

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

11) N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 911 968

21) N° d'enregistrement national : 08 50515

51) Int Cl<sup>8</sup> : G 03 B 42/06 (2006.01), A 61 B 1/05

12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 28.01.08.

30) Priorité : 30.01.07 US 11668656.

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 01.08.08 Bulletin 08/31.

56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

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

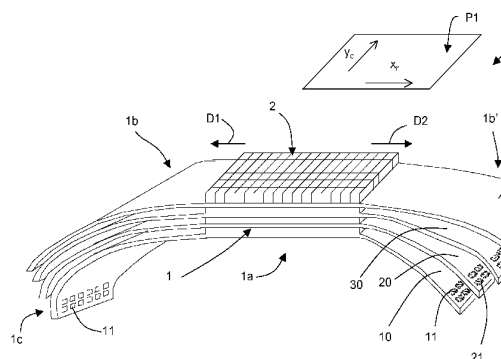
72) Inventeur(s) : BAUMGARTNER CHARLES EDWARD, LEWANDOWSKI ROBERT STEPHEN, DUROCHER KEVIN MATTHEW et CHARTRAND DAVID.

73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) : CASALONGA ET JOSSE.

54) **SONDE A ULTRASONS.**

57) Il est proposé un système d'imagerie ultrasonore (200). Un exemple de système comprend un réseau (2) d'éléments transducteurs agencés dans un premier plan (P1) pour émettre d'abord des signaux et recevoir des signaux réfléchis en vue d'un traitement d'image. Des structures de circuit (10, 20, 30, 40) ont chacune une surface principale (1a) positionnée dans une orientation coplanaire par rapport à une surface principale d'une autre des structures (10, 20, 30, 40) en formation empilée. Des connexions électriques sont formées entre structures de circuit voisines dans la succession. Une région de connecteur (1b ou 1b') sur chaque structure de circuit comprend une partie distale (1c ou 1c') éloignée de la surface principale (1a), les parties distales (1c, 1c') des régions de connecteur de structures voisines étant mutuellement espacées. Un premier motif de câblage s'étend depuis la surface principale jusqu'à la partie distale de la région de connecteur. La pluralité de structures de circuit est configurée pour former un deuxième motif de câblage, incluant au moins certaines des connexions électriques formées entre les structures de circuit, s'étendant depuis un ou plusieurs des premiers motifs de câblage jusqu'à de multiples éléments transducteurs (50).



FR 2 911 968 - A1



**B 07-4333 FR**

**Société dite : GENERAL ELECTRIC COMPANY**

**Sonde à ultrasons**

**Invention de : BAUMGARTNER Charles Edward  
LEWANDOWSKI Robert Stephen  
DUROCHER Kevin Matthew  
CHARTRAND David**

**Priorité d'une demande de brevet déposée aux Etats-Unis  
d'Amérique le 30 janvier 2007 sous le n° 11/668.656**

## SONDE A ULTRASONS

Cette invention concerne l'imagerie ultrasonore et porte en particulier sur des structures formant des ensembles électriques pour capteurs acoustiques.

Dans de nombreux systèmes d'imagerie ultrasonore, des signaux d'éléments transducteurs sont générés dans une sonde à main et envoyés à un pupitre de commande par un système de câble multiconducteur. Dans certains de ces systèmes, la sonde peut utiliser un relativement petit réseau de 128 ou 256 éléments transducteurs, chaque élément étant connecté au pupitre par le système de câble. Les systèmes d'imagerie ultrasonore 3D temps réel peuvent utiliser de plus grands réseaux 2D de transducteurs. Il existe des applications dans lesquelles il est souhaitable que de grands réseaux ultrasonores contiennent des milliers ou des dizaines de milliers d'éléments transducteurs. Avec un aussi grand nombre d'éléments, il devient difficile d'acheminer des connexions individuelles entre les éléments d'une sonde à main et les circuits électroniques du pupitre de commande.

Dans des applications en imagerie médicale, ce problème a été en partie résolu en plaçant une partie limitée des circuits de traitement dans la sonde plutôt que dans le pupitre. Certains modèles divisent le grand réseau d'éléments transducteurs en sous-réseaux, contenant chacun peut-être de 10 à 40 éléments, et chaque sous-réseau est associé à un module de circuit remplissant une partie de la fonction de formation de faisceau. Le module de circuit de chaque sous-réseau peut transférer les signaux provenant de tous les éléments transducteurs du sous-réseau sur un seul conducteur ou fil électrique, par exemple par formation de faisceau analogique, si bien que les signaux de tous les éléments du sous-réseau peuvent être transférés aux circuits de traitement contenus dans le pupitre par un seul conducteur du câble. Des milliers de signaux peuvent ainsi être transportés sur un plus petit nombre de lignes, qui se traduit par une taille de câble gérable.

Pour tenir compte de l'accroissement de taille des réseaux de transducteurs dans un système ultrasonore, il est souhaitable de placer une plus grande partie des circuits électroniques de traitement dans le boîtier de sonde. Toutefois, dans des applications médicales exigeant des sondes à main relativement petites et légères, il devient plus

difficile de proposer des systèmes à plus haute résolution tout en répondant aux contraintes de taille et de poids.

Incorporer un plus grand nombre de fonctions de circuit dans une sonde à main peut réduire le nombre de conducteurs à l'interface entre la sonde et le câble. Cela impose un grand nombre de connexions et de routages supplémentaires entre les éléments transducteurs et les éléments de circuit qui peuvent être placés sur de multiples cartes imprimées. Quand le réseau de transducteurs est formé dans un plan principal, un grand nombre de circuits imprimés souples sont positionnés en orientant la surface principale de chacun d'eux perpendiculairement au plan principal dans lequel est formé le réseau de transducteurs. Dans cette configuration, un réseau de transducteurs comprenant par exemple 64 rangées d'éléments peut nécessiter une connexion à 64 circuits souples individuels. Des composants électroniques supplémentaires remplissant des fonctions de circuit telles que la génération d'impulsions et la formation de faisceau peuvent être connectés à chacun des circuits souples individuels, donnant un ensemble relativement grand et complexe. Lorsqu'on augmente la taille du réseau d'imagerie, par exemple dans le but d'augmenter la résolution d'image ou d'élargir le champ, il est donc simultanément nécessaire de réduire davantage la taille, la complexité et le nombre de composants dans la structure de connexion électrique.

Selon une forme de réalisation de l'invention, un système d'imagerie ultrasonore comprend un réseau d'éléments transducteurs et une pluralité de structures de circuit. Les éléments transducteurs sont agencés en rangées et colonnes dans un premier plan pour émettre et recevoir des signaux. Les structures de circuit comprennent chacune une surface principale et une région de connecteur s'étendant à partir de la surface principale. Les surfaces principales sont positionnées dans une orientation coplanaire l'une par rapport à l'autre afin de créer une succession de structures en formation empilée. Des connexions électriques sont formées entre structures de circuit voisines dans la succession. Sur chaque structure de circuit, un premier motif de câblage s'étend depuis la surface principale jusqu'à une partie distale de la région de connecteur. La pluralité de structures de circuit est configurée pour former un deuxième motif de

câblage qui s'étend depuis un ou plusieurs des premiers motifs de câblage jusqu'à de multiples éléments transducteurs.

Selon un aspect, il est proposé dans un mode de réalisation un système d'imagerie ultrasonore comprenant un réseau d'éléments transducteurs agencés en rangées et colonnes dans un premier plan pour émettre d'abord des signaux et recevoir des signaux réfléchis en vue d'un traitement d'image; et une pluralité de structures de circuit comprenant chacune

- une surface principale positionnée dans une orientation coplanaire par rapport à une surface principale d'une autre des structures de circuit afin de créer une succession de structures en formation empilée dans laquelle des connexions électriques sont formées entre structures de circuit voisines dans la succession,

- une région de connecteur ayant une partie distale éloignée de la surface principale, les parties distales des régions de connecteur de structures voisines étant mutuellement espacées, et

- un premier motif de câblage s'étendant depuis la surface principale jusqu'à la partie distale de la région de connecteur,

la pluralité de structures de circuit étant configurée pour former un deuxième motif de câblage incluant au moins certaines des connexions électriques formées entre les structures de circuit, s'étendant depuis un ou plusieurs des premier motifs de câblage jusqu'à de multiples éléments transducteurs.

Dans une autre forme de réalisation de l'invention, une sonde à ultrasons comprend une pluralité de circuits souples comprenant chacun une première région et une ou plusieurs régions de connecteur s'étendant à partir de chaque première région. Les premières régions de différents circuits sont stratifiées l'une sur l'autre. Chaque première région comprend une pluralité de trous d'interconnexion. Les trous d'interconnexion de différentes premières régions sont connectés pour établir une interconnexion électrique entre les circuits souples. Des éléments transducteurs dans un réseau ont chacun une connexion électrique à au moins un des circuits souples. Une carte imprimée est connectée pour recevoir des signaux provenant d'un ou plusieurs des éléments transducteurs via des rubans électriques formés sur un ou plusieurs des circuits

souples. Un câble établit des connexions électriques entre la carte imprimée et un circuit de formation de faisceau contenu dans un pupitre de commande associé.

De préférence, chacune des structures de circuit est un circuit souple, et les surfaces principales de structures voisines sont collées l'une à l'autre, formant une partie  
5 relativement rigide dans la succession relativement aux parties distales mutuellement espacées.

Les connexions électriques entre deux des structures de circuit voisines comprennent avantageusement des trous d'interconnexion conducteurs formés dans chacune des structures et des plages de contact formées le long de surfaces des deux  
10 structures se faisant face, les plages sur les surfaces en regard étant connectées l'une à l'autre pour établir une connexion entre des trous d'interconnexion formés dans les différentes structures.

De préférence, chaque surface principale d'une structure de circuit se trouve dans une partie centrale de la structure de circuit et chaque structure de circuit comprend au  
15 moins deux régions de connecteur, ayant chacune une partie distale éloignée de la surface principale, une première des parties distales étant éloignée de la surface principale dans un premier sens et une deuxième des parties distales étant éloignée de la surface principale dans un sens différent du premier sens, les parties distales de régions de connecteur voisines éloignées de la surface principale dans le premier sens étant  
20 mutuellement espacées, et les parties distales de régions de connecteur voisines éloignées de la surface principale dans le deuxième sens étant mutuellement espacées.

Une première des structures est avantageusement positionnée le plus près du réseau par rapport à une deuxième des structures et est configurée pour recevoir des signaux électriques provenant d'éléments transducteurs de toutes les colonnes du réseau,  
25 fournir les signaux électriques provenant d'éléments transducteurs contenus dans une première pluralité des colonnes du réseau à la partie distale de la première région de connecteurs de la première structure, fournir les signaux électriques provenant d'éléments transducteurs contenus dans une deuxième pluralité des colonnes du réseau à la partie distale de la deuxième région de connecteur de la première structure, et fournir

les signaux électriques provenant d'éléments transducteurs contenus dans une troisième pluralité des colonnes du réseau à la deuxième des structures.

Avantageusement, la deuxième des structures est configurée pour recevoir des signaux électriques provenant des éléments transducteurs contenus dans la troisième pluralité de colonnes, fournir les signaux électriques provenant des éléments transducteurs contenus dans une ou plusieurs premières colonnes de la troisième pluralité de colonnes au moins aux première et deuxième parties distales de la deuxième structure, et fournir les signaux électriques provenant des éléments transducteurs contenus dans une ou plusieurs deuxièmes colonnes de la troisième pluralité de colonnes à une troisième des structures.

De préférence, une première des structures est positionnée le plus près du réseau par rapport à une deuxième des structures et est configurée pour recevoir des signaux électriques provenant d'éléments transducteurs de toutes les colonnes du réseau fournir les signaux électriques provenant d'éléments transducteurs contenus dans une première pluralité des colonnes à la partie distale de la région de connecteur de la première structure, et fournir les signaux électriques provenant d'éléments transducteurs contenus dans une deuxième pluralité des colonnes à la deuxième des structures.

La deuxième des structures est configurée pour recevoir des signaux électriques provenant d'éléments transducteurs contenus dans la deuxième pluralité de colonnes fournir les signaux électriques provenant d'éléments transducteurs contenus dans une ou plusieurs premières colonnes de la deuxième pluralité de colonnes à la partie distale de la région de connecteur de la deuxième structure et fournir les signaux électriques provenant d'éléments transducteurs contenus dans une ou plusieurs deuxièmes colonnes de la deuxième pluralité de colonnes à une troisième des structures.

Le système peut en outre comprendre un pupitre de commande renfermant un circuit de formation de faisceau, dans lequel le réseau d'éléments transducteurs et la pluralité de structures de circuit sont logés dans une sonde qui comprend en outre un module électronique de sonde, une carte imprimée établissant une connexion électrique entre une des structures de circuit et le module électronique de sonde et un câble de

raccordement établissant des connexions électriques entre la carte imprimée et un composant électronique contenu dans un pupitre de commande distant.

Le système peut également comprendre un pupitre de commande renfermant un circuit de formation de faisceau, dans lequel le réseau d'éléments transducteurs et la pluralité de structures de circuit sont logés dans une sonde qui comprend en outre une pluralité de modules électroniques de sonde chacun électriquement connecté pour recevoir des signaux par l'intermédiaire d'une structure de circuit, un câble de raccordement établissant des connexions électriques entre les modules électroniques de sonde et un ou plusieurs composants électroniques contenus dans le pupitre de commande.

Pour fabriquer un ensemble d'interconnexion à couches multiples de circuits souples pour une sonde à ultrasons selon l'invention, on peut utiliser une pluralité de circuits souples avec des trous d'interconnexion et des rubans électriques. Des parties des circuits sont collées ensemble et des connexions électriques sont formées entre les parties collées. Chaque circuit comprend en outre au moins une partie non collée s'étendant à partir de la partie collée. Un réseau d'éléments transducteurs est formé dans un premier plan. Le réseau d'éléments transducteurs est attaché aux circuits de telle manière que les circuits soient orientés dans des plans parallèles au premier plan. Des rubans électriques sont formés le long de parties non collées des circuits souples et certains des rubans électriques dans des circuits souples individuels sont connectés à une carte imprimée destinée à traiter les signaux reçus par un élément du réseau.

L'invention sera mieux comprise à l'étude de la description suivante dans laquelle une forme de réalisation est illustrée, à titre d'exemple seulement, à propos des dessins annexés dans lesquels :

la figure 1 est une perspective d'un ensemble de circuits souples multicouche;

la figure 2 est une coupe schématique partielle de l'ensemble de circuits souples multicouche de la figure 1;

la figure 3 est une vue en plan schématique partielle d'un circuit souple dans l'ensemble de la figure 1;



la figure 4 est une vue en plan schématique partielle d'un autre circuit souple dans l'ensemble de la figure 1;

la figure 5 représente un exemple de système d'imagerie incorporant une forme de réalisation de l'invention;

5 la figure 6 est une coupe d'une poignée de sonde représentée sur la figure 5; et

la figure 7 est une coupe schématique partielle représentant la connexion entre un circuit souple et une carte imprimée.

Les mêmes références sont utilisées sur toutes les figures pour repérer les mêmes caractéristiques. Des caractéristiques individuelles sur les figures peuvent ne pas être  
10 tracées à l'échelle.

Des ensembles d'interconnexion sont décrits dans ce qui suit à titre d'exemples. Dans la description détaillée qui suit, de nombreux détails spécifiques sont donnés pour permettre une compréhension complète d'un contexte dans lequel la présente invention peut être mise en pratique. Toutefois, les personnes ayant des compétences dans l'art  
15 comprendront que des formes de réalisation de la présente invention peuvent être mises en pratique sans ces détails spécifiques, et l'invention n'est pas limitée aux formes de réalisation décrites.

A propos maintenant des dessins, la figure 1 est une perspective d'une partie d'un ensemble transducteurs et circuits 100 comprenant un ensemble de circuits souples  
20 multicouche 1 et un réseau de transducteurs 2 dans un système d'imagerie ultrasonore 200. Le réseau 2, qui comprend un grand nombre d'éléments transducteurs 50 comme représenté en coupe sur la figure 2, est formé autour d'un plan P1, les éléments 50 étant agencés en rangées  $x_r$  et en colonnes  $y_c$ . Bien que la surface supérieure du réseau 2 soit représentée comme étant coplanaire avec le plan P1, le réseau 2 peut être de forme  
25 curviligne autour du plan P1. Les rangées  $x_r$  d'éléments 50 s'étendent dans une première direction parallèle au plan P1, appelée direction x dans la présente, et les colonnes  $y_c$  s'étendent dans une deuxième direction parallèle au plan P1 et orthogonale à la direction x. Dans le but de représenter des caractéristiques d'exemples de réalisation, certains plans et éléments, incluant le plan P1, sont décrits comme ayant une orientation

horizontale tandis que d'autres plans et éléments, ayant une orientation orthogonale à un élément horizontal, sont décrits comme ayant une orientation verticale.

L'ensemble de circuits souples 1 comprend un grand nombre de circuits imprimés souples, appelés "circuits souples" dans la présente, bien que la figure 1 ne représente qu'une succession de quatre circuits souples pour simplifier la représentation. Un premier circuit souple 10 comprend une série de plots de connexion de premier circuit souple 11; un deuxième circuit souple 20 comprend une série de plots de connexion de deuxième circuit souple 21; un troisième circuit souple 30 comprend une série de plots de connexion de troisième circuit souple 31; et un quatrième circuit souple 40 comprend une série de plots de connexion de quatrième circuit souple 41. Tous les circuits souples sont stratifiés l'un sur l'autre dans une région de surface principale centrale 1a qui est semi-rigide et orientée suivant le plan P1. Des première et deuxième régions non stratifiées 1b et 1b', appelées régions de connecteur dans la présente, s'étendent chacune à partir de la région 1a. Chacune des régions de connecteur 1b et 1b' comprend une partie distale 1c ou 1c' respective. Les parties distales 1c et 1c' de chaque circuit souple sont éloignées de la région de surface principale centrale 1a dans des sens D1 et D2 respectifs différents, parallèles à la direction x et vers l'extérieur. Chaque série de plots de connexion 11, 21, 31 et 41 est formée le long de bords des deux parties distales de chaque circuit souple. Par exemple, le circuit souple 10 comprend des plots de connexion 11 sur une première partie distale 1c dans la première région de connecteur 1b et des plots de connexion 11 sur une deuxième partie distale 1c' dans la deuxième région de connecteur 1b'. Les plots de connexion dans la partie distale 1c' sont représentés en traits interrompus car ils sont formés sur la surface inférieure du circuit souple. Bien que cela ne soit pas représenté sur la figure 1, chaque plot de connexion est connecté à la région de surface principale centrale par un ruban conducteur, comme représenté sur les figures 2, 3 et 4. Bien que cela ne soit pas représenté, les deuxièmes régions de connecteur 1b et 1b' peuvent s'étendre dans d'autres directions depuis la région de surface stratifiée 1a, par exemple la direction y.

Dans encore d'autres formes de réalisation, plus de deux régions de connecteur peuvent être formées de telle manière que les régions non stratifiées s'étendent dans

toutes les directions depuis la région de surface stratifiée semi-rigide 1a. Les régions de surface principale 1a des circuits souples ayant toutes une orientation horizontale parallèle au plan P1, une série de chemins de connexion électrique sensiblement verticaux s'étendent à travers les régions de surface principale stratifiées 1a afin d'acheminer des signaux entre chacun des éléments transducteurs 50 et un plot de connexion sur l'un des circuits souples, tel qu'un plot de la série des plots de connexion de premier circuit souple 11. Bien que cela ne soit pas représenté sur la figure 1, des plots de connexion le long de différents bords d'un circuit souple sont connectables à des cartes imprimées (PCB), comme représenté sur les figures 6 et 7. Des composants électroniques de sonde montés sur les cartes imprimées (comme décrit à propos des figures 5 et 6) remplissent des fonctions de génération d'impulsions et de formation de faisceau en association avec des éléments 50 correspondants du réseau de transducteurs 2. Dans d'autres formes de réalisation, chacune des séries de plots de connexion de circuit souple 11, 21, 31 et 41 peut être formée sur la surface supérieure d'un circuit souple ou sur ses deux surfaces supérieure et inférieure.

La figure 2 est une coupe partielle de l'ensemble multicouche transducteurs et circuits souples 100 du système d'imagerie ultrasonore 200 ayant des plots de connexion de circuit souple formés sur les surfaces inférieures des circuits souples, représentant de nouveau à titre d'exemple quatre circuits souples 10, 20, 30 et 40 d'une plus grande série de circuits souples. La coupe de la figure 2 est prise suivant l'une des rangées  $x_r$  d'éléments transducteurs 50 afin de représenter un exemple de configuration de connexion entre les éléments transducteurs 50 et des rubans électriques sur les circuits souples 10, 20, 30 et 40.

Le réseau de transducteurs 2 est attaché à l'ensemble de circuits 1 par un adhésif 70. Pour assurer la conduction électrique entre l'ensemble de circuits 1 et le réseau de transducteurs 2, l'adhésif doit être du type conducteur anisotrope ou peut être un adhésif non conducteur appliqué et auquel on applique ensuite chaleur et pression pour chasser l'adhésif en amenant en contact mutuel des surfaces électriques faites de métal noble tel que l'or. Selon une autre possibilité, la connexion électrique entre l'ensemble de circuits

1 et le réseau de transducteurs 2 peut être obtenue à l'aide de billes de soudure ou par "montage direct sur circuit souple" (*chip on flex*).

Les éléments transducteurs 50, ayant chacun une surface supérieure 51 et une surface inférieure 52, comprennent une première couche d'adaptation 53 le long de la surface supérieure 51, une deuxième couche d'adaptation 54 contiguë à la première couche d'adaptation 53, une électrode avant ou de masse 55 positionnée entre la couche d'adaptation 54 et une couche de matériau piézoélectrique 56, une électrode arrière ou de signal 57 positionnée entre la couche 56 et une couche de désadaptation 58 électriquement conductrice. L'électrode de signal 57 peut être formée par dépôt de métal sur la couche de matériau piézoélectrique 56 avant de stratifier la couche de matériau piézoélectrique 56 sur la couche de désadaptation 58. Des espacements ou saignées sont formés pour isoler électriquement l'un de l'autre les éléments piézoélectriques 50 de rangées ou colonnes voisines. Par exemple, les saignées 61 peuvent être formées dans des plans verticaux par rapport au plan horizontal P1 par sciage à travers les couches 56, 57 et 58. L'électrode 55 est ensuite formée sous la forme d'une couche conductrice continue sur les éléments 50 pour fournir une masse commune. L'électrode 55 peut être une couche de métal mince (par exemple, de 0,25 à 4 microns), formée sur la deuxième couche d'adaptation 54 par une technique de dépôt électrolytique et stratifiée sur la couche piézoélectrique 56. La première couche d'adaptation 53 peut être stratifiée sur la deuxième couche d'adaptation 54 pour que les deux couches 53 et 54 soient sciées dans les mêmes plans verticaux que la couche piézoélectrique, en formant ainsi des saignées 62 alignées verticalement avec les saignées 61. Le sciage de la couche d'adaptation 54 s'arrête à proximité de la métallisation de masse 55. De cette manière, les éléments transducteurs 50 sont acoustiquement séparés l'un de l'autre, mais électriquement connectés par la métallisation de masse.

L'ensemble de circuits souples multicouche 1 est formé en stratifiant l'une sur l'autre les régions de surface principale centrales 1a de circuits souples voisins, par exemple les circuits souples 10, 20, 30 et 40, dans une orientation coplanaire avec des feuilles d'adhésif non conducteur 80 découpées à peu près aux dimensions en longueur et largeur (dans les directions x et y) des régions de surface principale 1a. Chaque

feuille (par exemple 80a, 80b, 80c) est placée entre deux circuits souples voisins en alignant mutuellement des plages de contact appariées des circuits souples voisins. Chaque plage de contact présente une surface de contact faite d'un métal noble tel que l'or. Les épaisseurs des feuilles d'adhésif 80 vont généralement de 0,010 à 0,100 mm, ce qui suffit pour établir des contacts électriques sans endommager les paires de plages de contact appariées. Les dimensions des feuilles d'adhésif 80 dans les directions du plan P1 sont égales ou légèrement inférieures à celles du réseau de transducteurs. Les plages de contact appariées des circuits souples individuels deviennent électriquement connectées l'une à l'autre suite à l'application de chaleur et pression dans la direction verticale dans les régions 1a lorsque la surépaisseur d'époxy est chassée de ces zones. Cela produit une succession de circuits souples en formation empilée avec des connexions électriques entre circuits souples voisins dans la succession. On se rapportera au brevet des Etats-Unis numéro de série 11560867 intitulé "Electronic System With Lead Free Interconnections and Method of Fabrication", déposé le 17 novembre 2006, cédé au cessionnaire de la présente invention et incorporé par référence dans la présente.

Le premier circuit souple 10 ayant une surface supérieure 12 et une surface inférieure 13 comprend quatre plages de contact supérieures 14 (appelées plages de contact supérieures de premier circuit souple 14 dans la présente), quatre trous d'interconnexion conducteurs 15 formés à travers le circuit souple dans la région de surface principale 1a (appelés trous d'interconnexion de premier circuit souple 15 dans la présente), quatre rubans électriques 16 formés sur la surface inférieure 13 (appelés rubans de premier circuit conducteur 16 dans la présente) et quatre plots de connexion de premier circuit souple 11. Deux des quatre plots de connexion 11 sont formés dans chacune des régions distales 1c et 1c'. Chaque ruban de premier circuit souple 16 connecte un trou d'interconnexion de premier circuit souple 15 à un plot de connexion de premier circuit souple 11 correspondant. Le deuxième circuit souple 20 ayant une surface supérieure 22 et une surface inférieure 23 comprend huit plages de contact supérieures 24 (appelées plages de contact supérieures de deuxième circuit souple 24 dans la présente), huit trous d'interconnexion conducteurs 25 à travers le circuit souple

(appelés trous d'interconnexion de deuxième circuit souple 25 dans la présente), quatre rubans électriques 26 formés sur la surface inférieure 23 (appelés rubans de deuxième circuit souple 26 dans la présente), quatre plots de connexion de deuxième circuit souple 21 (deux des plots de connexion 21 étant formés dans chaque région distale 1c ou 1c'), et quatre plages de contact inférieures 27, appelées plages de contact inférieures de deuxième circuit souple 27 dans la présente. Chaque ruban de deuxième circuit souple 26 connecte un trou d'interconnexion de deuxième circuit souple 25 et un plot de connexion de deuxième circuit souple 21 correspondant.

Le troisième circuit souple 30 ayant une surface supérieure 32 et une surface inférieure 33 comprend douze plages de contact supérieures 34 (appelées plages de contact supérieures de troisième circuit souple 34 dans la présente), douze trous d'interconnexion conducteurs 35 à travers le circuit souple (appelés trous d'interconnexion de troisième circuit souple 35 dans la présente), quatre rubans électriques 36 formés sur la surface inférieure 33 (appelés rubans de troisième circuit souple 36 dans la présente), quatre plots de connexion de troisième circuit souple 31 (deux des plots de connexion 31 étant formés dans chaque région distale 1c ou 1c'), et huit plages de contact inférieures 37, appelées plages de contact inférieures de troisième circuit souple 37 dans la présente. Chaque ruban de troisième circuit souple 36 connecte un trou d'interconnexion de troisième circuit souple 35 et un plot de connexion de troisième circuit souple 31 correspondant. Le quatrième circuit souple 40 ayant une surface supérieure 42 et une surface inférieure 43 comprend seize plages de contact supérieures 44 (appelées plages de contact supérieures de quatrième circuit souple 44 dans la présente), seize trous d'interconnexion conducteurs 45 à travers le circuit souple (appelés trous d'interconnexion de quatrième circuit souple 45 dans la présente), quatre rubans électriques 46 formés sur la surface inférieure 43 (appelés rubans de quatrième circuit souple 46 dans la présente), quatre plots de connexion de quatrième circuit souple 41 (deux des plots de connexion 41 étant formés dans chaque région distale 1c ou 1c'), et douze plages de contact inférieures de quatrième circuit souple 47. Chaque ruban de quatrième circuit souple 46 connecte un trou d'interconnexion de quatrième circuit souple 45 et un plot de connexion de quatrième circuit souple 41 correspondant.

La couche d'adhésif 80a assure un assemblage par collage entre le premier circuit souple 10 et le deuxième circuit souple 20. La couche d'adhésif 80b assure un assemblage par collage entre le deuxième circuit souple 20 et le troisième circuit souple 30. La couche d'adhésif 80c assure un assemblage par collage entre le troisième circuit  
5 souple 30 et le quatrième circuit souple 40. Dans d'autres formes de réalisation, des contacts électriques entre les circuits souples peuvent être formés en utilisant des adhésifs conducteurs anisotropes avec application de chaleur et pression, par soudage, par montage par bosses ou autres procédés courants.

Toujours à propos de la figure 2, chaque élément transducteur dans chaque  
10 rangée  $x_r$  est connecté à un trou d'interconnexion de quatrième circuit souple 45 à travers une couche 59 qui n'existe pas sur la figure 2. Au contraire, la couche de désadaptation 58 est directement collée sur le circuit souple 40 supérieur, pour établir une connexion aux plots de connexion sur le dessus de la couche 40 et aux plages de contact de quatrième circuit souple 44. Les deux trous d'interconnexion 45 connectés  
15 aux éléments 50 contenus dans les deux colonnes  $y_c$  les plus proches de la première partie distale 1c et les deux trous d'interconnexion 45 connectés aux éléments 50 contenus dans les deux colonnes  $y_c$  les plus proches de la deuxième partie distale 1c' sont connectés par les rubans de quatrième circuit souple 46 aux plots de connexion de quatrième circuit souple 41 formés sur la surface inférieure 43 du quatrième circuit  
20 souple 40 dans les régions distales 1c et 1c'. Pour ces quatre colonnes d'éléments 50, des colonnes associées de trous d'interconnexion de quatrième circuit souple 45 et de rubans de quatrième circuit souple 46 associés établissent la connexion de deux colonnes d'éléments 50 à la première partie distale 1c et établissent la connexion de deux colonnes d'éléments 50 à la deuxième partie distale 1c', formant un premier motif de câblage. Les autres colonnes  $y_c$  de trous d'interconnexion de quatrième circuit souple 45  
25 (c'est-à-dire, autres que celles connectées aux plots de connexion de quatrième circuit souple 41) sont connectées par les plages de contact inférieures de quatrième circuit souple 47 aux plages de contact supérieures de troisième circuit souple 34. Les plages de contact supérieures de troisième circuit souple 34 établissent des connexions  
30 électriques entre ceux des trous d'interconnexion de quatrième circuit souple 45 qui ne

sont pas connectés aux parties 1c et 1c' par les rubans 41 et les trous d'interconnexion de troisième circuit souple 35 du circuit souple 30, formant un deuxième motif de câblage.

A propos du circuit souple 30, les trous d'interconnexion de troisième circuit souple 35 qui sont connectés aux éléments 50 contenus dans les deux colonnes  $y_c$  les plus proches de la première partie distale 1c sont connectés par des rubans de troisième circuit souple 36 aux plots de connexion de troisième circuit souple 31 formés le long de la surface inférieure 33 sur la partie distale 1c du circuit souple 30. De manière similaire, les trous d'interconnexion de troisième circuit souple 35 qui sont connectés aux éléments 50 contenus dans les deux colonnes  $y_c$  les plus proches de la deuxième partie distale 1c' du circuit souple 30 sont connectés par des rubans de troisième circuit souple 36 aux plots de connexion de troisième circuit souple 31 formés le long de la surface inférieure 33 sur la deuxième partie distale 1c' du circuit souple 30. Pour ces quatre colonnes d'éléments 50, des colonnes associées de trous d'interconnexion de troisième circuit souple 35 et de rubans de troisième circuit souple 36 associés établissent la connexion de deux colonnes d'éléments 50 aux plots de connexion 31 de la première partie distale 1c du circuit souple 30 et établissent la connexion de deux colonnes d'éléments 50 aux plots de connexion 31 de la deuxième partie distale 1c' du circuit souple 30. Les plages de contact supérieures de deuxième circuit souple 24 formées sur la surface supérieure 22 du circuit souple 20 fournissent des connexions électriques pour ceux des trous d'interconnexion de troisième circuit souple 35 qui ne sont pas connectés aux plots de connexion 31 du circuit souple 30 par les rubans 36. Ces connexions sont établies, via les plages de contact inférieures de troisième circuit souple 37, les plages de contact supérieures de deuxième circuit souple 24 et les trous d'interconnexion de deuxième circuit souple 25 du circuit souple 20, vers les plots de connexion de deuxième circuit souple 21 et les plots de connexion de premier circuit souple 11.

A propos du circuit souple 20, les trous d'interconnexion de deuxième circuit souple 25 qui sont connectés aux éléments 50 contenus dans les deux colonnes  $y_c$  les plus proches de la première partie distale 1c sont connectés par des rubans de deuxième circuit souple 26 aux plots de connexion de deuxième circuit souple 21 formés le long



de la surface inférieure 23 sur la partie distale 1c du circuit souple 20. Les trous d'interconnexion de deuxième circuit souple 25 qui sont connectés aux éléments 50 contenus dans les deux colonnes  $y_c$  les plus proches de la deuxième partie distale 1c' du circuit souple 20 sont connectés de manière similaire par des rubans de deuxième circuit souple 26 aux plots de connexion de deuxième circuit souple 21 sur la deuxième partie distale 1c' du circuit souple 20. Pour ces quatre colonnes d'éléments 50, des colonnes associées de trous d'interconnexion de deuxième circuit souple 25 et de rubans de deuxième circuit souple 26 associés établissent la connexion de deux colonnes d'éléments 50 aux plots de connexion 21 de la première partie distale 1c du circuit souple 20 et établissent la connexion de deux colonnes d'éléments 50 aux plots de connexion 21 de la deuxième partie distale 1c' du circuit souple 20. Les plages de contact supérieures de premier circuit souple 14 fournissent des connexions électriques pour ceux des trous d'interconnexion de deuxième circuit souple 25 qui ne sont pas connectés aux parties 1c et 1c' du circuit souple 20 par les rubans 26. Ces connexions sont établies, via les plages de contact inférieures de deuxième circuit souple 27 et les trous d'interconnexion de premier circuit souple 15 du circuit souple 20, vers les plots de connexion de premier circuit souple 11.

A propos du circuit souple 10, les trous d'interconnexion de premier circuit souple 15 qui sont connectés aux éléments 50 contenus dans les deux colonnes  $y_c$  les plus proches de la première partie distale 1c sont connectés par des rubans de premier circuit souple 16 aux plots de connexion de premier circuit souple 11 formés le long de la surface inférieure 13 sur la partie distale 1c du circuit souple 10. De manière similaire, les trous d'interconnexion de premier circuit souple 15 qui sont connectés aux éléments 50 contenus dans les deux colonnes  $y_c$  les plus proches de la deuxième partie distale 1c' sont connectés par des rubans de premier circuit souple 16 à des plots de connexion de premier circuit souple 11 formés le long de la surface inférieure 13 sur la deuxième partie distale 1c' du circuit souple 10. Pour ces quatre colonnes d'éléments 50, des colonnes associées de trous d'interconnexion de premier circuit souple 15 et de rubans de premier circuit souple 16 associés établissent la connexion de deux colonnes d'éléments 50 aux plots de connexion 11 de la première partie distale 1c du circuit

souple 10 et établissent la connexion de deux colonnes d'éléments 50 aux plots de connexion 11 de la deuxième partie distale 1c' du circuit souple 10.

Compte tenu du fait que l'ensemble 100 contient un plus grand nombre de circuits souples que les quatre circuits souples représentés, le circuit souple 10 peut  
5 comprendre des plages de contact supérieures de premier circuit souple supplémentaires (non représentées), pour fournir des connexions électriques à des trous d'interconnexion de circuit souple 15 supplémentaires (non représentés) qui ne sont pas connectés aux plots de connexion 11. Ces connexions sont établies par des plages de contact supplémentaires (non représentées) formées sur la surface inférieure 13 du circuit  
10 souple 10 et les trous d'interconnexion d'un autre circuit souple (non représenté) positionné après le circuit souple 10 dans la succession contenant les circuits souples 40, 30, 20 et 10. La configuration d'interconnexion décrite plus haut continue avec des circuits souples supplémentaires dans la succession, afin de router des connexions dans toutes les colonnes  $y_c$  jusqu'à des plots de connexion situés le long des parties distales  
15 1c et 1c' d'autres circuits souples dans la succession en vue de prolonger la connexion jusqu'à d'autres composants de circuit tels que des cartes imprimées.

Des empilements de trous d'interconnexion formés dans chaque région de surface principale 1a et des rubans électriques associés s'étendant jusqu'aux parties distales du même circuit souple établissent des connexions électriques entre des  
20 éléments transducteurs 50 individuels et un plot de connexion correspondant du circuit souple. Des connexions électriques entre des éléments transducteurs 50 individuels et un plot de connexion de quatrième circuit souple 41 correspondant sont établies par les trous d'interconnexion de quatrième circuit souple 45 et les rubans de quatrième circuit souple 46. Des connexions électriques entre des éléments transducteurs 50 individuels  
25 et un plot de connexion de troisième circuit souple 31 correspondant sont établies par alignement vertical et interconnexion entre des trous d'interconnexion de troisième circuit souple 35, des trous d'interconnexion de quatrième circuit souple 45 et les rubans de troisième circuit souple 36. Des connexions électriques entre des éléments transducteurs 50 individuels et un plot de connexion de deuxième circuit souple 21  
30 correspondant sont établies par alignement vertical et interconnexion entre des trous

d'interconnexion de deuxième circuit souple 25, des trous d'interconnexion de troisième circuit souple 35, des trous d'interconnexion de quatrième circuit souple 45 et les rubans de deuxième circuit souple 26. Des connexions électriques entre des éléments transducteurs 50 individuels et un plot de connexion de premier circuit souple 11 correspondant sont établies par alignement vertical et interconnexion entre des trous d'interconnexion de premier circuit souple 15, des trous d'interconnexion de deuxième circuit souple 25, des trous d'interconnexion de troisième circuit souple 35, des trous d'interconnexion de quatrième circuit souple 45 et les rubans de premier circuit souple 16.

10 Sur les figures 3 et 4, les connexions électriques entre des trous d'interconnexion de circuit souple individuels et des plots de connexion correspondants dans le premier circuit souple 10 et le deuxième circuit souple 20 sont représentées en vue plane. La figure 3 est une vue plane partielle du premier circuit souple 10 prise dans un deuxième plan P2, parallèle au premier plan P1 (comme représenté sur la figure 2) et passant par les plages de contact supérieures de premier circuit souple 14. Des composants représentés en traits interrompus se trouvent au-dessus ou au-dessous du plan P2. La figure 3 représente plusieurs trous d'interconnexion de circuit souple 15 d'une première rangée (suivant la direction  $x_r$ ) de tels trous d'interconnexion, repérés 15-11, 15-12, 15-13, 15-14, connectés chacun à l'un des rubans de premier circuit souple 16, repérés 16-11, 16-12, 16-13 et 16-14, pour établir la connexion à des plots de connexion 11 correspondants, repérés 11-11 et 11-12 dans la première région distale 1c et 11-13 et 11-14 dans la deuxième région distale 1c'. A titre d'exemple, la connexion entre la plage de contact supérieure de premier circuit souple 14-11 et le plot de connexion de premier circuit souple 11-11 correspondant comprend la plage 14-11 connectée au trou d'interconnexion de premier circuit souple 15-11, connecté au ruban de premier circuit souple 16-11, connecté au plot de connexion de premier circuits souple 11-11.

La figure 4 est une vue en plan partielle du deuxième circuit souple 20 prise dans le plan P3 (représenté sur la figure 2), qui est parallèle aux plans P1 et P2 et passe par les plages de contact supérieures de deuxième circuit souple 24. Des composants représentés en traits interrompus se trouvent au-dessus ou au-dessous du plan P3. Sur la

figure 4, les trous d'interconnexion de deuxième circuit souple 25-11 et 25-12 sont connectés aux plots de connexion de deuxième circuit souple 21-11 et 21-12 correspondants, situés dans la première région distale 1b, par les rubans de deuxième circuit souple 26-11 et 26-12, respectivement. Les trous d'interconnexion de deuxième circuit souple 25-17 et 25-18 sont connectés aux plots de connexion de deuxième circuit souple 21-17 et 21-18 correspondants, situés dans la deuxième région distale 1b', par les rubans de deuxième circuit souple 26-17 et 26-18, respectivement. A titre d'exemple supplémentaire, la connexion entre la plage de contact supérieure de deuxième circuit souple 24-11 et le plot de connexion de deuxième circuit souple 21-11 correspondant comprend la plage 24-11 connectée au trou d'interconnexion de deuxième circuit souple 25-11, connecté au ruban de deuxième circuit souple 26-11, connecté au plot de connexion de deuxième circuit souple 21-11. Les quatre trous d'interconnexion de deuxième circuit souple 25-13, 25-14, 25-15 et 25-16 sont connectés aux plages de contact inférieures de deuxième circuit souple 27-13, 27-14, 27-15 et 27-16 qui sont connectées aux plages de contact supérieures de premier circuit souple 14-11, 14-12, 14-13 et 14-14 sur la figure 3 servant à établir une connexion aux plots de connexion de premier circuit souple 11-11, 11-12, 11-13 et 11-14 via les rubans de premier circuit souple 16-11, 16-12, 16-13 et 16-14 de manière déjà décrite à propos de la figure 3.

La figure 5 est un schéma synoptique simplifié du système d'imagerie ultrasonore 200 qui comprend un pupitre de commande 210, connecté à une sonde 220 par un faisceau de câbles 250, et un écran de visualisation 260. La sonde 220 comprend l'ensemble multicouche transducteurs et circuits souples 100, configuré selon l'exemple représenté sur les figures 1-4. L'ensemble 100 est représenté partiellement, comprenant un empilement 222 de circuits souples 224 tels que les circuits souples 10, 20, 30 et 40 représentés sur la figure 2, et un réseau 2 d'éléments transducteurs 50, comme représenté sur la figure 2. Un exemple de circuit souple 224 et quatre colonnes d'éléments transducteurs 50 sont représentés sur cette vue schématique simplifiée, qui est prise dans la direction d'une rangée  $x_r$ . On comprendra que, pour la forme de réalisation des figures 1-4, l'empilement 222 contiendra un grand nombre de circuits souples 224, connectés chacun à un certain nombre de colonnes  $y_c$  d'éléments 50.

Chaque circuit souple 224 transfère des signaux d'entrée et de sortie entre les éléments 50 de plusieurs colonnes  $y_c$  (voir les figures 2-4) et de multiples modules électroniques de sonde 235. Chaque module 235 remplit des fonctions de traitement de signal et de commande pour une colonne  $y_c$  d'éléments transducteurs 50 et comprend un commutateur émission/réception (duplexeur) 236, un circuit émetteur 237 et un circuit récepteur 238. Des signaux provenant de l'exemple de circuit souple 224 qui correspondent aux deux premières colonnes de transducteurs  $y_c$  sont transférés à deux modules électroniques de sonde 235 montés sur une première carte imprimée 230-1 et des signaux provenant de l'exemple de circuit souple 224 qui correspondent aux deux dernières colonnes  $y_c$  sont transférés à deux modules électroniques de sonde montés sur une deuxième carte imprimée 230-2. Le traitement de signal réalisé dans un module électronique de sonde 235, appelé formation du faisceau de sonde, peut réduire le nombre de câbles nécessaires dans le faisceau de câbles 250 quand un algorithme de multiplexage/démultiplexage est employé dans le circuit de formation du faisceau de sonde.

Le pupitre de commande 210 comprend un dispositif de commande système 212, un circuit principal de formation de faisceau 214, un processeur d'image 216 et un convertisseur de balayage 218. Le dispositif de commande système 212 est couplé au circuit principal de formation de faisceau 214, au processeur d'image 216 et à une pluralité d'émetteurs 237 des circuits électroniques de sonde 235 sur la carte imprimée 230 pour fournir des signaux de minutage nécessaires à chacun des divers dispositifs. Pendant le fonctionnement du système 200, chaque émetteur 237 fournit des signaux électriques d'émission à un élément transducteur 50 qui convertit les signaux électriques en ondes de pression ultrasonore, représentées sur la figure par des lignes d'onde ultrasonore 242. Une partie de l'énergie émise peut retourner au réseau sous la forme de réflexions 244 après interaction aux frontières d'une caractéristique 246 présentant une transition brusque d'impédance acoustique.

La figure 6 représente encore un exemple d'application de la forme de réalisation représentée sur les figures 1-5. Une sonde 310 du système d'imagerie ultrasonore 200 est représentée qui contient l'ensemble multicouche transducteurs et circuits souples 100

comprenant une pluralité de circuits souples 320, et une pluralité de cartes imprimées 330 portant chacune une pluralité de modules électroniques de sonde 340. Des connecteurs souples 361 transportent des signaux entre les cartes imprimées 330 et un connecteur de câble 355. Le connecteur 355 reçoit un connecteur apparié 356, auquel aboutissent les fils individuels d'un faisceau de câbles 250, afin d'établir une connexion à des circuits (tels que le circuit principal de formation de faisceau 214 représenté sur la figure 5) contenus dans le pupitre de commande 210.

L'exemple d'ensemble de circuits souples 1 comprend une région de surface principale 1a, une première région de connecteur 1b et une deuxième région de connecteur 1b'. Les régions de connecteur 1b et 1b' de circuits souples 320 individuels de l'ensemble de circuits 1 sont connectées chacune à une carte imprimée (PCB) 330 correspondante. Dans d'autres formes de réalisation, les circuits souples 320 peuvent être attachés à des cartes de circuit souple (FCB) semi-rigides. Les régions de connecteur 1b et 1b' peuvent être assemblées aux cartes imprimées 330 par un organe de serrage 325 comme représenté sur la figure 6. Les composants électroniques 340 peuvent être montés directement sur les circuits souples, le routage vers les composants électroniques individuels étant réalisé par des rubans souples.

La figure 7 représente une autre configuration de câblage pour la sonde 310. Un circuit souple 320 et une carte imprimée 330 sont collés l'un à l'autre par un film conducteur anisotrope (ACF) 370 pour former un ensemble transducteurs et circuits souples multicouche comprenant une pluralité de circuits souples 320 et une pluralité de cartes imprimées 330. Le circuit souple 320, ayant une surface supérieure 321 et une surface inférieure 322, comprend une pluralité de plots de connexion de circuit souple 323 formés le long de la surface inférieure 322. La carte imprimée 330 comprend une couche diélectrique supérieure 335 formée au-dessus d'une couche diélectrique intraniveau 337 formée au-dessus d'une couche diélectrique inférieure 338. La couche diélectrique supérieure présente une surface supérieure 331 et une surface inférieure 332, et comprend une pluralité de plages de contact de carte imprimée 333 formées sur la surface supérieure 331. Des trous d'interconnexion supérieurs 334 sont formés à travers la couche diélectrique supérieure 335. Des conducteurs internes sous-jacents 336

sont formés dans la couche diélectrique intra-niveau 337. Des conducteurs électriques 372 se forment entre les plots de connexion de circuit souple 323 et les plages de contact de carte imprimée 333 lorsqu'on applique chaleur et pression au film conducteur anisotrope 370. Dans d'autres formes de réalisation, des contacts électriques entre les circuits souples et les cartes imprimées peuvent être formés par soudage, ou par d'autres procédés courants.

Une structure permettant de connecter des composants électroniques à un réseau d'éléments transducteurs a été illustrée et un procédé économique pour produire la structure a été décrit. Dans le passé, la connexion d'un réseau d'éléments transducteurs employait un circuit souple pour transmettre des signaux vers et depuis une rangée ou colonne entière du réseau. Le coût d'un circuit souple augmente à mesure que le pas des rubans diminue, et le coût global par circuit souple augmente à mesure que le nombre d'éléments connectés au circuit souple augmente. On peut toutefois réaliser une importante réduction du coût total grâce à une nette réduction du nombre de circuits souples requis pour traiter les signaux associés au réseau entier.

Bien que diverses formes de réalisation de l'invention aient été représentées et décrites, l'invention n'est pas limitée à ces formes. Les personnes ayant des compétences dans l'art pourront imaginer de nombreuses modifications, variations, substitutions et équivalences sans sortir de la portée de la présente invention.

LISTE DES COMPOSANTS

	1	Ensemble de circuits souples multicouche
	2	Réseau de transducteurs
5	10	Premier circuit souple
	11	Plots de connexion de premier circuit souple
	12	Surface supérieure
	13	Surface inférieure
	14	Quatre plages de contact supérieures
10	15	Quatre trous d'interconnexion conducteurs traversants
	16	Quatre rubans électriques
	20	Deuxième circuit souple
	21	Plots de connexion de deuxième circuit souple
	22	Surface supérieure
15	23	Surface inférieure
	24	Huit plages de contact supérieures
	25	Huit trous d'interconnexion conducteurs traversants
	26	Quatre rubans électriques
	27	Quatre plages de contact inférieures
20	30	Troisième circuit souple
	31	Plots de connexion de troisième circuit souple
	32	Surface supérieure
	33	Surface inférieure
	34	Douze plages de contact supérieures
25	35	Douze trous d'interconnexion conducteurs traversants
	36	Quatre rubans électriques
	37	Huit plages de contact inférieures
	40	Quatrième circuit souple
	41	Plots de connexion de quatrième circuit souple
30	42	Surface supérieure



	43	Surface inférieure
	44	Seize plages de contact supérieures
	45	Seize trous d'interconnexion traversants
	46	Quatre rubans électriques
5	47	Douze plages de contact inférieures
	50	Éléments transducteurs
	51	Surface supérieure
	52	Surface inférieure
	53	Première couche d'adaptation
10	54	Deuxième couche d'adaptation
	55	Electrode de masse ou avant
	56	Couche de matériau piézoélectrique
	57	Electrode de signal ou arrière
	58	Couche de désadaptation électriquement conductrice
15	59	Couche
	61	Saignée
	62	Saignée
	70	Adhésif
	80	Feuilles d'adhésif non conducteur
20	100	Ensemble transducteurs et circuits
	200	Système d'imagerie ultrasonore
	210	Pupitre de commande
	212	Dispositif de commande système
	214	Circuit principal de formation de faisceau
25	216	Processeur d'image
	218	Convertisseur de balayage
	220	Sonde
	222	Pile
	224	Circuits souples
30	230	Cartes imprimées

- 235 Modules électroniques de sonde
- 236 Commutateur émission/réception
- 237 Circuit émetteur
- 238 Circuit récepteur
- 5 242 Lignes d'onde ultrasonore
- 244 Réflexions
- 246 Caractéristique
- 250 Faisceau de câbles
- 260 Ecran de visualisation
- 10 310 Sonde
- 320 Pluralité de circuits souples
- 321 Surface supérieure
- 322 Surface inférieure
- 323 Plots de connexion de circuit souple
- 15 325 Organe de serrage
- 330 Pluralité de cartes imprimées
- 331 Surface supérieure
- 332 Surface inférieure
- 333 Plages de contact de carte imprimée
- 20 334 Trous d'interconnexion supérieurs
- 335 Couche diélectrique supérieure
- 336 Conducteurs internes sous-jacents
- 337 Couche diélectrique intra-niveau
- 338 Couche diélectrique inférieure
- 25 340 Pluralité de modules électroniques de sonde
- 355 Connecteur de câble
- 356 Connecteur apparié
- 361 Connecteurs souples
- 370 Film conducteur anisotrope
- 30 372 Conducteurs électriques

## REVENDICATIONS

1. Système d'imagerie ultrasonore (200) comprenant:

un réseau (2) d'éléments transducteurs (50) agencés en rangées et colonnes dans  
5 un premier plan (P1) pour émettre d'abord des signaux et recevoir des signaux réfléchis  
en vue d'un traitement d'image; et une pluralité de structures de circuit (10, 20, 30, 40)  
comprenant chacune

(a) une surface principale (1a) positionnée dans une orientation coplanaire par  
rapport à une surface principale d'une autre des structures de circuit (10, 20, 30, 40) afin  
10 de créer une succession de structures en formation empilée dans laquelle des  
connexions électriques (34, 47) sont formées entre structures de circuit voisines dans la  
succession,

(b) une région de connecteur (1b ou 1b') ayant une partie distale (1c ou 1c')  
éloignée de la surface principale (1a), les parties distales (1c, 1c') des régions de  
15 connecteur de structures voisines étant mutuellement espacées, et

(c) un premier motif de câblage (41, 45, 46) s'étendant depuis la surface  
principale jusqu'à la partie distale de la région de connecteur,

la pluralité de structures de circuit étant configurée pour former un deuxième  
motif de câblage (34, 35, 37, 45, 47), incluant au moins certaines des connexions  
20 électriques (34, 47) formées entre les structures de circuit, s'étendant depuis un ou  
plusieurs des premier motifs de câblage jusqu'à de multiples éléments transducteurs  
(50).

2. Système d'imagerie (200) selon la revendication 1, dans lequel chacune des  
structures de circuit (10, 20, 30, 40) est un circuit souple, et les surfaces principales de  
25 structures voisines sont collées l'une à l'autre, formant une partie relativement rigide  
(1a) dans la succession relativement aux parties distales (1c, 1c') mutuellement  
espacées.

3. Système d'imagerie (200) selon la revendication 1, dans lequel les connexions  
électriques (34, 47) entre deux des structures de circuit voisines (10, 20, 30, 40)  
30 comprennent des trous d'interconnexion conducteurs (15, 25, 35, 45) formés dans

chacune des structures et des plages de contact (34, 47) formées le long de surfaces (32, 43) des deux structures se faisant face, les plages sur les surfaces en regard étant connectées l'une à l'autre pour établir une connexion entre des trous d'interconnexion (15, 25, 35, 45) formés dans les différentes structures.

5 4. Système d'imagerie ultrasonore (200) selon la revendication 1, dans lequel:

chaque surface principale (1a) d'une structure de circuit (10) se trouve dans une partie centrale de la structure de circuit et chaque structure de circuit comprend au moins deux régions de connecteur (1b, 1b'), ayant chacune une partie distale (1c ou 1c') éloignée de la surface principale, une première des parties distales étant éloignée de la surface principale dans un premier sens (D1) et une deuxième des parties distales étant  
10 éloignée de la surface principale dans un sens (D2) différent du premier sens,

les parties distales (1c, 1c') de régions de connecteur (1b, 1b') voisines éloignées de la surface principale (1a) dans le premier sens (D1) étant mutuellement espacées et les parties distales de régions de connecteur (1b, 1b') voisines éloignées de la surface  
15 principale dans le deuxième sens (D2) étant mutuellement espacées.

5. Système (200) selon la revendication 4, dans lequel une première des structures (10, 20, 30, 40) est positionnée le plus près du réseau (2) par rapport à une deuxième des structures et est configurée pour:

recevoir des signaux électriques provenant d'éléments transducteurs (50) de  
20 toutes les colonnes ( $y_c$ ) du réseau;

fournir les signaux électriques provenant d'éléments transducteurs (50) contenus dans une première pluralité des colonnes du réseau à la partie distale de la première région de connecteur de la première structure;

fournir les signaux électriques provenant d'éléments transducteurs (50) contenus  
25 dans une deuxième pluralité des colonnes du réseau à la partie distale de la deuxième région de connecteur de la première structure; et

fournir les signaux électriques provenant d'éléments transducteurs (50) contenus dans une troisième pluralité des colonnes du réseau à la deuxième des structures.

6. Système (200) selon la revendication 5, dans lequel la deuxième des structures  
30 est configurée pour:

recevoir des signaux électriques provenant des éléments transducteurs (50) contenus dans la troisième pluralité de colonnes;

fournir les signaux électriques provenant des éléments transducteurs (50) contenus dans une ou plusieurs premières colonnes de la troisième pluralité de colonnes  
5 au moins aux première et deuxième parties distales de la deuxième structure; et

fournir les signaux électriques provenant des éléments transducteurs (50) contenus dans une ou plusieurs deuxièmes colonnes de la troisième pluralité de colonnes à une troisième des structures.

7. Système (200) selon la revendication 1, dans lequel une première des  
10 structures (10, 20, 30, 40) est positionnée le plus près du réseau (2) par rapport à une deuxième des structures et est configurée pour:

recevoir des signaux électriques provenant d'éléments transducteurs (50) de toutes les colonnes du réseau;

fournir les signaux électriques provenant d'éléments transducteurs (50) contenus  
15 dans une première pluralité des colonnes à la partie distale (1c ou 1c') de la région de connecteur de la première structure; et

fournir les signaux électriques provenant d'éléments transducteurs (50) contenus dans une deuxième pluralité des colonnes à la deuxième des structures.

8. Système (200) selon la revendication 7, dans lequel la deuxième des structures  
20 (10, 20, 30, 40) est configurée pour:

recevoir des signaux électriques provenant d'éléments transducteurs (50) contenus dans la deuxième pluralité de colonnes;

fournir les signaux électriques provenant d'éléments transducteurs (50) contenus dans une ou plusieurs premières colonnes de la deuxième pluralité de colonnes à la  
25 partie distale de la région de connecteur de la deuxième structure; et

fournir les signaux électriques provenant d'éléments transducteurs (50) contenus dans une ou plusieurs deuxièmes colonnes de la deuxième pluralité de colonnes à une troisième des structures.

9. Système (200) selon la revendication 1, comprenant en outre un pupitre de  
30 commande (210) renfermant un circuit de formation de faisceau (214), dans lequel le

réseau (2) d'éléments transducteurs (50) et la pluralité de structures de circuit (10, 20, 30, 40) sont logés dans une sonde (310) qui comprend en outre:

un module électronique de sonde (340);

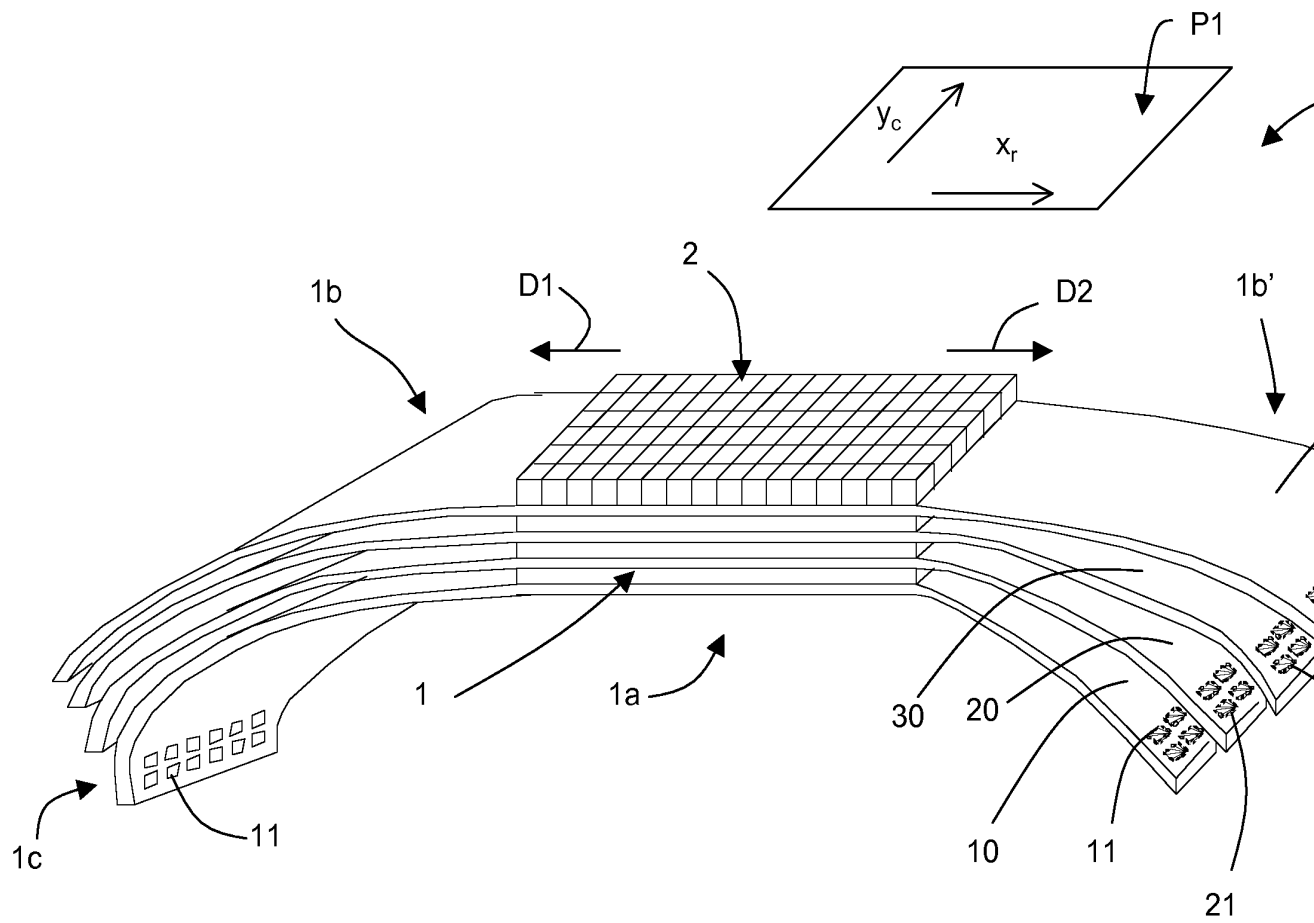
5 une carte imprimée (330) établissant une connexion électrique entre une des structures de circuit et le module électronique de sonde; et

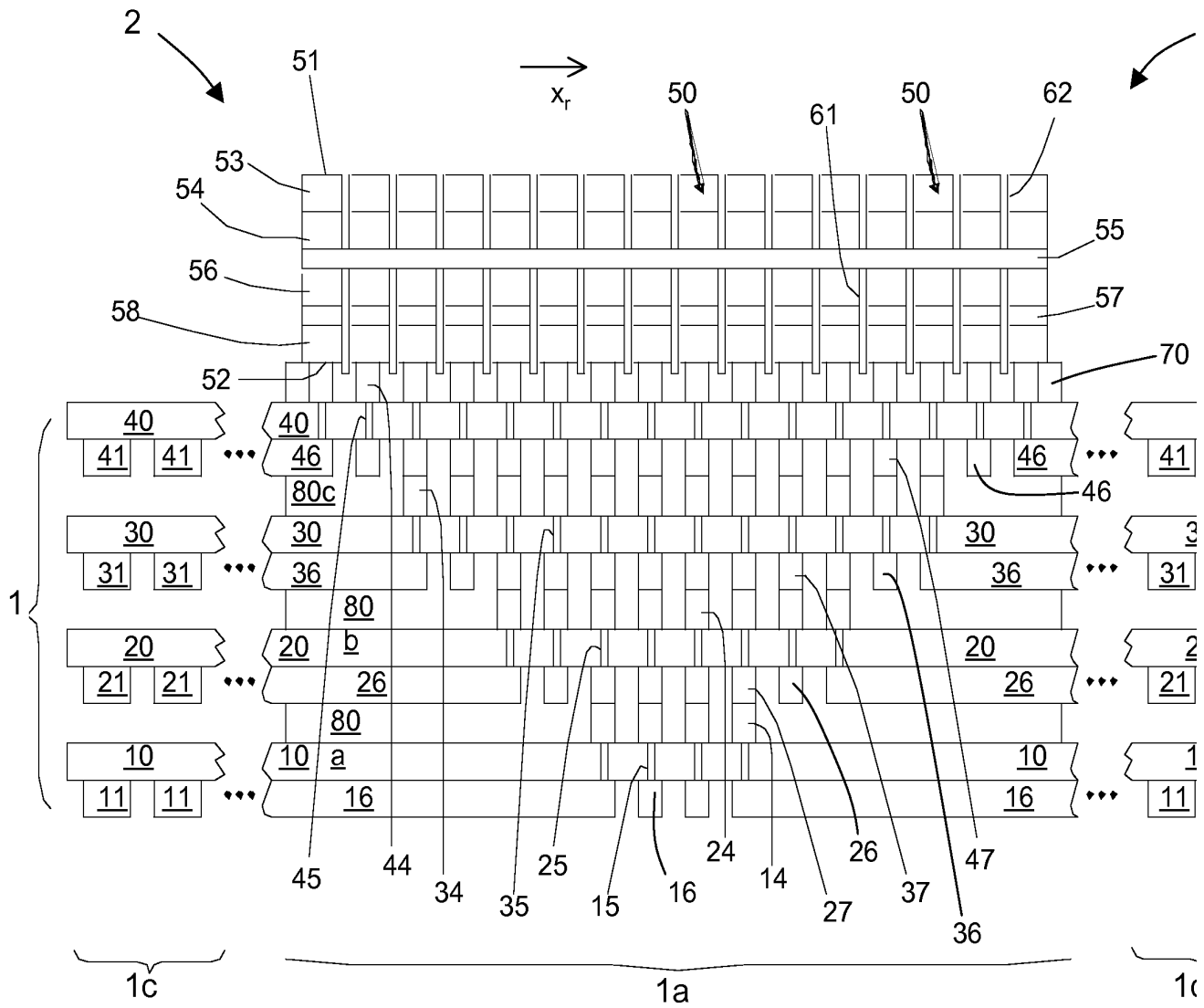
un câble de raccordement (250) établissant des connexions électriques entre la carte imprimée (330) et un composant électronique (214) contenu dans un pupitre de commande (210) distant.

10 10. Système (200) selon la revendication 1, comprenant en outre un pupitre de commande (210) renfermant un circuit de formation de faisceau (214), dans lequel le réseau (2) d'éléments transducteurs (50) et la pluralité de structures de circuit (10, 20, 30, 40) sont logés dans une sonde (310) qui comprend en outre:

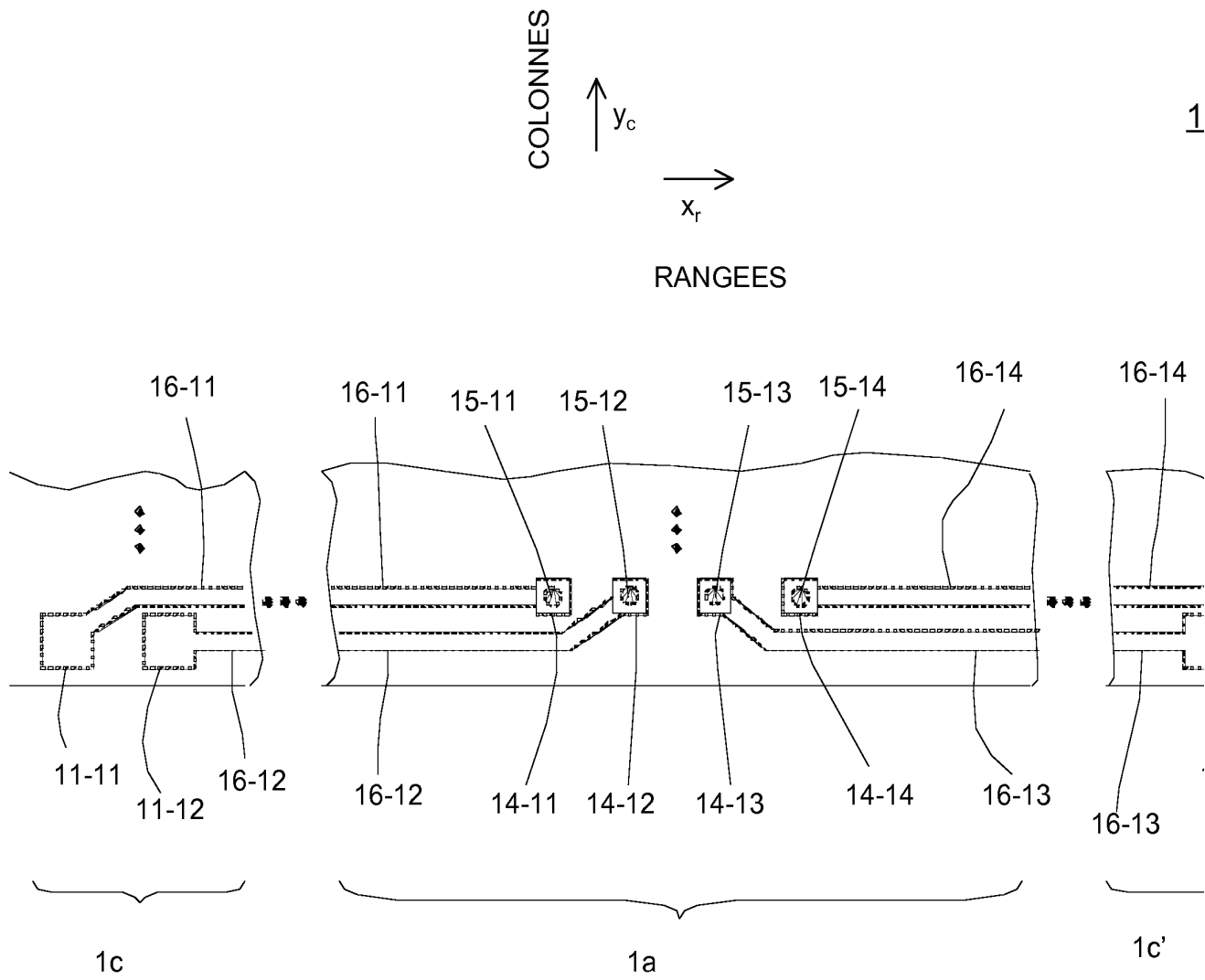
une pluralité de modules électroniques de sonde (340) chacun électriquement connecté pour recevoir des signaux par l'intermédiaire d'une structure de circuit;

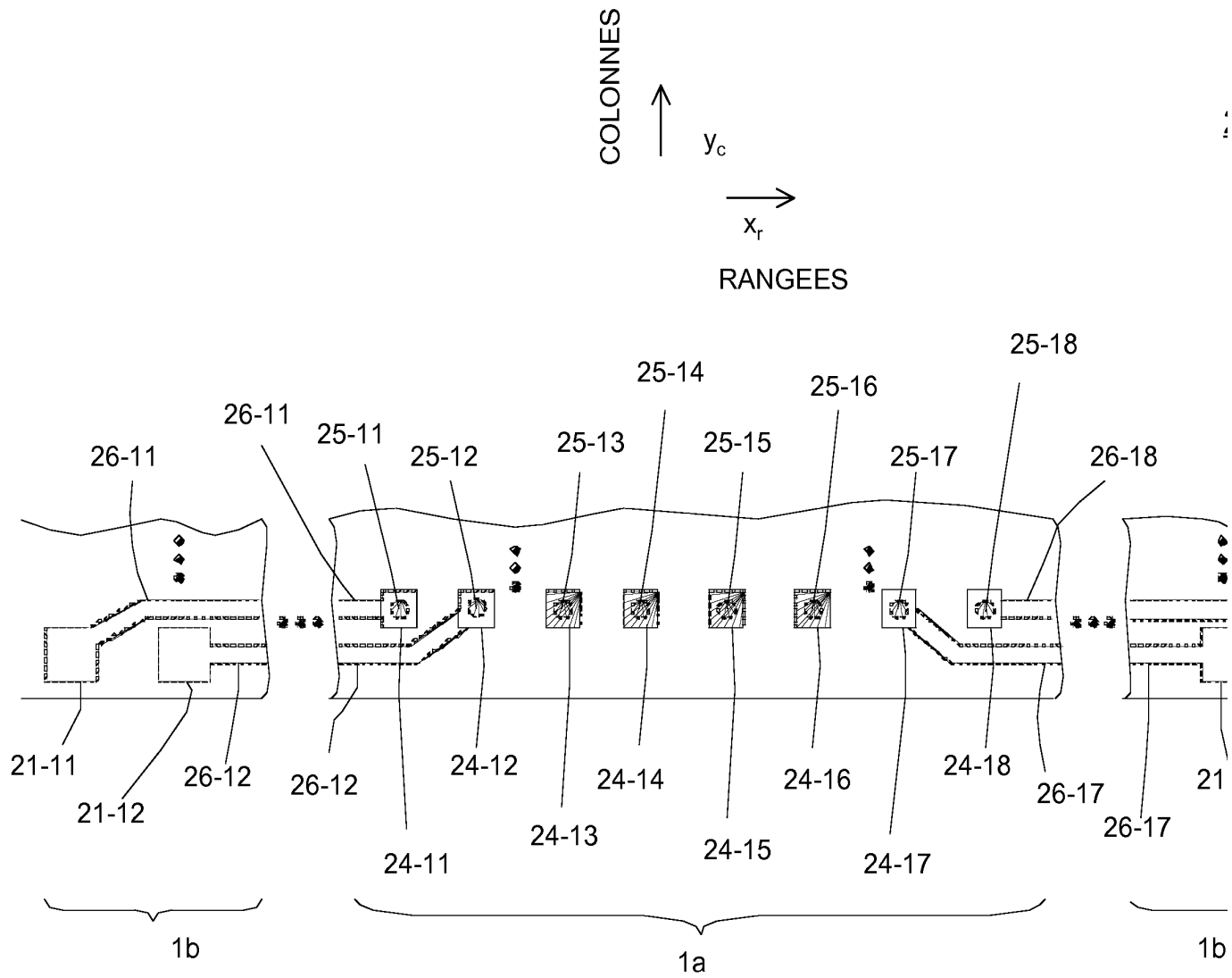
15 un câble de raccordement (250) établissant des connexions électriques entre les modules électroniques de sonde (340) et un ou plusieurs composants électroniques (212, 214) contenus dans le pupitre de commande (210).

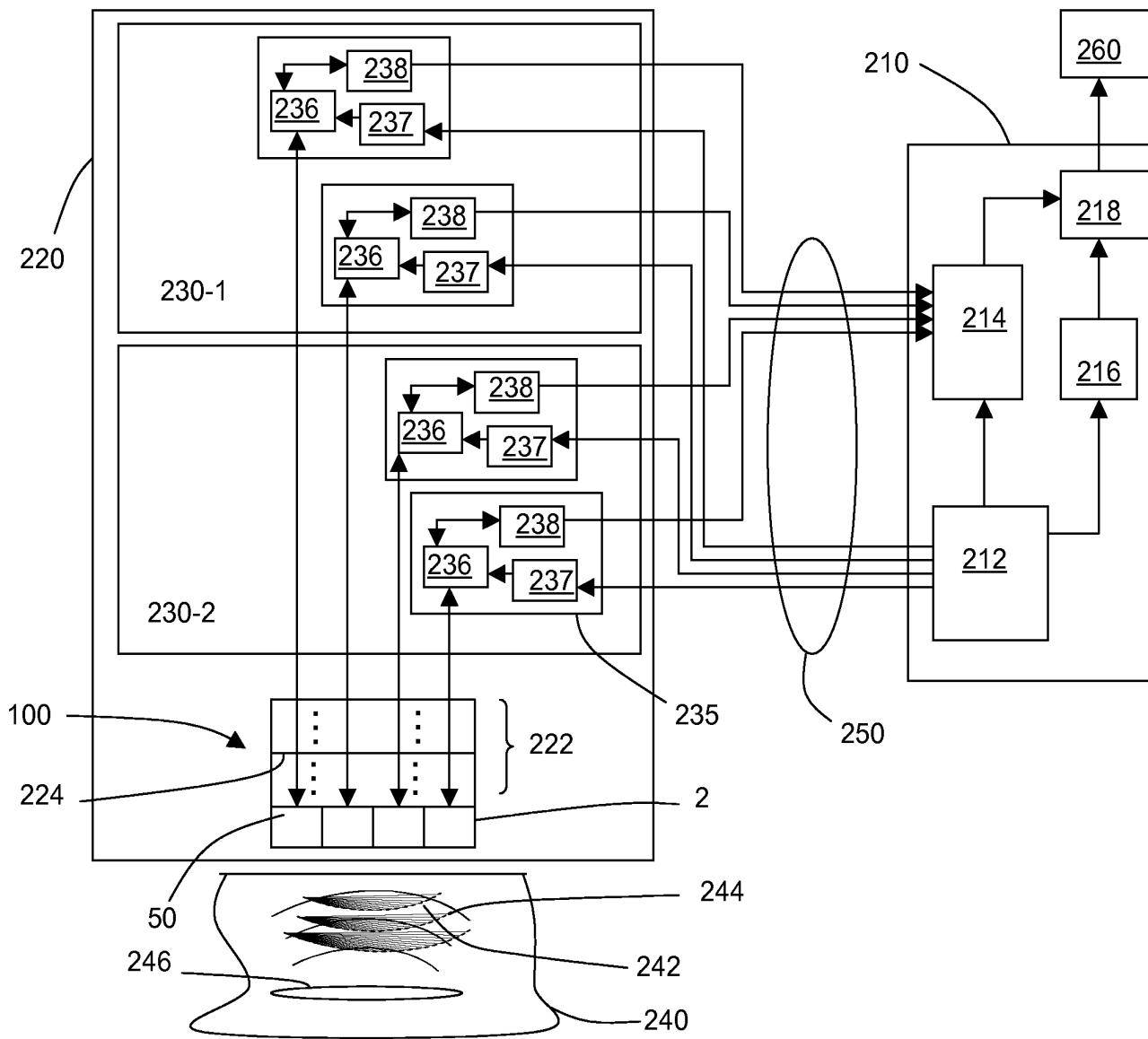


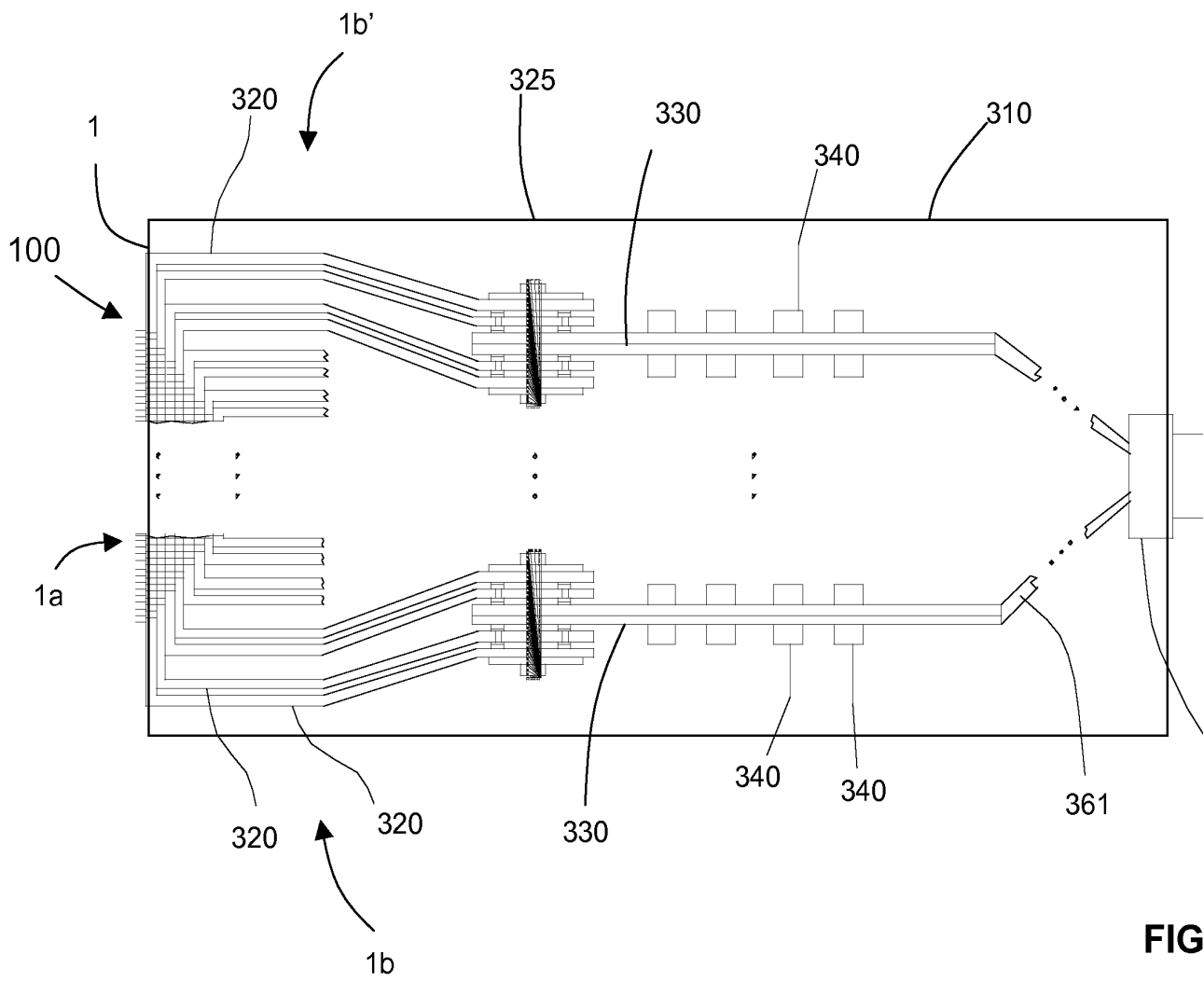












FIG

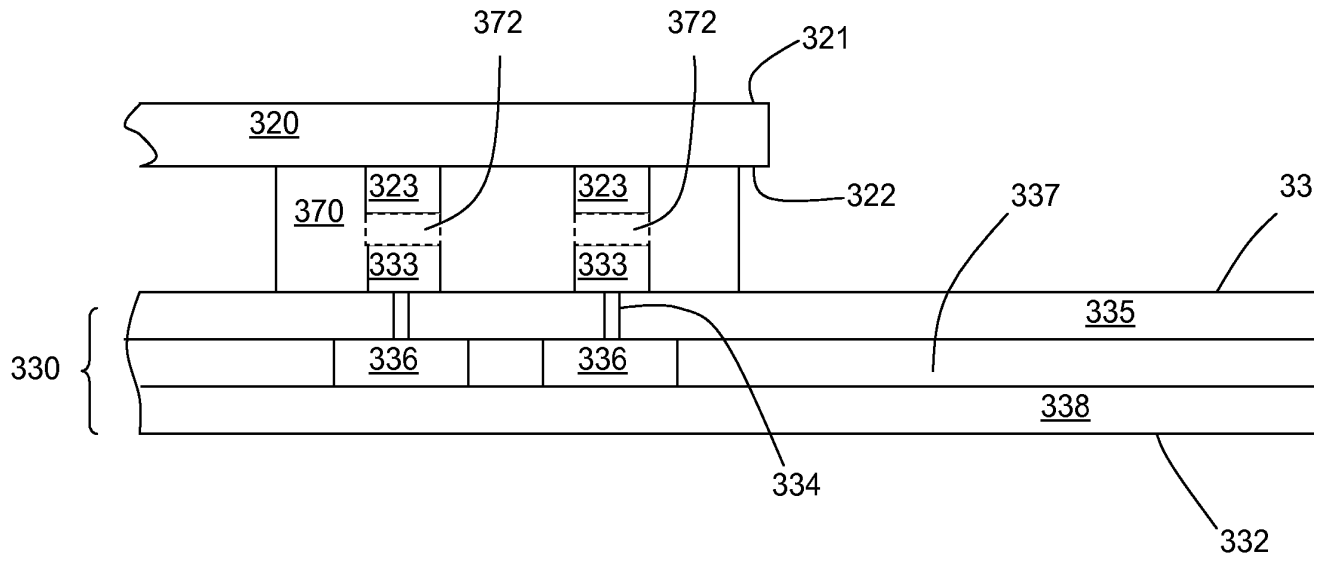


FIG. 7