

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 587 480

(21) N° d'enregistrement national : **86 12978**

(51) Int Cl⁴ : G 01 C 11/00; G 03 B 35/06; G 03 C 9/00;
H 04 N 13/04.

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 17 septembre 1986.

(30) Priorité : DE, 19 septembre 1985, n° P 35 33 379.0.

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 12 du 20 mars 1987.

(60) Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

(71) Demandeur(s) : Société dite : DEUTSCHE FOR-
SCHUNGS- UND VERSUCHSANSTALT FÜR LUFT -UND
RAUMFAHRT e.V. — DE.

(72) Inventeur(s) : Reiner Lippman et Heinrich Dörgeloh.

(73) Titulaire(s) :

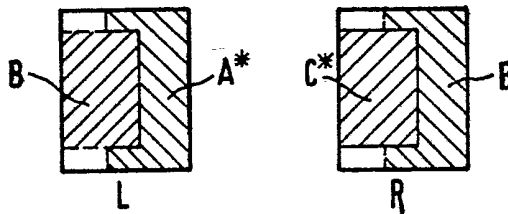
(74) Mandataire(s) : Cabinet Bonnet-Thirion et G. Foldés.

(54) Procédé de restitution stéréoscopique de scènes-images avec un déplacement relatif entre le capteur de prise de vues et la scène enregistrée.

(57) L'invention concerne un procédé de restitution stéréosco-
pique de scènes-images avec un déplacement relatif entre le
capteur de prise de vues et la scène enregistrée.

On utilise ce procédé pour obtenir une restitution stéréosco-
pique continue de l'ensemble du champ d'image en utilisant
plus de deux images enregistrées d'une suite d'images et en
réunissant plusieurs zones A*, C* de chevauchement d'images
(telles que B) au moyen d'une adaptation dynamique continue,
rapportée à la formation de l'image et dépendante de l'image
observée instantanément, aux deux moitiés respectives de
l'image stéréoscopique.

Application notamment à l'observation et la restitution sté-
réoscopique d'images vidéo de vue aériennes.



L'invention concerne un procédé de restitution stéréoscopique de scènes-images, lors desquelles le capteur de prise de vues et la scène enregistrée se déplacent l'un par rapport à l'autre, comme par exemple dans le cas de scènes vidéo de vues aériennes mobiles. Dans le cas de telles scènes, des images décalées dans le temps correspondent en général à des lieux différents de prise de vues, à partir desquels, dans le cas de l'existence de zones en chevauchement de scènes, on détecte le contenu d'image commun associé à partir d'angles d'observation différents. Pour ces zones, une restitution stéréoscopique d'images est possible. Dans le cas de scènes continues, comme par exemple des scènes vidéo, on peut obtenir en particulier une représentation stéréoscopique d'images mobiles, conformément à la situation de prise de vues.

Etant donné que la zone de chevauchement de deux prises de vues s'étend seulement sur une partie du champ d'image dans le cas d'angles d'orientation constants du capteur de prise de vues, le contenu de l'image ne peut pas être reproduit de façon stéréoscopique dans l'ensemble du champ d'image. La partie, pouvant être représentée de façon stéréoscopique, du champ d'image diminue lorsque l'intervalle de temps entre les prises de vues pour les deux demi-images de l'image stéréo augmente, conformément à un écartement croissant des lieux de prise de vues. Une distance suffisamment importante entre les lieux de prises de vues (base de la prise de vues stéréo), qui peut être de l'ordre de quelques dizaines à quelques centaines de mètres par exemple dans le cas de scènes de vues aériennes, est cependant importante pour la résolution en élévation pouvant être obtenue. Par ailleurs il est souhaitable pour l'exploitation de l'image, de pouvoir avoir une vue d'ensemble stéréoscopique d'un seul tenant d'une partie suffisamment importante du champ d'image.

Une méthode connue fournit, pour des couples

d'images de prises de vues aériennes en série, une observation stéréoscopique continue, par le fait qu'on réunit les images, qui sont alors présentes sous la forme de photographies et qui sont adaptées les unes aux autres en
5 tenant compte du décalage de translation, pour former un couple continu de bandes d'images (voir par exemple Sigfried Schneider "L'image aérienne et son interprétation", Verlag Walter de Gruyter, Berlin-1974, pages 124 et 125). Cette méthode est basée sur une adaptation (statique) indépendan-
10 te d'une image observée instantanément et présuppose par conséquent, entre autres, une direction d'observation, dans une large mesure perpendiculaire au plan-objet, du capteur de prise de vues.

L'invention a pour but d'indiquer un procédé
15 qui permette une restitution stéréoscopique continue d'images mobiles, dans le cas de scènes qui se déplacent de façon permanente par rapport au capteur de prise de vues, comme par exemple des scènes vidéo de vues aériennes et qui représente de façon stéréoscopique approximativement
20 l'ensemble du champ d'image dans chaque image présentée.

Ce problème est résolu conformément à l'invention à l'aide d'un procédé de représentation stéréoscopique d'images mobiles de scènes - images, notamment de scènes de vues aériennes, dans le cas d'un déplacement relatif
25 entre le capteur de prise de vues et la scène enregistrée, caractérisé par le fait que pour réaliser la représentation stéréoscopique permanente approximativement de l'ensemble du champ d'image, on réunit, à partir d'images se chevauchant par couples d'une suite d'images, dont des zones de
30 chevauchement se raccordent les unes aux autres au moins sans raccord suivant la direction de déplacement, plusieurs zones de chevauchement d'images pour former les deux demi-images de l'image stéréo représentée instantanément, les images enregistrées devant être réunies pour former l'i-
35 mage stéréo étant soumises à une correction de distorsions

en tenant compte de leurs paramètres géométriques d'enregistrement de telle sorte que l'échelle de formation de l'image de points objets correspondants est la même.

Ce procédé travaille sans être limité à un déplacement translatore de l'image et également sans orientation dans une large mesure perpendiculaire du capteur de prise de vues.

Les avantages pouvant être obtenus grâce à l'invention résident en outre dans le fait que le contenu de l'image peut être évalué d'une manière plus fiable et qu'il est possible d'effectuer une observation moins fatigante avec une adaptation plus rapide à l'aspect spatial de l'image.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description donnée ci-après, prise en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

la figure 1 illustre le principe d'un cas de prise de vues avec une direction d'observation dirigée obliquement vers l'avant ;

la figure 2 représente, selon une vue en plan, deux surfaces d'une scène enregistrées successivement pour le cas de prise de vues de la figure 1.

La figure 3 représente la demi-image de gauche et la demi-image de droite (L et R) de l'image stéréo, qui sont associées aux surfaces de la scène de la figure 2 ;

la figure 4 représente quatre surfaces d'une scène enregistrées successivement pour le cas de prise de vues de la figure 1 ;

les figures 5a-c représentent les demi-images de gauche et de droite (L et R) de l'image stéréo, qui sont associées aux surfaces de la scène de la figure 4 et sont réunies; et

la figure 6 représente un schéma-bloc d'un dispositif positif pour la mise en oeuvre du procédé.

La figure 1 représente un cas de prise de vues, dans lequel un capteur prenant des images (par exemple une caméra vidéo) détecte la scène dans le plan objet, dans des conditions d'observation obliques. L'angle d'inclinaison α se situe dans la zone comprise entre une oblique dirigée vers l'avant et une oblique dirigée vers l'arrière, par exemple dans le cas de prises de vues réalisées à partir d'un avion ou d'un véhicule spatial. En principe on peut modifier tous les angles d'orientation (rotation
10 autour de l'axe transversal, de l'axe vertical et/ou de l'axe longitudinal).

La surface détectée de la scène est représentée pour deux lieux successifs de prise de vues, qui correspondent dans le cas de l'exemple à deux instants successifs
15 de prise de vues, sur la figure 2, (surfaces B et C). Dans la direction de déplacement (direction y), la largeur (étendue suivant la direction x) de la surface augmente, de sorte que dans le cas de la reproduction dans le champ d'image rectangulaire du dispositif de reproduction (par
20 exemple un appareil de contrôle de télévision), l'échelle de formation de l'image est proportionnellement plus petite. Pour la zone de chevauchement hachurée des deux surfaces, dans laquelle il existe un contenu d'image commun pour les deux lieux de prise de vues, une reproduction
25 stéréoscopique d'images est possible.

La figure 3 représente à partir de la représentation de la surface B de la scène, les zones correspondantes dans le champ des demi-images de gauche et de droite (L et R). Dans le cas de l'exemple, la demi-image associée à la surface B de la scène est représentée à gauche
30 de l'observateur et une demi-image, qui représente une partie de la surface C de la scène et une partie de la surface B de la scène, est représentée à droite de l'observateur. (La zone qui correspond à la partie tirée de la surface C de la scène, est affectée d'un astérisque *, de ma-
35

nière à caractériser l'adaptation nécessaire du déplacement en tenant compte de la géométrie de formation des images. Seules les zones hachurées du champ d'image apparaissent dans la restitution stéréoscopique.

- 5 Pour l'association, correcte du point de vue observation, du champ d'image de gauche et de droite, on oriente en général le capteur de formation de l'image ou le dispositif de reproduction, par rapport à l'utilisation usuelle, de sorte que le déplacement de la scène ne s'ef-
- 10 fectue pas verticalement dans l'image, comme par exemple cela est souvent usuel dans le cas de scènes vidéo de vues aériennes, mais horizontalement, conformément à la base en général horizontale d'observation stéréoscopique (par exemple avec l'oeil). La direction de déplacement s'effec-
- 15 tue de la gauche vers la droite dans le cas de l'exemple des images de la figure 3 et des figures 5a à 5c, c'est-à-dire que la scène se déplace devant l'observateur à l'opposé du sens de déplacement du capteur par rapport au plan-objet lors de la prise de vues.
- 20 Conformément au procédé conforme à l'invention, on peut étaler la représentation stéréoscopique en l'amenant approximativement à la taille de l'ensemble du champ d'image, en utilisant d'autres images de la suite d'images de prise de vues. Si l'on observe en supplément la zone de la scène
- 25 pour le lieu de prise de vues précédent (surface A de la scène) par exemple à l'instant de la représentation de la surface B de la scène conformément à la figure 4), on obtient, alors dans la surface B de la scène, deux zones en chevauchement (hachurées), qui recouvrent cette surface,
- 30 en dehors de deux bandes étroites (non hachurées). Il en va de même pour la surface C de la scène, qui est recouverte par une zone de la surface B de la scène et par une zone de la surface D de la scène. De préférence pour deux surfaces successives respectives de la scène (A,B; B,C; C,D),
- 35 on devrait avoir un taux de chevauchement d'au moins 50 %

suivant la direction de déplacement, afin d'obtenir une succession sans discontinuité des zones en chevauchement

La formation de la demi-image de gauche et de droite reproduite à partir des zones partielles correspondantes pour les surfaces A,B et C ou B,C et D de la scène sont représentées sur la figure 5a ou 5b. La figure 5a représente le cas où le contenu d'image de la surface B de la scène est reproduit (instant de reproduction t_B), tandis que la figure 5b concerne la reproduction du contenu d'image de la surface C de la scène (instant de reproduction t_C). La position d'un astérisque * caractérise comme précédemment l'adaptation nécessaire de l'image en tenant compte de relations connues de la géométrie de la formation des images (voir par exemple H. Kazmierczak, "Détection et traitement mécanique de données d'images", Springer-Verlag Wien, New-York 1980, page 304). La zone hachurée reproduite par voie stéroéscopique s'étend, contrairement à la figure 3, dans une large mesure sur l'ensemble du champ d'image. La zone non hachurée représentée uniquement en mode monoculaire est séparée par des lignes formées de tirets de la zone partielle pour la surface correspondante de la scène. Sur la figure 5a, les zones blanches dans les deux demi-images appartiennent par conséquent à la surface B de la scène.

L'image précédente et l'image suivante de la prise de vues sont adaptées respectivement à l'image de référence actuelle. Ainsi par exemple les images A et C sont adaptées à l'image B à l'instant de reproduction t_B (figure 5a) et les images B et D sont adaptées à l'image C à l'instant de reproduction t_C (figure 5b). Dans la suite continue d'images, on obtient une adaptation dynamique de l'image, qui se poursuit de façon correspondante. Comme autre solution l'exemple représenté sur la figure 5a et la figure 5b, on peut également composer les demi-images également d'une autre manière dans le cas d'un recouvrement suffi-

sant des images.

Au lieu du passage direct d'un couple d'images à l'autre pour les différents instants de prise de vues, par exemple conformément au passage de la figure 5a à la figure 5b, il est également possible d'avoir une transition progressive, par exemple lorsqu'un intervalle de temps relativement important entre les images de prise de vues (par exemple 1 seconde) existe en raison d'une fréquence de récurrence réduite d'images et qu'à partir de la reproduction discontinue du déplacement, qui y est liée, il faut rétablir une reproduction continue du déplacement grâce à l'insertion d'images intermédiaires. Pour une utilisation stéréoscopique largement complète du champ d'image, il est nécessaire d'utiliser des zones formées de quatre images appartenant à la suite d'images de prise de vues. On adapte ces dernières de façon dynamique pour chaque image intermédiaire devant être insérée de sorte que l'on obtient la reproduction continue du déplacement.

La figure 5c représente un exemple de la composition d'un couple d'images intermédiaires, qui peut être inséré entre les couples d'images des figures 5a et 5b. L'adaptation des images intermédiaires peut être réalisé par exemple selon le procédé décrit dans la demande de brevet FR-81 08972 publiée sous le numéro 2 482 400. En dehors des zones reproduites par voie stéréoscopique et des zones reproduites en mode monoculaire (zones hachurées ou zones blanches sur la figure 5c), on voit également apparaître, en fonction du cas particulier de prise de vues, des zones résiduelles plus petites, qui ne doivent être associées à aucune des zones partielles des surfaces de la scène et ne contiennent par conséquent aucune information d'image. Elles sont caractérisées en sombre sur la figure 5c. En général lors de l'insertion d'images intermédiaires le type, la taille et la forme des zones varie de sorte que, dans l'exemple représenté, la composition de l'image de la figure

re 5a se transforme progressivement en la composition de l'image de la figure 5b.

La figure 6 représente le schéma-bloc d'une proposition de réalisation, avec laquelle, dans le cas d'une suite d'images de prise de vues présente avec une fréquence réduite de récurrence des images, on obtient une restitution stéréoscopique continue grâce à l'insertion de couples d'images intermédiaires adaptés du point de vue du déplacement et de la formation des images.

10 Les données d'images, présentes côté entrée, d'une nouvelle image de prise de vues sont mémorisées temporairement dans la mémoire tampon PS et sont ensuite transférées dans la mémoire d'images BS1. Simultanément chacune des mémoires d'images BS2-BS4 prend en charge le contenu
15 de la précédente de sorte qu'après l'exécution d'une phase d'initialisation, quatre images successives de prise de vues sont présentes dans les mémoires d'images BS1-BS4.

Après chaque introduction d'une nouvelle image dans la mémoire tampon PS, une unité BA détermine les paramètres pour l'adaptation entre cette image et l'image précédente située dans la mémoire d'images BS1. Ces paramètres sont envoyés à l'unité de commande SE, qui dispose également des paramètres d'adaptation, déjà déterminés d'avance, pour les images situées dans les mémoires d'images BS1-
20 BS4.

L'unité de commande SE délivre alors l'information pour la lecture, adaptée du point de vue du déplacement et de la formation des images, des mémoires d'images BS1-BS4 et commande la composition de chacune des deux demi-images
30 devant être délivrées, à partir des zones partielles correspondantes des images de prise de vues situées dans les mémoires d'images, à l'aide des multiplexeurs MU1 et MU2.

Si, dans le cas d'une suite d'images de prise de vues présentant une fréquence de récurrence non réduite, on
35 ne réalise pas l'insertion d'images intermédiaires, on peut

supprimer la mémoire d'images BS4 étant donné que, dans ce cas, chaque couple d'images de sortie est composé uniquement de trois images de prise de vues successives.

Une autre utilisation du procédé réside dans
5 l'utilisation d'une détermination et d'un marquage, exé-
cutés sur une surface étendue et efficaces par exemple dans
une large mesure dans l'ensemble du champ d'image, d'ob-
jets mobiles, par comparaison des champs d'image de
gauche et de droite réunis dans la zone de chevauchement
10 Cette comparaison peut être exécutée par soustraction des
images l'une de l'autre. La reproduction d'objets mobiles
subsiste alors essentiellement étant donné que ces objets
sont situés en des emplacements différents dans les images
soustraites. Une autre possibilité permettant de faire res-
15 sortir de tels objets consiste à représenter en alternan-
ce en mode monoculaire les deux demi-images de l'image
stéréo. Dans ce cas la représentation d'un objet mobile
alterne de façon correspondante entre deux positions dans
le champ d'image (effet de clignotement).

20 Contrairement à l'exemple représenté sur le des-
sin, un capteur et une scène peuvent être également asso-
ciés d'une autre manière en fonction de l'utilisation. Ain-
si la scène peut par exemple être également située au-des-
sus du capteur ou bien se déplacer devant un capteur fixe,
25 comme par exemple dans le cas d'une bande convoyeuse.

On pourrait imaginer une adaptation de zones choi-
sies d'images successives au lieu de l'adaptation d'images
complètes, auquel cas les zones peuvent représenter par
exemple des objets mobiles, dont l'image est formée à un
30 grand format, par exemple des véhicules. Ces objets peu-
vent être enregistrés avec un capteur placé en un lieu
fixe, auquel cas le lieu fixe peut être également un héli-
coptère en vol stationnaire.

La reproduction d'images mobiles peut être com-
35 binée à la reproduction d'images fixes, auquel cas des

parties du champ d'image/ou des parties de la suite d'images peuvent être représentées sous la forme d'une image fixe. La reproduction de la suite d'images peut être réalisée aussi bien dans la trame des temps de prise
5 de vues qu'avec une dilatation du temps ou une compression du temps (voir les demandes de brevet FR 81 08972 et FR 82 18071 publiées respectivement sous les : N° 2 482 400 et N° 2 515 910.

Des différences de luminosités, qui sont imputables par exemple à des différences d'éclairage, entre
10 des surfaces d'une scène devant être réunies pour former une demi-image peuvent être prises en compte moyennant une adaptation des valeurs de gris, par exemple comme cela est décrit dans la demande de brevet allemand antérieure déposée sous le numéro P 35 23 423.5.

15 La détection des surfaces d'une scène se succédant dans l'espace peut différer de la succession directe dans le temps, représentée dans le cas de l'exemple, des prises de vues. Par exemple on peut obtenir également des surfaces successives de la scène à partir de plusieurs
20 traversées de la scène, auquel cas il est nécessaire de réaliser une mémorisation supplémentaire correspondante de l'information d'image devant être associée à partir de traversées antérieures.

La représentation stéréoscopique peut, outre le
25 fait d'être observée visuellement, faire par exemple également l'objet d'un traitement ultérieur mécanique.

Sous le terme d'information vidéo dans le sens des exemples représentés, il faut comprendre aussi bien une information tirée de la plage spectrale visible, que d'au-
30 tres plages spectrales, comme par exemple le domaine de l'infrarouge.

REVENDICATIONS

1. Procédé de restitution stéréoscopique d'images mobiles de scènes-images (A,B,C,D), notamment de scènes de vues aériennes, dans le cas d'un déplacement relatif entre le capteur de prise de vues et la scène enregistrée, caractérisé par le fait que pour réaliser la représentation stéréoscopique permanente approximativement de l'ensemble du champ d'image, on réunit, à partir d'images se chevauchant par couples d'une unité d'images, dont des zones de chevauchement se raccordent les unes aux autres au moins sans raccord suivant la direction de déplacement, plusieurs zones de chevauchement d'images pour former les deux demi-images de l'image stéréo représentée instantanément, les images enregistrées devant être réunies pour former l'image stéréo étant soumises à une correction de distorsions en tenant compte de leurs paramètres géométriques d'enregistrement de telle sorte que l'échelle de formation de l'image de points objets correspondants est la même.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les images enregistrées sont transmises avec une fréquence de récurrence réduite et que grâce à une interpolation et/ou une extrapolation, adaptée à la formation des images, on insère, dans la suite d'images transmise, des images intermédiaires (A*,B*,C*,D*) obtenues lors de la reproduction à partir de deux images transmises respectives.

3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que les demi-images respectives sont produites sur la base de parties de scènes, qui sont observées instantanément et représentent les objets observés instantanément.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que des couples respectivement sélectionnés de demi-images sont représentés sous la forme d'une image fixe pendant un intervalle de temps sélectionné.

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que les images mobiles sont des images intermédiaires produites lors de la reproduction.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que des parties des zones d'images reproduites par voie stéréoscopique sont reproduites sous la forme d'une image fixe.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que, pour faire ressortir des objets mobiles, on supprime le fond de l'image au moyen d'une soustraction, en chaque point de l'image, des valeurs de luminosité.

8. Procédé selon les revendications 1 à 6, prises dans leur ensemble, caractérisé en ce que, pour faire ressortir des objets mobiles, les deux demi-images sont reproduites en alternance en mode monoculaire.

FIG. 1

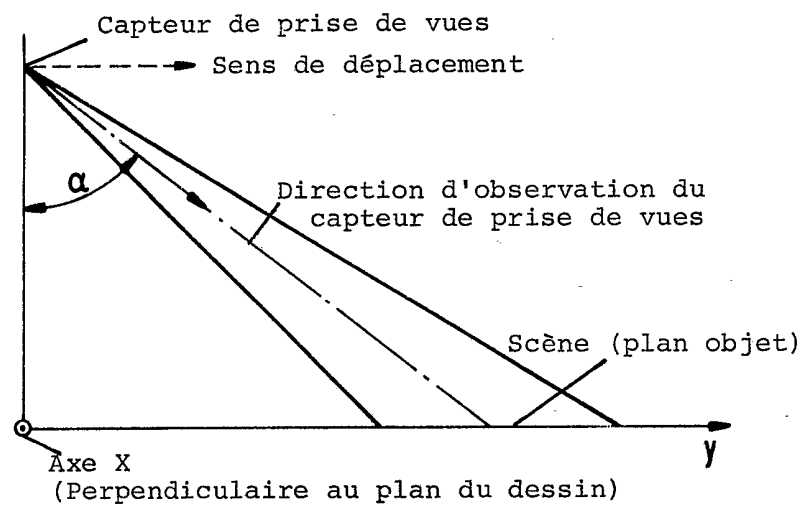


FIG. 2

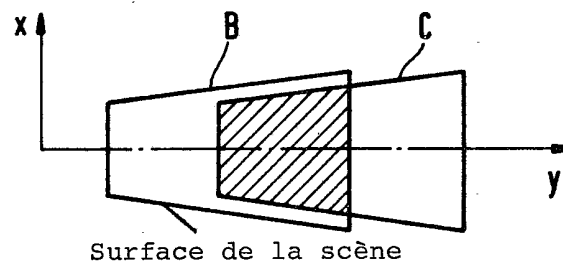
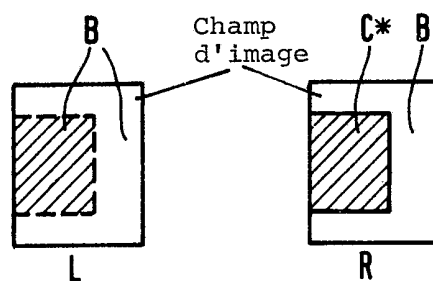


FIG. 3



2/3

FIG. 4

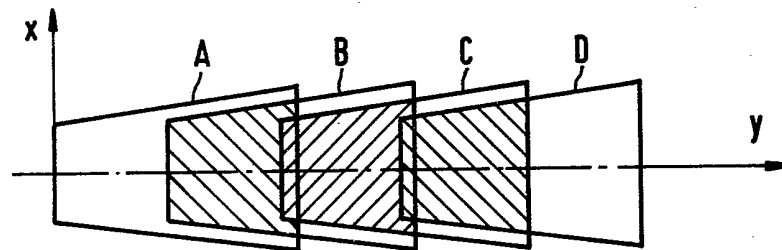


FIG. 5a

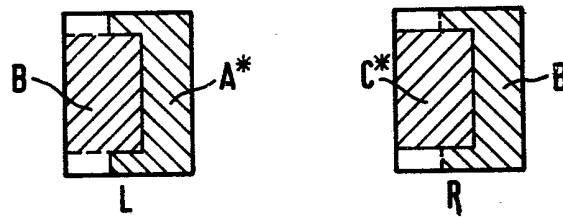


FIG. 5b

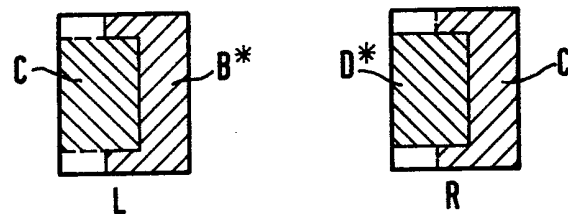


FIG. 5c

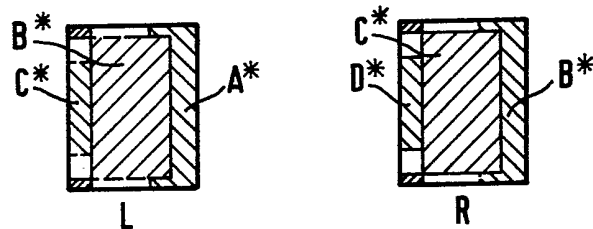


FIG. 6

