

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication : **2 865 042**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **05 00304**

⑤1 Int Cl⁷ : G 01 S 15/89, A 61 B 8/14

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 12.01.05.

③0 Priorité : 13.01.04 AT 10756231.

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 15.07.05 Bulletin 05/28.

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) : GE MEDICAL SYSTEMS GLOBAL TECHNOLOGY COMPANY, LLC. — US.

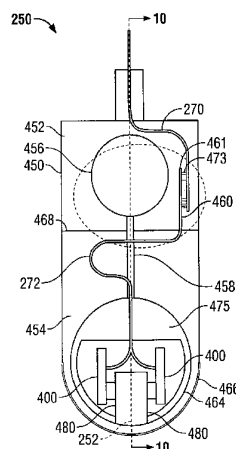
⑦2 Inventeur(s) : BRUESTLE REINHOLD.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : CASALONGA ET JOSSE.

⑤4 **SONDE A ULTRASONS.**

⑤7 Dispositif et procédé pour commander une sonde à ultrasons. La sonde à ultrasons comportant le dispositif comprend une tête d'analyse conçue pour fonctionner de manière mobile dans un boîtier et un circuit de commande de signaux à l'intérieur de la tête d'analyse pour commander un réseau (252) de capteurs. Le circuit de commande de signaux est conçu pour réaliser une opération de multiplexage pour commander une pluralité d'éléments transducteurs formant le réseau de capteurs.



FR 2 865 042 - A1



SONDE A ULTRASONS

La présente invention concerne d'une façon générale les systèmes à
5 ultrasons et, plus particulièrement, des sondes pour systèmes d'imagerie médicale à
ultrasons.

Les systèmes à ultrasons comprennent typiquement des dispositifs
d'échographie tels que des sondes à ultrasons ayant différents capteurs qui
permettent de réaliser différents échogrammes (par exemple différentes images d'un
10 volume ou d'un corps). Les sondes à ultrasons sont normalement connectées à un
système à ultrasons pour commander le fonctionnement des sondes. Les sondes
comprennent une tête d'analyse ayant une pluralité d'éléments transducteurs (par
exemple des cristaux piézoélectriques) qui peuvent être disposés sous la forme d'une
matrice. Le système à ultrasons excite les éléments transducteurs présents dans la
15 matrice pendant le fonctionnement, notamment pendant l'analyse d'un volume ou
d'un corps, qui peut être commandée d'après le type d'analyse à réaliser. Le système
à ultrasons comporte une pluralité de canaux pour communiquer avec la sonde. Par
exemple, les canaux peuvent transmettre des impulsions pour exciter les éléments
transducteurs et pour recevoir des signaux de ceux-ci.

20 Dans les sondes d'analyse de volume, dans lesquelles la tête d'analyse se
déplace au cours de l'opération d'analyse et, plus particulièrement, dans lesquelles se
déplacent les éléments transducteurs, un câble de connexion entre la tête d'analyse et
un câble de système doit être souple pour s'adapter au mouvement. Plus le nombre
d'éléments transducteurs augmente, plus le nombre de connexions (par exemple de
25 câbles de connexion) nécessaires pour commander le fonctionnement des éléments
transducteurs augmente. Il en résulte une augmentation des dimensions du câble de
connexion entre la tête d'analyse et le système de commande (par exemple, la
connexion à un câble du système). Plus les dimensions du câble de la tête d'analyse
augmentent, plus il faut de place pour loger le câble de dimensions accrues dans la
30 sonde et plus le risque d'endommagement des câbles augmente. Par exemple, le
risque de rupture de câble augmente du fait du mouvement de cintrage du câble plus
grand de la tête d'analyse. Ainsi, la fiabilité de la sonde à ultrasons diminue. Le coût
de la sonde et la complexité des commandes augmentent eux aussi parallèlement aux
dimensions du câble de connexion. En outre, la puissance du moteur nécessaire pour

déplacer la tête d'analyse comportant ce câble de tête d'analyse plus grand connecté à celle-ci augmente elle aussi.

5 Dans un premier exemple de forme de réalisation est proposée une sonde à ultrasons. La sonde à ultrasons comprend une tête d'analyse configurée pour fonctionner de manière mobile dans un boîtier, et un circuit de commande de signal à l'intérieur de la tête d'analyse pour commander un réseau de transducteurs. Le circuit de commande de signal est configuré pour réaliser une opération de multiplexage afin de commander une pluralité d'éléments transducteurs formant le réseau de transducteurs.
10

Dans un autre exemple de forme de réalisation est proposé un procédé pour commander une sonde à ultrasons. Le procédé comprend des étapes consistant à recevoir, dans une tête d'analyse pour une sonde à ultrasons, des signaux de commande servant à commander un réseau de transducteurs comportant une pluralité d'éléments transducteurs, multiplexer les signaux de commande dans la tête d'analyse et activer de manière sélective un ou plusieurs des éléments transducteurs d'après les signaux multiplexés.
15

L'invention sera mieux comprise à l'étude de la description détaillée de modes de réalisation pris à titre d'exemples non limitatifs et illustrés par les dessins annexés sur lesquels :
20

la Fig. 1 est un schéma de principe d'un système à ultrasons selon un premier exemple de forme de réalisation de la présente invention ;

la Fig. 2 est un schéma de principe d'un système à ultrasons selon un autre exemple de forme de réalisation de la présente invention ;
25

la Fig. 3 est une vue en perspective d'une image d'un objet acquise par les systèmes des figures 1 et 2 selon un exemple de forme de réalisation de la présente invention ;

la Fig. 4 est un schéma de principe d'une sonde à ultrasons communiquant avec un système hôte selon un exemple de forme de réalisation de la présente invention ;
30

la Fig. 5 est une vue en perspective d'un exemple de pile de capteurs comportant un réseau d'éléments transducteurs qui peuvent être utilisés dans la sonde à ultrasons représentée sur la Fig. 4 ;

la Fig. 6 est un schéma de principe représentant un système de multiplexage selon un exemple de forme de réalisation de la présente invention ;

la Fig. 7 est un schéma de principe d'un exemple de circuit de multiplexage du système de multiplexage représenté sur la Fig 6 ;

5 la Fig. 8 est un schéma de principe d'un autre exemple de circuit de multiplexage du système de multiplexage représenté sur la Fig. 6 ;

la Fig. 9 est une vue en coupe transversale en élévation d'une sonde selon un exemple de forme de réalisation de la présente invention ;

la Fig. 10 est une vue en élévation prise suivant la ligne 10-10 de la Fig. 9 ;

10 la Fig. 11 est une vue partielle en coupe transversale en élévation d'une sonde selon un exemple de forme de réalisation de la présente invention, représentant un système d'étanchéité ;

la Fig. 12 est une vue partielle en coupe transversale en élévation d'une sonde selon un exemple de forme de réalisation de la présente invention, représentant des circuits de multiplexage ;

15 la Fig. 13 est un schéma de principe représentant un système de connexion pour une sonde selon un exemple de forme de réalisation de la présente invention ; et

les figures 14 à 16 sont des vues en coupe transversale en élévation d'une sonde selon un exemple de forme de réalisation de la présente invention, représentant une tête d'analyse en mouvement.

20 On va maintenant décrire en détail des exemples de formes de réalisation de systèmes à ultrasons et de procédés pour commander des sondes à ultrasons. En particulier, on commencera par décrire en détail des exemples de systèmes à ultrasons, puis on décrira en détail diverses formes de réalisation de procédés et de systèmes pour commander des sondes à ultrasons. Un effet technique des diverses formes de réalisation des systèmes et procédés décrits ici consiste au moins à réduire le nombre de lignes de commande pour commander une sonde à ultrasons et pour commander de manière sélective des éléments transducteurs dans la sonde à ultrasons.

30 La Fig. 1 représente un schéma de principe d'un exemple de forme de réalisation d'un système à ultrasons 100 qui, par exemple, peut servir à acquérir et à traiter des images d'échographie. Le système à ultrasons 100 comprend un émetteur 102 qui excite une matrice d'éléments 104 (par exemple des cristaux piézoélectriques) présents dans ou faisant partie d'un capteur 106 pour émettre dans

35

un corps ou un volume des signaux ultrasonores pulsés. Diverses géométries peuvent être utilisées et un ou plusieurs capteurs 106 peuvent faire partie d'une sonde (non représentée). Les signaux ultrasonores pulsés sont rétrodiffusés depuis des interfaces de densité et/ou des structures, par exemple dans un corps, comme des hématies ou des tissus musculaires, afin de produire des échos qui reviennent aux éléments 104. les échos sont reçus par un récepteur 108 et appliqués à un conformateur 110 de faisceau. Le conformateur de faisceau exécute une formation de faisceau sur les échos reçus et délivre un signal RF. Le signal RF est ensuite traité par un processeur RF 112. Le processeur RF peut comporter un démodulateur complexe (non représenté) qui démodule le signal RF pour former des paires de données IQ représentant les signaux d'échos. Les données de signaux RF ou IQ peuvent ensuite être directement acheminées vers une mémoire tampon RF/IQ 114 pour y être stockées (par exemple pour un stockage temporaire).

Le système à ultrasons 100 comprend également un processeur 116 de signal pour traiter les informations d'échographie (c'est-à-dire des données de signaux RF ou des paires de données IQ) acquises et préparées des images d'information échographique à afficher sur un système d'affichage 118. Le processeur 116 de signal est conçu pour exécuter sur les informations d'échographie acquises une ou plusieurs opérations de traitement selon plusieurs modalités d'échographie sélectionnables. Les informations d'échographie acquises peuvent être traitées en temps réel pendant une session d'analyse au fur et à mesure de la réception des signaux d'échos. En outre ou selon une autre possibilité, les informations d'échographie peuvent être temporairement stockées dans la mémoire tampon RF/IQ 114 pendant une session d'analyse et traitées en moins de temps qu'en temps réel lors d'une opération en direct ou en différé.

Le système à ultrasons 100 peut acquérir d'une façon continue des informations d'échographie à une cadence d'images supérieure à cinquante images par seconde, soit la vitesse approximative de perception de l'œil humain. Les informations d'échographie acquises sont affichées sur le système d'affichage 118 à une cadence d'images plus lente. Une mémoire tampon 122 d'images peut être incluse pour stocker des images traitées d'informations échographiques acquises qu'il n'est pas prévu d'afficher immédiatement. Dans un exemple de forme de réalisation, la mémoire tampon 122 d'images a une capacité suffisante pour stocker au moins plusieurs secondes d'images d'informations échographiques. Les images d'informations échographiques peuvent être stockées de manière à faciliter leur

extraction conformément à leur ordre ou leur heure d'acquisition. La mémoire tampon 122 d'images peut être constituée par n'importe quel support de stockage de données connu.

5 Un dispositif d'entrée 120 utilisateur peut être utilisé pour commander le fonctionnement du système échographique 100. Le dispositif d'entrée 120 utilisateur peut être n'importe quel dispositif et/ou interface utilisateur approprié pour recevoir des entrées utilisateur afin de commander, par exemple, le type d'analyse ou le type de capteur à utiliser lors d'une analyse.

10 La Fig. 2 représente un schéma de principe d'un autre exemple de forme de réalisation d'un système à ultrasons 150 qui, par exemple, peut être utilisé pour acquérir et traiter des images échographiques. Le système à ultrasons 150 comprend le capteur 106 qui communique avec l'émetteur 102 et le récepteur 108. Le capteur 106 émet des impulsions ultrasonores et reçoit des échos provenant de structures situées à l'intérieur d'un volume échographique analysé 152. Une mémoire 154
15 stocke les données échographiques fournies par le récepteur 108, obtenues dans le volume échographique analysé 152. Le volume échographique analysé 152 peut être obtenu par diverses techniques dont, par exemple, le balayage en trois dimensions, l'imagerie en trois dimensions en temps réel, l'analyse de volume, l'analyse avec des capteurs comportant des détecteurs de positionnement, l'analyse mains-libres
20 utilisant une technique de corrélation de Voxel, le balayage en deux dimensions ou le balayage avec un réseau de capteurs, et autres.

Le capteur 106 est déplacé, par exemple sur un trajet linéaire ou arqué, pendant l'analyse d'une région concernée (ROI). Dans chaque position sur le trajet linéaire ou arqué, le capteur 106 obtient une pluralité de plans d'analyse 156. Les
25 plans d'analyse 156 sont recueillis sur une certaine épaisseur, par exemple depuis un groupe ou un ensemble de plans d'analyse adjacents 156. Les plans d'analyse 156 sont stockés dans la mémoire 154 puis sont fournis à un convertisseur 168 d'analyse de volume. Dans certains exemples de formes de réalisation, le capteur 106 peut obtenir des lignes au lieu des plans d'analyse 156, la mémoire 154 stockant des
30 lignes obtenues par le capteur 106 plutôt que les plans d'analyse 156. Le convertisseur 168 d'analyse de volume reçoit une épaisseur de tranche établie par une commande d'établissement 158 d'épaisseur de tranche, qui identifie l'épaisseur d'une tranche à créer à partir des plans d'analyse 156. Le convertisseur 168 d'analyse de volume crée une tranche de données à partir de multiples plans
35 d'analyse adjacents. Le nombre de plans d'analyse adjacents 156 qui sont obtenus

pour former chaque tranche de données est lié à l'épaisseur choisie par la commande d'établissement d'épaisseur 158 de tranche. La tranche de données est stockée dans une mémoire 160 de tranche et un processeur 162 de rendu de volume y accède. Le processeur 162 de rendu de volume effectue un rendu de volume sur la tranche de données. Le signal de sortie du processeur 162 de rendu de volume est appliqué à un processeur vidéo 164 qui traite la tranche de données à rendu de volume pour afficher celle-ci sur un écran d'affichage 166.

Il faut souligner que la position de chaque échantillon de signal d'écho (Voxel) est définie d'après la précision géométrique (c'est-à-dire la distance d'un Voxel au suivant) et d'après une ou plusieurs réponses ultrasonores (et des valeurs dérivées de la réponse ultrasonore). Les réponses ultrasonores appropriées comprennent des valeurs d'échelle de gris, des valeurs de flux colorés et des informations angiographiques ou Doppler. Il faut souligner que le système à ultrasons 150 peut également comprendre une entrée utilisateur ou une interface utilisateur pour commander le fonctionnement du système à ultrasons 150.

Il faut souligner que les systèmes à ultrasons 100 et 150 peuvent comporter des organes supplémentaires ou différents. Par exemple, le système à ultrasons 150 peut comporter une interface utilisateur ou une entrée utilisateur 120 (représentée sur la Fig. 1) pour commander le fonctionnement du système à ultrasons 150, notamment pour commander la saisie de données relatives à des patients, des paramètres d'analyse, un changement de mode d'analyse, etc.

La Fig. 3 représente un exemple d'image d'un objet 200 qui peut être acquise par les systèmes à ultrasons 100 et 150. L'objet 200 comporte un volume 202 défini par une pluralité de sections transversales en forme de secteurs avec des limites radiales 204 et 206 divergeant l'une de l'autre suivant un angle 208. Le capteur 106 (représenté sur les figures 1 et 2) concentre et dirige longitudinalement de manière électronique des émissions d'ultrasons pour une analyse suivant des lignes de balayage adjacentes dans chaque plan d'analyse 156 (représenté sur la Fig. 2) et concentre et dirige latéralement, de manière électronique ou mécanique, des émissions d'ultrasons pour analyser des plans de balayage adjacents 156. Les plans d'analyse 156 obtenus par le capteur 106, et comme illustré sur la Fig. 1, sont stockés dans la mémoire 104 et, par balayage, subissent une conversion de coordonnées sphériques en coordonnées cartésiennes par le convertisseur 168 d'analyse de volume. Un volume comportant de multiples plans d'analyse 156 est délivré par le convertisseur 168 d'analyse de volume et est stocké dans la mémoire 160 de tranches

en tant que région de rendu 210. Dans la mémoire 160 de tranches, la région de rendu 210 est constituée par de multiples plans d'analyse adjacents 156.

Les dimensions de la région de rendu 210 peuvent être définies par un opérateur à l'aide d'une interface ou d'une entrée utilisateur afin d'avoir l'épaisseur 212, la largeur 214 et la hauteur 216 de la tranche. Le convertisseur 168 d'analyse de volume (représenté sur la Fig. 2) peut être commandé par la commande 158 (représentée sur la Fig. 2) d'établissement d'épaisseur de tranche afin d'ajuster le paramètre d'épaisseur de la tranche pour former une région de rendu 210 de l'épaisseur voulue. La région de rendu 210 définit la partie du volume échographique analysé 152 qui subit un rendu de volume. Le processeur 162 de rendu de volume accède à la mémoire 160 de tranche et réalise un rendu sur l'épaisseur 212 de tranche de la région de rendu 210.

Considérant maintenant les figures 1 et 2, pendant le fonctionnement, une tranche d'une épaisseur prédéfinie, sensiblement constante (également appelée la région de rendu 210) est déterminée par la commande 158 d'établissement d'épaisseur de tranche et est traitée dans le convertisseur 168 d'analyse de volume. Les données d'échos représentant la région de rendu 210 (représentée sur la Fig. 3) peuvent être stockées dans la mémoire 160 de tranches. Les épaisseurs prédéfinies d'une valeur d'environ 2 mm à environ 20 mm sont ordinaires, cependant des épaisseurs inférieures à environ 2 mm ou supérieures à environ 20 mm peuvent également convenir selon l'application et les données de la zone à analyser. La commande 158 d'établissement d'épaisseur de tranche peut comprendre un élément de commande tel qu'un bouton rotatif avec des valeurs discrètes ou continues d'épaisseur.

Le processeur 162 de rendu de volume projette la région de rendu sur une partie 220 à image d'un ou de plusieurs plans 222 d'image (représenté sur la Fig. 3). A la suite du traitement dans le processeur 162 de rendu de volume, des données sous forme de pixels dans la partie 220 à images peuvent être traitées par le processeur vidéo 164, puis affichées sur l'écran d'affichage 166. La région de rendu 210 peut être située n'importe où et orientée dans n'importe quelle direction à l'intérieur du volume 202. Dans certains cas, selon les dimensions de la région examinée, il peut être avantageux que la région de rendu 210 ne constitue qu'une petite partie du volume 202.

La Fig. 4 représente un schéma de principe d'un exemple de forme de réalisation d'une sonde à ultrasons 250 qui peut être utilisée en liaison avec les

100 ou 150. La sonde à ultrasons 250 comporte un support 252
de réseau de capteurs (le « réseau 252 de capteurs »), des câbles souples 254 de
capteurs, qui peuvent se présenter sous la forme d'un câble de tête d'analyse, et de
multiples cartes de traitement 256 qui supportent des composants électroniques de
5 traitement. Chaque carte de traitement 256 peut comporter une mémoire 258
d'emplacements (qui peut comporter une mémoire vive de géométrie, une mémoire
vive de codage, des registres d'emplacements et des registres de commandes, comme
évoqué plus loin) et des processeurs 260 de signaux. Une unité de commande 262 de
10 mémoire d'emplacements (par exemple, une unité centrale générale, un
microcontrôleur, un PLD ou analogue) peut également être présente et comporte une
interface de communication 264.

L'interface de communication 264 crée un échange de données avec un
système hôte 266 sur des lignes de communication 268 (par exemple, des lignes de
15 signaux numériques) et par l'intermédiaire d'un câble 270 de système. En outre, dans
un exemple de forme de réalisation, le câble 270 de système comporte des câbles
coaxiaux 272 qui se connectent sur les cartes de traitement 256 pour communiquer
au réseau 252 de capteurs des signaux impulsionnels d'émission et communiquer au
système hôte 266 des signaux de réception, après une conformation de faisceau. La
sonde 250 peut également comporter un connecteur 274 à l'aide duquel la sonde 250
20 se connecte au système hôte 266.

Un collier de serrage 267 peut être prévu pour maintenir les câbles souples
254 des capteurs contre les cartes de traitement 256. De ce fait, le collier de serrage
276 contribue à établir une connectivité électrique entre les câbles souples 254 de
capteurs et les cartes de traitement 256. Le collier 276 peut comporter une goupille
25 de fixation 278 et un boulon 280, bien que d'autres formes de réalisation conviennent
également.

Le réseau 252 de capteurs est fixé au support, comme décrit plus en détail
ci-après en référence à la Fig. 5. Les câbles souples 254 de capteurs créent des
connexions de signaux électriques à travers le support. Dans un exemple de forme de
30 réalisation, il y a quarante deux câbles souples 254 de capteurs, chacun avec
cinquante connexions de signaux. Ainsi, les câbles souples 254 de capteurs
permettent des connexions de signaux d'émission et de réception pour un nombre
atteignant deux mille cent éléments transducteurs dans le réseau 252 de capteurs,
bien qu'on puisse en utiliser moins. Par exemple, chaque carte de traitement 256 peut

se coupler à six câbles souples 254 de capteurs, et comporte donc des connexions de signaux pour trois cents éléments transducteurs.

Comme les câbles souples 254, les cartes de traitement 256 peuvent être en matière souple, par exemple un polyimide, un polyester, etc. Les cartes de traitement
5 256 comportent les composants électroniques de traitement pour le réseau 252 de capteurs, dont les processeurs 260 de signaux qui exécutent une conformation de faisceau sur les ouvertures de réception dans le réseau 252 de capteurs.

Chaque processeur 260 de signaux peut, par exemple, être prévu pour quatre
10 ouvertures de réception ménagées à des emplacements choisis dans l'espace sur le réseau 252 de capteurs. Les ouvertures de réception peuvent être des ouvertures triangulaires comportant quinze éléments transducteurs acoustiques disposés, par exemple, sous la forme d'une rangée de cinq éléments au-dessus d'une rangée de quatre éléments elle-même au-dessus d'une rangée de trois éléments au-dessus d'une rangée de deux éléments elle-même au-dessus d'un seul élément. En outre, chaque
15 carte de traitement 256 peut comporter cinq processeurs 260 de signaux. Ainsi, dans la direction de la réception, chaque carte de traitement 256 peut traiter vingt ouvertures de réception, comportant chacune quinze éléments transducteurs acoustiques.

Pour chaque faisceau d'ultrasons, l'unité de commande 262 de mémoire
20 d'emplacements se connecte par l'intermédiaire des lignes 273 de signaux numériques (portées par exemple par un câble souple séparé) à chaque mémoire 258 d'emplacements sur chaque carte de traitement. L'unité de commande 262 de mémoire d'emplacements communique les informations d'emplacements dans l'espace à chaque mémoire 258 d'emplacements pour chaque ouverture de réception
25 traitée par les processeurs 260 de signaux sur les cartes de traitement 256. Les lignes de signaux numériques 273 peuvent par exemple comporter une ligne d'horloge pour chaque carte de traitement 256, une ligne de données d'instructions série pour chaque carte de traitement 256, deux lignes de données (pour un total de quatorze lignes de données) connectées à chaque carte de traitement 256, une activation de sortie pour
30 un ou plusieurs des processeurs 260 de signaux, et un signal d'essai.

L'unité de commande 262 de mémoire d'emplacements communique avec le système hôte 266 sur les lignes 273 de signaux numériques qui, par exemple, peuvent faire partie d'un port série synchrone. A cette fin, l'interface de communication 264 et les lignes 273 de signaux numériques peuvent constituer une
35 interface de signaux différentiels à basse tension, comportant par exemple un câble

coaxial avec un blindage à la terre et un fil central de signal. L'unité de commande 262 de mémoire d'emplacements comporte un bloc de mémoire cache 275, par exemple de un à huit mégaoctets de mémoire vive statique (SRAM).

5 La Fig. 5 représente un exemple de forme de réalisation du réseau 252 de capteurs. Le réseau 252 de capteurs comporte une céramique piézoélectrique 302 qui convertit l'énergie électrique en énergie acoustique et l'énergie acoustique en énergie électrique. La céramique piézoélectrique 302 est située au centre du réseau 252 de capteurs. Du côté signal, la céramique piézoélectrique 302 est fixée à un bloc d'appui 304 sur l'axe z, constitué par une alternance de couches de câbles souples 254 de capteurs et d'un matériau acoustique absorbant 308 fixé dans le bloc d'appui massif 304.

10 Le bloc d'appui 304 est découpé dans une direction perpendiculaire à l'orientation des câbles souples 254 de capteurs en exposant de ce fait les extrémités aux différents rubans 306 de circuits des câbles souples 254 de capteurs afin de réaliser une connexion à haute densité de signaux. La céramique 302, une couche intérieure électriquement conductrice d'adaptation acoustique 310 (par exemple un graphite à apport métallique, par exemple du graphite antimonié), et la surface supérieure du bloc d'appui 304 sont découpées en dés en une seule opération pour former des éléments transducteurs acoustiques discrets 312 centrés sur chacun des rubans souples 306 de circuit dans les câbles souples 254 de capteurs. Ainsi, il y a un plan 313 de signaux sur le bloc d'appui 304 sur l'axe z.

20 Chaque ruban 306 de circuit est au contact du fond, ou côté signal, d'un élément transducteur 312. Une couche métallique de masse 314 est appliquée sur une face de la couche extérieure d'adaptation acoustique 316, laquelle peut être en matière plastique. Cette couche d'adaptation 316 est fixée au dessus de chaque élément 312 pour former une connexion à la terre d'un côté à l'autre de la face du réseau 252 de capteurs. La couche extérieure d'adaptation 316 est partiellement découpée en dés pour la séparer en éléments discrets, ce qui améliore l'angle acceptable de l'élément transducteur 312. Cependant, dans un exemple de forme de réalisation, le découpage en dés ne pénètre pas jusqu'à la couche métallique de masse 314.

30 La connexion électrique à la terre pour chaque élément transducteur 312 est réalisée par l'intermédiaire des éléments 318 les plus extérieurs du capteur. Une masse enveloppante 320 sur la céramique 302 est également présente. Une fois le

réseau 252 de capteurs monté dans une tête d'analyse ou une enveloppe de la tête, un mince revêtement protecteur de silicones peut être appliqué.

Il faut souligner que des réseaux de transducteurs différents pouvant avoir des interconnexions différentes peuvent, si on le souhaite ou si nécessaire, être
5 utilisés (par exemple en fonction du type ou de l'emploi de la sonde). Par exemple, la Fig. 5 représente une configuration d'interconnexion convenant pour des réseaux nécessitant une interface électrique d'une densité très forte (par exemple, des réseaux bidimensionnels (2D)). Cependant, d'autres types de réseaux, par exemple des réseaux unidimensionnels (1D), ne nécessitent pas d'interfaces électriques d'une
10 aussi forte densité et d'autres configurations d'interconnexion peuvent mieux convenir. Par exemple, dans un réseau 1D, le réseau 1D comporte un seul câble souple 254 de capteurs dans lequel les rubans 306 de circuits sont au contact des éléments du réseau 252 de capteurs. Les éléments du réseau 252 de capteurs sont juxtaposés, car les rubans 306 de circuit sur le câble souple 254 de capteurs sont
15 juxtaposés. Des configurations similaires avec un seul câble souple 254 de capteurs peuvent être utilisées, par exemple avec des réseaux à 1,25, 1,5 ou 1,75 dimensions.

Diverses formes de réalisation de la présente invention comprennent un ou plusieurs circuits de commande de signaux pour commander la communication de signaux entre le système hôte 266 (représenté sur la Fig. 4) et le réseau 252 de capteurs (représenté sur la Fig. 4). Dans un exemple de forme de réalisation
20 représenté sur la Fig. 6, le ou les circuits de commande de signaux comprennent un ou plusieurs circuits de multiplexage 400 auxquels sont connectés les câbles souples 254 de capteurs provenant du réseau 252 de capteurs pour multiplexer des signaux entre le réseau 252 de capteurs et le système hôte 266. Par exemple, on peut utiliser
25 une carte de circuits imprimés ayant des circuits intégrés montés sur sa surface et comportant des commutateurs (par exemple des MOSFET) pour commander la commutation du réseau 252 de capteurs et, plus particulièrement, la connexion d'éléments transducteurs 312 (représentés sur la Fig. 5) à un ou plusieurs canaux du système à ultrasons 100 ou 150 (connecté par exemple à un ou plusieurs canaux du système hôte 266 (représenté sur la Fig. 4)). En particulier, les circuits de
30 multiplexage 400 commandent la transmission de signaux impulsionnels au réseau 252 de capteurs qui excitent les éléments transducteurs comme, par exemple, les éléments en céramique piézoélectrique 302. Les circuits de multiplexage 400 commandent aussi la communication de signaux d'échographie reçus par les

éléments en céramique piézoélectrique 302, lesquels signaux sont communiqués au système hôte 266.

Comme représenté sur les figures 7 et 8, les circuits de multiplexage 400 peuvent être respectivement conçus sous la forme d'un système de multiplexage de sélecteurs ou d'un système de multiplexage de cellules de conformation de faisceau. En particulier, comme représenté sur la Fig. 7, les circuits de multiplexage 400 peuvent comporter une ou plusieurs cellules de multiplexage 401 de sélecteur comportant un ou plusieurs commutateurs (par exemple des MOSFET). Chacune des cellules de multiplexage 401 peut constituer un circuit intégré séparé. Les cellules de multiplexage 401 permettent une opération de multiplexage (par exemple, une opération de commutation) pour commander le réseau 252 de capteurs. Comme représenté sur la Fig. 8, les circuits de multiplexage 400 peuvent comporter une seule ou plusieurs cellules 403 de conformateurs de faisceaux contenant des éléments conformateurs de faisceaux. Chacune des cellules 403 de conformateurs de faisceaux peut se présenter sous la forme d'un circuit intégré séparé. Les cellules 403 de conformateurs de faisceaux permettent une opération de multiplexage (par exemple une opération de conformation de faisceau) pour commander le réseau 252 de capteurs.

Les figures 9 et 10 illustrent un exemple de forme de réalisation de la sonde 250 et, en particulier, d'une sonde d'imagerie de volume, ayant un réseau 252 de capteurs communiquant avec un système hôte 266 (représenté sur la Fig. 4). La sonde 250 comporte un boîtier 450 ayant une première chambre 452 (par exemple, une chambre sèche) et une deuxième chambre 454 (par exemple une chambre humide). La première chambre 452 et la deuxième chambre 454 peuvent constituer un seul ensemble (par exemple, une structure unitaire) ou sous la forme d'ensembles séparés reliés l'un à l'autre. Dans un exemple de forme de réalisation, la première chambre 452 est une chambre sèche ou d'air contenant un moyen d'entraînement pour commander mécaniquement le réseau 252 de capteurs et un moyen de communication pour commander électriquement le réseau 252 de capteurs. Globalement, le moyen d'entraînement comprend un moteur électrique 456 (par exemple, un moteur pas à pas) et un système d'engrenage 458 tel qu'un système d'engrenage à deux étages ayant un entraînement par courroie et un entraînement par câble. Globalement, le moyen de communication comprend une ou plusieurs lignes de communication, par exemple agencé sous la forme d'une ou plusieurs cartes souples 460 de circuits imprimés qui se connectent à une extrémité du câble 270 du

ystème (représenté sur la Fig. 4), par exemple, par l'intermédiaire de cartes rigides 461 de circuits imprimés connectées à des éléments de connexion 473 et, à l'autre extrémité, aux câbles coaxiaux 272. De ce fait, le moyen de communication assure une communication entre le réseau 252 de capteurs et le système hôte 266.

5 Il faut souligner que bien que le moyen d'entraînement et le moyen de communication soient décrits ici comme comportant des organes spécifiques, ils ne se limitent pas à ceux-ci. Par exemple, le moyen d'entraînement peut avoir un système d'engrenage différent et le moyen de communication peut avoir des éléments de connexion ou des lignes de transmission différents.

10 Dans le présent exemple de forme de réalisation, la deuxième chambre 454 est une chambre humide (par exemple une chambre contenant un liquide acoustique) qui contient un moyen d'entraînement de capteurs pour déplacer (par exemple faire tourner) le réseau 252 de capteurs et un moyen de commande de capteurs pour entraîner de manière sélective des éléments du réseau 252 de capteurs (par exemple
15 les composants piézoélectriques en céramique 302. Le moyen d'entraînement de capteurs comprend globalement un arbre d'entraînement 462 accouplé avec un boîtier 464 de tête d'analyse supporté, par exemple, par des supports (non représentés), lequel arbre sert à déplacer le réseau 252 de capteurs en tant que partie d'une tête d'analyse 475 lorsqu'il est entraîné par le moyen d'entraînement. Un
20 élément de support (non représenté) peut également être prévu pour supporter le boîtier 464 de tête d'analyse et un ressort de poussée 469 peut par exemple être prévu pour assurer une tension adéquate sur le moyen d'entraînement et le moyen d'entraînement de capteurs. Il faut souligner qu'une membrane acoustique 466 peut être disposée autour du boîtier 464 de tête d'analyse et faire partie du boîtier 450. Le
25 moyen de commande de capteurs comporte globalement les câbles coaxiaux 272 (par exemple, trois couches de soixante quatre câbles coaxiaux) et/ou une carte souple 460 de circuit imprimé, et des circuits de multiplexage 400 connectés au réseau 252 de capteurs comme décrit plus en détail ici. Les moyens de communication sont connectés aux moyens d'entraînement de capteurs à l'aide de n'importe quel
30 connecteur approprié, par exemple un système de connecteur à broches complémentaires.

Il faut souligner que bien que le moyen d'entraînement de capteurs et le moyen de commande de capteurs soient décrits ici comme ayant des organes spécifiques, ils ne s'y limitent pas. Par exemple, le moyen d'entraînement de
35 capteurs peut avoir un système d'arbre différent et le moyen de commande de

capteurs peut avoir des circuits de commande ou des lignes de transmission différents. Il faut également souligner que des organes supplémentaires ou différents peuvent être prévus en ce qui concerne la sonde 250, selon le besoin ou le souhait, et/ou d'après le type et l'application particuliers de la sonde 250. Par exemple, selon
5 le type de sonde 250, une lentille couvrant le réseau 252 de capteurs peut également être prévue.

Dans un exemple de forme de réalisation, et comme représenté sur la Fig. 11, la première chambre 452 et la deuxième chambre 454 comportent un ou plusieurs éléments d'étanchéité 468 pour constituer un système d'étanchéité aux liquides entre
10 la première chambre 452 et la deuxième chambre 454. Un élément de support 470 est disposé entre la première chambre 452 et la deuxième chambre 454 pour laisser passer à travers celui-ci une partie du moyen d'entraînement (par exemple, une partie de câble d'un système d'entraînement par câble) ou une partie du moyen de communication (par exemple la carte souple 460 de circuit imprimé). Par exemple,
15 une ou plusieurs fentes ou ouvertures 472 peuvent être ménagées et faire partie de l'élément de support 470, un élément d'étanchéité 474 (par exemple, une plaque d'aluminium) assurant une bonne étanchéité entre la première chambre 452 et la deuxième chambre 454.

Considérant à nouveau les figures 9 et 10, ainsi que la Fig. 12, un ou
20 plusieurs circuits de multiplexage 400 sont connectés au réseau 252 de capteurs pour commander le réseau 252 de capteurs comme décrit plus en détail ici. Dans un exemple de forme de réalisation, un circuit de multiplexage séparé 400 est prévu en liaison avec chaque côté 480 du réseau 252 de capteurs, étant par exemple connecté (par exemple par une résine époxy) au matériau acoustique absorbant 308 (représenté
25 sur la Fig. 5). Cependant, il faut noter que des circuits de multiplexage 400 en plus ou moins grand nombre peuvent être utilisés selon le désir ou le besoin. En outre, les circuits de multiplexage 400 peuvent être disposés ailleurs dans la tête d'analyse 475.

Dans un exemple de forme de réalisation, les circuits de multiplexage 400 sont connectés au réseau 252 de capteurs par l'intermédiaire d'un élément de
30 connexion 404 (par exemple, une carte souple de circuit imprimé), qui peut également comporter une carte souple 406 de circuit imprimé de capteur. Les circuits de multiplexage 400 sont également connectés aux câbles coaxiaux 272 (par exemple, une carte de multiplexage pour une interconnexion avec un câble). Les circuits de multiplexage 400 sont noyés dans un matériau d'étanchéité (par exemple,
35 une résine époxy) pour isoler les circuits de multiplexage 400 par rapport au liquide

présent dans la deuxième chambre 454. Les circuits de multiplexage 400 peuvent comporter un ou plusieurs éléments de multiplexage 402 (par exemple, des cellules de multiplexage).

5 Ainsi, comme représenté sur la Fig. 13, le réseau 252 de capteurs est connecté par l'intermédiaire des circuits de multiplexage 400 aux câbles coaxiaux 272. Les câbles coaxiaux 272 sont connectés au câble 270 de système par l'intermédiaire des cartes souples 460 de circuit imprimé, de la carte rigide 461 de circuit imprimé et des éléments de connexion 473, comme décrit ici. Le câble 270 de système est ensuite connecté au système hôte 266.

10 Les circuits de multiplexage 400 permettent de commander le fonctionnement du réseau 252 de capteurs avec un nombre réduit de lignes de communication (par exemple, un nombre réduit de câbles coaxiaux 272) venant de la tête d'analyse mobile 475 comme représenté sur les figures 14-16. Il faut également souligner que le réseau 252 de capteurs peut être conçu pour fonctionner dans
15 différents modes, par exemple un mode de fonctionnement à 1, 1,25, 1,5, 1,75 et 2 dimensions.

LISTE DES REPERES

100	Système à ultrasons
102	Emetteur
104	Eléments
106	Capteur
108	Récepteur
110	Conformateur de faisceau
112	Processeur RF
114	Mémoire tampon RF/IQ
116	Processeur de signaux
118	Système d'affichage
120	Interface ou entrée utilisateur
122	Mémoire tampon d'image
150	Système à ultrasons
152	Volume d'ultrasons analysé
154	Mémoire
156	Plans de balayage
158	Commande d'établissement de tranche
160	Mémoire de tranches
162	Processeur de rendu de volume
164	Processeur vidéo
166	Ecran d'affichage
168	Convertisseur de balayage de volume
200	Sujet
202	Volume
204	Limites radiales
206	Limites radiales
208	Angle
210	Région de rendu
212	Epaisseur de la tranche
214	Largeur

216	Hauteur
220	Partie d'image
222	Plan (S)
250	Sonde
252	Réseau de capteurs
254	Câbles souples
256	Cartes de traitement
258	Mémoire d'emplacements
260	Processeur de signaux
262	Unité de commande de mémoire d'emplacements
264	Interface de communication
266	Système hôte
268	Lignes de communication
270	Câble du système
272	Câbles coaxiaux
273	Ligne de signaux numériques
274	Connecteur
275	Mémoire cache
276	Collier
278	Goupille
280	Boulon
302	Céramique piézoélectrique
304	Bloc d'appui
306	Ruban de circuit
308	Matériau acoustique absorbant
310	Couche intérieure d'adaptation acoustique
312	Eléments transducteurs acoustiques discrets
313	Plan du signal
314	Couche métallique de masse
316	Couche extérieure d'adaptation
318	Eléments extérieurs
320	Masse enveloppante
400	Circuits de multiplexage
401	Cellules de multiplexeurs

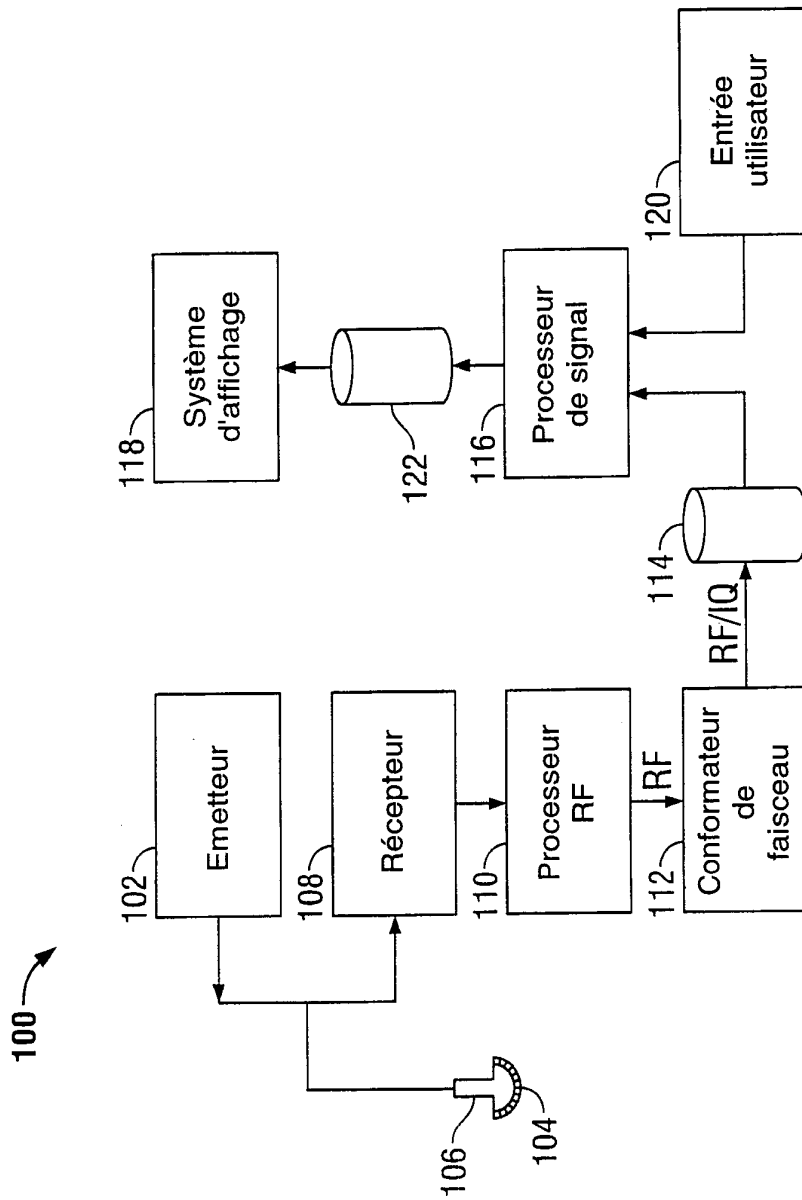
402	Eléments de multiplexage
404	Elément de connexion
406	Carte souple de circuit imprimé
450	Boîtier
452	Première chambre
454	Deuxième chambre
456	Moteur
458	Système d'engrenage
460	Cartes souples de circuits imprimés
461	Carte rigide de circuit imprimé
462	Arbre d'entraînement
464	Boîtier de tête d'analyse
466	Membrane acoustique
468	Eléments d'étanchéité
469	Ressort de sollicitation
470	Elément de support
472	Fentes ou ouvertures
473	Eléments de connexion
474	Elément d'étanchéité
475	Tête d'analyse
480	Côté

REVENDICATIONS

1. Sonde (250) à ultrasons, comprenant :
une tête d'analyse (475) conçue pour fonctionner en se déplaçant dans
5 un boîtier (464) ; et
un circuit de commande de signaux à l'intérieur de la tête d'analyse
pour commander un réseau (252) de transducteurs, le circuit de commande de
signaux étant conçu pour réaliser une opération de multiplexage pour commander
une pluralité d'éléments transducteurs formant le réseau de transducteurs.
- 10 2. Sonde (250) à ultrasons selon la revendication 1, caractérisée en ce
que le réseau (252) de transducteurs est à l'intérieur de la tête d'analyse (475).
3. Sonde (250) à ultrasons selon la revendication 1, caractérisée en ce
que le circuit de commande de signaux comporte au moins un élément de
multiplexage (402).
- 15 4. Sonde (250) à ultrasons selon la revendication 1, caractérisée en ce
que le circuit de commande de signaux coopère avec le réseau (252) de
transducteurs.
5. Sonde (250) à ultrasons selon la revendication 1, caractérisée en ce
que le circuit de commande de signaux est monté sur le réseau (252) de
20 transducteurs.
6. Sonde (250) à ultrasons selon la revendication 1, caractérisée en ce
que le circuit de commande de signaux est noyé dans un matériau d'étanchéité.
7. Sonde (250) à ultrasons selon la revendication 1, caractérisée en ce
qu'elle comporte en outre un moyen de commutation et en ce que le circuit de
25 commande de signaux est conçu pour se connecter au moyen de communication pour
assurer la communication entre le réseau (252) de transducteurs et un système hôte
(266).
8. Sonde (250) à ultrasons selon la revendication 1, caractérisée en ce
qu'elle comprend en outre un moyen d'entraînement de transducteurs et en ce que le
30 circuit de commande de signaux est conçu pour être connecté au moyen
d'entraînement de transducteurs.
9. Sonde (250) à ultrasons selon la revendication 1, caractérisée en ce
que le circuit de commande de signaux est conçu pour se connecter à un côté du
réseau (252) de transducteurs.

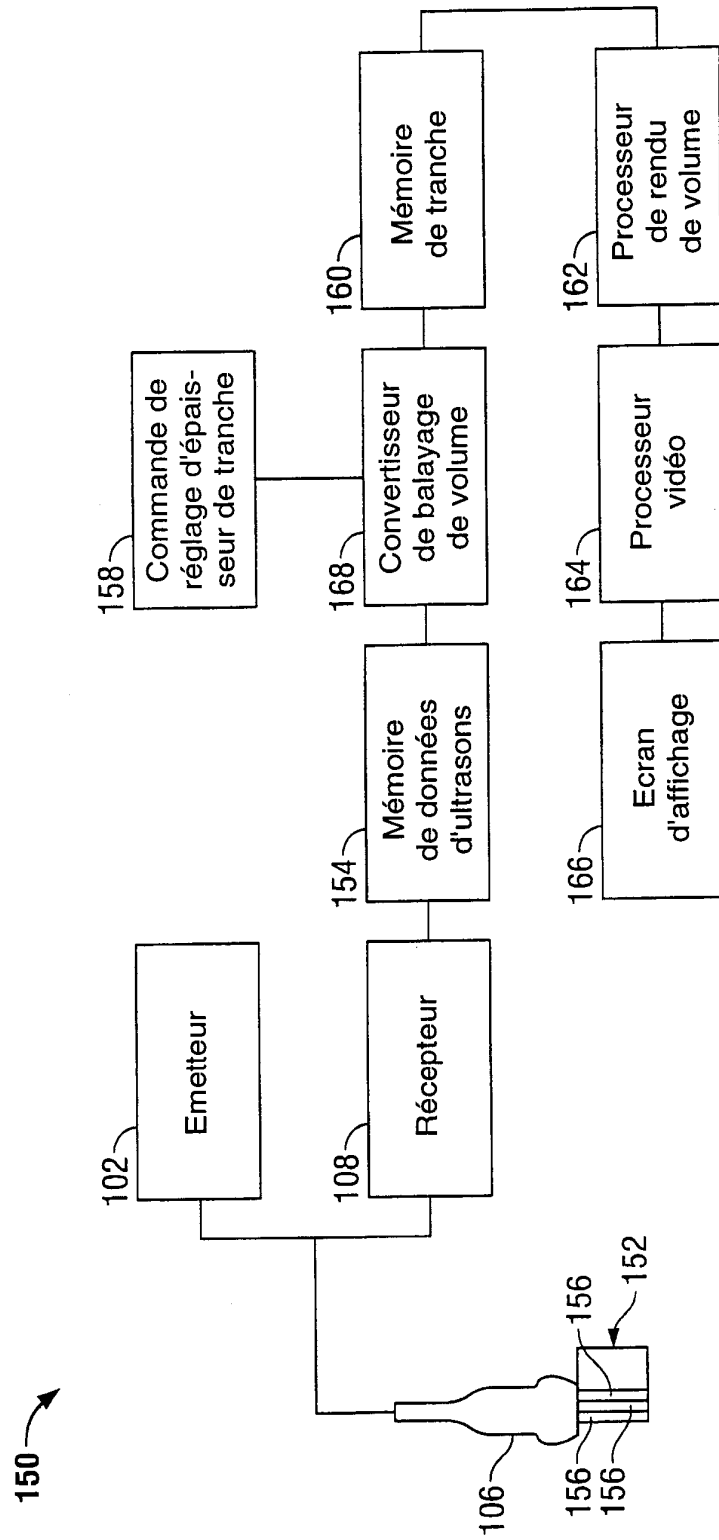
10. Sonde (250) à ultrasons selon la revendication 1, caractérisée en outre en ce qu'elle comprend une première chambre (452) et une deuxième chambre (454), la tête d'analyse (475) et un circuit de commande de signaux logés dans la deuxième chambre et un moyen d'entraînement et un moyen de communication logés dans la
- 5 première chambre pour commander la tête d'analyse et le circuit de commande de signaux.

FIG.1



2/11

FIG.2



3/11

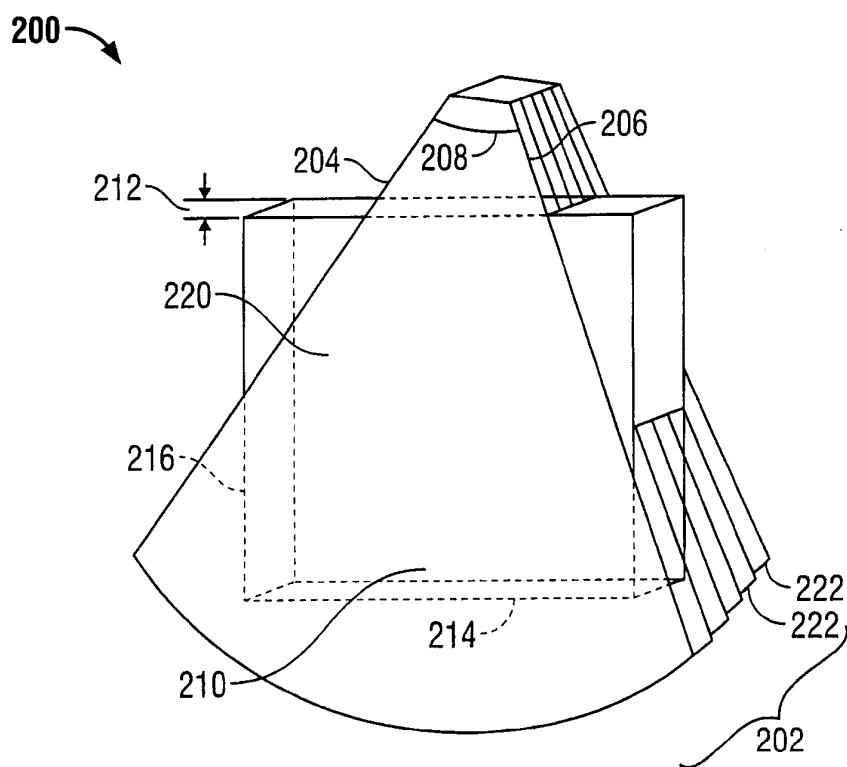
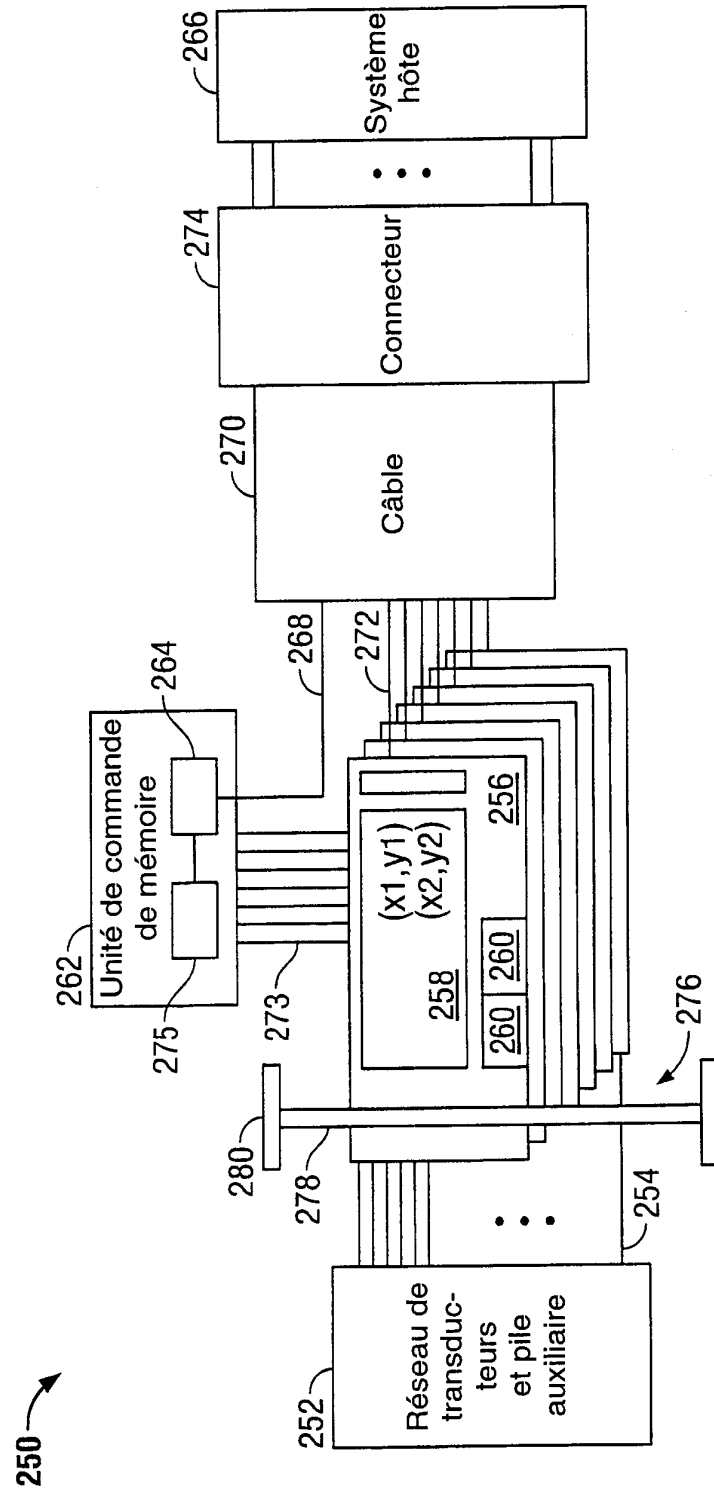
FIG. 3

FIG.4



5/11

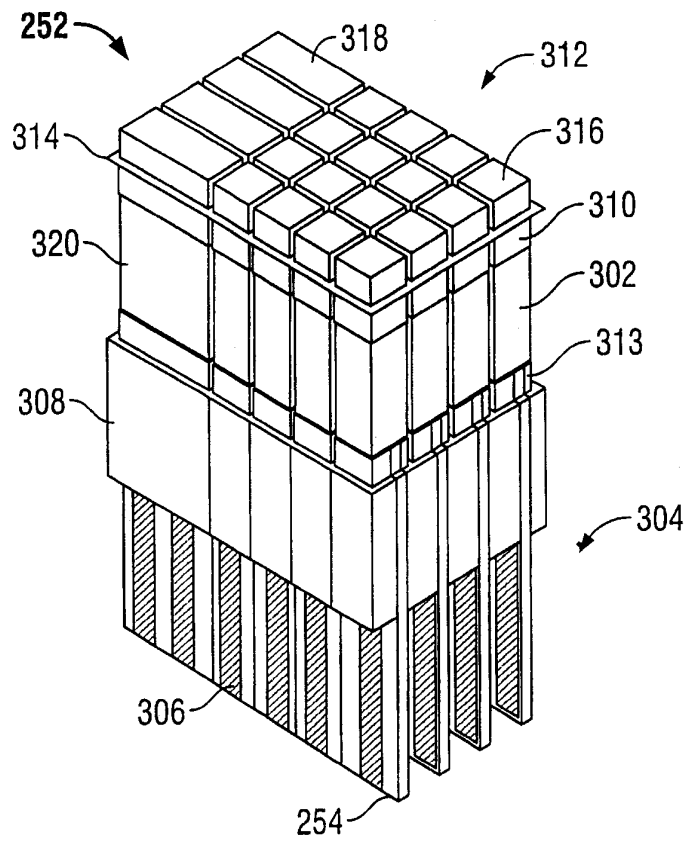
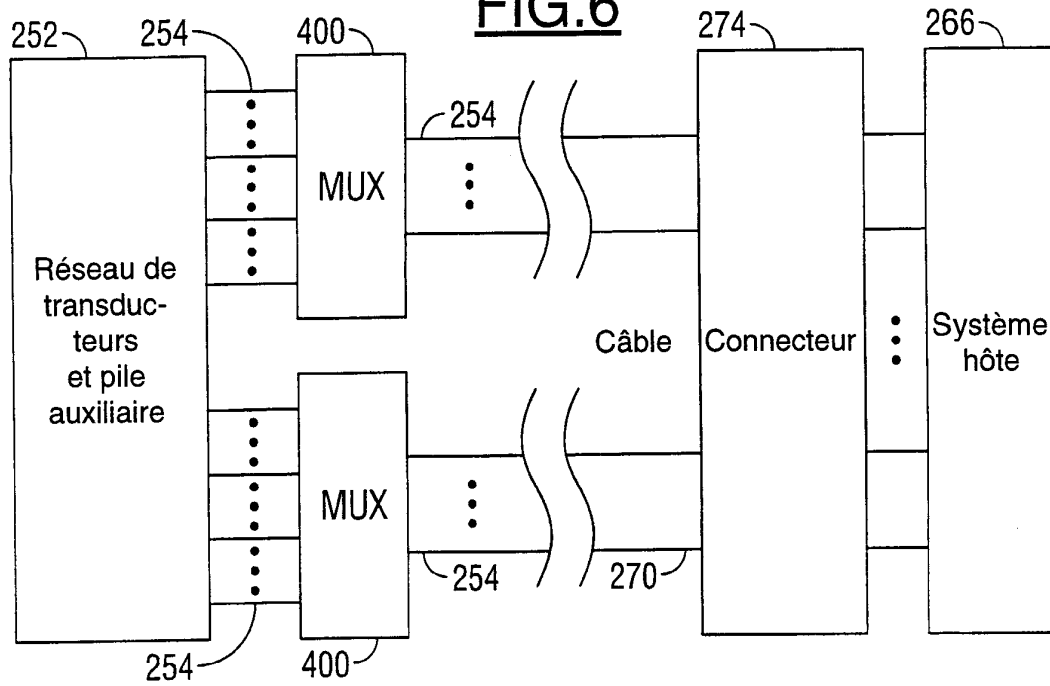
FIG.5**FIG.6**

FIG. 7

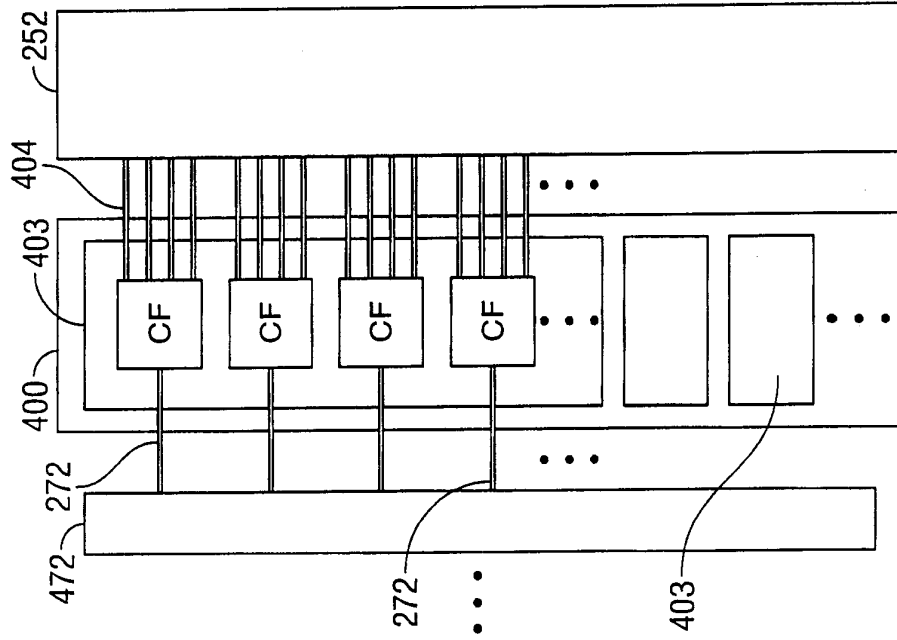


FIG. 8

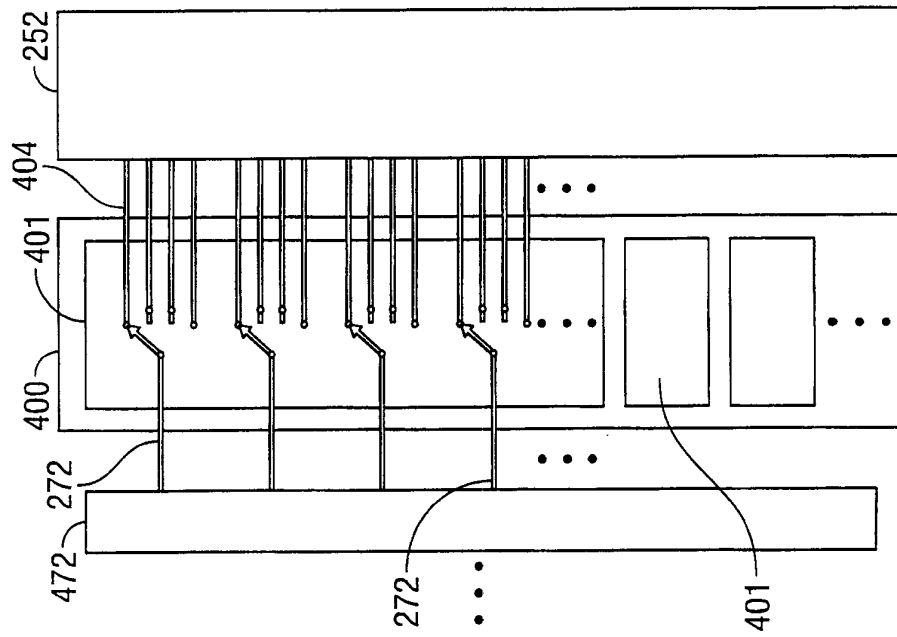


FIG. 10

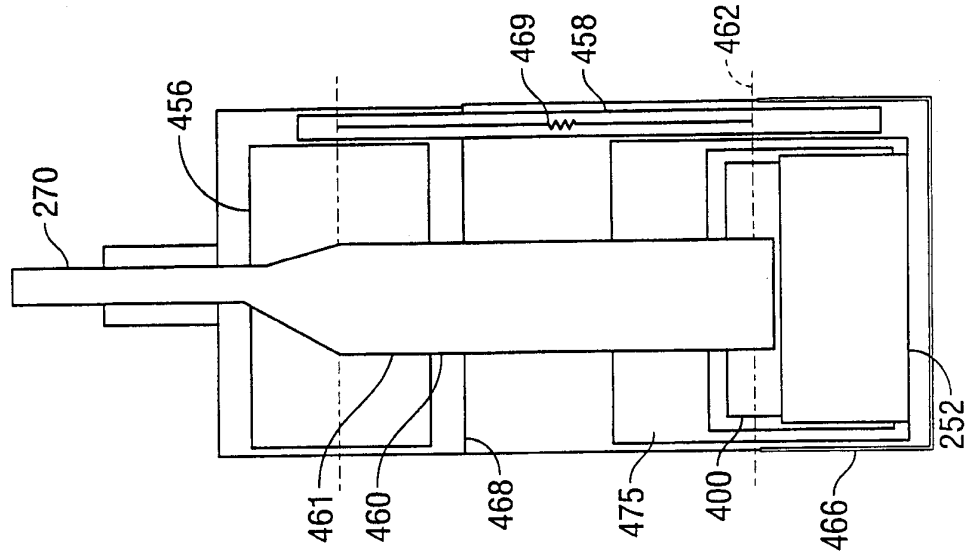
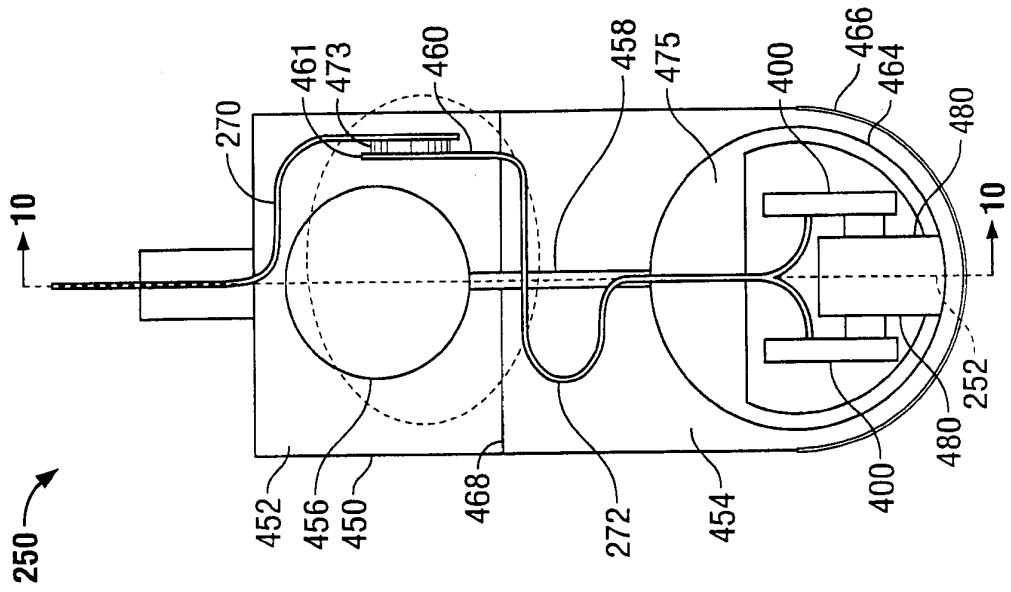
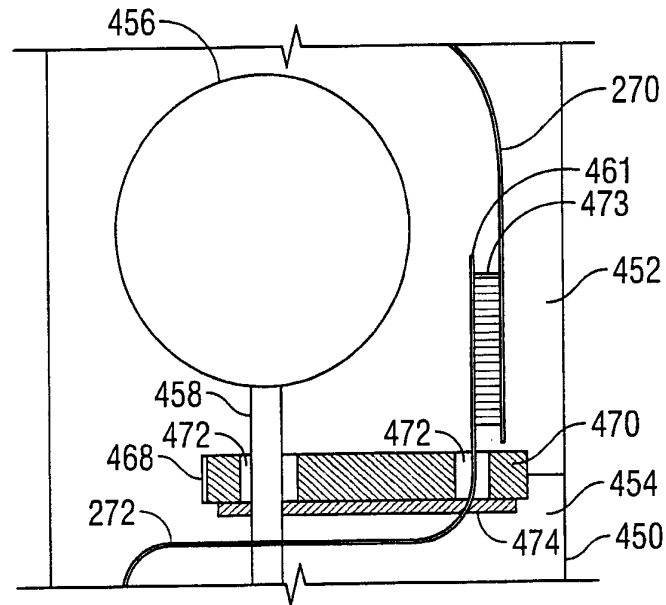
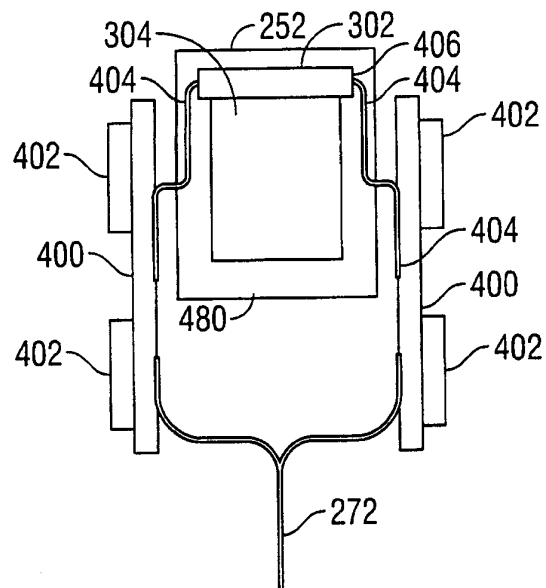


FIG. 9

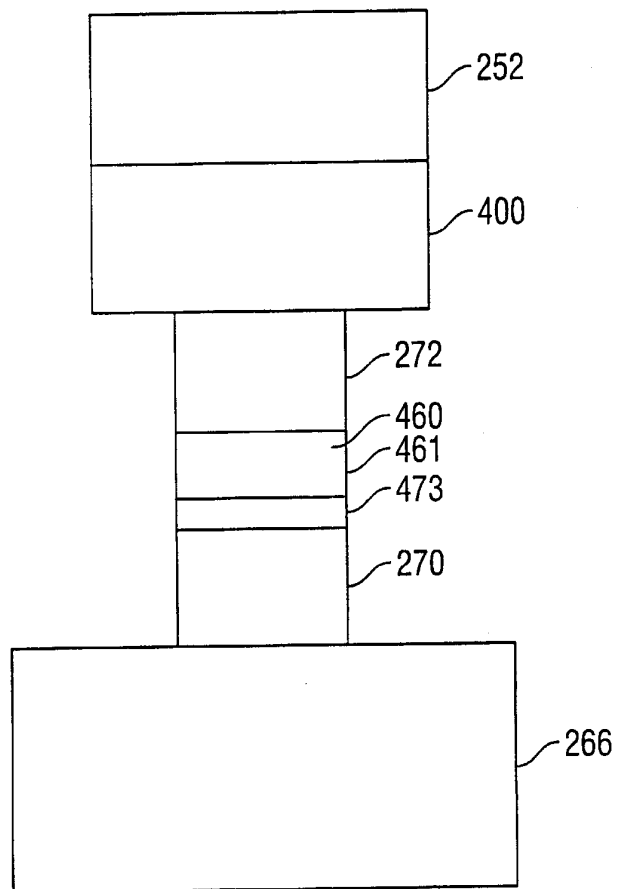


8/11

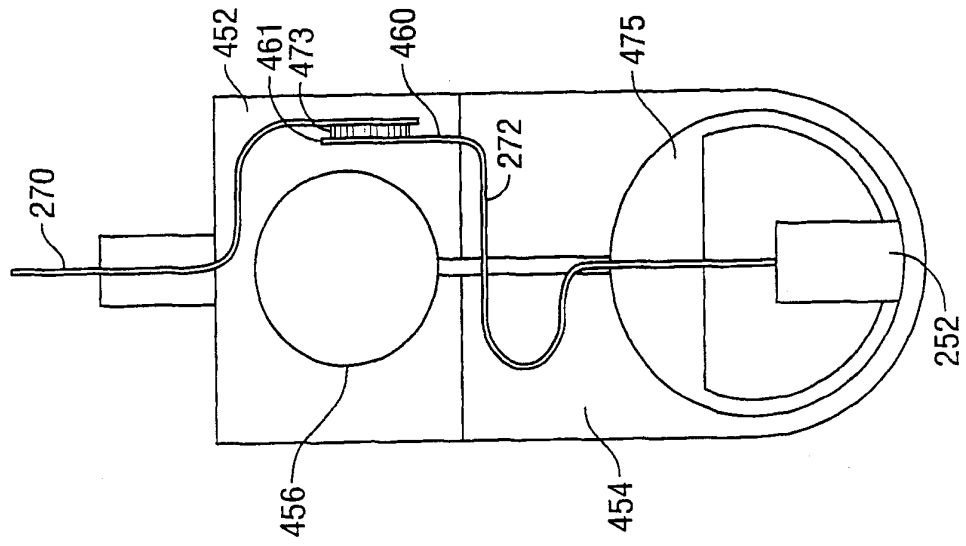
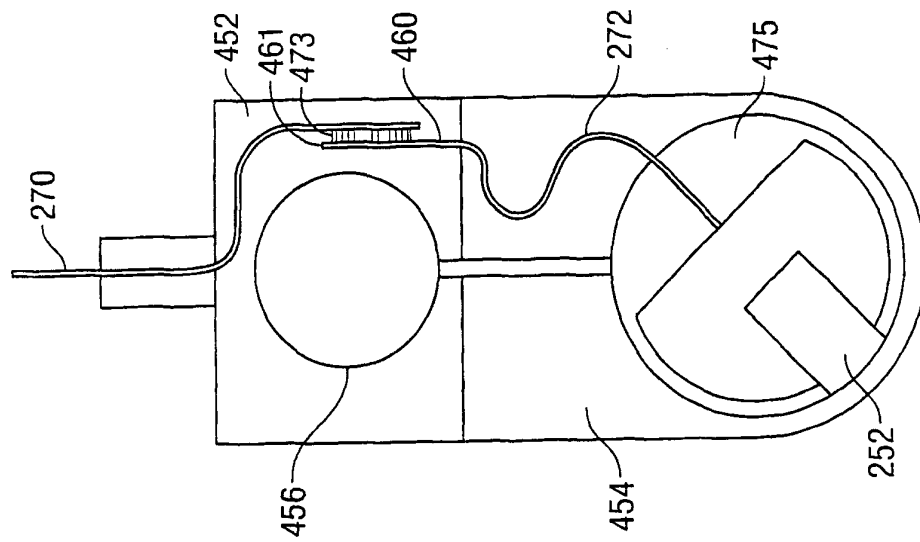
FIG.11**FIG.12**

9/11

FIG.13



10/11

FIG.15FIG.14

11/11

FIG. 16