

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication : **2 872 583**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **05 06413**

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : G 01 S 15/00 (2006.01), H 04 R 23/02 // A 61 B 8/14

⑫

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 23.06.05.

③0 Priorité : 30.06.04 US 10881986.

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 06.01.06 Bulletin 06/01.

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.

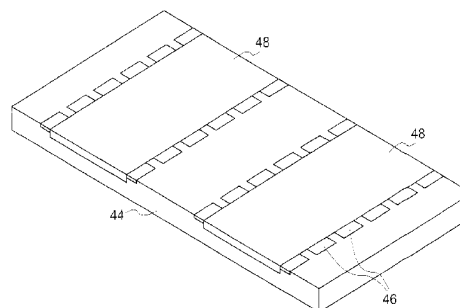
⑦2 Inventeur(s) : SMITH LOWELL SCOTT, FISHER RAYETTE ANN, MILLS DAVID M et BAUMGARTNER CHARLES EDWARD.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : CASALONGA ET JOSSE.

⑤4 TRANSDUCTEUR ULTRASONORE AVEC CAPTEURS SUPPLEMENTAIRES.

⑤7 La présente technique propose la fabrication et/ou l'utilisation d'une sonde ultrasonore configurée pour acquérir des données non d'imagerie en plus de données d'imagerie. En particulier, la sonde ultrasonore comprend un transducteur ultrasonore micro-usiné (48) formé sur la surface d'un substrat (44) en utilisant des techniques de micro-systèmes électromécaniques ou d'autres techniques associées à la fabrication des composants à semiconducteur. Des capteurs non d'imagerie (46) sont formés sur le substrat, soit sur la surface soit à l'intérieur, ou sur un substrat proche du substrat sur lequel est formé le transducteur. Les capteurs non d'imagerie peuvent être utilisés pour acquérir des données non d'imagerie conjointement avec l'acquisition de données d'imagerie par le transducteur.



FR 2 872 583 - A1



## TRANSDUCTEUR ULTRASONORE AVEC CAPTEURS SUPPLEMENTAIRES

L'invention porte globalement sur des systèmes d'imagerie ultrasonore et plus spécifiquement sur des sondes ultrasonores à usage dans des systèmes d'imagerie ultrasonore.

5 Diverses techniques ont été mises au point pour permettre à des médecins et du personnel médical de générer des images de régions internes d'un patient. L'une de ces techniques est l'imagerie ultrasonore, qui se base sur la détection d'ondes acoustiques pour établir la structure interne et la composition d'un patient. Les données obtenues à partir des ondes acoustiques détectées peuvent être traitées pour générer des images ou  
10 des représentations graphiques, qui peuvent être réexaminées et/ou analysées par un médecin ou technicien pour établir un diagnostic ou autre évaluation médicale.

L'interface entre le système d'imagerie ultrasonore et le patient est un transducteur ultrasonore qui est capable de convertir des impulsions électriques et des impulsions acoustiques, pour permettre la génération et l'acquisition des données  
15 ultrasonores. En particulier, le transducteur ultrasonore génère des ondes acoustiques qui se propagent à travers les tissus du patient, et mesure des réflexions acoustiques qui fournissent les informations utilisées pour générer des images ultrasonores. Le transducteur ultrasonore est typiquement incorporé dans une sonde ultrasonore, qui est typiquement une unité portable pouvant être tenue et manœuvrée par un technicien  
20 médical au cours de l'examen d'un patient. Comme le comprendront les personnes ayant des compétences ordinaires dans l'art, il peut être souhaitable d'acquérir d'autres données, telles que des données de température et/ou de position, conjointement avec le processus d'imagerie ultrasonore. En particulier, ces données supplémentaires peuvent être utiles dans la génération d'images ultrasonores et/ou dans l'évaluation des données  
25 d'imagerie.

Généralement, quand des données supplémentaires sont souhaitées telles que des données de température, de position et/ou autres données, des capteurs discrets séparés sont placés près du transducteur, soit sur la sonde ultrasonore soit séparés d'elle. Par exemple, une surveillance thermique peut être réalisée par des thermistances montées  
30 dans la matière absorbante du transducteur ou adjacentes au transducteur de la sonde

ultrasonore. De manière similaire, des données de positionnement peuvent être obtenues en utilisant des capteurs de positionnement, tels que des capteurs de position à infrarouge ou à champ électromagnétique, attachés sur la sonde ultrasonore ou près d'elle. De manière similaire, un crochet commutateur ou autre capteur de proximité monté sur la sonde ultrasonore peut être utilisé pour fournir des données relatives à un contact avec le patient ou à sa proximité, qui peuvent indiquer ou lancer une opération de balayage. De manière similaire, d'autres données d'intérêt peuvent être obtenues en utilisant des capteurs appropriés déployés près de la sonde ou sur elle.

Toutefois, ces configurations à capteur séparé peuvent rendre le processus d'imagerie ultrasonore plus fastidieux et inconfortable pour l'opérateur. En conséquence, il peut être souhaitable d'acquérir d'autres données non d'imagerie souhaitées sans utiliser de capteurs non d'imagerie séparés et/ou distincts.

Selon un premier aspect de la présente technique, il est proposé une sonde ultrasonore. La sonde comprend un transducteur ultrasonore formé sur une surface d'un premier substrat, une membrane et une cavité située entre la surface du premier substrat et la membrane. La sonde ultrasonore comprend en outre un ou plusieurs capteurs non d'imagerie formés sur le premier substrat ou sur un deuxième substrat proche du premier substrat. Le transducteur ultrasonore peut être de type capacitif ou piézoélectrique. Un procédé de fabrication d'une telle sonde ultrasonore est aussi proposé.

Il est aussi proposé un système d'imagerie ultrasonore comprenant une telle sonde ultrasonore, ainsi qu'un module d'acquisition configuré pour acquérir un ensemble de données d'imagerie à partir du transducteur ultrasonore et un ensemble de données non d'imagerie à partir des capteurs non d'imagerie, un module de traitement configuré pour traiter au moins l'ensemble de données d'imagerie, une interface d'opérateur configurée pour commander le fonctionnement d'au moins un élément parmi la sonde ultrasonore, le module d'acquisition et le module de traitement, et une unité d'affichage couplée au module de traitement et configurée pour afficher au moins les données d'imagerie traitées. La sonde ultrasonore peut être configurée pour modifier son fonctionnement en se basant sur l'ensemble de données non d'imagerie. Le module d'acquisition peut acquérir l'ensemble de données d'imagerie en se basant sur l'ensemble

de données non d'imagerie. Le module de traitement peut traiter l'ensemble de données d'imagerie en se basant sur l'ensemble de données non d'imagerie.

Selon un autre aspect de la présente technique, il est proposé un procédé d'acquisition de données d'imagerie et non d'imagerie. Le procédé comprend le fait de  
5 mettre une sonde ultrasonore en contact avec un patient. La sonde ultrasonore comprend un transducteur ultrasonore formé sur une surface d'un premier substrat et un ou plusieurs capteurs non d'imagerie formés sur le premier substrat ou sur un deuxième substrat proche du premier substrat. Des données d'imagerie ultrasonore peuvent être  
10 acquises par le transducteur ultrasonore. Des données non d'imagerie peuvent être acquises par le ou les capteurs non d'imagerie. Les données non d'imagerie peuvent comprendre des données d'au moins un type parmi données de position, données optiques, données électromagnétiques, données de pression et données d'extension. L'acquisition des données d'imagerie peut comprendre le fait d'acquérir des données d'imagerie en se basant sur les données non d'imagerie.

15 Selon un procédé, on met en œuvre les étapes consistant à former un transducteur ultrasonore sur une surface d'un premier substrat et former un ou plusieurs capteurs non d'imagerie sur le premier substrat ou sur un deuxième substrat proche du premier substrat.

Les caractéristiques, aspects et avantages précédents, ainsi que d'autres, de la  
20 présente invention seront mieux compris à l'étude de la description détaillée suivante de quelques formes de réalisation préférées, illustrée par les dessins annexés sur lesquels les mêmes numéros repèrent des composants correspondants sur toutes les figures, et dans lesquels:

la figure 1 est une représentation schématique d'un exemple de système  
25 ultrasonore destiné à être utilisé conjointement avec la présente technique;

la figure 2 est une vue de dessus en coupe d'un exemple de sonde ultrasonore destinée à être utilisée conjointement avec la présente technique;

la figure 3 est une perspective d'un substrat de transducteur ultrasonore qui  
30 comprend des capteurs adjacents à un groupement transmetteur ultrasonore micro-usiné sur la surface du substrat, selon un aspect de la présente technique;

la figure 4 est une perspective d'un substrat de transducteur ultrasonore qui comprend des capteurs situés sous un groupement transmetteur ultrasonore micro-usiné selon un autre aspect de la présente technique;

5 la figure 5 est une perspective d'un substrat de transducteur ultrasonore qui comprend des capteurs situés sous un groupement MUT, selon un aspect différent de la présente technique;

la figure 6 est une vue de dessus d'un groupement hexagonal bidimensionnel de sous-éléments transducteurs ultrasonores et de capteurs de position intégrés carrés, selon un aspect de la présente technique;

10 la figure 7 est une représentation schématique de capteurs d'extension noyés selon un aspect de la présente technique;

la figure 8 est une représentation schématique de capteurs d'extension noyés comme représenté sur la figure 7, mais illustrant l'apparition d'une extension locale, selon un aspect de la présente technique; et

15 la figure 9 est une représentation schématique d'un exemple de lecteur de codes à barres noyé fabriqué à l'intérieur d'un transducteur ultrasonore, selon un aspect de la présente technique.

Dans le domaine de l'imagerie médicale, diverses modalités d'imagerie peuvent être utilisées pour générer de manière non effractive des images fixes ou en mouvement de régions internes d'un sujet. Par exemple, les systèmes d'imagerie ultrasonore utilisent la propagation et la réflexion d'ondes acoustiques pour générer des images représentant les organes ou la structure internes du sujet. Un exemple d'un tel système ultrasonore est représenté sur la figure 1, qui représente un exemple de système ultrasonore 10 destiné à être utilisé conformément aux présentes techniques. Bien que l'exemple d'une mise en œuvre en imagerie médicale soit décrit dans toute la présente, les personnes ayant des compétences ordinaires dans l'art comprendront que d'autres mises en œuvre de l'imagerie ultrasonore peuvent aussi bénéficier des présentes techniques. Par exemple, des mises en œuvre de l'imagerie ultrasonore peuvent aussi être employées dans le contexte du contrôle non destructif de matériaux, tels que des pièces moulées, forgées, ou des pipelines. On comprendra que ces formes de réalisation et d'autres de l'imagerie

20

25

30

ultrasonore peuvent bénéficier des présentes techniques et que la description des présentes techniques dans le contexte de l'imagerie ultrasonore médicale est simplement fournie à titre d'exemple et n'est pas destinée à être restrictive.

L'exemple de système ultrasonore 10 comprend un module d'acquisition 12 et un module de traitement 14. Le système ultrasonore 10 génère des signaux ultrasonores, typiquement inclus dans un intervalle de fréquences allant de 2 à 15 MHz, au moyen d'une sonde ultrasonore 16 et les transmet dans le corps du sujet. De plus, la sonde ultrasonore 16 acquiert l'énergie acoustique réfléchie, qui peut être traitée pour générer des représentations graphiques des structures internes et/ou de la composition du corps du sujet. Comme le comprendront les personnes ayant des compétences ordinaires dans l'art, des sondes ultrasonores de différents types peuvent être employées avec l'exemple de système ultrasonore 10, incluant des sondes linéaires, convexes, micro-convexes, sectorielles, ou intracavitaires.

La sonde ultrasonore 16 comprend typiquement un groupement de transducteurs ultrasonores qui convertit l'énergie électrique et acoustique à proximité de l'interface entre la sonde 16 et le corps du sujet. En particulier, un dispositif de mise en forme de faisceau, qui peut être un composant du module d'acquisition 12, peut générer les signaux électriques qui sont convertis par le transducteur en signaux ultrasonores se propageant dans le corps du sujet. De manière similaire, des réflexions acoustiques, c'est-à-dire une rétrodiffusion, peuvent être converties par le transducteur en signaux électriques, qui peuvent alors être transmis de la sonde 16 au module d'acquisition 12 et ensuite au module de traitement 14 en vue d'une reconstruction d'image. Les images reconstruites peuvent être présentées sur un dispositif d'affichage 18 ou imprimées par une imprimante 20. Comme décrit plus en détail plus bas, la sonde ultrasonore 16 peut aussi acquérir des données non d'imagerie, telles que des données de température, de pression, d'extension et/ou des données optiques. Le module d'acquisition 12 peut commander l'acquisition de données non d'imagerie. Les données non d'imagerie acquises peuvent être utilisées par le module d'acquisition 12 dans l'acquisition de données d'imagerie ultrasonore. Par exemple, des indicateurs d'extension ou de pression peuvent indiquer que la sonde 16 est en contact acoustique avec le sujet. De manière

similaire, un lecteur optique peut fournir des données optiques nécessaires pour identifier le sujet et, de ce fait, le dossier du sujet associé aux données d'imagerie ultrasonore. Selon une autre possibilité, les données non d'imagerie acquises peuvent être utilisées par le module de traitement 14 pour traiter correctement les données  
5 d'imagerie ultrasonore. Par exemple, des données de température peuvent être un facteur à considérer dans le processus de reconstruction exécuté par le module de traitement 14.

L'opérateur ou le clinicien peut commander les diverses opérations de l'exemple de système ultrasonore 10 telles que l'acquisition de données, le traitement de données, l'affichage d'image et/ou l'impression d'image, via une interface d'opérateur 22. Comme  
10 le comprendront les personnes ayant des compétences ordinaires dans l'art, un ordinateur polyvalent configuré avec des logiciels, du matériel et/ou des périphériques appropriés peut remplir les fonctions d'un ou plusieurs éléments parmi le module d'acquisition, le module de traitement et/ou l'interface d'opérateur. Selon une autre possibilité, une plate-forme spécialisée configurée de manière appropriée, telle qu'un  
15 circuit intégré à application spécifique (ASIC), peut remplir les fonctions d'un ou plusieurs éléments parmi le module d'acquisition, le module de traitement et/ou l'interface d'opérateur. En conséquence, en pratique, le module d'acquisition 12, le module de traitement 14 et l'interface d'opérateur 22 peuvent résider sur une seule plate-forme ou sur des plates-formes séparées, c'est-à-dire sur un seul ou plusieurs ordinateurs  
20 polyvalents et/ou circuits ASIC.

La figure 2 est une vue de dessus en coupe de l'exemple de sonde ultrasonore 16 de la figure 1, destinée à être utilisée conjointement avec la présente technique. La sonde ultrasonore 16 comprend un boîtier 24, qui est typiquement couplé au module d'acquisition 12 par un câble complet 26. Le câble complet 26 représenté peut être un  
25 câble coaxial ou peut comprendre une pluralité de câbles coaxiaux miniatures, par exemple entre environ 35 et 1200 câbles coaxiaux miniatures. Bien que des câbles coaxiaux et des faisceaux de câbles coaxiaux miniatures soient des mises en œuvre possibles du câble complet 26, d'autres câbles et/ou conducteurs appropriés peuvent former le câble complet 26.

Un fil de potentiel positif 28, qui est relié à une électrode positive 30, et un fil de masse 32, qui est relié à une masse 34, assurent la connexion électrique entre la sonde ultrasonore 16 et le module d'acquisition 12. En particulier, un groupement de transducteurs 36 placé entre l'électrode positive 30 et la masse 34 peut être couplé  
5 électriquement au module d'acquisition 12. Le groupement de transducteurs 36 peut être un transducteur ultrasonore micro-usiné capacitif (cMUT), comme représenté sur la figure 2, ou un transducteur ultrasonore micro-usiné piézoélectrique (pMUT).

Comme l'apprécieront les personnes ayant des compétences ordinaires dans l'art, un cMUT est composé d'un groupement d'éléments transducteurs. Chaque élément peut  
10 comprendre de multiples cellules capacitives. Lorsqu'une tension est appliquée entre une membrane métallisée des cellules capacitives et le substrat sur lequel sont formées les cellules, la membrane vibre, produisant de l'énergie ultrasonore qui peut être dirigée vers un sujet. De manière similaire, au cours de la lecture, le mouvement d'une membrane en réponse à l'énergie acoustique réfléchie peut être détecté sous la forme de  
15 variations de charge électrique ou de tension, permettant de déterminer l'intensité de la réflexion. Une couche d'adaptation d'impédance acoustique 38 et une lentille acoustique 40 peuvent aussi être présentes dans la sonde ultrasonore 16 pour protéger la surface du groupement de transducteurs 36 et pour focaliser l'énergie ultrasonore émise à une profondeur focale présélectionnée dans le corps du sujet. Une couche absorbante 42  
20 peut aussi être présente dans la sonde ultrasonore 16 afin d'améliorer la réponse acoustique du transducteur et/ou d'éviter des interférences acoustiques externes avec le groupement de transducteurs 36.

Comme l'apprécieront les personnes ayant des compétences ordinaires dans l'art, des groupements de transducteurs 36 tels que des groupements cMUT ou pMUT  
25 peuvent être formés sur un substrat tel qu'un substrat en silicium. Selon une autre possibilité, le substrat peut être fait d'autres matières, telles que de l'arséniure de gallium, un verre ou une céramique, quand cela est approprié à une certaine application. Bien que le substrat soit décrit et représenté dans la présente comme étant une seule structure contiguë, le substrat peut être une structure multicouche, par exemple dans  
30 laquelle différentes couches du substrat contiennent différents circuits et/ou structures.

On notera qu'une matière à absorption acoustique peut supporter les différentes couches des substrats. Par exemple, le substrat peut être formé par une série d'opérations de dépôt et de micro-usinage, comme décrit plus bas, de manière à associer différents circuits, propriétés, structures et/ou composants à chaque couche. Selon une autre  
5 possibilité, les multiples couches d'une telle structure multicouche peuvent être des milieux, c'est-à-dire des substrats, séparés et discrets, qui sont placés en contact ou proches l'un de l'autre au cours du processus de fabrication.

Le groupement de transducteurs 36 et/ou d'autres circuits peuvent être formés sur le substrat en utilisant des techniques de microsystèmes électromécaniques (MEMS)  
10 ou d'autres procédés de fabrication des composants à semi-conducteur. Ces techniques de fabrication permettent de former des couches de transducteur ultrasonore micro-usiné (MUT) de 0,5 à 5 microns d'épaisseur. De plus, comme décrit plus bas, des capteurs non d'imagerie peuvent aussi être fabriqués sur le même substrat, en étant placés adjacents aux éléments du groupement de transducteurs 36, entremêlés avec eux,  
15 ou sous eux.

Un tel agencement de capteurs est représenté sur la figure 3. La figure est une perspective d'un substrat 44 de transducteur ultrasonore sur lequel des capteurs non d'imagerie 46 ont été formés adjacents à des groupements MUT 48 sur la surface du substrat 44. Les capteurs non d'imagerie 46 peuvent être fabriqués sur le substrat 44 en  
20 utilisant des techniques de microsystèmes électromécaniques ou d'autres procédés de fabrication des composants à semi-conducteur, tels que des techniques de micro-usinage de surface ou de gravure de surface. Comme représenté, les capteurs non d'imagerie 46 peuvent être situés le long d'un ou plusieurs bords du ou des groupements de transducteurs afin de former un groupement linéaire ou à haute densité de composants.

De manière similaire, la figure 4 représente un autre agencement des capteurs non d'imagerie 46. Dans cet agencement, les capteurs non d'imagerie 46 sont situés sous le groupement MUT 48 formé sur le substrat 44. Comme indiqué plus haut, des techniques de microsystèmes électromécaniques et/ou d'autres techniques de fabrication des composants à semi-conducteur peuvent être utilisées pour fabriquer les capteurs non  
30 d'imagerie 46 sous-jacents et le groupement MUT 48 sus-jacent sur le substrat 44. Par

exemple, dans un substrat multicouche, les capteurs non d'imagerie 46 peuvent être fabriqués sur une couche du substrat 44 située directement, ou à proximité, sous la couche sur laquelle est formé le groupement MUT 48. Si désiré, des traversées peuvent relier électriquement le groupement MUT 48 et des capteurs non d'imagerie 46 placés sur une ou plusieurs couches sous-jacentes. Selon une autre possibilité, comme représenté sur la figure 5, les capteurs non d'imagerie 46 peuvent être formés sur un substrat séparé 50 situé directement, ou à proximité, sous le substrat 44 sur lequel est formé le groupement de transducteurs 48. De cette manière, un ou plusieurs capteurs non d'imagerie 46 peuvent acquérir des données concurremment avec le groupement MUT 48 à une position commune sur le corps du sujet. De manière similaire, des capteurs non d'imagerie peuvent aussi couvrir le groupement de transducteurs si les capteurs non d'imagerie sont suffisamment transparents au point de vue acoustique, pour que les capteurs non d'imagerie ne perturbent pas l'émission et la réception d'énergie ultrasonore vers et depuis le corps du sujet.

La description précédente portait sur la fabrication et l'agencement de capteurs non d'imagerie 46 sur un substrat commun ou un substrat proche de celui sur lequel est formé un groupement de transducteurs 36, c'est-à-dire un groupement MUT 48. Des exemples de mises en œuvre spécifiques de capteurs non d'imagerie 46 prévus avec un groupement de transducteurs 36 vont maintenant être décrits afin d'illustrer des mises en œuvre des présentes techniques. Un exemple de capteur d'imagerie non ultrasonore 46, qui peut être prévu avec un groupement de transducteurs 36 de cette manière, est une thermistance.

En particulier, des données de température provenant d'une thermistance peuvent être utiles au cours d'un examen ultrasonore pour réguler l'état fonctionnel de la sonde ultrasonore 16. Par exemple, pour améliorer la pénétration du signal ultrasonore, il peut être souhaitable d'exploiter la sonde 16 près de la température maximale autorisée. Il peut donc être souhaitable de fabriquer des capteurs thermiques ou des thermistances sur la surface ou une couche sous-jacente du substrat 44 ou sur un substrat sous-jacent 50 pour permettre l'acquisition de données thermiques conjointement avec des données ultrasonores. Par exemple, une telle thermistance peut être fabriquée par dépôt d'une

matière résistante et/ou d'un alliage métallique, tel que du nichrome. Il est toutefois possible, pour obtenir les mêmes résultats, d'utiliser d'autres matières résistantes ou éléments sensibles à la température qui peuvent être fabriqués en utilisant des techniques de microsystèmes électromécaniques ou d'autres techniques de fabrication des composants à semi-conducteur. Par exemple, des thermistances peuvent être  
5 fabriquées en utilisant une jonction p-n bipolaire ou de multiples jonctions p-n bipolaires. De cette manière, une ou plusieurs thermistances peuvent être prévues conjointement avec un groupement MUT 48 de sorte que des données thermiques peuvent être acquises au niveau du point de contact avec le sujet, ce qui permet de  
10 réguler le fonctionnement de la sonde en se basant sur ces données thermiques.

Un ou plusieurs des capteurs non d'imagerie 46 peuvent aussi être configurés pour acquérir des données de pression ou d'autres données indiquant un contact de la sonde 16 avec le sujet. Par exemple, un capteur de pression peut être placé près d'un groupement MUT 48 pour détecter un contact avec le sujet. Un tel capteur de pression  
15 peut être utile pour indiquer qu'une trop forte pression est exercée sur le sujet et/ou la sonde 16, ou pour indiquer que le contact entre patient et sonde 16 est insuffisant pour permettre une acquisition de données d'imagerie ultrasonore. Par exemple, quand la sonde 16 est en contact avec le sujet en exerçant une force suffisante pour déplacer le gel de contact et, de ce fait, assurer un contact acoustique correct, les données de  
20 pression fournies par ces capteurs de pression peuvent autoriser l'activation des circuits associés à l'acquisition de données d'imagerie ultrasonore ou l'affichage de données d'image. Inversement, des données de pression indiquant un mauvais contact avec le sujet peuvent être utilisées pour inactiver automatiquement les circuits associés à l'acquisition de données d'imagerie ultrasonore, pour avertir l'opérateur du mauvais  
25 contact, par exemple par une lampe témoin ou un signal audible, et/ou pour inactiver l'affichage de données. Un exemple d'un type de capteur de pression qui peut être utilisé dans ce contexte et qui peut être fabriqué sur ou sous le substrat 44 par des techniques de microsystèmes électromécaniques ou d'autres techniques de fabrication des composants à semi-conducteur est un capteur de pression uniaxe. Toutefois, d'autres  
30 types de capteurs de pression peuvent aussi être appropriés, tels que des capteurs de

pression qui emploient une détection capacitive de pression, une détection piézorésistive de pression, une détection électromagnétique de pression, ou d'autres techniques de détection de pression.

Dans une autre mise en œuvre, il peut être souhaitable qu'un ou plusieurs des  
5 capteurs non d'imagerie 46 acquièrent des données concernant la position et/ou  
l'orientation du groupement MUT 48. En particulier, ces données de position et/ou  
d'orientation peuvent être utiles pour faciliter la reconstruction des images en trois  
dimensions en utilisant les données d'imagerie ultrasonore puisque ces processus de  
10 reconstruction en trois dimensions requièrent typiquement une corrélation spatiale de  
trames d'images successives. De plus, des informations de position et/ou d'orientation  
peuvent aussi être utilisées pour obtenir des informations concernant une éventuelle  
déformation du groupement MUT 48. De cette manière, les informations concernant la  
déformation du groupement MUT 48 peuvent être utilisées pour mettre en œuvre un  
15 traitement compensatoire des données d'image ou pour avertir l'opérateur de la  
déformation ou du degré de déformation.

Des capteurs non d'imagerie capables de détecter la position et/ou l'orientation  
du groupement MUT 48 peuvent être construits par des techniques de microsystemes  
électromécaniques et/ou d'autres techniques de fabrication des composants à semi-  
conducteur et peuvent être situés adjacents au groupement MUT 48 ou sous lui, comme  
20 décrit dans la présente. Par exemple, des capteurs de position et/ou d'orientation peuvent  
être constitués par des masses étalons sur des barres en porte-à-faux et peuvent fournir  
des informations de position, d'orientation et/ou de mouvement suivant différents axes  
par rapport à la sonde 16. Un exemple d'un type de capteur non d'imagerie qui peut être  
utilisé pour fournir des informations de position et/ou d'orientation est un capteur  
25 d'accélération uniaxe. Par exemple, une pluralité de capteurs d'accélération uniaxe  
identiques peuvent être montés dans des orientations différentes de telle manière que la  
position et/ou l'orientation de la sonde 16 peuvent être déterminées à partir des sorties  
collectives des capteurs d'accélération uniaxe. D'autres types de capteurs de position  
peuvent toutefois être employés, incluant des capteurs de position inertiels, des capteurs

de position électromagnétiques, et des capteurs de position optoélectroniques tels que des capteurs de position à infrarouge.

Bien que la description précédente porte sur des groupements MUT 48 en général, les personnes ayant des compétences ordinaires dans l'art comprendront qu'un groupement MUT 48 est typiquement un groupement monodimensionnel ou bidimensionnel 52 de sous-éléments MUT 54, comme représenté sur la figure 6. Dans ce cas, il peut être souhaitable d'associer un capteur non d'imagerie 46, tel qu'un capteur de position intégré 56, à certains des sous-éléments 54 ou tous. Dans la mise en œuvre représentée, un capteur de position intégré 56 est placé sous chaque sous-élément 54, mais des capteurs de position intégrés 56 peuvent aussi être placés sous des sous-éléments alternés ou selon un certain autre motif ou groupement. En fait, il n'est pas nécessaire que l'agencement des capteurs de position intégrés 56 corresponde directement au groupement des sous-éléments 54 tant qu'il est possible d'associer à des sous-éléments 54 particuliers les informations de position et/ou d'orientation provenant des capteurs de position intégrés 56. Le fait de disposer d'informations de position et/ou d'orientation précises pour des sous-éléments 54 individuels permet d'améliorer la qualité du faisceau ultrasonore formé par la sonde 16 au cours d'un examen.

Dans une autre mise en œuvre, un ou plusieurs des capteurs non d'imagerie 46 peuvent être un capteur d'extension ou de déplacement servant à déterminer la déformation du groupement MUT 48. Bien qu'une mesure de cette déformation puisse être effectuée en utilisant des capteurs de position et/ou d'orientation, comme décrit plus haut, il peut au contraire être souhaitable de mesurer cette déformation en utilisant de tels capteurs d'extension ou de déplacement. Comme l'apprécieront les personnes ayant des compétences ordinaires dans l'art, divers capteurs d'extension ou de déplacement peuvent être appropriés à une fabrication sur un substrat portant un groupement MUT 48 ou sur un substrat adjacent ou proche. Par exemple, des capteurs qui mesurent une extension ou un déplacement en se basant sur des variations de capacité, des propriétés piézorésistives ou d'autres indicateurs électriques ou physiques peuvent être employés selon les présentes techniques.

On se rapportera maintenant aux figures 7 et 8 qui représentent schématiquement un groupement MUT 48 formé sur la surface d'un substrat 44. Une série de capteurs d'extension 58 sont représentés à l'intérieur du substrat 44 et sous le groupement MUT 48. Comme indiqué plus haut, les capteurs d'extension 58 peuvent être fabriqués en utilisant des techniques de microsystèmes électromécaniques ou d'autres techniques de fabrication des composants à semi-conducteur qui permettent de produire différents types de circuit à différents niveaux à l'intérieur d'un substrat ou sur les surfaces de substrats associés. Comme représenté sur la figure 7, quand le substrat 44 n'est pas déformé, aucune extension locale ne se manifeste et les capteurs d'extension intégrés 58 ne sont pas déformés. Toutefois, comme représenté sur la figure 8, quand le substrat 44 est courbé, les capteurs d'extension intégrés 58 subissent une extension ou des déplacements locaux. Les données provenant des capteurs à jauge extensométrique 58 situés à l'intérieur du substrat 44 peuvent donc indiquer une courbure du groupement sous l'application d'une pression, ce qui peut être utilisé au cours du traitement pour compenser la déformation du groupement MUT 48.

Par exemple, la courbure du substrat 44 peut être estimée par une fonction quadratique utilisant de trois à cinq capteurs d'extension 58. L'estimation de la déformation du transducteur obtenue de cette manière peut permettre de déterminer les positions relatives des éléments du groupement MUT. Le nombre de capteurs d'extension 58 employés peut toutefois varier en fonction de l'étendue ou de l'aire du groupement MUT 48, du volume souhaité d'informations d'extension, et du degré de précision souhaité avec les mesures. Les écarts par rapport à une surface plate du groupement peuvent être utilisés pour modifier le fonctionnement de la sonde 16, par exemple en modifiant les coefficients de mise en forme de faisceau, afin d'améliorer la définition obtenue.

Selon une autre mise en œuvre des présentes techniques, les capteurs non d'imagerie 46 peuvent aussi être employés pour identifier le patient ou accéder à son dossier. Par exemple, un ou plusieurs des capteurs non d'imagerie 46 peuvent comprendre un lecteur, tel qu'un lecteur optique ou de codes à barres ou un lecteur d'étiquette d'identification par radiofréquence (RFID). Un tel lecteur peut être utilisé

pour lire un code à barres, une étiquette d'identification par radiofréquence (RFID), ou un autre marqueur situé sur ou dans un bracelet du sujet ou sur un graphique médical associé au sujet.

Par exemple, la figure 9 représente un lecteur de codes à barres incorporé au substrat 44, par exemple le long de la périphérie du groupement MUT 48. Comme représenté, une source optique 60 et un photodétecteur 66 peuvent être formés sur la surface du substrat 44. La source optique 60 peut être configurée pour émettre de la lumière 62 tandis que le photodétecteur 66 peut être configuré pour détecter la lumière réfléchie 64. Les données codées par un code à barres 68 peuvent être lues en déplaçant la sonde 16 le long du code à barres. La source optique 60 peut être n'importe quelle source optoélectronique, telle qu'une diode lumineuse, tandis que le photodétecteur 66 peut être n'importe quel récepteur optoélectronique connu dans l'art, tel que des photodiodes.

Dans une mise en œuvre à relier, un ou plusieurs capteurs non d'imagerie 46 peuvent être des lecteurs RFID qui peuvent être utilisés pour lire une étiquette RFID contenant des dossiers ou des informations d'identification de patient. Par exemple, un interrogateur radiofréquence ou un capteur électromagnétique servant à lire des étiquettes d'identification par radiofréquence peut être fabriqué soit sous le groupement MUT 48 soit adjacent à lui. Dans une telle mise en œuvre, le lecteur peut comparer les informations provenant de l'étiquette d'identification du sujet au dossier du sujet contenu dans la base de données de l'établissement de santé et l'associer aux images et données obtenues au cours de l'examen ultrasonore. Les données du sujet peuvent donc être mises à jour et enregistrées d'une manière automatique. De manière similaire, une mise en œuvre correspondante peut être utilisée dans des applications en essai non destructif, par exemple dans lesquelles le sujet examiné est une pièce moulée, forgée ou autre pièce. Dans une telle mise en œuvre, un capteur non d'imagerie 46 tel qu'un lecteur RFID peut aider à conserver un dossier des découvertes et/ou à associer des découvertes à l'historique des pièces analysées.

Bien que les exemples précédents portent globalement sur des capteurs non d'imagerie 46 dont le fonctionnement n'est pas basé sur des principes ultrasonores, on

comprendra que les capteurs non d'imagerie 46 peuvent aussi avoir un fonctionnement basé sur des principes ultrasonores. Par exemple, les capteurs non d'imagerie 46 peuvent comprendre des capteurs télémétriques dont le fonctionnement est basé sur des techniques ultrasonores pour détecter la proximité du sujet par rapport à la sonde ultrasonore. Dans une telle forme de réalisation, le capteur télémétrique ultrasonore peut 5 fournir des informations de proximité ou de contact qui peuvent être employées dans la commande de la sonde ultrasonore 16 ou l'analyse des données acquises.

Bien que certaines caractéristiques de l'invention aient été représentées et décrites dans la présente, les personnes ayant des compétences dans l'art pourront 10 envisager de nombreuses modifications et variantes.

LISTE DES COMPOSANTS

	10	Système ultrasonore
	12	Module d'acquisition
5	14	Module de traitement
	16	Sonde ultrasonore
	18	Unité d'affichage
	20	Imprimante
	22	Interface d'opérateur
10	24	Boîtier
	26	Câble complet
	28	Fil de potentiel positif
	30	Electrode positive
	32	Fil de masse
15	34	Masse
	36	Groupement MUT
	38	Couche d'adaptation d'impédance acoustique
	40	Lentille acoustique
	42	Matière absorbante
20	44	Substrat de transducteur ultrasonore
	46	Capteurs non d'imagerie
	48	Elément MUT
	50	Deuxième couche de substrat
	52	Groupement de transducteurs ultrasonores
25	54	Sous-éléments transducteurs ultrasonores
	56	Capteurs de position intégrés
	58	Capteurs d'extension
	60	Source lumineuse
	62	Lumière émise
30	64	Lumière réfléchie

- 66 Photodétecteur
- 68 Code à barres

## REVENDICATIONS

1. Sonde ultrasonore (16), caractérisé par le fait qu'il comprend :  
un transducteur ultrasonore (36, 48) formé sur une surface d'un premier substrat  
5 (44); et  
un ou plusieurs capteurs non d'imagerie (46) formés sur le premier substrat ou  
sur un deuxième substrat (50) proche du premier substrat.
  
2. Sonde ultrasonore (16) selon la revendication 1, dans laquelle le transducteur  
10 ultrasonore comprend un transducteur ultrasonore d'un type parmi capacitif et  
piézoélectrique.
  
3. Système d'imagerie ultrasonore (10), caractérisé par le fait qu'il comprend :  
une sonde ultrasonore (16) comprenant:  
15 un transducteur ultrasonore (36, 48) formé sur une surface d'un premier  
substrat (44); et  
un ou plusieurs capteurs non d'imagerie (46) formés sur le premier  
substrat ou sur un deuxième substrat (50) proche du premier substrat;  
un module d'acquisition (12) configuré pour acquérir un ensemble de données  
20 d'imagerie à partir du transducteur ultrasonore et un ensemble de données non  
d'imagerie à partir des capteurs non d'imagerie;  
un module de traitement (14) configuré pour traiter au moins l'ensemble de  
données d'imagerie;  
une interface d'opérateur (22) configurée pour commander le fonctionnement  
25 d'au moins un élément parmi la sonde ultrasonore (16), le module d'acquisition (12) et  
le module de traitement (14); et  
une unité d'affichage (18) couplée au module de traitement (14), configurée pour  
afficher au moins les données d'imagerie traitées.

4. Système d'imagerie ultrasonore (10) selon la revendication 3, dans lequel la sonde ultrasonore (16) est configurée pour modifier son fonctionnement en se basant sur l'ensemble de données non d'imagerie.
- 5 5. Système d'imagerie ultrasonore (10) selon la revendication 3, dans lequel le module d'acquisition (12) acquiert l'ensemble de données d'imagerie en se basant sur l'ensemble de données non d'imagerie.
- 10 6. Système d'imagerie ultrasonore (10) selon la revendication 3, dans lequel le module de traitement (14) traite l'ensemble de données d'imagerie en se basant sur l'ensemble de données non d'imagerie.
7. Procédé d'acquisition de données d'imagerie et non d'imagerie, caractérisé par le fait qu'il comprend les étapes consistant à:
- 15 mettre une sonde ultrasonore (16) en contact avec un sujet d'imagerie, la sonde ultrasonore (16) comprenant un transducteur ultrasonore (36, 48) formé sur une surface d'un premier substrat (44) et un ou plusieurs capteurs non d'imagerie (46) formés sur le premier substrat ou sur un deuxième substrat (50) proche du premier substrat;
- acquérir des données d'imagerie par le transducteur ultrasonore; et
- 20 acquérir des données non d'imagerie par le ou les capteurs non d'imagerie.
8. Procédé selon la revendication 7, dans lequel les données non d'imagerie comprennent des données d'au moins un type parmi données de position, données optiques, données électromagnétiques, données de pression et données d'extension.
- 25 9. Procédé selon la revendication 7, dans lequel l'acquisition de données d'imagerie comprend le fait d'acquérir des données d'imagerie en se basant sur les données non d'imagerie.

10. Procédé de construction d'une sonde ultrasonore (16), caractérisé par le fait qu'il comprend les étapes consistant à:

former un transducteur ultrasonore (36, 48) sur une surface d'un premier substrat (44); et

5 former un ou plusieurs capteurs non d'imagerie (46) sur le premier substrat ou sur un deuxième substrat (50) proche du premier substrat.

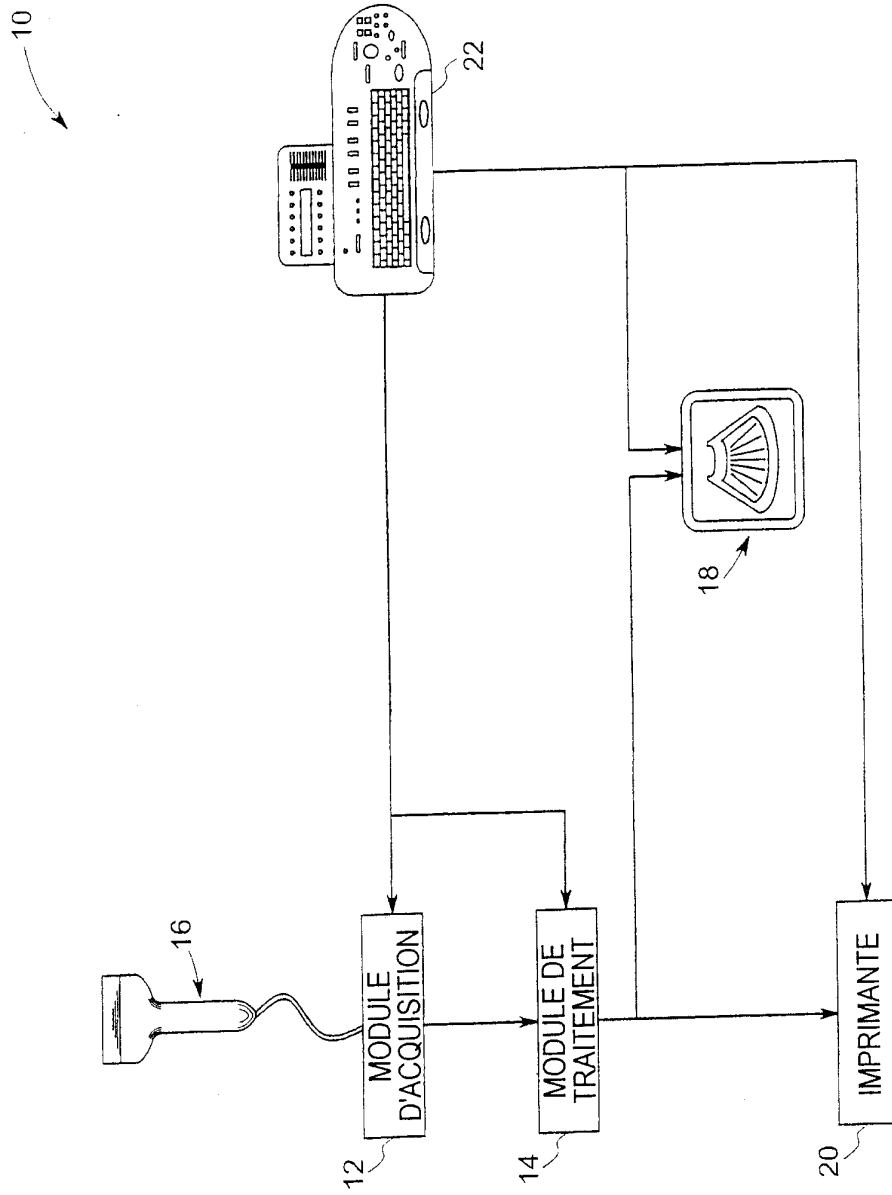


FIG.1

2/5

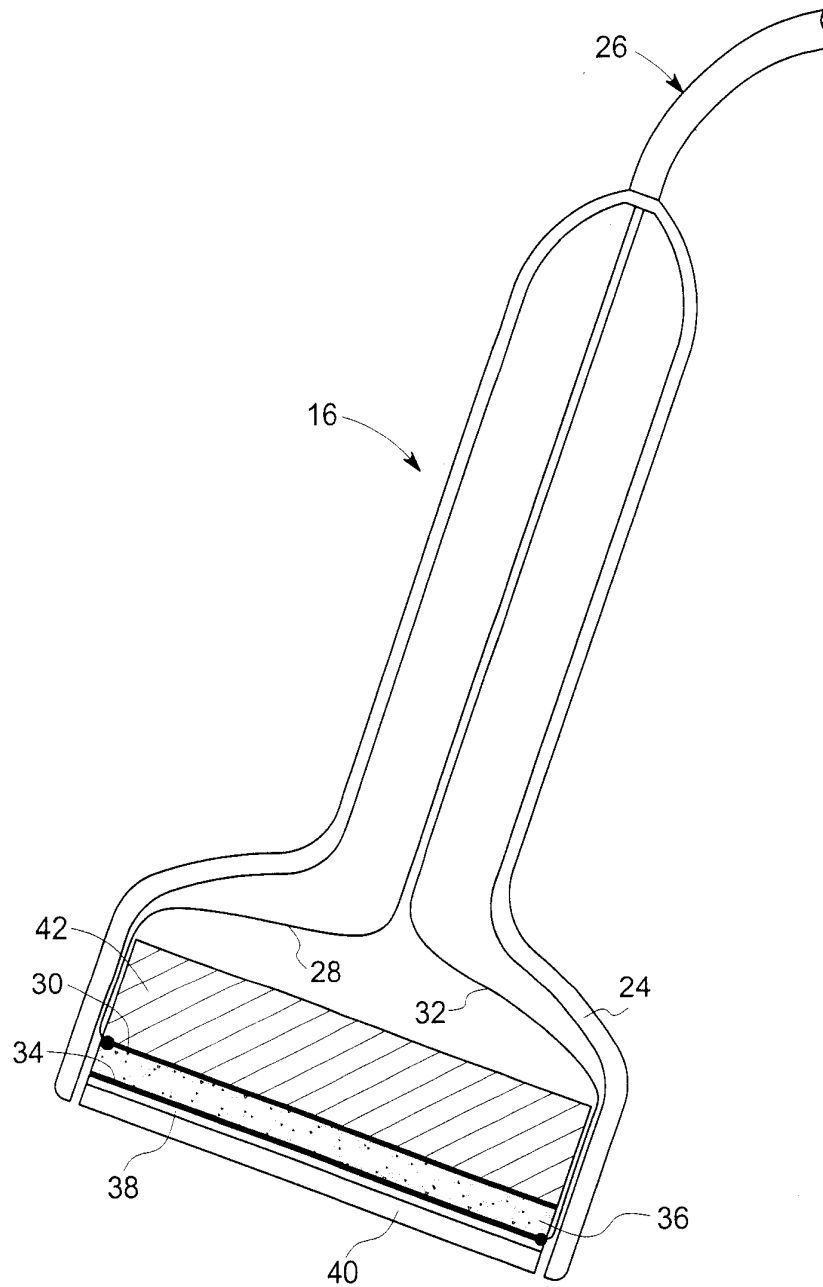


FIG. 2

3/5

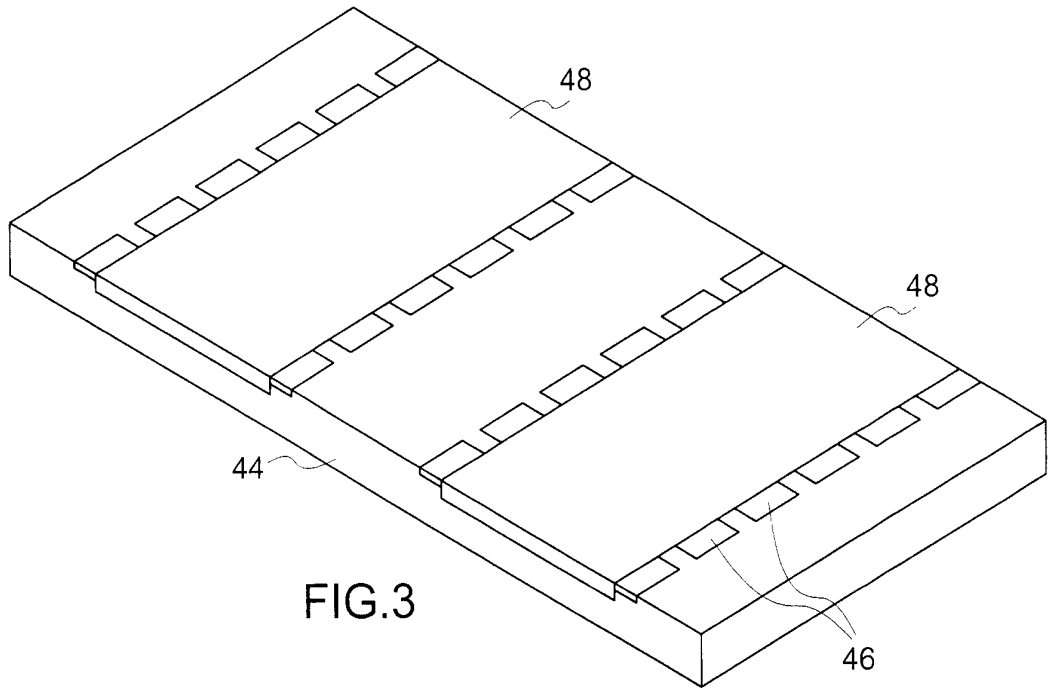


FIG. 3

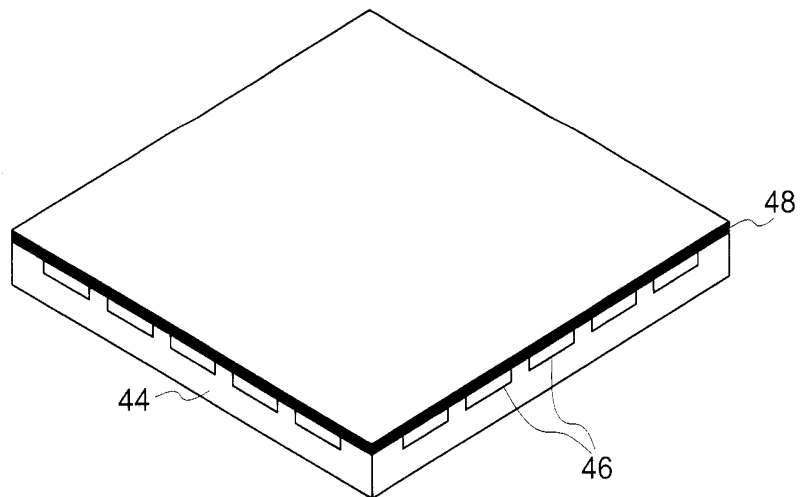


FIG. 4

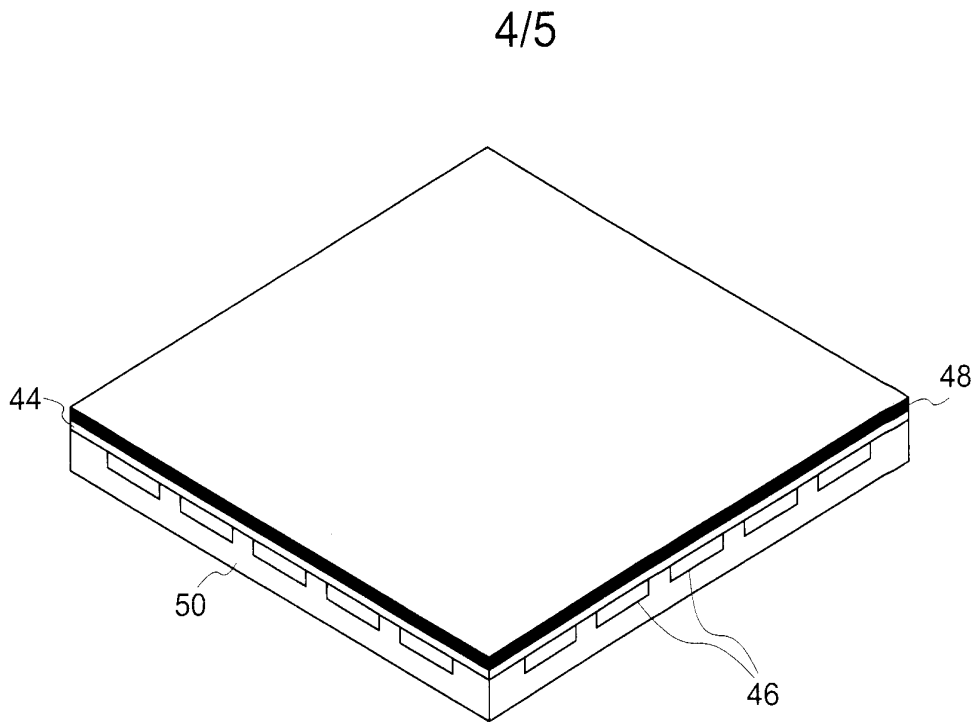


FIG. 5

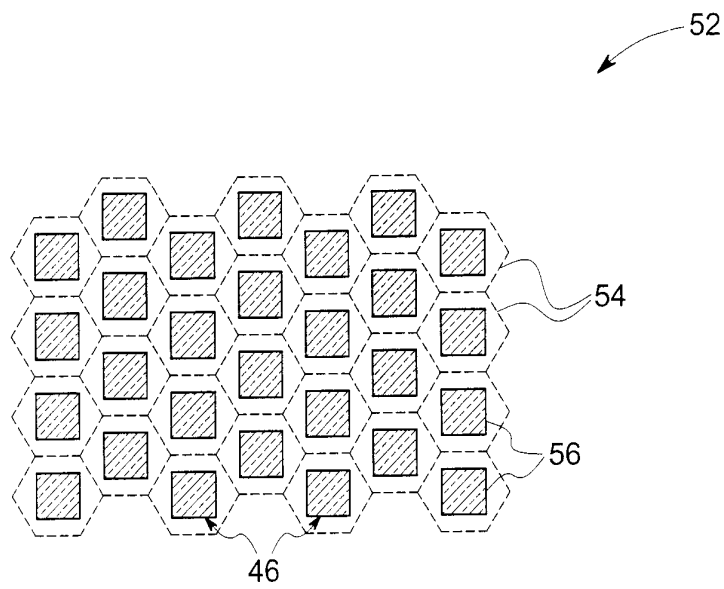


FIG. 6

5/5

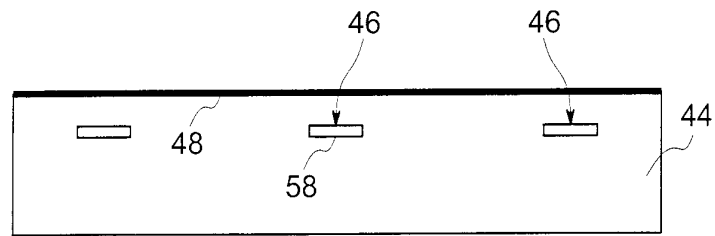


FIG. 7

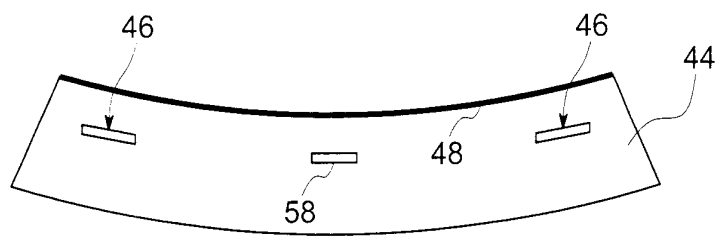


FIG. 8

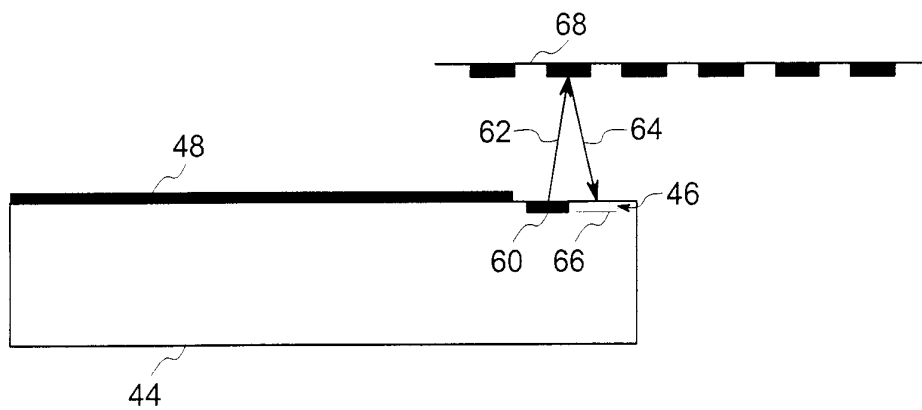


FIG. 9