représenté une vue latérale en perspective d'un ensemble 52 de transducteurs destiné à servir dans le système 10 représenté sur la Fig. 1. Ordinairement, l'ensemble 52 de transducteurs, par exemple un ensemble de transducteurs acoustiques, comme illustré sur la Fig. 2, peut comprendre un ou plusieurs éléments transducteurs (non représentés), une ou

plusieurs couches d'adaptation (non représentées) et une lentille (non représentée). Les éléments transducteurs peuvent être disposés de manière mutuellement espacée, notamment, mais d'une manière nullement limitative, sous la forme d'une matrice d'éléments transducteurs disposés sur une couche, chacun des éléments transducteurs pouvant comporter une face avant 54 de transducteurs et une face arrière (non représentée) de transducteurs. Comme le comprendra un spécialiste de la technique, les éléments transducteurs peuvent être réalisés à l'aide de matériaux tels que, mais d'une manière nullement limitative, le titanate et zirconate de plomb (PZT), le poly(difluorure de vinylidène) (PVDF) ou du PZT composite. L'ensemble 52 de transducteurs peut également comprendre une ou plusieurs couches d'adaptation disposées au voisinage immédiat de la face avant 54 de la matrice d'éléments transducteurs, chacune des couches d'adaptation pouvant comprendre une face avant de couche d'adaptation et une face arrière de couche d'adaptation. Les couches d'adaptation facilitent l'adaptation d'une différence d'impédance qui peut exister entre les éléments transducteurs à haute impédance et un sujet 16 à basse impédance (cf. Fig. 1). La lentille peut être disposée au voisinage immédiat de la face avant de la couche d'adaptation et sert d'interface entre le sujet 16 et la couche d'adaptation.

De plus, l'ensemble 52 de transducteurs peut comprendre une structure de support 56, ayant une face avant et une face arrière, qui peut être fabriquée à l'aide d'un matériau d'amortissement acoustique approprié possédant de fortes pertes acoustiques. La structure de support 56 peut être couplée acoustiquement à la face arrière de la matrice d'éléments transducteurs, où la structure de support 56 facilite l'atténuation de l'énergie acoustique susceptible d'apparaître sur la face arrière de la matrice d'éléments transducteurs. De plus, la structure de support 56 est représentée comme ayant un exemple de structure d'interconnexion 58, la structure d'interconnexion 58 pouvant comporter une pluralité de couches d'interconnexion. Dans une configuration actuellement envisagée, la structure d'interconnexion 58 peut comporter une pluralité de couches d'interconnexion 60 superposées dans une direction Y 66. En outre, plusieurs rubans conducteurs 62 peuvent être disposés sur chacune des différentes couches d'interconnexion 60. Les repères 64 et 68 représentent respectivement une direction X et une direction Z. On peut noter que les expressions "structure d'interconnexion" et "ensemble d'interconnexion" peuvent être utilisées de manière interchangeable.

Comme évoqué précédemment, il peut être souhaitable d'accroître les performances d'imagerie de l'ensemble 52 de transducteurs tout en réduisant le

nombre de couches d'interconnexion 60. Plus particulièrement, il peut être souhaitable de mettre au point un ensemble de transducteurs qui réduise avantageusement le nombre de couches d'interconnexion dans l'ensemble de transducteurs. De la sorte, dans une configuration actuellement envisagée, l'ensemble 5 de transducteurs peut comporter un exemple de structure d'interconnexion ayant un nombre réduit de couches d'interconnexion et un exemple de couche de redistribution. L'exemple d'ensemble de transducteurs ayant la structure d'interconnexion et la couche de redistribution sera décrit plus en détail ci-après.

De plus, l'ensemble 52 de transducteurs peut également comporter un blindage électrique (non représenté) qui facilite l'isolation des éléments transducteurs par rapport à l'environnement extérieur. Le blindage électrique peut comporter des feuilles métalliques, les feuilles métalliques pouvant être réalisées à l'aide de métaux tels que, de manière nullement limitative, le cuivre, l'aluminium, le laiton ou l'or.

Considérant maintenant la Fig. 3, il y est représenté une vue en coupe transversale 70 de la structure d'interconnexion 58 de la Fig. 2. Selon des aspects de la présente technique, il est présenté un exemple d'ensemble d'interconnexion 70 qui offre l'avantage de réduire le nombre de couches d'interconnexion dans l'ensemble de transducteurs.

Comme indiqué précédemment, plusieurs éléments transducteurs peuvent être disposés de manière mutuellement espacée pour former une matrice de transducteurs. Par exemple, plusieurs éléments transducteurs peuvent être disposés en rangées et colonnes pour former une matrice bidimensionnelle de transducteurs. On peut noter que les différents éléments transducteurs peuvent être disposés de manière mutuellement espacée afin de former une matrice de transducteurs d'une forme prédéterminée. Dans certaines formes de réalisation, la forme prédéterminée de la matrice de transducteurs peut être un carré, un rectangle, un cercle, un losange, un triangle, un hexagone, un octogone ou des combinaisons de ceux-ci.

Par ailleurs, comme on le comprendra, chacun des différents éléments transducteurs a un élément de connexion respectif disposé juste sous l'élément transducteur respectif. L'élément de connexion peut être agencé pour faciliter un couplage fonctionnel de l'élément transducteur à une structure d'interconnexion. On peut également noter que l'espacement entre les éléments de connexion dans une première direction est déterminé par un espacement entre chacun des différents éléments transducteurs disposés sur une rangée dans la matrice de transducteurs tandis que l'espacement entre les éléments de connexion dans une deuxième direction

est déterminé par un espacement entre chacun des différents éléments transducteurs disposés sur une colonne dans la matrice de transducteurs. Dans certaines formes de réalisation, la première direction peut être la direction X 64 et la deuxième direction peut être la direction Y 66.

5 Par ailleurs, les éléments transducteurs de la matrice de transducteurs peuvent être couplés à une structure d'interconnexion afin de former un ensemble de transducteurs. Comme indiqué précédemment, plusieurs couches d'interconnexion peuvent être disposées de manière mutuellement espacée afin de former la structure d'interconnexion 70. Dans une forme de réalisation, plusieurs couches 10 d'interconnexion 60 peuvent être superposées dans la direction Y 66 pour former la structure d'interconnexion 70. Chacune des différentes couches d'interconnexion 60 peut comporter une combinaison de plusieurs rubans conducteurs 62 sur celle-ci, les rubans conducteurs 62 pouvant être agencés pour faciliter le couplage des éléments de connexion associés aux éléments transducteurs à un dispositif extérieur comme 15 par exemple un ensemble de câbles ou des composants électroniques d'affichage.

En outre, dans la structure d'interconnexion 70, on peut noter que l'espacement entre chacun des différents rubans conducteurs 62 présents sur une couche d'interconnexion 60 peut être conçu pour concorder avec un espacement entre chacun des éléments transducteurs disposés en rangées dans la première direction. 20 De même, l'espacement entre chacune des différentes couches d'interconnexion 60 de la structure d'interconnexion 70 peut être conçu pour concorder avec l'espacement entre les éléments transducteurs disposés en colonnes dans la deuxième direction. Par conséquent, le nombre souhaitable de couches d'interconnexion 60 dépend du nombre d'éléments transducteurs disposés dans la deuxième direction, ce qui aboutit 25 donc à l'utilisation d'un nombre extrêmement élevé de couches d'interconnexion 60, avec par conséquent une plus grande complexité des interconnexions et le nombre de couches n'est pas rentable.

Les solutions précédemment mises au point ont comporté des circuits 30 d'interconnexion multicouches souples qui font passer des conducteurs sur de multiples couches souples parallèlement au plan des éléments transducteurs pour faciliter le couplage des différents éléments transducteurs à un dispositif extérieur comme par exemple un ensemble de câbles. Malheureusement, ces circuits d'interconnexion sont coûteux et ne réussissent pas, par exemple, à utiliser efficacement l'espace à l'intérieur d'une sonde. De plus, les performances acoustiques

de transducteurs fabriqués par de tels procédés ont souffert de la présence d'un circuit d'interconnexion acoustiquement défavorable juste sous les éléments transducteurs.

Selon des aspects de la présente technique, il est présenté un exemple d'ensemble d'interconnexion 70 qui offre l'avantage de supprimer les inconvénients des solutions antérieures. On peut noter que le nombre de couches d'interconnexion 60 dans la structure d'interconnexion 70 et donc le nombre de rubans conducteurs 62 disposés sur chacune des différentes couches d'interconnexion 60 sont déterminés par le nombre d'éléments transducteurs de la matrice de transducteurs. En particulier, le nombre de rubans conducteurs 62 sur chacune des différentes couches d'interconnexion 60 peut dépendre du nombre d'éléments transducteurs disposés dans la première direction sur une rangée de la matrice de transducteurs. De même, le nombre de couches d'interconnexion 60 dans la structure d'interconnexion 70 peut dépendre du nombre d'éléments transducteurs disposés dans la deuxième direction sur une colonne de la matrice de transducteurs.

Par conséquent, le nombre des différents rubans conducteurs 62 disposés sur chacune des différentes couches d'interconnexion 60 est inversement proportionnel au nombre de couches d'interconnexion 60 dans la structure d'interconnexion 70. Selon des exemples d'aspects de la présente technique, le nombre de rubans conducteurs 62 disposés sur chacune des différentes couches d'interconnexion 60 peut être sensiblement accru, ce qui accroît donc la densité des rubans conducteurs 62 dans la première direction, tandis que le nombre de couches d'interconnexion 60 qui facilitent le couplage actif des différents éléments transducteurs à un ensemble de câbles, par exemple, peut de ce fait être réduit. En mettant en œuvre la structure d'interconnexion 70 décrite ci-dessus, on peut avantageusement réaliser un couplage voulu entre la matrice de transducteurs et la structure d'interconnexion 70 en utilisant un nombre réduit de couches d'interconnexion 60, ce qui a donc pour effet de réduire la complexité de l'interconnectivité et le coût.

On pourra mieux comprendre l'exemple de structure d'interconnexion 70 grâce à la description ci-après. A titre d'exemple, une matrice bidimensionnelle de transducteurs peut comprendre une pluralité d'éléments transducteurs organisés sous la forme d'une grille matricielle  $N \times M$ . On peut noter que  $N$  est un entier et représente le nombre d'éléments transducteurs de la matrice de transducteurs disposés dans une première direction. De même,  $M$  est un entier et représente le nombre d'éléments transducteurs de la matrice de transducteurs disposés dans une deuxième direction. Par conséquent, il y a  $N \times M$  éléments transducteurs dans la matrice bidimensionnelle.

Dans une forme de réalisation, la première direction peut être la direction X 64 et la deuxième direction peut être la direction Y 66. On peut noter que la matrice de transducteurs peut également avoir une forme circulaire, une forme triangulaire, une forme hexagonale, une forme octogonale ou des combinaisons de celles-ci, comme 5 décrit précédemment.

Ainsi, on a besoin d'une structure d'interconnexion apte à faciliter le couplage actif des  $N \times M$  éléments transducteurs de la matrice de transducteurs tout en offrant l'avantage de réduire le nombre de couches d'interconnexion de la structure d'interconnexion. Autrement dit, il peut être souhaitable de mettre au point une 10 structure d'interconnexion ayant  $N \times M$  rubans conducteurs pour faciliter le couplage des  $N \times M$  éléments transducteurs de la matrice de transducteurs à un ensemble de câbles, par exemple. Toujours en référence à la Fig. 3, le nombre de rubans conducteurs 62 sur chacune des différentes couches d'interconnexion 60 est déterminé par le nombre d'éléments transducteurs  $N$  disposés dans la première 15 direction, comme décrit précédemment. De plus, le nombre de couches d'interconnexion 60 de la structure d'interconnexion 70 dépend du nombre  $M$  d'éléments transducteurs disposés dans la deuxième direction. Cependant, il est souhaitable de réduire le nombre de couches d'interconnexion 60 dans la structure 20 d'interconnexion 70 afin de faciliter la réduction de la complexité et du coût des interconnexions.

Selon des aspects de la présente technique, le nombre de rubans conducteurs sur chacune des différentes couches d'interconnexion 60 peut être accru tout en réduisant le nombre des couches d'interconnexion 60 dans la structure d'interconnexion 70, les couches d'interconnexion 60 étant conçues pour faciliter le 25 couplage des éléments transducteurs à un dispositif extérieur comme par exemple un ensemble de câbles ou des composants électroniques d'affichage. Dans certaines formes de réalisation, la structure d'interconnexion 70 peut comprendre  $K$  couches d'interconnexion 60 disposées de manière mutuellement espacée. En outre, chacune des  $K$  couches d'interconnexion 60 peut comporter  $L$  rubans conducteurs 62 disposés 30 sur celle-ci. On peut noter que  $K$  et  $L$  sont des entiers. Comme indiqué précédemment,  $N$  et  $M$  représentent respectivement le nombre d'éléments transducteurs de la matrice de transducteurs disposés dans la première direction et dans la deuxième direction. Selon des exemples d'aspects de la présente technique,  $K$  peut être conçu de manière à être relativement inférieur à  $M$  et  $L$  peut être conçu pour 35 être relativement supérieur à  $N$ .

Ainsi, dans certaines formes de réalisation, la densité des rubans conducteurs 62 sur chacune des différentes couches d'interconnexion 60 peut être accrue d'un facteur  $F$ . Autrement dit, l'accroissement du nombre de rubans conducteurs 62 sur chacune des différentes couches d'interconnexion 60 a pour conséquence  $NxF$  rubans conducteurs sur chacune des différentes couches d'interconnexion 60. On peut noter que  $F$  est normalement un entier. Par suite de cet accroissement de la densité des rubans conducteurs 62 sur chacune des différentes couches d'interconnexion 60, le nombre de couches d'interconnexion 60 dans la structure d'interconnexion 70 peut donc être ainsi réduit d'un facteur  $F$ , ce qui donne donc  $M/F$  couches d'interconnexion dans la structure d'interconnexion 70. Ainsi, le nombre total de rubans conducteurs 62 dans la structure d'interconnexion 70 reste inchangé, comme représenté dans l'équation suivante :

$$(NxF) \times \left( \frac{M}{F} \right) = NxM \quad (1)$$

15

Par conséquent, un espacement "A" 72 entre chacun des rubans conducteurs 62 présents sur chacune des différentes couches d'interconnexion 60 dans la première direction est réduit du facteur  $F$ , tandis que l'espacement "B" 74 entre chacun des rubans conducteurs 62 dans la deuxième direction est accru du facteur  $F$ . Cependant, comme la densité des rubans conducteurs 62 sur chacune des différentes couches d'interconnexion 60 est accrue du facteur  $F$  et que le nombre de couches d'interconnexion 60 dans la structure d'interconnexion 70 est réduit d'un facteur  $F$ , la combinaison de connexions de la structure d'interconnexion 70 a été modifiée. Au sens de la présente description, l'expression "combinaison de connexions" sert à désigner un agencement des différents rubans conducteurs 62 dans la structure d'interconnexion 70. Autrement dit, la combinaison de connexions de l'exemple de structure d'interconnexion 70 ne concorde plus avec une combinaison de connexions de la matrice de transducteurs. Par conséquent, il peut être souhaitable d'employer un dispositif intermédiaire facilitant le couplage actif de la combinaison de connexions modifiée de la structure d'interconnexion 70 avec un nombre réduit de couches d'interconnexion 62 et une combinaison de connexions de la matrice de transducteurs.

La Fig. 4 illustre un exemple de forme de réalisation 76 d'une couche de redistribution. Selon des aspects de la présente technique, un exemple de couche de redistribution est proposé. La couche de redistribution 76 peut être conçue pour

35

faciliter un couplage actif de la combinaison de connexions modifiée de la structure d'interconnexion, telle que la structure d'interconnexion 70 (cf. Fig. 3) à nombre réduit de couches d'interconnexion avec la combinaison de connexions de la matrice de transducteurs. En outre, la couche de redistribution 76 peut avoir une face 5 supérieure et une face inférieure.

Sur la Fig. 4 est représentée une vue de dessus de la face inférieure de la couche de redistribution. Dans une forme de réalisation, la couche de redistribution 76 peut comprendre une couche de substrat 78. La couche de substrat 78 peut comporter du polyester ou du polyimide. Dans certaines formes de réalisation, le 10 polyester peut comporter du Mylar et le polyimide peut comporter du Kapton, par exemple. De plus, plusieurs plages de contact 82 peuvent être disposées sur la face supérieure de la couche de substrat 78. Les différentes plages de contact 82 disposées sur la face supérieure de la couche de substrat 78 peuvent être organisées suivant une combinaison voulue de telle sorte que la combinaison des plages de contact 82 15 concorde avec la combinaison de connexions des éléments transducteurs sur la matrice de transducteurs. Autrement dit, un espace 88 entre chacune des différentes plages de contact 82 peut être conçu pour concorder avec un espace entre chacun des différents éléments transducteurs de la matrice de transducteurs. Par ailleurs, comme illustré sur la Fig. 4, la couche de redistribution 76 peut comporter 20 une pluralité d'éléments de couplage 80 disposés sur la face inférieure de la couche de substrat 78. Les éléments de couplage 80 peuvent être organisés de telle sorte que chacun des différents éléments de couplage 80 ait une plage de contact correspondante 82 disposée sur celui-ci. En outre, chacun des différents éléments de couplage 80 peut être conçu pour faciliter le couplage actif d'une plage de contact 25 respective 82 à un élément transducteur respectif.

La couche de redistribution 76 peut comporter une pluralité d'éléments de couplage 80 formant une combinaison sur la face inférieure de la couche de substrat 78. Ces éléments de couplage 80 peuvent être organisés suivant une combinaison voulue de façon que la combinaison des éléments de couplage 80 concorde avec la 30 combinaison de connexions de la structure d'interconnexion. Autrement dit, l'espace entre chacun des éléments de couplage 80 disposés sur la face inférieure de la couche de substrat 78 peut être conçu de façon à concorder avec l'espace entre chacun des rubans conducteurs sur une couche d'interconnexion de la structure d'interconnexion. De plus, chacun des éléments de couplage peut avoir 35 une plage de contact respective (non représentée) disposée sur celui-ci. En outre, un

trou d'interconnexion est désigné par le repère 84. Le trou d'interconnexion 84 peut être agencé pour faciliter le couplage électrique de la face supérieure et de la face inférieure de la couche de redistribution 76. La Fig. 5 représente une vue latérale en coupe 92 de la couche de redistribution 76 de la Fig. 4 suivant la ligne de coupe 5-5.

5 En mettant en œuvre la couche de redistribution décrite ci-dessus, on peut avantageusement réduire le nombre souhaitable de couches d'interconnexion dans la structure d'interconnexion, nécessaire pour faciliter le couplage des éléments transducteurs de la matrice de transducteurs. Par exemple, comme illustré sur la Fig. 4, les éléments de couplage 80 peuvent être combinés sur la face inférieure de la 10 couche de substrat 78 de façon que l'agencement facilite le couplage, à une seule couche d'interconnexion, de deux rangées adjacentes de la matrice de transducteurs ayant chacune trois éléments transducteurs.

15 Considérant maintenant la Fig. 6, il y est illustré un exemple de forme de réalisation 94 d'une partie d'un ensemble de transducteurs ayant une couche de redistribution. Dans une configuration actuellement envisagée, l'ensemble 94 de transducteurs est représenté comme comprenant une couche d'interconnexion 96 et une pluralité d'éléments transducteurs et une structure de connexion associée aux éléments transducteurs. On peut noter que la couche d'interconnexion 96 comporte une densité accrue de rubans conducteurs 98 disposés sur celle-ci. L'ensemble 94 de 20 transducteurs peut également comporter un exemple de couche de redistribution ayant un premier ensemble d'éléments de couplage 104 et un second ensemble d'éléments de couplage 106 disposés sur la face inférieure de la couche de redistribution. Comme indiqué précédemment, les éléments de couplage 104, 106 peuvent être configurés pour faciliter le couplage des rubans conducteurs 98 aux 25 éléments transducteurs présents sur la matrice de transducteurs.

Dans la forme de réalisation illustrée, la couche d'interconnexion 96 peut comporter une couche d'interconnexion souple ayant une première face et une seconde face. De plus, la couche d'interconnexion 96 peut comporter une pluralité de rubans conducteurs 98 disposés sur la première face. Comme indiqué précédemment, 30 la couche d'interconnexion 96 à une seule face a une densité relativement élevée de rubans conducteurs 98 disposés sur celle-ci, ce qui offre l'avantage de faciliter la réduction du nombre souhaitable de couches d'interconnexion dans un ensemble d'interconnexion. Par ailleurs, le repère 100 représente une pluralité d'éléments transducteurs disposés sur une rangée d'une matrice bidimensionnelle de 35 transducteurs, comme par exemple une première rangée. Par ailleurs, le repère 102

désigne une pluralité d'éléments transducteurs disposés sur une deuxième rangée de la matrice de transducteurs, la deuxième rangée pouvant par exemple être adjacente à la première rangée. En outre, dans certaines formes de réalisation, la couche d'interconnexion 96 peut être disposée entre la première et la deuxième rangées 5 d'éléments transducteurs 100, 102, comme illustré sur la Fig. 6.

Comme représenté sur la Fig. 6, le premier ensemble d'éléments de couplage 104 peut être conçu pour coupler activement les différents rubans conducteurs 98, disposés sur la couche d'interconnexion 96 à une seule face, aux différents éléments transducteurs 100 disposés sur la première rangée de la matrice de transducteurs. 10 D'une façon similaire, le deuxième ensemble d'éléments de couplage 106 peut être conçu pour coupler activement les différents rubans conducteurs 98, disposés sur la couche d'interconnexion 96 à une seule face, aux différents éléments transducteurs 106 disposés sur la deuxième rangée de la matrice de transducteurs. En outre, le repère 108 désigne un trou d'interconnexion conçu pour faciliter le couplage 15 électrique de la face supérieure et de la face inférieure de la couche de redistribution. Les éléments de couplage 104, 106 sur la couche de redistribution peuvent être conçus pour coupler activement chacun des différents éléments transducteurs 100, 102 à un ruban conducteur respectif 98 présent sur la couche d'interconnexion 96.

Par conséquent, les éléments de couplage 104, 106 disposés sur la couche de 20 redistribution peuvent être avantageusement conçus pour coupler activement la couche d'interconnexion 96, à densité accrue de rubans conducteurs 98, à une pluralité d'éléments transducteurs disposés sur des rangées adjacentes d'un ensemble 25 de transducteurs, ce qui a pour effet une utilisation d'un nombre réduit de couches d'interconnexion dans l'ensemble d'interconnexion. Dans la forme de réalisation illustrée, l'exemple de couche de redistribution peut être conçu pour faciliter le 30 couplage d'une seule couche d'interconnexion 96 à des éléments transducteurs disposés sur deux rangées dans la matrice de transducteurs. En réalisant la couche de redistribution de la manière décrite ci-dessus, on peut obtenir des interconnexions dans l'ensemble 94 de transducteurs à l'aide d'un nombre réduit de couches 35 d'interconnexion 96, chacune des couches d'interconnexion 96 ayant une densité accrue de rubans conducteurs 98 disposés sur celle-ci. Autrement dit, dans l'exemple illustré de forme de réalisation de l'ensemble 94 de transducteurs, le nombre souhaitable de couches d'interconnexion 96 pour faciliter le couplage des éléments transducteurs 100, 102 aux rubans conducteurs respectifs 98 sur les couches d'interconnexion 96 peut être réduit d'un facteur deux. De plus, l'acheminement des

signaux sur la couche de redistribution peut s'effectuer sans recouvrements de signaux.

La Fig. 7 représente un autre exemple possible de forme de réalisation d'une partie d'un ensemble de transducteurs ayant une couche de redistribution. 5 Comme décrit en référence à la Fig. 6, la forme de réalisation illustrée de l'ensemble 110 de transducteurs est représentée comme comprenant une couche d'interconnexion 112 ayant une pluralité de rubans conducteurs 114 disposés sur une face inférieure de la couche d'interconnexion 112. De plus, l'ensemble 100 de transducteurs comprend une pluralité d'éléments transducteurs et une structure de 10 connexion associée aux éléments transducteurs. L'ensemble 112 de transducteurs peut également comporter un exemple de couche de redistribution ayant un premier ensemble d'éléments de couplage 120 disposés sur une face supérieure de la couche de redistribution et un deuxième ensemble d'éléments de couplage 122 disposés sur une face inférieure de la couche de redistribution.

15 Par ailleurs, comme décrit en référence à la Fig. 6, le repère 116 désigne une pluralité d'éléments transducteurs disposés sur une première rangée d'une matrice bidimensionnelle de transducteurs. En outre, le repère 118 désigne une pluralité d'éléments transducteurs disposés sur une deuxième rangée de la matrice bidimensionnelle de transducteurs, la deuxième rangée pouvant par exemple être 20 disposée au voisinage immédiat de la première rangée. Dans une forme de réalisation, la couche d'interconnexion 112 peut être disposée entre les première et deuxième rangées d'éléments transducteurs 116, 118, comme illustré sur la Fig. 7.

En outre, comme représenté sur la Fig. 7, le premier ensemble d'éléments de couplage 120 disposés sur la face supérieure de la couche de redistribution peut être 25 agencé pour coupler de manière active les différents rubans conducteurs 114, disposés sur l'unique couche d'interconnexion 112, aux différents éléments transducteurs 116 disposés sur la première rangée de la matrice de transducteurs. De même, le deuxième ensemble d'éléments de couplage 122 disposés sur la face inférieure de la couche de redistribution peut être agencé pour coupler de manière 30 active les rubans conducteurs 114, disposés sur l'unique couche d'interconnexion 112, aux différents éléments transducteurs 118 disposés sur la deuxième rangée de la matrice de transducteurs. En outre, le repère 124 désigne un trou d'interconnexion conçu pour faciliter le couplage électrique de la face supérieure et de la face inférieure de la couche de redistribution. Les éléments de couplage 120, 122 présents 35 sur la couche de redistribution peuvent être agencés pour coupler de manière active

chacun des différents éléments transducteurs 116, 118 à un ruban conducteur respectif 114 présent sur la couche d'interconnexion 112. De plus, le repère 126 désigne une plage de contact souple disposée sur la face inférieure de la couche de redistribution. La plage de contact souple 126 peut être agencée pour coupler 5 l'élément de couplage 104 (cf. Fig. 6) et l'élément transducteur 100 (cf. Fig. 6) à un ruban respectif 114 présent sur la couche d'interconnexion 112. Comme indiqué en référence à la Fig. 6, dans l'exemple illustré de forme de réalisation de l'ensemble 110 de transducteurs, le nombre souhaitable de couches d'interconnexion pour faciliter le couplage des éléments transducteurs à des rubans conducteurs respectifs 10 sur les couches d'interconnexion peut être avantageusement réduit d'un facteur deux.

Considérant maintenant la Fig. 8, il y est illustré un exemple de forme de réalisation 128 d'un ensemble de transducteurs où une couche de redistribution peut être agencée pour faciliter le couplage d'une unique couche d'interconnexion 130 à des éléments transducteurs disposés sur trois rangées sur la matrice de transducteurs. 15 Comme indiqué précédemment, la couche d'interconnexion 130 peut comporter une densité accrue de rubans conducteurs 132 disposés sur une face inférieure. Le repère 134 désigne une pluralité d'éléments transducteurs disposés sur une première rangée de la matrice de transducteurs, tandis qu'une pluralité d'éléments transducteurs disposés sur une deuxième rangée de la matrice de transducteurs est désignée par le 20 repère 136. De même, le repère 138 désigne une pluralité d'éléments transducteurs disposés sur une troisième rangée de la matrice de transducteurs. Dans un exemple de forme de réalisation, la première rangée, la deuxième rangée et la troisième rangée d'éléments transducteurs peuvent être disposées au voisinage immédiat les unes des autres.

25 Par ailleurs, la couche de redistribution peut être conçue pour comprendre un premier ensemble 140, un deuxième ensemble 142 et un troisième ensemble 144 d'éléments de couplage disposés sur celle-ci. Dans une configuration actuellement envisagée, le premier ensemble 140, le deuxième ensemble 142 et le troisième ensemble 144 d'éléments de couplage 140 peuvent être disposés sur une face inférieure de la couche de redistribution. De plus, dans la forme de réalisation illustrée, le premier ensemble d'éléments de couplage 140 peut être conçu pour faciliter le couplage actif de chacun des éléments transducteurs 134 disposés sur la première rangée de la matrice de transducteurs à un ruban conducteur respectif 132 présent sur la couche d'interconnexion 130. De même, chacun des éléments 30 transducteurs 136 disposés sur la deuxième rangée de la matrice de transducteurs 35

peut être couplé de manière active à un ruban conducteur respectif 132 via le deuxième ensemble d'éléments de couplage 142. De même, le troisième ensemble d'éléments de couplage 144 peut être conçu pour faciliter un couplage actif des éléments transducteurs 138 disposés sur la troisième rangée à un ruban conducteur respectif 132. Les éléments de couplage 140, 142, 144 présents sur la couche de redistribution peuvent être conçus pour faire coopérer de manière active chacun des différents éléments transducteurs 134, 136, 138 à un ruban conducteur respectif 132 sur la couche d'interconnexion 130. Le repère 146 désigne un trou d'interconnexion qui peut être conçu pour faciliter le couplage actif de la face supérieure et de la face inférieure de la couche de redistribution. En mettant en œuvre l'ensemble de transducteurs de la manière décrite en référence à la Fig. 8, on peut employer une seule couche d'interconnexion 130 pour faciliter le couplage des différents éléments transducteurs disposés sur trois rangées adjacentes sur la matrice de transducteurs. Par conséquent, dans l'exemple illustré de forme de réalisation, le nombre souhaitable de couches d'interconnexion dans la structure d'interconnexion est avantageusement réduit d'un facteur trois.

La mise en œuvre de la couche de redistribution décrite ci-dessus offre l'avantage de permettre une reconfiguration de la structure d'interconnexion. Autrement dit, l'utilisation de la couche de redistribution facilite la réduction du nombre de couches d'interconnexion dans la structure d'interconnexion en permettant une densité accrue de rubans conducteurs sur chacune des différentes couches d'interconnexion en permettant de la sorte une réduction du nombre de couches d'interconnexion nécessaires pour faciliter le couplage des éléments transducteurs, par exemple, à un ensemble de câbles.

Comme décrit ci-dessus, les différents éléments de couplage disposés sur la face supérieure et la face inférieure de la couche de redistribution peuvent être conçus pour coupler de manière active les éléments transducteurs disposés sur des rangées adjacentes à des rubans conducteurs respectifs présents sur une unique couche d'interconnexion. Cependant, cet agencement des éléments de couplage dans la couche de redistribution peut avoir pour effet une épaisseur non uniforme de la couche de redistribution. Cette épaisseur non uniforme de la couche de redistribution risque de réduire l'adhérence par contact pendant l'assemblage final de l'ensemble de transducteurs. Selon des aspects de la présente technique, l'adhérence par contact peut être améliorée en introduisant un ou plusieurs faux éléments de couplage dans la couche de redistribution. Ces faux éléments de couplage offrent l'avantage de

faciliter la création d'une couche de redistribution d'une épaisseur uniforme. On peut noter que ces faux éléments de couplage ne créent pas de connexions électriques entre des éléments transducteurs et la structure d'interconnexion.

On peut également noter que bien que les formes de réalisation de l'ensemble de transducteurs comportant la couche de redistribution illustrées sur les figures 6 à 8 représentent des formes de réalisation de l'ensemble de transducteurs où le nombre de couches d'interconnexion peut être réduit d'un facteur deux ou trois, on notera qu'une réduction du nombre de couches d'interconnexion dans d'autres proportions peut également être envisagée selon des aspects de la présente technique.

Selon des aspects de la présente technique, dans certaines formes de réalisation de l'ensemble de transducteurs, la couche de redistribution peut être formée directement sous la forme d'un motif sur la structure d'interconnexion. Selon une autre possibilité, dans certaines autres formes de réalisation, la couche de redistribution peut être formée directement sous la forme d'un motif sur la matrice de transducteurs.

La Fig. 9 est un organigramme d'un exemple de logique 148 pour la formation d'un ensemble de transducteurs à couche de redistribution. Selon des exemples d'aspects de la présente technique, il est présenté un procédé pour former un ensemble de transducteurs comportant une couche de redistribution. Le procédé débute par l'étape 150 au cours de laquelle une pluralité d'éléments transducteurs peuvent être disposés de manière mutuellement espacée pour former une matrice de transducteurs. Par exemple, les différents éléments transducteurs peuvent être disposés en rangées et colonnes pour former une matrice bidimensionnelle.

Lors de l'étape 152, il est possible de former un exemple de structure d'interconnexion conçue pour faciliter le couplage des différents éléments transducteurs de la matrice de transducteurs à un dispositif extérieur tel qu'un ensemble de câbles. La structure d'interconnexion peut être formée en disposant une pluralité de couches d'interconnexion mutuellement espacées. Dans une forme de réalisation, les différentes couches d'interconnexion peuvent être superposées les unes aux autres pour former la structure d'interconnexion. Comme indiqué précédemment, le nombre des différents rubans conducteurs disposés sur chacune des différentes couches d'interconnexion est inversement proportionnel au nombre de couches d'interconnexion dans la structure d'interconnexion. Autrement dit, la densité des rubans conducteurs disposés sur chacune des différentes couches d'interconnexion peut être notablement accrue. Par conséquent, le nombre de couches

d'interconnexion qui facilitent le couplage actif des différents éléments transducteurs, par exemple à un ensemble de câbles, peut être corrélativement réduit.

Comme décrit précédemment, du fait de la densité accrue des rubans conducteurs sur chacune des différentes couches d'interconnexion et de la réduction 5 du nombre de couches d'interconnexion dans la structure d'interconnexion, la combinaison de connexions de la structure d'interconnexion ne concorde plus avec la combinaison de connexions de la matrice de transducteurs. Ainsi, lors de l'étape 154, 10 un exemple de couche de redistribution agencée pour faciliter le couplage actif de la combinaison de connexions de la structure d'interconnexion à nombre réduit de couches d'interconnexion à une combinaison de connexions de la matrice de transducteurs peut être disposée tout près de la structure d'interconnexion. Dans une forme de réalisation, la couche de redistribution peut comprendre une couche de substrat ayant une face supérieure et une face inférieure. La couche de substrat peut comporter du polyester ou du polyimide. Par exemple, dans certaines formes de 15 réalisation, le polyester peut comporter du Mylar et le polyimide peut comporter du Kapton. De plus, plusieurs éléments de couplage peuvent être disposés sur la face supérieure et la face inférieure de la couche de redistribution. Les différents éléments de couplage disposés sur la face inférieure de la couche de redistribution peuvent être organisés suivant une combinaison voulue sur la couche de substrat de façon que la 20 combinaison des éléments de couplage concorde avec la combinaison de connexions de la structure d'interconnexion. De même, la combinaison des éléments de couplage disposés sur la face supérieure du substrat peut être conçue pour concorder avec la combinaison de connexions des éléments transducteurs sur la matrice de transducteurs.

25 Ensuite, les différents éléments transducteurs peuvent être couplés de manière active aux rubans conducteurs présents sur chacune des couches d'interconnexion dans la structure d'interconnexion via les éléments de couplage présents sur la couche de redistribution lors de l'étape 156 afin de former un exemple d'ensemble de transducteurs.

30 Les diverses formes de réalisation de l'ensemble de transducteurs comportant la structure d'interconnexion à nombre réduit de couches d'interconnexion et la couche de redistribution et le procédé de fabrication des diverses formes de réalisation de l'ensemble de transducteurs facilitent avantageusement la réduction du nombre de couches d'interconnexion dans un 35 ensemble de transducteurs, ce qui facilite donc la réduction de la complexité des

interconnexions. Cette diminution du nombre de couches d'interconnexion offre l'avantage d'avoir pour effet une diminution des coûts de fabrication. En outre, l'emploi de la couche de redistribution pour faciliter le couplage de la matrice de transducteurs à la structure d'interconnexion permet de réduire le nombre de couches d'interconnexion, ce qui réduit énormément les complexités liées à l'assemblage de l'ensemble de transducteurs. De plus, l'emploi des techniques décrites plus haut pour former l'ensemble de transducteurs facilite la construction de transducteurs rentables destinés à servir dans des systèmes d'imagerie.

## REVENDICATIONS

1. Ensemble de transducteurs, comprenant :

- une matrice de transducteurs comportant un ou plusieurs éléments  
5 transducteurs disposés suivant une grille de type 'NxM', dans lequel NxM indique le nombre d'éléments transducteurs, N et M étant des entiers et dans lequel N indique un nombre d'éléments transducteurs disposés dans une direction X, et M indique un nombre d'éléments transducteurs disposés dans une direction Y;
- une structure d'interconnexion (70) disposée tout près de la matrice de transducteurs et comportant NxM rubans conducteurs disposés sur 'K' couches d'interconnexion (60) disposées de manière mutuellement espacée, et empilées dans la direction Y, chacune des 'K' couches d'interconnexion (60) comportant 'L' rubans conducteurs (62) disposés sur celle-ci, 'K' étant inférieur à 'M' et 'L' étant supérieur à 'N', et 'K' et 'L' étant des entiers; et  
10
- une couche de redistribution (76) disposée tout près de la structure d'interconnexion (70), la couche de redistribution (76) étant conçue pour faciliter le couplage de la structure d'interconnexion au/aux éléments de la matrice de transducteurs.  
15

- 2. Ensemble selon la revendication 1, caractérisé en ce que le nombre des différents rubans conducteurs (62) disposés sur chacune des différentes couches d'interconnexion (60) est inversement proportionnel au nombre des couches d'interconnexion (60) dans la structure d'interconnexion (70).  
20

- 3. Ensemble selon la revendication 1, caractérisé en ce que la couche de redistribution (76) comporte une pluralité d'éléments de couplage disposés sur la face supérieure et la face inférieure de la couche de redistribution (76).  
25

- 4. Ensemble selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'espacement des éléments de couplage (104) disposés sur la face supérieure de la couche de redistribution (76) est conçu pour faciliter le couplage de la couche de redistribution (76) au/aux éléments transducteurs présents sur la matrice de transducteurs et l'espacement des éléments de couplage (106) disposés sur la face inférieure de la couche de redistribution (76) est conçu pour faciliter le couplage de la couche de redistribution (76) aux différents rubans conducteurs (62) présents sur les différentes couches d'interconnexion (60) de la structure d'interconnexion (70).  
30

- 5. Procédé pour former un ensemble de transducteurs, le procédé comprenant des étapes consistant à :  
35

réaliser une matrice de transducteurs ayant un ou plusieurs éléments transducteurs disposés une grille de type 'NxM', dans lequel NxM indique le nombre d'éléments transducteurs, N et M étant des entiers et dans lequel N indique un nombre d'éléments transducteurs disposés dans une direction X, et M indique un nombre d'éléments transducteurs disposés dans une direction Y;

5 former une structure d'interconnexion comportant NxM rubans conducteurs en disposant K couches d'interconnexion de manière mutuellement espacée et empilées dans la direction Y, chacune des K couches d'interconnexion comportant L rubans conducteurs disposés sur celle-ci, et dans lequel K est inférieur à M, L est supérieur à N, K et L étant des entiers;

10 disposer une couche de redistribution entre la structure d'interconnexion et la matrice de transducteurs pour faciliter le couplage de la matrice de transducteurs à la structure d'interconnexion ; et

15 coupler la structure d'interconnexion à la matrice de transducteurs par l'intermédiaire de la couche de redistribution.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'étape de disposition de la couche de redistribution consiste à combiner une pluralité d'éléments de couplage sur une face supérieure et une face inférieure de la couche de redistribution.

20 7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'étape de combinaison des différents éléments de couplage consiste à :

organiser les différents éléments de couplage sur la face supérieure de la couche de redistribution de façon que l'espacement des éléments de couplage disposés sur la face supérieure soit conçu pour faciliter le couplage de la couche de redistribution au/aux éléments transducteurs de la matrice de transducteurs ; et

25 organiser les différents éléments de couplage sur la face inférieure de la couche de redistribution de façon que l'espacement des éléments de couplage disposés sur la face inférieure soit conçu pour faciliter le couplage de la couche de redistribution aux différentes couches d'interconnexion de la structure d'interconnexion.

30 8. Système (10), comprenant :

un sous-système d'acquisition (12) conçu pour acquérir des données d'image, le sous-système d'acquisition (12) comportant une sonde conçue pour produire une image d'une région concernée, la sonde comportant au moins un ensemble de transducteurs et le/les ensembles de transducteurs comportant :

- une matrice de transducteurs comportant un ou plusieurs éléments transducteurs organisés en grille de type 'NxM', dans lequel NxM indique le nombre d'éléments transducteurs, N et M étant des entiers et dans lequel N indique un nombre d'éléments transducteurs disposés dans une direction X, et M indique un  
5 nombre d'éléments transducteurs disposés dans une direction Y;
- une structure d'interconnexion (70) disposée tout près de la matrice de transducteurs et comportant NxM rubans conducteurs disposés sur 'K' couches d'interconnexion (60) disposées de manière mutuellement espacée et empilées dans la direction Y, chacune des 'K' couches d'interconnexion (60) comportant 'L' rubans conducteurs (62) disposés sur celle-ci , 'K' étant inférieur à 'M' et 'L' étant supérieur à 'N', et 'K' et 'L' étant des entiers ;
- 10 une couche de redistribution (76) disposée tout près de la structure d'interconnexion (70), la couche de redistribution (76) étant conçue pour faciliter le couplage de la structure d'interconnexion (70) au/aux éléments transducteurs présents sur la matrice de transducteurs ; et
- 15 un sous-système de traitement (14) coopérant avec le sous-système d'acquisition (12) et conçu pour traiter les données d'image acquises par l'intermédiaire du sous-système d'acquisition (12).

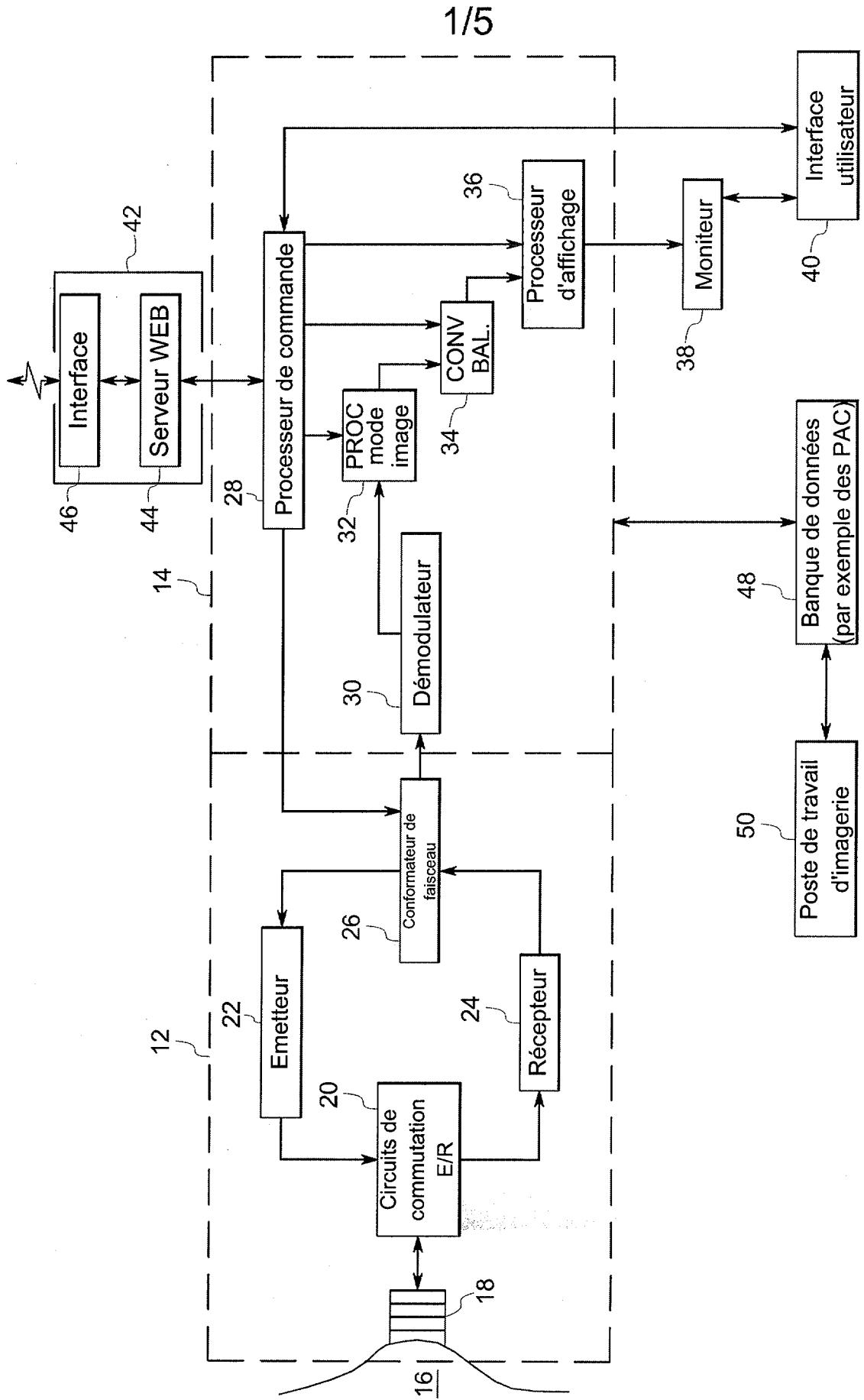


FIG.1

2/5

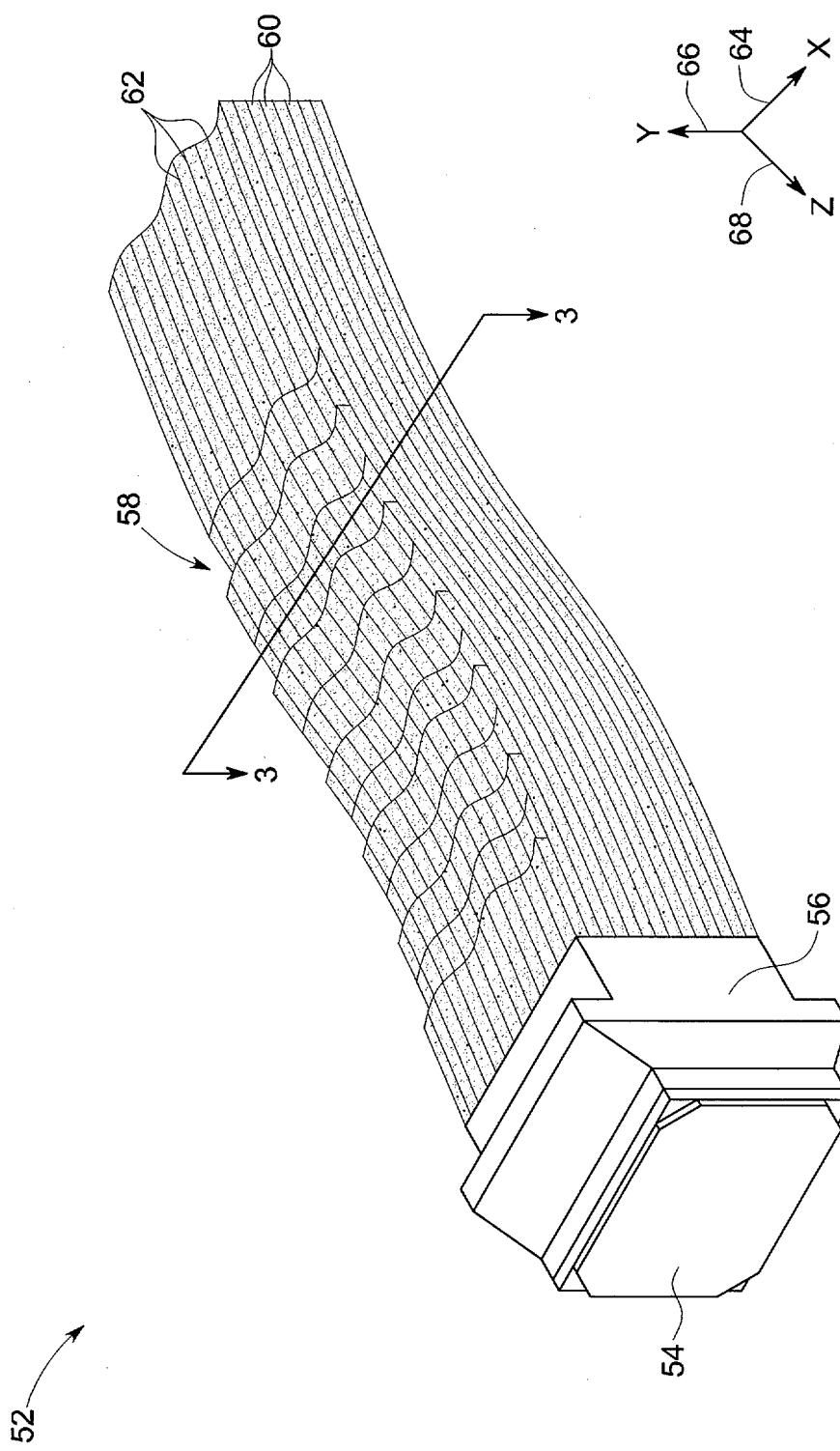


FIG. 2

3/5

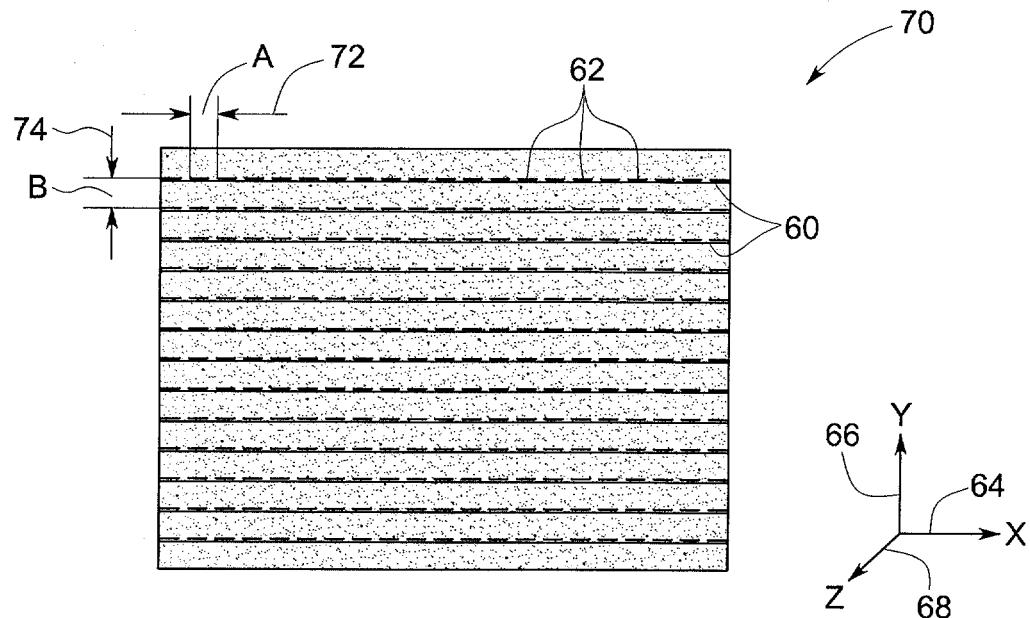


FIG. 3

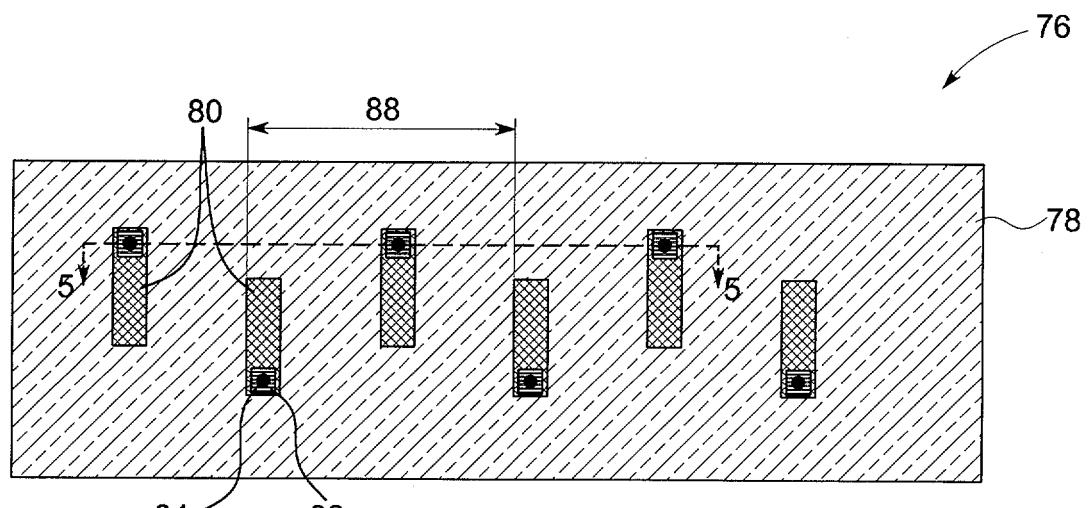


FIG. 4

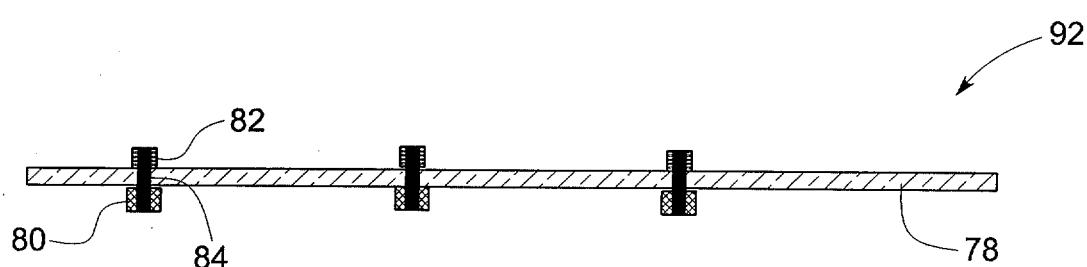


FIG. 5

4/5

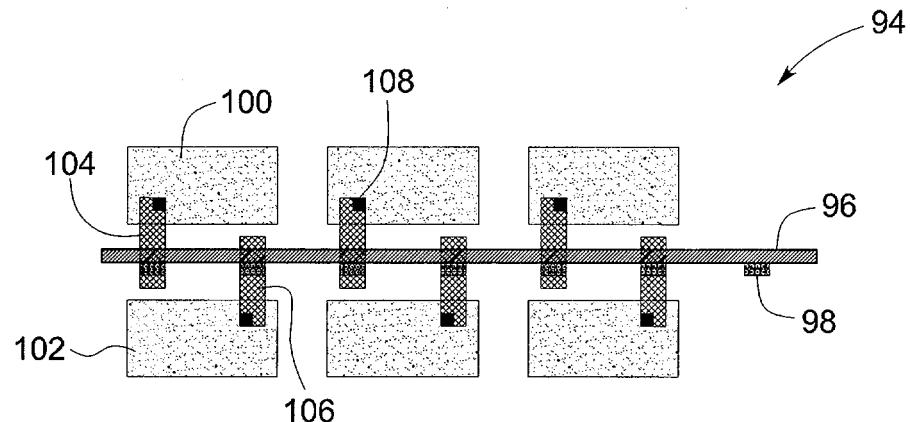


FIG. 6

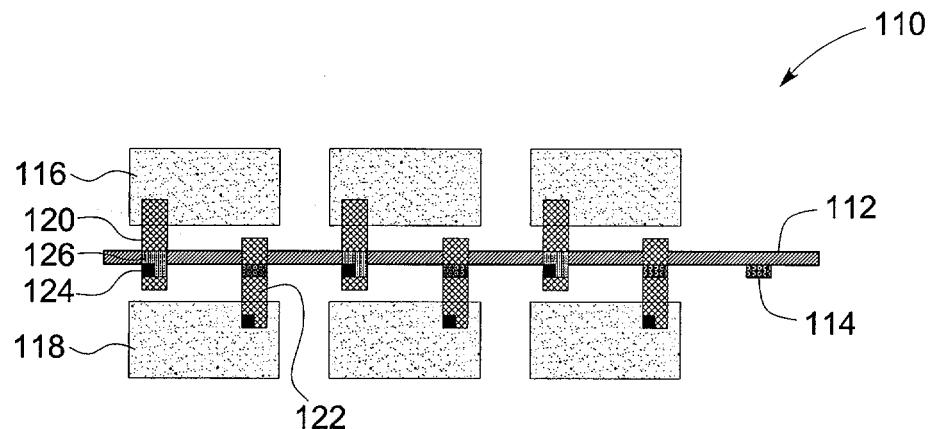


FIG. 7

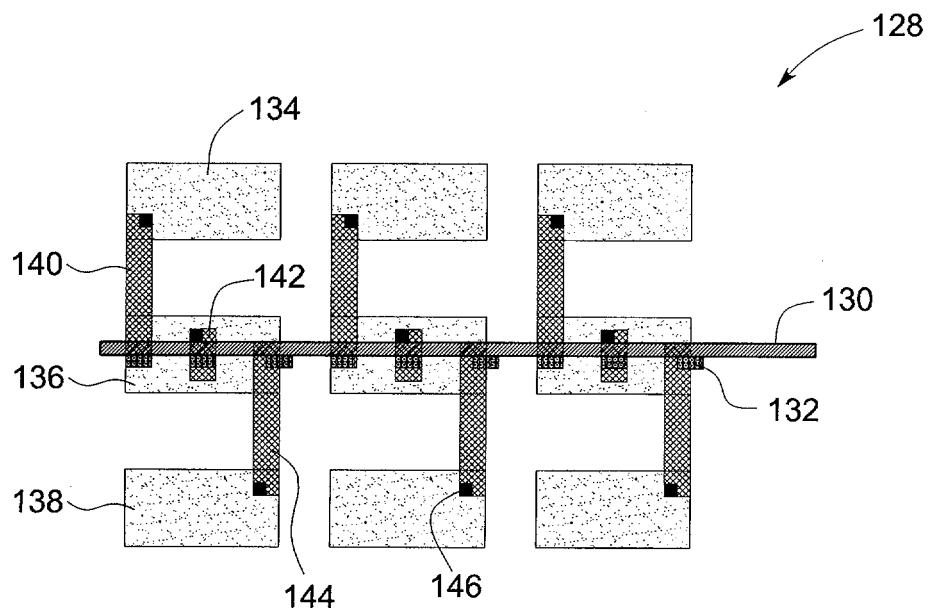


FIG. 8

5/5

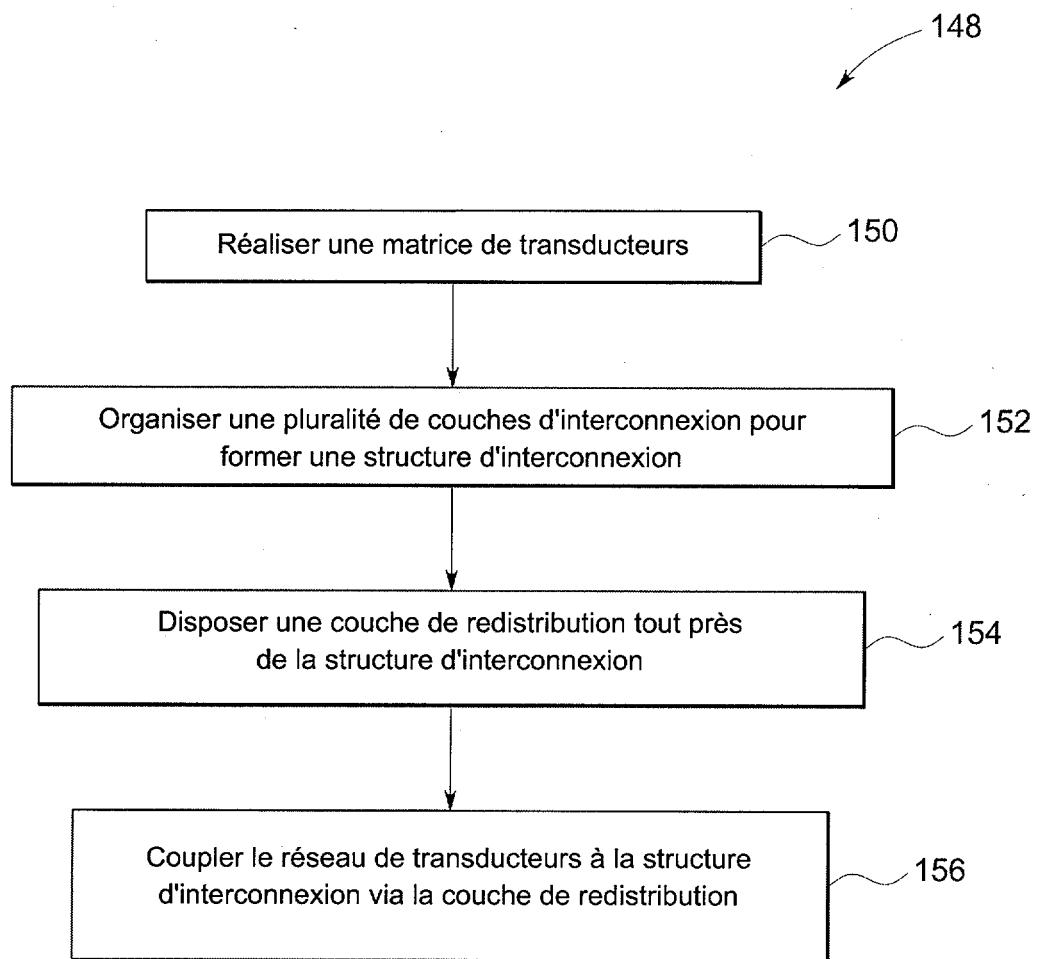


FIG. 9

# RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

## OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveauté) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

## CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

[x] Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

[x] Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

## DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

[x] Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN  
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

NEANT

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN  
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

US 6 894 425 B1 (SOLOMON RODNEY J [US] ET AL) 17 mai 2005 (2005-05-17)

US 2005/148877 A1 (GUO XIAOCONG [US] ET AL) 7 juillet 2005 (2005-07-07)

FR 2 865 042 A1 (GE MED SYS GLOBAL TECH CO LLC [US]) 15 juillet 2005 (2005-07-15)

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND  
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT