

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 515 836

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 82 07712

(54) Appareil pour produire des couples stéréoscopiques en temps réel.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). G 03 X X; A 61 B 10/00.

(22) Date de dépôt 4 mai 1982.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : US, 29 octobre 1981, n° 06/316 332.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 18 du 6-5-1983.

(71) Déposant : Société dite : SRI INTERNATIONAL. — US.

(72) Invention de : Jon Charles Taenzer.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Rinuy, Santarelli,
14, av. de la Grande-Armée, 75017 Paris.

La formation d'images par ultrasons, en "temps réel", d'organes d'un organisme vivant, par exemple le cœur d'un être humain vivant, est devenue un outil de diagnostic bien accepté qui, pour de nombreuses applications particulières, complète ou remplace des instruments reposant sur des techniques de pénétration, par exemple le cathétérisme, ou bien utilisant des moyens plus nocifs tels que les rayons X. Des images transcutanées en temps réel de l'anatomie humaine vivante, utilisant les ultrasons relativement inoffensifs et montrant clairement les aspects spatiaux, c'est-à-dire les aspects stéréoscopiques ou en relief ou la perspective, de l'image produite donnent une information qui est encore plus utile pour l'estimation d'une information intéressante du point de vue médical. En d'autres termes, l'addition d'une troisième dimension aux images ultrasonores "monaurales" déjà hautement utiles introduit un autre aspect diagnostique valable.

L'appareil de formation d'images en relief par ultrasons décrit et représenté dans le présent mémoire est conçu spécifiquement pour des diagnostics médicaux et, par conséquent, la description portera sur cette application très exigeante. Il convient cependant de noter que les structures et principes de l'invention peuvent s'appliquer à de nombreuses autres utilisations de la formation d'images par des moyens acoustiques, ainsi qu'à la génération d'images stéréoscopiques en temps réel au moyen de toute forme d'énergie utilisée pour la formation d'images, c'est-à-dire l'optique, les infrarouges, les ultrasons, etc.

Une première utilisation de l'appareil consiste à employer ce dernier à la place d'un appareil monaural de focalisation et de déflexion tel que celui décrit dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3 913 061. Par conséquent, l'appareil de formation d'images en relief est décrit et représenté dans cette référence. Etant donné que le brevet précité et que les

brevets cités mentionnés dans le présent mémoire décrivent des problèmes traités et résolus par le système monaural, les explications ne seront pas répétées dans le présent mémoire. Par exemple, les brevets des Etats-Unis d'Amérique n° 3 913 061 précité et n° 3 982 223 mentionnent des problèmes de conversion de mode aux interfaces liquide/solide. Par conséquent, les problèmes de conversion de mode ne seront pas de nouveau décrits dans le présent mémoire, quand bien même le dispositif à lentille acoustique décrit dans le brevet n° 3 982 223 précité s'applique à l'appareil de formation d'images selon l'invention. De même, un ensemble convertisseur utilisé pour convertir le couple de champs images stéréoscopiques généré par l'appareil selon l'invention est décrit dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3 971 962. Le dispositif de focalisation et de déflexion selon l'invention est conçu spécifiquement pour être utilisé avec un tel ensemble. Il apparaîtra cependant que les utilisations possibles de ce dispositif sont plus larges. Le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 4 061 415 mentionne d'autres problèmes se posant dans la conversion des champs images sous une forme visible.

De même que le système monaural décrit dans le brevet n° 3 913 061 précité, l'appareil stéréoscopique selon l'invention comporte un dispositif de focalisation et de déflexion d'images ultrasonores destiné à focaliser une image ultrasonore à compression sur une surface, par exemple un plan ou la surface d'un segment de sphère, et à déplacer périodiquement tous les points de la surface du champ image comprimé afin qu'ils passent par une ligne de manière que la totalité du champ image puisse être convertie par un ensemble d'éléments transducteurs, disposés sur une ligne unique, en un signal capable d'être utilisé pour la présentation d'une image visuelle. En outre, de même que dans le système monaural, la forme de réalisation représentée du dispositif de déflexion d'image est destinée à être utilisée dans des milieux

liquides et elle comporte deux ou plusieurs lentilles solides ou pleines et deux éléments de déflexion d'image qui comprennent entre eux un milieu liquide de remplissage.

Les éléments de déflexion d'image constituent un couple

5 de prismes ou coins disposés coaxialement, qui sont tournés simultanément dans des sens opposés afin que le champ image transmis soit déplacé pour passer par une ligne donnée (ensemble fixe de transducteurs) deux fois lors de chaque rotation complète des prismes.

10 Selon l'invention, un couple de champs images, qui sont des vues d'un objet sous deux angles différents, prises sensiblement au même moment afin de constituer un couple de champs images stéréoscopiques, est produit par mise en place de deux prismes de réfraction tournant en 15 sens opposés entre l'objet visé et le champ image et par blocage simultané de la transmission d'énergie sur un premier côté d'un plan passant par un axe central et transmission de l'énergie par les prismes sur le côté opposé de l'axe central, puis par blocage simultané de 20 la transmission d'énergie sur ledit côté opposé de l'axe central et transmission de l'énergie par les prismes sur ledit premier côté de l'axe central, de façon alternée, pendant la rotation en sens opposés des prismes. De cette manière, on obtient une transmission de l'objet vers le 25 champ de visée sous deux angles différents (côtés opposés des prismes) à peu près au même instant. Dans une forme préférée de réalisation, chacun des deux prismes est revêtu partiellement d'une matière qui bloque la transmission d'énergie de l'objet vers le champ de visée afin 30 que l'énergie soit arrêtée à l'emplacement des parties revêtues des prismes et qu'elle soit transmise par les parties des prismes ne portant pas de revêtement, entre l'objet visé et le champ image.

L'invention sera décrite plus en détail en 35 regard des dessins annexés à titre d'exemples nullement limitatifs et sur lesquels:

. la figure 1 est une coupe longitudinale

verticale centrale et partiellement schématique d'un ensemble de déflexion et de focalisation d'image illustrant le concept de l'invention;

- 5 . les figures 2 à 5 sont des vues schématiques en perspective éclatée des éléments de l'ensemble de déflexion et de focalisation d'image, montrant les prismes déflecteurs de la figure 1 dans diverses positions de rotation afin d'illustrer comment les couples d'images stéréoscopiques sont développés; et
- 10 10 . les figures 6 et 7 sont des vues en perspective éclatée de deux autres formes de réalisation de l'ensemble de déflexion et de focalisation d'image selon l'invention.

15 Les figures 1 à 5 représentent une forme préférée de réalisation d'un appareil composé de formation et de déflexion ou déviation d'image acoustique, utilisé pour la génération de couples d'images stéréoscopiques. L'association des éléments de focalisation et de déflexion de l'appareil (dans la forme de réalisation représentée) 20 et leur coopération sont décrites dans le brevet n° 3 913 061 précité. En outre, les éléments de focalisation proprement dits peuvent être les mêmes que ceux décrits dans le brevet n° 3 982 223 précité. Cependant, pour que la description soit complète et en raison de la 25 coopération particulière des éléments de formation d'image et de déflexion de l'appareil selon l'invention, les éléments de focalisation et de déflexion, ainsi que leur action, seront de nouveau décrits dans le présent mémoire.

30 Une action de focalisation (formation d'image) d'un champ image incident de compression est produite par deux lentilles pleines 10 et 12 qui ont toutes deux une forme sensiblement biconcave et qui sont alignées axialement et espacées l'une de l'autre afin de former entre elles une cavité 13. Des éléments en forme de coin (prismes) 18 et 20, intercalés entre les lentilles 10 et 12 (dans la cavité 13), sont destinés à déplacer le champ

image de compression incident de manière qu'un ensemble sensiblement linéaire d'éléments transducteurs séparés puisse transformer le champ image complet en signaux électriques à partir desquels il est possible de caracté-

riser visuellement le champ image, par exemple sur la surface d'un oscilloscope. L'ensemble acoustique composé à 5 lentilles et éléments de déflexion du champ image est destiné à être utilisé dans un milieu liquide; il est donc représenté comme étant logé dans un boîtier sensiblement cylindrique 15 et immergé dans un milieu liquide 10 16 (appelé le liquide environnant). La cavité 13 comprise entre les lentilles 10 et 12 est également remplie d'un liquide 14. Il est plus commode de réaliser les deux lentilles 10 et 12 et les coins acoustiques 18 et 20 afin 15 que leur bord extérieur soit circulaire.

On considère d'abord les coins acoustiques 18 et 20 dans la position fixe montrée sur la figure 1, position dans laquelle l'image est transmise essentiellement sans changement de caractère et d'aspect. On consi-

dère ensuite la déflexion ou déviation d'image produite 20 par la rotation en sens inverses des coins, puis le procédé de développement des images à partir d'angles de visée différents, qui constituent les couples d'images stéréoscopiques.

Etant donné que la génération des couples 25 d'images stéréoscopiques constitue le but principal de l'invention et étant donné que la forme préférée de réalisation de l'appareil pour la formation et la déflexion d'images à ondes de compression, ainsi que l'ensemble linéaire de transducteurs utilisé pour transformer le 30 champ image total de compression en signaux électriques qui sont ensuite convertis en une représentation visuelle, sont décrits en détail dans les brevets n° 3 913 061 et n° 3 971 962 précités, l'appareil associé, qui fait tourner 35 les coins 18 et 20 en sens opposés pour produire la déflexion appropriée, les détails des joints liquides pour les lentilles 10 et 12 et pour les coins 18 et 20,

et les matières utilisées à cet effet ne sont pas représentés ni décrits dans le présent mémoire. L'action des coins 18 et 20 tournant en sens opposés est cependant assez importante à la compréhension de la formation des 5 couples d'images stéréoscopiques pour justifier une description.

A cet égard, il convient de noter que les coins 18 et 20, tels que représentés, sont réalisés en une matière ayant une vitesse acoustique sensiblement différente de celle du liquide 14, comme c'est le cas pour les lentilles 10 et 12, et qu'ils sont montés en alignement axial le long du trajet d'incidence d'un champ image de compression qui est focalisé par les lentilles 10 et 12. Les coins 18 et 20 sont maintenus en alignement axial avec 15 les lentilles 10 et 12 par montage de ces coins de façon qu'ils puissent tourner à l'intérieur du boîtier cylindrique 15, dans des paliers annulaires 37 et 39.

Le coin 18 (représenté à gauche sur la figure) est orienté de manière que sa partie la plus épaisse soit 20 en bas et que sa partie la plus mince soit en haut. Il présente deux surfaces planes 22 et 24. La surface plane intérieure 24 est représentée comme étant perpendiculaire à l'axe longitudinal de l'ensemble du boîtier 15 et la surface plane extérieure 22 est inclinée par rapport à elle. 25 Le coin acoustique 18 étant fixe, la direction de propagation d'un champ d'ondes acoustiques arrivant sur la surface inclinée 24 est déviée vers le haut d'un angle déterminé par la pente des surfaces 22 et 24 et par les vitesses acoustiques relatives de la matière du coin et du fluide 30 14, conformément à la théorie normale de la réfraction. Dans le dispositif représenté, le coin 18 présente une périphérie circulaire, de même que les lentilles 10 et 12.

Le coin acoustique 20 (représenté à droite sur la figure) est identique, en tous points, au coin acoustique 18, sauf qu'il est tourné de 180°, autour de son axe longitudinal, par rapport à ce coin acoustique 18.

Autrement dit, le coin acoustique 20 est constitué de la

même matière que le coin 18 et il présente deux surfaces planes 26 et 28. La surface plane 26 du coin 20, qui est immédiatement adjacente à la surface plane verticale 24 du coin acoustique 18, est également perpendiculaire à
5 l'axe de l'ensemble du boîtier 15. Il convient de noter que la première surface (22) du coin acoustique 18 rencontrée par un champ d'ondes acoustiques progressant de la gauche vers la droite (dans l'orientation de la figure) est exactement parallèle à la surface d'émergence 28 du
10 coin acoustique 20, et la surface plane d'émergence (verticale) 24 du coin acoustique 18 est parallèle à la surface acoustique d'incidence 26 du coin acoustique 20 dans la position représentée.

Ainsi, dans la position représentée, le coin
15 acoustique 20 dévie vers le bas la direction de propagation d'un champ d'ondes incidentes exactement du même angle que le coin 18 la dévie vers le haut. Par conséquent, un champ d'ondes acoustiques progressant de la gauche vers la droite dans l'ensemble est focalisé pour
20 former une image acoustique, comme décrit précédemment, au moyen des lentilles 10 et 12, et sa position générale dans le plan image (aspect) n'est pas modifiée par les coins acoustiques 18 et 20.

Il en résulte que si les coins acoustiques
25 18 et 20 sont tournés en sens opposés, l'un par rapport à l'autre, sur 180° , les surfaces inclinées 22 et 28 des deux coins, qui sont parallèles entre elles comme montré sur la figure 1, se retrouvent de nouveau parallèles l'une à l'autre, mais inclinées en sens opposés.
30 A la suite d'une telle rotation, la partie épaisse du coin acoustique 18 est placée en haut de l'ensemble du boîtier 15 et la partie mince du coin acoustique 20 se trouve également placée en haut. Ainsi, un champ image de compression arrivant sur la surface extérieure plane
35 22 du coin 18 est dévié vers le bas (plutôt que vers le haut, comme c'était le cas précédemment) et il est dévié vers le haut, exactement du même angle, par le coin

acoustique 20. Dans cette position également, l'image acoustique incidente n'est alors pas déviée à sa sortie de l'ensemble de focalisation et de déflexion. Comme décrit plus en détail ci-après, dans les positions intermédiaires (comprises entre les deux positions ne provoquant pas de déflexion de l'image et venant d'être décrites) des coins 18 et 20, le champ image incident de compression est dévié d'abord vers un premier côté, puis vers l'autre.

10 A l'aide des principes de conception indiqués précédemment, l'homme de l'art peut réaliser un ensemble à lentilles et de déflexion d'images conformément à l'invention.

15 Bien que d'autres modes opératoires soient possibles, il est très pratique de réaliser le dispositif de manière qu'aucune aberration sphérique ne soit produite par les éléments 18 et 20 en forme de coin, c'est-à-dire de réaliser le dispositif de manière que toutes les ondes traversant les coins soient planes. Ceci est obtenu 20 en réalisant le dispositif de manière que le plan objet dont l'image est à former se trouve à une distance focale de la lentille sur laquelle le plan image est incident.

25 Etant donné que le but final du dispositif de formation d'image et de déflexion tel que représenté est de transformer un champ image incident total de compression en signaux électriques pouvant être ensuite transformés en une représentation visuelle et étant donné que les moyens particuliers pour effectuer la conversion ou transformation comprennent un ensemble linéaire de transducteurs (non représenté ni décrit dans le présent mémoire, mais décrit plus en détail dans le brevet n° 3 971 962 précité), l'objectif est d'analyser ou de balayer la totalité du champ image en passant alternativement, dans un sens et dans l'autre, par l'axe de l'ensemble linéaire 30 de transducteurs, sans mouvement rotatif de l'image. 35 Autrement dit, l'ensemble linéaire (non représenté) est placé en aval de l'ensemble de focalisation et de déflexion,

dans un plan qui est vertical et qui passe par l'axe central du boîtier tubulaire 15 de l'ensemble à lentilles et de défexion (également défini comme une ligne perpendiculaire à l'axe de l'alignement et située dans un plan 5 contenant l'axe d'alignement). Ainsi, le dispositif de défexion a pour objet de balayer l'image de façon orthogonale en passant par cette ligne, sans rotation ni déplacement latéral par rapport à l'ensemble linéaire de transducteurs (car la ligne définie par l'ensemble de transducteurs est, dans ce cas, décrite comme étant verticale et 10 le terme "latéral" utilisé dans ce cas signifie dans la direction longitudinale de la ligne, le déplacement latéral à éviter étant en fait vertical).

Lorsque les coins acoustiques 18 et 20 sont 15 tournés en sens opposés, mais à la même vitesse (du même nombre de degrés d'angle par seconde), l'angle formé entre les faces extérieures 22 et 28, initialement parallèles, change progressivement à partir de zéro dans la position montrée sur les figures 1 et 2 jusqu'à une valeur maximale atteinte lorsque les coins ont été tournés chacun de 90° (position montrée sur la figure 3). Lorsque les coins sont tournés davantage, l'angle formé entre les 20 faces 22 et 28, initialement inclinées mais parallèles, revient à zéro (pour une rotation de 180° , figure 4), et 25 à un maximum en sens opposés (pour une rotation de 270° , figure 5). L'angle revient de nouveau à zéro en position de départ (rotation de 360° , figure 1). La combinaison des deux coins tournant en sens opposés à la même vitesse 30 constitue en fait un coin à angle variable. Ainsi, le champ image acoustique incident de compression est animé effectivement d'un mouvement alternatif de balayage passant par une ligne perpendiculaire à l'axe d'alignement des éléments et située dans un plan contenant l'axe d'alignement. L'action de balayage a lieu une fois dans 35 chaque sens pour chaque rotation complète des deux coins acoustiques et sans déplacement rotatif ou latéral dans la direction longitudinale de la ligne (l'expression

"déplacement latéral" signifiant, comme précédemment, un déplacement le long de la direction longitudinale de la ligne de transducteurs).

Ayant décrit la façon dont les prismes contrarotatifs 18 et 20 agissent sur un champ image de compression incident, qui est focalisé par les lentilles 10 et 12, pour dévier l'image dans un sens et dans l'autre en la faisant passer par une ligne perpendiculaire à l'axe d'alignement, une fois dans chaque sens lors de chaque rotation complète des deux coins acoustiques 18 et 20 et sans déplacement rotatif ou latéral, c'est-à-dire sans déplacement le long de l'axe d'alignement des transducteurs, on considérera à présent le procédé pour produire des images à partir d'angles de visée différents qui constituent les couples d'images stéréoscopiques. Il est rappelé que pour produire des images stéréoscopiques ou en relief en temps réel, un objet doit être vu de deux angles différents au même instant (ou presque au même instant).

Décrit simplement, un procédé permettant la production de couples d'images stéréoscopiques en temps réel avec l'appareil de prise de vues à ultrasons représenté, avec seulement de légères modifications apportées au dispositif (le dispositif "monaural"), consiste à "viser" l'objet (sujet) par une partie différente de l'ensemble de focalisation et de déflexion d'image, sur des côtés opposés d'un plan passant par l'axe longitudinal central, lors de chaque balayage complet de l'image, c'est-à-dire à chaque fois que l'image est balayée ailleurs de la ligne de translation d'image (ensemble linéaire de transducteurs dans cette forme de réalisation). A cet effet, on bloque ou ferme d'abord un côté de l'image transmise, puis l'autre côté, tout en permettant une transmission par le côté opposé.

Les figures 2 à 5 représentent la forme préférée de réalisation de l'invention. Les éléments montrés sur ces figures sont identiques à ceux représentés sur la

figure 1 et les éléments correspondants portent donc les mêmes références numériques. Dans cette forme de réalisation, le blocage ou l'arrêt de la transmission est réalisé par un revêtement d'une partie (un segment en demi-cercle) 5 de chacun des coins contrarotatifs 18 et 20 au moyen d'une matière opaque aux ultrasons, par exemple une mousse de matière plastique ou un caoutchouc absorbant les ultrasons, cette partie étant orientée de manière que le champ image de compression transmis et dévié par les coins pen- 10 dant au moins une partie de la rotation de 180° soit transmis à travers un côté du dispositif à lentilles, tandis que l'autre côté est effectivement bloqué, et que le champ image de compression transmis et dévié pendant au moins une partie de la rotation suivante de 180° cons- 15 titue une énergie provenant du côté opposé du dispositif à lentilles, tandis que le premier côté est effectivement bloqué.

Il est possible de comprendre clairement ce processus en considérant successivement les figures 2 à 5 qui 20 montrent des phases successives d'une rotation sur 90° à partir d'une position de départ illustrée sur la figure 2. Comme expliqué précédemment, un champ image transmis à travers le dispositif à lentilles et coins n'est pas dévié lorsque les coins 18 et 20 occupent deux positions dans 25 lesquelles l'épaisseur de l'ensemble est uniforme sur toute la section des coins, à savoir dans les positions correspondant à une rotation de 0° des coins, montrée sur la figure 2, et à une rotation de 180° , montrée sur la figure 4. Autrement dit, dans ces deux positions, la par- 30 tie la plus épaisse d'un coin et la partie la plus mince de l'autre coin sont en alignement direct. Pour arrêter un côté d'une image incidente contenant un champ ultrasonore de compression tout en permettant la transmission de l'autre côté, une moitié correspondante de chacun des coins 35 (18 et 20) est revêtue d'une matière opaque aux ultrasons (respectivement indiquées en 30 et 32) de manière que le côté gauche, à 0° (figure 2) arrête le champ ultrasonore

tandis que ce dernier est transmis par le côté droit. Dans les positions opposées atteintes par rotation, c'est-à-dire à 180° (figure 4) et en l'absence de défexion de l'image, comme précédemment, le côté droit est bloqué 5 tandis que le champ ultrasonore passant par le côté gauche est transmis, car les moitiés revêtues (30 et 32) des coins 18 et 20 correspondent au côté droit (dans l'orientation de la figure). Ainsi, dans cette position, le côté gauche des coins 18 et 20 est transparent et laisse passer le champ ultrasonore incident. Si l'on 10 considère uniquement ces deux cas extrêmes, il apparaît que le blocage et la transmission de l'énergie sont tels que l'énergie est transmise par un seul côté à la fois et que la transmission se produit d'abord sur un premier 15 côté d'un plan vertical passant par l'axe central du dispositif, puis par l'autre côté. Etant donné que les deux côtés du dispositif à lentilles et de défexion (situés de part et d'autre d'un plan vertical central, comme montré) sont séparés physiquement, les images transmises 20 sur les côtés opposés proviennent de deux angles de visée différents. Ainsi, une image balayée sur deux est une image d'un couple stéréoscopique, tandis que l'image balayée opposée constitue l'autre image du couple stéréoscopique. Il convient de noter à ce stade que le meilleur 25 fonctionnement est obtenu lorsque les revêtements absorbants l'énergie sont appliqués sur les surfaces planes intérieures 24 et 26, tournées l'une vers l'autre, des coins.

Les positions extrêmes des coins 18 et 20, 30 c'est-à-dire les positions correspondant à des rotations de 0° et 180° (figures 2 et 4) ayant été considérées, on considèrera à présent les positions intermédiaires. En partant de la position des coins telle que le côté droit du dispositif réalise une transmission totale (figure 2, 35 0°) alors que les coins tournent en sens opposés (comme représenté, le premier coin 18 tourne dans le sens inverse des aiguilles d'un montre et le second coin 20

tourne dans le sens des aiguilles d'une montre), les revêtements 30 et 32 ferment progressivement la section de transmission par un mouvement de cisaillement de sorte que le segment de lentilles restant transparent est de plus en plus petit pendant que l'image est déviée de plus en plus. Cependant, la transmission reste sur le même côté d'un plan vertical passant par le centre du dispositif (côté droit de la figure) jusqu'à ce que les coins aient tourné jusqu'à leur première position de déflection complète (rotation de 90°, montrée sur la figure 3). Lorsque les coins ont tourné jusqu'à la première position de déflection complète, le champ image de compression est totalement bloqué, car le revêtement 30 du premier coin 18 bloque la totalité de la moitié supérieure du champ et le revêtement 32 de l'autre coin bloque la totalité de la moitié inférieure du champ. Lorsque les coins 18 et 20 continuent de tourner au-delà de 90°, les zones de blocage ou d'arrêt (revêtements 30 et 32) commencent à s'éloigner l'une de l'autre sur le côté opposé (gauche) du plan central, offrant une "vue" depuis le côté gauche du dispositif. Cette action amorce également la translation de l'image dans la direction opposée, comme décrit précédemment et comme indiqué dans le brevet n° 3 913 061 précité.

La zone de transmission continue d'augmenter jusqu'à ce que les coins 18 et 20 atteignent la seconde position de non déflection (180°, figure 4) à partir de laquelle la zone de transmission commence à diminuer. La zone de transmission continue de diminuer sur le même côté de visée (gauche) jusqu'à ce que les coins se ferment par "cisaillement" dans la position suivante de déflection complète (270°, figure 5). Dans cette position, aucune énergie n'est transmise. Autrement dit, à 270°, la couche 30 d'arrêt appliquée sur le coin 18 tournant dans le sens inverse des aiguilles d'une montre bloque la totalité de la moitié supérieure du champ et la couche 32 d'arrêt appliquée sur le coin 20 tournant dans le sens des

aiguilles d'une montre bloque la totalité de la moitié inférieure du champ. La zone de transmission commence ensuite à s'ouvrir de nouveau sur le côté opposé (droit) du dispositif pendant que la translation de l'image revient vers la première direction. Ainsi, il apparaît que la transmission d'une onde d'image de compression incidente s'effectue alternativement par un côté et par l'autre lorsque les coins tournent, et qu'une transmission sur un côté correspond à une première direction de translation de l'image, tandis qu'une transmission sur l'autre côté correspond à l'autre direction de translation de l'image.

Dans la forme de réalisation représentée, les prismes 18 et 20 tournent à une vitesse de 7,5 tours par seconde et ils produisent deux images par tour (rotation de 360°), soit 15 images à la seconde. Etant donné que les images sont alternativement les images opposées d'un couple stéréoscopique, ce dispositif produit 7,5 couples stéréoscopiques par seconde, ce qui s'avère convenable. Cependant, si le scintillement de l'image pose un problème, il est possible d'accroître la vitesse de rotation ou d'employer une conversion d'analyse. De plus, il convient de noter que les prismes 18 et 20 sont recouverts exactement sur leur moitié. Une telle forme de réalisation présente à la fois des avantages et des inconvénients. Un avantage de cette forme de réalisation est qu'elle donne un angle de visée raisonnable, avec une isolation pratiquement totale des "vues" individuelles du couple stéréoscopique. Un inconvénient est que l'intensité ou "luminosité" du champ image transmis n'est pas uniforme d'un bord à l'autre lors de son mouvement alternatif, mais que ce champ est moins intense (plus sombre) au centre, dans les régions où la déflexion ou déviation la plus grande se produit. En fait, étant donné que l'énergie transmise est totalement arrêtée deux fois lors de chaque rotation des coins sur 360° , seule la partie centrale du balayage produit une image. Pour la

plupart des applications, ceci ne constitue pas un problème. Le fait que le mouvement alternatif de l'image soit sinusoïdal, de sorte que le déplacement est relativement plus long vers le point d'inversion de la direction de l'image (à la fois immédiatement avant et immédiatement après ce point), laisse plus de temps aux transducteurs pour produire des signaux électriques dans la zone d'intensité réduite. De plus, les moitiés revêtues de la matière d'arrêt se ferment rapidement également dans cette zone. Ainsi, l'image présente une luminosité presque uniforme sur une grande partie centrale de sa surface totale.

Il est possible d'utiliser une variété presque infinie de configurations de matières d'arrêt ou de blocage de l'énergie. Cependant, pour des raisons pratiques, seules quelques formes préférées de réalisation sont représentées. Cependant, des considérations de conception sont données ci-dessous afin de permettre à l'homme de l'art d'optimiser la conception de l'appareil pour une application particulière.

On considère, par exemple, les coins 34 et 36 de la figure 6, qui sont conçus pour établir une bonne isolation entre les deux images stéréoscopiques, ainsi qu'une bonne uniformité de l'énergie transmise sur la totalité du champ. Les deux coins 34 et 36 sont en position de non déflection, de même que les coins 18 et 20 des figures 1 et 2, et ils sont destinés à être utilisés dans le même montage. Le premier des deux coins (sur le côté gauche de la figure) tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre (la même convention est utilisée dans la totalité du présent mémoire); sa surface intérieure plane verticale est revêtue, sur un secteur de 270° , d'une matière 38 absorbant les sons; et la partie transparente (secteur de 90°) est centrée sur un plan horizontal situé sur le côté avant de la figure. Autrement dit, le secteur transparent est centré à 0° , en regardant en ligne droite à partir du côté gauche de

la figure, de sorte que l'énergie ne soit transmise que sur le côté droit. Pour produire l'image stéréoscopique du "côté droit", le second coin 36 du montage présente une zone transparente correspondante située dans la même 5 position pour cette orientation des coins. En fait, dans cette forme de réalisation, la zone transparente du second coin est un secteur dont la forme et la dimension (270°) correspondent à celles de la zone revêtue du premier coin 34, et seul un secteur de 90° de la face intérieure plane verticale du second coin est revêtu d'une 10 matière 40 d'arrêt des sons. Le secteur 40 d'arrêt des sons, de 90° , du second coin 36 est également centré par rapport à un plan horizontal passant par l'axe central des coins, mais disposé sur le côté éloigné de la face. 15 Ainsi, le secteur transparent de 90° du premier coin et le secteur 40 d'arrêt, de 90° , du second coin 36 sont opposés l'un à l'autre et disposés symétriquement sur les côtés opposés d'un plan vertical central. Une rotation sur 180° , dans des sens opposés, de chacun des coins 34 20 et 36 donne alors l'image stéréoscopique complète du côté gauche.

Bien que cette forme de réalisation ne soit pas représentée sur d'autres figures, il apparaît que, lorsque les deux coins 34 et 36 tournent en sens opposés à 25 partir de la position représentée, le bord avant du secteur transparent du premier coin 34 et le bord avant du secteur revêtu 40 du second coin 36 arrivent à la position 90° , ou position du quadrant supérieur (plan vertical central) en même temps, et que la transmission de 30 l'énergie incidente reste bloquée sur le côté droit jusqu'à ce que le secteur (quadrant) de transmission du premier coin 34 et le secteur 40 (quadrant) d'arrêt du second coin soient en alignement après une rotation de 90° et qu'un blocage complet de l'énergie se produise. 35 La transmission du côté gauche commence à se produire avec la poursuite de la rotation jusqu'à l'alignement complet des parties n'arrêtant pas l'énergie, lorsque

le bord avant du secteur transparent du premier coin 34 dépasse le bord arrière du secteur d'arrêt 40 du second coin 36, et la transmission d'énergie commence à se produire sur le côté gauche pour former l'image du "côté gauche" d'un couple stéréoscopique. De cette manière, la transmission de l'énergie se produit tout d'abord sur un côté du dispositif, tandis qu'elle est bloquée sur l'autre côté, puis la disposition est inversée de sorte que l'image opposée d'un couple stéréoscopique soit produite.

10 Ainsi, une image stéréoscopique "gauche" et une image stéréoscopique "droite" sont produites de façon alternée lors de chaque rotation complète des prismes 34 et 36. La forme de réalisation décrite ci-dessus produit une image d'une uniformité modérément bonne, et l'isolation

15 et l'angle de stéréoscopie sont également modérément bons.

Si un petit segment d'absorption ou d'arrêt est convenablement placé sur chaque coin, l'uniformité de l'image (transmission d'énergie) ne diminue que légèrement, mais un mélange des images du "côté gauche" et du "côté droit" se produit et, par conséquent, bien que l'effet de relief puisse être observé, il n'est pas le meilleur que l'on puisse obtenir. On peut se rendre compte de ceci par un exemple (non représenté) en considérant deux coins ayant chacun un seul quadrant revêtu de matière absorbante, comme dans le cas du second coin 36 montré sur la figure 6. On considère l'orientation des coins telle que montrée sur la figure 6, ne produisant pas de déflection, un secteur de chacun des coins étant revêtu, dans le même quadrant, de sorte qu'un côté est transparent pour permettre la transmission. Par exemple, le secteur absorbant de chacun des deux coins est placé sur le côté éloigné (par rapport à un plan vertical central) de chacun des coins et il est orienté de manière qu'un plan horizontal passant par l'axe central coupe en son milieu un angle formé par les secteurs d'absorption des sons, de la même manière que le secteur

du second coin montré sur la figure 6.

L'inverse de cet agencement (qui n'est également pas représenté) élimine le mélange des images stéréoscopiques du "côté gauche" et du "côté droit" et produit un excellent effet de relief, mais l'uniformité de l'image transmise et déplacée n'est pas aussi bonne. Autrement dit, chacun des deux coins est recouvert de matière d'arrêt sur un secteur de 270° et seul un secteur de 90° peut être utilisé pour la transmission. De même que précédemment, lorsque les coins ont une orientation de non déflexion comme montré sur la figure 6, les zones de transmission se trouvent sur le côté rapproché et elles sont divisées en deux parties égales par un plan horizontal passant par l'axe central, tout comme le secteur de transmission du premier coin sur la figure. Dans cette forme de réalisation, une transmission se produit deux fois lors de chaque rotation de 360° des coins contrarotatifs, mais seulement sur un petit angle de rotation.

L'angle de vision stéréoscopique ou en relief (séparation des angles de visée) est augmenté par déplacement de la zone de transmission vers l'extérieur, à l'écart de l'axe central des coins. Tel est le cas du dispositif montré en perspective sur la figure 7. Deux coins 42 et 44 sont en alignement axial et orientés dans une position de non déflexion de l'image, cette position étant analogue à celles montrées sur les figures 1, 2 et 6, et, de même que pour les coins des figures 2 et 6, la zone de transmission donne une vue du "côté droit" dans cette position. Les parties revêtues ou parties 46 et 48 d'arrêt des deux coins respectifs 42 et 44 de cette forme de réalisation sont des segments de cercle définis par les faces planes verticales, plutôt que des secteurs, comme c'est le cas sur la figure 6. En outre, le segment 48 du second coin, recouvert de matière arrêtant l'énergie (en progressant de la gauche vers la droite, comme précédemment) du dispositif constitue environ les deux tiers de la face du coin, ne laissant que le tiers

extérieur (décalé du centre) transparent pour permettre la transmission de l'énergie. Pour arrêter l'énergie entre les positions de transmission des images stéréoscopiques droite et gauche, le segment 46 de matière 5 absorbant l'énergie sur le premier coin 42 (gauche) correspond sensiblement au segment de la zone transparente du second coin. Ainsi, dans la position de non déflexion des coins, montrée sur la figure 7, la vue stéréoscopique du "côté droit", qui est espacée du centre du dispositif, 10 est transmise et les zones transparentes coïncident de nouveau après une rotation de 180° pour donner une image stéréoscopique du "côté gauche", cette image étant espacée de la même distance que l'autre vue du centre du dispositif. Pour les deux rotations de 90° et de 270°, les 15 zones d'absorption d'énergie des deux coins correspondent pour empêcher la transmission de l'énergie.

Il apparaît donc que les objectifs de l'invention, qui consistent à la réalisation d'un appareil destiné à produire des images en relief en temps réel et 20 convenant à de nombreuses modalités d'énergie différentes et à de nombreuses applications de la formation d'images, sont atteints. Il va de soi que de nombreuses modifications peuvent être apportées à l'appareil décrit et représenté sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Appareil destiné à produire des couples d'images en relief en temps réel, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (18,20) de déflexion d'image destinés 5 à balayer de façon répétée un champ image, orthogonalement en passant par une ligne donnée, afin que chaque partie de ce champ image passe par cette ligne, et des moyens de blocage destinés à empêcher des côtés opposés de ladite image d'atteindre ladite ligne lors de balayages 10 alternés du champ image par ladite ligne, de façon à présenter une vue différente d'une image lors de balayages alternés et donc à présenter sur ladite ligne, lors des balayages alternés, l'une, différente, des images d'un couple d'images stéréoscopiques.
- 15 2. Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de déflexion d'image comprennent au moins deux prismes (18,20) montés de manière à pouvoir tourner, alignés axialement le long du trajet d'incidence de l'image, chacun de ces prismes présentant 20 au moins une surface plane (24,28) qui forme un certain angle avec l'axe du trajet d'incidence et qui est sensiblement parallèle à la surface correspondante de l'autre prisme, dans une position de rotation donnée, des moyens étant destinés à faire tourner les prismes en sens opposés, sur des angles égaux, afin de maintenir ledit alignement axial pour que les surfaces planes restent sensiblement parallèles entre elles dans deux positions qu'elles 25 occupent pendant la rotation.
- 30 3. Appareil selon la revendication 2, caractérisé en ce que les moyens de blocage comprennent un revêtement (30,32) en matière opaque au champ image, recouvrant une partie de chacun des prismes.
- 35 4. Appareil selon la revendication 3, caractérisé en ce que chacun des prismes présente une configuration périphérique extérieure circulaire et en ce que la matière de revêtement couvre un segment (30,32) d'au moins une surface de chacun des prismes ou coins, lesdits segments

arrêtant pratiquement le champ image complet dans deux positions de chaque rotation complète.

5. Appareil selon la revendication 4, caractérisé en ce que lesdits segments (30,32) couverts par la matière de revêtement sur chaque prisme comprennent un secteur correspondant environ à la moitié de la surface revêtue de chaque prisme.

10 6. Appareil selon la revendication 5, caractérisé en ce que le secteur (38) couvert par la matière de revêtement sur un premier (34) des deux prismes constitue environ les trois quarts de ladite surface de ce prisme, et en ce que le secteur (40) formé par le revêtement sur l'autre (36) des deux prismes constitue environ un quart de ladite surface revêtue.

1/2

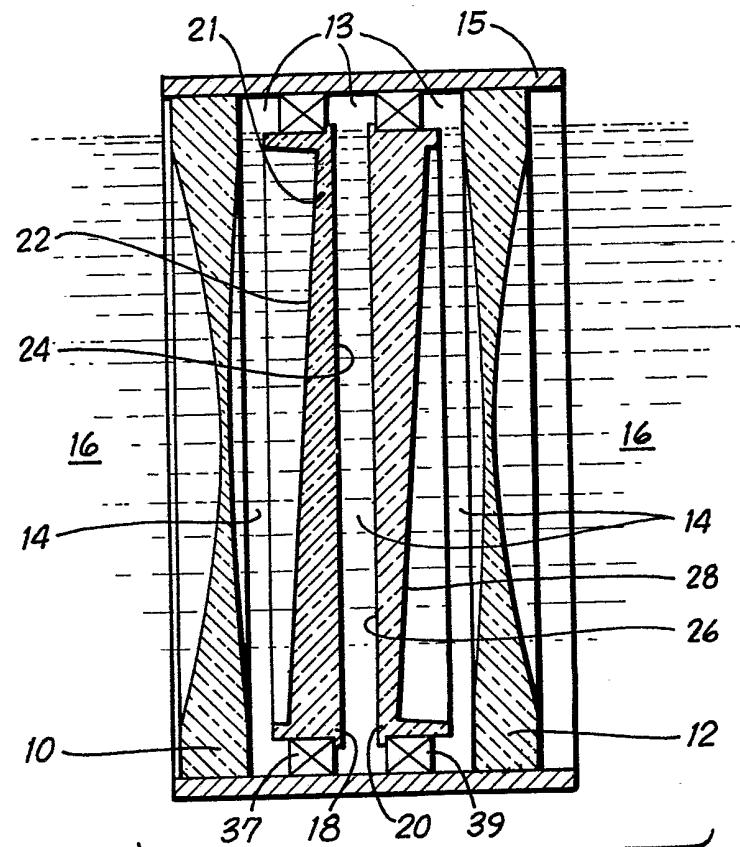


FIG. 1

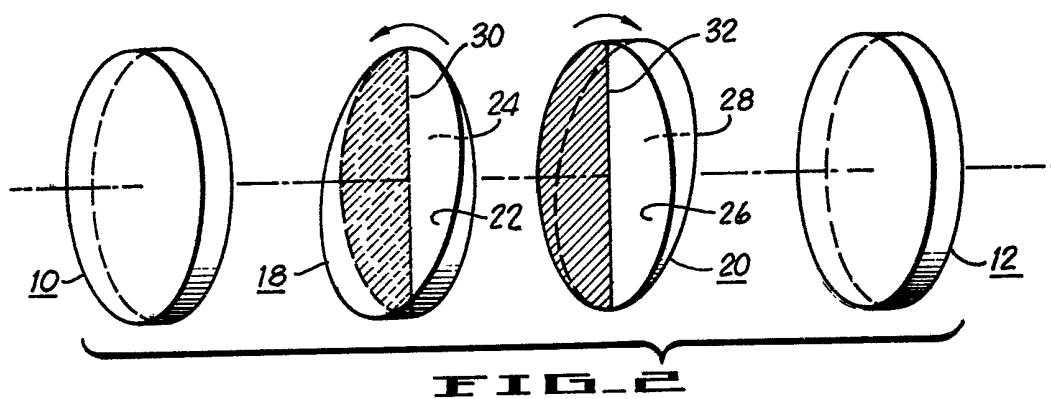


FIG. 2

2/2

