



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 733 408 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
04.07.2001 Bulletin 2001/27

(51) Int Cl.7: **B06B 1/06**

(21) Numéro de dépôt: **96400620.9**

(22) Date de dépôt: **22.03.1996**

(54) **Capteur à ultrasons et procédés de détection utilisant un tel capteur**

Ultraschallsensor und Messverfahren unter Verwendung eines derartigen Sensors

Ultrasonic sensor and detection method using such a sensor

(84) Etats contractants désignés:
DE ES FR GB IT SE

(30) Priorité: **23.03.1995 FR 9503414**

(43) Date de publication de la demande:
25.09.1996 Bulletin 1996/39

(73) Titulaire: **IMRA EUROPE S.A.**
F-06560 Valbonne (FR)

(72) Inventeur: **Bonnefoy, Pierre**
06800 Cagnes sur Mer (FR)

(74) Mandataire: **Leszczynski, André**
NONY & ASSOCIES
3, rue de Penthièvre
75008 Paris (FR)

(56) Documents cités:
DE-A- 3 811 479 US-A- 5 165 064

- **JOSEPH P M ET AL: "DESIGN CONSIDERATIONS OF UNIFORM CIRCULAR PROJECTOR ARRAYS FOR HIGH POWER APPLICATIONS" 1 Octobre 1991 , OCEAN TECHNOLOGIES AND OPPORTUNITIES IN THE PACIFIC FOR THE 90'S, HONOLULU, OCT. 1 - 3, 1991, VOL. VOL. 3, NR. -, PAGE(S) 1562 - 1564 , INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS XP002007581 * figures 1-3 ***

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 0 733 408 B1

Description

[0001] La présente invention concerne un procédé de détection et/ou de reconnaissance d'objets dans l'air, notamment pour un système de guidage d'un robot mobile.

[0002] Il est connu, par exemple en échographie, d'utiliser des ultrasons dans des milieux liquides pour "voir" des objets.

[0003] A cet effet, on utilise des capteurs constitués par des matrices de transducteurs.

[0004] Grâce à un déphasage approprié entre les différents transducteurs de la matrice, on génère par interférences une onde acoustique directionnelle dont l'écho renseigne sur un éventuel obstacle rencontré par cette onde dans sa direction de tir.

[0005] En effectuant un balayage point par point d'un champ d'observation à analyser, on peut ainsi reconstituer une image et la reproduire sur un écran.

[0006] On comprend que le balayage point par point d'une surface nécessite un nombre considérable de tirs.

[0007] Les milieux liquides se prêtent particulièrement bien à la mise en oeuvre de cette technique, du fait que les ondes ultrasonores s'y propagent facilement et rapidement.

[0008] En revanche, dans l'air, cette technique de balayage ne pourrait pas être mise en oeuvre dans des conditions satisfaisantes, en raison de la faible vitesse de déplacement du son qui imposerait des durées de balayage trop longues. Or, de telles durées seraient prohibitives notamment pour des applications de robotique.

[0009] Il s'ensuit que les capteurs constitués de matrices de transducteurs connus jusqu'à ce jour ne permettent pas de reconnaître efficacement des objets dans l'air.

[0010] La présente invention vise à fournir un nouveau procédé qui résout notamment les problèmes rappelés ci-dessus.

[0011] La présente invention a pour objet un procédé selon la revendication 1.

[0012] Selon l'invention, on entend par ensemble de fréquences, une seule fréquence, une superposition de fréquences aléatoires formant un bruit, ou une superposition de fréquences fixées.

[0013] Le capteur utilisé dans le procédé de l'invention est approprié, de par sa structure, pour fournir une onde ultrasonore d'une directivité variable.

[0014] En effet, la directivité du tir est obtenue par interférences, par superposition d'ondes émises simultanément par un nombre variable de transducteurs, étant entendu que le nombre et la position des transducteurs excités déterminent la directivité de l'onde résultante émise.

[0015] En outre, la direction du tir peut être ajustée, à la manière connue, en créant un déphasage entre les transducteurs du capteur.

[0016] Conformément à l'invention, le réseau peut être plan, sphérique, ou agencé sur une nappe de toute

autre forme.

[0017] S'agissant d'un réseau plan, un avantage résultant d'un tel capteur réside dans le fait qu'il est facile et économique à fabriquer.

[0018] Un capteur agencé sur une calotte sphérique pourrait présenter l'avantage d'être plus adapté à une émission d'ondes acoustiques directionnelles.

[0019] D'une manière générale, le choix d'une forme particulière de nappe sur laquelle sont agencés les transducteurs du capteur peut être fait, en fonction du type d'onde acoustique que l'on désire générer à partir du capteur.

[0020] Dans un premier mode de mise en oeuvre de l'invention, le réseau régulier aux noeuds duquel sont placés les transducteurs est un réseau à maille carrée.

[0021] Dans un autre mode de mise en oeuvre le réseau est un réseau à maille triangulaire.

[0022] Le capteur peut couvrir un champ d'observation avec un nombre de transducteurs assez faible.

[0023] En effet, on sait que pour accroître la directivité d'un capteur, on peut lui ajouter des transducteurs, de manière à augmenter les dimensions globales de sa matrice. La directivité du capteur est alors équivalente à celle d'un transducteur de diamètre égal à la grande dimension de la matrice.

[0024] Or, les dimensions de la matrice du capteur peuvent être augmentées moyennant l'ajout d'un nombre limité de transducteurs.

[0025] En effet, dans un mode de mise en oeuvre préféré de l'invention, le capteur est constitué par une pluralité d'alignements de transducteurs, alignements dont les axes se croisent au centre d'un transducteur central commun.

[0026] Dans ce mode de mise en oeuvre, les transducteurs peuvent être disposés en croix dans le cas d'un réseau à maille carrée, ou suivant une étoile à six branches dans le cas d'un réseau à maille triangulaire, les noeuds du réseau situés en dehors des branches ne comportant pas de transducteur.

[0027] La grande dimension de la matrice, déterminante pour fixer la directivité du capteur, est alors égale à la longueur des alignements.

[0028] Il en résulte que la directivité du capteur est équivalente à celle d'un capteur d'aussi grand diamètre mais qui comporterait un transducteur à chaque noeud de sa matrice.

[0029] De plus, en utilisant un nombre plus réduit de capteurs, tout en les disposant sur des axes sécants d'un réseau régulier, notamment à maille triangulaire, on réduit l'énergie d'ondes secondaires émises dans des directions différentes de la direction de tir, à l'intérieur de volumes de propagation appelés lobes secondaires.

[0030] Conformément à l'invention, les transducteurs composant le capteur peuvent être du type apte à la fois à émettre et à recevoir une onde acoustique.

[0031] Le procédé selon l'invention présente l'avantage de fournir une information de niveau élevé à cha-

que émission d'une onde ultrasonore, ce qui est avantageux compte tenu de la faible vitesse de déplacement du son dans l'air.

[0032] En d'autres termes, si l'utilisation d'ondes ultrasonores pour balayer point par point un champ d'observation à analyser n'est pas raisonnablement envisageable dans l'air pour les raisons exposées ci-dessus, le procédé selon l'invention permet néanmoins d'obtenir rapidement des informations sur un objet à reconnaître, en minimisant le nombre de tirs à effectuer.

[0033] En particulier, pour la navigation d'un robot mobile dans un établissement, on sait a priori que le robot devra reconnaître des murs, des portes, des angles et quelques obstacles particuliers. Pour permettre au robot de reconnaître ces objets, on l'équipe d'un capteur tel que défini ci-dessus et l'on programme un dispositif électronique de commande du capteur de manière à ce que ce dernier émette des ondes qui se propagent à l'intérieur de volumes spécifiques qui coïncident avec des formes particulières des objets à reconnaître.

[0034] Par exemple, pour reconnaître une porte ouverte, le capteur émet des ondes qui se propagent sensiblement dans un plan vertical et balaye le champ d'observations dans une direction horizontale. Tant que l'onde ultrasonore rebondit sur le mur, l'énergie de l'écho est importante. En revanche, dès que l'onde rentre dans l'encadrement de la porte ouverte, l'énergie de l'écho chute brutalement.

[0035] Ainsi, dans son processus de reconnaissance d'objets, chaque fois que le robot constate une chute brutale de l'énergie de l'écho lors d'un balayage horizontal d'une onde émise dans un volume mince sensiblement vertical, il en déduit la possible présence d'une porte dans son champ d'observations.

[0036] Cette hypothèse peut alors être confirmée par l'émission d'autres ondes ultrasonores.

[0037] Conformément à l'invention, pour émettre une onde ultrasonore qui se propage à l'intérieur d'un volume mince enveloppant un plan de tir, on excite un nombre déterminé de transducteurs contigus d'un même alignement de transducteurs du capteur, l'axe de cet alignement s'étendant sensiblement perpendiculairement audit plan de tir.

[0038] De même, pour émettre une onde ultrasonore se propageant à l'intérieur d'un volume de révolution centré autour d'un axe de tir, on excite tous les transducteurs situés à l'intérieur d'un disque, de rayon déterminé, centré sur le transducteur central du capteur.

[0039] Grâce à la bonne directivité du capteur, on peut obtenir une information pertinente sur le ou les obstacles qui se trouvent à l'intérieur du volume de propagation de l'onde ultrasonore.

[0040] Conformément à l'invention, pour recueillir l'écho de l'onde ultrasonore, on peut utiliser les transducteurs du capteur qui a émis cette onde ultrasonore.

[0041] En particulier, dans le cas d'un capteur dont les transducteurs sont alignés suivant des axes sécants au centre d'un transducteur central commun, on peut

utiliser les transducteurs situés aux extrémités des branches du capteur pour recevoir l'écho de l'onde ultrasonore.

[0042] En choisissant convenablement deux des transducteurs du capteur qui permettent de recueillir l'écho, on peut ainsi effectuer une mesure directionnelle de l'onde reçue, notamment en mesurant le déphasage entre ces transducteurs.

[0043] Dans le but de mieux faire comprendre l'invention, on va en décrire maintenant des modes de réalisation donnés à titre d'exemples non limitatifs, en référence au dessin annexé dans lequel :

- la figure 1 représente schématiquement, vu de face, un capteur utilisable selon un premier mode de mise en oeuvre de l'invention,
- la figure 2 représente schématiquement, vu de face, un capteur utilisable selon un deuxième mode de mise en oeuvre de l'invention,
- la figure 3 représente schématiquement, vu de face, un capteur utilisable selon un troisième mode de mise en oeuvre de l'invention,
- la figure 4 est une vue analogue à la figure 3, représentant le capteur en cours d'émission,
- la figure 5 est une vue en coupe selon V-V de la figure 4, représentant la directivité angulaire des ondes ultrasonores émises par le capteur,
- la figure 6 est une vue en coupe selon VI-VI de la figure 4, représentant la directivité angulaire des ondes ultrasonores émises par le capteur,
- la figure 7 est une vue analogue à la figure 3, représentant le capteur en cours d'émission,
- la figure 8 est une vue en coupe selon VIII-VIII de la figure 7, représentant la directivité angulaire des ondes ultrasonores émises par le capteur,
- la figure 9 est une vue analogue à la figure 3, représentant le capteur en cours d'émission,
- la figure 10 est une vue en coupe selon X-X de la figure 9, représentant la directivité angulaire des ondes ultrasonores émises par le capteur,
- la figure 11 représente schématiquement, vu de face, un capteur utilisable selon un quatrième mode de mise en oeuvre de l'invention.

[0044] Comme on le voit sur le dessin, dans le capteur de la figure 2, les transducteurs sont situés aux noeuds d'un réseau plan à maille triangulaire.

[0045] Comme représenté sur la figure 1, la distance qui sépare les centres de deux transducteurs contigus 1 est au plus égale à environ la longueur d'onde dans l'air de l'onde ultrasonore émise.

[0046] Dans le mode de mise en oeuvre décrit, les transducteurs sont prévus pour fonctionner à une fréquence d'environ 40 KHz, ce qui correspond à une longueur d'onde dans l'air d'environ 8,5 mm.

[0047] Du fait qu'ils présentent chacun un diamètre d voisin de cette dimension, les transducteurs sont joints.

[0048] Le capteur de la figure 1 présente une directivité correspondant à un angle d'ouverture d'environ 20° en moyenne, du fait que son diamètre global D_1 est environ égal à trois fois celui d'un transducteur.

[0049] Le capteur de la figure 2 présente une directivité accrue, soit un angle d'ouverture moyen d'environ 8°, du fait que son diamètre global D_2 est d'environ 7 cm.

[0050] Sur la figure 3, on a représenté un capteur dont la directivité est sensiblement la même que celui de la figure 2, du fait que son diamètre global D_3 est égal à celui D_2 du capteur de la figure 2, mais qui présente l'avantage de comporter un nombre beaucoup plus réduit de transducteurs.

[0051] En effet, le capteur de la figure 2 comporte 37 transducteurs, tandis que celui de la figure 3 n'en comporte que 19.

[0052] Dans ce capteur, les transducteurs sont alignés sur trois axes X_1 , X_2 , X_3 formant deux à deux un angle de 60° et sécants au centre d'un transducteur $1a$ central du capteur.

[0053] Cette réduction du nombre de transducteurs est possible grâce à la disposition selon un réseau à maille triangulaire des transducteurs, lesquels sont ainsi disposés en étoile.

[0054] Cette disposition en étoile confère en outre au capteur une capacité à émettre des ondes acoustiques avec des lobes secondaires faibles, par rapport à ceux que l'on obtiendrait avec un réseau à maille carrée.

[0055] Ceci s'explique par le fait que l'agencement en étoile des transducteurs fournit naturellement l'équivalent d'une pondération du signal émis par chaque transducteur.

[0056] Or, on sait que la directivité du signal émis par plusieurs capteurs alignés est sensiblement la transformée de Fourier du nombre de capteurs. Dans le cas où ces capteurs sont pondérés, la transformée de Fourier fournit donc un lobe principal élargi et des lobes secondaires aplatis.

[0057] En utilisation, le transducteur de la figure 3 peut être alimenté de manière à émettre une onde ultrasonore à partir de trois transducteurs contigus situés sur un même axe X_1 , repérés par des hachures sur la figure 4. Dans un tel cas, une onde ultrasonore se propageant à l'intérieur d'un volume mince est émise, comme visible sur les figures 5 et 6 qui représentent l'énergie acoustique des ondes émises en fonction de l'angle d'émission.

[0058] Dans le plan VI, la directivité est sensiblement égale à la directivité d'un seul transducteur, ce qui se traduit par une enveloppe étendue de l'énergie de l'onde ultrasonore en fonction de l'angle d'émission, l'angle d'ouverture moyen de l'onde étant environ égal à 100°.

[0059] En revanche, dans le plan V, les interférences entre les ondes ultrasonores émises par les trois transducteurs se traduisent par une onde résultante dont la directivité est plus fine. Comme on peut le voir sur la figure 5, l'onde résultante comporte un lobe principal et des lobes secondaires de moindre étendue, ce qui don-

ne un angle d'ouverture moyen d'environ 20°.

[0060] En faisant varier les déphasages entre les trois transducteurs excités du capteur, on peut modifier l'orientation du plan 6 de manière à balayer un champ d'observation selon l'axe X_1 , comme indiqué sur la double flèche en figure 5.

[0061] Si l'on augmente le nombre de transducteurs excités, comme on le voit sur la figure 7, l'onde résultante présente, dans un plan perpendiculaire à l'axe de l'alignement des transducteurs concernés, une directivité inchangée sensiblement identique à celle représentée en figure 6.

[0062] Par contre, l'enveloppe de l'énergie des ondes ultrasonores est amincie dans le plan 8, comme représenté sur la figure 8, où l'on voit que l'angle d'ouverture moyen est d'environ 8°.

[0063] Si l'on excite les transducteurs situés à l'intérieur d'un disque centré sur le transducteur central $1a$, comme représenté sur la figure 9, on obtient par interférence, une onde résultante qui se propage à l'intérieur d'un volume de révolution représenté en coupe axiale sur la figure 10. L'angle d'ouverture moyen de l'onde est de 20°.

[0064] Par un déphasage approprié entre les différents transducteurs, on peut ajuster la directivité de cette onde, c'est-à-dire l'axe du volume de révolution à l'intérieur duquel l'onde ultrasonore se propage.

[0065] D'une manière générale, il ressort des essais réalisés par les inventeurs que l'on obtient de bons résultats si l'on utilise des transducteurs de petit diamètre, ce qui permet d'élargir le champ d'interférence et de faire varier de façon précise la direction du tir pour faciliter les balayages angulaires du champ d'observation, le capteur présentant néanmoins un diamètre global élevé.

[0066] Cet agencement est obtenu notamment par la disposition en étoile représentée sur la figure 3.

[0067] Pour recevoir l'écho de l'onde émise par le capteur, on peut utiliser les transducteurs situés aux extrémités des alignements de capteurs.

[0068] De cette manière, compte tenu du délai qui sépare la réception de l'écho par différents capteurs, on peut facilement déterminer l'angle de l'écho et ainsi localiser un objet.

[0069] Sur la figure 4, on a représenté un capteur utilisable selon un quatrième mode de mise en oeuvre de l'invention, dont les transducteurs 1 sont répartis aux noeuds d'un réseau à maille carrée, tout en étant alignés sur des axes X_1 et X_2 perpendiculaires, sécants au centre d'un transducteur central commun $1a$.

[0070] Un tel capteur est particulièrement adapté à l'émission d'ondes ultrasonores se propageant à l'intérieur de volumes minces enveloppant des plans de tir verticaux et horizontaux.

[0071] Il est bien entendu que les modes de réalisation qui viennent d'être décrits ne présentent aucun caractère limitatif et qu'ils pourront recevoir toute modification désirable sans sortir pour cela du cadre de l'in-

vention.

Revendications

1. Procédé de détection et/ou de reconnaissance d'objets dans l'air, notamment pour le guidage d'un robot mobile, à l'aide d'un capteur comportant une pluralité de transducteurs circulaires (1) prévus pour fonctionner à un même ensemble de fréquences donné, agencés aux noeuds d'un réseau régulier, la distance qui sépare les centres de deux transducteurs adjacents du réseau étant au plus de l'ordre de la longueur d'onde dans l'air des ondes émises par les transducteurs, caractérisé par le fait que l'on détermine a priori la forme d'un objet à reconnaître, que l'on émet à partir du capteur une onde ultrasonore qui se propage à l'intérieur d'un volume présentant des caractéristiques géométriques communes avec ladite forme déterminée a priori, que l'on recueille l'écho de l'onde ultrasonore émise, et que l'on analyse l'énergie de cet écho pour déterminer si les caractéristiques géométriques déterminées a priori ont été rencontrées dans l'objet à reconnaître.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'ayant déterminé a priori la forme de l'objet à reconnaître, on émet ladite onde ultrasonore en balayant le champ d'observation du capteur.
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé par le fait que, pour émettre une onde ultrasonore qui se propage à l'intérieur d'un volume mince enveloppant un plan de tir, on excite un nombre déterminé de transducteurs contigus d'un même alignement de transducteurs du capteur, l'axe (X_1) de cet alignement s'étendant sensiblement perpendiculairement audit plan de tir.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé par le fait que pour émettre une onde ultrasonore se propageant suivant un volume de révolution centré autour d'un axe de tir, on excite tous les transducteurs situés à l'intérieur d'un disque, de rayon déterminé, centré sur le transducteur central (1a) du capteur.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait que, pour recueillir l'écho de l'onde ultrasonore émise, on utilise des transducteurs du capteur.
6. Procédé selon la revendication 5, utilisant un capteur constitué par une pluralité d'alignements de transducteurs (1), alignements dont les axes (X_1 , X_2 , X_3) se croisent au centre d'un transducteur central commun (1a), caractérisé par le fait que l'on uti-

lise les transducteurs situés aux extrémités des alignements de transducteurs pour recueillir l'écho de l'onde ultrasonore émise.

- 5 7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé par le fait que l'on utilise un capteur dont le réseau de transducteurs est plan.
- 10 8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé par le fait que l'on utilise un capteur dont le réseau de transducteurs est un réseau à maille triangulaire.
- 15 9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé par le fait que l'on utilise un capteur dont le réseau de transducteurs est un réseau à maille carrée.

Patentansprüche

- 25 1. Verfahren zur Detektion und/oder zur Erkennung von Objekten in der Luft, insbesondere zum Führen eines beweglichen bzw. mobilen Roboters, mit Hilfe eines Sensors bzw. Fühlers, der eine Vielzahl von kreisförmigen Wandlern (1) umfasst, die vorgesehen sind, um bei einem gleichen Ensemble von gegebenen Frequenzen zu arbeiten, angeordnet bei Knoten eines regelmäßigen Netzes, wobei der Abstand, der die Mitten von zwei benachbarten Wandlern des Netzes trennt größer ist als die Größenordnung bzw. der Grad der Wellenlänge in der Luft der Wellen, die von den Wandlern emittiert werden, gekennzeichnet durch die Tatsache, dass man von vornherein die Form eines zu erkennenden Objekts bestimmt, dass man von dem Sensor eine Ultraschallwelle emittiert, die in das Innere eines Volumens wandert, das gemeinsame geometrische Charakteristiken mit der genannten von vornherein bestimmten Form darstellt, dass man das Echo der emittierten Ultraschallwelle einsammelt und dass man die Energie dieses Echos analysiert, um zu bestimmen, ob die von vornherein bestimmten, geometrischen Charakteristiken in dem zu erkennenden Objekt wieder gefunden bzw. angetroffen werden.
- 30 2. Verfahren gemäß Anspruch 1, gekennzeichnet durch die Tatsache, dass man von vornherein die Form des zu erkennenden Objekts bestimmt hat, man die genannte Ultraschallwelle emittiert, wobei man den Beobachtungsbereich bzw. das Beobachtungsfeld des Sensors abtastet.
- 35 3. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 1 und 2, gekennzeichnet durch die Tatsache, dass zum Emittieren einer Ultraschallwelle, die in das Innere eines kleinen bzw. dünnen Volumens fortschreitet,
- 40
- 45
- 50
- 55

das eine Zielebene bzw. Schießebene umgibt bzw. umhüllt, man eine bestimmte Anzahl von aneinandergrenzenden Wandlern einer gleichen Ausrichtung bzw. Anordnung von Wandlern des Sensors erregt, wobei sich die Achse (X_1) dieser Ausrichtung bzw. Anordnung in etwa senkrecht zu der Zielebene bzw. Schießebene erstreckt.

4. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 1 und 2, gekennzeichnet durch die Tatsache, dass zum Emittieren einer Ultraschallwelle, die sich einem Rotationsvolumen, das um die Achse des Ziels bzw. Schießens zentriert ist, folgend ausbreitet, man alle Wandler erregt, die sich im Inneren einer Scheibe befinden, wobei der bestimmte Strahl über dem zentralen Wandler (1a) des Sensors zentriert ist.
5. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch die Tatsache, dass man zum Einsammeln des Echos der emittierten Ultraschallwelle die Wandler des Sensors nutzt.
6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei ein Sensor verwendet wird, der durch eine Vielzahl von Ausrichtungen bzw. Anordnungen von Wandlern (1) gebildet ist, wobei die Ausrichtungen bzw. Anordnungen Achsen (X_1, X_2, X_3) aufweisen, die sich bei der Mitte eines gemeinsamen zentralen Wandlers (1a) kreuzen, gekennzeichnet durch die Tatsache, dass man die Wandler, die an den äußersten Enden der Anordnungen bzw. Ausrichtungen der Wandler platziert sind, nutzt, um das Echo der emittierten Ultraschallwelle einzusammeln.
7. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 6, gekennzeichnet durch die Tatsache, dass man einen Sensor nutzt, bei dem das Netz der Wandler eben bzw. flächig ist.
8. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 7, gekennzeichnet durch die Tatsache, dass man einen Sensor verwendet, bei dem das Netz der Wandler ein Netz gemäß einem dreieckigen Gitter bzw. einer dreieckigen Masche ist.
9. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 7, gekennzeichnet durch die Tatsache, dass man einen Sensor verwendet, bei dem das Netz von Wandlern ein Netz gemäß einem vierkantigen bzw. quadratischen Gitter ist.

Claims

1. Method for detecting and/or recognizing objects in the air, especially for guiding a mobile robot, using a sensor comprising a plurality of circular transduc-

ers (1) provided to operate at a same given set of frequencies and placed at the nodes of a regular network, the distance separating the centres of two adjacent transducers of the network being, at most, about that of the wavelength in air of the waves emitted by the transducers, characterized in that the shape of an object to be recognized is determined *a priori*, in that an ultrasound wave, which is propagated inside a volume having geometric characteristics in common with the said shape determined *a priori*, is emitted from the sensor, in that the echo of the emitted ultrasound wave is picked up, and in that the energy of this echo is analysed in order to determine whether the geometric characteristics determined *a priori* have been encountered in the object to be recognized.

2. Method according to Claim 1, characterized in that, having determined *a priori* the shape of the object to be recognized, the said ultrasound wave is emitted, scanning the field of observation of the sensor.
3. Method according to either of Claims 1 and 2, characterized in that, in order to emit an ultrasound wave which is propagated inside a thin volume surrounding a firing plane, a predetermined number of adjoining transducers of the same alignment of sensor transducers are excited, the axis (X_1) of this alignment lying substantially perpendicular to the said firing plane.
4. Method according to either of Claims 1 and 2, characterized in that, in order to emit an ultrasound wave which is propagated along a volume of revolution centred about a firing axis, all the transducers located inside a disc, of predetermined radius and centred on the central transducer (1a) of the sensor, are excited.
5. Method according to any one of Claims 1 to 4, characterized in that, in order to pick up the echo of the ultrasound wave emitted, the sensor transducers are used.
6. Method according to Claim 5, using a sensor made up of a plurality of transducer (1) alignments, alignments whose axes (X_1, X_2, X_3) intersect at the centre of a common central transducer (1a), characterized in that the transducers located at the ends of the transducer alignments are used to pick up the echo of the emitted ultrasound wave.
7. Method according to any one of Claims 1 to 6, characterized in that a sensor is used whose transducer network is flat.
8. Method according to any one of Claims 1 to 7, characterized in that a sensor is used whose transducer

network is a network with a triangular mesh.

9. Method according to any one of Claims 1 to 7, characterized in that a sensor is used whose transducer network is a network with a square mesh.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

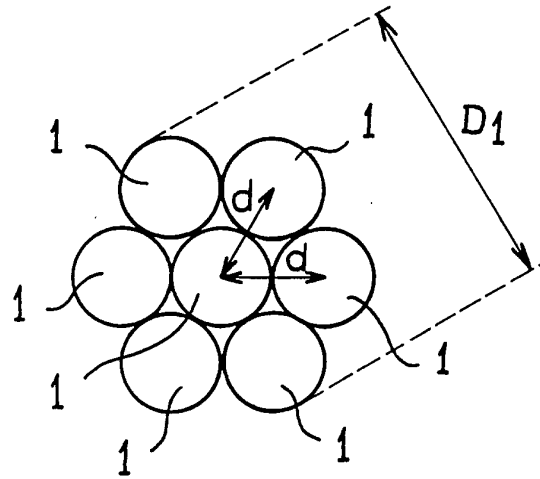


FIG. 1

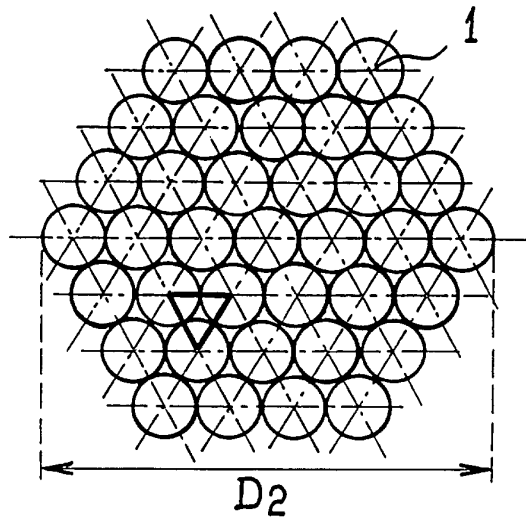


FIG. 2

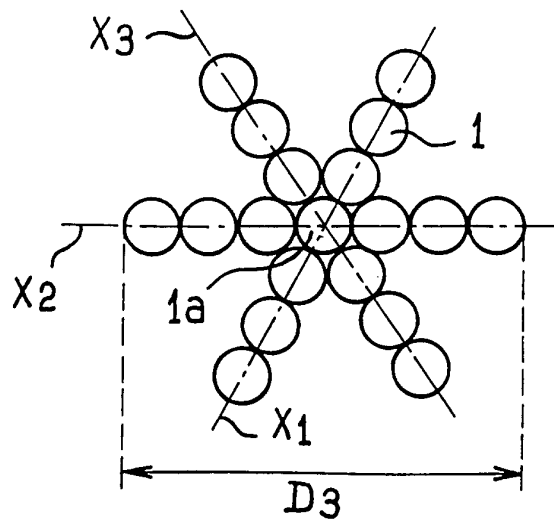


FIG. 3

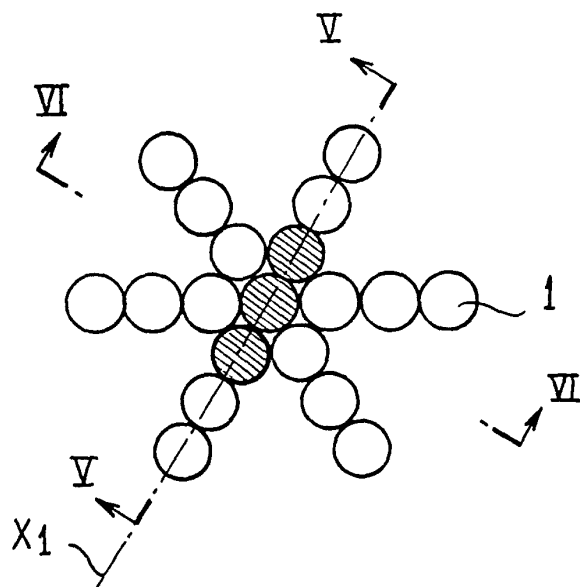


FIG. 4

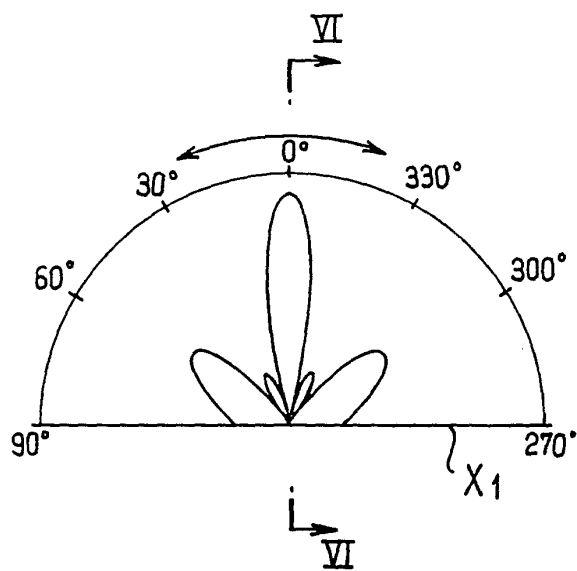


FIG. 5

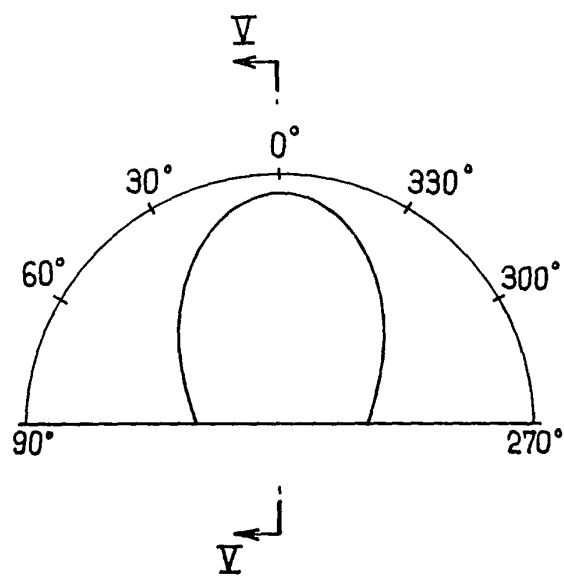


FIG. 6

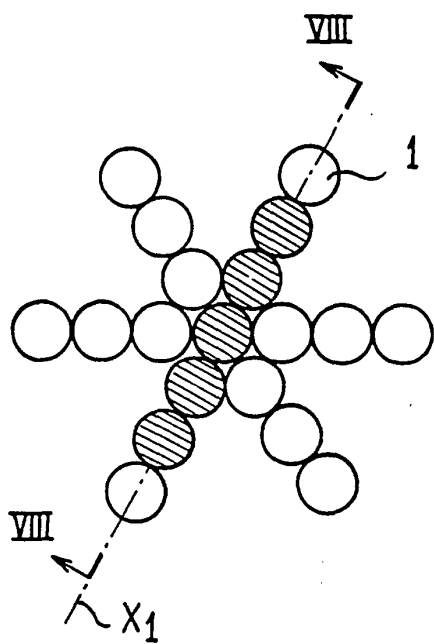


FIG. 7

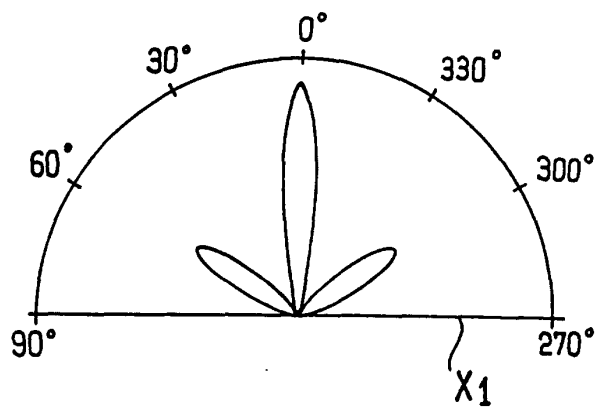


FIG. 8

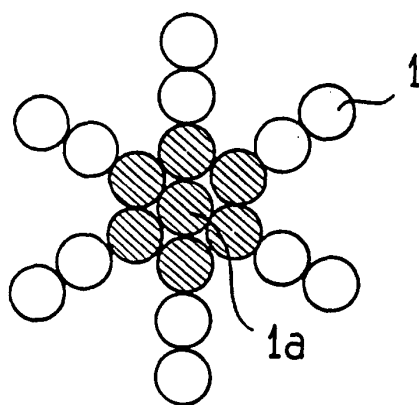


FIG. 9

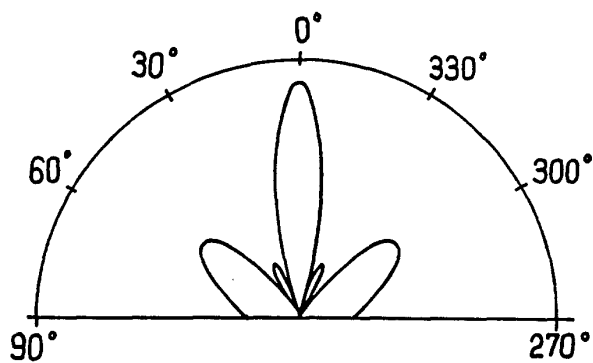


FIG. 10

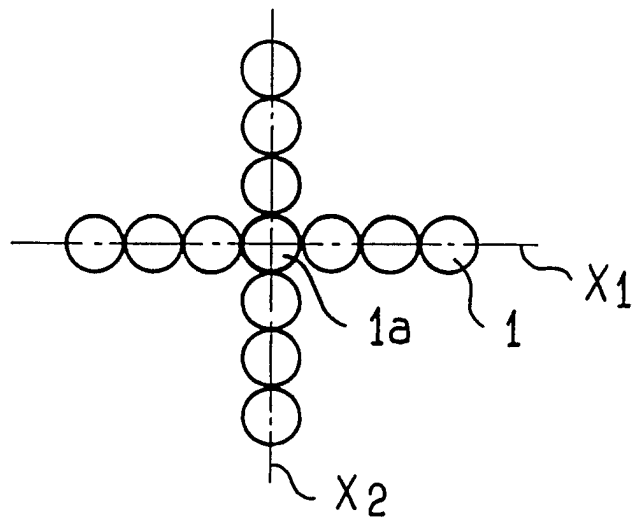


FIG. 11