ROYAUME DE BELGIQUE

MINISTERE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

BREVET D'INVENTION

NUMERO DE PUBLICATION : 1002176A3

NUMERO DE DEPOT : 8700356

Classif. Internat.: G01C G01B

Date de délivrance : 02 Octobre 1990

Le Ministre des Affaires Economiques,

Vu la Convention de Paris du 20 Mars 1883 pour la Protection de la propriété industrielle;

Vu la loi du 28 Mars 1984 sur les brevets d' invention, notamment l' article 22;

Vu l' arrêté royal du 2 Décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d' invention, notamment l' article 28;

Vu le procès verbal dressé le 06 Avril 1987 à 15h25 à l' Office de la Propriété Industrielle

ARRETE:

ARTICLE 1.- Il est délivré à : WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION Westinghouse Building Gateway Center Pittsburgh, PENNSYLVANIA 15222(ETATS-UNIS D'AMERIQUE)

représenté(e)(s) par : VOSSWINKEL Philippe, BUREAU GEVERS S.A., Rue de Livourne 7 - 1050 BRUXELLES.

un brevet d' invention d' une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes annuelles, pour : APPAREIL AUXILIAIRE D'ALIGNEMENT AXIAL POUR OPERATIONS TELECOMMANDEES ET PROCEDE Y RELATIF.

INVENTEUR(S) : Colbaugh Michael Edward, East Gilmore Avenue 180, Trafford, Pennsylvania 15085 (US); Wilhelm John Joseph, Leslie Drive 2533, New Kensington, Pennsylvania 15068 (US)

Priorité(s) 16.04.86 US USA 852872

ARTICLE 2.- Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité de l' invention, sans garantie du mérite de l' invention ou de l' exactitude de la description de celle-ci et aux risques et périls du(des) demandeur(s).

Bruxelles, le 02 Octobre 1990
PAR DELEGATION SPECIALE :

WUYTS L.
Directeur

08700356 A3

"Appareil auxiliaire d'alignement axial pour opérations télécommandées et procédé y relatif".

La présente invention est relative à un appareil de télécommande pour l'alignement d'objets dans l'espace, et plus particulièrement à un appareil auxiliaire d'alignement et au procédé y relatif pour faciliter des opérations de télécommande.

De nombreux essais ont été faits dans la conception d'appareils et de procédés pour aligner à distance deux objets dans l'espace. A titre d'exemple, la National Aeronautics and Space Administration (NASA) a prévu de nombreux travaux dans le domaine de l'amarrage ou de l'emboîtement de véhicules spaciaux. Comme il en est discuté dans "Communications, Tracking and Docking on the Space Station," par Erwin et Col., publié par le "Institute of Electrical and Electronics Engineers (1982), la NASA a proposé l'utilisation d'une disposition triangulaire de réflecteurs sur une cible passive pour définir un plan et faciliter l'amarrage d'un véhicule actif à cette cible passive. Une recherche séquentielle par chaque réflecteur du véhicule actif se trouvant dans l'espace permet une détermination d'altitude entre le véhicule actif et la cible passive. Cependant, ce système triangulaire connu de réflecteurs utilise nécessairement des ordinateurs, ce qui le rend extrêmement complexe. De plus, le système est incapable d'aligner avec précision et à distance un axe important de la cible passive avec un axe important du véhicule actif pour permettre un amarrage ou emboîtement "doux".

D'autres agencements ont été fabriqués suivant l'art antérieur pour aligner ou amarrer avec précision un objet par rapport à un autre. A titre d'exemple, dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3.269.254 délivré à Copper et col., on décrit un appareil optique comprenant : une source lumineuse; un cube diviseur de faisceau; un système lenticulaire et un miroir à grille, ces éléments se trouvant d'un côté de la source lumineuse. La lumière provenant de la source

lumineuse est dirigée par le cube diviseur de faisceau à travers le système lenticulaire. La lumière se réfléchit alors du miroir pour traverser à nouveau le système lenticulaire et le cube diviseur de faisceau. Finalement, une image est formée au réticule de mesure pour donner une information en ce qui concerne l'orientation d'un corps auquel le miroir est attaché, orientation définie par l'azimut, le tangage et le roulis. Comme le miroir décrit dans ce brevet est plat, si le faisceau de lumière dirigé sur le miroir est trop fortement désaxé, le faisceau lumineux peut être réfléchi trop loin, ce qui empêche ainsi la formation d'une image au réticule de mesure. Il en résulte qu'une mesure précise dans ce cas n'est pas disponible avec ce dispositif breveté. En outre, ce dispositif breveté est sensible à la distance, c'est-à-dire que l'efficacité du dispositif est diminuée au fur et à mesure que le réticule de mesure et le miroir sont plus éloignés l'un de l'autre. Finalement, ce dispositif n'est pas adapté pour permettre de façon suffisamment efficace l'amarrage d'un élément par rapport à un autre.

En outre, dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 2.352.179, délivré à Bosley, on utilise un jeu de quatre cellules photoélectriques à titre de détecteurs pour fournir une information quant à l'orientation d'une lentille. En fait, le jeu de cellules indique suivant une perspective déterminée à quelle distance on se trouve d'une cible; toutefois, ces détecteurs ne peuvent pas indiquer avec précision l'axe qui est défini par la cible. Par conséquent, un tel système utilisant un jeu de quatre détecteurs est également incapable de permettre un alignement axial d'amarrage d'un objet par rapport à un autre.

Une application dans laquelle un amarrage télécommandé précis serait particulièrement important se situe dans le domaine des générateurs nucléaires de vapeur. A titre d'exemple, une tâche se remplissant dans le générateur de vapeur avec un outil ou actionneur d'extrémité et un robot destiné à recevoir cet actionneur se fait couramment de la façon suivante. Un premier jeu de caméras disposé dans le générateur de vapeur permet à un bras traditionnel de robot, connu sous le nom de ROSA (bras de service

à télécommande) d'être vu à distance et déplacé jusqu'au voisinage général d'un ou plusieurs actionneurs d'extrémité, disposés dans le générateur de vapeur. Toutefois, ces caméras ne peuvent pas aligner de façon précise et automatique les axes respectifs de l'actionneur d'extrémité choisi et du ROSA, c'est-à-dire qu'elles ne peuvent pas réaliser de façon sûre et précise un amarrage et une fixation.

L'actionneur d'extrémité porte également une caméra qui est finalement utilisée pour voir à distance le lieu de travail durant la réalisation de la tâche susdite par l'intermédiaire d'un système traditionnel de retour utilisant un poste de vision à distance, des commandes robotiques et des moyens pour déplacer le ROSA.

Il en résulte qu'un homme doit s'introduire dans le générateur de vapeur pour aligner et attacher manuellement l'actionneur d'extrémité à ROSA. Cependant, du fait de l'exposition potentielle à des radiations, des phases pénibles d'alignement et de fixation qui sont nécessaires, et des éléments relativement lourds qui sont manipulés, il est désirable de réaliser l'alignement et la fixation d'actionneurs d'extrémité à ROSA dans le générateur de vapeur, en tant qu'opération totalement télécommandée présentant une fiabilité élevée. Une nécessité plus générale existe également de pouvoir disposer d'un moyen grâce auquel un alignement précis peut être réalisé entre deux axes importants d'éléments correspondants d'amarrage en utilisant un guidage visuel à une seule perspective.

En conséquence, un but de la présente invention est de prévoir un dispositif d'alignement axial pour des opérations télécommandées et un procédé y relatif, qui soient capables d'aligner rapidement et efficacement l'axe d'un premier élément mobile avec un axe d'un second élément, en facilitant ainsi un amarrage précis du premier élément au second.

Le dispositif décrit ici suppose un dispositif d'alignement axial avec une représentation visuelle de l'orientation d'un axe d'un premier élément par rapport à un axe d'un second élément, et il permet un déplacement rapide et précis de l'axe du premier élément de manière qu'il soit colinéaire avec l'axe du second élément, si nécessaire, juste avant l'amarrage, en économisant en même temps

des heures de travail et en améliorant la sécurité pour les travailleurs, spécialement lorsqu'un tel dispositif s'applique à un générateur nucléaire de vapeur, tout en utilisant une construction simple.

L'appareil et le procédé décrits ici englobent un appareil auxiliaire d'alignement axial pour une opération robotique de télécommande et un procédé y relatif, qui sont capables d'aligner à distance l'axe de ROSA avec un axe d'un actionneur d'extrémité à l'intérieur d'un générateur nucléaire de vapeur, en facilitant de la sorte l'amarrage et la fixation efficaces de l'actionneur d'extrémité à ROSA.

L'invention, suivant sa forme la plus générale, comprend un appareil (1) pour déterminer l'orientation d'un axe d'un premier élément mobile (10) par rapport à un axe d'un second élément (11), cet appareil comprenant :

(a) un dispositif indicateur visuel réfléchissant (12) fixé au second élément et dont le centre est aligné avec un axe du second élément, pour réfléchir la lumière;

(b) une première source lumineuse (150) reliée de façon fixe au premier élément (10), en étant alignée avec un axe du premier élément et dirigée pour focaliser un faisceau lumineux (205) sur le dispositif indicateur visuel réfléchissant (12); et

(c) un système visuel (5), relié au premier élément pour déceler le faisceau lumineux (205) réfléchi par le dispositif indicateur visuel (12) par rapport au centre de celui-ci.

Tel qu'il est décrit ici, l'appareil est de type visuel et comprend principalement : (1) une télé-combinaison caméra/optique; et (2) un indicateur visuel.

La télé-combinaison caméra/optique comprend une caméra vidéo et un laser monté sur le premier élément mobile. Un miroir recueille la lumière depuis son champ de vision en avant du premier élément et la réfléchit à angle droit vers un diviseur de faisceau. La lumière est ensuite réfléchie, de nouveau à angle droit, par le diviseur de faisceau et recueillie par la lentille de la caméra vidéo. Le laser projette un faisceau mince de lumière à travers un

étaleur de faisceau et un gabarit lenticulaire d'étaleur de faisceau, ce qui donne au faisceau projeté un dessin bien défini et identifiable, tel qu'une forme en croix. Le faisceau de forme en croix se réfléchit ensuite depuis un autre miroir, il est atténué et il traverse le diviseur de faisceau. Le faisceau continue vers le miroir initial et se réfléchit depuis celui-ci en direction du second élément. Le faisceau est projeté dans l'axe du premier élément, en coïncidant axialement avec le champ de vision de la caméra vidéo, et il est inversé pour correspondre à l'orientation initiale du dessin du gabarit lenticulaire du diviseur de faisceau.

L'indicateur visuel est monté sur le second élément de manière que son axe optique soit colinéaire avec l'axe de ce second élément. L'indicateur visuel peut être construit sous forme d'un cylindre creux présentant des parois internes qui sont non réfléchissantes. Un miroir est monté sur la surface interne/arrière du cylindre, perpendiculairement à l'axe de symétrie de celui-ci. Une surface avant, qui est constituée essentiellement de matière diffusant la lumière, est montée parallèlement au miroir de l'indicateur visuel. Une petite fenêtre transparente est prévue au centre de la surface avant. Un dessin en forme de croix est créé sur la surface avant, en même temps qu'une marque d'indexage, ce qui permet le centrage et l'alignement d'indexage.

Une rotation décentrée du premier élément à la droite de la perspective de l'opérateur donnera un spot laser projeté en retour à la droite du centre sur la surface avant de l'indicateur visuel. Par contre, une rotation du premier élément vers la gauche de la perspective de l'opérateur amènera le spot à apparaître à gauche du centre sur la surface avant. Finalement, lorsque l'opérateur centre le spot projeté en retour sur la surface avant de l'indicateur visuel en déplaçant convenablement le premier élément, la lumière laser sera réfléchie exactement axialement avec la forme en croix projetée, dans le sens opposé.

Ceci amènera le centre de l'indicateur visuel à apparaître brillant lorsqu'on le regarde à travers la caméra vidéo. Une indication positive d'un alignement précis est ainsi obtenue et

le premier élément peut être amarré de façon sûre et précise au second élément.

Cet appareil relativement simple et non coûteux d'alignement axial télécommandé et le procédé qui y est relatif permettent, par conséquent, un alignement précis entre deux axes importants distincts, en utilisant un guidage visuel à une seule perspective. L'appareil et le procédé sont les plus intéressants pour des opérations télécommandées dans des installations automatisées, notamment pour un amarrage, un accouplement et un actionnement mécanique précis.

La présente invention pourra être mieux comprise encore grâce à la description suivante d'une forme de réalisation préférée, cette description n'étant donnée qu'à titre d'exemple et avec référence aux dessins non limitatifs annexés.

La Figure 1 est une vue en coupe partielle schématique de l'appareil auxiliaire d'alignement axial à télécommande suivant une forme de réalisation de la présente invention.

La Figure 2 est une vue en perspective de la forme de réalisation préférée de l'indicateur visuel suivant la présente invention.

La Figure 3 est une vue prise suivant les lignes 3-3 de la Figure 1, et illustrant en particulier le gabarit lenticulaire d'étaleur de faisceau suivant une forme de réalisation de la présente invention.

La Figure 3a est une vue schématique de la fonction de l'indicateur visuel suivant la présente invention, cette vue illustrant en particulier une représentation désaxée.

La Figure 3b est une vue schématique de la fonction de l'indicateur visuel suivant la présente invention, cette vue illustrant en particulier une représentation dans l'axe.

La Figure 3c est une vue schématique de la fonction de l'indicateur visuel suivant la présente invention, cette vue illustrant en particulier une autre représentation désaxée.

La Figure 4a est une vue avant d'une variante de réalisation de l'indicateur visuel suivant la présente invention, cette

vue illustrant en particulier une lentille sphérique plan-convexe.

La Figure 4b est une vue latérale de la lentille sphérique plan-convexe illustrée par la Figure 4a.

La Figure 5 est une vue schématique illustrant l'effet visuel de la lentille sphérique plan-convexe illustrée par les Figures 4a et 4b.

La Figure 6 est une vue schématique illustrant l'effet visuel incliné désaxé de l'indicateur visuel.

La Figure 7 est une vue schématique d'une autre variante de réalisation de l'indicateur visuel de la présente invention, cette vue illustrant en particulier une lentille de Fresnel avec une représentation dans l'axe.

La Figure 8 est une vue schématique de la variante de réalisation de la Figure 7, avec une représentation désaxée.

Le dispositif d'alignement axial suivant une forme de réalisation de la présente invention est illustré schématiquement par la Figure 1 et est désigné, d'une manière générale, par le numéro de référence 1. Le dispositif d'alignement axial 1 est de type visuel et, d'une manière générale, il comprend deux parties : une télé-combinaison caméra/optique 5, et un indicateur visuel 12.

D'une manière générale, la télé-combinaison caméra/optique 5 est montée stratégiquement sur un premier élément mobile 10 à télécommande pour lui permettre de voir une opération avec son champ de vision (ou perspective) centré sur un axe d'un second élément 11 qui est important pour l'opération (par exemple, l'axe de commande d'un outil ou d'un actionneur d'extrémité, comme on le décrira de façon plus détaillée par la suite). L'indicateur visuel 12 est fixé au second élément 11 en tant que cible et il est aligné sur un axe physique important de ce second élément. L'alignement des deux axes indépendants du premier et du second élément 10 et 11 respectivement est important dans tout type quelconque d'opération d'emboîtement ou d'amarrage, ou bien est quelque chose de fondamental pour faire avancer un boulon dans un trou taraudé. La simplicité de la présente invention rend son application intéressante et peu coûteuse pour une large gamme d'utilisations de systèmes automatisés,

notamment dans la robotisation à commande humaine et les opérations de vision de machines tout à fait automatiques.

De façon plus particulière, la télé-combinaison caméra/optique 5, comprenant une caméra vidéo 100 et une première source lumineuse 150, par exemple un laser 200, est montée sur le premier élément mobile 10 de manière que la caméra vidéo ait une vue claire pour l'opération désirée.

Comme illustré par la Figure 1, le premier élément 10 est conformé, par exemple, en un dispositif d'emboîtement à alésage conique, destiné à s'apparier avec le second élément 11 conformé, par exemple, en une contrepartie mâle conique. Un premier miroir 302 recueille la lumière de son champ de vision à l'avant du premier élément 10 et la réfléchit à angle droit vers un diviseur optique de faisceau 301. Après atténuation d'au moins 50 % de son intensité d'origine, la lumière est à nouveau réfléchie à angle droit par le diviseur de faisceau 301 et recueillie par la lentille 103 de la caméra vidéo 100.

Le premier miroir 302 peut être déplaçable par l'intermédiaire d'un élément d'articulation 303, tel qu'un appareil entraîné par charnière , ressort ou moteur. Un tel élément d'articulation 303 serait utilisé si le premier miroir n'est pas placé suffisamment loin dans le premier élément 10 afin d'éviter qu'il soit endommagé par le second élément 11 durant l'amarrage. La lumière recueillie par le premier miroir 302 est soit apportée par l'éclairage ambiant soit par une seconde source lumineuse 160. Dans la forme de réalisation préférée, la seconde source lumineuse 160 comprend un agencement de dispositifs d'éclairage 101, 102 qui projettent de la lumière dans le sens opposé à celui suivant lequel la lumière est recueillie, en donnant une illumination de champ large, centrée sur le champ de vision de la caméra vidéo 100.

Un écran amovible 304, absorbant la lumière, tel qu'une paroi noire, peut être placé du côté opposé à celui du diviseur de faisceau 301 par rapport à la caméra pour arrêter toute vision interférente que la caméra vidéo 100 pourrait recevoir à travers le diviseur de faisceau 301. En utilisant un tel écran 304, la vision

de la caméra vidéo 100 peut être temporairement limitée seulement à la perspective d'opérations d'alignement.

Le laser 200 projette un mince faisceau de lumière à travers un étaleur de faisceau 201 et un gabarit lenticulaire 202 d'étaleur de faisceau, présentant une forme en croix 203 qui donne au faisceau projeté un dessin en croix bien défini et identifiable suivant la forme de réalisation préférée, lorsque le faisceau heurte finalement une surface se situant au-delà du dispositif 10. La Figure 3 est une vue développée du gabarit lenticulaire 202 d'étaleur de faisceau, représentée sur la Figure 1. Comme on peut le voir, le gabarit 202 comprend également une marque d'indexage 204 qui facilite la mise en correspondance des quadrants formés par la forme en croix 203 avec les quadrants formés sur l'indicateur visuel 12 décrit ci-après.

Depuis le gabarit 202, le faisceau en forme de croix se réfléchit depuis un second miroir 300, il est à nouveau atténué et il traverse le diviseur de faisceau 301. Ce faisceau continue vers le premier miroir 302 et est réfléchi depuis celui-ci. Finalement, le faisceau est projeté de ce premier miroir 302 se trouvant dans le premier élément 10, dans l'axe de ce premier élément (en coïncidant avec l'axe du champ de vision de la caméra vidéo 100), et est corrigé, c'est-à-dire inversé, pour correspondre à l'orientation initiale du dessin du gabarit lenticulaire 202 de l'étaleur de faisceau. La forme en croix projetée résultante fournit alors un moyen pour obtenir un alignement en rotation et l'établissement d'une intersection entre les axes du premier et du second élément 10 et 11, comme il en sera question ci-après.

L'indicateur visuel 12 est responsable de l'élimination de l'erreur angulaire. Une forme de réalisation de l'indicateur visuel 12 est illustrée par la Figure 2 et est désignée par le numéro de référence 400. Cet indicateur visuel 400 est monté sur le second élément 11 de manière que son axe optique soit colinéaire avec l'axe de ce second élément 11. Cette réalisation de l'indicateur visuel 400 est construite sous forme d'un cylindre creux 401, formé soit par perçage d'un trou dans la surface du second élément 11, soit en conformant une pièce rapportée au départ d'une matière cylindrique. Par expérience, on a constaté qu'un rapport de 1/1 entre la profondeur

"D" du cylindre 401 et son diamètre "A" donne des résultats favorables. Les parois internes du cylindre 401 devraient être non réfléchissantes. Un troisième miroir 402 est monté sur la face interne/arrière du cylindre 401, perpendiculairement à l'axe de symétrie de ce cylindre. Une surface avant 406 est prévue parallèlement au miroir 402 et est faite principalement d'une matière diffusant la lumière, par exemple une surface mate. Une petite fenêtre transparente 403 est formée au centre de la surface avant 406 ainsi qu'une marque d'indexage 405, qui permettent le centrage et un alignement d'indexage.

La fonction de l'indicateur visuel 400 est expliquée avec référence aux Figures 3a à 3c.

La Figure 3a illustre le premier cas d'une rotation désaxée (d+) de l'indicateur visuel 400 par rapport à l'axe du premier élément 10, vers la droite de la perspective de l'opérateur, ce qui donnera un spot projeté en retour 407 à droite du centre (α_+) sur la surface avant 406 de l'indicateur visuel 400.

D'autre part, la Figure 3c montre le second cas de rotation désaxée (d-) de l'indicateur visuel 400 par rapport à l'axe du premier élément 10, vers la gauche de la perspective de l'opérateur, ce qui donnera un spot projeté en retour 408 à la gauche du centre (α_-) sur la surface avant 406.

Finalement, la Figure 3b illustre le troisième cas suivant lequel la lumière du laser 200 est réfléchie exactement axialement avec la forme en croix projetée, dans le sens opposé. Ceci amènera le centre de l'indicateur visuel 400 à apparaître brillant lorsqu'il est vu à travers la caméra vidéo 100.

Le laser 200 est traditionnel, en étant par exemple un laser à semi-conducteurs ou un laser à gaz et il est prévu pour donner une lumière collimatée et cohérente par laquelle l'axe du dispositif 10 est indiqué visuellement. Cependant, la première source lumineuse 150 peut, au contraire, être une source lumineuse collimatée moins coûteuse et moins cohérente (par exemple une lampe à incandescence, une diode photo-émettrice, etc.). Une structure de vision à forme de croix ou autre doit aussi être physiquement agencée dans le parcours de vision de la caméra vidéo 100. Une telle seconde source lumineuse 160 doit être en alignement optique avec l'axe optique

de la caméra vidéo 100 et dans les limites de la latitude de focalisation de cette caméra. La lumière qui en provient doit être suffisamment brillante pour créer l'effet désiré avec l'indicateur visuel 12, comme il en sera question par la suite. En tout cas, un spot brillant doit être projeté sur la première surface que l'axe du premier élément 10 recoupe, en marquant clairement le centre du champ de vision de la caméra vidéo 100 puisque ces axes coïncident.

Il est également à noter qu'un faisceau en forme de croix n'est pas absolument nécessaire pour un fonctionnement approprié de la présente invention. Un faisceau en forme de croix facilite la recherche du point se trouvant au centre de l'indicateur visuel 12, autour duquel le premier élément 5 est mis en rotation pour créer un alignement axial, comme il en sera question par la suite. Une forme en croix est également avantageuse avec la forme de réalisation préférée de l'indicateur visuel 12, c'est-à-dire dans le cas d'un cylindre comportant un miroir sur sa face arrière (Figure 2). Un autre dessin d'alignement (différent du dessin en forme de croix) peut être utilisé en concevant le gabarit 202 de façon appropriée, pour autant qu'il comporte une portion illuminée centrale. Un autre dessin d'alignement, par exemple, est un dessin du type en forme de hublot.

L'étaleur de faisceau 201 n'est pas non plus nécessaire pour un fonctionnement approprié de la présente invention. Evidemment, si on le supprime, le gabarit 202 devrait aussi être supprimé. L'effet visuel du spot créé avec l'indicateur visuel 12 du type à cylindre ne sera toutefois pas aussi prononcé si ces éléments 201 et 202 sont supprimés.

Il doit également être entendu que les positions de la caméra vidéo 100 et des pièces relatives au laser 200, 201, 202 pourraient être inversées. Le laser 200 réfléchirait alors depuis le diviseur de faisceau 301 et la caméra vidéo 100 obtiendrait sa vision depuis le second miroir 300.

Comme décrit précédemment, le procédé préféré de recherche de cible est du type "centré", ce qui se fait en amenant effectivement la caméra vidéo 100 à regarder de haut en bas l'axe du second élément 11. Cependant, la présente invention se prête

aussi à ce que la caméra vidéo 100 regarde une cible "décentrée" en sachant où l'axe du premier élément 10 se trouve par rapport à l'axe de la caméra vidéo 100 et en introduisant une erreur prédéterminée qui est une erreur amplifiée en ce qui concerne l'axe de rotation du premier élément 10.

En outre, deux dispositifs ou appareils d'alignement axial 1 pourraient être utilisés avec une seule cible, de sorte que, lorsque chaque appareil 1 arrive en alignement de la façon décrite ci-dessus, un seul point soit défini dans l'espace.

Comme mentionné précédemment, la présente invention trouve une application particulière dans les générateurs de vapeur. Dans un générateur de vapeur, ROSA est un outil efficace assurant des tâches difficiles. Il en résulte que les surfaces correspondantes de ROSA et des actionneurs d'extrémité doivent satisfaire à des tolérances de dimensions exactes. C'est ainsi qu'il est important non seulement de localiser l'actionneur d'extrémité, mais également d'aligner de façon précise ROSA avec la partie correspondante de cet actionneur d'extrémité pour amarrer celui-ci à l'extrémité de ROSA sans dégât. Il en résulte que le but critique est de pouvoir aligner de façon précise l'axe de ROSA avec l'axe de l'actionneur d'extrémité.

Il faut environ une demi-heure pour qu'un homme attache manuellement un actionneur d'extrémité à ROSA. Il faut quatre secondes avec la présente invention, parce que la caméra vidéo 100 permet à l'opérateur de voir librement la zone de travail et de contrôler ROSA de façon précise pour l'alignement et l'accouplement. Il en résulte que la présente invention élimine la nécessité de la caméra auxiliaire traditionnelle prévue sur l'actionneur d'extrémité.

De façon plus particulière, chaque actionneur d'extrémité comprendrait un indicateur visuel 12. L'indicateur visuel 12 serait monté centralement ou coaxialement sur l'actionneur d'extrémité, c'est-à-dire que son axe devrait être aligné sur celui de l'actionneur et également par rapport à un plan qui est perpendiculaire à ce dernier axe. On utilisera de préférence un moyen de connexion,

tel qu'une résine époxy, pour monter l'indicateur visuel 12 sur l'actionneur d'extrémité. Tout autre moyen de connexion quelconque qui n'est pas affecté par les radiations conviendrait également.

La caméra vidéo 100 est alors focalisée sur l'indicateur visuel 12 après que ROSA (qui est l'équivalent du premier élément mobile 10) s'est déplacé dans le voisinage de l'actionneur d'extrémité, par l'intermédiaire du jeu de caméras traditionnellement agencées dans le générateur de vapeur, comme il en a été question précédemment. A ce stade, l'appareil d'alignement axial 1 décrit ci-dessus est utilisé pour déceler quelle orientation désaxée, s'il y en a, existe. Si une orientation désaxée est remarquée sur l'indicateur visuel 12 par l'intermédiaire de la caméra vidéo 100, et ce comme illustré dans l'un ou l'autre des cas des Figures 3a ou 3c, ROSA doit être déplacé jusqu'à ce que l'indicateur visuel 12 montre la position axiale illustrée par la Figure 3b, moment auquel une commande d'amarrage est donnée à ROSA.

Cela signifie que dès que l'opérateur décèle qu'il y a un mauvais alignement, un circuit de commande traditionnel permet à cet opérateur de déplacer ROSA dans un sens ou dans l'autre. Comme illustré par la Figure 1, le circuit de commande comprend un moniteur vidéo 700 connecté électriquement à la caméra vidéo 100 et à un poste de commande robotique 800 comportant un manche de commande (non représenté) pour commander les deux modes de fonctionnement de ROSA, c'est-à-dire une rotation ou une translation, par l'intermédiaire d'un mécanisme d'articulation traditionnel 900. Dès que ROSA est réglé sur un point dans l'espace, il peut s'étendre vers ce point en se basant sur des déplacements à six axes, contrôlés par l'ensemble de programmes connu du poste de commande robotique 800 que le manche de commande actionne. L'opérateur peut simplement faire tourner ROSA jusqu'à ce que les deux images coïncident, de la façon illustrée par la Figure 3b, et ensuite la commande d'amarrage est donnée et ROSA s'amarre directement sur la cible, c'est-à-dire sur le second élément 11.

La présente invention prévoit, par conséquent, un outil d'actionnement visuel à télécommande par l'homme, cet outil

pouvant s'utiliser dans un générateur de vapeur. Il en résulte qu'il n'est plus nécessaire qu'un homme s'introduise dans le générateur de vapeur, ce qui améliore ainsi la sécurité des travailleurs. En outre, la fixation est plus rapide, c'est-à-dire qu'une coordination entre les yeux et la main de l'opérateur est immédiate grâce à une commande bien déterminée. Finalement, l'opération décrite ci-dessus, utilisant un opérateur pour comparer les spots lumineux et pour déplacer ROSA, peut en réalité être assurée par un ordinateur, si on le désire.

Les Figures 4-8 illustrent des variantes de réalisation suivant l'invention, que l'on décrira ci-après.

Au lieu d'un indicateur visuel cylindrique 400, tel que décrit ci-dessus avec référence aux Figures 2 et 3a-3c, on peut utiliser une lentille à titre d'indicateur visuel 12. A titre d'exemple, et ce comme illustré par les Figures 4a et 4b, on peut utiliser une lentille 510 perésentant une forme en croix 520 et une marque d'indexage 540, avec un miroir 530 monté à l'arrière. De la sorte, lorsqu'une source lumineuse collimatée heurte cette lentille 510, deux spots brillants peuvent être vus par la caméra vidéo 100.

La Figure 5 est une vue schématique illustrant l'effet visuel de la lentille sphérique plan-convexe 510 illustrée par les Figures 4a et 4b. Comme montré par la Figure 5, un premier spot 552 reprojeté est formé par la nature réfractrice de la lentille 510 et du miroir réfléchissant 530. Ce spot 552 apparaît normalement comme "flottant" dans l'espace en avant de la lentille 510. Le second spot 554 est une image virtuelle créée par les propriétés réflectrices de la surface avant de la lentille 510. Lorsque les tracés de rayons de la Figure 5 se présentent, le second spot 554 apparaît comme étant en suspension dans les limites de la lentille 510 elle-même.

Si l'axe optique de la lentille 510 est aligné avec celui de la caméra vidéo 100 illustrée sur la Figure 1, les deux spots 552 et 554 apparaîtront superposés sous forme d'un seul spot 550. Si le faisceau laser projeté est centré et indexé comme décrit antérieurement pour l'usage de la forme en croix 520 et de la marque 540, un alignement précis sera obtenu lorsque les spots 552, 554 sont superposés pour former un seul spot 550.

La Figure 6 est une vue schématique illustrant un effet visuel en inclinaison hors d'axe de la lentille 510. Comme illustré par cette Figure 6, si l'axe de la lentille 510 est incliné angulairement par rapport à celui de la caméra vidéo 100, les spots 552, 554 apparaîtront alors sous forme de spots distincts. Le spot virtuel 554 aura tendance à rester près du centre de la lentille 510, tandis que l'autre spot 552 se déplacera dans un sens indiquant la direction d'inclinaison. Comme décrit précédemment, un déplacement du premier élément 10 par rapport au second élément 11 contenant la lentille 510 mènera finalement à la coïncidence des axes respectifs et à l'apparition du seul spot 550.

La surface avant de la lentille 510 peut avoir un léger effet de miroir pour améliorer l'intençité du spot virtuel 554 par rapport à l'intençité du spot reprojeté 552. Cette forme de réalisation de lentille 510 de l'indicateur visuel 12 fonctionne exceptionnellement bien, même sans l'utilisation d'un laser; il suffit d'une source lumineuse collimatée brillante, par exemple un réflecteur lenticulaire.

Une autre variante de réalisation de l'indicateur visuel 12 est illustrée par les Figures 7 et 8, à savoir une lentille 510 du type Fresnel. Une lentille de Fresnel n'est en réalité pas courbe mais donne un aspect courbe. Cela signifie qu'une lentille de Fresnel est fondamentalement une lentille applatie, mais que le modèle optique d'une lentille de Fresnel est un plan courbe. Il en résulte que l'opérateur ne verra pas deux spots sur la lentille de Fresnel mais n'en verra qu'un seul. L'image brillante unique qui est vue équivaut au spot 554 qui s'était déplacé sur la lentille 510 dans le cas des Figures 4 à 6. Il en résulte qu'avec la lentille de Fresnel 510, son centre doit être indiqué par une sorte de référence visuelle, c'est-à-dire une forme en croix 620 ou des indexes physiquement marqués sur la surface de cette lentille de Fresnel.

La fonction de la lentille de Fresnel 510 est semblable à celle de la variante de lentille 510 décrite ci-dessus avec référence aux Figures 4-6. La Figure 7 est une vue schématique illustrant en particulier une lentille de Fresnel avec une représentation axiale,

et la Figure 8 est une vue schématique de la lentille de Fresnel 510 représentée par la Figure 7 avec une représentation désaxée. La forme en croix 620 et une marque d'indexage 640 sont formées sur la surface avant de la lentille de Fresnel 610, et une surface à miroir 630 est formée sur la surface arrière de cette lentille 610. Un seul spot 650 apparaît à l'avant de la lentille de Fresnel 610, semblable au spot 552 illustré par la Figure 5.

Lorsque l'axe optique de la lentille de Fresnel 610 est en alignement avec l'axe de vision de la caméra vidéo 100 illustrée sur la Figure 1, le spot 650 apparaîtra centré sur la lentille de Fresnel 610, comme illustré par la Figure 7. Par contre, lorsque l'axe optique de la lentille de Fresnel 610 n'est pas en alignement avec l'axe de vision de la caméra vidéo 100, le spot 650 sera décentré par rapport à la lentille de Fresnel 610 et indiquera la direction d'inclinaison hors d'axe. Comme mentionné précédemment, l'orientation axiale peut être obtenue en déplaçant le premier élément 10 par rapport au second élément 11 par l'intermédiaire du circuit de commande.

Une considération importante dans la détermination de l'utilisation d'une lentille courbe en verre 510 ou d'une lentille de Fresnel 610 est que l'indication hors d'axe sera d'autant plus large que l'ouverture est plus grande, et ce en proportion linéaire. Il y a une aire d'autant plus importante pour le déplacement des deux points que l'ouverture est plus grande.

Pour les besoins de la fabrication, une lentille de Fresnel 610 serait probablement plus simple à monter et à protéger que la lentille en verre 510. Comme la lentille de Fresnel 610 est essentiellement plane et peu coûteuse à fabriquer, elle est intéressante pour de nombreuses applications, sauf peut-être dans le rayonnement d'un générateur nucléaire de vapeur. Il doit donc être entendu que chaque forme de réalisation de l'indicateur visuel 12 satisfait aux buts de la présente invention, même si une forme de réalisation pourrait être choisie de préférence à une autre pour une application particulière.

La description précédente doit être considérée comme une illustration seulement des principes de l'invention. En outre,

comme de nombreux changements et modifications apparaîtront aisément aux spécialistes en ce domaine, on ne désire pas limiter l'invention à la construction et au fonctionnement exacts, illustrés et décrits. A titre d'exemple, la présente invention pourrait être utilisée, par exemple, par un robot de soudage pour localiser et souder avec précision une zone sur la base de lectures provenant d'un indicateur visuel localisé à l'endroit de la zone à souder ou près de cette zone. En outre, bien que la description précédente mette l'accent sur le fait que la présente invention est principalement destinée à s'utiliser en tant qu'appareil auxiliaire pour la télécommande d'une machine par un homme, on envisage également la commande de la machine par un ordinateur ou autre aidé par le système suivant l'invention décrit ici, tel qu'un système de commande utilisant une alimentation de vision à ordinateur. En conséquence, toutes les modifications et tous les équivalents peuvent être envisagés, tout en restant dans le cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Appareil (1) pour la détermination de l'orientation d'un axe d'un premier élément mobile (10) par rapport à un axe d'un second élément (11), caractérisé en ce qu'il comprend :

(a) un dispositif indicateur visuel réfléchissant (12) fixé au second élément et dont le centre est en alignement avec un axe de ce second élément, pour réfléchir la lumière;

(b) une première source lumineuse (150) reliée de manière fixe au premier élément (10), en alignement avec un axe de ce premier élément et dirigée pour focaliser un faisceau lumineux (205) sur le dispositif indicateur visuel réfléchissant (12); et

(c) un système visuel (5), relié au premier élément, pour déceler le faisceau lumineux (205) réfléchi par le dispositif indicateur visuel (12) par rapport au centre de cet indicateur visuel.

2. Appareil suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend en outre :

(d) un dispositif pour déplacer le premier élément par rapport au second élément en vue de l'alignement des axes de ce premier et de ce second élément suivant le faisceau lumineux décelé par le système visuel.

3. Appareil suivant la revendication 2, caractérisé en ce que le dispositif indicateur visuel réfléchissant comprend :

(i) un cylindre creux, dont les parois internes ne sont pas réfléchissantes,

(ii) un miroir monté sur la surface arrière du cylindre, perpendiculairement à l'axe de symétrie de ce cylindre, et

(iii) une surface avant diffusant la lumière, montée parallèlement au miroir et présentant une petite fenêtre transparente, une forme en croix et une marque d'indexage,

appareil dans lequel, lorsque le faisceau lumineux provenant de la première source lumineuse heurte le dispositif indicateur visuel, le premier et le second spot sont vus par le système visuel, et, si l'axe optique du dispositif indicateur visuel est en alignement avec celui du système visuel, le premier et le second spot apparaissent superposés et un alignement axial du premier et du second élément est obtenu,

tandis que, si le premier et le second spot ne sont pas superposés, l'alignement axial n'est pas atteint.

4. Appareil suivant la revendication 3, caractérisé en ce que le rapport entre la profondeur et le diamètre du cylindre du dispositif indicateur visuel est d'environ 1/1.

5. Appareil suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif indicateur visuel comprend une lentille courbe en verre, présentant une forme en croix et comportant une marque d'indexage sur sa surface avant, ainsi qu'un miroir monté à l'arrière, appareil dans lequel, lorsque le faisceau lumineux provenant de la première source lumineuse heurte la lentille, le premier et le second spot sont vus par le système visuel et, si l'axe optique de la lentille est en alignement avec celui du système visuel, le premier et le second spot apparaissent superposés et un alignement axial du premier et du second élément est atteint, tandis que, si le premier et le second spot ne sont pas superposés, un alignement axial n'est pas obtenu.

6. Appareil suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif indicateur visuel comprend une lentille de Fresnel présentant une forme en croix et comportant une marque d'indexage formée sur la surface avant, et un miroir formé sur sa surface arrière, appareil dans lequel, lorsque le faisceau lumineux provenant de la première source lumineuse heurte la lentille de Fresnel, un seul spot est vu par le système visuel, et, si l'axe optique de la lentille de Fresnel est en alignement avec l'axe de vision du système visuel, le spot apparaît centré sur la surface de la lentille de Fresnel et un alignement axial du premier et du second élément est obtenu, tandis que, si le spot est décentré par rapport à la lentille de Fresnel, un alignement axial n'est pas atteint.

7. Appareil suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la première source lumineuse comprend un laser.

8. Appareil suivant la revendication 7, caractérisé en ce que le laser projette un faisceau lumineux à travers un étaleur de faisceau et un gabarit lenticulaire d'étaleur de faisceau, ce qui donne au faisceau lumineux projeté, un dessin bien défini qui se réfléchit ensuite depuis un miroir et traverse un diviseur de faisceau

pour être réfléchi d'un autre miroir, en direction axiale par rapport au premier élément et en coïncidence axiale avec le champ de vision du système visuel, et inversé pour correspondre à l'orientation initiale du dessin du gabarit lenticulaire d'étaleur de faisceau.

9. Appareil suivant la revendication 8, caractérisé en ce que le gabarit lenticulaire d'étaleur de faisceau crée un faisceau lumineux en forme de croix.

10. Appareil suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le système visuel comprend une caméra vidéo montée sur le premier élément avec son champ de vision centré sur l'axe du second élément.

11. Appareil suivant la revendication 10, caractérisé en ce que le système visuel comprend en outre une seconde source lumineuse pour illuminer le champ de vision de la caméra vidéo.

12. Procédé pour l'alignement à distance d'un axe d'un premier élément mobile par rapport à un axe d'un second élément, par télécommande pour amarrer ou emboîter ces deux éléments, ce procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend :

(a) le montage d'un dispositif indicateur visuel réfléchissant, destiné à réfléchir de la lumière, sur le second élément en alignement avec un axe de ce second élément;

(b) l'envoi d'un faisceau lumineux depuis une première source lumineuse en alignement avec un axe du second élément pour que ce faisceau heurte l'indicateur visuel; et

(c) la détection du faisceau lumineux réfléchi par le dispositif indicateur visuel.

14. Procédé suivant la revendication 13, caractérisé en ce qu'il comprend en outre la phase de transmission à distance du faisceau lumineux décelé.

15. Procédé suivant la revendication 14, caractérisé en ce qu'il comprend en outre la phase de déplacement du premier élément par rapport au second suivant le faisceau lumineux décelé et transmis.

FIG. 1.

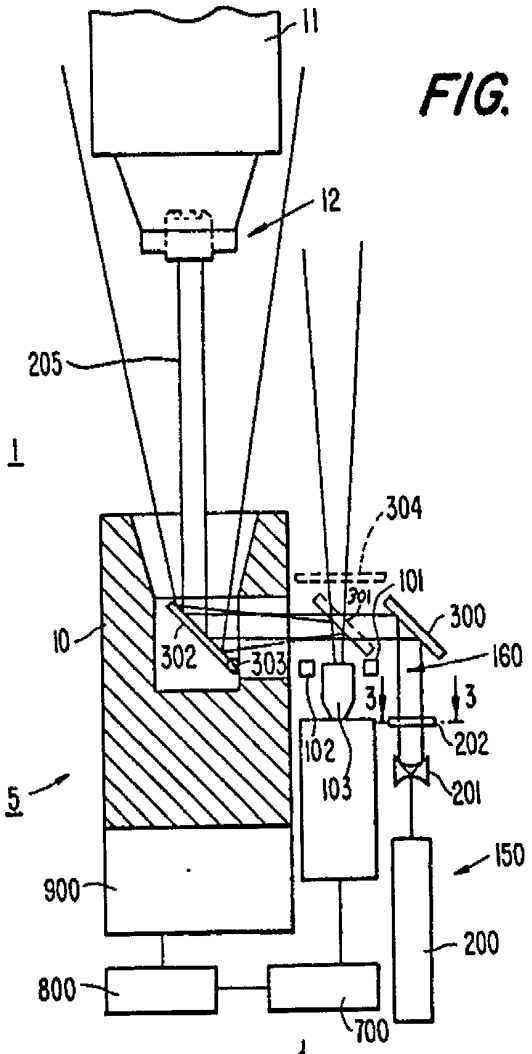

11
12
205
1
304
101
301
300
10
302
303
160
3
3
102
202
103
201
5
150
900
200
800
700

FIG. 2.

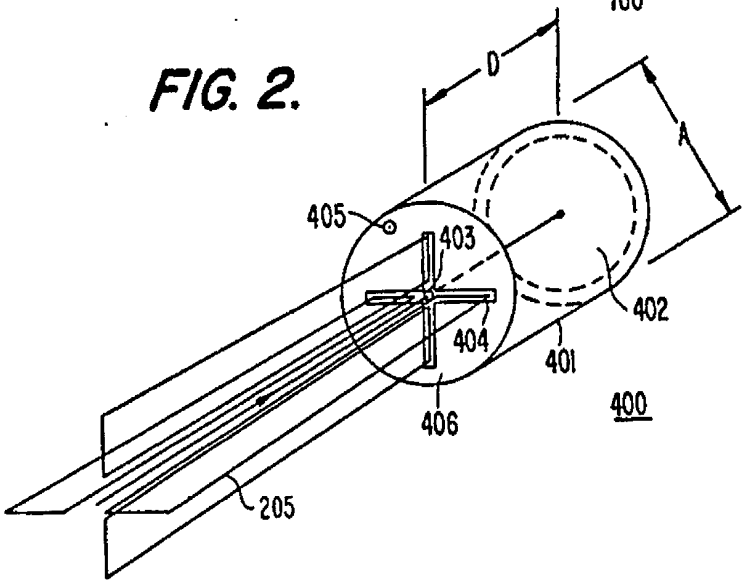

D
A
405
403
402
404
401
406
400
205

FIG. 3.

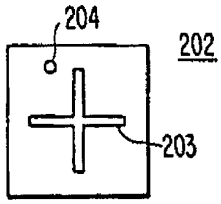
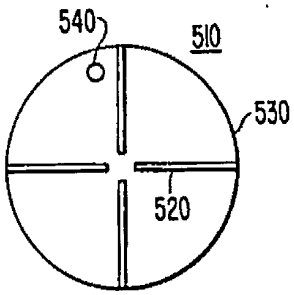


FIG. 4a.



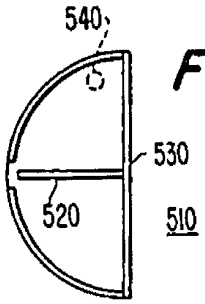
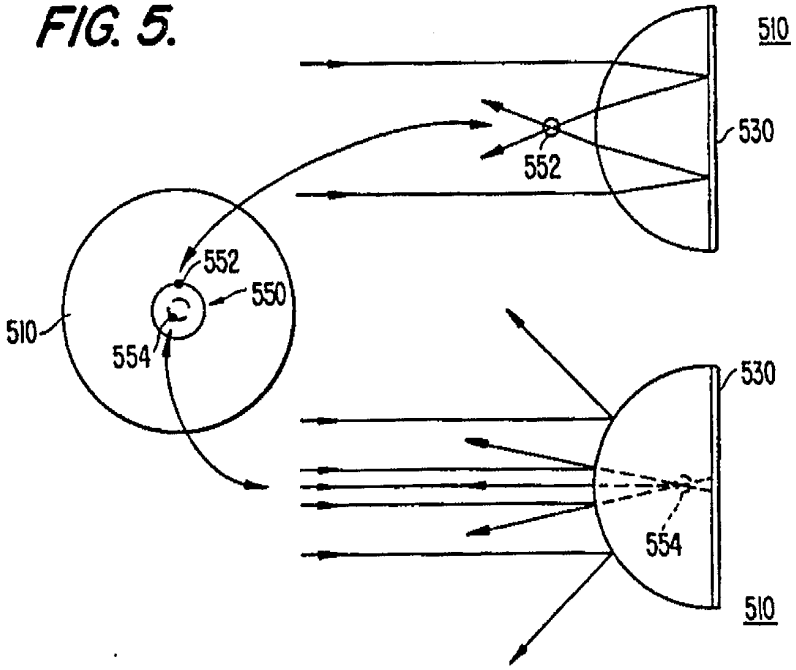


FIG. 4b.

FIG. 5.



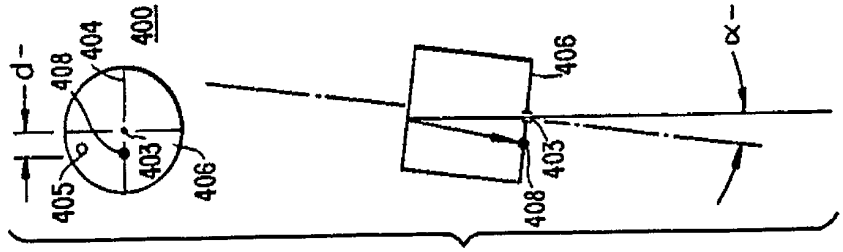


FIG. 3c.

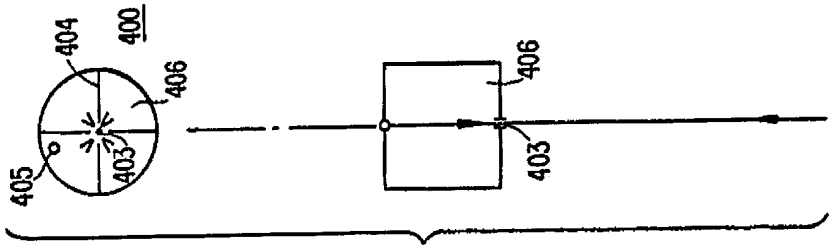


FIG. 3b.

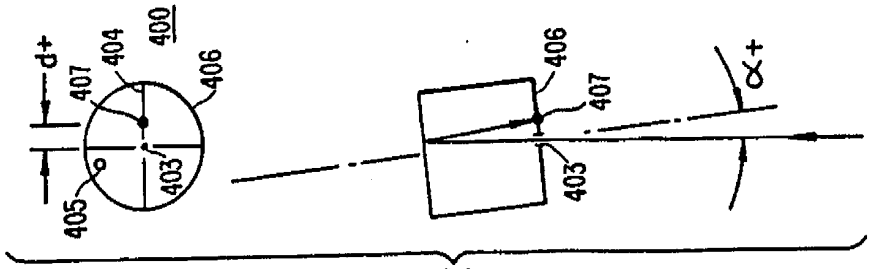


FIG. 3a.

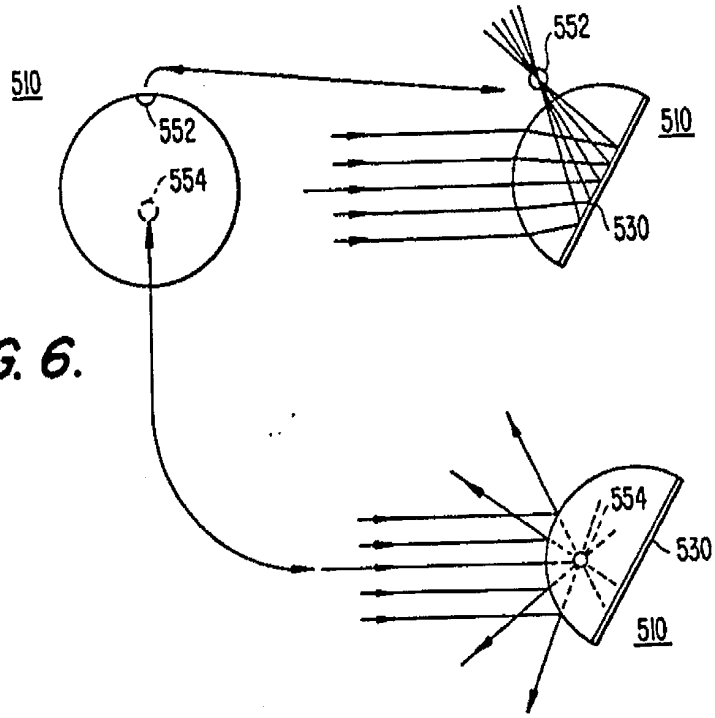


FIG. 6.

FIG. 7.

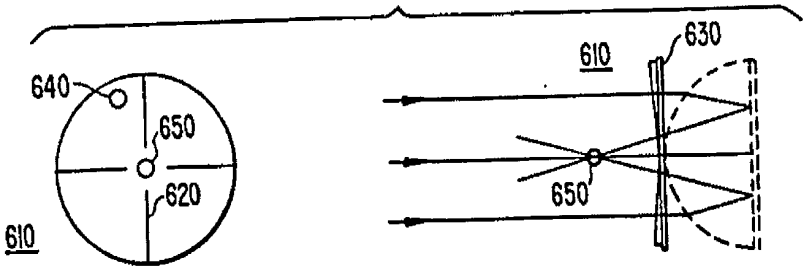
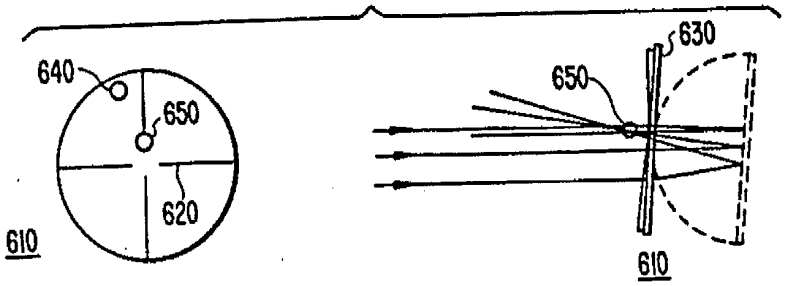


FIG. 8.



Numero de la demande nationale

Office européen des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE

établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2 de la loi belge sur les brevets d'invention du 28 mars 1984

BE 8700356
BO 148

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
X	DE-A-1 912 308 (TECHNIDYNE) * Figures 3,14-17; page 7, ligne 20 - page 8, ligne 9; page 23, ligne 7 - page 26, ligne 26 *	1	G 01 C 15/00 G 01 B 11/27
A	---	2,3	
A	EP-A-0 008 714 (WESTINGHOUSE) * Figure 1; résumé *	1	
A	---		
A	US-A-3 801 205 (EGGENSCHWYLER) * Figure 1; résumé *	1	

			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			G 01 C G 01 B

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
10-04-1990	KOLBE W.H.

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 03.82 (P0448)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET BELGE NO.

BE 8700356
BO 148

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 24/04/90
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE-A- 1912308	09-10-69	BE-A- 729708	11-09-69
		FR-A,B 2003725	14-11-69
		GB-A- 1265977	08-03-72
		US-A- 3588255	28-06-71
EP-A- 0008714	19-03-80	US-A- 4295740	20-10-81
		JP-A- 55037997	17-03-80
US-A- 3801205	02-04-74	Aucun	