

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

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

2 470 415

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 79 28885

(54) Dispositif de localisation ou de reconnaissance de la forme d'un objet combinant un organe d'éclairage par faisceau laser et une caméra de télévision.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). G 06 K 9/20; G 01 B 11/14; H 04 N 7/00.

(22) Date de dépôt 23 novembre 1979.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 22 du 29-5-1981.

(71) Déposant : OPTION SA, résidant en France.

(72) Invention de : François Danel, Jean-Pierre Desmoulins, Maurice Gaude et Augustin Lux.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Moutard, résidence Iéna,
9, square Copernic, 78150 Le Chesnay.

L'invention se rapporte aux dispositifs de localisation ou d'identification d'objets tri-dimensionnels et, plus particulièrement, à ceux qui comportent un éclairage de l'objet, la formation d'une image et l'analyse de cette image.

5 Une application possible de ces dispositifs est l'identification et le repérage de la position d'une pièce mécanique, qui progresse dans une ligne de fabrication, en vue de la commande d'un robot qui devra la manipuler.

10 Ce repérage est relativement difficile, surtout aux premiers stades de la fabrication, où la pièce n'a pas de contours précis et, de toutes façons, du fait que, lorsque la pièce est par exemple en tôle, par suite de son caractère réfléchissant, l'image obtenue varie, à priori, rapidement en fonction des positions respectives de la pièce, des sources de lumière et de l'objectif, ou 15 encore de la présence de tâches de graisse ou de rouille. En outre, l'éclairage faible et diffus des ateliers donne normalement des images "plates". Enfin, il peut se présenter des conditions où il est pratiquement impossible d'installer, au-dessus de la pièce, une caméra ayant un champ visuel qui couvre l'ensemble de la pièce 20 et il faut alors pouvoir exploiter des vues partielles, tout en aboutissant à une précision de repérage suffisante.

Les dispositifs connus du genre susvisé ne permettent pas de résoudre ces problèmes de manière satisfaisante.

25 Un premier dispositif connu met en oeuvre un procédé qui consiste à comparer, à un seuil pré-déterminé, le signal vidéo fourni par une caméra de télévision qui effectue une prise de vue de l'objet, tel qu'il se présente avec l'éclairage environnant, et à analyser, par un traitement numérique, l'image binaire ainsi obtenue. Un tel dispositif, extrêmement sensible aux conditions 30 d'éclairage et exigeant que le contour de l'objet soit précis, n'est pas utilisable dans l'explication ci-dessus.

Un second dispositif connu comporte une source lumineuse (éventuellement un laser) associé à un système optique engendrant un faisceau cylindrique de section suffisante pour fournir une 35 ombre portée de l'objet sur une surface photo-sensible, généralement constituée par un réseau de photo-détecteurs associé à un faisceau de fibres optiques ou à un objectif. Outre son encombrement important, ce dispositif requiert l'emploi d'une source lumineuse de forte puissance et exige un positionnement précis et 40 stable de la source par rapport aux photo-détecteurs.

Un troisième dispositif connu fait appel à un marquage de la pièce en deux points par une peinture réfléchissante et à une localisation de ces deux points par l'analyse de la lumière réfléchie en ces deux points par la pièce balayée par un faisceau laser. Le marquage est une contrainte gênante.

Un quatrième dispositif connu met en oeuvre un procédé qui consiste à éclairer l'objet avec un faisceau laser unique, ou avec deux faisceaux laser convergents, à capter la lumière réfléchie au point éclairé et à effectuer des calculs de triangulation qui donnent les trois coordonnées du point visé. Ce procédé, qui élimine les difficultés dues à la lumière ambiante parasite, implique l'emploi d'une caméra et d'un laser relativement éloignés l'un de l'autre, ce qui complique les problèmes de positionnement mécanique.

L'invention propose un dispositif qui présente, par rapport aux troisième et quatrième dispositif ci-dessus, le caractère commun d'effectuer une analyse de la lumière réfléchie en des points déterminés de la pièce éclairée par un faisceau laser pour en déduire, par un traitement numérique, les coordonnées de ces points.

Toutefois, le dispositif de l'invention, dont les applications ne sont pas limitées à celle qui a été indiquée ci-dessus, est exempt des inconvénients mentionnés et présente un certain nombre d'avantages, qui seront exposés dans la suite.

Ce dispositif est principalement remarquable en ce que l'organe d'éclairage par rayons laser qu'il comporte, est agencé pour former, sur la surface de l'objet, au moins une ligne lumineuse plane continue (c'est-à-dire une bande lumineuse étroite) tandis que la caméra de télévision est agencée et disposée pour capter uniquement la lumière réfléchie suivant cette ligne et former ainsi une image de cette ligne. L'image captée représentera ainsi, pour chaque plan de coupe de l'objet, le contour de la section correspondante ou des portions, disjointes ou non, dudit contour.

Suivant un premier mode de réalisation, le dispositif comprend au moins un laser fixe, associé à un moyen optique de transformer son faisceau en nappe lumineuse plane située dans un plan d'intersection avec l'objet lui-même fixe, et une caméra de télévision fixe ayant un axe optique non contenu dans ledit plan.

Suivant une variante, le dispositif comprend au moins

un laser en mouvement relatif par rapport à l'objet de façon à former au moins une ligne lumineuse plane et une caméra de télévision agencée et disposée en permanence de manière à engendrer un signal vidéo représentatif de l'information lumineuse présente dans un plan (c'est-à-dire dans une lame plane de faible épaisseur) contenant le faisceau laser.

L'invention sera mieux comprise à la lumière de la description détaillée ci-après.

Au dessin annexé :

La figure 1 représente schématiquement une forme d'exécution préférée d'un ensemble capteur de position destiné à équiper un dispositif conforme au premier mode de réalisation susvisé;

La figure 2 est une vue en coupe de l'un des deux boîtiers d'éclairage que comporte l'ensemble capteur de la figure 1;

La figure 3 est un schéma de principe du calculateur et de l'interface électronique associés à un capteur et,

La figure 4 représente schématiquement une forme d'exécution préférée d'un capteur conforme à la variante susvisée.

Le capteur de position de la figure 1 comporte deux boîtiers d'éclairage 1 et 2 disposés symétriquement au-dessus des bords de la table T qui supporte la pièce P à repérer, à des hauteurs réglables. Chaque boîtier est agencé pour engendrer une nappe lumineuse plane horizontale qui dessine sur l'embouti une bande lumineuse de faible épaisseur. Les deux bandes sont opposées et couvrent approximativement chacune la moitié du contour de la section plane de la pièce ainsi définie. Deux caméras 3 et 4 sont disposées symétriquement approximativement au-dessus des bords de la table, laissant ainsi entre-elles un intervalle, la place du robot de manipulation (non figuré). Chaque caméra capte l'image d'une bande lumineuse pour chaque plan de coupe.

A la figure 2, on a représenté, par un plan vertical, en coupe, l'un des boîtiers d'éclairage. Il contient un organe d'alimentation électrique 11, un laser 12 de faisceau vertical, une lentille convergente 13 qui focalise ce faisceau, une lentille cylindrique 14 qui l'étale en une nappe plane verticale parallèle aux faces latérales du boîtier et un miroir plan 15 incliné à 45° qui transforme cette nappe en une nappe horizontale. Cette nappe horizontale sort du boîtier par une mince fente rectiligne 16 de largeur suffisamment faible, par rapport à l'

épaisseur de la paroi du boîtier, pour éviter les projections de matières solides ou liquides sur le miroir, les lentilles ou le laser.

Il doit être bien compris que le nombre et la disposition des capteurs qui correspondent à la forme d'exécution décrite ne sont pas limitatifs. Une caméra unique, ayant son axe optique perpendiculaire à la table, pourrait, par exemple, être associée à plusieurs boîtiers d'éclairage pour relever une courbe de niveau complète. Les organes d'éclairage pourront former sur l'objet des segments de courbe disjoints ou non.

A chaque caméra est associé un filtre optique ou électrique, afin d'éliminer, du signal vidéo utile, toute influence des rayons lumineux non issus des bandes éclairées par les lasers (rayons dits de "fond de plan").

Il en résulte que le signal utile se présente sous la forme de pics, dont il s'agit de détecter les maxima, dont la position est représentative des coordonnées des points éclairés.

La figure 3 représente l'interface entre une caméra 3 et un calculateur 5. Les deux caméras 3 et 4 sont pilotées en synchronisme à partir d'une même horloge 61. Pour chaque caméra, celle-ci attaque un compteur de lignes 31 suivi d'un décodeur 32 et un compteur de trame 33 lui-même suivi d'un décodeur 34.

Le signal vidéo issu de chaque caméra est appliqué à un circuit 35 de suppression des signaux de synchronisation de trame et de lignes; suivi d'un circuit 36 qui a pour fonction d'aligner le signal sur le niveau de noir du fond de plan pendant les intervalles de temps où aucun balayage de l'écran n'est effectué. Le signal est ensuite appliqué à deux circuits de dérivation successifs 37 et 38, qui jouent en même temps le rôle du filtre électrique mentionné ci-dessus.

Il est évident qu'à chaque sommet de pic positif (pic qui correspond à la rencontre, par le faisceau de balayage, d'un point de la courbe saisie par la caméra) il correspond un passage à zéro de la dérivée première, passage qui est détecté par un détecteur de zéro 39, et un sommet de pic négatif pour la dérivée seconde. Un circuit 40 est agencé pour fournir un niveau logique 1 pendant les intervalles de temps où la dérivée seconde descend en-dessous d'un seuil négatif. Une porte ET 41, dont les entrées sont reliées aux circuits 40 et 39, fournit ainsi une impulsion "ECH" à chaque coïncidence d'un pic de la dérivée seconde et d'un

passage par zéro de la dérivée première. Cette impulsion est appliquée à un circuit séquenceur 42, qui fournit alors, à un circuit à verrouillage 43, un signal d'échantillonnage du contenu du compteur de lignes 31. Ce contenu, est représentatif de la position du pic dans la ligne.

A la fin de chaque ligne, le décodeur 32 fournit un signal de remise à zéro du compteur de lignes 31, signal qui est également appliqué au séquenceur 42 et à une porte ET 44. Lorsque le séquenceur 42 reçoit ce signal de fin de ligne, il commande le transfert du compteur du circuit 43 à un interface 45 d'accès direct à la mémoire du calculateur 5 et le circuit 43 est réinitialisé à une valeur particulière différente des contenus autorisés du compteur de lignes. Les contenus ainsi transférés à la mémoire sont rangés séquentiellement dans une table. A l'exploitation, si l'on trouve dans la table, la valeur particulière en question, cela signifie qu'aucun pic n'a été détecté sur la ligne de balayage en question.

A la fin de chaque balayage d'image, le décodeur 34 fournit un signal de remise à zéro du compteur de trames, lequel est également appliqué au circuit séquenceur 42 pour le ré-initialiser et indiquer que la table est disponible en mémoire et à la porte ET 44. La sortie de cette porte fournie le signal de synchronisation à la caméra 3.

La réalisation pratique des différents circuits de la figure 3 est à la portée de l'homme du métier. Ce traitement informatique effectué par le calculateur 5 en vue d'identifier l'objet ou d'en repérer la position peut être de type connu, et ne fait pas partie de l'invention.

Dans la variante de la figure 4, le capteur comprend deux lasers fixes 17, 18 dont les faisceaux sont orientés, en sens opposés, suivant un même axe horizontal perpendiculaire à la direction de translation d'un tapis convoyeur 19 sur lequel est placée la pièce P. Ces faisceaux forment ainsi sur la pièce deux taches circulaires qui au cours de la translation, décrivent une courbe de niveau. Une caméra de télévision fixe 20 du type dit linéaire, est placée au-dessus du tapis, son axe optique étant contenu dans le plan perpendiculaire au tapis et qui contient l'axe des faisceaux. Une telle caméra fournit un signal vidéo représentatif de l'information lumineuse captée dans une bande plane mince de son champ optique, bande qui devra

contenir ici en permanence les deux taches lumineuses.

La courbe de niveau saisie par la caméra étant ici formée par couples de points successifs qui correspondent chacun à une position du tapis, au cours de sa translation, le capteur doit de préférence comporter des moyens de repérer cette position à chaque instant. Ces moyens, de type connu en soi, sont symbolisés à la figure 4 par un bloc 21 relié aux organes d'entraînement du tapis.

Il va de soi qu'un dispositif équivalent à celui de la figure 4 serait obtenu en montant la caméra et les lasers sur un bâtimobile en translation par rapport à une pièce-liée à un support fixe.

REVENDICATIONS

- 7 -

1- Dispositif de localisation ou d'identification d'objets tri-dimensionnels, comportant un organe d'éclairage par rayons laser, des organes photo-détecteurs de la lumière laser réfléchie par l'objet, et des moyens de traitement numérique de l'information ainsi captée, caractérisé en ce que ledit organe d'éclairage (1-2 figure 1 ou 17-18 figure 4) est agencé pour former, sur la surface de l'objet (P), au moins une ligne lumineuse plane continue [située dans un plan] et que lesdits organes photo-détecteurs (3-4 figure 1 ou 20 figure 4) sont agencés et disposés pour capter uniquement la lumière réfléchie suivant cette ligne et former ainsi une image de cette ligne.

2- Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un laser fixe (12 figure 2), associé à un moyen optique (14 figure 2) de transformer son faisceau en nappe lumineuse plane, située dans un plan d'intersection avec l'objet lui-même fixe et une caméra de télévision fixe (3-4 figure 1) et ayant un axe optique non contenu dans ledit plan.

3- Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un laser (17-18 figure 4) en mouvement relatif par rapport à l'objet de façon à former au moins une ligne lumineuse plane et une caméra de télévision (20 figure 4) agencée et disposée en permanence de manière à engendrer un signal vidéo représentatif de l'information lumineuse présente dans un plan contenant le faisceau laser.

4- Dispositif selon la revendication 2, caractérisé par deux organes d'éclairage (1-2, figure 1) disposés symétriquement à hauteur réglable au-dessus d'un support plan (T) sur lequel repose l'objet, et par deux caméras de télévision (3-4) elles-mêmes disposées symétriquement et captant chacune la lumière réfléchie sur l'objet et provenant de l'un des organes d'éclairage.

5- Dispositif selon la revendication 2 ou 4, caractérisé en ce que chaque organe d'éclairage comprend un laser (12 figure 2), une lentille convergente (13) qui focalise le faisceau lumineux émis par le laser, une lentille cylindrique (14) qui l'étale en une nappe plane, un miroir (15) incliné à 45° par rapport à ladite nappe et une fente (16) rectiligne mince de sortie de la nappe réfléchie par le miroir, ladite fente étant ménagée dans une paroi relativement épaisse d'un boîtier qui loge les éléments susvisés.

- 8 -

6- Dispositif selon la revendication 3, caractérisé par un deuxième laser (18 figure 4) ayant son faisceau lumineux aligné avec le premier (17) et orienté en sens inverse, les deux lasers étant fixes, tandis que l'objet (P) subit une translation 5 perpendiculaire aux deux faisceaux, la caméra de télévision (20) ayant son axe optique contenu dans le plan perpendiculaire à la direction de translation et qui contient les deux faisceaux et étant du type linéaire, le dispositif comportant en outre des moyens de repérer à chaque instant la position de l'objet.

PL. 1/3

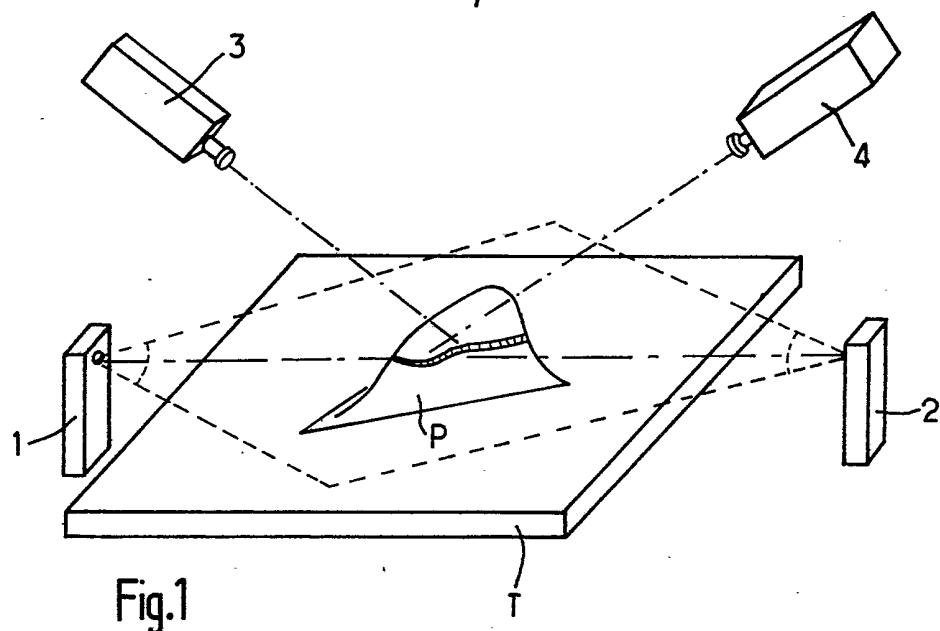


Fig.1

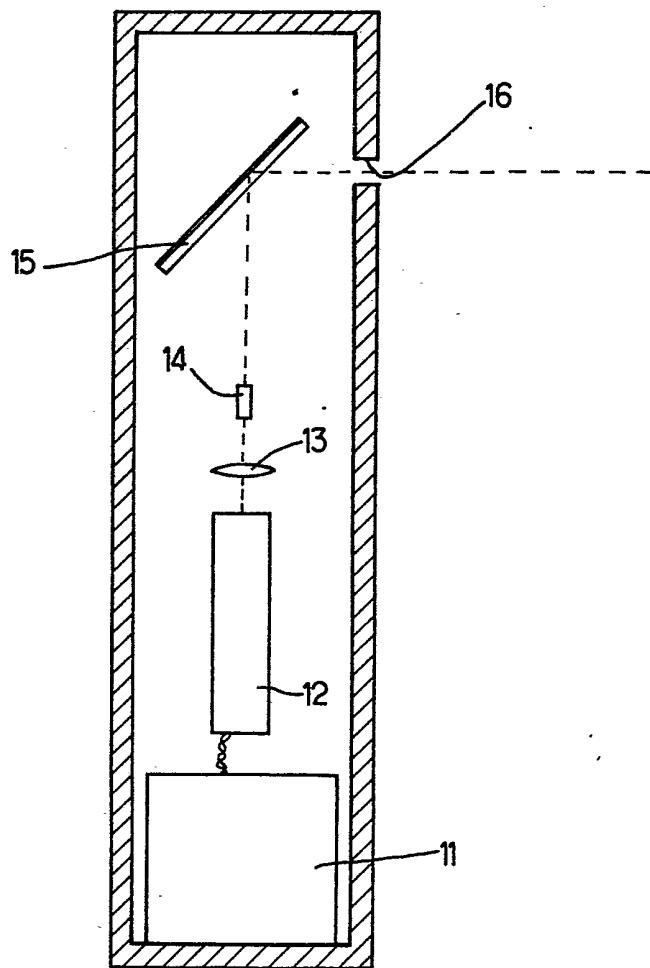


Fig.2

PL. 2/3

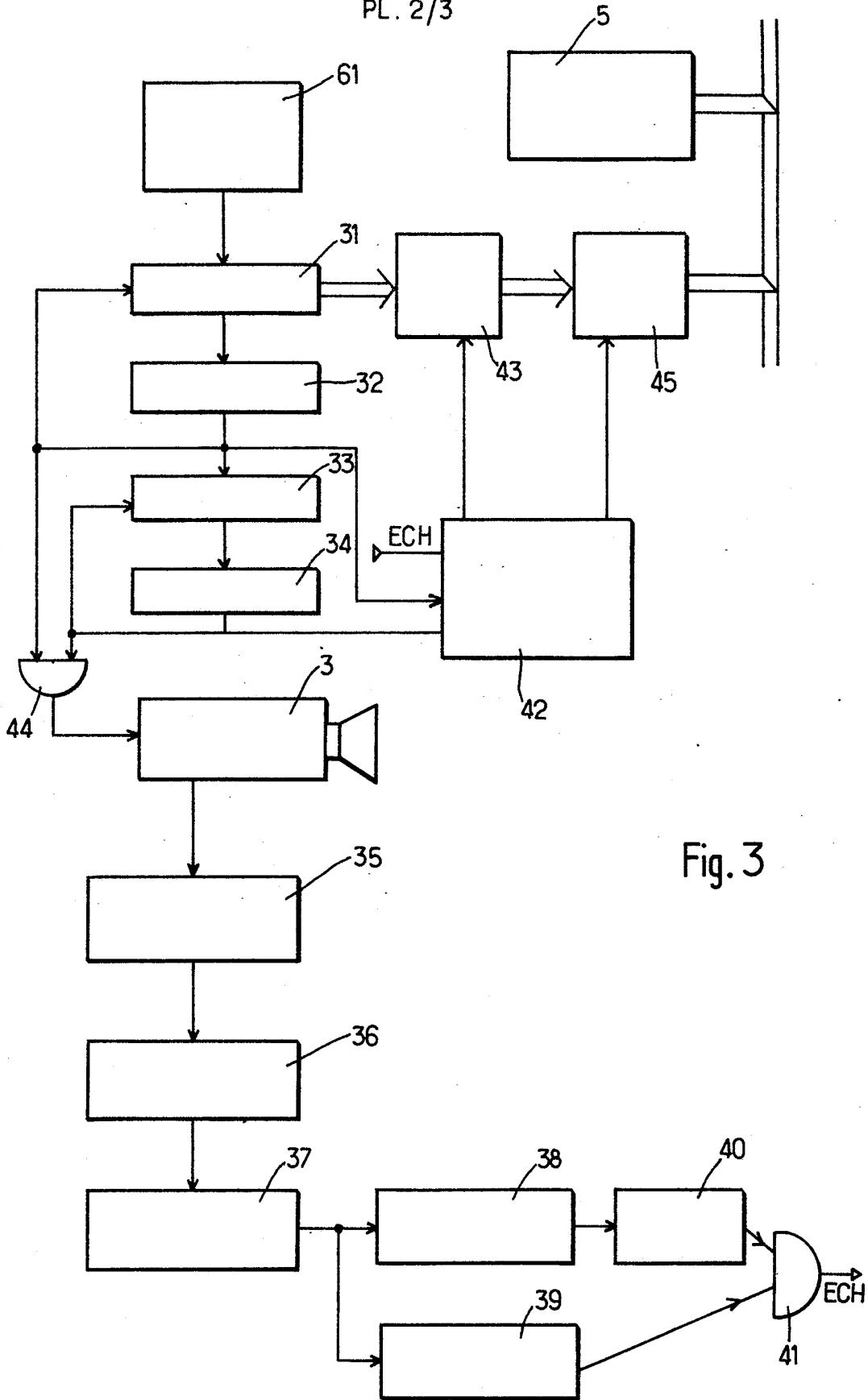


Fig. 3

PL. 3/3

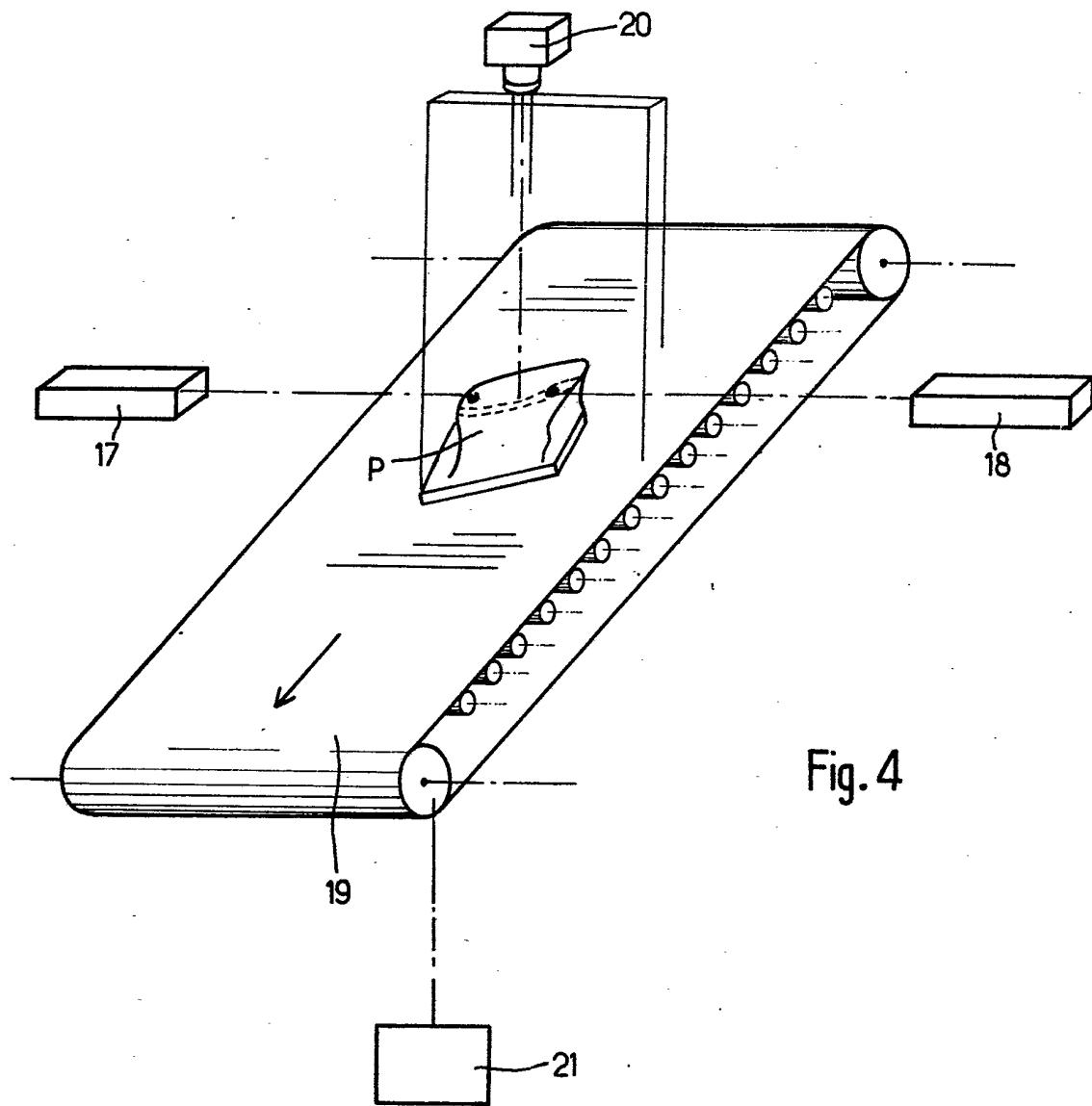


Fig. 4