

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑳ Numéro de dépôt: **89400410.0**

⑤ Int. Cl.⁴: **H 01 J 31/50**
H 01 J 29/98

㉔ Date de dépôt: **14.02.89**

③① Priorité: **17.02.88 FR 8801867**

④③ Date de publication de la demande:
23.08.89 Bulletin 89/34

⑧④ Etats contractants désignés: **DE GB**

⑦① Demandeur: **COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE**
31/33, rue de la Fédération
F-75015 Paris (FR)

⑦② Inventeur: **Salgues, Pierre**
18 Allée Albert Thomas
F-91300 Massy (FR)

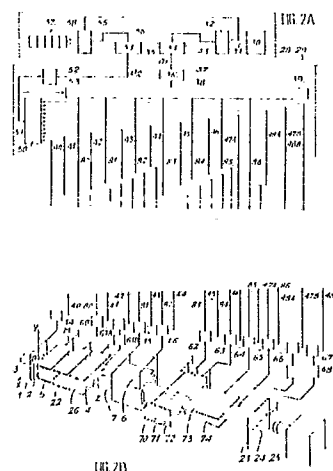
Verrecchia, Roger
23 Rue Pasteur
F-77150 Lesigny (FR)

⑦④ Mandataire: **Mongrédien, André et al**
c/o BREVATOME 25, rue de Ponthieu
F-75008 Paris (FR)

⑤④ **Caméra électronique ultra-rapide à commande numérique, pour l'étude de phénomènes lumineux très brefs.**

⑤⑦ L'invention concerne une caméra électronique ultrarapide à commande numérique. Cette caméra comporte un tube convertisseur d'image à optique bilamellaire comprenant une photocathode (1), une fente étroite (2), recevant des photons d'un phénomène à étudier, une paire d'électrodes (5) accélératrices des électrons, une lentille quadrupolaire (6, 7) de focalisation spatiale, une lentille de focalisation temporelle (70, 71, 72), et des moyens d'enregistrement (25) de l'image de la fente sur un écran (23). La caméra comporte aussi des sources électriques d'alimentation des lentilles et électrodes. Selon l'invention la caméra comporte aussi une paire d'électrodes (22) de préfocalisation temporelle reliée à une source de tension réglable (60), une paire d'électrodes d'accélération (26) parallèles à la fente, et deux plaques de déflexion (73, 74) reliées à des sources de tensions réglables. La caméra comporte une station de commande à distance du tube pour commander des moyens de réglages et de mesures des tensions des sources, situés à proximité du tube.

Application à l'étude de phénomènes lumineux très brefs.



Description

CAMERA ELECTRONIQUE ULTRA-RAPIDE A COMMANDE NUMERIQUE, POUR L'ETUDE DE PHENOMENES LUMINEUX TRES BREFS

La présente invention concerne une caméra électronique ultra-rapide à commande numérique, pour l'étude de phénomènes lumineux très brefs.

Cette caméra s'applique à l'enregistrement d'images avec un temps de pose extrêmement court, pour permettre de relever le profil de l'évolution, au cours du temps, de phénomènes lumineux très brefs. Cette caméra s'applique plus particulièrement à la balistique, la détonique, l'étude des cellules vivantes, aux expériences utilisant des lasers, etc.

On connaît une caméra électronique ultra-rapide à balayage de fente, pour l'étude de phénomènes lumineux, qui utilise un tube convertisseur d'images à optique bilamellaire, tel que décrit dans le brevet français n° 2 561 441. Ce tube est associé à différentes sources d'alimentation de ses électrodes en haute tension électrique, et à un dispositif d'enregistrement de l'image de la fente apparaissant sur son écran. Ce dispositif d'enregistrement peut être par exemple une plaque photographique.

Le tube convertisseur d'image, à optique bilamellaire décrit dans le brevet précité, nécessite donc pour son fonctionnement, l'utilisation de différentes sources électriques de hautes tensions, de valeurs fixes ou réglables.

De manière connue, tel que représenté sur la figure 1, le tube comprend successivement, le long d'un axe OZ, une photocathode plane 1 perpendiculaire à cet axe, délimitée par une fente étroite 2, recevant les photons 3 du phénomène étudié, et émettant des électrons 4.

Ce tube comprend aussi une paire d'électrodes planes 5 d'extraction et d'accélération des électrons, ces électrodes étant parallèles à la fente et à l'axe OZ.

La photocathode 1 est reliée à une source électrique 14 d'alimentation en haute tension continue, de valeur fixe (-15 000 Volts par exemple, par rapport à une masse de référence M).

Les électrodes 5 sont des électrodes accélératrices des électrons ; elles sont reliées à la masse de référence M.

Le faisceau ainsi accéléré selon l'axe OZ perpendiculaire à la photocathode, parvient à une lentille quadrupolaire 6, 7 de focalisation spatiale ; cette lentille comprend une première et une deuxième paires d'électrodes 6, 7 cylindriques, parallèles à l'axe OZ et respectivement parallèles et perpendiculaires à la fente 2. La première paire d'électrodes 6 de cette lentille, est reliée à une source électrique 15 d'alimentation en tension fixe (aux environs de +400 volts par exemple). La deuxième paire d'électrodes 7 de la lentille quadrupolaire est reliée à une source électrique d'alimentation 16 en haute tension fixe (aux environs de -400 volts par exemple). La caméra comporte aussi une lentille de focalisation temporelle comprenant au moins une première, une deuxième, une troisième paires d'électrodes 8, 9A-9B, 10. Une électrode 9A de la deuxième paire est reliée à une source électrique 17

de haute tension réglable (par exemple entre 0 et -10 000 volts). Une électrode 9B de cette deuxième paire est reliée à une source électrique 18 de haute tension réglable (par exemple entre 0 et -10 000 volts). Cette paire d'électrodes 9A-9B constitue un moyen de déflexion du faisceau sur un écran 11. La première et la troisième paires d'électrodes 8, 10 sont reliées à la masse de référence M. Dans cette caméra de type connu, les électrodes 9A-9B sont des électrodes de déflexion. Elles sont aussi reliées à des sources électriques de tension 19, 20 de valeurs fixes, par un moyen de commande de déflexion 21.

Un écran 11 permet d'obtenir l'image 12 d'une fente.

A cette caméra de type connu, on associe aussi des moyens d'enregistrement 13 de l'image 12 de la fente sur l'écran 11. Ces moyens d'enregistrement peuvent être constitués par exemple par une plaque photographique 13.

Le fonctionnement de cette caméra connue dans l'état de la technique, va maintenant être décrit de façon succincte : la photocathode 1 émet des électrons dans une zone délimitée par la fente 2, ces électrons étant produits par l'impact des photons 3 sur cette photocathode. Ces électrons sont accélérés par la paire 5 d'électrodes d'accélération. Les électrodes de la première paire 6 de la lentille quadrupolaire permettent d'obtenir l'image de la fente dans le plan temporel yoz. Les électrodes de la deuxième paire 7 de cette lentille quadrupolaire, permettent d'obtenir la représentation spatiale de la fente dans un plan xoz parallèle à la fente et perpendiculaire à la photocathode. Les électrodes 6 de la lentille quadrupolaire rendent le faisceau divergent ; celui-ci est refocalisé grâce aux électrodes 8, 9A-9B, 10 de la lentille de focalisation temporelle. Les électrodes 9A-9B assurent une déflexion temporelle du faisceau dans le plan yoz.

Une caméra électronique ultra-rapide utilisant le tube de la figure 1 et qui fait intervenir des sources d'alimentation et de tension de valeurs fixes et de valeurs réglables, présente un inconvénient important : lorsque l'on souhaite étudier un phénomène lumineux, il est nécessaire de prérégler les hautes tensions fournies par les sources réglables avant l'étude de ce phénomène, ces hautes tensions étant mesurées par des moyens qui sont connectés provisoirement aux sorties de ces sources, durant ces réglages. Ces moyens de mesures de tension sont ensuite déconnectés et l'étude du phénomène peut alors commencer ; il est alors impossible de modifier les valeurs des réglages des tensions, au cours de l'expérimentation. Il est aussi impossible de mesurer en permanence, les valeurs des tensions fournies aux différentes électrodes, au cours de cette expérimentation, car les moyens de mesures sont déconnectés une fois que les réglages de tensions ont été effectués. De plus, le tube connu utilisé dans cette caméra ne comporte pas d'élec-

trode de préfocalisation temporelle avant la lentille quadrupolaire, ce qui diminue les performances de la caméra.

L'invention a pour but de remédier à ces inconvénients et notamment de réaliser une caméra électronique ultra-rapide à commande numérique, pour l'étude des phénomènes lumineux très brefs dans laquelle il est possible, non seulement de modifier les valeurs des tensions fournies par les alimentations réglables, mais aussi de mesurer les valeurs de ces tensions, avant et pendant l'expérience. De plus, la caméra de l'invention permet d'effectuer ces réglages et ces mesures de tension, à distance du tube qui est souvent localisé dans un milieu hostile et qui n'est pas accessible au cours de l'expérience. Enfin, cette caméra utilise un tube comportant des électrodes de préfocalisation temporelle permettant d'accroître les performances.

L'invention a pour objet une caméra électronique ultra-rapide à commande numérique, pour l'étude de phénomènes lumineux très brefs, comportant un tube convertisseur d'image à optique bilamellaire, ce tube comprenant successivement le long d'un axe oz, une photocathode plane perpendiculaire à cet axe, délimitée par une fente étroite recevant les photons du phénomène étudié et émettant des électrons, une paire d'électrodes planes parallèles à ladite fente et audit axe, accélératrices des électrons, une lentille quadrupolaire de focalisation spatiale comprenant une première et une deuxième paires d'électrodes cylindriques respectivement parallèles et perpendiculaires à ladite fente et parallèles audit axe, une lentille de focalisation temporelle comprenant au moins une première, une deuxième et une troisième paires d'électrodes parallèles à ladite fente et audit axe, un écran de formation de l'image de la fente, la caméra comportant de plus des moyens d'enregistrement de l'image formée sur l'écran, des sources électriques d'alimentation réglables fournissant respectivement sur des sorties, des tensions de valeurs réglables, les sorties de ces sources étant respectivement reliées à la première paire d'électrodes et à la deuxième paire d'électrodes de la lentille quadrupolaire, à la deuxième et à la troisième paires d'électrodes de la lentille de focalisation temporelle, une source électrique d'alimentation fournissant sur une sortie, une tension de valeur fixe, cette sortie étant reliée à la photocathode, la première paire d'électrodes de la lentille de focalisation temporelle, la paire d'électrodes accélératrices et l'écran étant reliés à une masse de référence M, toutes les sources étant situées à proximité du tube, caractérisé en ce que le tube comporte, entre la paire d'électrodes d'accélération et la lentille de focalisation spatiale et le long dudit axe, une paire d'électrodes de préfocalisation temporelle parallèles à l'axe et à la fente et reliées à une source de tension de valeur réglable, une autre paire d'électrodes d'obturation parallèles à l'axe et à la fente, l'une des électrodes de cette autre paire étant reliée par un moyen de commande d'obturation, à une source de tension de valeur fixe, une autre des électrodes de cette autre paire étant reliée à la masse de référence M, deux plaques de déflexion, parallèles à la fente, situées entre la lentille

de focalisation temporelle et l'écran le long dudit axe, ces plaques étant respectivement reliées à des sources de tensions de valeurs réglables et respectivement reliées par des moyens de commande de déflexion, à des sources de tensions de valeurs fixes, toutes les sources étant situées à proximité du tube, la caméra comportant en outre une station de commande à distance d'au moins un tube, pour commander des moyens de réglages des valeurs de tensions fournies par les sources de tensions réglables et de mesures respectives des tensions appliquées à la photocathode, aux différentes électrodes et aux moyens de commande d'obturation et de déflexion, ces moyens de réglages et de mesures étant situés à proximité du tube, la station de commande étant reliée aux moyens de réglages et de mesures par des moyens optiques transmettant des données de réglages aux moyens de réglages de tensions, et des instructions de mesures aux moyens de mesures, et transmettant des résultats de mesures à la station de commande.

Selon une autre caractéristique de l'invention, la station de commande à distance comporte des moyens de commande pour fournir sur des sorties des données numériques codées de réglage de tensions, et des instructions numériques codées de mesures, un moyen de conversion numérique parallèle-série relié aux sorties des moyens de commande, une sortie de ce moyen de conversion numérique étant reliée à un premier convertisseur électrooptique fournissant sur une sortie, des signaux optiques correspondant aux données et instructions numériques codées et multiplexées, les moyens optiques comprenant une fibre optique d'émission reliée par une extrémité à la sortie du premier convertisseur électrooptique, les moyens de réglages et de mesures comportant un premier convertisseur optoélectronique relié par une entrée à une autre extrémité de la fibre optique d'émission et fournissant sur une sortie des données numériques codées de réglages de tensions, et des instructions numériques codées de mesures de tensions correspondant aux signaux optiques reçus, un moyen de démultiplexage numérique-analogique ayant des sorties respectivement reliées à des entrées de commande de réglages de tensions des sources de tensions réglables, un moyen de multiplexage analogique-numérique, relié respectivement par des entrées, à des sorties de mesures des sources de tensions, ces sorties fournissant respectivement des signaux analogiques de mesures de tensions, ce moyen de multiplexage analogique-numérique fournissant sur une sortie des signaux numériques multiplexés de mesures de tensions, un deuxième convertisseur électrooptique relié à une sortie du moyen de multiplexage analogique-numérique pour fournir sur une sortie, des signaux optiques correspondant aux signaux numériques multiplexés de mesures, les moyens optiques comprenant une fibre optique de réception de mesures, reliée par une extrémité à la sortie du deuxième convertisseur électrooptique, la station de commande comportant en outre un deuxième convertisseur opto-électronique relié à une autre extrémité de la fibre optique de réception, pour

fournir sur une sortie les signaux numériques multiplexés de mesures, un moyen de conversion numérique série-parallèle relié à la sortie du deuxième convertisseur opto-électronique, des sorties du moyen de conversion série-parallèle fournissant un à un les signaux numériques de mesures respectives des tensions appliquées à la photocathode, aux électrodes, et aux plaques de déflexion par des moyens de commande de déflexion, les sorties du moyen de conversion série-parallèle étant reliées à un moyen numérique d'affichage de tensions mesurées, la sortie du moyen de multiplexage analogique-numérique étant aussi reliée à une entrée du moyen de démultiplexage numérique-analogique pour asservir les réglages de tensions des sources de tensions de valeurs réglables.

Selon une autre caractéristique de l'invention, les moyens de commande de la station éloignée sont reliés à une entrée de commande du moyen de conversion série-parallèle de cette station, pour commander la sélection de l'un des moyens de mesures et la commande de l'un des moyens de réglage.

Les caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront mieux de la description qui va suivre, donnée en référence aux figures 2A et 2B qui représentent schématiquement, une caméra électronique ultra-rapide à commande numérique, conforme à l'invention. La figure 1 a déjà été décrite pour illustrer l'état de la technique. Les mêmes éléments portent les mêmes références sur la figure 1 et sur les figures 2A ET 2B.

La caméra de l'invention, représentée schématiquement sur les figures 2A et 2B, comprend un tube convertisseur d'image à optique bilamellaire, différentes sources d'alimentation haute tension et des moyens d'enregistrement 25, situés à proximité de ce tube.

Les moyens d'enregistrement 25 peuvent ici être constitués par une caméra de type CCD (caméra à transfert de charge). La caméra comprend aussi, selon l'invention, une station de commande 28, située à distance du tube, pour commander grâce à des moyens 29, des réglages de valeurs de tensions fournies par des sources de tensions réglables 60, 15, 16, 62, 63, 64, 65. Cette station de commande permet aussi grâce aux moyens 29 de commande de réglages et de mesures, de commander les mesures des valeurs des tensions fournies par les sources de tensions réglables 60, 15, 16, 62, 63, 64, 65, et les mesures de valeurs de tensions fixes fournies par des sources de tensions 14, 61A, 66, 67.

Le tube représenté sur cette figure est une amélioration du tube de la figure 1. Cette amélioration consiste notamment à utiliser une paire d'électrodes 22 de préfocalisation temporelle parallèles à l'axe OZ et à la fente, situées le long de l'axe OZ, entre les électrodes d'accélération 5 et les électrodes 6, 7 de la lentille quadrupolaire. Grâce à cette préfocalisation, la caméra présente un gain lumineux plus élevé sans que ses performances soient notablement diminuées.

Le tube de cette caméra comporte aussi une paire d'électrodes supplémentaires d'obturation 26, entre les électrodes de préfocalisation 22 et les électrodes

6, 7 de la lentille quadrupolaire. Ces électrodes supplémentaires 26 sont parallèles à la fente et à l'axe OZ. Enfin, le tube comporte aussi des électrodes ou plaques de déflexion 73, 74 indépendantes de la lentille de focalisation temporelle, ce qui n'était pas le cas dans le tube de la figure 1. Ces plaques sont parallèles à la fente et sont situées, le long de l'axe OZ, entre une lentille de focalisation temporelle constituée par des première, deuxième et troisième paires d'électrodes 70, 71, 72, et l'écran 23.

Les électrodes 70, 71, 72 de la lentille de focalisation temporelle sont parallèles à l'axe OZ et parallèles à la fente.

Les sources de tensions 14, 61A, 66, 67 de valeurs fixes sont respectivement reliées à la photocathode 1, à un moyen 61B de commande d'obturation lui-même relié à l'une des électrodes d'obturation 26, et à des moyens 68 de commande de déflexion eux-mêmes reliés aux plaques de déflexion 73, 74. Les sources de tensions 60, 15, 16, 62, 63, 64, 65 de valeurs réglables sont respectivement reliées aux électrodes de préfocalisation temporelle 22, aux électrodes 6, 7 de la lentille quadrupolaire de focalisation spatiale, à la troisième paire d'électrodes 72 de la lentille de focalisation temporelle, et aux plaques de déflexion 73, 74. Les électrodes d'accélération 5, l'une des électrodes de la paire d'électrodes d'obturation 26, la première électrode 70 de la lentille de focalisation temporelle et l'écran 23 sont reliés à une masse de référence M. Les moyens de commande de déflexion 68, reliés aux plaques de déflexion 73, 74 permettent la déflexion du faisceau d'électrons focalisé sur l'écran 23.

La station de commande 28 est située à distance du tube tandis que les moyens 29 de réglages et de mesures de tensions ainsi que les différentes sources de tensions sont situés à proximité du tube.

Une station peut d'ailleurs commander plusieurs moyens 29 de réglages et de mesures associés respectivement à plusieurs tubes. La station de commande 28 est reliée aux moyens de réglage et de mesures 29, par des moyens optiques 01, 02 qui permettent, comme on le verra plus loin en détail, de transmettre des données de réglages de tensions des sources de tensions réglables, et des instructions de mesures aux moyens de mesures de tensions ; ces moyens optiques permettent aussi de transmettre des résultats de mesures, vers la station de commande. Ces moyens optiques sont constitués par exemple par des fibres optiques.

La station 28 de commande à distance comporte des moyens de commande 30 qui fournissent sur des sorties 31, des données numériques codées de réglages de tensions, et des instructions numériques codées de mesures des tensions appliquées par les sources, à la photocathode, aux électrodes et, par l'intermédiaire des moyens de commande de déflexion 68, aux plaques de déflexion 73, 74. Ces moyens de commande numérique 30 sont constitués par exemple par un clavier fournissant des données et des instructions numériques. Ils peuvent aussi être constitués par un micro-ordinateur associé à une bibliothèque de ces données et instructions.

La station comporte aussi un convertisseur parallèle-série 32, relié aux sorties des moyens de commande 30. Ce convertisseur à entrées parallèles et à sorties série, fournit sur une sortie 33 les données et les instructions, en série. Cette sortie est reliée à une entrée d'un premier convertisseur électro-optique 34 qui fournit sur une sortie 35 des signaux optiques correspondant aux données et instructions numériques codées, qu'il doit émettre. Les moyens optiques comprennent une fibre optique d'émission 01, qui est reliée par une extrémité, à la sortie 35 du premier convertisseur électro-optique 34. Ces moyens optiques comprennent aussi un deuxième convertisseur électrooptique 52 et une deuxième fibre optique 02 de réception qui seront décrits plus loin en détail.

Les moyens 29 de réglages et de mesures de tensions comprennent un premier convertisseur opto-électronique 36, qui est relié par une entrée 37, à une autre extrémité de la fibre optique 01 d'émission. Ce premier convertisseur opto-électronique fournit sur une sortie 38, les données numériques codées de réglages de tensions, et les instructions numériques codées de mesures de tension, correspondant aux signaux optiques reçus.

Les moyens de mesures et de réglages 29 comprennent aussi un moyen de démultiplexage numérique-analogique 39 ayant des sorties 80, 81, ..., 86 respectivement reliées à des entrées de commande de réglages de tensions des sources de tensions réglables 60, 15, 16, 62, 63, 64, 65. Le moyen de démultiplexage 39 comporte aussi une entrée reliée à une sortie 51 d'un moyen 50 de multiplexage analogique-numérique. Ce moyen 50 de multiplexage est relié respectivement par des entrées à des sorties analogiques de mesures 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47A, 48A, 47B, 48B, des sources respectives de tensions 14, 60, 61A, 16, 15, 62, 63, 64, 65, 66, 67. On suppose bien entendu que chaque source comporte un circuit (non représenté) fournissant un signal analogique représentatif de la tension fournie par cette source. La sortie 51 du moyen de multiplexage analogique-numérique 50 fournit des valeurs numériques de mesures de tensions. Cette sortie 51 est aussi reliée au deuxième convertisseur électrooptique 52, qui fournit sur une sortie 53, des signaux optiques correspondant aux signaux numériques multiplexés de mesures de tensions des différentes sources. La sortie 51 est aussi reliée, comme indiqué plus haut, à une entrée du moyen de démultiplexage numérique-analogique 39 qui asservit les commandes de réglages des tensions des sources de tensions réglables.

La fibre optique de réception de mesures 02 est reliée par une extrémité, à la sortie 53 du deuxième convertisseur électro-optique 52.

La station de commande 28 comprend en outre un deuxième convertisseur opto-électronique 54, relié à une autre extrémité de la fibre optique de réception 02. Ce deuxième convertisseur 54 fournit sur une sortie, les signaux numériques multiplexés de mesures des différentes tensions. Un moyen de conversion série-parallèle 55, est relié à la sortie 56 du deuxième convertisseur 54. Les sorties du moyen

de conversion 55 fournissent séquentiellement les signaux numériques de mesures respectives des différentes tensions appliquées à la photocathode 1, aux électrodes et aux plaques de déflexion 73, 74 par l'intermédiaire des moyens de commande 68. Les sorties des moyens de conversion 55 sont reliées à un moyen numérique d'affichage 57 des tensions mesurées. Une sortie des moyens de commande 30 est reliée à une entrée de commande 58 du moyen de conversion 55, pour sélectionner l'une quelconque des tensions mesurées par les moyens de mesures. Ces moyens de commande peuvent d'ailleurs commander les réglages et les mesures de tensions de sources d'alimentation d'autres tubes.

Pour effectuer un réglage de tension, par exemple de la tension de sortie de la source 60 appliquée à la paire d'électrodes 22, on opère de la manière suivante :

Le clavier 30 de la station de commande 28 permet à un opérateur de sélectionner à l'aide des touches de ce clavier, la valeur de la tension souhaitée et le code d'identification de la source d'alimentation 60 ainsi que le code d'identification du tube appelé. Cette valeur et ces codes sont fournis sous formes numériques par les sorties 31 du clavier 30. Ces données et ces codes sont appliqués au convertisseur 32. Les données et les codes sont transmis sous forme numérique ; le premier convertisseur électro-optique 34 les transforme en signaux optiques appliqués par la fibre optique 01, au premier convertisseur opto-électronique 36. La sortie 38 de ce premier convertisseur 36 fournit ces données et ces codes, sous forme numérique, pour les appliquer au moyen de démultiplexage numérique-analogique 39. En fonction du code d'identification du tube et de la source sélectionnée, une sortie 80 correspondante du moyen de démultiplexage 39 applique à l'entrée de commande de la source 60, un signal analogique de réglage correspondant à la valeur de tension choisie.

Pour mesurer et connaître la valeur d'une tension effectivement appliquée par une source d'alimentation, à des électrodes correspondantes, par exemple la tension appliquée par la sortie de la source 60 aux électrodes 22, on opère de la manière suivante :

Le clavier 30 permet de sélectionner un code d'identification ou une instruction de commande du moyen de mesures de la tension fournie par la source 60. Ce code est transmis sous forme numérique au convertisseur 32, puis transformé en signaux optiques par le premier convertisseur électro-optique 34. Ces signaux sont transmis grâce à la fibre optique 01 au convertisseur opto-électronique 36, qui transmet alors au moyen de démultiplexage 39 une instruction numérique correspondant au code de sélection du circuit de mesures de la source choisie. Une sortie correspondante 41 de ce circuit applique alors à une entrée du moyen de multiplexage analogique-numérique 50, un signal analogique représentatif de la valeur de la tension de sortie de la source 60. Ce signal analogique est appliqué au moyen de multiplexage analogique-numérique 50, qui fournit sur une sortie 51 un signal numérique correspondant à la valeur de la tension

mesurée. Ce signal numérique est transformé en signaux optiques, grâce au deuxième convertisseur électro-optique 52. Ces signaux optiques sont transmis par la fibre optique 02, au deuxième convertisseur opto-électronique 54 qui fournit sur sa sortie 56, la valeur numérique de la tension mesurée. Cette valeur numérique est appliquée au moyen de conversion série-parallèle 55, dont les sorties sont reliées aux moyens d'affichage 57.

L'invention permet bien d'atteindre les buts mentionnés plus haut : la commande de réglages à distance des valeurs des tensions appliquées aux différentes électrodes du tube, ainsi que les mesures de tensions fournies par les différentes alimentations. Cette caméra est particulièrement utile lorsque le tube est placé en milieu hostile. L'utilisation de fibres optiques et les transmissions de signaux numériques permettent d'éviter toute perturbation électrique dans les commandes ou les mesures. Les valeurs des tensions fournies par les sources réglables peuvent être modifiées et mesurées en cours d'expérimentation.

A titre d'exemple, les valeurs des tensions fournies par les différentes sources de tension sont les suivantes :

Référence de la source	Valeurs de tensions
14	-15000 V (fixe)
60	- 6130 V (variable)
61A	+ 1500 V (impulsionnelle)
15	+ 182,5 V (variable)
16	- 182,5 V (variable)
62	- 6530 V (variable)
63	- 4775 V (variable)
64	- 200 V (variable)
65	+ 200 V (variable)
66	+ 1000 V (impulsionnelle)
67	- 1000 V (impulsionnelle)

Revendications

1. Caméra électronique ultra-rapide à commande numérique, pour l'étude de phénomènes lumineux très brefs, comportant un tube convertisseur d'image à optique bilamellaire, ce tube comprenant successivement le long d'un axe (oz), une photocathode (1) plane perpendiculaire à cet axe, délimitée par une fente étroite (2) recevant les photons (3) du phénomène étudié et émettant des électrons (4), une paire d'électrodes planes (5) parallèles à ladite fente et audit axe, accélératrices des électrons, une lentille quadrupolaire de focalisation spatiale comprenant une première et une deuxième paires (6, 7) d'électrodes cylindriques respectivement parallèles et perpendiculaires à ladite fente (2) et parallèles audit axe (oz), une lentille

de focalisation temporelle comprenant au moins une première, une deuxième et une troisième paires (70, 71, 72) d'électrodes parallèles à ladite fente (2) et audit axe, un écran (23) de formation de l'image (24) de la fente, la caméra comportant de plus des moyens (25) d'enregistrement de l'image formée sur l'écran (23), des sources (15, 16, 62, 63) électriques d'alimentation réglables fournissant respectivement sur des sorties, des tensions de valeurs réglables, les sorties de ces sources étant respectivement reliées à la première paire d'électrodes (6) et à la deuxième paire d'électrodes (7) de la lentille quadrupolaire, à la deuxième et à la troisième paires (71, 72) d'électrodes de la lentille de focalisation temporelle, une source électrique d'alimentation (14) fournissant sur une sortie, une tension de valeur fixe, cette sortie étant reliée à la photocathode (1), la première paire d'électrodes (70) de la lentille de focalisation temporelle, la paire d'électrodes accélératrices (5) et l'écran (23) étant reliés à une masse de référence (M), toutes les sources étant situées à proximité du tube, caractérisée en ce que le tube comporte, entre la paire d'électrodes (5) d'accélération et la lentille (6, 7) de focalisation spatiale et le long dudit axe, une paire d'électrodes (22) de préfocalisation temporelle parallèles à l'axe et à la fente et reliées à une source de tension (60) de valeur réglable, une autre paire d'électrodes (26) d'accélération parallèles à l'axe et à la fente, l'une des électrodes de cette autre paire (26) étant reliée par un moyen de commande (61B) d'obturation à une source (61A) de tension de valeur fixe, une autre des électrodes de cette autre paire étant reliée à la masse de référence (M), deux plaques de déflexion (73, 74), parallèles à la fente, situées entre la lentille de focalisation temporelle (70, 71, 72) et l'écran (23) le long dudit axe, ces plaques étant respectivement reliées à des sources de tensions (64, 65) de valeurs réglables et respectivement reliées par des moyens de commande de déflexion (68), à des sources de tensions (66, 67) de valeurs fixes, toutes les sources étant situées à proximité du tube, la caméra comportant en outre une station (28) de commande à distance d'au moins un tube, pour commander des moyens (29) de réglages des valeurs de tensions fournies par les sources de tensions réglables et de mesures respectives des tensions appliquées à la photocathode, aux différentes électrodes et aux moyens de commande d'obturation et de déflexion, ces moyens de réglages et de mesures (29) étant situés à proximité du tube, la station de commande (28) étant reliée aux moyens de réglages et de mesures par des moyens optiques (01, 02) transmettant des données de réglages aux moyens de réglages de tensions, et des instructions de mesures aux moyens de mesures, et transmettant des résultats de mesures à la station de commande (28).

2. Caméra selon la revendication 1, caractérisée

sée en ce que la station (28) de commande à distance comporte des moyens de commande (30) pour fournir sur des sorties (31) de données numériques codées de réglage de tensions, et des instructions numériques codées de mesures, un moyen de conversion numérique (32) parallèle-série relié aux sorties des moyens de commande (30), une sortie de ce moyen de conversion numérique (32) étant reliée à un premier convertisseur électrooptique (34) fournissant sur une sortie, des signaux optiques correspondant aux données et instructions numériques codées et multiplexées, les moyens optiques comprenant une fibre optique (01) d'émission reliée par une extrémité à la sortie du premier convertisseur électrooptique (32), les moyens de réglages et de mesures (29) comportant un premier convertisseur optoélectronique (36) relié par une entrée à une autre extrémité de la fibre optique d'émission (01) et fournissant sur une sortie des données numériques codées de réglages de tensions, et des instructions numériques codées de mesures de tensions correspondant aux signaux optiques reçus, un moyen de démultiplexage numérique-analogique (39) ayant des sorties (80, 81,..., 86) respectivement reliées à des entrées de commande de réglages de tensions des sources de tensions réglables, un moyen de multiplexage analogique-numérique (50), relié respectivement par des entrées, à des sorties de mesures (40, 41,..., 46, 47A, 47B, 48A, 48B) des sources de tensions, ces sorties fournissant respectivement des signaux analogiques de mesures de tensions, ce moyen de multiplexage analogique-numérique (50) fournissant sur une sortie des signaux numériques multiplexés de mesures de tensions, un deuxième convertisseur électrooptique (52) relié à la sortie du moyen (50) de multiplexage analogique-numérique pour fournir sur une sortie, des signaux optiques correspondant aux signaux numériques multiplexés de mesures, les moyens optiques comprenant une fibre optique (02) de réception de mesures, reliées par une extrémité à la sortie du deuxième convertisseur électrooptique (52), la station de commande (28) comportant en outre un deuxième convertisseur opto-électronique (54) relié à une autre extrémité de la fibre optique de réception (02), pour fournir sur une sortie les signaux numériques multiplexés de mesures, un moyen de conversion numérique série-parallèle (55) relié à la sortie du deuxième convertisseur opto-électronique (54), des sorties du moyen de conversion série-parallèle (55) fournissant un à un les signaux numériques de mesures respectives des tensions appliquées à la photocathode, aux électrodes, et aux moyens de commande d'obturation et de déflexion, les sorties du moyen de conversion série-parallèle (55) étant reliées à un moyen numérique (57) d'affichage de tensions mesurées, la sortie du moyen de multiplexage analogique-numérique

(50) étant aussi reliée à une entrée du moyen (39) de démultiplexage numérique-analogique pour asservir les réglages de tensions des sources de tensions de valeurs réglables.

3. Caméra selon la revendication 2, caractérisée en ce que les moyens de commande (30) de la station éloignée (28) sont reliés à une entrée de commande du moyen de conversion série-parallèle (55) de cette station, pour commander la sélection de l'un des tubes, de l'un des moyens de mesures, et de l'un des moyens de réglage.

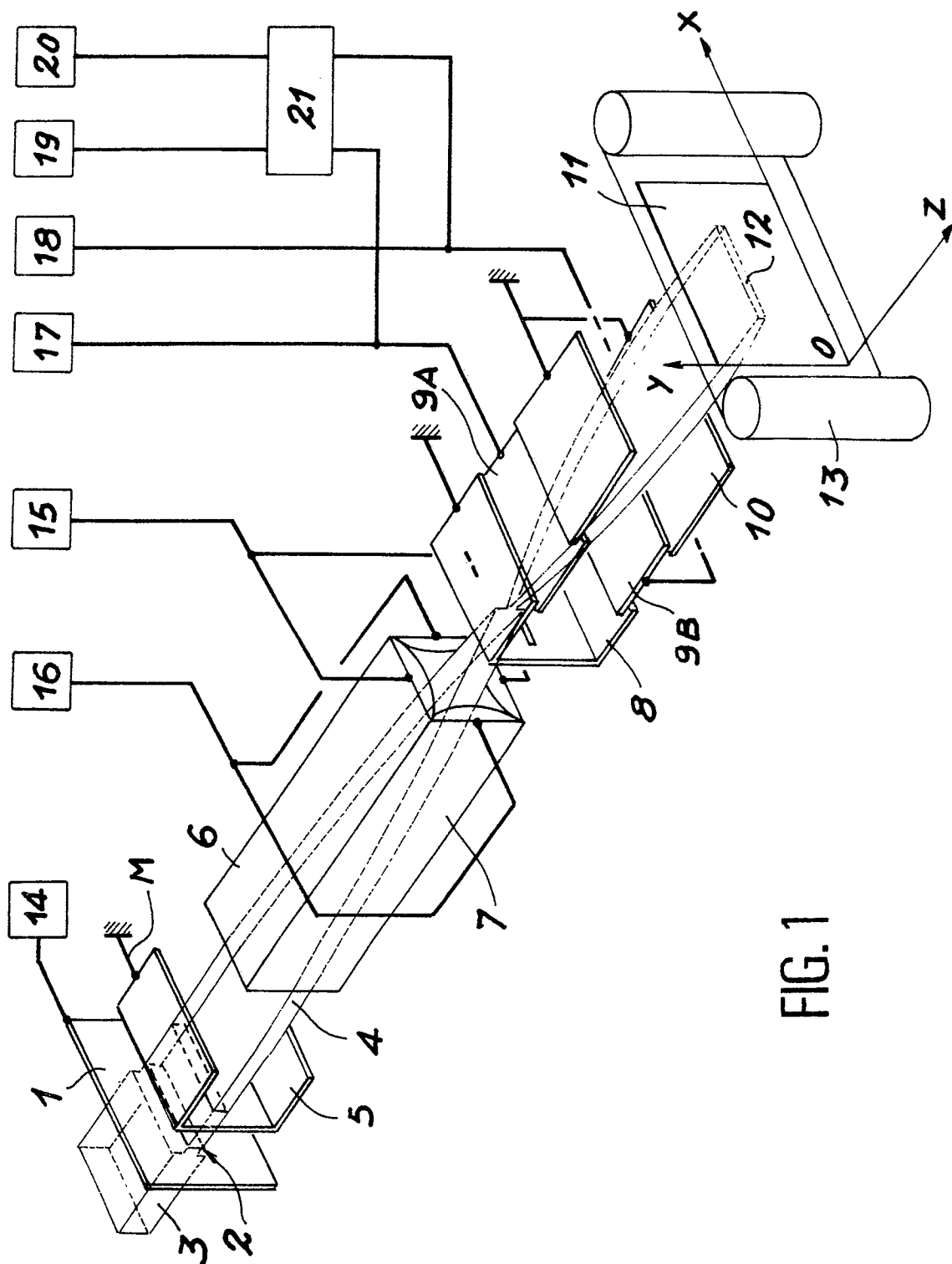
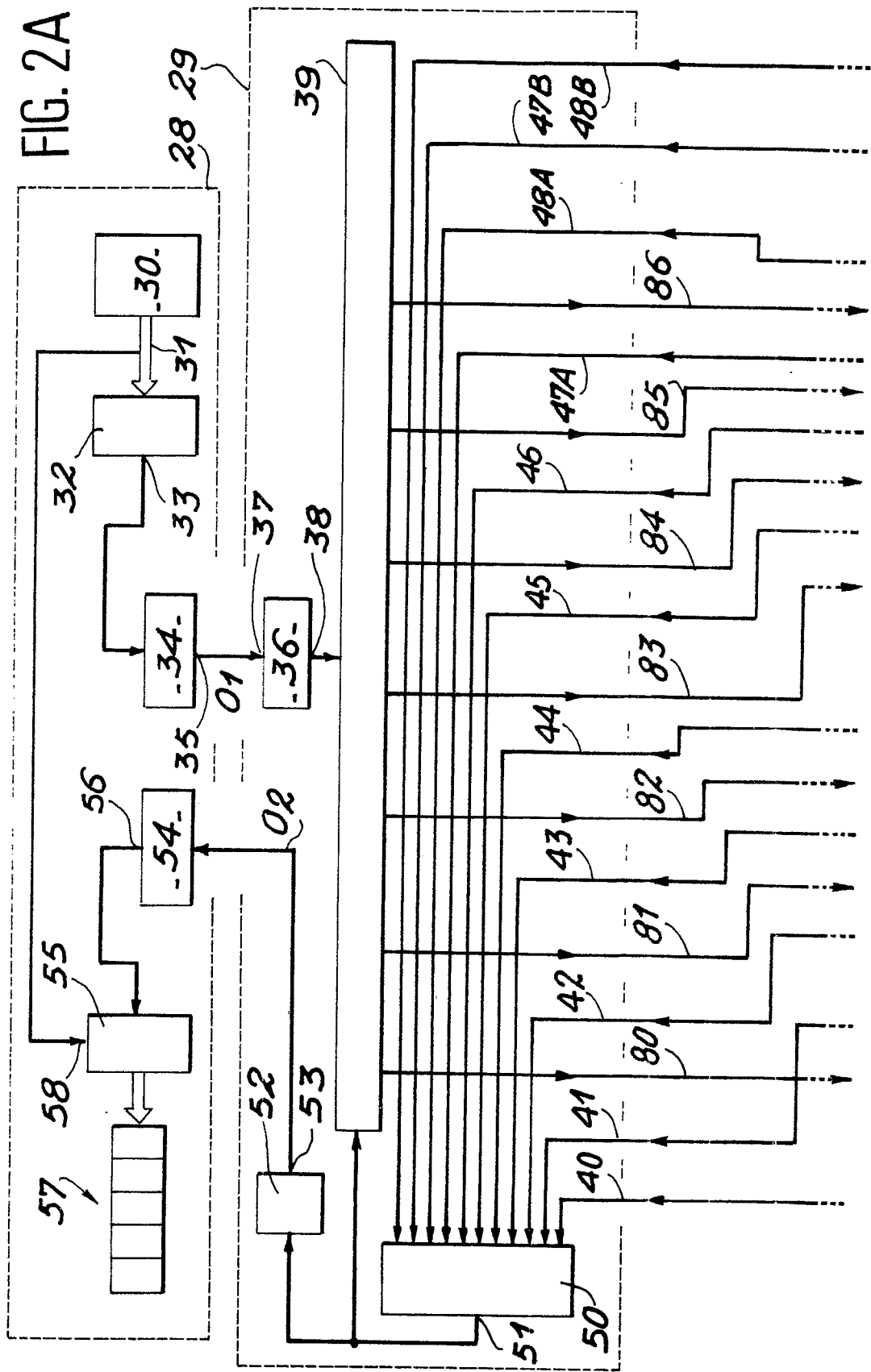


FIG. 1

FIG. 2A



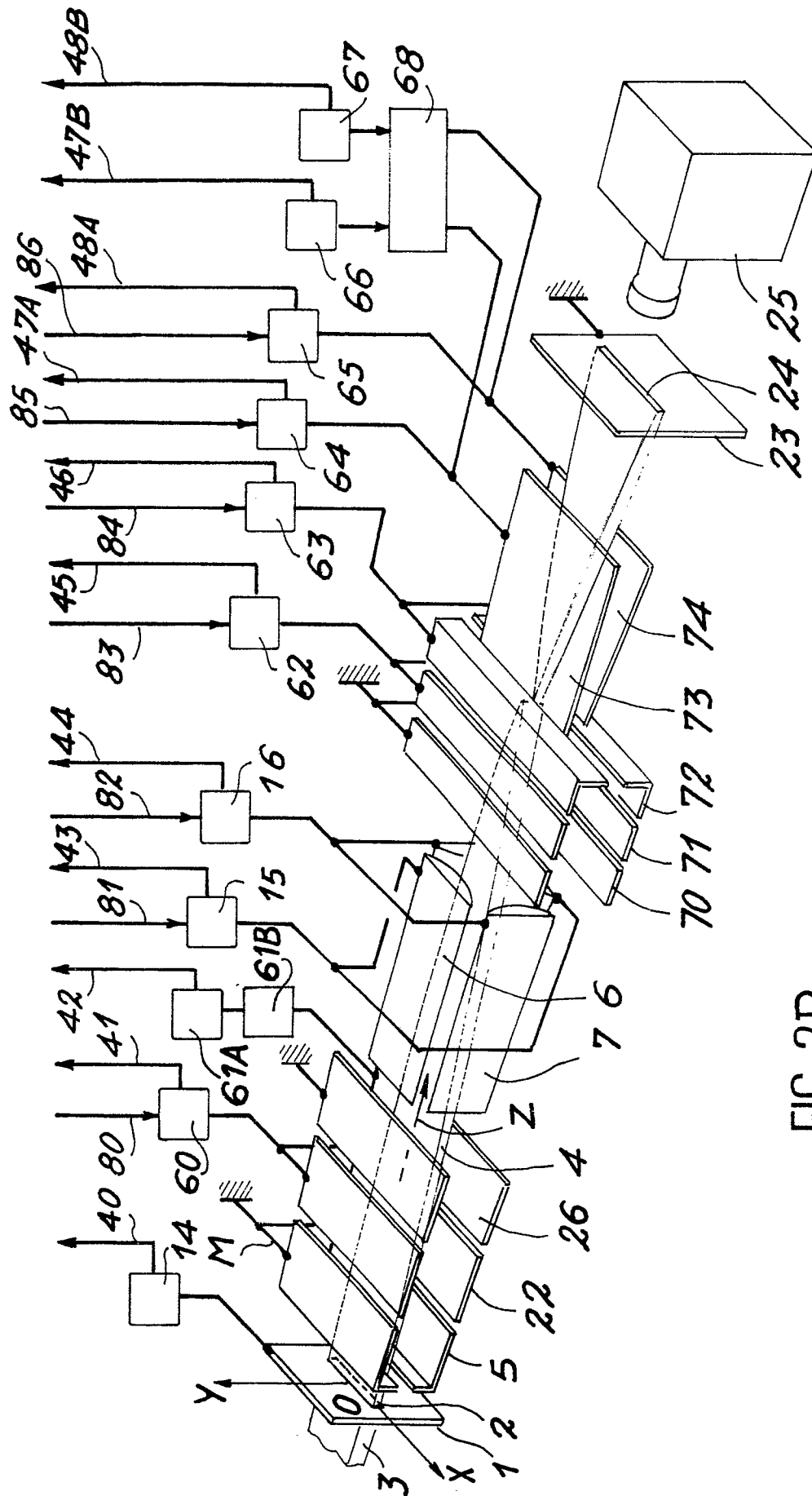


FIG. 2B



EP 89 40 0410

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.4)
D,A	EP-A-0 155 890 (C.E.A.) * Résumé; figure 2 * ---	1	H 01 J 31/50 H 01 J 29/98
A	GB-A-2 172 991 (HAMAMATSU PHOTONICS) * Page 3, lignes 9-18; figure 1 * -----	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
			H 01 J G 04 F G 03 B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 21-05-1989	Examineur ANTHONY R.G.
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			