

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 28.12.01.

30 Priorité : 02.01.01 MC 00002459.

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 05.07.02 Bulletin 02/27.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71 Demandeur(s) : POPINEAU GERARD JEAN PAUL — FR.

72 Inventeur(s) : POPINEAU GERARD JEAN PAUL.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : POPINEAU GERARD.

54 PROCEDE ET SYSTEME DE NUMERISATION D'IMAGES.

57 L'invention concerne un procédé et un système de numérisation d'images consistant à mettre en oeuvre un algorithme de simulation d'un balayage linéaire (X, Y) à partir d'un balayage radial

Le mouvement de balayage étant un mouvement de rotation continu au lieu d'un mouvement linéaire alternatif comme dans la plupart des caméras de ce type, la vitesse de numérisation n'est limitée que par les performances des capteurs linéaires et non par des contraintes mécaniques.

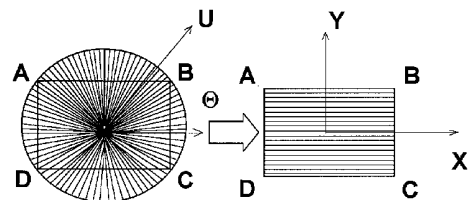
(U, ⊕)

de l'image (ABCD). Le balayage radial

(U, ⊕)

de l'image (ABCD) est effectué dans le plan image (20, 26) d'un objectif (21, 28), soit par un ou plusieurs capteurs linéaires (19, 25) placés sur un support tournant (18), soit par la rotation de l'image (ABCD) au moyen d'un prisme (30), le ou les capteurs (25) étant fixes. Des capteurs (14, 15; 16, 17) sont agencés selon plusieurs rayons pour accroître la vitesse de numérisation, et plusieurs capteurs (13, 16, 17) sont disposés sur un même rayon pour augmenter la résolution de l'image numérisée.

Le procédé et le système selon l'invention sont particulièrement destinés aux caméras statiques numériques.



**DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION.**

La présente invention concerne un procédé et un système de numérisation d'images.

**ARRIERE PLAN TECHNOLOGIQUE DE L'INVENTION.**

5 Le problème de la numérisation d'images de grandes tailles et/ou avec une grande résolution se pose pour des applications très diverses.

Il peut s'agir de la reprise sous forme d'images fac-similé de documents "papier" assemblés ou reliés (livres, registres, revues...), opération tendant à se généraliser depuis que les progrès de la gestion électronique des documents (GED) ont été suffisants pour rendre sa mise en œuvre courante dans les  
10 entreprises et les institutions (bibliothèques, instituts de recherche, collectivités locales...).

Dans ce cas, la solution la plus courante est l'utilisation de caméras statiques numériques du type de celles développées et commercialisées par les sociétés MINOLTA (PS3000®), ZEUTSCHEL (OMNISCAN3000®), ou IMAGEWARE (BOOKEYE®) notamment.

La société MINOLTA est, dans ce domaine titulaire de plusieurs brevets, par exemple le brevet  
15 américain US5995245, publié le 30 novembre 1999 au nom de F. MORO, et le brevet US5969795, publié le 19 octobre 1999 au nom de T. HONDA.

Le document est placé ouvert et à plat sous l'objectif de la caméra, les pages sont tournées par un opérateur. Ce travail est lent et fastidieux (200 pages par heure environ).

La cadence de l'opérateur est de toutes façons limitée par les performances des caméras existantes:  
20 plusieurs secondes, voire dizaines de secondes, sont nécessaires pour l'acquisition d'une double page A4 avec une résolution de 300dpi, même en mode monochrome.

Les capteurs CCD utilisés dans ces dispositifs ne sont pas en général de type "matriciel", car beaucoup trop onéreux compte tenu du nombre de pixels nécessaire.

Ce sont des barrettes du type de celles mises en œuvre dans les caméras linéaires, qui imposent donc  
25 de prévoir des moyens pour déplacer soit l'image, soit l'objet. Les déplacements doivent être contrôlés très précisément pour obtenir une bonne qualité d'image. Dans les systèmes connus le balayage est linéaire, le mouvement est donc alternatif, et forcément lent pour éviter les vibrations.

Les performances des capteurs électroniques, tels que ceux commercialisés par la société DALSA, atteignent plusieurs centaines de millions de pixels par seconde: les dispositifs mécaniques de balayage  
30 linéaire existants n'utilisent pas au mieux cette ressource.

Des procédés pour analyser ou générer une image autres que des balayages linéaires sont connus de l'état de la technique.

Le disque de Nipkow exploitait un balayage en spirale pour créer les premières images de télévision.

Le brevet US570186, publié le 9 février 1999 au nom de P. MOGAN et al, décrit un balayage radial  
35 pour analyser un disque collecteur de poussière au moyen d'une caméra à CCD. La méthode mise en œuvre a pour but de disposer d'une grande surface collectrice, la qualité et la cadence d'acquisition des images étant secondaires.

Le brevet US4620235, publié le 28 octobre 1986 au nom de P. WATT, divulgue une autre mise en œuvre d'un balayage radial dans le but de numériser un disque de film au moyen d'un capteur CCD linéaire.

Le support tourne devant la caméra et un prisme de Dove est utilisé pour compenser ce mouvement et diminuer les défauts de linéarité.

Dans le brevet US3647961, publié le 7 mars 1972 au nom de F. BLITCHINGTON, le prisme de Dove est utilisé pour faire tourner l'image d'une pastille conductrice de circuit imprimé devant une caméra vidéo et détecter ainsi les défauts éventuels.

Il ressort donc des documents cités ci-dessus que les dispositifs à balayage radial connus de l'état de la technique n'ont jusqu'ici pas eu pour but d'utiliser les performances des capteurs CCD linéaires commercialement disponibles pour fabriquer des systèmes de numérisation d'images rapides et de résolution élevée.

10

#### **DESCRIPTION GENERALE DE L'INVENTION.**

La présente invention vise par conséquent à obtenir un dispositif pour numériser des images présentant des performances élevées.

Elle a précisément pour objet un procédé de numérisation d'images à une résolution donnée, ces images étant comprises dans un cadre rectangulaire du plan image, et consistant à produire une suite de données numériques représentant, ligne par ligne, l'intensité et la couleur de chacun des éléments, régulièrement répartis, des images rectangulaires correspondantes. Le procédé de la présente invention est remarquable en ce qu'il comporte:

a) une première étape au cours de laquelle les images circulaires d'un disque englobant le cadre du plan image sont analysées, rayon par rayon, et génèrent une séquence de données numériques représentant l'intensité et la couleur de chacun des éléments, régulièrement répartis, de ces images circulaires.

b) une seconde étape au cours de laquelle cette séquence est transformée par des moyens de calcul en la suite de données numériques représentant les images rectangulaires correspondantes en fonction de la résolution voulue.

De façon avantageuse, le procédé de numérisation d'images selon l'invention comporte une étape intermédiaire au cours de laquelle la séquence de données numériques est stockée par des moyens de mémorisation.

Afin de mettre en œuvre le procédé selon l'invention, le système de numérisation d'images, comporte, selon un premier mode de réalisation, au moins un capteur CCD linéaire destiné à l'acquisition des images monté dans le plan image sur un support tournant autour d'un axe de rotation perpendiculaire à ce plan.

Selon un second mode de réalisation, le système comporte un dispositif optique de rotation des images, préférentiellement un prisme de Dove tournant autour d'un axe de rotation perpendiculaire au plan image.

Une caractéristique additionnelle du système selon l'un ou l'autre mode de réalisation est que le centre instantané de rotation du support ou des images est situé entre les extrémités d'au moins l'un des capteurs.

De préférence, le centre instantané de rotation est situé en dehors des extrémités de plusieurs capteurs disposés radialement.

Avantageusement, le ou les capteurs sont situés symétriquement par rapport à ce centre instantané de rotation.

On tirera bénéfice de l'application du système de numérisation d'images selon l'invention comme imageur d'une caméra statique numérique, d'une caméra vidéo numérique ou d'une caméra de prise de vues  
5 cinématographique numérique.

Ces quelques spécifications essentielles rendent évidents pour l'homme de métier les avantages apportés par le procédé et le système de numérisation d'images selon l'invention par rapport à l'état de la technique antérieur.

## 10 BREVE DESCRIPTION DES DESSINS.

Les **Figures 1a et 1b** présentent schématiquement le procédé selon l'invention.

Les **Figures 2a , 2b, 2c et 2d** montrent la disposition préférentielle des capteurs CCD linéaires respectivement dans les cas d'un seul capteur, de plusieurs capteurs pour une grande résolution , de deux capteurs pour une cadence doublée, de plusieurs capteurs pour une grande résolution et une cadence doublée.

15 La **Figure 3a** est une vue schématique du système de numérisation d'images selon un premier mode de réalisation comportant un support de capteurs tournant.

La **Figure 3b** est une vue schématique du système selon un second mode de réalisation comportant un prisme de Dove tournant.

## 20 DESCRIPTION DES FORMES PREFEREES DE L'INVENTION.

La **Figure 1a** montre schématiquement comment une image rectangulaire ABCD est analysée par un balayage radial. Chaque pixel de l'image est repéré sur un axe polaire U d'angle polaire  $\theta$ . Le système de numérisation des signaux issus du ou des capteurs CCD linéaires produit un tableau de N lignes contenant chacune P données C(I,J) correspondant à l'analyse rayon par rayon jusqu'à N rayons au moyen d'un CCD  
25 linéaire équivalent de P points et de longueur R, C(I,J) étant l'intensité et la couleur du pixel de coordonnées polaires  $(RI/P, 2\pi J/N)$ , pour  $I=1 \dots N$  et  $J=1 \dots P$ .

La **Figure 1b** montre l'algorithme permettant de simuler les données T(G,H) correspondant à un balayage linéaire de l'image ABCD à partir des données C(I,J) générées par un balayage radial.

Au début S de l'algorithme (départ 1), les variables entières I et J valent 1 (pas 2). Pour chaque  
30 couple de valeurs (I,J), la donnée C(I,J) est lue (pas 3) et les coordonnées cartésiennes (X,Y) du pixel sont calculées (pas 4):

$$X = (RI/P)\cos(2\pi J/N)$$

$$Y = (RI/P)\sin(2\pi J/N)$$

35

Si le pixel est un pixel de l'image ABCD, de longueur L et de largeur l, c'est à dire si (pas 5):

$$-L/2 \leq X \leq L/2$$

$$-l/2 \leq Y \leq l/2$$

40

la donnée T(G,H) est calculée (pas 6):

$T(G,H) = C(I,J)$  avec

$G = \text{Ent}((X+L/2)/a) + 1$      $H = \text{Ent}((Y+l/2)/a) + 1$  où a est la résolution finale de l'image ABCD.

5            Selon le cas les variables I (pas 7) ou/et J (pas 8) sont incrémentées de 1 (pas 9,10) afin de lire le couple (I,J) suivant (pas 3).

L'algorithme est terminé quand  $I=N$  et  $J=P$  (fin 11). Les données simulant un balayage linéaire de l'image sont contenues dans le tableau T(G,H), avec  $G = 1 \dots \text{Ent}(L/a)+1$  et  $H = 1 \dots \text{Ent}(l/a)+1$ .

10

Les **Figures 2a, 2b, 2c et 2d** montrent divers agencements de capteurs CCD linéaires pour le balayage radial d'une image. Le cas le plus simple est représenté sur la **Figure 1a**. Un seul capteur 12 disposé radialement analyse un disque A. En fonction de la résolution à atteindre pour l'image finale, des barrettes ayant un nombre P d'éléments suffisant et une fréquence de ligne assez élevée peuvent ne pas être disponibles sur le marché. Dans ce cas les dispositions indiquées sur les **Figures 2b, 2c et 2d** compensent autant que de

15

besoin les performances insuffisantes des capteurs (13,14,15,16,17).

Sur les **Figures 2b et 2d**, plusieurs capteurs 13,16,17 de faible résolution, mais de fréquence de ligne élevée sont équivalents à un seul capteur de très haute résolution. La juxtaposition des capteurs 13,16,17, dont les extrémités se recouvrent, crée des décalages radiaux qui sont compensés par un traitement approprié des

20

données issues des zones circulaires A, B et C.  
Le fait d'utiliser des capteurs 14,15;16,17 répartis sur un diamètre XY,X'Y',X''Y'', comme le montrent les **Figures 2c et 2d**, permet de diviser par deux le temps d'acquisition d'une image pour une fréquence de ligne donnée des capteurs 14,15,16.

Ces dispositions de capteurs 12,13,14,15,16,17 sont utilisées dans des têtes optiques de caméras à

25

balayage radial comme le montrent les **Figures 3a et 3b**.  
La **Figure 3a** indique un mode de réalisation dans lequel le support 18 du ou des CCD 19, placé(s) dans le plan image 20 d'un objectif 21, est tournant. Cela implique la mise en œuvre d'un collecteur tournant 22 sur l'axe du moteur d'entraînement 23 pour assurer les liaisons électriques avec le capteur d'image 19.

Dans un second mode de réalisation représenté sur la **Figure 3b**, le support 24 du ou des capteur(s)

30

25 est fixe dans le plan image secondaire 26 d'un translateur optique 27. Celui-ci comporte deux lentilles 28,29 entre lesquelles est placé un prisme de Dove 30. La rotation du prisme 30 entraîné par un moteur 31 produit la rotation dans le plan image secondaire 26 de l'image produite dans le plan image primaire 32 par l'objectif 33 de la caméra.

35

Comme il va de soi l'invention ne se limite pas aux seuls modes d'exécution préférentiels décrits ci-dessus. Elle embrasse au contraire toutes les variantes possibles de réalisation.

40

**REVENDEICATIONS**

- 1) Procédé de numérisation d'images à une résolution donnée, lesdites images étant comprises dans un cadre rectangulaire (ABCD) du plan image (20,26), et consistant à produire une suite de données numériques  
5 représentant, ligne par ligne, l'intensité et la couleur de chacun des éléments, régulièrement répartis, des images rectangulaires correspondantes (ABCD), caractérisé en ce qu'il comporte:
- a) une première étape au cours de laquelle les images circulaires d'un disque englobant ledit cadre (ABCD) sont analysées, rayon par rayon, et génèrent une séquence de données numériques représentant l'intensité et la couleur de chacun des éléments, régulièrement répartis, desdites images circulaires.
- 10 b) une seconde étape au cours de laquelle ladite séquence est transformée par des moyens de calcul en ladite suite en fonction de ladite résolution.
- 2) Procédé de numérisation d'images selon la revendication 1, caractérisé en qu'il comporte une étape intermédiaire au cours de laquelle ladite séquence est stockée par des moyens de mémorisation.  
15
- 3) Système de numérisation d'images adapté à la mise en œuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, comportant au moins un capteur CCD linéaire (12,13,14,15,16,17,19) destiné à l'acquisition desdites images, caractérisé en ce que lesdits capteurs (12,13,14,15,16,17,19) sont montés dans ledit plan (20) sur un support tournant autour d'un axe de rotation perpendiculaire audit plan (20).  
20
- 4) Système de numérisation d'images adapté à la mise en œuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, comportant au moins un capteur CCD linéaire (12,13,14,15,16,17,25) destiné à l'acquisition desdites images, caractérisé en ce que ledit système comporte un dispositif optique de rotation desdites images, préférentiellement un prisme de Dove (30) tournant autour d'un axe de rotation  
25 perpendiculaire audit plan (26).
- 5) Système de numérisation d'images selon l'une quelconque des revendications 3 ou 4, caractérisé en ce que le centre instantané de rotation (O) dudit support (18) ou desdites images est situé entre les extrémités d'au moins l'un desdits capteurs (12,13,14,15,16,17).  
30
- 6) Système de numérisation d'images selon la revendication 5, caractérisé en ce que ledit centre instantané de rotation (O) est situé en dehors des extrémités d'au moins un desdits capteurs disposés radialement (13,16,17).
- 7) Système de numérisation d'images selon l'une quelconque des revendications 5 ou 6, caractérisé en ce que  
35 ledit ou lesdits capteurs (14,15;16,17) sont situés symétriquement par rapport audit centre instantané de rotation (O).
- 8) Application du système de numérisation d'images selon l'une quelconque des revendications 3 à 7, caractérisée en ledit système constitue l'imageur d'une caméra statique numérique.

- 9) Application du système de numérisation d'images selon l'une quelconque des revendications 3 à 7, caractérisée en ledit système constitue l'imageur d'une caméra vidéo numérique.
- 10) Application du système de numérisation d'images selon l'une quelconque des revendications 3 à 7, caractérisée en ledit système constitue l'imageur d'une caméra de prise de vues cinématographique numérique.
- 5

1/4

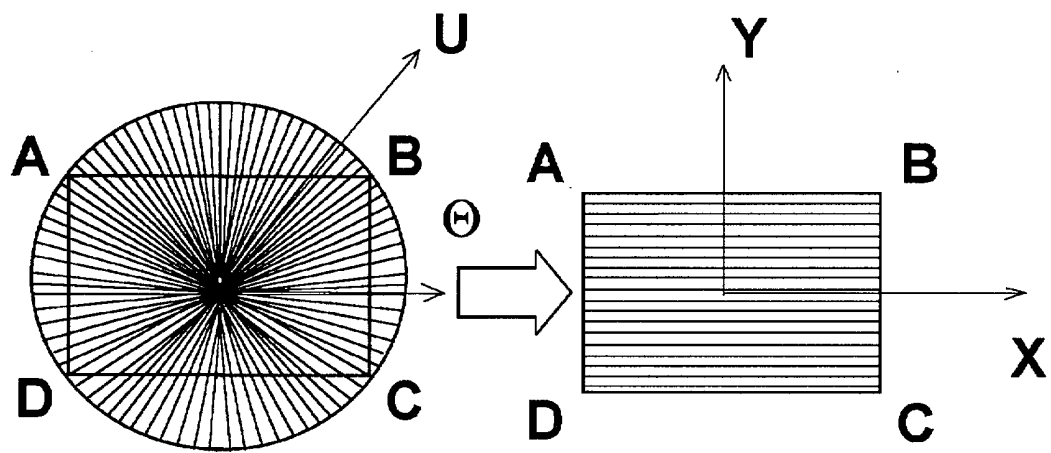


FIG. 1a



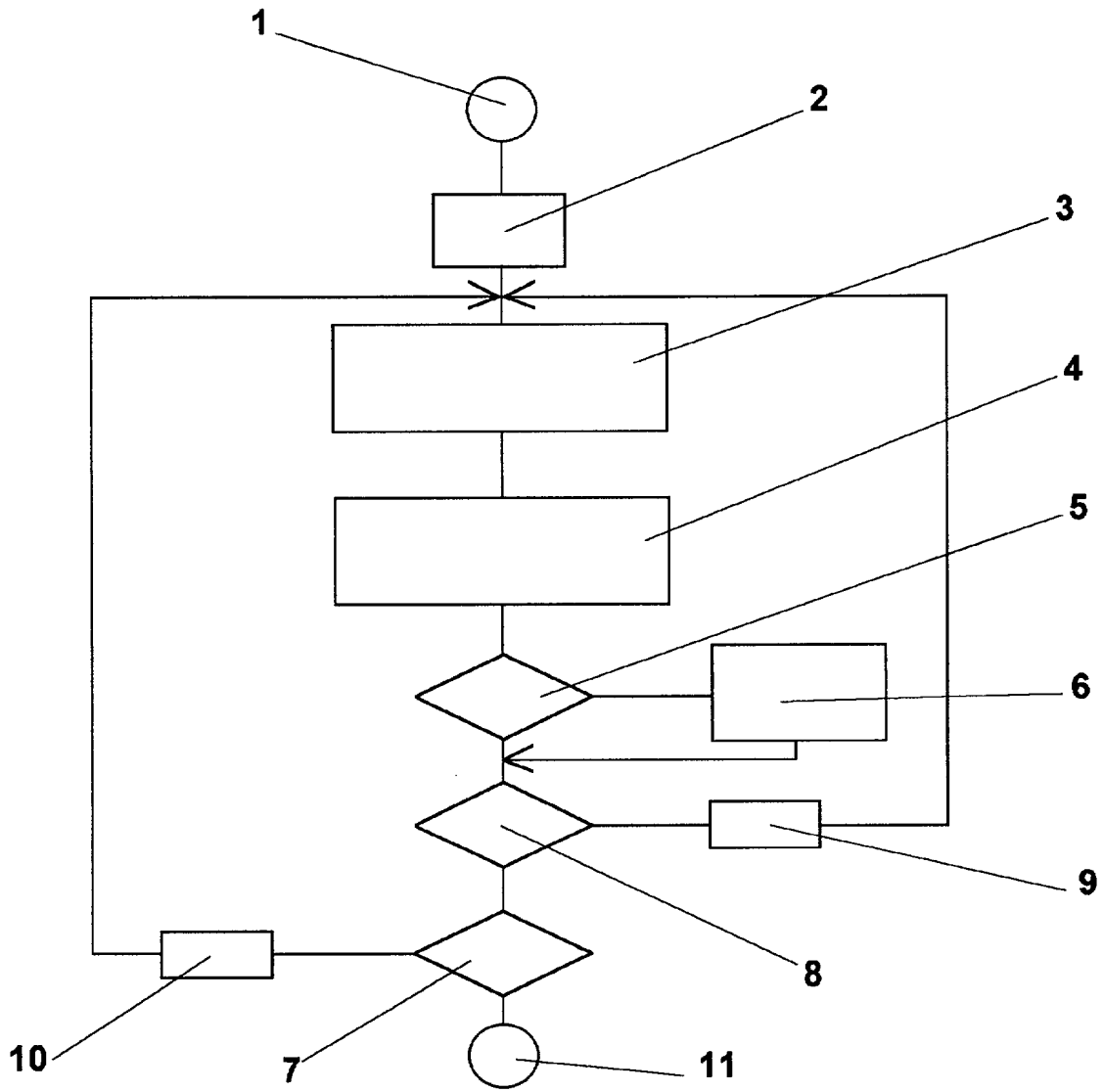


FIG. 1b

3/4

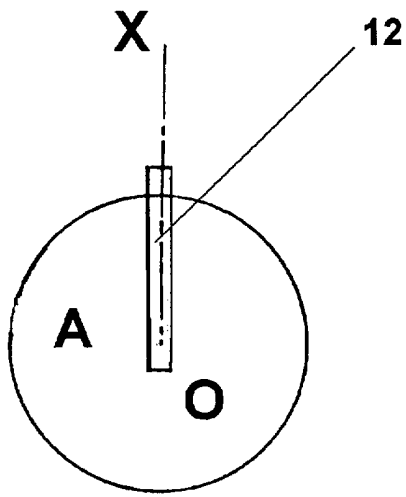


FIG. 2a

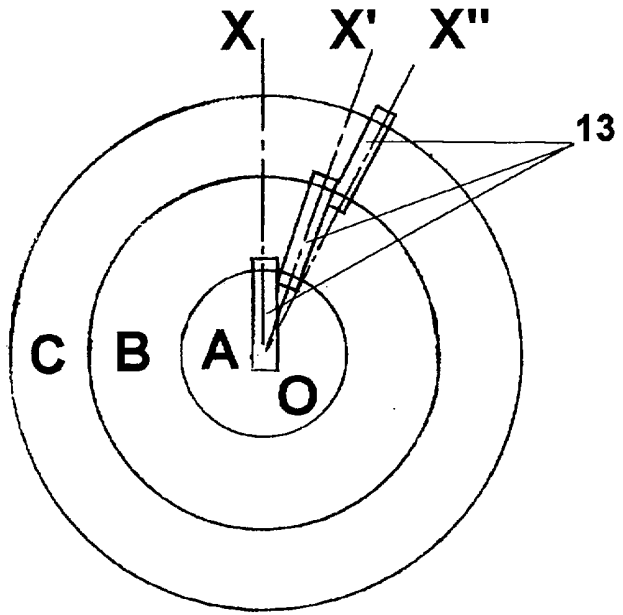


FIG. 2b

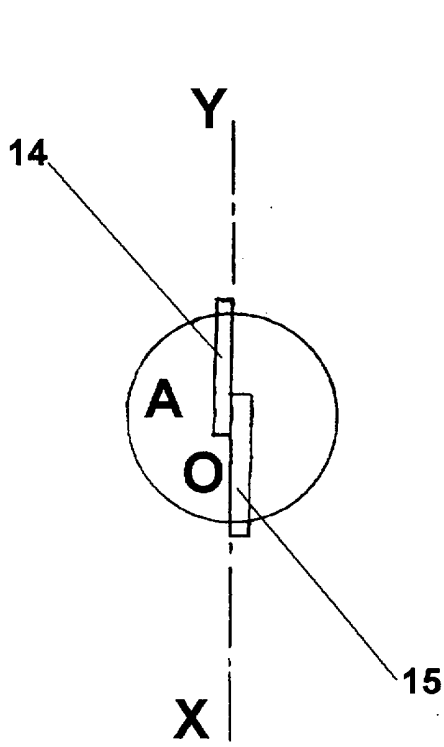


FIG. 2c

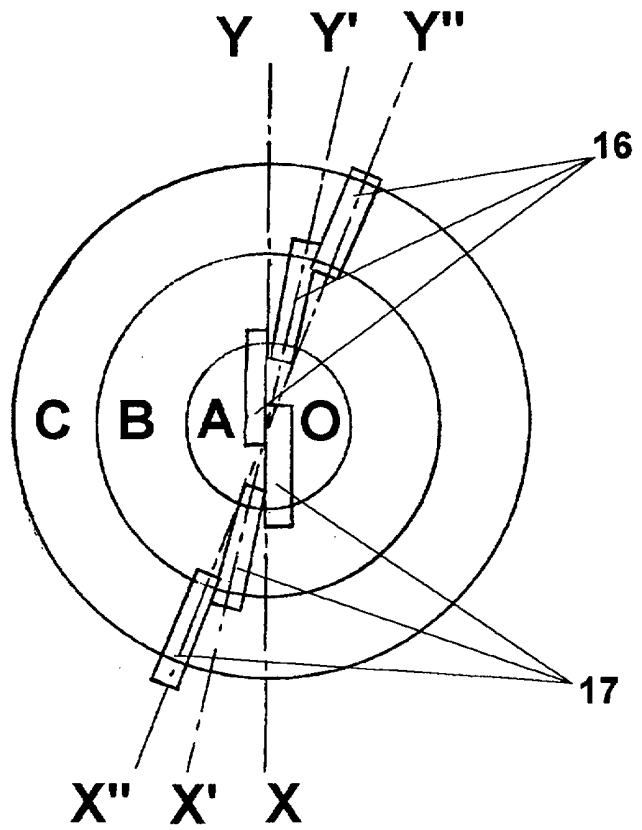


FIG. 2d

4/4

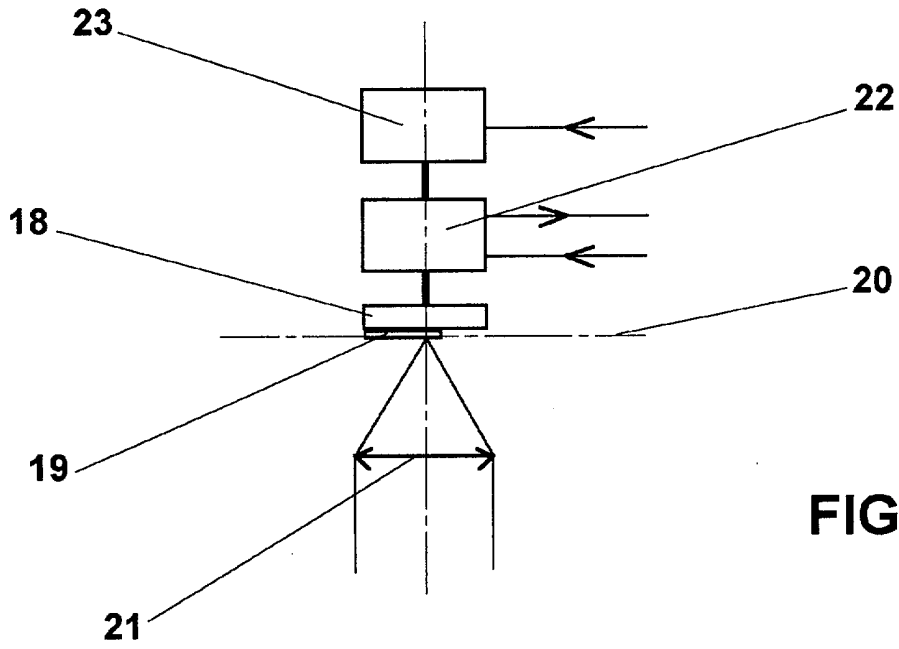


FIG. 3a

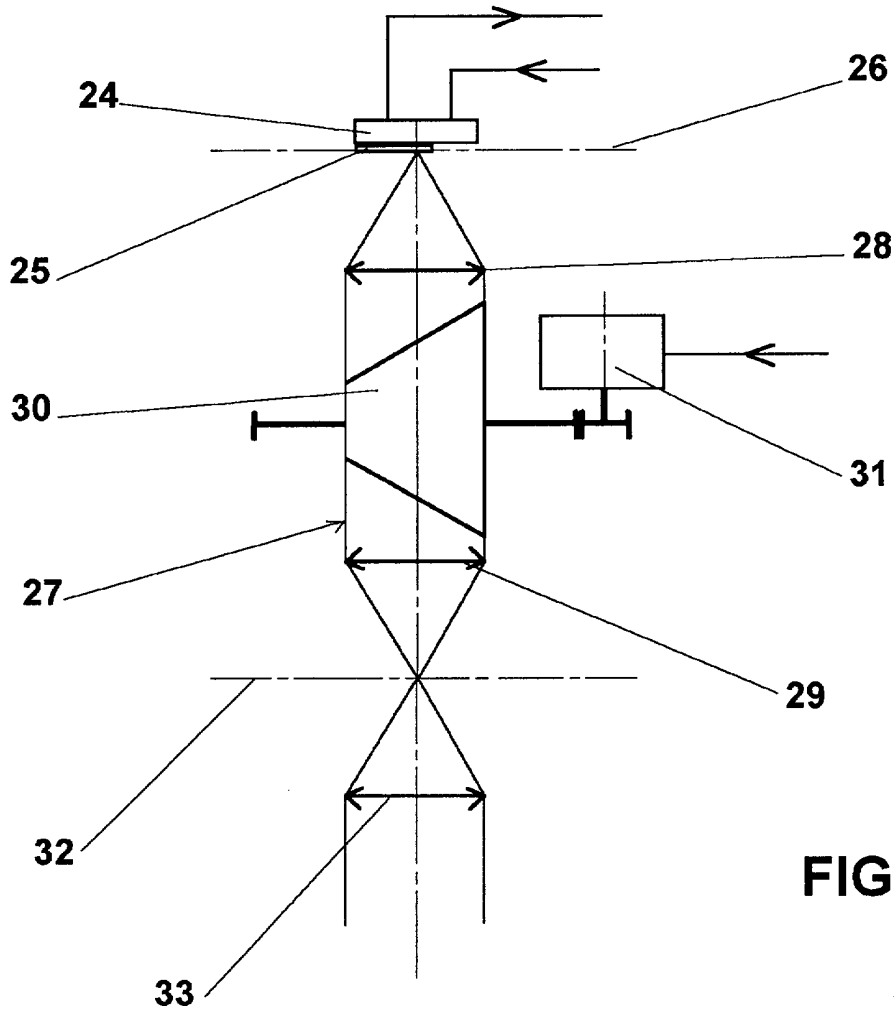


FIG. 3b