

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 908 854 A2

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:

14.04.1999 Bulletin 1999/15(51) Int Cl.⁶: **G07C 9/00**(21) Numéro de dépôt: **98420178.0**(22) Date de dépôt: **08.10.1998**

(84) Etats contractants désignés:

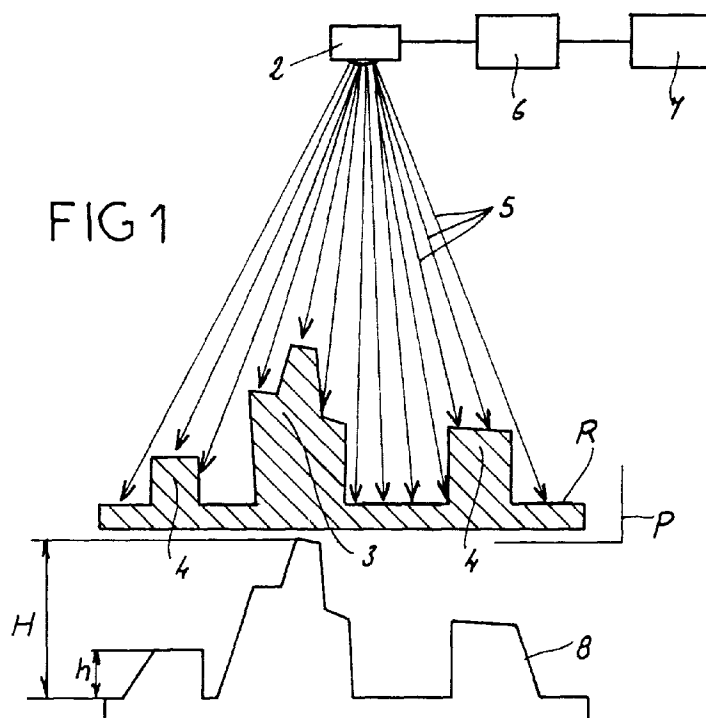
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**

Etats d'extension désignés:

AL LT LV MK RO SI(30) Priorité: **13.10.1997 FR 9712999**(71) Demandeur: **Gallet, Michel****69001 Lyon (FR)**(72) Inventeur: **Gallet, Michel****69001 Lyon (FR)**(74) Mandataire: **Bratel, Gérard et al**
Cabinet GERMAIN & MAUREAU,
12, rue Boileau,
BP 6153
69466 Lyon Cedex 06 (FR)**(54) Procédé et dispositif pour la détection de personnes et d'objets dans un espace donné**

(57) Le procédé consiste à effectuer un balayage optique résultant de rayons optiques (5) de type laser émis à intervalles réguliers à partir d'une source (2) située au-dessus des personnes (3) ou objets (4) à détecter, les émissions de rayons successives étant réalisées dans un plan de mesure (P) fixe ou mobile, formant un angle nul ou faible par rapport à une perpendiculaire au plan de référence (R) dans lequel se situent et/ou se

déplacent les personnes ou objets. La détection est effectuée par détermination et comparaison, pour chaque émission, des décalages temporels observés entre l'émission des rayons optiques (5) par la source (2) et la réception des rayons réfléchis par le plan de "référence" (R) ou par les personnes ou objets. Ce procédé s'applique à la localisation et au comptage de personnes ou d'objets, fixes ou mobiles, ainsi qu'à la définition des caractéristiques de déplacements de personnes.



Description

[0001] La présente invention concerne un procédé et dispositif pour la détection de personnes et d'objets dans un espace donné, dans un but de localisation et/ou de comptage de personnes et d'objets, que ceux-ci soient fixes ou mobiles, ainsi que, notamment dans le cas de personnes, dans un but de définition des caractéristiques de leurs déplacements, telles que la direction, le sens, la vitesse et la trajectoire.

[0002] On connaît déjà diverses techniques permettant la détection de personnes et d'objets, notamment en vue de leur comptage. En particulier, une technique classique consiste en l'interception, par les personnes ou objets à détecter, d'un ou plusieurs rayons lumineux fixes, en général des rayons infra-rouges, émis horizontalement. Cette technique manque de précision dès que des "cibles" (objets ou personnes à détecter) interceptent simultanément les rayons lumineux. De plus, elle devient totalement inopérante dans le cas de personnes ou objets fixes ou en très faible mouvement.

[0003] Une autre technique connue consiste à analyser les niveaux de luminosité détectés par des caméras vidéo ou autres dispositifs photosensibles, orientés vers les personnes ou objets à détecter. Ce procédé n'est efficace que pour des niveaux d'éclairement constant ou variant faiblement. Il est inadapté, en particulier, aux détections en milieu extérieur ainsi que dans des espaces clos en partie ou en totalité éclairés naturellement.

[0004] L'utilisation de dispositifs basés sur l'émission/réception d'ondes électromagnétiques (radars) constitue un autre type de solutions, pour lesquelles les portées de détection, les puissances mises en oeuvre et les coûts sont peu compatibles avec les besoins pratiques de détection de proximité dans des espaces publics ou privés, auxquels s'intéresse plus particulièrement la présente invention.

[0005] La présente invention vise à remédier aux inconvénients ou inadaptations des techniques existantes rappelées ci-dessus, en fournissant un procédé et un dispositif pour la détection de personnes et d'objets dans un espace donné, permettant une détection précise d'objets ou personnes mobiles ou en faible mouvement ou fixes, alignés ou répartis de façon aléatoire dans l'espace considéré, sans perturbation par l'éclairage ambiant, la solution proposée par l'invention s'adaptant à de nombreuses applications plus ou moins complexes et visant, en particulier :

- la détection de présence de personnes et d'objets dans un plan de référence,
- la détection des déplacements de personnes et d'objets mobiles de part et d'autre d'une ligne de référence,
- la détection de présence de personnes et d'objets dans un volume de référence,
- la localisation et le comptage de personnes et d'objets immobiles dans un volume de référence,

- la détection des directions, sens, vitesses et trajectoires des déplacements de personnes et d'objets mobiles dans un volume de référence.

[0006] A cet effet, le procédé selon l'invention pour la détection de personnes et d'objets dans un espace donné consiste essentiellement à effectuer un balayage optique résultant de rayons optiques de type laser émis à intervalles réguliers à partir d'une source située au-dessus des personnes ou objets à détecter, les émissions de rayons successives étant réalisées dans un plan dit plan de mesure, qui s'étend à l'intérieur de l'espace considéré en formant un angle nul ou relativement faible par rapport à une direction perpendiculaire à un plan de référence dans lequel se situent et/ou se déplacent les personnes ou objets à détecter, la détection étant effectuée par la détermination et comparaison, pour chaque émission, des décalages temporels observés entre l'émission des rayons optiques par la source et la réception des rayons optiques réfléchis par le plan de référence ou par les personnes ou objets situés dans l'espace considéré.

[0007] Dans le cas le plus généralement rencontré, les personnes ou objets à détecter se situent et/ou se déplacent dans un plan de référence horizontal ou sensiblement horizontal ; le balayage optique s'effectue alors dans un plan de mesure vertical, ou formant un angle relativement faible (en pratique inférieur à 45°) par rapport à la verticale.

[0008] Le procédé selon l'invention repose sur les positions et les mouvements relatifs du plan de mesure et des personnes ou objets à détecter, ce qui conduit à deux modes de mise en oeuvre principaux de ce procédé.

[0009] Selon un premier mode de mise en oeuvre, le balayage optique est effectué dans un plan de mesure fixe, sensiblement perpendiculaire au plan de référence dans lequel se situent et/ou se déplacent les personnes ou objets à détecter. Ce mode de mise en oeuvre simple permet notamment, par comparaison des résultats (décalages entre émission et réception des rayons optiques) observés dans le même plan de mesure à des instants successifs, de détecter et/ou de dénombrer des personnes ou objets mobiles, se déplaçant suivant une direction prédéterminée et invariable, sensiblement perpendiculaire au plan de mesure, par exemple : personnes se déplaçant dans un couloir, véhicules routiers se déplaçant sur une voie, objets transportés sur un convoyeur.

[0010] Selon un deuxième mode de mise en oeuvre du procédé de l'invention, le balayage optique est effectué dans un plan de mesure variable, occupant des positions angulaires successives différentes les unes des autres par rapport au plan de référence dans lequel se situent et/ou se déplacent les personnes ou objets à détecter, l'émission des rayons optiques étant répétée dans chaque position du plan de mesure. Cet autre mode de mise en oeuvre, plus complexe puisqu'il comporte

en quelque sorte une succession de balayages, est adapté à la détection de personnes ou d'objets fixes ou en mouvement lent dans un certain espace de référence. La combinaison et comparaison des décalages entre l'émission et la réception des rayons optiques dans les plans de mesure successivement balayés, permet ici de localiser parfaitement les personnes ou objets même immobiles dans un volume de référence, et de déterminer les caractéristiques (direction, sens, vitesse, trajectoires) des déplacements éventuels de ces personnes ou objets. Dans la pratique, ce mode de mise en oeuvre du procédé permet de détecter et d'analyser l'apparition et l'évolution de groupes de personnes, formant par exemple une file d'attente, dans un espace donné, ainsi que les types d'objets ou de personnes identifiés par leur taille et leur forme. Il est ainsi possible de distinguer les adultes des enfants, la présence d'objets particuliers (bagages ou chariots) liés aux personnes, ou encore la circulation de véhicules en mouvement selon diverses directions dans un espace délimité tel que place ou carrefour.

[0011] Quant au dispositif destiné à la mise en oeuvre du procédé de détection précédemment défini, celui-ci comprend principalement une source émettrice de rayons optiques de type laser, effectuant un balayage optique dans le plan de mesure, la source étant placée au-dessus du plan de référence dans lequel se situent et/ou se déplacent les personnes ou objets à détecter, et étant associée à des moyens de réception des rayons optiques réfléchis par le plan de référence ou par les personnes ou objets, des moyens de détermination et de comparaison des décalages temporels observés entre l'émission et la réception des rayons optiques, et des moyens d'analyse et de traitement, aptes à caractériser et localiser des personnes ou objets situés dans l'espace considéré. L'analyse et le traitement, par ces derniers moyens, s'effectuent simultanément au balayage.

[0012] Selon une forme de réalisation du dispositif de détection objet de l'invention, la source émettrice de rayons optiques de type laser est montée pivotante de manière à faire varier la position angulaire du plan de mesure dans un espace de référence, les moyens d'analyse et de traitement étant prévus pour comparer ou combiner les résultats, à savoir les décalages entre émission et réception des rayons optiques, dans les plans de mesure distincts successivement balayés. Ce mode de réalisation s'applique à la localisation de personnes ou d'objets fixes ou en faible mouvement dans un volume de référence.

[0013] De toute façon, l'invention sera mieux comprise à l'aide de la description qui suit, en référence au dessin schématique annexé illustrant divers modes de mise en oeuvre de ce procédé pour la détection de personnes ou d'objets, et représentant le dispositif pour la mise en oeuvre de ce procédé, en relation avec divers types d'applications :

Figure 1 est schéma illustrant le principe du balaya-

ge optique selon l'invention et son résultat, dans un plan de mesure ;

Figure 2 est une vue en perspective montrant très schématiquement un dispositif de détection et de comptage d'objets selon l'invention, travaillant dans un plan de mesure fixe ;

Figure 3 est un diagramme expliquant le mode de détection et de comptage utilisé par le dispositif de la figure 2 ;

Figure 4 est une autre vue en perspective, montrant un dispositif selon l'invention pour la détection de personnes à l'intérieur d'un volume donné, permettant la détermination des caractéristiques de leurs déplacements ;

Figure 5 illustre une visualisation des localisations, vitesses, directions et trajectoires de plusieurs personnes, telle qu'elle peut être obtenue au moyen de dispositif de la figure 4.

[0014] Sur la figure 1, on a représenté très schématiquement en 2 un émetteur-récepteur de rayons optiques de type laser, disposé au-dessus d'un plan de référence R, ici un plan horizontal, sur lequel se situent et/ou se déplacent des personnes 3 et/ou des objets 4 à détecter. L'émetteur-récepteur 2 effectue un balayage optique dans un plan de mesure P, qui est confondu avec le plan de la figure 1, en émettant des rayons optiques 5 en direction du plan de référence R. Les rayons 5 sont réfléchis, selon le cas, par le plan de référence R ou par les personnes 3 ou objets 4 à détecter, et les rayons réfléchis sont captés par l'émetteur-récepteur 2. Celui-ci est associé à des moyens 6 de détermination et de comparaison des décalages temporels observés entre l'émission des rayons 5 et la réception des rayons réfléchis correspondants, et à des moyens 7 d'analyse et de traitement. On entend ici par décalage temporel la différence de temps observée entre la réception d'un rayon réfléchi par le plan de référence R, ou tout autre obstacle fixe à l'intérieur du volume de référence, et la réception du même rayon réfléchi par la "cible" (personne 3 ou objet 4) concernée par la détection à réaliser.

[0015] La mesure de ce décalage temporel permet de déterminer, dans le plan de mesure P considéré, un "profil d'émission" 8 caractérisant les personnes 3 et objets 4 détectés, ceci en particulier par une certaine hauteur h ou H mesurée, permettant d'effectuer ensuite une discrimination, en éliminant des objets non significatifs par rapport aux objectifs de la détection (par exemple objets isolés dans le cas de la détection de personnes) et surtout en effectuant une comparaison avec des types prédéterminés.

[0016] En se référant à la figure 2, on considère plus particulièrement un émetteur-récepteur 2 fixe, émettant ses rayons optiques 5 dans un plan de mesure P lui aussi fixe, ici un plan vertical perpendiculaire à la direction générale de déplacement F d'objets 4 à détecter et à compter, qui sont ici des objets mobiles se déplaçant suivant une direction prédéterminée dans le plan de ré-

férence R.

[0017] Le "profil d'émission", tel que précédemment défini, est ici déterminé à des instants successifs, dans le même plan de mesure P. La figure 3 illustre plus précisément le mode de détection et de comptage ici mis en oeuvre, en montrant les "profils d'émission" enregistrés dans le plan P à des instants successifs t1, t2, t3 et t4, dans le cadre d'un exemple particulier :

- A l'instant initial t1, trois objets A, B et C sont simultanément détectés.
- A l'instant suivant t2, seul l'un de ces objets B reste détecté, ce qui signifie que les deux autres objets A et C n'intersectent plus le plan de mesure P et l'ont par conséquent entièrement franchi ; les deux objets A et C sont ainsi comptés entre les instants t1 et t2.
- A l'instant suivant t3, l'objet B lui aussi n'est plus détecté, mais deux nouveaux objets D et E sont détectés. L'objet B est ainsi compté.
- Au dernier instant t4 ici considéré, le "profil d'émission" 8 est entièrement plat, ce qui signifie que plus aucun objet n'intersecte le plan de mesure P. Les objets D et E sont alors comptés eux aussi.

[0018] Les figures 4 et 5 illustrent une autre application, dans laquelle le dispositif est utilisé pour la détection de personnes 3 à l'intérieur d'un volume V donné, tel qu'une salle d'attente dont le sol constitue ici le plan de référence R, les personnes 3 pouvant être immobiles ou en déplacement selon des directions horizontales quelconques.

[0019] L'émetteur-récepteur 2 est ici installé par exemple au plafond de la salle considérée, et il est monté oscillant autour d'un axe horizontal 9, de telle manière que le plan de mesure P ne soit plus fixe mais occupe des positions angulaires variables, ne s'éloignant pas trop fortement de la verticale. Ce plan de mesure P variable "balaye" ainsi le volume de référence V.

[0020] Le dispositif détermine ici encore à des instants successifs les "profils d'émission" (selon le principe illustré par la figure 1), mais il le fait dans des plans de mesure distincts les uns des autres tels que P1, P2, P3, les plans obliques P1 et P3 formant des angles α et β par rapport au plan P2 qui occupe une position moyenne verticale.

[0021] La comparaison en 6 des résultats, à savoir les décalages des émissions et réceptions des rayons optiques 5, entre les positions successives telles que P1, P2 et P3 du plan de mesure P, permet de localiser les personnes 3 ainsi que d'éventuels objets qui se situent et/ou se déplacent dans le volume de référence V.

[0022] Le balayage de l'ensemble de ce volume V, et le traitement approprié des résultats effectué en 7, permettent non seulement de détecter, localiser et dénombrer les personnes 3, mais encore de déterminer :

- les directions, sens et vitesses des déplacements

de ces personnes 3, pouvant être caractérisés par des vecteurs tels que V1 et V2,

- les trajectoires des mêmes personnes, définies comme une succession de points reliés par une ligne brisée L.

[0023] La visualisation de ces caractéristiques, telle qu'elle peut être affichée sur un écran 10, est illustrée par la figure 5.

[0024] Dans les deux exemples de mise en oeuvre du dispositif, exposés ci-dessus, la comparaison et combinaison des mesures de décalages entre émission et réception de rayons optiques, effectuées à des instants successifs et suffisamment rapprochés soit dans un plan de mesure fixe P, soit dans des plans de mesures distincts P1, P2, P3, permet de détecter des personnes 3 ou objets 4, le traitement effectué permettant ensuite de déterminer d'autres caractéristiques.

[0025] Ce dispositif est adapté, en particulier, à la détection et à la prévision des mouvements, des passages et des files d'attente des personnes dans des lieux publics ou privés, ainsi qu'à la détection et à l'analyse des déplacements de véhicules routiers et d'objets transportés par des dispositifs fixes continus ou discontinus, comme les systèmes de transport. Toutefois l'invention telle que définie dans les revendications reste applicable quelle que soit la nature des objets détectés, et quelles que soient les particularités du traitement d'informations effectué à partir de la détection des personnes ou objets.

Revendications

1. Procédé pour la détection de personnes et d'objets dans un espace donné, caractérisé en ce qu'il consiste essentiellement à effectuer un balayage optique résultant de rayons optiques (5) de type laser émis à intervalles réguliers à partir d'une source (2) située au-dessus des personnes (3) ou objets (4) à détecter, les émissions de rayons successives étant réalisées dans un plan dit plan de mesure (P), qui s'étend à l'intérieur de l'espace considéré en formant un angle nul ou relativement faible par rapport à une direction perpendiculaire à un plan de référence (R) dans lequel se situent et/ou se déplacent les personnes (3) ou objets (4) à détecter, la détection étant effectuée par la détermination et comparaison, pour chaque émission, des décalages temporels observés entre l'émission des rayons optiques (5) par la source (2) et la réception des rayons optiques réfléchis par le plan de référence (R) ou par les personnes (3) ou objets (4) situés dans l'espace considéré.
2. Procédé selon la revendication 1, pour la détection de personnes (3) ou d'objets (4) se situant et/ou se déplaçant dans un plan de référence (R) horizontal

ou sensiblement horizontal, caractérisé en ce que le balayage optique s'effectue dans un plan de mesure (P) vertical, ou formant un angle relativement faible (α , β) par rapport à la verticale.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le balayage optique est effectué dans un plan de mesure fixe (P), sensiblement perpendiculaire au plan de référence (R) dans lequel se situent et/ou se déplacent les personnes (3) ou objets (4) à détecter, la détection étant effectuée par comparaison des résultats, à savoir décalages entre émission et réception des rayons optiques, observés dans le même plan de mesure (P) à des instants successifs. 5
4. Procédé selon la revendication 3 caractérisé en ce qu'il est prévu pour détecter et/ou dénombrer de personnes (3) ou objets (4) mobiles, se déplaçant suivant une direction (F) prédéterminée et invariable, sensiblement perpendiculaire au plan de mesure (P). 10
5. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le balayage optique est effectué dans un plan de mesure variable (P1, P2, P3), occupant des positions angulaires successives différentes les unes des autres par rapport au plan de référence (R) dans lequel se situent et/ou se déplacent les personnes (3) ou objets (4) à détecter, l'émission des rayons optiques (5) étant répétée dans chaque position du plan de mesure (P), et la localisation des personnes (3) ou objets (4) étant effectuée par combinaison et comparaison des décalages entre émission et réception des rayons optiques (5) dans les plans de mesure (P1, P2, P3) successivement balayés. 15
6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'il est prévu pour la détection de personnes (3) ou d'objets (4) fixes ou en mouvement lent dans un espace de référence (V), et en particulier pour la détermination des caractéristiques, telles que direction, sens, vitesse et trajectoires, des déplacements éventuels de ces personnes ou objets. 20
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'on détermine, par la comparaison des décalages entre émission et réception des rayons optiques (5), dans le ou chaque plan de mesure (P; P1, P2, P3), un "profil d'émission" (8) caractérisant les personnes (3) ou objets (4) détectés, et en ce que l'on effectue ensuite une discrimination en évaluant les formes détectées par comparaison avec des types prédéterminés. 25
8. Dispositif pour la détection de personnes et d'objets dans un espace donné, pour la mise en oeuvre du 30

procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il comprend principalement une source émettrice (2) de rayons optiques de type laser, effectuant un balayage optique dans le plan de mesure (P), la source étant placée au-dessus du plan de référence (R) dans lequel se situent et/ou se déplacent les personnes (3) ou objets (4) à détecter, et étant associée à des moyens de réception (2) des rayons optiques réfléchis par le plan de référence (R) ou par les personnes (3) ou objets (4), des moyens (6) de détermination et de comparaison des décalages temporels observés entre l'émission et la réception des rayons optiques, et des moyens (7) d'analyse et de traitement, aptes à caractériser et localiser des personnes ou objets situés dans l'espace considéré. 35

9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que la source émettrice (2) de rayons optiques (5) de type laser est montée pivotante de manière à faire varier la position angulaire du plan de mesure (P) dans un espace de référence (V), les moyens (7) d'analyse et de traitement étant prévus pour comparer et combiner les résultats, à savoir les décalages entre émission et réception des rayons optiques, dans les plans de mesure (P1, P2, P3) successivement balayés. 40

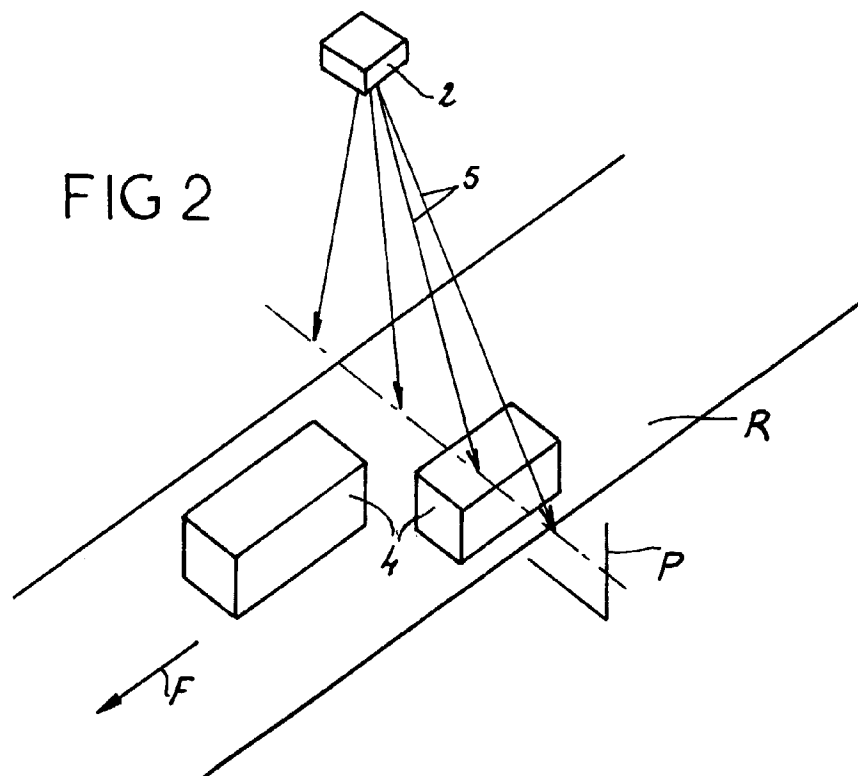
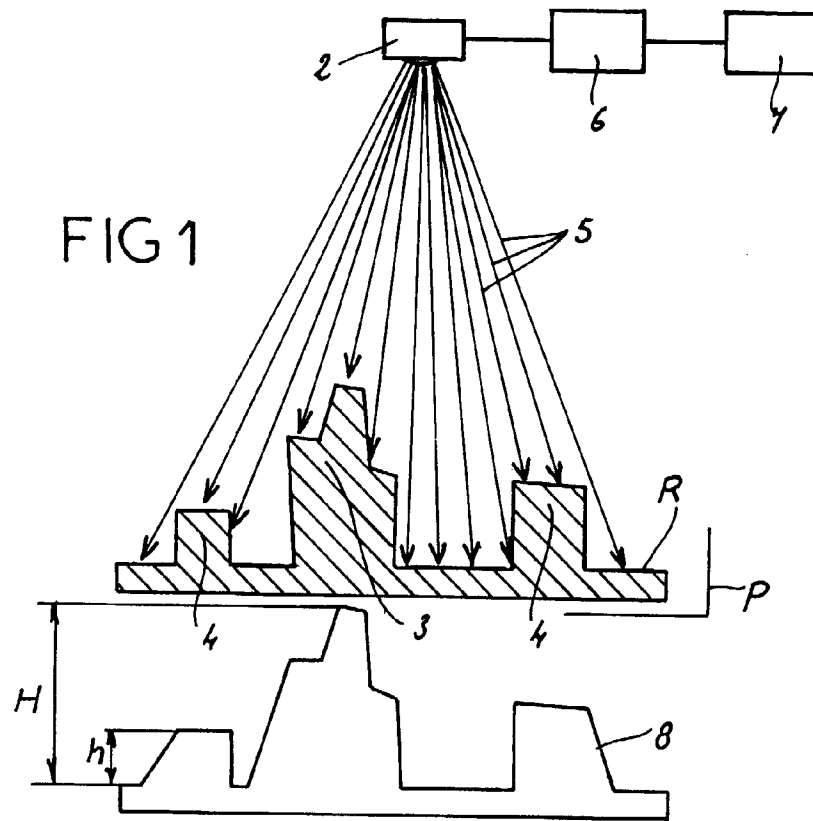
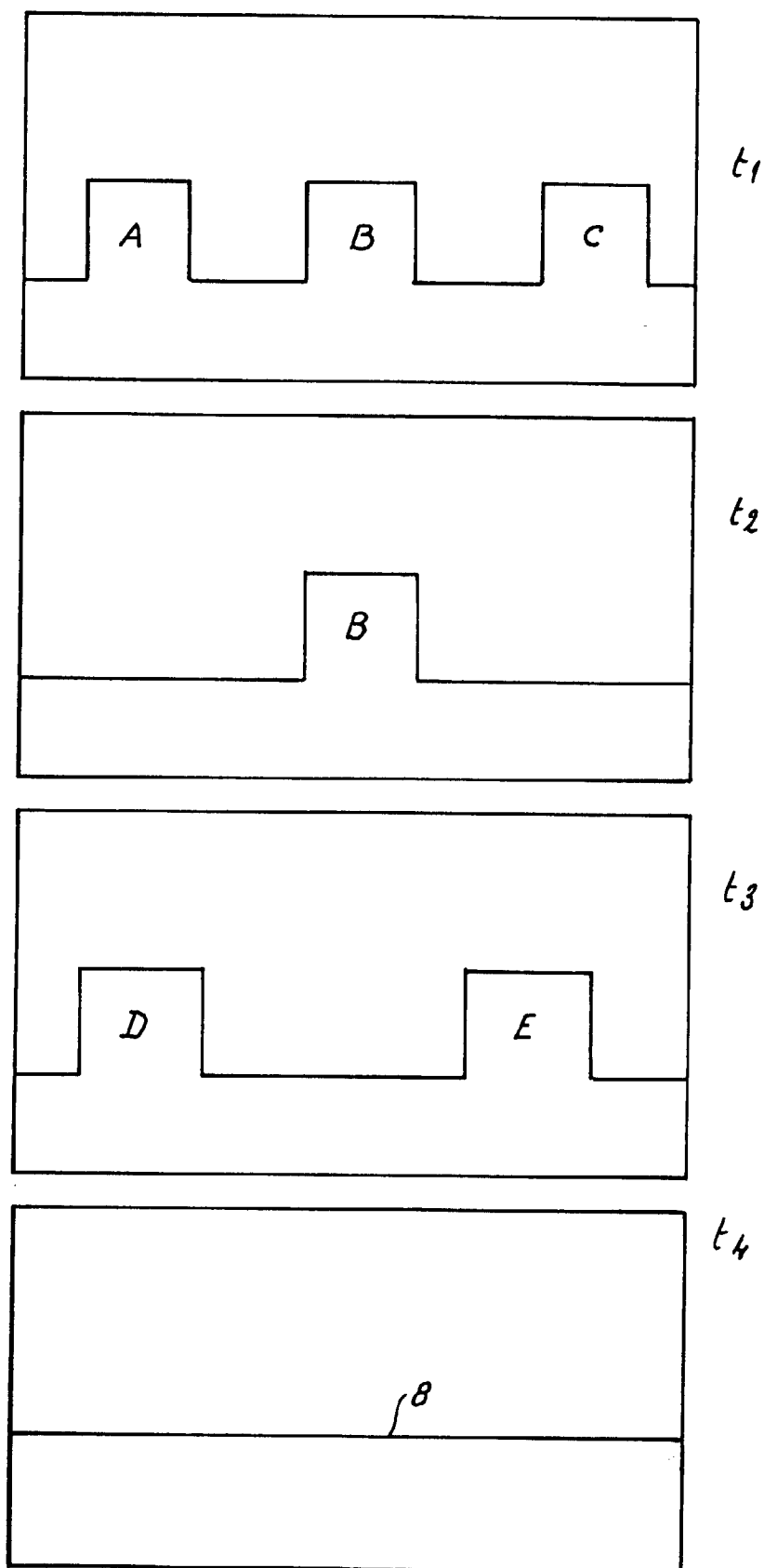


FIG 3



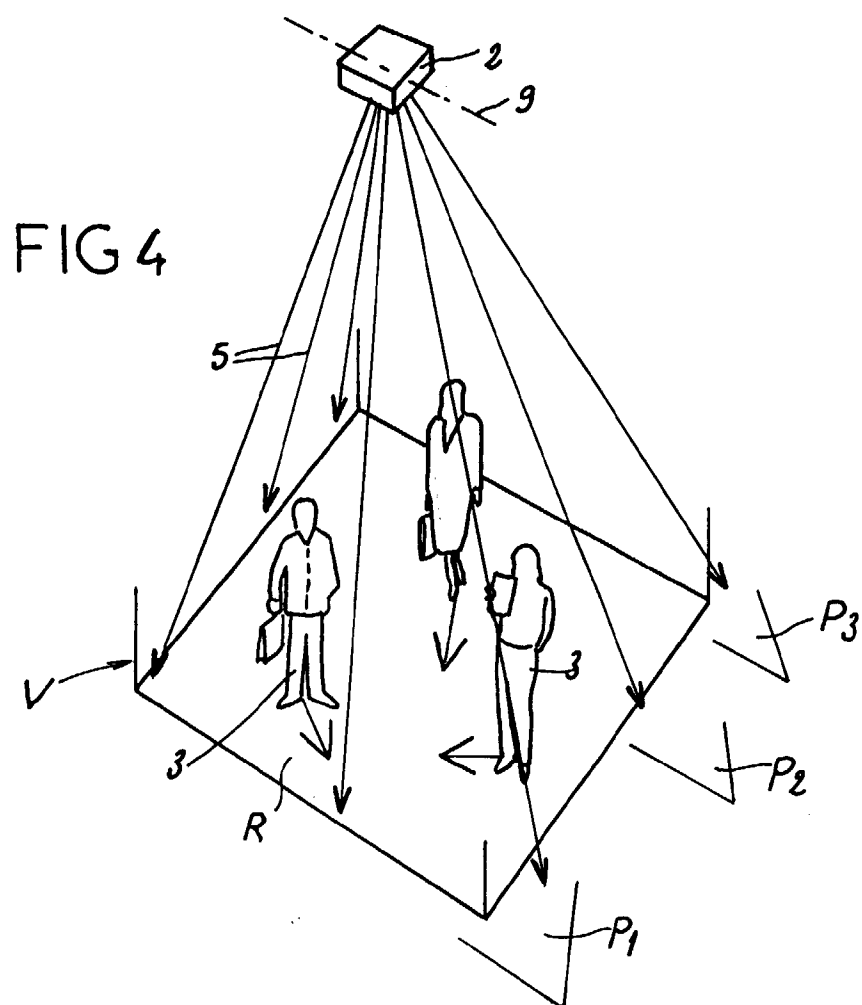


FIG 5

